



جمهورية العراق  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
الجامعة التكنولوجية  
قسم هندسة البناء والأنشاءات  
فرع البناء وإدارة المشاريع

# تأثير استخدام الرمل القياسي من عدمه على دقة نتائج الفحوصات الفيزيائية للسمنت البورتلاندي

مشروع سنوي مقدم الى

الجامعة التكنولوجية قسم البناء والأنشاءات فرع البناء وإدارة المشاريع

وهو جزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في

علوم هندسة البناء و الأنشاءات

من قبل

رودي رياض يعقوب

بإشراف

الاستاذ الدكتور  
شاكر احمد المشهداني

مدرس  
اسراء يونس

1431 هـ

2010 م

بناء

## الاهداء

الى الشمعة التي انارت حياتي ....

الى السحابة التي تمطر حبا" ....

الى التي سقتني من حنانها ....

الى التي سارت معي خطوه بخطوه ....

.....امي.....

الى المشعل الذي اضاء لي دربي....

الى الشخص الذي اهدى لي سنين عمره ....

الى المنار الذي اهتدي به....

الى من زرع الامل في طريقي .....

.....ابي.....

الى الذين علموني معنى الصبر في الحياه....

الى من رافقوني في شدتي ورخائي....

الى الذين طوقوني بمحبتهم كالسور....

الى الذين غمروني بالعطاء الدائم....

.....اخي واختي.....

اهدي جهدي المتواضع تقديرا" واحتراما"

.....اصدقائي.....

اهدي ثمره جهدي الى كل قلب خفق حبا" لي وخوفا" علي

## الشكر والتقدير

بعد الشكر لله يسرني ويطيب لي ان اتقدم بالشكر الجزيل والامتنان الوفير الى مشرفي  
واستاذي الدكتور شاكر احمد المشهداني لما ابداه من جهود طبية ونصائح علمية متميزة كان  
لها دور فعال في انجاز المشروع وكان مثالا "لاستاذ الدقة والعلمية رائعة .  
كما اتقدم بالشكر الى الاستاذة الفاضلة اسراء يونس لتوجيهاتها القيمة واراتها السديدة.  
اتقدم بالشكر الى اساتذة قسم البناء و ادارة المشاريع لما بذلوا من جهود خلال سنوات الدراسية  
اتقدم بالشكر الجزيل الى اساتذة مختبر قسم البناء والانشاءات لجهودهم في مساعدتي  
لانجاز الاعمال المختبرية .

## الخلاصة

ان صلاحية الرمل للاستعمال في الاعمال الخرسانية تعتبر من المشاكل المهمة في القطر لوجود كميات كبيرة منه ذات تدرج غير مطابق للمواصفات القياسية العراقية رقم (45-1984) مما يؤدي الى عدم امكانية الاستفادة منها في الاعمال الخرسانية .

في هذا البحث جرت مقارنة تأثير استخدام انواع مختلفة التدرج من الرمل مع الرمل القياسي (رمل اوتاوا) (عابر من منخل  $850 \mu$ ) ومستقر على منخل  $600 \mu$ ) حيث تم صب 45 مكعب قياس  $(70 \times 70)$  سم فقد تم عمل 5 خلطات استخدم فيها سمنت بورتلاندي اعتيادي نوع طاسلوجا و 5 تدرجات مختلفة من الركام الناعم حيث استخدم رمل قياسي و اربع انواع من الرمال مختلفة التدرج ضمن حدود مناطق التدرج ضمن المواصفة العراقية (45/1985) و بنسبة ماء (10-15%) من وزن الخلطة حيث تم استخدام 200 غم من السمنت و 600 غم من الرمل .

تم اجراء الفحوصات الفيزيائية للسمنت ( فحص زمن التجمد الابتدائي و زمن التجمد النهائي وفحص الثبات ) وقد وجدت انها مطابقة للمواصفات العراقية فقد كانت النتائج ( 137min , 3 hr , 0.5mm ) على التوالي وايضا تم اجراء الفحوصات الكيميائية للسمنت ووجد ان مكونات السمنت ضمن حدود المواصفة . وتم اجراء فحص الامتصاص لمختلف تدرجات الرمل فقد تبين ان تدرج منطقة (1) اقل نسبة امتصاص من بقية التدرجات .

تم اجراء فحص مقاومة انضغاط لجميع المكعبات بالاعمار (3,7,28) يوم وان النتائج التي تم الحصول عليها توضح امكانية استخدام تدرج رمل ضمن منطقة الثانية و الاولى بمعامل نعومة (3-4) حيث كانت النتائج مطابقة للمواصفة العراقية و ايضا مقارنة الى مقاومة انضغاط باستخدام الرمل القياسي

## المحتويات

الصفحة	الموضوع	ت
1	المحتويات	
3	الفصل الاول	
3	التمهيد	1-1
4	التصنيف العام للركام	2-1
4	تصنيف حبيبات الركام نسبة الى منشأه	1-2-1
4	تصنيف حبيبات الركام نسبة للمقاس	2-2-1
5	تصنيف حبيبات الركام نسبة للشكل	3-2-1
5	تصنيف حبيبات الركام نسبة للملمس السطحي	4-2-1
6	رمل اوتلوا	3-1
6	الهدف من المشروع	4-1
6	محتويات المشروع	5-1
8	الفصل الثاني	
8	الرمل و اماكن وجوده في العراق	1-2
8	تقسيم الرمال حسب المنطقة الجغرافية	1-1-2
9	تقسيم الرمال حسب التدرج	2-1-2
17	العوامل المؤثرة على مقاومة الخرسانة	2-2
17	تأثير المقاس الحبيبي للركام	1-2-2
17	تأثير شكل وطبيعة السطح لحبيبات الركام	2-2-2

18	التدرج لحبيبات الركام و متطلباتها	3-2-2
19	البحوث السابقة	3-2
25	الفصل الثالث	
25	تمهيد الاعمال المختبرية	1-3
25	المواد المستخدمة	2-3
25	السمنت	1-2-3
26	الركام الناعم	2-2-3
30	الرمل القياسي	3-2-3
32	الفحوصات المختبرية	3-3
32	فحوصات الركام الناعم	1-3-3
33	فحوصات السمنت	2-3-3
43	الفصل الرابع	
43	تمهيد	1-4
43	مناقشة الخواص الكيميائية و الفيزيائية للسمنت	2-4
44	تأثير نوع الرمل المستخدم على مقاومة انضغاط السمنت	3-4
49	التوصيات	4-4
50	المصادر	

## الفصل الأول

### المقدمة

#### 1-1 التمهيد

الركام هو مادة حبيبية خاملة مثل الرمل والحصى والصخور المسحوقة وهي تشكل مع الماء والسمنت المكونات الأساسية للخرسانة.

ان الركام له تأثير كبير على خواص الخرسانة ونوعيتها لكونه يشغل حوالي (70-75%) من الحجم الكلي للكتلة الخرسانية ويتكون الركام بصورة عامة من حبيبات صخرية متدرجة في الحجم منها حبيبات صغيرة تدعى بالركام الناعم او الرمل والأخرى كبيرة تدعى بالركام الخشن او الحصى.

يتكون الركام الناعم بشكل عام من الرمل الطبيعي او الصخور المسحوقة بحيث ان معظم حبيبات ذلك الركام يمكن ان تمر من خلال منخل بفتحات ذات مقاس 4.75 او 5 ملم وحسب المواصفات المعتمدة .

ومن أجل الحصول على خلطة خرسانية ذات مقاومة عالية يجب ان يكون الركام نظيف وصلب وقوي وان تكون حبيباته خالية من اي كيمياويات ممتصة او مغطى بأي نوع من أنواع الاطيان او المواد الناعمة التي تساهم في تدهور المقاومة .

يعتبر تدرج الركام من الخواص المهمة والمؤثرة على الخرسانة وللحصول على هيكل خرساني كثيف يجب ان يكون تدرج الركام مناسباً بتحديد نسبة الركام الناعم والركام الخشن في الخليط .  
بالاضافة إلى ذلك يكون تدرج حبيبات الركام عاملاً مهماً في السيطرة على قابلية تشغيل الخرسانة.

## 2-1 التصنيف العام للركام

### 1-2-1 تصنيف حبيبات الركام نسبة إلى منشأه:

يمكن تصنيف الركام تبعاً لمنشأه إلى مجموعتين: [1]

#### الأولى : الركام الطبيعي : المنحدر أصلاً من الصخور الطبيعية

حيث تكون حبيبات الرمل والحصى إما من تفتت هذه الصخور نتيجة للتعرية بفعل الظروف الطبيعية ويمكن انتاجه على حجوم مختلفة من تكسير هذه الصخور بواسطة الكسارات إلى الحجوم المطلوبة والملائمة للخرسانة . هذا وإن الرمل والحصى من أكثر المصادر الاقتصادية للركام والتي تترسب أكثر الأحيان في الجداول .

#### الثانية : الركام الصناعي

وهو الركام المنتج صناعياً لأنواع خاصة من الخرسانة ويكون عادة أخف أو أثقل من الركام الطبيعي وزناً. فمثلاً ينتج الحصى الخفيف الوزن من الطين المتمدّد بالحرق بفعل المواد الكيميائية للطين المعجون . وهذه المواد تكون غازات تعمل فجوات كبيرة وفراغات تخفف من الوزن. ويستعمل هذا النوع من الحصى في صناعة الخرسانة خفيفة الوزن. أما الركام ثقيل الوزن فيمكن انتاجه من معامل الحديد ، او من صناعة كتل حديد الزهر ، ويستعمل هذا النوع في صناعة الخرسانة ثقيلة الوزن.

### 2-2-1 تصنيفات الركام نسبة للمقاس:

يمكن تقسيم حبيبات الركام بالنسبة للمقاس إلى: [1]

#### أ - الركام الناعم (الرمل)

وهو مجموعة الحبيبات التي تمر معظمها من المنخل (4.75 ملم) من (95-100%) ولا يزيد ما يحتجز منها على هذا المنخل عن النسب المسموح بها بحدود التدرج المذكور في الموصفات القياسية.



### ب - الركام الخشن (الحصى)

وهو مجموعة الحبيبات التي يحتجز معظمها على المنخل (4.75 ملم) من (95-100%) ولا يزيد ما يمر منها من هذا المنخل عن النسب المسموح بها بحدود التدرج المذكورة في المواصفات القياسية .

### ج - الركام الشامل : وهو خليط من الركام الخشن والناعم

#### 3-2-1 تصنيف حبيبات الركام نسبة للشكل

يصنف الركام حسب الشكل الحبيبي للأصناف التالية:[1]

- أ- الركام المدور (aggregatesRunded) .
- ب-الركام غير المنتظم ( Unorganized aggregates ) .
- ج-الركام المفلطح ( Oblateaggregates ) .
- د- الركام الزاوي ( Angular aggregates ) .
- هـ- الركام المستطال ( Elongate aggregates ) .
- و- الركام المفلطح المستطال ( Elongate and Oblate aggregates ) .

#### 4-2-1 تصنيف حبيبات الركام نسبة للملمس السطحي

ويستند هذا التصنيف على الدرجة التي تصقل بها سطوح الحبيبات ونعومة السطح وخشونته

وخاصة المسامية ويمكن تصنيف الركام حسب الملمس السطحي إلى :[1]

- أ- ركام زجاجي او مزجج ( Glassy or penciled aggregates )
- ب-ركام أملس ( Sleeky aggregates ) .
- ج-ركام محبيب ( Granulose aggregates ) .
- د- ركام خشن ( Coarse aggregates ) .

•- ركام بلوري (Crystalline aggregates) .

و- ركام منخري (Perforated aggregates)

### 3-1 رمل اوتاوا :

وهو اسم رمل قياسي مشتق من شرق اوردوفيكي بالقرب من اوتاوا عاصمة كندا ولاية ابلتوي . يعتبر رمل اوتاوا رمل قياسي لأنه يتصف بكون حجم حبيباته موحد ، عابر من منخل رقم (850 $\mu$ u) ومستقر على منخل رقم (600 $\mu$ u) وتكون مركباته غير ملوثة بالطين او مركبات الحديد وغيرها من الملوثات الخارجية او الشوائب . قام بعض الجيولوجيين بتطبيق عدد من التجارب على هذا النوع من الرمل تتعلق بخواصه وخواص المونة المنتجة بأستخدامه وهو الان اصبح شائع الاستخدام و ملزم الاستخدام في فحوصات السمنت القياسية بموجب العديد من المواصفات العالمية . [2]

### 4-1 الهدف من المشروع

بالنظر لكون الركام يشكل حوالي (70-75%) من الحجم الكلي لمونة السمنت اثناء فحوصات السمنت الفيزيائية لذلك من الضروري معرفة تأثير استخدام الرمل القياسي من عدمه على دقة نتائج الفحوصات الفيزيائية للسمنت البورتلاندي ، وذلك يكون هناك احتمالية عند بعض الجهات الفاحصة من عدم حصولها على هذا النوع من الركام القياسي ويلجؤن الى استخدام الرمل الاعتيادي اثناء فحوصات السمنت الفيزيائية دون معرفة انعكاس ذلك على دقة النتائج.

### 5-1 محتويات المشروع

يتضمن الفصل الأول مقدمة لموضوع المشروع والتي تتضمن تصنيف الركام وشرح عن رمل اوتاوا والهدف من المشروع ، و يتضمن الفصل الثاني شرح عن الرمل واماكن تواجده في العراق والعوامل المؤثرة على مقاومة الخرسانة ويتضمن البحوث والدراسات السابقة ، والفصل

الثالث يشمل الاعمال المختبرية بما في ذلك الفحوصات المختلفة للمواد المستخدمة ، تهيئة نماذج الفحص والفحوصات المختبرية والفصل الرابع يشمل على مناقشة النتائج المختبرية التي تم الحصول عليها و يتضمن أهم الاستنتاجات والمقترحات للدراسات المستقبلية.

## الفصل الثاني

### تأثير الركام على خواص الخرسانة

#### 1-2 الرمل واماكن وجوده في العراق

يمكن تصنيف الرمل في العراق الى مايلي: [ 3 ] [ 4 ]

##### 1-1-2 تقسيم الرمال حسب المنطقة الجغرافية:

يمكن تقسيم الرمال حسب المناطق الجغرافية الى مايلي:

##### 1-1-1-2 المنطقة الجبلية: وتقع بين المنطقة الجبلية وضياف نهر دجلة وصخورها رسوبية

رملية متفتتة في بعض المناطق وتكون على نوعين:

1. الرمل النهري: يكون موجود على ضفاف نهر دجلة وفروعه كمقاطع نهر الخازر (احد

فروع الزاب الكبير) بالقرب من كلك ياسين، منطقة العريج قرب حمام العليل منطقة نهر

الخاصة في كركوك ومنطقة داقوق .

ومن عيوب رمل الخازر الذي يستعمل بكثرة في المناطق الشمالية هو احتواء قسم منه على

الأتربة الناعمة والتي يمكن تقليلها بالغسل ولكن عموماً يمكن الحصول على رمل خشن ذو

نوعية جيدة من مقالع الرمل النهري في هذه المناطق.

2. الرمل الموجود في منطقة سفوح الجبال: كما في حافتي جبال كفري التي تمر من شرق

طوزخرماتو وكفري حتى تصل الى نهر ديالى وكذلك الرمل الموجود على سفوح جبال مكحول

وحمرين التي تبدأ من الحدود الايرانية وتعبّر نهر دجلة في منطقة الفتحة وتنتهي على شكل تلال

قرب شرقاط.

##### 2-1-1-2 منطقة السهول الرسوبية: تحيط بنهري دجلة والفرات ومنها مقالع من الرمل النهري

الذي يكون ناعماً وخارجاً عن حدود المنطقة الرابعة من المواصفات العراقية رقم 45 لسنة

[7] تقع اهم مقالعها في منطقة تكريت وسامراء وييجي وكذلك رمال نهريّة في السماوة والمقدادية

على طريق مندلي وفي الجزر الموجودة في العمارة وكذلك في منطقة الطيب بالقرب من العمارة.

**3-1-1-2 منطقة الصحراء الغربية:** وهي عبارة عن هضبة صحراوية يحتوي القسم العلوي منها

على مرتفعات وتلال مغطات بالرمل الاحمر .

ويتغير لون رمال هذه المنطقة بتغير مواقع الرمل فهو من البني البسيط الى المائل الى الحمرة

والسواد وذلك بسبب مركباته من الاكاسيد. ومنها الرمال الموجودة في منطقة الرافضية.

كما يوجد في هذه المنطقة منخفضات من بقايا البحار الداخلية كبحيرة الحبانية وبحر النجف

(حبيباتها خشنة ومنترجة).

## 2-1-2 تقسيم الرمال حسب التدرج

يمكن تقسيم الرمال العراقية المستخرجة من المقالع الموضحة في الشكل (1-2) حسب المواصفات

المواصفات العراقية رقم 45 لسنة [7] 1984 الى قسمين:

**1-2-1-2 الرمال المطابقة للمواصفات القياسية:** وتشمل هذه الرمال المناطق التالية:

**1. منطقة تدرج رقم (1):** - حيث تكون الرمال في هذه المنطقة ذات حبيبات خشنة جداً: وتشمل

مناطق مثل سيد صادق، السليمانية والجباب، وكما مبين في الاشكال (2-2) الى (4-2).

**2. منطقة تدرج رقم (2):** - حيث تكون كمية الحبيبات الناعمة المارة من منخل نو مقاس (0.6)

ملم اكثر مما في المنطقة رقم (1) المذكوره اعلاه، وتتراوح نسبتها ما بين (35-59%). وتشمل

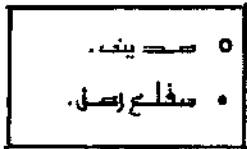
منطقة تدرج هذه الرمال بعض المناطق مثل الخضر، كلك، قره كل. كركوك دريندخان، طوز

خورماتو، المحمدية، بحر النجف، والرافضية وكما مبين في الاشكال (5-2) الى (13-2).

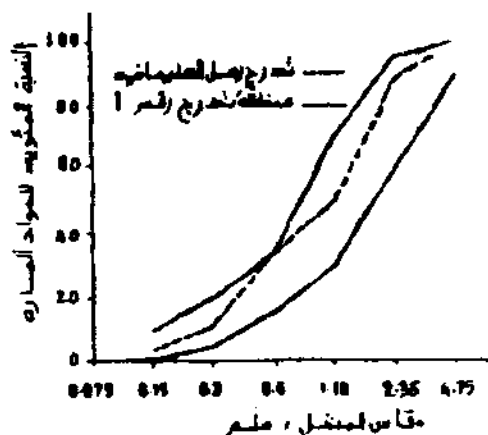
3. منطقة تدرج رقم (3):- حيث تتراوح نسبة الحبيبات الناعمة المارة من منخل ذو مقاس (0.6) ملم ما بين (60-79%) وتشمل مناطق مثل وادي المانع، كربلاء، الحصية، علي الغربي، وكمامبين في الاشكال (14-2) الى (17-2).

4. منطقة تدرج رقم (4):- حيث تتراوح نسبة الحبيبات الناعمة المارة من المنخل ذو مقاس 0.6 ملم ما بين (80-100%). وتشمل مناطق مثل الاسحافي، وكما مبين في الشكل (12-2).

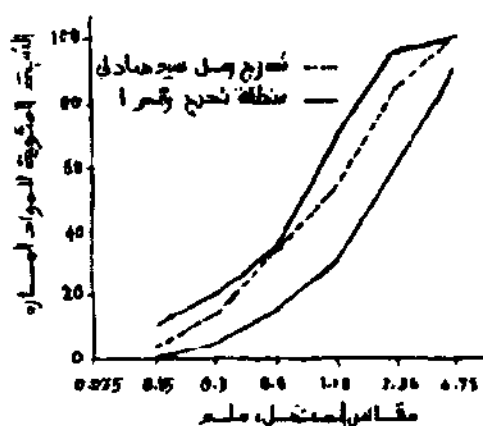
2-2-1-2 الرمال الغير مطابقة للمواصفات القياسية: وهذه الرمال تكون ذات تدرج خارج عن المناطق المحددة في المواصفات العراقية رقم 45 لسنة 1984 وتشمل مناطق نجاعة، الحبانية، وادي حوران (1) الموصل، تكريت، سامراء، وادي حوران (2) جلولاء، الرطبة، بنان، كرابلة، الطيب، وكما مبين في الاشكال (19-2) الى (30-2).



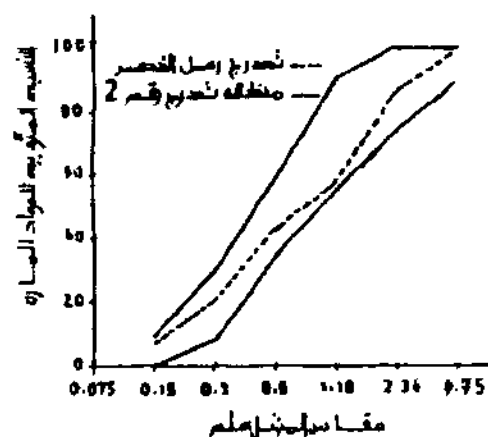
شكل (2-1) مفاعلات الرمال في العراق



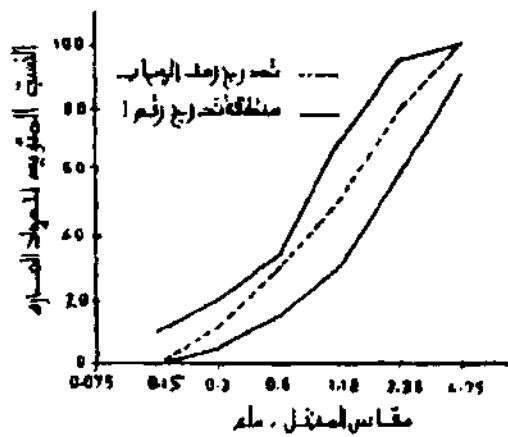
شكل (2-3) ندرج رمل منطقة  
السليمانية (5)



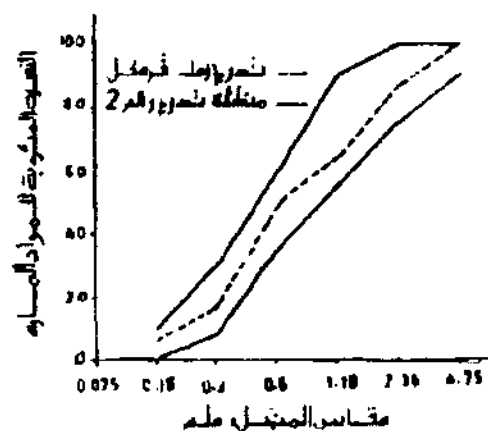
شكل (2-4) ندرج رمل منطقة سيد  
صادق (5)



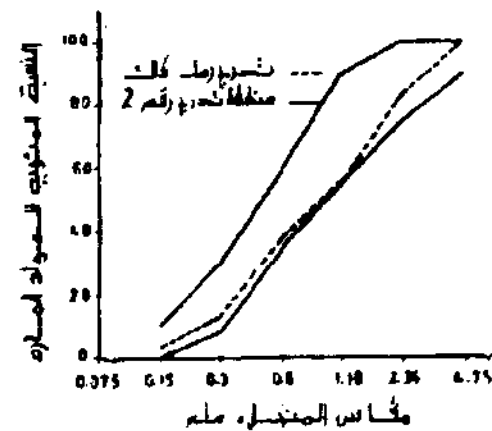
شكل (2-5) ندرج رمل منطقة  
الفخصر (5)



شكل (2-4) ندرج رمل منطقة  
الجباب (5)

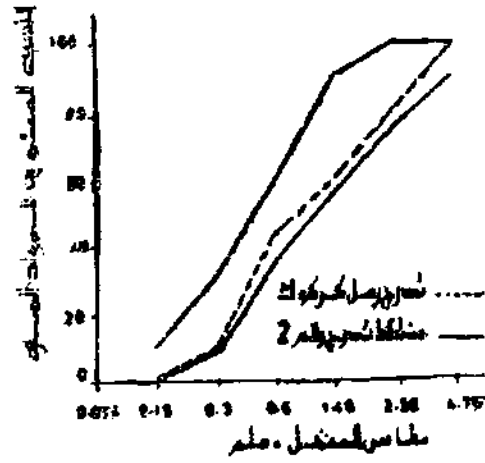
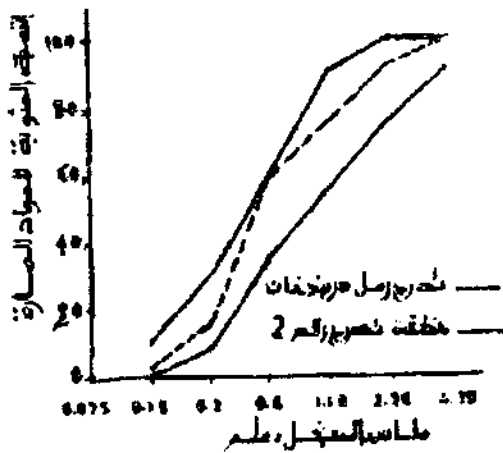


شكل (2-7) ندرج رمل منطقة  
كرك (5)

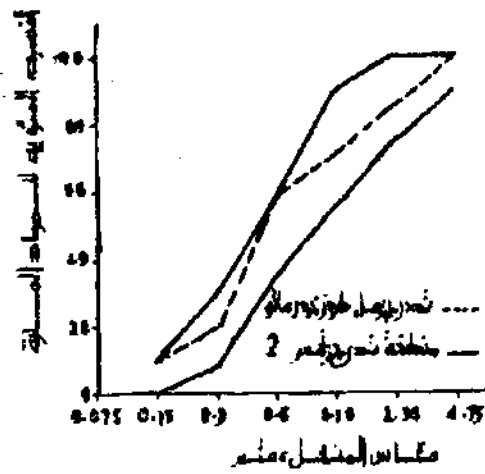
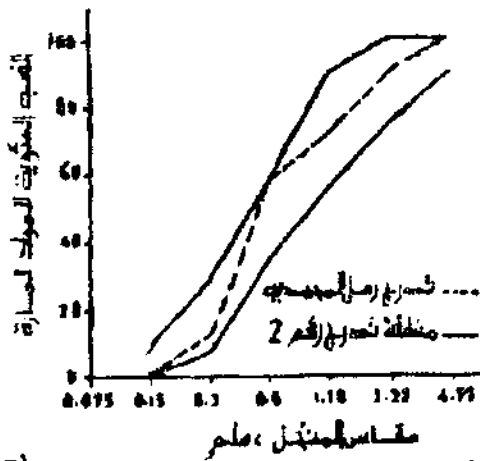


شكل (2-6) ندرج رمل منطقة  
كرك (5)

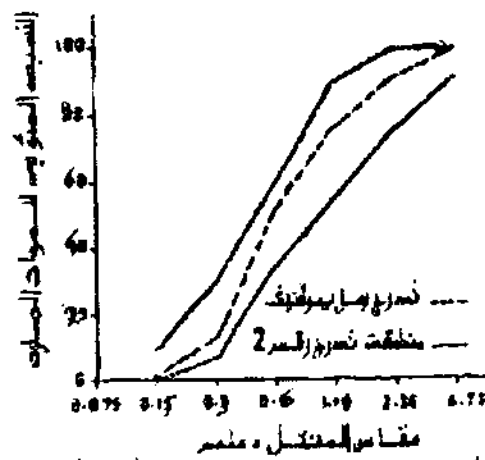
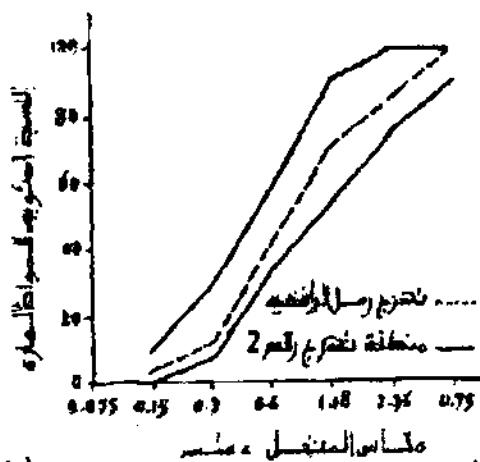




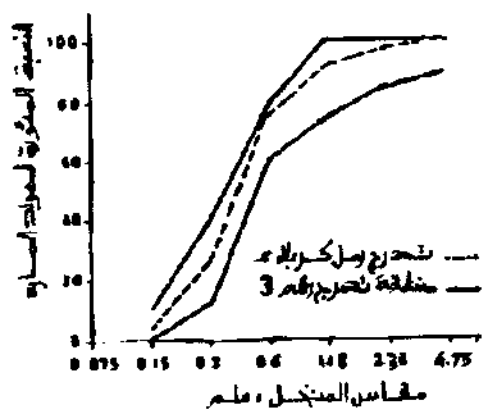
شكل (9-2) (9-2) درجة رطل منطقة درينج (10) شكل (10-2) (10-2) درجة رطل منطقة كركوك



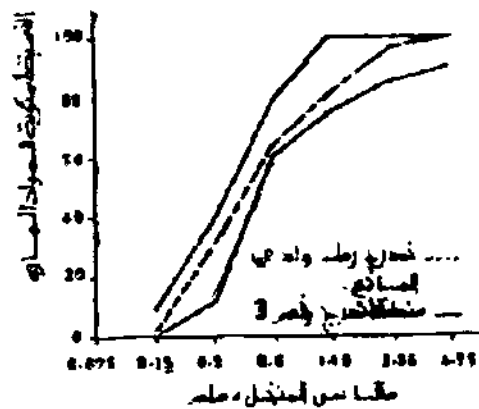
شكل (11-2) (11-2) درجة رطل منطقة الهيمداه (12) شكل (12-2) (12-2) درجة رطل منطقة هوزنورمانو



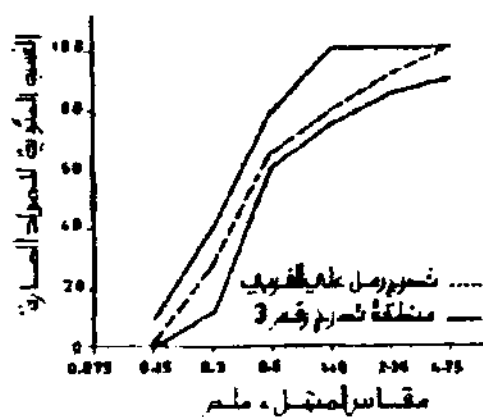
شكل (13-2) (13-2) درجة رطل منطقة الوختية (14) شكل (14-2) (14-2) درجة رطل منطقة الوختية



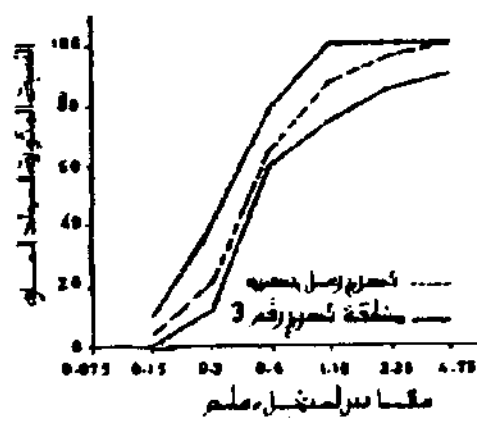
شكل (2-15) مختل 3 (مختل 15) مختل 3



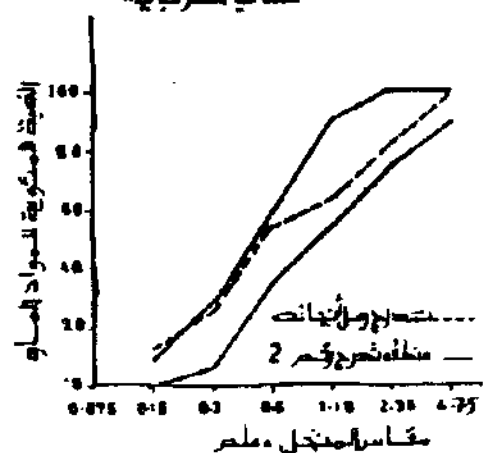
شكل (2-16) مختل 3 (مختل 16) مختل 3



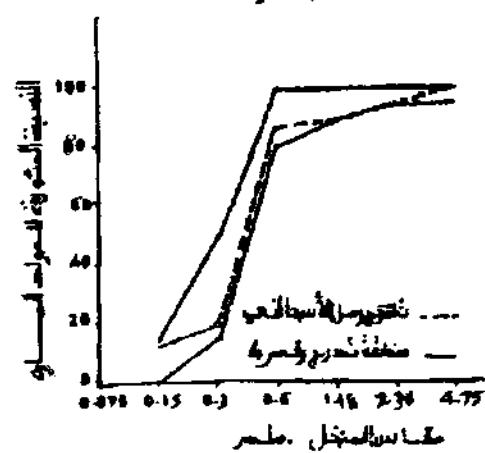
شكل (2-17) مختل 3 (مختل 17) مختل 3



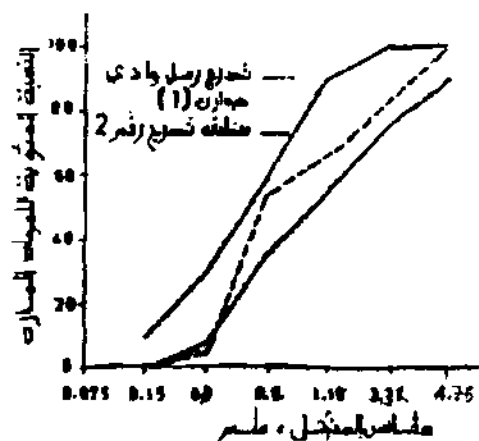
شكل (2-18) مختل 3 (مختل 18) مختل 3



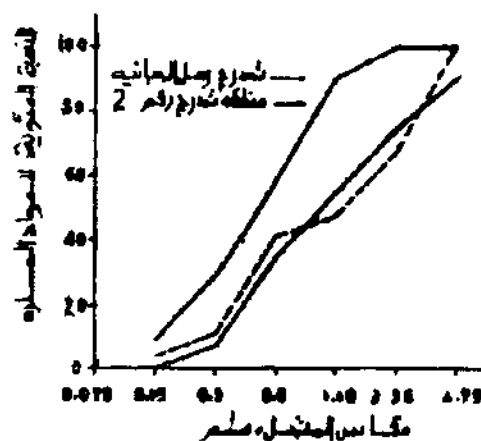
شكل (2-19) مختل 3 (مختل 19) مختل 3



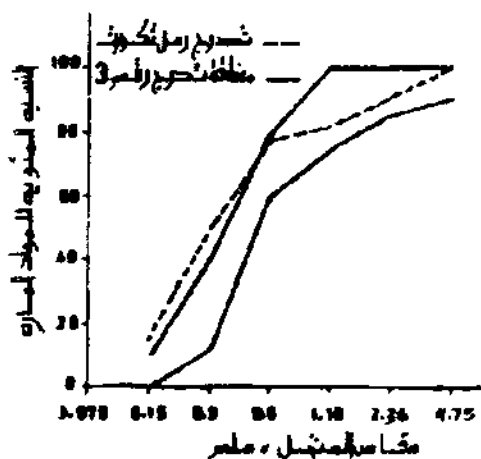
شكل (2-20) مختل 3 (مختل 20) مختل 3



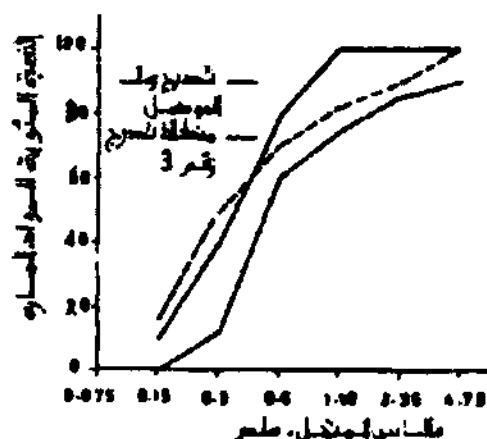
شكل (9-2) تدرج رمل منطقة وادي حمات (1) - (2) (●)



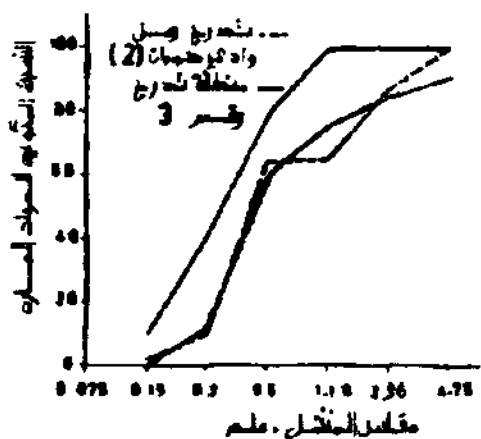
شكل (9-20) تدرج رمل منطقة البساتين (●)



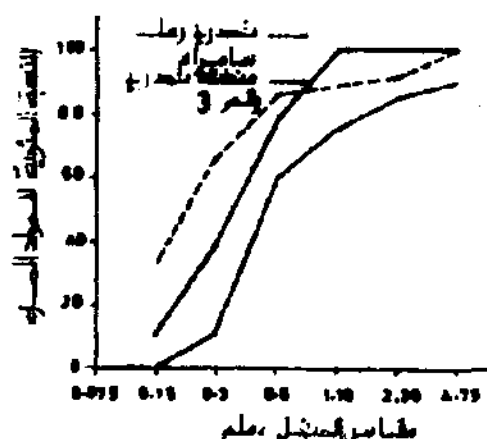
شكل (9-23) تدرج رمل منطقة الكروية (●)



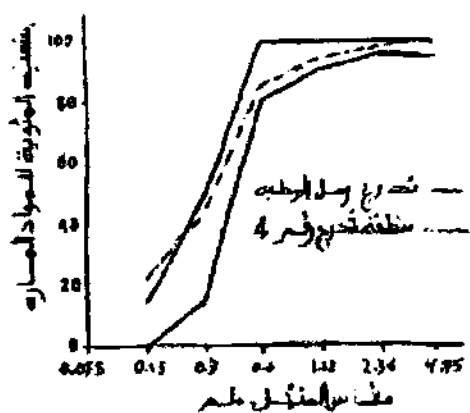
شكل (9-22) تدرج رمل منطقة الموحل (●)



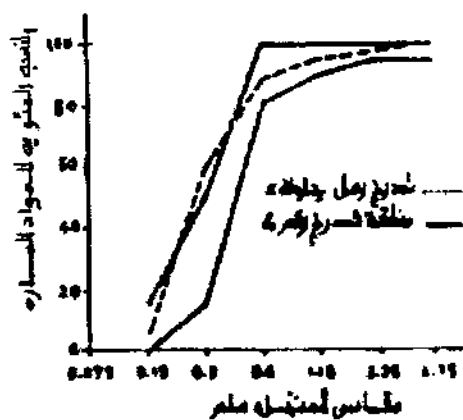
شكل (9-25) تدرج رمل منطقة وادي حمات (2) (●)



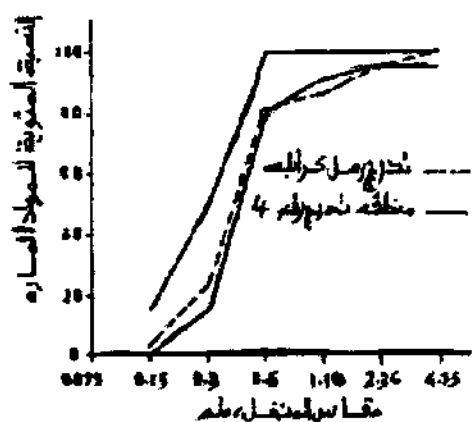
شكل (9-26) تدرج رمل منطقة سامراء



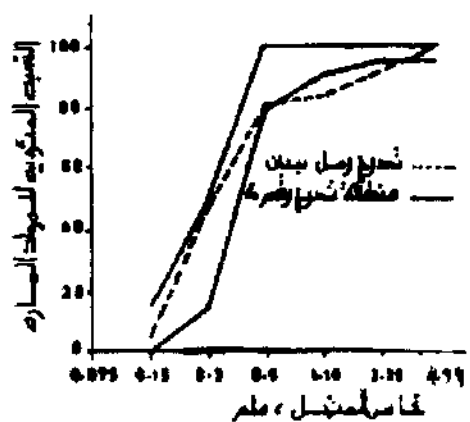
شكل (27-1) نحدرج رمل منطقة  
الرطب (666)



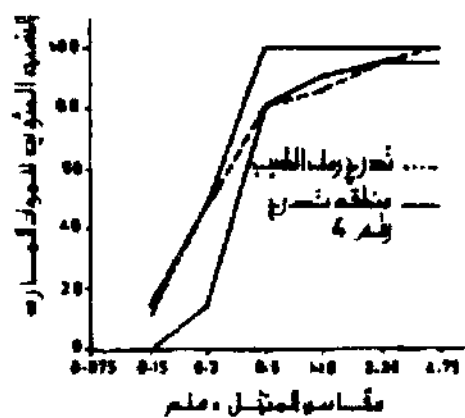
شكل (28-1) نحدرج رمل منطقة  
جافة (66)



شكل (29-1) نحدرج رمل منطقة  
كربلاء (6)



شكل (30-9) نحدرج رمل منطقة  
بينان (6)



شكل (30-2) نحدرج رمل منطقة  
الطيب (6)

## 2-2 العوامل المؤثرة على مقاومة الخرسانة.

### 1-2-2 تأثير المقاس الحبيبي للركام:

تزداد المساحة السطحية للركام كلما كان مقاسه اصغر وعند استخدامه في الخرسانة يحتاج الى كمية ماء خلط اكثر لغرض تغطية هذه الاسطح والحصول على تشغيلية مناسبة للخرسانة، ونتيجة لزيادة ماء الخلط تقل مقاومة الخرسانة بمستوى واطئ اضافة الى حاجتها لكميات سمنت اكثر.

اما الركام الذي يكون ذات مقاسات كبيرة فهو يحتوي على فراغات كبيرة الحجم وعند استعماله في الخرسانة يحتاج الى كمية اكبر من عجينة السمنت لملأ الفراغات بين هذه الحبيبات وتكون الخرسانة الناتجة واطنة الكثافة لكثرة المسامات فيها لذلك يشترط في الركام المستعمل في الخرسانة ان يكون ذا تدرج مناسب من الحجوم الكبيرة الى الحجوم الصغيرة والتدرج المناسب محدد في المواصفات ويمكن فحصه باجراء التحليل المنخلي.[5]

### 2-2-2 تأثير شكل وطبيعة السطح لحبيبات الركام

يؤثر الشكل وطبيعة سطح الحبيبات للركام على مقاومة الخرسانة وخاصة مقاومة الانحناء او معامل الكسر فالسطح الخشن يزيد من قوة الترابط بين الركام وعجينة السمنت مما يؤدي الى زيادة مقاومة الخرسانة .

وكذلك الحال بالنسبة للشكل الزاوي والغير منتظم حيث تكون مساحتها السطحية كبيرة ويزيد من قوة ترابطها مع عجينة السمنت وبالتالي تنتج قوة اعلى للخرسانة مقارنة بالركام المدور ذات السطح الناعم .ولهذا السبب يفضل استخدام الركام الزاوي المكسر في صناعة العناصر الخرسانية جاهزة الصب او في صناعة العناصر الخرسانية مسبقة الجهد .

كذلك فأن لشكل وسطح حبيبات الركام تأثير على درجة التشغيلية حيث ان حبيبات الركام المدور ذات السطح الناعم ينتج درجة تشغيلية جيدة للخرسانة بسبب المقاومة القليلة التي يبديها هذا الركام لحركة الخليط الخرساني مقارنة بالركام الزاوي او حبيبات الركام ذات الاسطح الخشنة حيث تحتاج الانواع الاخيرة الى عجينة سمّنت وماء اكثر للحصول على خرسانة بدرجة تشغيلية مشابهة للخرسانة ذات الركام المدور او ذات السطح الناعم . كما تقلل حبيبات الركام المفلطح والمستطال من درجة التشغيلية للخلطة الخرسانية . [ 3 ]

### 3-2-2 التدرج لحبيبات الركام ومتطلباتها

يتضمن التدرج ايجاد توزيع الجزيئات بالنسبة لأحجامها والعوامل التي يتحكم بها التدرج والتي اهمها

1 . المساحة السطحية للركام

2 . الحجم النسبي الذي يشغله الركام

3 . تشغيلية الخلطة

يجب ان يكون التدرج مناسباً عند استخدامه في الخلطة الخرسانية لانه يضمن لها الاقتصاد في استعمال السمّنت في الخلطة (فباستخدام الركام الخشن ينتج كميات كبيرة من الفراغات لذا يستوجب استخدام كميات كبيرة من السمّنت لملأ الفراغات)وبنفس الوقت يضمن لها تشغيلية جيدة للخرسانة بحيث يؤمن الحصول على مقاومة اعلى للخرسانة .

ومن شروط الحصول على خلطة ذات تشغيلية جيدة هي احتوائها على نسبة كافية من حبيبات الرمل لذا يؤخذ هذا الشرط بنظر الاعتبار عند تقييم التدرج للركام وكذلك وجود نسبة ولو قليلة من مواد ناعمة كالرمل اصغر من مقاس (150 مايكرون) اي المارة من منخل رقم ( 100 مايكرون) حيث تعمل هذه الحبيبات كمشحم او مزيت للخلطة الخرسانية مقللاً للاحتكاك علماً بان التشغيلية تتغير تبعاً لتغير التدرج.وفي حالة فقدان واحد او اكثر من المقاسات

المتوسطة فإن التدرج في هذه الحالة يسمى بالتدرج منقطع التسلسل حيث يتمثل بخط افقي على منحني التدرج المنخلي و ضمن حدود المقاسات المفقودة .

وان فقدان المقاسات المتوسطة يؤدي الى خطر الانعزال والانفصال لذا يجب السيطرة على مقاومة الخرسانة بصورة تامة وذلك لتجنب حصول هذه الظاهرة فيجب تقليل محتوى الرمل في الخليط .

وقد لوحظ عند تثبيت نسبة الركام / السمنت وكذلك نسبة الماء / الاسمنت من الممكن الحصول على قابلية تشغيل اعلى عند استعمال محتوى رمل اقل في الخليط الحاوي على ركام ذو تدرج منقطع التسلسل عنه في الخليط الحاوي على ركام بتدرج مستمر وفي حدود قابلية التشغيل الحالية فإن الركام ذو التدرج المنقطع التسلسل يظهر اكثر ميلاً للانعزال ولهذا السبب يفضل استعماله في الخلطات ذات قابلية التشغيل الواطئة نسبياً.

يمكن استعمال ركام بتدرج منقطع في اية خرسانة ولأستعماله اهمية خاصة من الناحية المعمارية عند تعريض سطوح حبيبات متماثلة المقاسات تقريباً الى السطح الخارجي للحصول على انهاء مرضي . كما لوحظ بانه عند استعمال ركام بتدرج منقطع التسلسل فإن مقاومة الانضغاط والشد للخرسانة الناتجة لا تتأثر بنسبة كبيرة وهذا ما يتضح من خلال النتائج المستحصلة لنماذج مصنوعة من ركام بتدرج منقطع التسلسل او فاشل [6].

## 3-2 البحوث السابقة:

تعتبر كمية ماء الخلط من العوامل الاساسية التي تؤثر على قابلية تشغيل الخرسانة، فقد وجد (Schwalbe)<sup>(9)</sup> بأن قابلية تشغيل الخرسانة الحاوية على رمل ناعم والتي تم قياسها بفحص الانسياب تزداد عند زيادة نسبة الاسمنت / الركام من (1:6) الى (1:4.5) بمقدار (11.3%) عند استعمال نسبة ماء / اسمنت (0.5).

اما Noble<sup>(13)</sup> فقد وجد بان زيادة نسبة السمنت / الركام من (4:1) الى (3:1) في الخرسانة الحاوية على ركام ذو معامل نعومة (3.5) ونسبة ماء / اسمنت (0.7) تؤدي الى زيادة مقدار الهطول من (6.3 ملم) الى (75 ملم).

اما Causens<sup>(16)</sup> فقد وجد بان قابلية التشغيل التي تم قياسها بفحص الـ (V.B) تزداد عند زيادة نسبة السمنت / الركام من (6:1) الى (4:1) بمقدار (37.5%) عند استعمال نسبة ماء/ اسمنت واطئة اقل من (0.5).

ووجد Smith<sup>(11)</sup> بأن تقليل (20%) من السمنت المستعمل في خلطة ذات نسب وزنية (4:2:1) يؤدي الى تقليل قابلية تشغيلها الى النصف. ان تدرج الركام يعتبر من العوامل المؤثرة بشكل غير مباشر على تغير قابلية تشغيل الخرسانة بسبب تأثيره على كمية الماء في الخلطة حيث ان استعمال الرمل الانعم تدرجاً لنفس نسبة الحصى / الرمل يؤدي الى زيادة الحاجة لكمية اكبر من الماء لقابلية تشغيل معينة.

وقد وجد Schwalbe<sup>(9)</sup> بأن قابلية تشغيل الخرسانة الحاوية على رمل خشن تكون اعلى من قابلية تشغيل الخرسانة الحاوية على رمل ناعم بمقدار (6%) عند استعمال نسبة اسمنت / ركام (9:1) ونسبة ماء / اسمنت (0.5) وذلك لأن الرمل الناعم يحتاج الى كمية اكبر من الماء بسبب زيادة مساحته السطحية والتي تؤدي الى امتصاص كمية اكبر من ماء الخلط.

فقد أشار Connerman<sup>(12)</sup> وNeville<sup>(23)</sup> بأنه من المفضل استعمال الرمل الخشن في الخلطات الحاوية على نسبة ماء/سمنت واطئة بعكس الرمل الناعم الذي يستعمل عند زيادة نسبة الماء/السمنت في الخلطة ومن الملاحظ أيضاً بأن تأثير تدرج الركام على قابلية التشغيل يقل بزيادة كمية السمنت في الخرسانة، ويتلاشى هذا التأثير كلياً عندما تصل نسبة الركام/ السمنت إلى (2.5-2) .



أما Al-Zaiwary<sup>(25)</sup> فقد استعمل خلطة ذات نسبة اسمنت / ركام (6:1) ونسبة ماء / اسمنت (0.5) ووجد بأن هطول الخرسانة ينخفض بمقدار (95 ملم) عند زيادة نسبة المواد الناعمة المارة من منخل (75) مايكرون من (0%) إلى (3%) وعلى ذلك بزيادة المساهمة السطحية النوعية للركام الناعم إضافة إلى أن وجود الأطنان في المواد الناعمة يؤدي إلى امتصاص كمية إضافية من الماء لسبب الخاصية الغروية للأطنان.

وقد وجد McIntosh<sup>(17)</sup> بأنه للحصول على نفس قابلية التشغيل للخرسانة الحاوية على كل من رمل ذو تدرج جيد ورمل ذو تدرج منقطع التسلسل يجب تقليل نسبة الرمل الأخير في الخلطة. بشكل عام تعتبر نسب الخلط و قابلية التشغيل و تدرج الركام من العوامل المهمة التي تؤثر على مقاومة انضغاط الخرسانة او خواصها الميكانيكية الاخرى ، حيث ان مقاومة الخرسانة ستكون ناتجة من :-

أ- قوة عجينة الاسمنت

ب- قوة الربط بين عجينة الاسمنت والركام

ج- قوة حبيبات الركام

يمكن فهم طبيعة قوة عجينة الاسمنت من خلال دراسة التركيب المجهرى لها حيث نجد أن حبيبات الاسمنت المتفاعلة مع الماء تكون غلاف جلاتيني من المواد المتمينة يحيط بها ويكون بهيئة بروزات سطحية رفيعة ابرية مشعة من حبيبات الاسمنت . وبمرور الوقت تنمو هذه البروزات إلى كتل ليفية القوام كثيفة ومتشابكة هي جل سليكات الكالسيوم المتمينة والنتيجة من تفاعل السليكات في الاسمنت مع الماء . باستمرار عملية الاماهة فإن هذه الكتل الليفية تتداخل مع بعضها في المناطق المحيطة بالجسيمات المتقاربة مكونة شبكة متداخلة لها القابلية على ربط الكتلة السمنتية واعطاء القوة لعجينة الاسمنت.

تناولت عدة بحوث موضوع مقاومة الخرسانة و العوامل الكثيرة المؤثرة عليها .

ذكر Kaplan<sup>(19)</sup> بأن زيادة (5%) في فراغات الهواء المحصور تؤدي إلى انخفاض مقاومة انضغاط الخرسانة بمقدار (30%)، وذلك لأن الفراغات تؤدي إلى تآكل هيكل عجينة السمنت و بالتالي سينعكس سلباً على مقاومة العجينة و قوة الترابط بين العجينة و الركام .

ووجد Noble<sup>(13)</sup> بأن مقاومة الانضغاط تتخفّض بمقدار (14.7%) عند زيادة نسبة الماء/السمنت من (0.7) إلى (0.9) عند استعمال رمل ذو معامل نعومة (3.5) ونسبة السمنت/ركام (4:1) .

فقد أشار Talbot<sup>(10)</sup> و Power<sup>(14)</sup> إلى أن مقاومة عجينة السمنت تزداد مع مكعب نسبة الجل / الفراغ والتي تعرف بنسبة حجم عينة السمنت المتمينة إلى مجموع أحجام السمنت المتميئ والمسامات الشعرية حيث يعتمد تركيز الجل في الفراغات على نسبة الماء/السمنت ودرجة الاماهة.

فقد وجد Murdock<sup>(22)</sup> بأن زيادة كمية السمنت تحسن قابلية التشغيل للخرسانة بدون أن تؤثر على مقاومة الانضغاط ولكن يفضل استعمال حد أدنى لمحتوى الاسمنت في الخليط بغية توفير سطوح حبيبات الركام وملئ الفراغات بينها وربط أجزاء الخليط مع بعضها لجملة كتلة متماسكة إضافة إلى اعطائه قابلية تشغيل جيدة .

وقد وجد Erntroy<sup>(15)</sup> بأنه عند ثبات نسبة الماء / الاسمنت فإن تقليل نسبة الاسمنت / الركام يؤدي إلى زيادة مقاومة الانضغاط ، بسبب امتصاص الركام للماء وبالتالي نقصان نسبة الماء الفعال / السمنت إضافة إلى نقصان كمية الفراغات في الخرسانة بسبب نقصان كمية عجينة السمنت مما يؤدي إلى زيادة مقاومة الانضغاط .

إن مقاومة الانضغاط تعتمد أيضاً وإلى حد كبير على قوة الربط بين الركام وعجينة الاسمنت حيث يبين Alexander<sup>(18)</sup> و Cordon<sup>(20)</sup> إلى أن قوة الربط بين الركام الخشن وعجينة السمنت تعتبر اضعف حلقة في قوة الخرسانة ، وتتكون من قوة ربط فيزيائية من نوع

(Van der veals) وقوة ربط كيميائية عندما يكون هناك تفاعلات كيميائية بين الركام والاسمنت .

كما أشار Scholer<sup>(21)</sup> إلى أن مقاومة التلاصق بين عجينة الاسمنت والركام لا تعتمد على التلاصق فقط وإنما على درجة رص الخرسانة وعلى درجة التداخل الميكانيكي ، فالركام ذو الملمس السطحي الناعم يؤدي إلى ظهور تشققات بإجهاد أقل مما لو استعمل ركام ذو ملمس سطحي خشن وهذا يؤدي إلى تقليل مقاومة الانضغاط.

وجد Connerman<sup>(12)</sup> بأنه كلما زادت خشونة حبيبات الرمل المتدرج زادت مقاومة انضغاط الخرسانة بسبب حاجته إلى كمية ماء أقل من الرمل الناعم وغير المتدرج جيدا .  
وقد أثبتت الفحوص التي أجراها Connerman<sup>(12)</sup> بأنه كلما زاد هذا النقص في التدرج كلما انخفضت مقاومة انضغاط الخرسانة أكثر.

كما أشار Neville<sup>(23)</sup> إلى أن المساحة السطحية للركام الناعم تكون عالية وإن زيادة نسبة استخدامه يؤدي إلى زيادة الحاجة لكمية أكبر من الماء لإنجاز قابلية تشغيل معينة وهذا يقلل من مقاومة انضغاط الخرسانة.

فقد وجد Haque<sup>(24)</sup> أن مقاومة الانضغاط للخرسانة بعمر (28) يوم تنخفض بمقدار (21%) عند زيادة نسبة الغرين في الرمل إلى (5%) وذلك لاحتمال تأثير الغرين على عملية إمالة السمنت بسبب تأثيره على نسبة الماء الفعال .

وأشار Noble<sup>(13)</sup> إلى أن الأطياف تسبب انخفاض مقاومة الانضغاط للخرسانة بسبب امتصاصها لكمية كبيرة من ماء الخلط مما يؤدي إلى انتفاخها وتوليد إجهادات داخلية تؤثر على مقاومة الانضغاط إضافة إلى احتمال تفاعلها مع بعض المواد الأولية للخرسانة أو مع المركبات الناتجة من إمالة الاسمنت مسببة تأخير تصلبها وتبلورها مما يؤدي إلى انخفاض كبير في مقاومة انضغاط الخرسانة .

كذلك وجد Haque<sup>(24)</sup> بأن نسبة (1%) من الأطنان في الركاب تؤدي إلى انخفاض مقاومة انضغاط الخرسانة بمقداره (20%) ولنفس الاسباب المذكورة أنفاً.

أما Al-Zaiwary<sup>(25)</sup> فقد وجد بأنه لا يوجد أي تأثير للمواد الناعمة التي أضيفت بنسبة (0-10%) من وزن الرمل على مقاومة انضغاط الخرسانة علماً بأن نسبة الطين في هذه المواد الناعمة يبلغ (11%) و هذا الاستنتاج خالف العديد من الباحثين فلماذا يتطلب دراسة أكثر و معرفة طبيعة المواد الناعمة المستخدمة فقد تكون هذه المواد من غير الأطنان .

## الفصل الثالث

### الأعمال المختبرية

**1-3 تمهيد :** سوف نتطرق في عرض هذا الفصل الى شرح مفصل عن المواد المستخدمة في الاعمال المختبرية و توضيح يبين فيه طريقة تهيئة النماذج مع الاخذ بنظر الاعتبار التحقق من كافة المواد المتوفرة في المختبر والتحقق من صلاحيتها لتكون ضمن المواصفات العراقية المعتمدة.

### 2-3 المواد المستخدمة:

#### 1-2-3 السمنت

استعمل نوع واحد من الاسمنت المتوفر في المختبر هو السمنت البورتلاندي الاعتيادي معمل طاسلوجة .

وقد تم إجراء جميع الفحوصات الفيزيائية والكيميائية والتي تشمل فحص الثبات وزمن التجمد النهائي والابتدائي ومقاومة الانضغاط للأعمار (3ايام ، 7 أيام ، 28 يوم) للتأكد من مطابقتها للمواصفات القياسية العراقية (رقم 5 لسنة 1984) [8] وقد تم خزن هذا السمنت داخل المختبر في أكياس تم اغلاقها باحكام لغرض وقاية السمنت من الرطوبة ومنع تكثف حبيباته مع بعضها والجدول رقم (1-3) يبين النتائج للفحوصات الكيميائية.

الجدول (1-3) :- نتائج التحليل الكيميائي لسمنت طاسلوجة الاعتيادي

المواصفة العراقية	النسبة المئوية %	الأوكسيد
-	20.24	SiO <sub>2</sub>
-	4.55	AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
-	3.11	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
-	62.51	CaO
اقل من 5 %	3.41	MgO
اقل من 2.8 %	2.21	SO <sub>3</sub>
اقل من 4 %	3.6	L.O.I
اقل من 1.5 %	0.38	IR
1.02 - 0.66	1.01	L.S.R
-	13.262	C <sub>2</sub> S
-	59.34	C <sub>3</sub> S
-	9.464	C <sub>4</sub> AF
-	9.1	C <sub>3</sub> A

## 2-2-3 الركام الناعم

استعمل اربعة أنواع من تدرجات الرمل ضمن تدرجات المطابقة للمواصفات العراقية

(رقم 1984/5) [8] والجداول من ( 2-3 ) - ( 5-3 ) توضح تدرج الركام الناعم المستخدم .

الجدول (2-3) نتائج التدرج المنخلي للنموذج الاول من الركام الناعم ضمن منطقة التدرج (1)

مقاس المنخل ( ملم )	نسبة المتوىة المارة %	حدود المواصفة العراقية
4.75	% 95	100-90
2.36	%75	95-60
1.18	%44	70-30
0.6	%29	34-15
0.3	%15	20-5
0.15	%0	10-0
النعومة	3.92	

الجدول (3-3) نتائج التدرج المنخلي للنموذج الثاني من الركام الناعم ضمن منطقة التدرج (2)

مقاس المنخل ( ملم )	نسبة المتوىة المارة %	حدود المواصفة العراقية
4.75	% 93	100-90
2.36	%76.6	100-75
1.18	%58.6	90-55
0.6	%39.5	59-35
0.3	%12.6	30-8
0.15	%0	10-0
النعومة %	3.2	

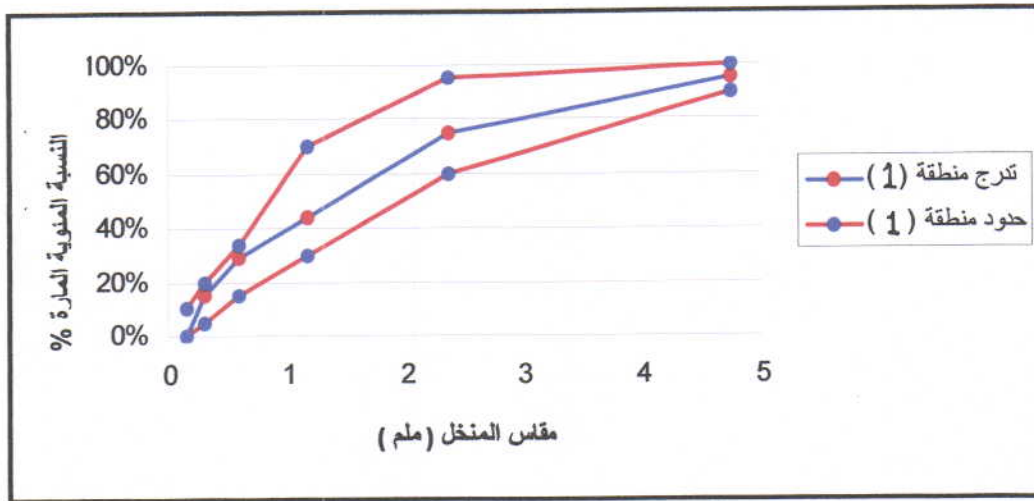
الجدول (3-4) نتائج التدرج المنخلي للنموذج الثاني من الركام الناعم ضمن منطقة التدرج (3)

مقاس المنخل ( ملم )	نسبة المئوية المارة %	حدود المواصفة العراقية
4.75	% 95	100-90
2.36	% 90	100-85
1.18	% 80	100-75
0.6	% 75	79-60
0.3	% 30	40-12
0.15	% 0	10-0
النعومة %	2.3	

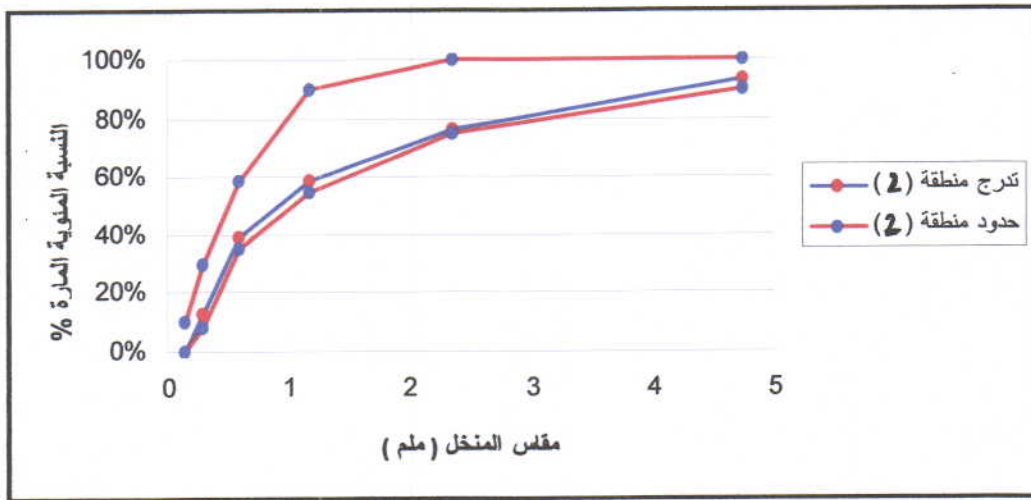
الجدول (3-5) نتائج التدرج المنخلي للنموذج الثاني من الركام الناعم ضمن منطقة التدرج (4)

مقاس المنخل ( ملم )	نسبة المئوية المارة %	حدود المواصفة العراقية
4.75	% 100	100-95
2.36	% 96	100-95
1.18	% 92	100-90
0.6	% 90	100-80
0.3	% 15	50-15
0.15	% 0	10-0
النعومة	2.07	

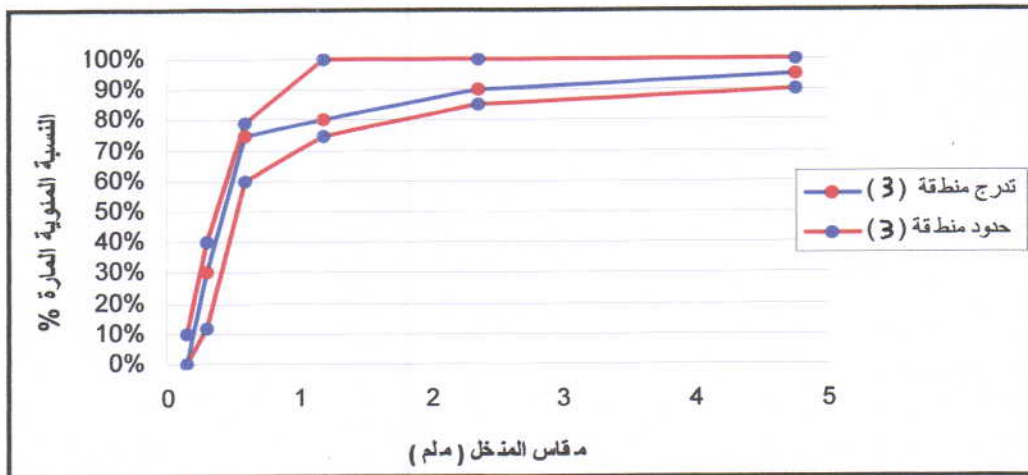




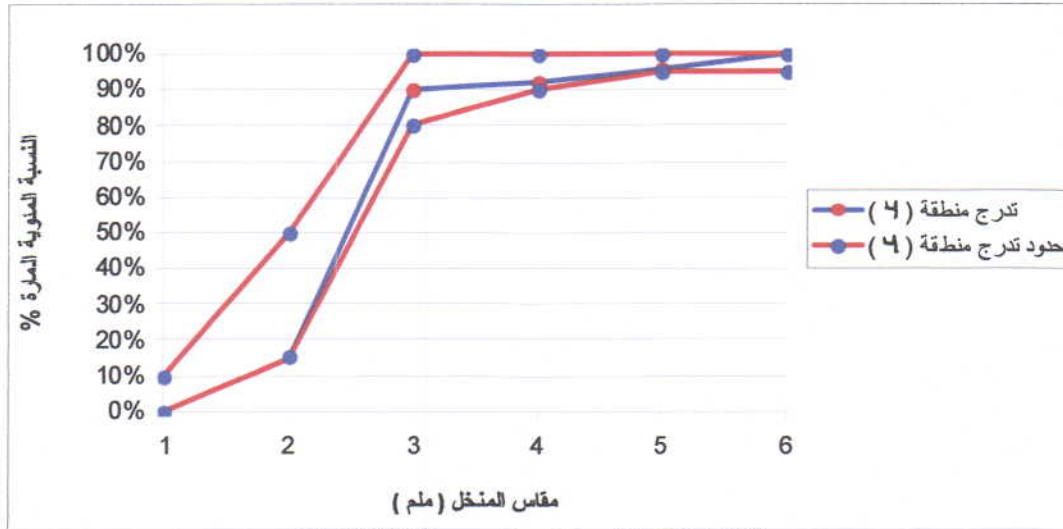
الشكل ( 1-3 ) يوضح تدرج منطقة ( 1 )



الشكل ( 2-3 ) يوضح تدرج منطقة ( 2 )



الشكل ( 3-3 ) يوضح تدرج منطقة ( 3 )



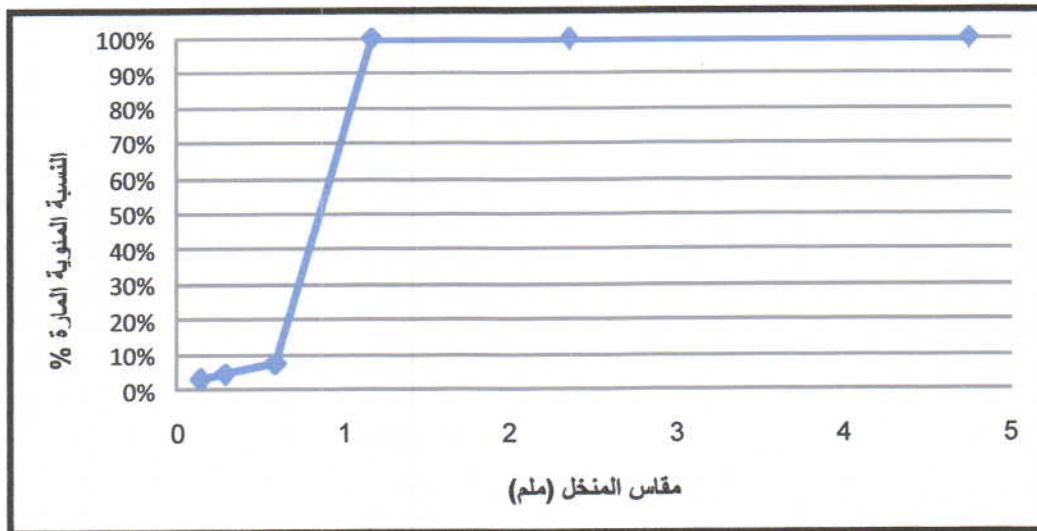
الشكل ( 4-3 ) يوضح تدرج منطقة ( 4 )

**3-2-3 : الرمل القياسي:-** يجب توفر المتطلبات التالية في الرمل القياسي المستخدم في الفحوصات (ان يكون مغسولا ومجفف اوان لايزيد مايفقده بالغسل بحامض الهيدروكلوريك الساخن عن 0.25% ولغرض التأكد من ذلك يوزن 2 غم من الرمل المجفف بدرجة 100م° لمدة ساعة ويضاف اليه 20 ملي لتر من حامض الهيدروكلوريك ( وزنه النوعي 1.16 ) و 20 ملي لتر ماء مقطر ويسخن فوق حمام مائي ولمدة ساعة ثم يرشح ويغسل جيدا بالماء الساخن ويجفف ثم يحرق في جفنة خزفية مغطاة وبعدها يبرد ويوزن. ويجب ان تمر حبيباته من منخل مقاس 850 مايكرون للمواصفات البريطانية ( B.S410 ) و المتبقي على منخل مقاس 600 مايكرون .

وقد تم استخدام الرمل القياسي المجهز من شركة المسح الجيولوجي وتم التأكد من انه مطابق للمواصفات كيميائيا وفيزيائيا والجدول ( 3-6 ) يبين نتائج التحليل المنخلي للرمل القياسي .

الجدول (6-3) نتائج التدرج المنخلي للرمل القياسي

مقاس المنخل ( ملم )	نسبة المئوية المارة %
4.75	% 100
2.36	% 100
1.18	% 100
0.6	% 8
0.3	% 5
0.15	% 3



الشكل (5-3) يوضح تدرج الرمل القياسي

4-2-3 الماء :- تم استخدام ماء الشرب الاعتيادي في جميع الخلطات وكذلك لمعالجة النماذج.

### 3-3 : الفحوصات المختبرية

#### 1-3-3-فحوصات الركام الناعم:-

##### أ- فحص التحليل المنخلي

يستعمل التحليل المنخلي عادة لتصنيف الركام نسبة الى مقياس حبيباته وتطلق تسمية التحليل المنخلي للركام عادة على عملية تقسيم النموذج الى اجزاء يتكون كل منهما من حبيبات متماثلة المقاس، وعادة كل جزء يتضمن حبيبات ذات مقاسات معينة بحدود فتحات مناخل الفحص القياسية المتسلسلة.

الاجهزة والادوات المستخدمة :-

- مناخل اختبار مطابقة للمواصفات العراقية (شكل 3-6) .
- ميزان دقيق الى حد 0.1% من وزن العينة (شكل 3-7) .
- فرن كهربائي درجة حرارته  $105 \pm 5$  م° .



الشكل (3-6) مناخل اختبار



الشكل (7-3) ميزان حساس

#### ب-فحص الامتصاص

يتم قياس الزيادة في وزن النموذج المجفف بالفرن بعد تغطيسه في الماء لمدة 24 يوم وإزالة الرطوبة السطحية الموجودة على حبيباته إذ إن نسبة الزيادة في الوزن إلى وزن النموذج الجاف معبرا عنها كنسبة مئوية تعرف بالامتصاص وفقا للمواصفة القياسية البريطانية (B.S 812:1975) فقد تم الحصول على النتائج كما موضحة في الجدول (7-3)

جدول (7-3) يوضح نسبة الامتصاص لأنواع الرمل المستخدم

نوع الرمل	رمل تدرج (1)	رمل تدرج (2)	رمل تدرج (3)	رمل تدرج (4)
نسبة الامتصاص %	2	2.12	2.5	2.9

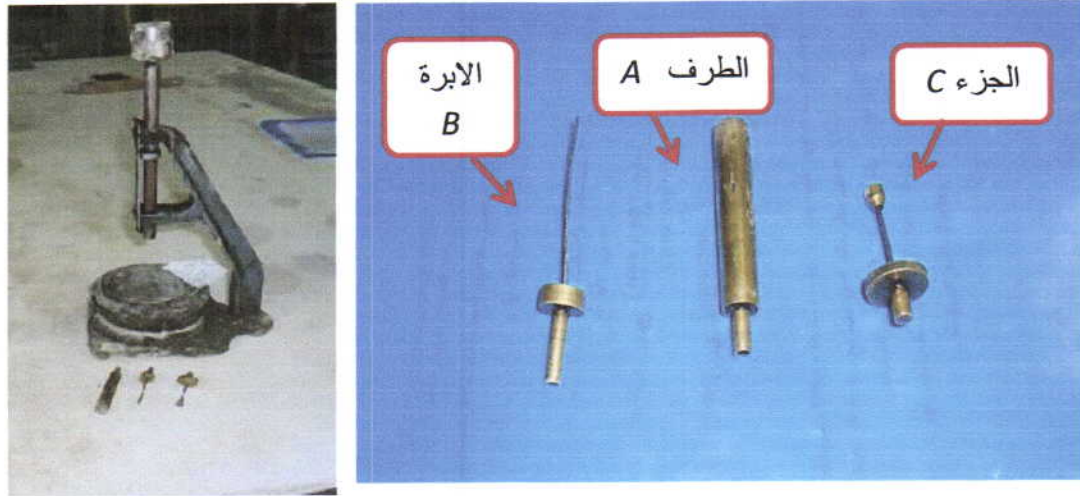
#### 2-3-3 - فحوصات السمنت :-

##### 1-2-3-3 تعيين القوام القياسي لعجينة السمنت :-

يستخدم هذا الفحص لغرض تعيين كمية الماء اللازمة للحصول على عجينة سمنت ذات القوام القياسي والتي تستعمل في فحوصات تحديد الوقت اللازم للتجميد وثبات السمنت . واعتمدت في هذا الفحص المواصفات العراقية رقم (1984\5) [8]. و يستخدم في هذا الفحص جهاز فيكات



المبين في الشكل (8-3) والشكل (9-3) يوضح الاطراف المستخدمة في الجهاز ، مع استخدام طرف أسطواناني (A) قطر 10 ملم بدلا من الابر (B)



الشكل (9-3) الاطراف المستخدمة في الجهاز      الشكل (8-3) : جهاز فيكات

ان كمية الماء اللازمة للحصول على عجينة اسمنت ذات قوام قياسي هي الكمية التي تعطي عجينة تسمح للطرف الاسطواناني بالنفوذ الى نقطة تبعد (7-5) ملم عن قاعدة قالب فيكات وعندما تفحص عجينة الاسمنت بالطريقة التالية :-

أ- تحظر كمية من الاسمنت وزنها 400 غم وتخلط مع كمية مناسبة من الماء ، وتقدر كنسبة مئوية من وزن الاسمنت الجاف، ولمدة  $1\frac{1}{4}$  دقيقة ، ومدة الخلط هذه هي الفترة المحصورة بين بدء اضافة الماء الى الاسمنت الجاف وحتى ملئ قالب جهاز فيكات بعجينة الاسمنت الناتجة.

ب- يملأ قالب فيكات المرتكز على لوح مستوي غير مسامي بعجينة الاسمنت ملئاً تاماً وبطبقة واحدة ثم يسوي سطح العجينة مع حافة القالب بالسرعة الممكنة

ج- يوضع قالب فيكات المملوء بعجينة الاسمنت تحت القضيب الحامل للطرف الاسطواني لجهاز فيكات ثم يدلى هذا الطرف حال ملئ القالب ببطئ الى ان يمس سطح عجينة السمنت حينئذ يترك حراً ينفذ فيها .

د- يحدد مقدار نفاذ الطرف الاسطواني في عجينة السمنت بتعيين المسافة بين حافته السفلى وبين قاع قالب فيكات بواسطة التدرج الموجود في الجهاز .

هـ- يعاد عمل عجائن تجريبية باستعمال نسب مختلفة من الماء لحين الحصول على كمية الماء التي تعطي عجينة سمنت ذات قوام قياسي، وتقدر هذه الكمية لنسبة من وزن السمنت الجاف، وتشترط المواصفة العراقية بانه لكونه درجة حرارة الغرفة والسمنت والماء في حدود  $20 \pm 2$  م° عند اجراء هذا الاختبار .

### 2-2-3-3- تعيين زمن التجمد الابتدائي والنهائي:-

يتم تعيين الزمن اللازم للتجمد الابتدائي (Initial Setting) والنهائي (Final Setting) للسمنت وذلك بموجب المواصفة القياسية العراقية (رقم 5 لسنة) [8] 1984 .  
وكذلك فقد تم استخدام جهاز فيكات المبين في الشكل ( 3-8 ) ولهذا مع مراعاة استخدام الجزء (C) بدلاً من الابر (B) الموضحة في الشكل ( 3-9 ) عند تعيين زمن التجمد النهائي وتم اجراء الفحص بالاسلوب التالي :

أ- توزن 400 غم من السمنت وتخلط مع الكمية اللازمة من الماء للحصول على عجينة ذات قوام قياسي .

ب- يملأ قالب فيكات الموضوع على لوح غير مسامي، بعجينة السمنت ملئاً تاماً بطبقة واحدة ثم يسوي سطح العجينة مع حافة القالب بالسرعة الممكنة، وتشترط المواصفة

المذكورة اعلاه بان يحفظ النموذج طوال فترة الخلط بدرجة  $20 \pm 2$  م° محيط رطوبته النسبية لا تقل عن 90%.

ج- يوضع قالب فيكات المملؤ بعجينة السممت القياسية تحت ابرة الجهاز (B) ثم تخفض الابرء بهدوء حتى تلامس سطح عجينة السممت وتترك مرة لتنفذ في العجينة تحت تأثير وزنها ووزن المعامل معاً (300غم).

د- تكرر عملية انفاذ الابرء في العجينة، بين فترة واخرى، وفي مواضع مختلفة منها الى ان تنفذ الابرء الى المسافة لاتزيد عن 5 ملم من قاعدة قالب فيكات وبذلك يكون الزمن اللازم للتجمد الابتدائي هو الفترة المحصورة بين وقت اضافة الماء الى الاسمت الجاف ووقت نفاذ ابرة جهاز فيكات في عجينة السممت لمسافة لاتزيد عن 5 ملم تقريباً من قاعدة قالب فيكات.

هـ- لغرض تعيين زمن التجمد النهائي تستبدل الابرء (B) بالجزء (C) المكون من الابرء مع جزء اضافي ذو مقطع دائري مثبت حولها، ويدلى هذا الجزء ببطل الى انه يمس عجينة السممت وحينئذ يترك حراً لينفذ في العجينة تحت تأثير الوزن الكلي مع الجزء (C).

و- تكرر عملية انفاذ الجزء (C) بين فترة واخرى وفي مواضع مختلفة من سطح العجينة الى ان نترك الابرء أثراً على سطح العجينة بينما لا يظهر الأثر للجزء المثبت حولها وبذلك يكون الزمن اللازم للتجمد النهائي هو الفترة المحصورة بين لحظة اضافة الماء الى السممت الجاف ولحظة ترك الابرء أثراً على سطح العجينة دون ان يظهر الأثر الدائري المثبت حولها.



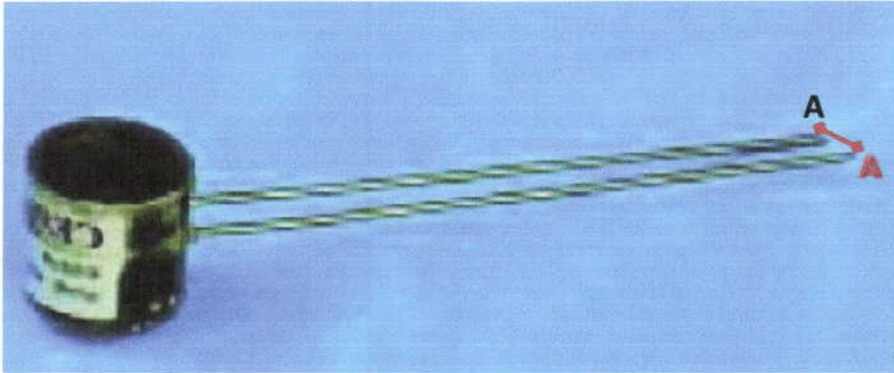
### 3-2-3-3- تعيين ثبات الاسمنت:-

في هذا الفحص تستعمل طريقة (Le-Chatelier) وذلك بقياس التمدد باستعمال الجهاز المبين في الشكل (10-3) والذي يتكون من اسطوانة ذات شق طولي، مصنوعة من النحاس او اي معدن آخر مناسب ومثبت على كل من جانبي شق الاسطوانة مؤشر لغرض قياس مقدار تمدد عجينة السمنت. وذلك بموجب المواصفة القياسية العراقية (رقم 5 لسنة 1984) [8] وقد تم استخدام الاجهزة التالية :

أ- يستخدم في هذا الاختبار جهاز (Le-chatelier) على ان لايزيد عرض الشق الطولي عن 0.50 ملم.

ب- ميزان حساس، لوح زجاجي لخلط السمنت مع الماء، اسطوانة لقياس الماء، مالح الخلط القياسي 210 غم تقريباً.

ج- حمام مائي قادر على رفع درجه حرارة الماء تدريجياً الى درجة الغليان.



الشكل (10-3) جهاز (Le-chatelier)

اسلوب العمل:-

أ- تحضر كمية من السمنت وزنها 200غم تقريباً وتخلط مع كمية الماء اللازمة للحصول على عجينة سمنت ذات قوام قياسي.

ب- يملأ (Le-chateleir) الموضوع على لوح زجاجي صغير بعجينة السمنت القياسية مع

الانتباه الى ان نهايتي الشق منطبتين على بعضهما عند القيام بهذه العملية ثم يغطى

ال قالب بلوح زجاجي آخر ويوضع فوقه ثقل صغير .

ج- يغمر القالب المثبت بين اللوحين الزجاجيين مع الثقل بعد ذلك مباشرة بماء درجة

حرارته  $20 \pm 2$  °م ويترك لمدة 24 ساعة كما في الشكل ( 11-3 ) .



الشكل ( 11-3 ) جهاز (Le-chateleir) وهو مغمور في الماء

د- يرفع القالب من الماء وتقاس المسافة A-A شكل (10-3) بين نهايتي مؤشريه بعد رفع

الثقل وإزالة الواح الزجاج عنه.

هـ- يغمر القالب ثانية في ماء درجة حرارته  $(20 \pm 2)$  °م وترفع درجة حرارة الماء الى

درجة الغليان خلال مدة تتراوح بين 25-30 دقيقة ويستمر بالغليان لمدة ساعة واحدة.

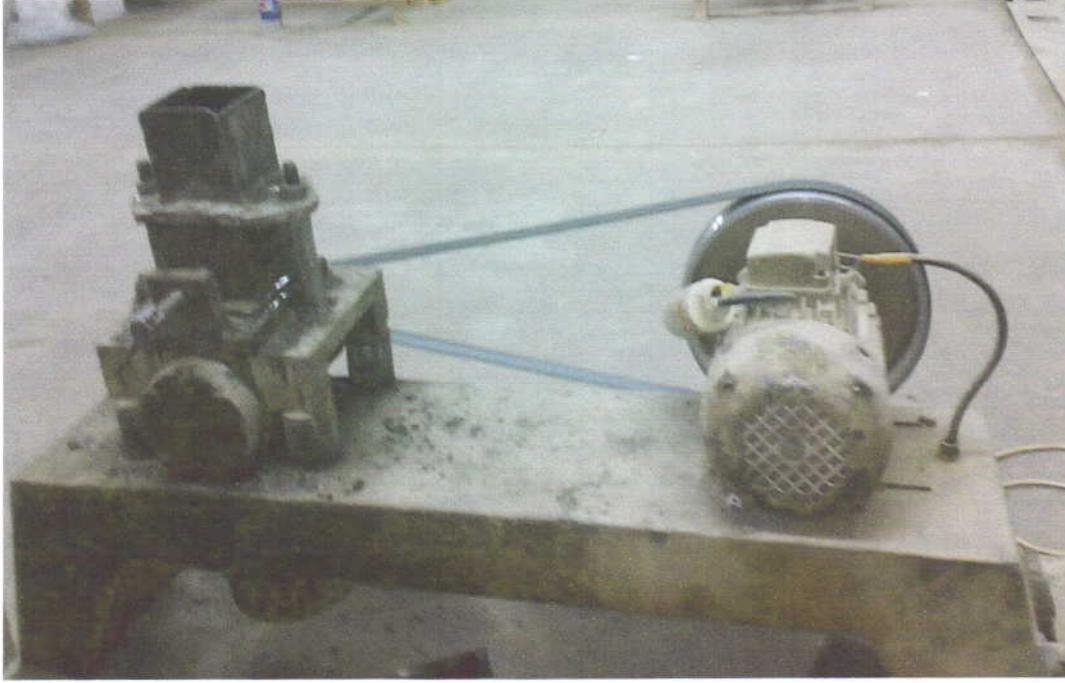
و- يحسب مقدار تمدد السمنت من الفرق بين القرائتين للمسافة بين نهايتي مؤشري القالب

الوارد المذكرا علاه.

### 3-3-2-4- مقاومة الانضغاط للسمنت:-

يشمل هذا الفحص تعيين مقاومة الانضغاط للسمنت باستعمال مكعبات من الملاط بطول ضلع  $70 \pm 0.1$  ملم. مرصوصة بماكنة الاهتزاز القياسية الموضحة في الشكل ( 3-12 ) والتي سرعة اهتزازها  $1200 \pm 400$  ذنبية في الدقيقة.

وكذلك اعتمدت نفس المواصفة القياسية العراقية لهذا الفحص



الشكل ( 3-12 ) : مآكنة الاهتزاز القياسية

### الاجهزة والملحقات المطلوبة :-

- 1- مآكنة أهتزاز: -يجب ان يكون وزن جزء المآكنة المرتكز على محاور الاهتزاز بما في ذلك وزن القالب، ماسكات القالب، كادوس التفريغ والمكعب والاجزاء الاخرى 30 كغم تقريباً.
- 2- القوالب "المكعبات": -يجب ان تكون زوايا القالب قائمة ( $90 \pm 1$ )، وان يكون القالب مصنوعاً من مادة غير مسامية ومصنوع من معدن غير قابل للتأثر بمونة السمنت وان تكون قاعدته مرتكزة. لاتسمح بالتسرب اثناء عملية الملى.

3- ميزان حساس، اسطوانة لقياس الماء، سطح مستوي غير مسامي لخلط المواد، ومالج الخلط القياسي.

4- ماكينة فحص الانضغاط تخضع لمتطلبات المواصفة العراقية كما موضح في الشكل (13-3).



الشكل (13-3) ماكينة فحص الانضغاط

تهيئة وفحص النماذج:-

أ- تحضر الكميات اللازمة لعمل المكعبات المطلوبة من الملاط (مونة) السمنت الى ثلاثة اجزاء من الرمل وزناً، حيث تستعمل الاوزان التالية لعمل مكعب واحد من المونة:  
200 غم من السمنت ، 600 غم من الرمل ، (85- 80) لتر من ماء (اي نسبة 10-15% من وزن الاسمنت والرمل معاً تبعاً لنوع تدرج الرمل ).



ب- تطلّى فاصل القالب وسطوح اتصاله بالقاعدة بطبقة رقيقة من الزيت قبل تشكيل القالب لمنع تسرب الماء خلالها اثناء عملية رص الملاط كما وتطلّى الاوجه الداخلية للقالب بعد تجميعها بطبقة رقيقة من نفس الزيت ايضاً يثبت القالب في ماكينة الاهتزاز تثبيتاً محكماً.

ج- تخلط المواد (السمنت والرمل) بحالتها الجافة بالمالج على سطح مستو غير مسامي لمدة دقيقة واحدة ثم يضاف اليها الماء تدريجياً" ويخلط المزيج لمدة 4 دقائق ، ويراعى ان تكون كافة ادوات الخلط نظيفة وان تكون درجة حرارة المواد وغرفة الفحص بحدود  $20 \pm 2$  م°.

د- يفرغ الخليط مباشرة بعد اكمال عملية الخلط في القالب بواسطة قادوس التفريغ مثبت في اعلى القالب ثم يرص الخليط لمدة دقيقتين على ماكينة الاهتزاز.

هـ- يرفع القالب مباشرة بعد عملية الاهتزاز ويوضع في جو لا تقل رطوبته النسبية عن 90% ولغرض تقليل التبخر يغطى السطح العلوي للقالب بصفيحة غير مسامية (مثل المطاط) ويترك لمدة  $24 \pm 1/2$  ساعة. كما في الشكل ( 14-3 )



الشكل ( 14-3 ) القالب بعد عملية الاهتزاز

و- تفصل المكعبات عن القوالب بعد مرور  $24 \pm 1/2$  ساعة وتوضع عليها علامات لتمييزها وتغمر مباشرة في ماء نظيف درجة حرارتها  $24 \pm 2$  م° كما موضح في الشكل ( 15-3 ) وتترك فيه لحين موعد فحصها على ان يجدد الماء كل سبعة ايام.



الشكل ( 3-15 ) وضع المكعبات في حوض المعالجة

ز- ترفع المكعبات من الماء عند حلول موعد فحصها ويزال الماء الزائد من اسطحها وتقصى مباشرة ثلاثة مكعبات لتعين مقاومة الانضغاط بعد 3 ايام وثلاثة مكعبات اخرى بعد 7 ايام وثلاثة مكعبات بعد 28 يوم على ان تحسب المدة من نهاية عملية رص الملاط، ويراعى عدم استعمال السطح غير الملامس لوجه القالب عند الفحص وبأستعمال صفائح فولاذية لتسليط الضغط على ماكينة على سطح النموذج كما ويلزم ان يستند احد سطحي جهاز الفحص على مسند كروي لضبط عملية التحميل تلقائياً.

ح- يتم تحميل المكعب تدريجياً وبأنتظام وقياس الحمل الذي تفشل عنده المكعبات.



الشكل (3-16) يوضح طريقة الفحص

## الفصل الرابع

### النتائج والمناقشة

#### 1-4 تمهيد :

يتضمن هذا الفصل نتائج الفحوصات التي حصلنا عليها كما في الجداول (1-4)، (2-4)، (3-4) ومناقشتها واستنتاجاتها. ومن الجدير بالذكر ان المشروع يخص دراسة تأثير استخدام الرمل القياسي من عدمه على دقة نتائج الفحوصات الفيزيائية للسمنت البورتلاندي وقد تم استخدام اربعة انواع من الرمل اضافة الى الرمل القياسي وكذلك فقد تم استخدام في المشروع نوع واحد من السمنت.

#### 2-4 الخواص الكيميائية والفيزيائية للسمنت.

بينت نتائج الفحوصات الكيميائية للسمنت المستخدم في الفحص والموضحة في الجدول (1-3) بأن السمنت المستخدم هو مطابق للمواصفات العراقية وان جميع النسب المئوية للمركبات الداخلة فيه هي ضمن حدود المواصفة العراقية رقم 5 لسنة 1984 [8].

كذلك الحال لنتائج الفحوصات الفيزيائية فقد وجد ان زمن التجمد الابتدائي ( 137 دقيقة ) وهو مطابق للمواصفة وذلك بسبب كون المركب C3A الناتج من عملية اماهة السمنت بنسبة جيدة حيث ان هذا المركب يعتبر المسؤول على عملية حصول التجمد الابتدائي للسمنت بسبب كون المركب C<sub>3</sub>A هو اول مركب من مركبات السمنت الذي يبدأ بعملية الاماهة و يليه بقية المركبات. كذلك الحال بالنسبة لنتائج فحص الثبات ( 0.5 mm ) وهو ايضا " مطابق للمواصفات وذلك نظرا لاعتماد فحص الثبات على MgO وهو يشكل نسبة قليلة قياسا" لما تحدد المواصفات وهي 5% .

الجدول ( 1-4 ) نتائج التحليل الفيزيائي للمنت

التجمد الابتدائي	137	لا يقل عن 45 دقيقة
التجمد النهائي	3	لا يزيد عن 10 ساعات
الثبات	0.5	لا يزيد عن 0.8 %

## 3-4 تأثير نوع الرمل المستخدم على مقاومة انضغاط السمنت

ان الجداول (2-4) و (3-4) تبين نتائج مقاومة الانضغاط للسمنت باستخدام عدة انواع من الرمل حيث تم استخدام رمل قياسي واربعه انواع من الرمل وفقا لمنطقة التدرج وتم تحليل النتائج بيانيا بالاشكال.

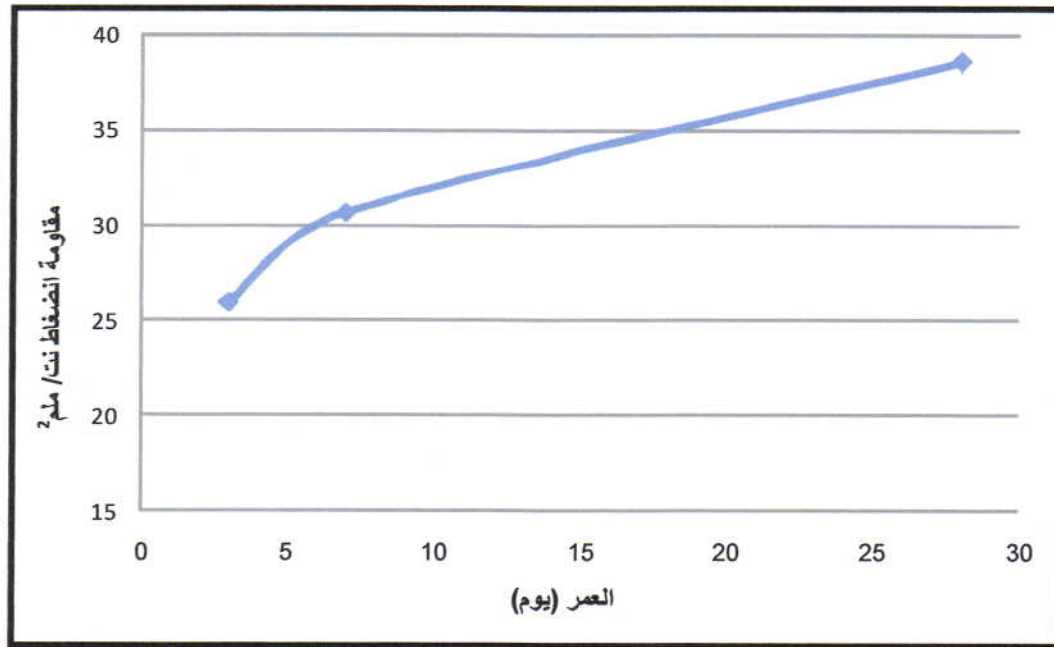
الجدول (2-4) نتائج مقاومة انضغاط السمنت باستخدام عدة انواع من الرمل

مقاومة الانضغاط لانواع الرمل نت/ملم <sup>2</sup>				العمر
رمل تدرج (1)	رمل تدرج (2)	رمل تدرج (3)	رمل تدرج (4)	يوم
19.9	21.3	14.18	8.84	3
17.26	18.4	15.2	8.08	
19.14	19.8	12.06	10.4	
18.766	19.833	13.813	9.1	المعدل
24.2	26.8	19.8	13.18	7
25.14	24.28	19.02	13.92	
29	27.6	19.68	10.6	
26.113	26.226	19.5	12.5	المعدل
27.26	32.22	25.12	21.16	28
29.2	32.4	23.6	23.12	
28.74	32.56	26.16	24.14	
28.4	32.2	24.96	22.806	المعدل

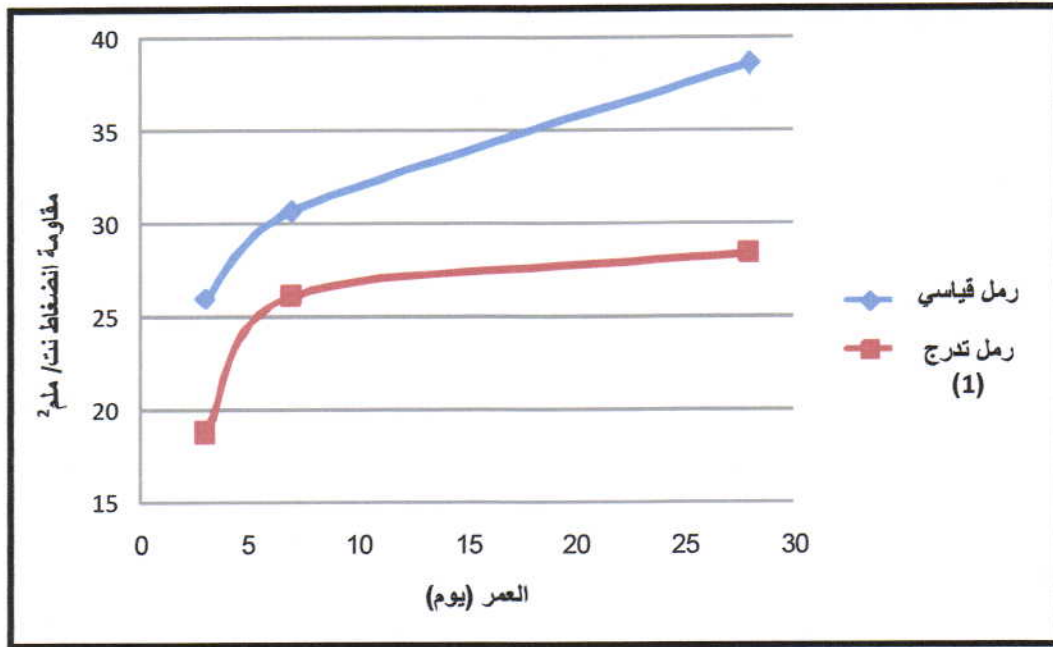


الجدول ( 3-4 ) نتائج مقاومة الانضغاط للسمنت بأستخدام الرمل القياسي

العمر	مقاومة الانضغاط للسمنت بأستخدام الرمل القياسي نت/ملم <sup>2</sup>		
( يوم )	النتائج	المعدل	المواصفة العراقية
3	24 26.2 27.8	26	لا يقل عن 15نت/ملم <sup>2</sup>
7	35.2 28.92 27.98	30.7	لا يقل عن 23نت/ملم <sup>2</sup>
28	40.7 36.5 38.6	38.6	

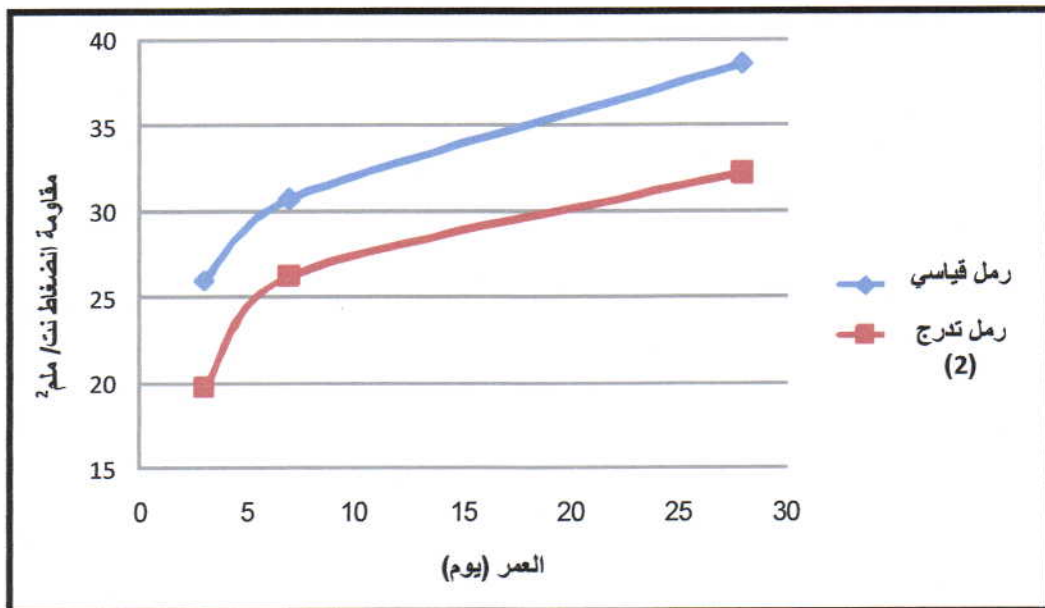


الشكل (1-4) يوضح تطور المقاومة مع العمر لنموذج السمنت بأستخدام الرمل القياسي



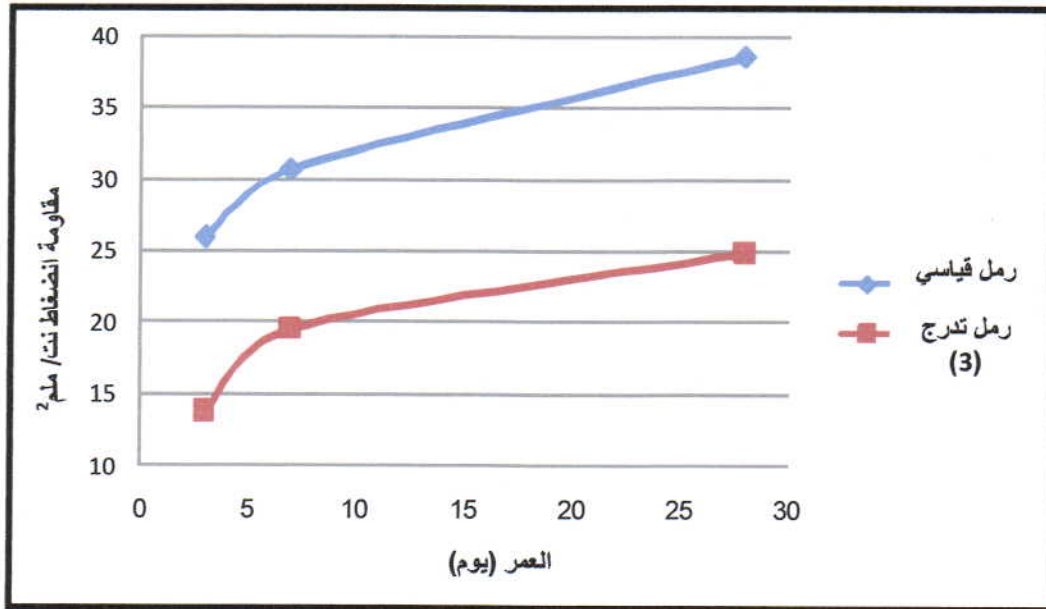
الشكل ( 2-4 ) العلاقة بين مقاومة الانضغاط و العمر لعجينة السمنت الناتجة من استخدام

رمل ضمن منطقة التدرج الاولى



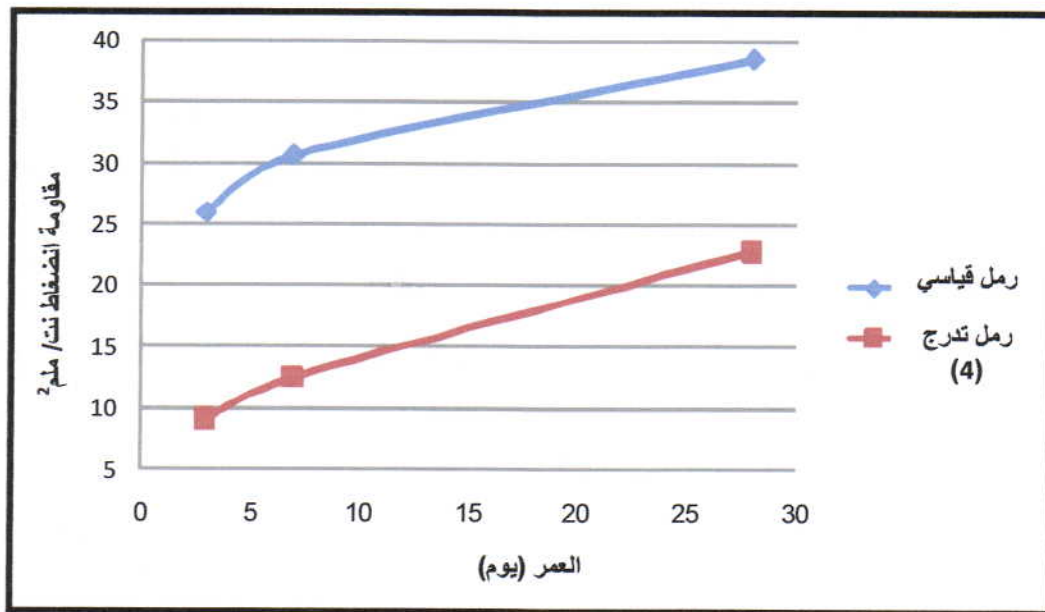
الشكل ( 3-4 ) العلاقة بين مقاومة الانضغاط و العمر لعجينة السمنت الناتجة من استخدام

رمل ضمن منطقة التدرج الثانية



الشكل ( 4-4 ) العلاقة بين مقاومة الانضغاط و العمر لعجينة السمنت الناتجة من استخدام

رمل ضمن منطقة التدرج الثالثة



الشكل ( 5-4 ) العلاقة بين مقاومة الانضغاط و العمر لعجينة السمنت الناتجة من استخدام

رمل ضمن منطقة التدرج الرابعة

ومن خلال هذه النتائج يمكن ملاحظة الآتي:

أ. بينت النتائج عند استخدام الرمل القياسي هناك زيادة ملحوظة في مقاومة الانضغاط عما

هو عليه عند استخدام الأنواع الأخرى من الرمال كما مبينة في الجدول (4-4)

الجدول ( 4-4 ) الزيادة في مقاومة الانضغاط

الزيادة لأنواع التدرج %				العمر
تدرج (4)	تدرج (3)	تدرج (2)	تدرج (1)	(يوم )
65	47	23.4	28	3
60	36.5	14.5	15	7
41	35.2	16.5	26.5	28

وذلك بسبب كون الرمل القياسي خالي من الشوائب العضوية و التي تؤثر على عملية امالة السمنت، وخالي من الطين والمواد الناعمة التي تقلل قوة التلاصق بين الركام وعجينة السمنت، ولا يحتوي على الكتل الضعيفة القابلة للتفتت او الغير ثابتة والتي تضعف من مقاومة الخرسانة تحت تأثير الظروف الخارجية المحيطة بها .

ب. ابدت نتائج مقاومة الانضغاط للنماذج المستخدم فيها رمل من منطقة تدرج (2) عن

نتائج المستخدم فيها الأنواع الأخرى من الرمال تدرج (4) وتدرج (3) وتدرج (1) حيث

كانت المقاومة ( 19.08, 26.22 , 32.2 ) نت/ملم<sup>2</sup> للأعمار (3,7,28) يوم على

التوالي ونتأجه مقارنة من نتائج الرمل القياسي وذلك كون الرمل منطقة التدرج الثانية

يكون خليط من الحبيبات الخشنة والمتوسطة ونسبة قليلة من الحبيبات الناعمة وبالنظر

لقلة المساحة السطحية لرمل هذه المنطقة فأن حاجته للماء اقل من بقية أنواع الرمال

حيث استخدمت نسبة 10% من وزن الخليط ( اسمنت و رمل ) وهذا يؤدي الى زيادة المقاومة.

ج. كما ظهرت النتائج ان مقاومة الانضغاط للنماذج المستخدم فيها رمل من منطقة التدرج الرابعة انخفاض ملحوظ عما هو عليه عند استخدام الانواع الاخرى من الرمل حيث كانت النتائج ( 9.1 ، 12.5 ، 22.8 ) نت/ملم<sup>2</sup> للاعمار (28,7,3) يوم على التوالي وذلك لان الرمل يعاني من نقص في مقاسات حبيباته لهذا فعند استعمال هذا النوع من الرمل بدون خلطه مع رمل خشن نكون قد استعملنا ركام بتدرج منقطع التسلسل و ذلك لكون حبيباته ناعمة و قد تكون فاقدة لتدرج او اكثر من ذلك . وان الحبيبات الناعمة ذات مساحة سطحية كبيرة لذا فأن احتياجها للماء الكثر فقد استخدمت نسبة ماء 15 % من وزن الخليط .

#### 4-4 التوصيات والمقترحات

- 1- استخدام أنواع مخلوطة من الرمال لتحسين خواص الرمال المستخدم وبنسب محددة .
- 2- يفضل استخدام الرمل القياسي حيث يحقق مقاومة انضغاط عالية عند استخدامه.
- 3- ينصح باستخدام رمل منطقة التدرج الثانية وذلك لان مقاومة الانضغاط اعلى من بقية التدرجات .
- 4- عند استخدام الرمل ذو التدرج الرابع يجب تقليل نسبته في الخلطة وزيادة نسبة الركام الخشن .

## المصادر

- 1- تكنولوجيا الخرسانة ، د. مؤيد نوري خلف، هناء عبد يوسف ، الجامعة التكنولوجية 1984  
حركة التعريب و النشر .
- 2- موقع الالكتروني " موسوعة ويكيبيديا الحرة (2009) <http://ar.wikipedia.org>
- 3- باسل صلاح مهدي "تأثير تدرج الرمل على بعض خواص الخرسانة " (ماجستير/ الجامعة  
التكنولوجية ) 1983.
- 4- باسم الجوادي " ترسبات المواد الحصوية والرملية في العراق " المؤسسة العامة للمعادن  
1982.
- 5- Ammar jihad ALdulimy " the effect of grading of fine aggregates  
on properties concrete ", Baghdad University 2005.
- 6- صفاء الدين عزت ، ياسمين صادق ، وحيدة محمد ، سليمان محمد " استخدام  
الركام  
نو التدرج الفاشل لانتاج خرسانة ناجحة "مشروع مقدم الى الجامعة التكنولوجية 1983 .
- 7- المواصفة القياسية العراقية رقم (45) لسنة ( 1984 ) ركام المصادر الطبيعية المستخدم في  
الخرسانة والبناء " الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية".
- 8- المواصفة القياسية العراقية رقم (5) لسنة (1984) الاسمنت البورتلاندي " الجهاز المركزي  
للتقييس والسيطرة النوعية .
- 9- W. L. Schwalbe , " Acomparision of the results of the slump test and  
the Flow table in the measurement of the consistency of the  
consistency of concvete" . proc . ASTM , 24<sup>th</sup> Annual meeting , vol  
21 , 1921 .
- 10- A. N. Talbot , " A proposed method of estimating the density and  
strength of concrete and of proportioning the material by the

experimental and analytical consideration of the void in mortar and concrete ", proc . ASTM , 24<sup>th</sup> annual meeting , vol .21, 1921

11- G. A. Smith . " The measurement of work ability of concrete " , proc. ASTM , 31 annual meeting – Vol . 28 , part 2 , 1928.

12- H.F. Conner man " fine aggregate in concrete " proc . ASTM , Vol. 24, part 2 , 1929 .

13- P.M .Noble , " The effect of aggregate and other variables on the elastic properties of concretes " , proc . ASTM , 34<sup>th</sup> . annual meeting Vol .31 part 1 , 1931.

14- T. Powers and T. Brown yard , " studies on the physical properties of hardened cement pastes" proc . ACI , Vol . 43 1947.

15- H. C. Erntroy and B.W. shacklock" Design of high strength concrete mixes proc . of a symposium on mix design and quality control of concrete n , London , cement and concrete assoc . May 1954.

16- A.R.Causens . " The measurement of the workability of dryconcrete mixes", Magazine of concrete research march 1956 .

17- J .D. McIntosh" The selection of neural aggregates For Various types of concrete work Reinf . concr . ReV. , London March 1957).

18- K. M. Alexander , " Aggregate – cement bond , cement paste strength , and strength of concrete " , proc . of an Int . conf . London sept . 1956 , pp. 59 – 8T. "strength of cemet – aggregate bond proc. ACI Journal ,. 1959

19-M. F. Kaplan, "The effect of incomplete consolidation on compressive and Flexural strength , ultrasonic pulse velocity, and dynamic modulus of elasticity of concrete", proc . ACI JournalMar . 1960 .

20- W.A.crdon and H.A.Gillespie , " Variables in concrete aggregates and Portland cement paste which influence the strength of concrete" proc . ACI Journal , V 60 , August 1963 .

21- C.F. Scholer , " The vole of mortar – aggregate bond in the strength

of concrete ", Record No . 210 High way research board , 1967.

22- L. Murdock and G. Black ledge , " Concrete materials and practice " edition , 1968.

23-A M Neville , "properties of concrete , "2 nd edition , London 1973.

24- M.N. Haque , " some effects of silt contents on the strength of all inaggregate concrete " cement and concrete research , Jan 1980.

25- M.AL – Zaiwary , "EFFect of fine materials and sulphates in sand on properties of concrete" M.SC. Thesis , university of technology, march 1982.