# مجلة البحوث الهندسية

العدد الثاني — الكانون (ديسمبر) — 1991

مجلة البحوث الهندسية تصدر دوريا عن مركز بحوث العلوم الهندسية - طرابلس/ الجماهيرية



1 - مقارنة بين استعمال طريقة المعاملات والطريقة المباشرة فى تصميم البلاطات الخرسانية المسلحة ذات الاتجاهين والمحمولة على عوارض. ..... محمود عبد الرحمن القلهود

2 - التغير فى القصور الذاتى للذراعيات مستطيلة القطاع. ..... مصطفى محمد الطويل

3 - دراسة صخور خواص البازلت واستخداماتها فى الخلطات الخرسانية. ..... محمد ابو عجيلة المبروك والسنوسى عبد الوهاب الأزهرى

4 - التطورات الحديثة فى تحليل الصفائح والقشريات. ..... صالح يحيى البارونى والطاهر قنابة

5 - تأثير درجات حرارة الدمك والاختبار على خواص مارشل لتصميم الخلطة الاسفلتية. ..... محمد الشتيوى عمر.

6 - التحلية كحل لمشاكل المياه بمدينة طرابلس. ..... محمد عبدالله المنتصر وحسن مختار زايد

7 - الترجمة والتعريب في الجماهيرية. ..... أحمد مختار بريرة وفخرى اسكندر

8 - نموذج رياضى لتقييم البرامج التدريبية الفنية. ..... عبد القادر الصادق عكى وموسى محمد موسى وفتحى رجب العكارى

9 - التحليل العددى لتدفق على أسطح مائلة (باللغة الانجليزية). ..... جمعة محمد الفلاح

10 - تحليل الصفائح الموضوعة على اساسات مطاطية (باللغة الانجليزية). ..... السنوسى عبد الوهاب الأزهرى.

# دراسة خواص صخور البازلت واستخداماتها فى الخلطات الخرسانية

د. محمد أبو عجيلة المبروك
أستاذ مشارك / كلية الهندسة
جامعة الفاتح

د. السنوس عبد الوهاب الأزهرى
أستاذ مساعد / كلية الهندسة
جامعة الفاتح

**ملخص:**

تهدف هذه الدراسة لمعرفة خواص الصخور النارية (البازلت) ومدى امكانية استعمالاتها فى الخلطات الخرسانية. فلقد تمت من خلال هذه الدراسة معرفة الخواص الطبيعية والفيزيائية ومقارنتها بالمواصفات القياسية العالمية وكذلك بخصوص الحجر الجيرى المستخدم محليا وكانت المقارنة مرضية إلى حد كبير. استخدم ركام البازلت فى تكوين خلطات خرسانية لقياس مقاومة الخرسانة للضغط والشد ومقارنتها بتلك المتحصل عليها باستخدام الحجر الجيرى لنفس الخلطات كما تم التعرف على تأثير الشوائب على المقاومة باستخدام النوعين من الركام ومقارنة النتائج وكانت متقاربة بدرجة كبيرة. تم تغيير نسبة حجم ركام البازلت بالخلطات الخرسانية وقياس مقاومة الخرسانة للضغط والشد عند 28 يوماً من عمرها ومقارنتها بما نشر في السابق حول هذا الموضوع وكذلك بالنتائج المتحصل عليها باستخدام ركام الحجر الجيرى حيث وجد أن أكبر مقاومة للضغط يمكن الحصول عليها عند نسبة حجم الركام 60% من حجم الخلطة الخرسانية وكذلك الحال بالنسبة لأكبر مقاومة للشد فى حين أن أكبر مقاومة للضغط فى حالة استخدام ركام الحجر الجيرى عند 70% وأكبر مقاومة للشد عند 60%.

**مقدمة:**

توجد بالجماهيرية كميات هائلة من الصخور التى يمكن استعمالها كركام بالخلطات الخرسانية كمادة أساسية من مواد البناء المستعملة وبشكل واسع لمعظم المنشآت ومن هذه الصخور التى تستعمل حالياً بعد تهشيمها إلى أحجام مختلفة لاستخدامها كركام هى صخور الحجر الجيرى التى تم التعرف على خواصها ومدى مطابقتها للمواصفات القياسية العالمية ولكن بالمقابل يوجد نوع آخر من الصخور وهى الصخور النارية ومنها البازلت والتى هي الأخرى توجد بكميات هائلة وخاصة بالجبل الغربى فقد استعملت فى حالات كركام بدون دراسة علمية مستفيضة لمعرفة خواص هذا النوع من الصخور وبالتحديد فقد استعمل هذا النوع من الركام من قبل شركة بلفنجر الألمانية فى الطبقة السطحية عند رصف الطريق الدائرى الثانى بطرابلس ولكن لا توجد لديهم دراسة لمعرفة خواص هذا النوع من الصخور.

بسبب ما تقدم فالغرض من هذه الدراسة هو التعرف على خواص هذه الصخور ومقارنتها بالصخور المستخدمة حالياً ومدى مطابقتها للمواصفات القياسية ومقارنتها بما سبق نشره عالمياً فى هذا المضمار.

**الدراسة:**

لقد أجريت بعض الاختبارات على صخور البازلت وصخور الحجر الجيرى بعد تهشيمها إلى ركام بمقاسين مختلفين (1)، (2) بغية التعرف على خواصها ومن هذه الاختبارات:

1 ـ قياس مقاومة الركام للتصادم.
2 ـ قياس مقاومة الركام للتهشيم (crushing)
3 ـ قياس الوزن النوعى.
4 ـ قياس الكثافة.
5 ـ قياس نسبة امتصاص الركام للماء.
6 ـ التدرج الحبيبى.
7 ـ المقاومة للاحتكاك (التآكل) (Abrasion).

والنتائج مبينة بالجداول (1)، (2)، (3).

هذا بالإضافة إلى تصميم خلطات خرسانية باستخدام المقاسين من هذين النوعين من الركام كلا على حدة وكانت نسبة الماء إلى نسبة الأسمنت بالوزن 0.45 ونسبة الركام

والرمل إلى نسبة الأسمنت 3.3 وذلك لكل الخلطات الخرسانية المستخدمة لقياس مقاومة الخرسانة للضغط والشد فقد استخدمت مكعبات مقاس (150 × 150 × 150 مم) لقياس المقاومة للضغط واستخدمت اسطوانات (150 × 300 مم) لقياس المقاومة للشد وكان الأسمنت المستخدم هو أسمنت بورتلاندى عادي منتج محلياً بكثافة 3.15 وكذلك استخدمت نسبة الرمل إلى الركام بالوزن 0.5.

هذا وكانت الخلطات الخرسانية المستخدمة كالآتى: -

1 - خلطة باستخدام ركام البازلت (1).
2 - خلطة باستخدام ركام البازلت (2).
3 - خلطة باستخدام ركام البازلت (1) بعد تنظيفه من الشوائب.
4 - خلطة باستخدام ركام الحجر الجيرى رقم (1).
5 - خلطة باستخدام ركام الحجر الجيرى رقم (2).

وذلك لقياس المقاومة للضغط والشد عند 7 - 14 - 28 يوماً بعد صب المكعبات والاسطوانات والتى تمت معالجتها بالغمر فى الماء بعد 24 ساعة من الصب وتحت درجة حرارة 25 درجة مئوية تقريباً والنتائج مبينة بالجدولين (4)، (5).

ولقد تمت دراسة تأثير نسبة تركيز الركام على مقاومة الخلطة وذلك باستخدام خلطات خرسانية أخرى واستخدام نسب مختلفة حجماً من ركام البازلت رقم (1) والرمل وذلك بالنسبة للحجم الكلى للخلطة وهذه النسب هى:
0%، 20%، 40%، 60%، 65%، 70%، 75%، 80%.

لغرض قياس مقاومة الخرسانة للضغط والشد عند 28 يوماً للتعرف على سلوكها ومقارنته بما نشر فى السابق باستخدام أنواع أخرى من الصخور ولجميع هذه الخلطات استخدمت نسبة الماء إلى الأسمنت 0.5 ونسبة الرمل إلى الركام - 0.5 مع ملاحظة أنه قد أضيفت كمية من الماء تساوى كمية الماء الممتص بواسطة الركام المستخدم فى جميع الحالات والنتائج مبينة بالجدول (6).

## النتائج: -

على ضوء هذه الدراسة يمكن تلخيص النتائج فى الجداول التالية: -

جدول (1): الخواص الطبيعية لصخور البازلت والحجر الجيرى

| | نسبة الامتصاص للماء | الكثافة | الوزن النوعى طن/م$^3$ | المقاومة للتهشيم | المقاومة للتصادم | المقاومة للتآكل* (نسبة الفقدان) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| الحجر النارى (البازلت) | %1,095 | 2,66 | 1,53 | 15,88 | 21,33 | 32,2 |
| الحجر الجيرى | %2,158 | 2,62 | 1,41 | 22,2 | 21,20 | 48,2 |
| المواصفات القياسية | — | 2,60<br>2,70 | 1,40<br>1,80 | %30> | %30> | — |

*استخدام اختبار لوس أنجلس لقياس المقاومة للتآكل.

جدول (2): التدرج الحبيبى لركام البازلت رقم (2) والحجر الجيرى رقم (2)

(وزن العينة = 5000 جرام) (زمن الهز = 5 دقائق)

| حجم المنخل (مم) | نسبة البازلت | المار % الحجر الجيرى |
|---|---|---|
| 37,5 | 100 | 100 |
| 25,4 | 95,5 | 100 |
| 19 | 45 | 95,9 |
| 12,7 | 1,43 | 13,32 |
| 9,5 | 0,2 | 0,44 |
| 6,3 | 00,0 | 00,0 |

جدول (3): التدرج الحبيبى لركام البازلت رقم (1) والحجر الجيرى رقم (1)

| حجم المنخل (مم) | نسبة البازلت | المار % الحجر الجيرى |
|---|---|---|
| 37,5 | 100 | 100 |
| 28,0 | 100 | 100 |
| 19,0 | 100 | 100 |
| 14,0 | 49 | 100 |
| 10,0 | 94 | 45,2 |
| 5,0 | 00,0 | 00,0 |

جدول (4): مقاومة الخرسانة للضغط (نيوتن/مم$^2$)

| نوع الركام | البازلت | | الحجر الجيرى | | البازلت بعد تنظيفه من الشوائب |
|---|---|---|---|---|---|
| | رقم (1) | رقم (2) | رقم (1) | رقم (2) | رقم (1) |
| 7 | 27,55 | 25,11 | 31,04 | 28,07 | 29,99 |
| 14 | 32,23 | 30,97 | 35,92 | 33,08 | 35,26 |
| 28 | 38,88 | 33,61 | 42,51 | 44,48 | 40,20 |

جدول (5): مقاومة الخرسانة للشد (نيوتن/مم$^2$)

| نوعية الركام / العمر بالأيام | البازلت | | الحجر الجيرى | |
|---|---|---|---|---|
| | رقم (1) | رقم (2) | رقم (1) | رقم (2) |
| 7 | 2,10 | 1,74 | 2,20 | 2,01 |
| 14 | 2,31 | 2,52 | 2,94 | 2,73 |
| 28 | 2,73 | 2,73 | 3,40 | 2,90 |

جدول (6): مقاومة الخرسانة للضغط والشد عند نسب مختلفة من حجم الركام + الرمل بالنسبة للحجم الكلى للخلطة (نيوتن/مم$^2$)

| نسبة حجم الركام + الرمل | المقاومة للضغط | | المقاومة للشد | |
|---|---|---|---|---|
| | البازلت WC = .50 | الحجر الجيرى W/C = 0,45* | البازلت WC= 0.5 | الحجر الجيرى W/C = 0,45* |
| 0 | 28,67 | 46,00 | 1,26 | 1,00 |
| 20 | 27,56 | 44,60 | 1,50 | 1,60 |
| 40 | 25,90 | 35,20 | 1,67 | 2,30 |
| 60 | 26,85 | 33,90 | 2,08 | 2,80 |
| 65 | 25,31 | 38,2 | 1,95 | 2,70 |
| 70 | 24,45 | 41,70 | 1,64 | 2,40 |
| 75 | 19,11 | 36,00 | 1,32 | 2,20 |
| 80 | 10,49 | 16,00 | 0,82 | 0,50 |

*هذه النتائج قد أخذت من مشروع بكالوريوس تحت إشراف الباحثين.

## المناقشة والاستنتاج:

على ضوء النتائج المتحصل عليها فى هذه الدراسة والمبينة بالجداول والأشكال الموضحة يمكن الوصول إلى الآتى: -

1 - بدراسة النتائج المتحصل عليها عند دراسة الخواص الطبيعية لركام البازلت نلاحظ ان هذا النوع من الركام له مقاومة للتهشيم أعلى من مقاومة ركام الحجر الجيرى وكذلك له قابلية لامتصاص المياه أقل من قابلية ركام الحجر الجيرى للامتصاص. كما أن مقاومة البازلت للتآكل أعلى منها في حالة الحجر الجيرى، وهذا ما يؤكد الغرض من استعماله في الطبقة السطحية بالطريق الدائرى بطرابلس من قبل الشركة المنفذة. ومن هذه النتائج فان ركام البازلت يتمشى مع المواصفات القياسية من حيث خواصه الطبيعية المبينة بالجدول رقم (1) ويمكن استعماله كركام بالخلطات الخرسانية.

2 - بمقارنة النتائج المتحصل عليها عند قياس مقاومة الخرسانة للضغط والشد والمبينة بالجدولين (4)، (5) والموضحة بالأشكال (1)، (2)، (3)، (4) يتضح ومن خلال المقارنة للنتائج بالنسبة للحجر الجيرى أن النتائج متقاربة ومتوافقة إلى درجة كبيرة إلا أنه يوجد عدم توافق بسيط بالنسبة للقراءات المتحصل عليها عند استخدام ركام رقم (2) من النوعين من الصخور كما هو موضح بالشكل (2) ويرجح إلى أن يكون هذا السبب هو أن يكون الركام رقم (2) من النوعين لا يتفقان في تدرجهما الحبيبى كما هو مبين بالجدول رقم (2) حيث أن 45% من ركام البازلت يمر من خلال المنخل 19 مم بينما 95.9% من ركام الحجر الجيرى.

3 - بعد تنظيف ركام البازلت من الشوائب (طبقة طينية على السطح) اللاصقة به تبين ومن خلال النتائج المبينة بالجدول رقم (4) والموضحة بالشكل رقم (5) بأن النتائج أصبحت متقاربة جداً مع نظيرتها للحجر الجيرى.

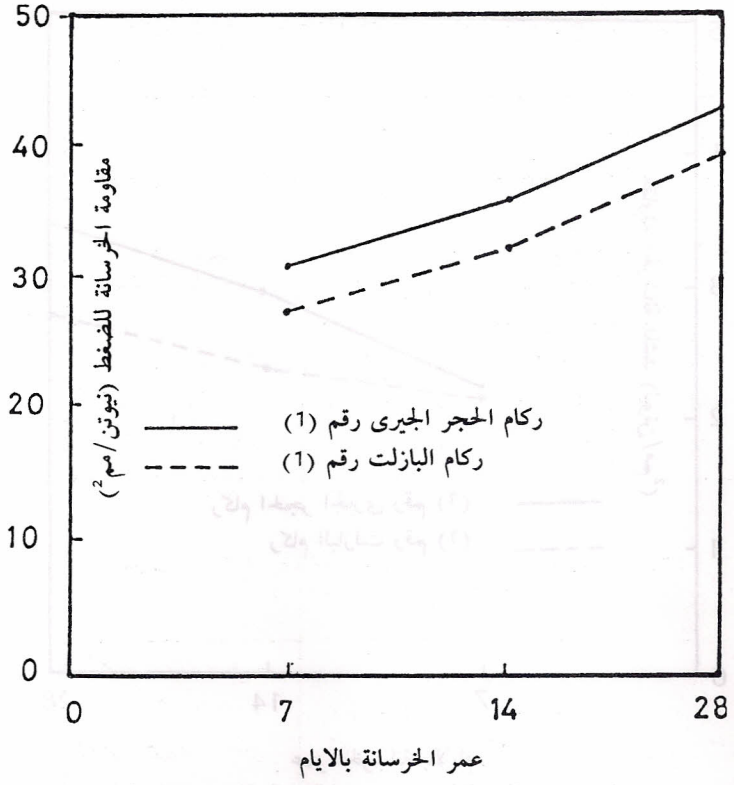
4 - بتغيير نسبة حجم الركام والرمل بالنسبة للحجم الكلى للخلطة يتضح من الشكلين (6)، (7) بأن أكبر مقاومة للضغط والشد يمكن الحصول عليها عندما يكون تركيز

الركام والرمل حجما 60% من حجم الخلطة فى حالة استعمال ركام البازلت.

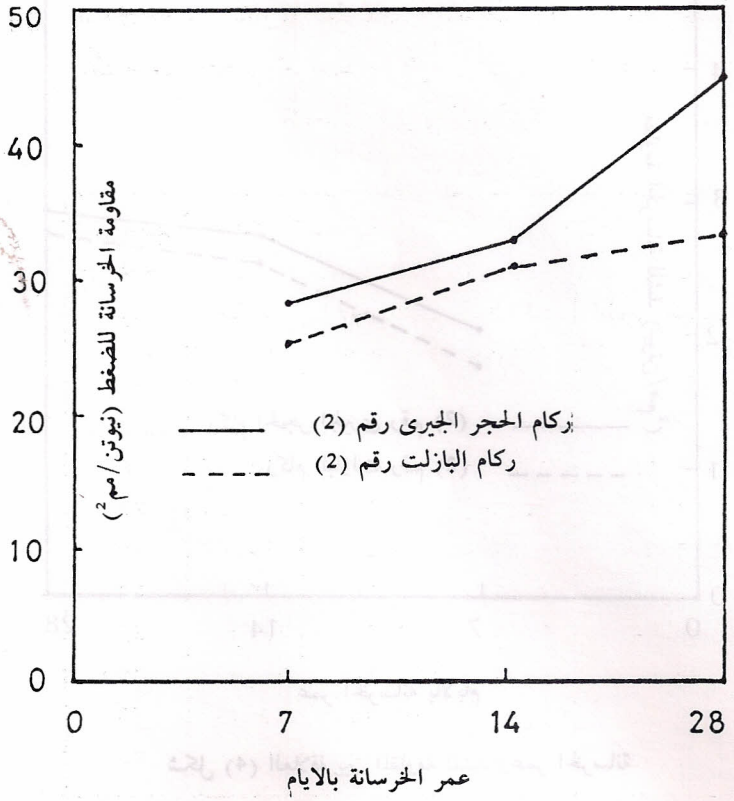
5 ـ استخدام هذا النوع من الركام كما ذكر فى المقدمة من قبل شركة بلفنجر الألمانية فى الخلطات الأسفلتية للطبقة السطحية عند رصف الطريق الدائرى الثانى بطرابلس ويرجع ذلك لتمتعه بمقاومة عالية للانزلاق كما تبين من النتائج المبينة بالجدول رقم (1) عند قياس المقاومة للتآكل.

6 ـ بمقارنة النتائج المتحصل عليها للضغط والشد للخلطات الخرسانية من ركام البازلت بنسب مختلفة حجماً بنظيرتها المتحصل عليها باستخدام ركام الحجر الجيرى والمبينة بالشكلين (6)، (7) يتبين بأن النتائج متفقة إلى حد كبير من ناحية سلوك الخرسانة إلا أن نسبة ركام البازلت عند أكبر مقاومة للضغط 60% بينما نظيرتها باستخدام ركام الحجر الجيرى 70%.

7 ـ بمقارنة النتائج باستخدام ركام البازلت بما نشر عالمياً باستخدام أنواع مختلفة من الركام وبنسب مختلفة من الماء إلى الأسمنت كما هو مبين بالشكلين (8)، (9) نلاحظ بأن هناك توافق في النتائج من حيث سلوك الخرسانة المنتجة.




شكل (1) العلاقة بين المقاومة للضغط وعمر الخرسانة



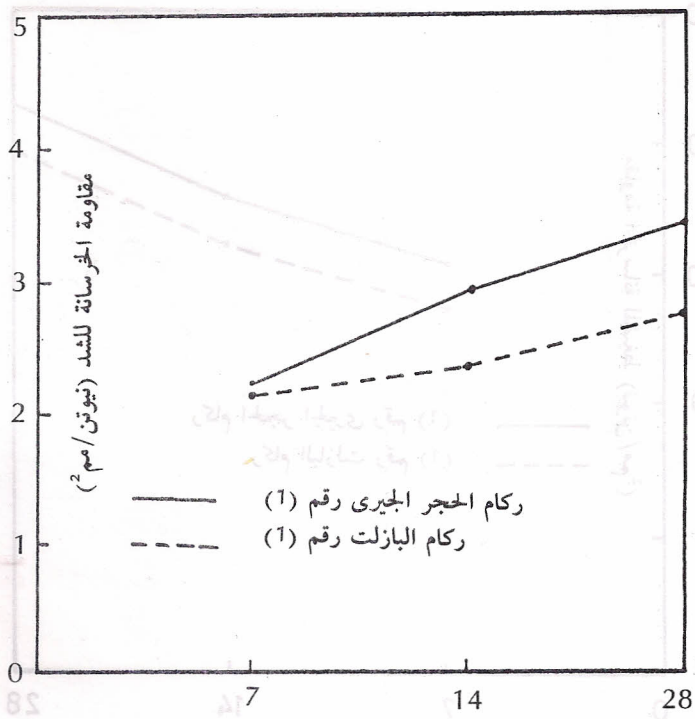

شكل (2) العلاقة بين المقاومة للضغط وعمر الخرسانة

## التوصيات:

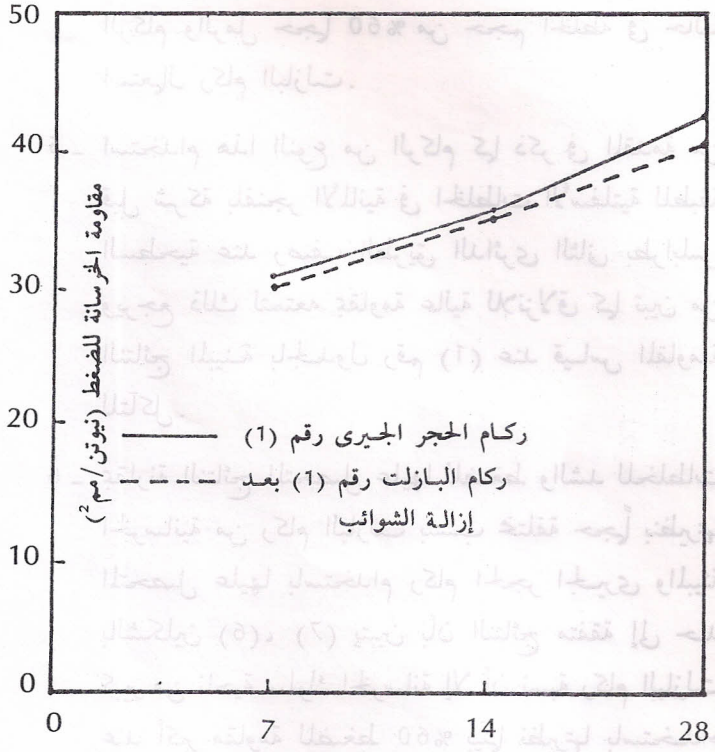
بناءاً على نتائج هذه الدراسة يمكن أن نوصى بأن الركام المتحصل عليه بتهشيم صخور البازلت يمكن استعماله فى الخلطات الخرسانية وبنفس الثقة عند استعمال ركام الحجر الجيرى المستخدم حالياً، ولكن فى المقابل يجب الاستمرار بالدراسة لاستيفاء المقارنة بين النوعين من الركام وعلى سبيل المثال تأثير الحرارة على الخلطات الخرسانية المنتجة من النوعين واستعمال المواد الكيماوية المضافة وغيرها.

## شكر وتقدير:

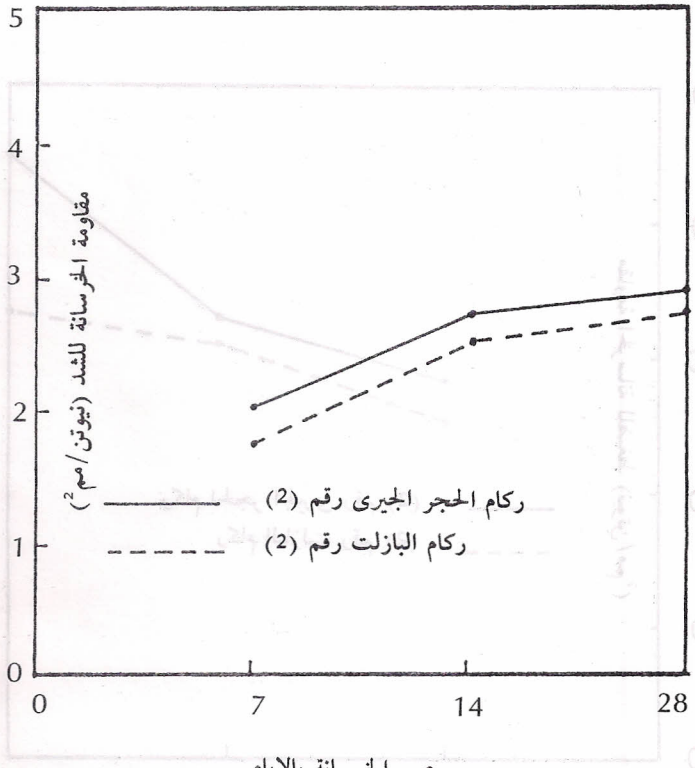
كل الشكر والتقدير إلى المهندسين على سالم النقاصة وعبدالله جماعة النكاع على ما بذلاه من جهد للحصول على بعض هذه النتائج المعملية والتى كانت جزءاً من مشروع تخرجهما للحصول على درجة البكالوريوس بالهندسة المدنية لربيع سنة 1987 م.



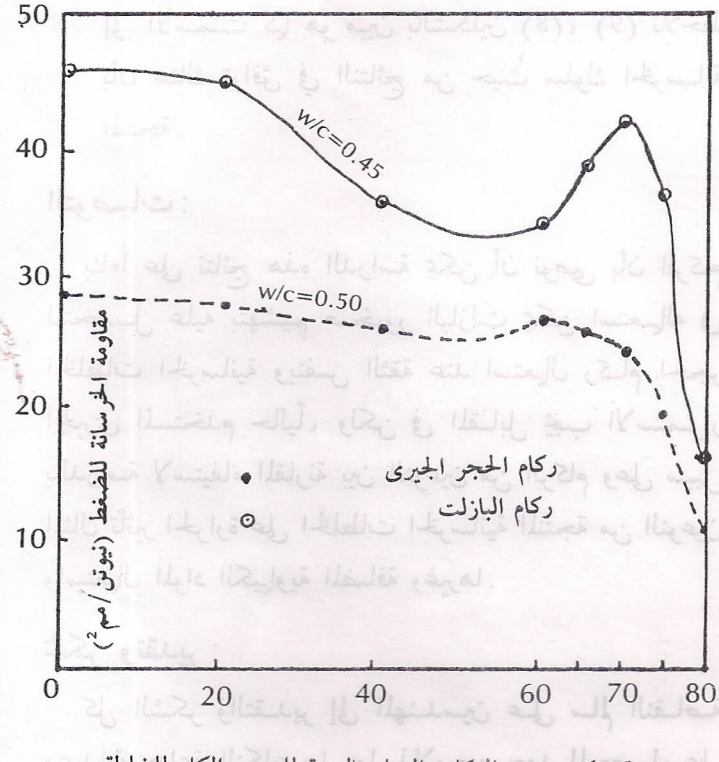

شكل (3) العلاقة بين المقاومة للشد وعمر الخرسانة



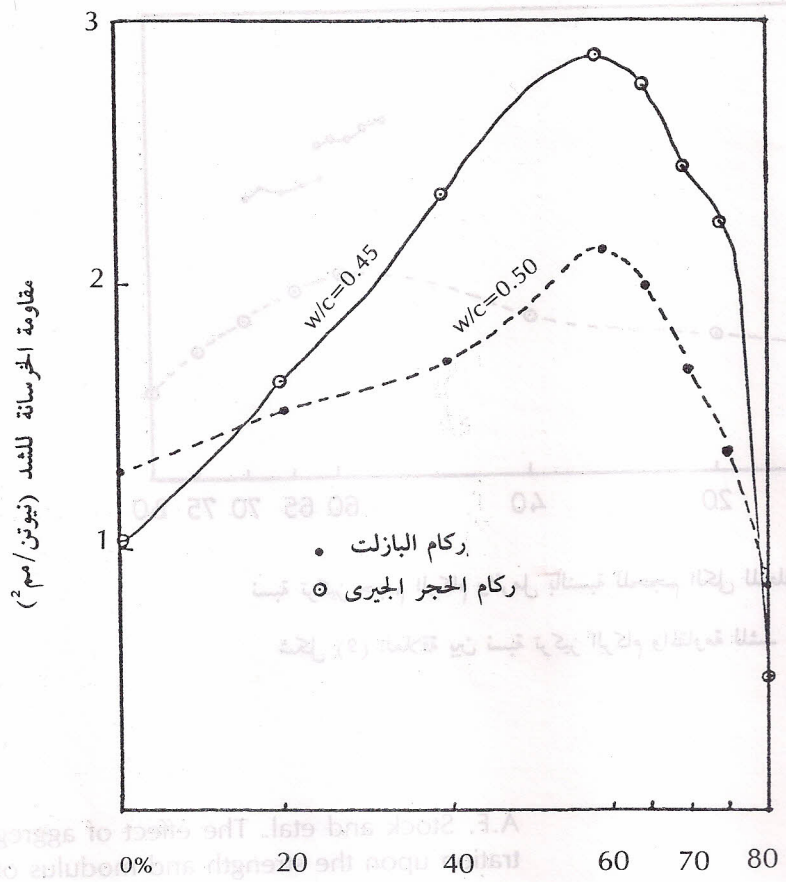

شكل (5) العلاقة بين المقاومة للضغط وعمر الخرسانة



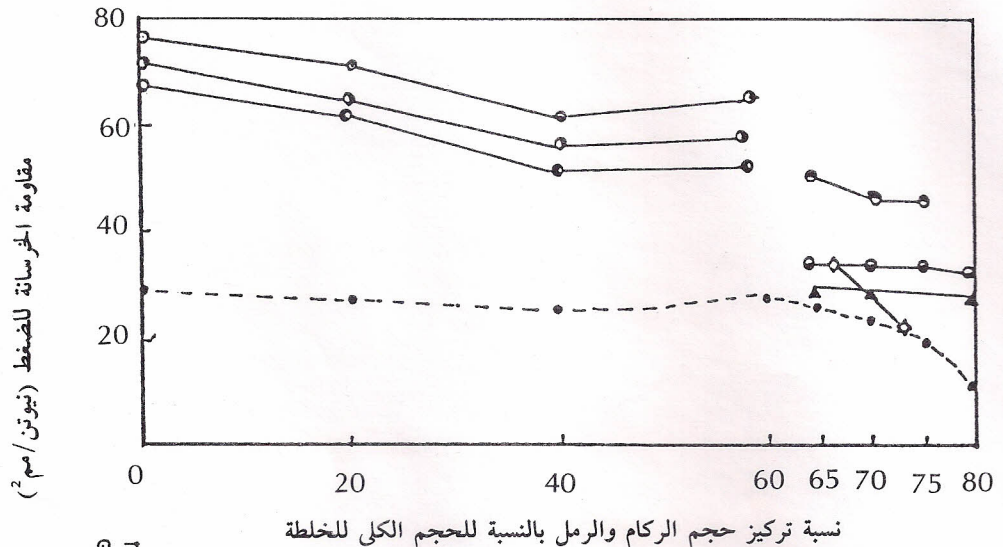

شكل (4) العلاقة بين المقاومة للشد وعمر الخرسانة




شكل (6) العلاقة بين المقاومة للضغط وعمر الخرسانة




شكل (7) العلاقة بين نسبة تركيز حجم الركام والمقاومة للشد




(F)= نسبة المياه الممتصة بالركام أضيفت

ركام وادي (بدون رمل) (1) w/c = 0.35

ركام وادي (1).(F) w/c = 0.47

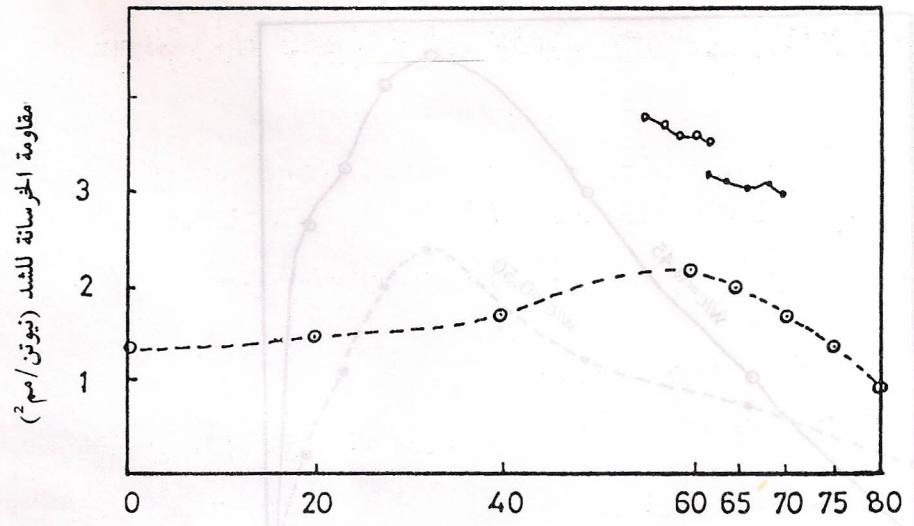
ركام وادي (1).(F) w/c = 0.59

ركام وادي (1).(F) w/c = 0.71

ركام الصوان (1). w/c = 0.55

ركام البازلت (هذه الدراسة) w/c = 0.50

شكل (8) العلاقة بين نسبة تركيز حجم الركام والمقاومة للضغط




نسبة تركيز حجم الركام والرمل بالنسبة للحجم الكلى للخلطة

شكل (9) العلاقة بين نسبة تركيز الركام والمقاومة للشد

- w/c = 0.35.(F) (1)
- w/c = 0.45.(F) (1)
- w/c = 0.50 (هذه الدراسة)

## المراجع :

A.F. Stock and etal. The effect of aggregate concentration upon the strength and modulus of elasticity of concrete. Magazine of concrete research: Vol. 31, No 109: December 1979. pp 225-233