



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


وهو جزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في

علوم هندسة البناء و الأشغال

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 طيبة 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 ورائها السديدة.  
اتقدم بالشكر الى اساتذة قسم البناء و ادارة المشاريع لما بذلوا من جهود خلال سنوات الدراسة  
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  $(70*70)$  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 (1985/45) 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 و فحص 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 (28,7,3) 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 منشاه	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 اوتاوا	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 كيميائيات 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 تفتيت هذه الصخور نتيجة للتعرية بفعل الظروف الطبيعية ويمكن إنتاجه 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 إنتاجه من معامل الحديد ، أو 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 املس ( Sleeky aggregates) .
- ج-ركام محبيب (Granulose aggregates) .
- د- ركام خشن ( Coarse aggregates) .

٥- ركام بلوري (Crystalline aggregates) .

٦- 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 تاثير 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 وضايف نهر دجلة وصخورها رسوبيه

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 حاقتي 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 وبيجي وكذلك رمال نهريه في السماوة والمقاديبه

على طريق مندلي وفي الجزر الموجوده 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 الموجوده في منطقة الرافضية.

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

(حبيباتها خشنة ومنتزجة).

### 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).

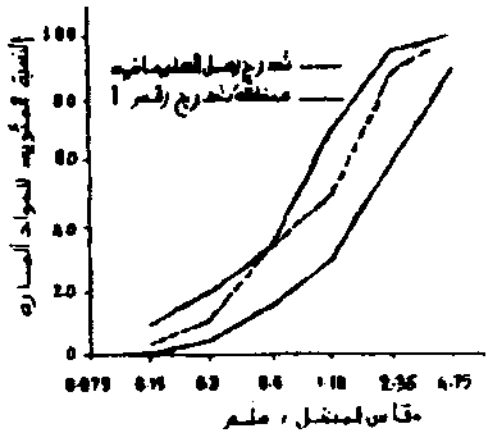
3. منطقة تدرج رقم (3):- حيث تتراوح نسبة الحبيبات الناعمة المارة من منخل ذو مقاس (0.6) ملم ما بين (60-79%) وتشمل مناطق مثل وادي المانع، كربلاء، الحصية، علي الغربي، وكامبين في الاشكال (2-14) الى (2-17).

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 (2-12).

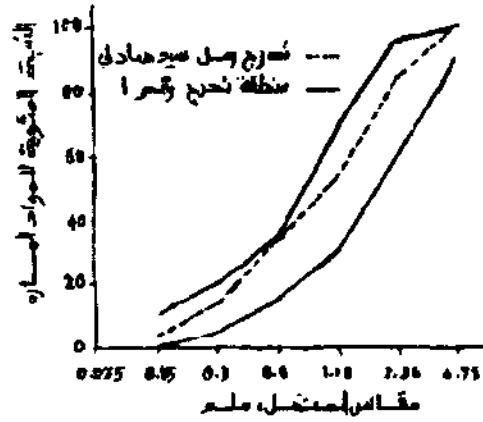
2-2-1-2 الرمال الغير مطابقة للمواصفات القياسية: وهذه الرمال تكون ذات تدرج خارج عن المناطق المحددة في المواصفات العراقية رقم 45 لسنة 1984 وتشمل مناطق نجاعة، الحبانية، وادي حوران (1) الموصل، تكريت، سامراء، وادي حوران (2) جلولاء، الرطبة، بنان، كرابلة، الطيب، وكما مبين في الاشكال (2-19) الى (2-30).



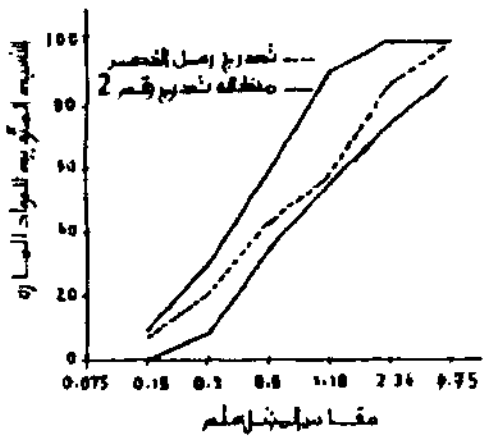
شكل (1-2) مفاعل الزمالة في العراق



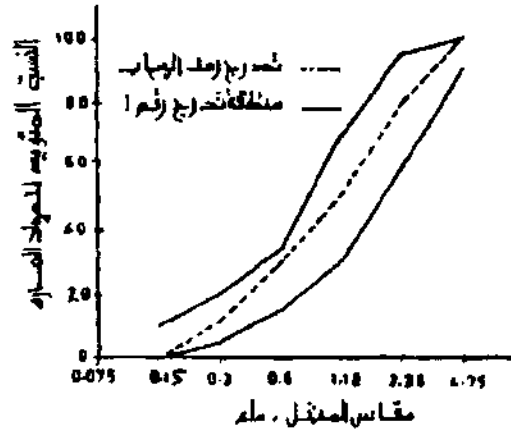
شكل (2-3) تدرج رمل منطقة السلیمانیه (●)



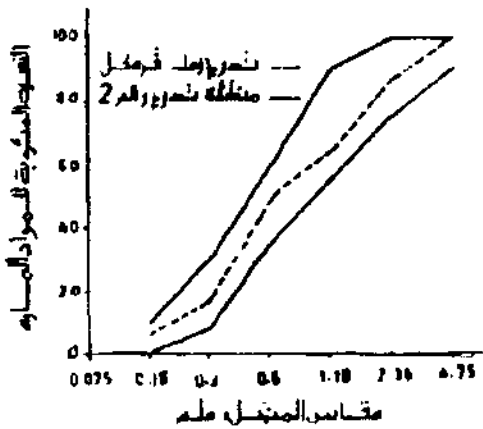
شكل (2-4) تدرج رمل منطقة مصادق (●)



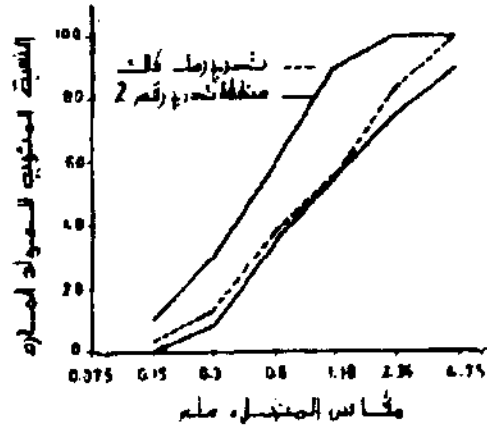
شكل (2-5) تدرج رمل منطقة الخصر (●)



شكل (2-4) تدرج رمل منطقة الجباب (●)

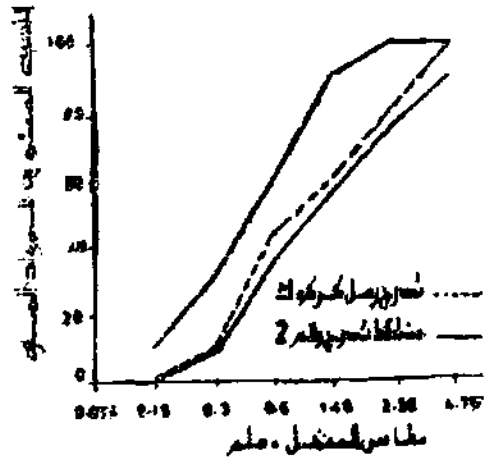
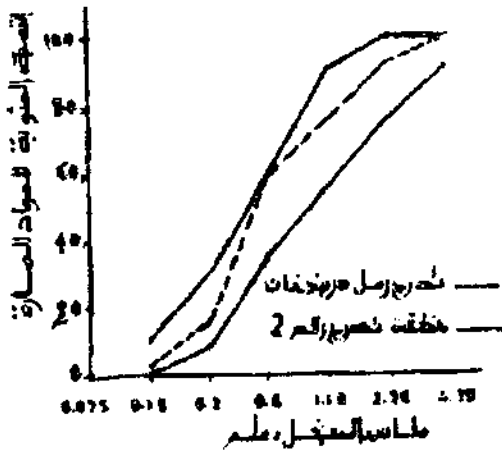


شكل (2-7) تدرج رمل منطقة كركوك (●)



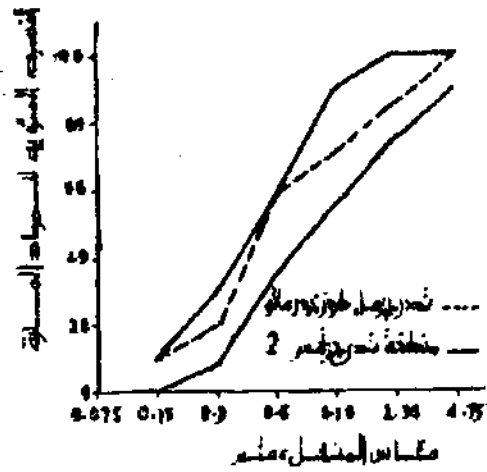
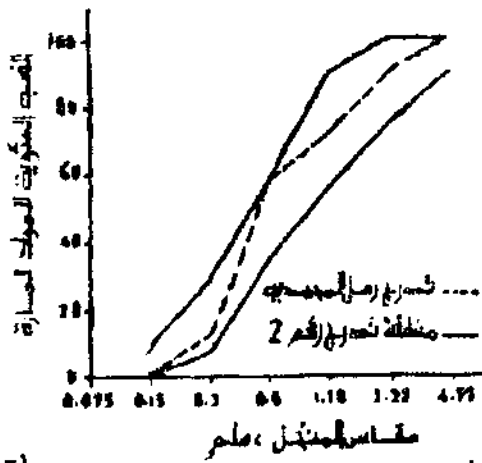
شكل (2-6) تدرج رمل منطقة كالك (●)





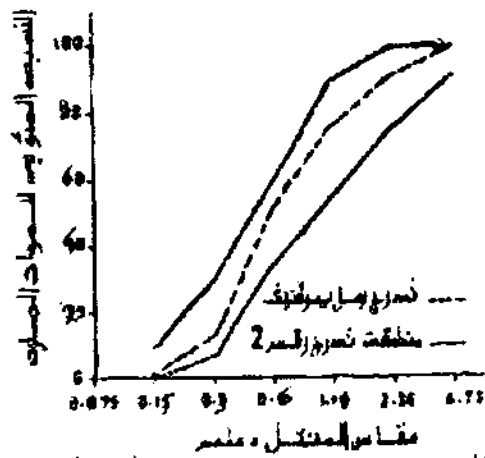
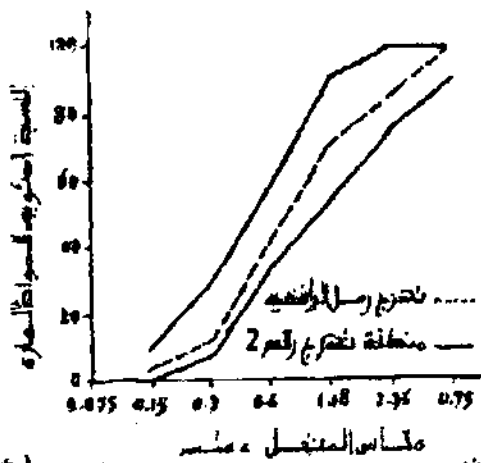
شكل (9-أ) تدرج رمل منطقة دريندخان (9-أ)

شكل (9-ب) تدرج رمل منطقة كركوك (9-ب)



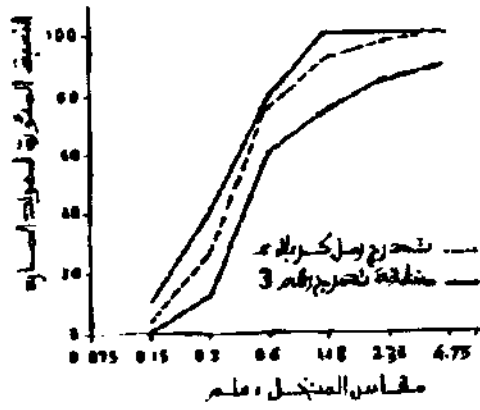
شكل (10-أ) تدرج رمل منطقة الهيمداه (10-أ)

شكل (10-ب) تدرج رمل منطقة طوزنورمالو (10-ب)

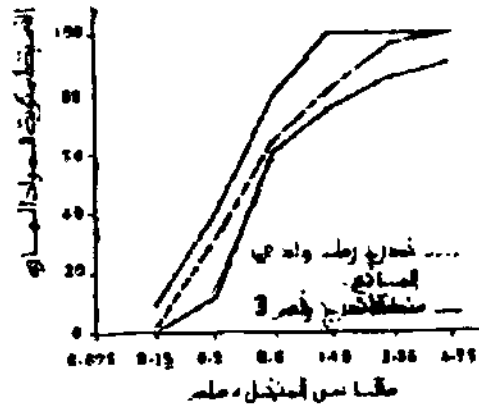


شكل (11-أ) تدرج رمل منطقة الوغنديه (11-أ)

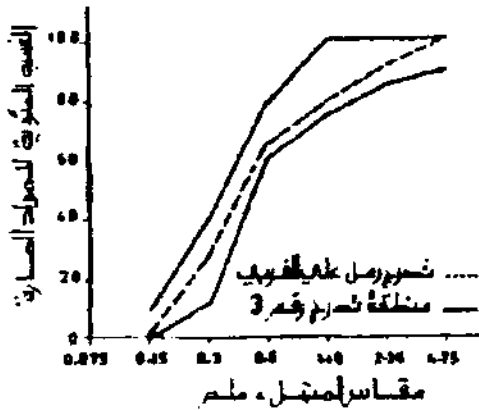
شكل (11-ب) تدرج رمل منطقة بيوتيف (11-ب)



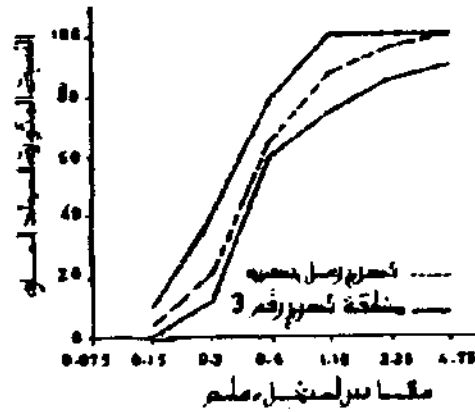
شكل (2-15) تدرج رمل منطقة كربلاء.



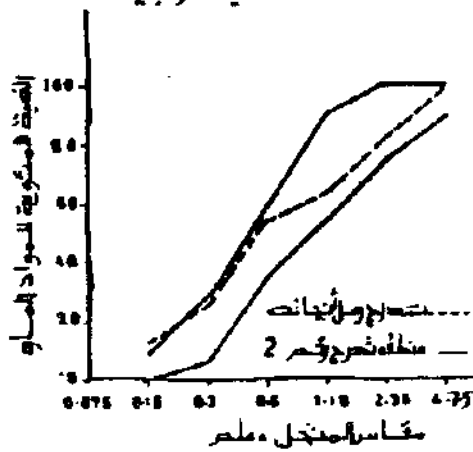
شكل (2-16) تدرج رمل منطقة واد عبا  
إسابع. (33)



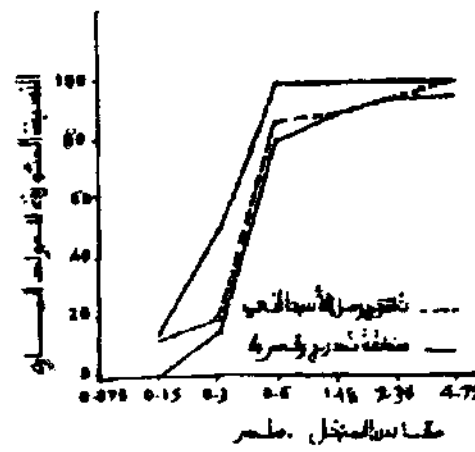
شكل (2-17) تدرج رمل منطقة  
علي الغربي (33)



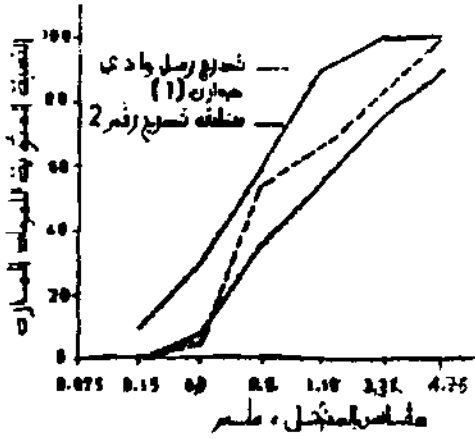
شكل (2-18) تدرج رمل منطقة  
حصية.



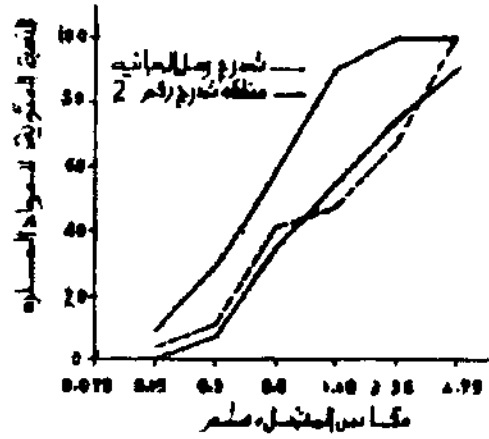
شكل (2-19) تدرج رمل منطقة  
أنجانص. (3)



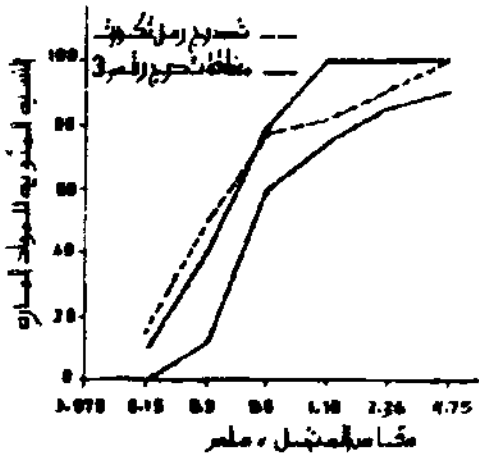
شكل (2-20) تدرج رمل منطقة  
أنجانص (33)



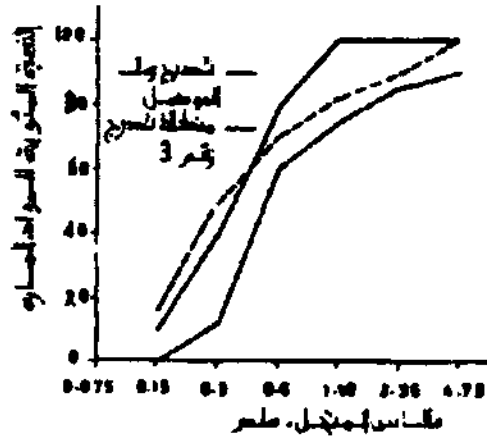
شكل (9-2) تدرج رمل منطقة وادي حوران (1) - (2)



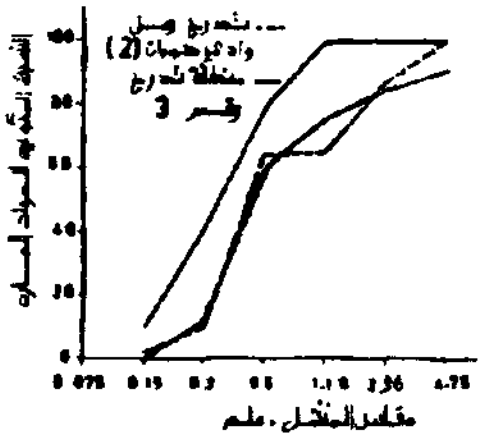
شكل (9-20) تدرج رمل منطقة الحامية (20) - (2)



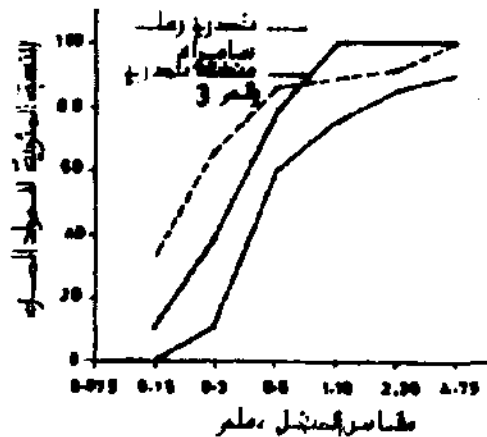
شكل (9-23) تدرج رمل منطقة الكوفة (23) - (3)



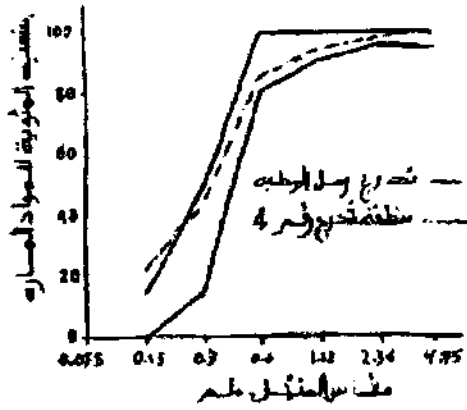
شكل (9-22) تدرج رمل منطقة الموصل (22) - (3)



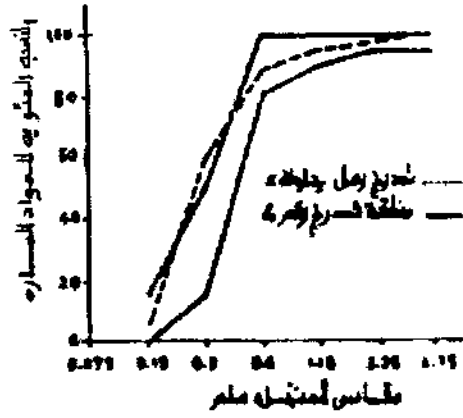
شكل (9-25) تدرج رمل منطقة وادي حوران (2) - (3)



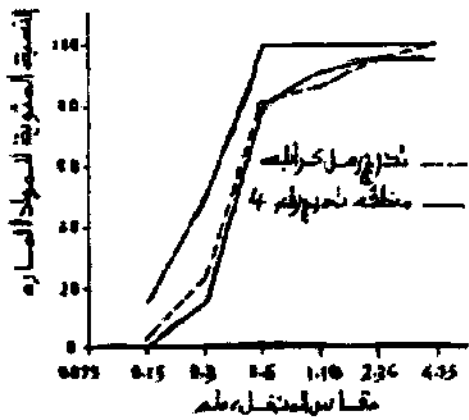
شكل (9-26) تدرج رمل منطقة سامراء (26) - (3)



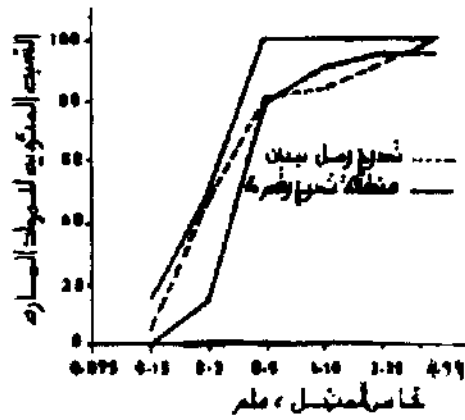
شكل (27-1) نحدرج رمل منطقة  
الوطيب (٤٤٤)



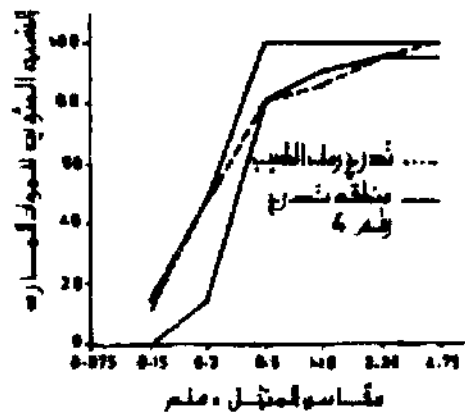
شكل (28-1) نحدرج رمل منطقة  
جولة (٤٤٤)



شكل (29-1) نحدرج رمل منطقة  
كركلاء (٤٤٤)



شكل (30-9) نحدرج رمل منطقة  
بينان (٤٤٤)



شكل (30-2) نحدرج رمل منطقة  
الطيب (٤٤٤)

## 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 واطى 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 الحجم الكبيرة الى الحجم 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 فإن 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 سمنت 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 ]

## 2-2-3 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 السمنت في الخلطة (فباستخدام الركام الخشن ينتج كميات كبيرة من الفراغات لذا يستوجب استخدام كميات كبيرة من السمنت 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 لاتتأثر بنسبة كبيرة وهذا ما يتضح من خلال النتائج المستحصلة لنماذج مصنوعة من ركام بتدرج منقطع التسلسل او فاشل [6].

### 2-3 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 (75ملم).

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 أيضا 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%) وعلل 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 والناجمة 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 لان الفراغات تؤدي الى تخلل 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 تتخفـض بمقدار (14.7%) عند زيادة نسبة الماء/السمنت من (0.7) إلى (0.9) عند استعمال رمل نو معامل نعومة (3.5) ونسبة السمنت/ركام (4:1) .

فقد أشار Talbot<sup>(10)</sup> و Power<sup>(14)</sup> إلى ان مقاومة عجينة السمنت تزداد مع مكعب نسبة الجل / الفراغ والتي تعرف بنسبة حجم عينة السمنت المتمينة إلى مجموع حجوم 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 فان 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 .

ان مقاومة الانضغاط تعتمد ايضا وإلى حد كبير على قوة الربط بين الركام وعجينة الاسمنت حيث يبين Alexander<sup>(18)</sup> و Cordon<sup>(20)</sup> إلى ان 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 ان مقاومة التلاصق بين عجينة الاسمنت والركام لا تعتمد على التلاصق فقط وانما 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 ان المساحة السطحية للركام الناعم تكون عالية وان 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> ان مقاومة الانضغاط للخرسانة بعمر (28) يوم تتخفص 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 ان الأطيان تسبب انخفاض مقاومة الانضغاط للخرسانة بسبب امتصاصها لكمية كبيرة من ماء الخلط مما يؤدي إلى انتفاخها وتوليد اجهادات داخلية تؤثر على مقاومة الانضغاط إضافة إلى احتمال تفاعلها مع بعض المواد الأولية للخرسانة او 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 اي 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 الاطنان .

## 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)

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

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

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

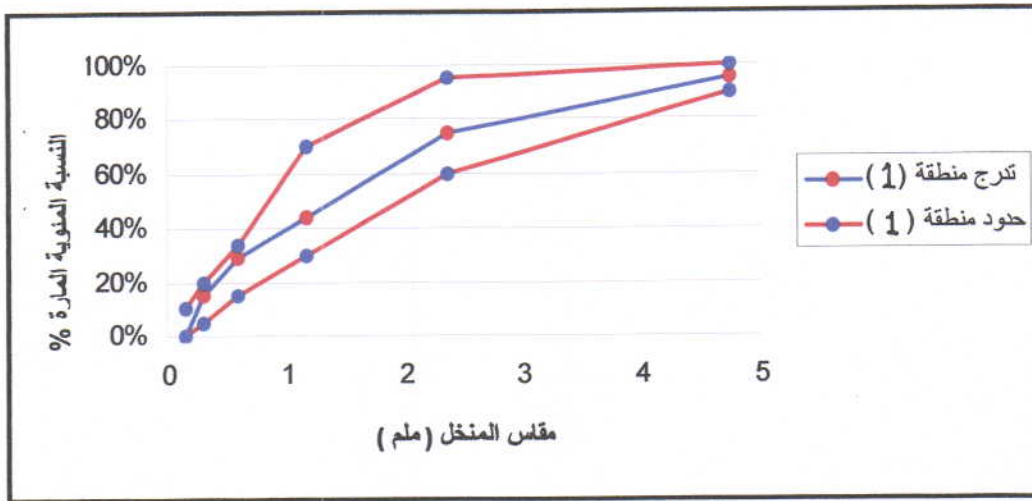
الجدول (3-4) نتائج التدرج المنخلي للنموذج الثاني من الركام الناعم ضمن منطقة التدرج (3)

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

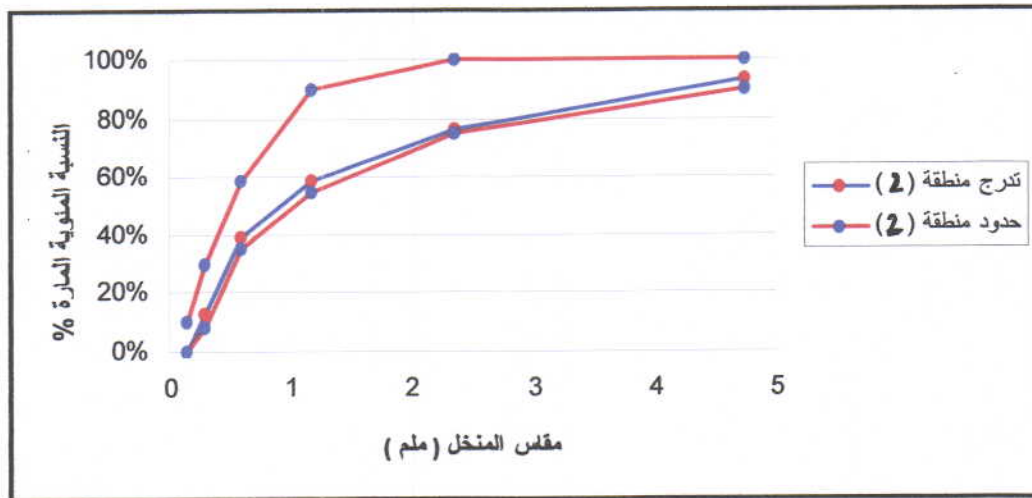
الجدول (3-5) نتائج التدرج المنخلي للنموذج الثاني من الركام الناعم ضمن منطقة التدرج (4)

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

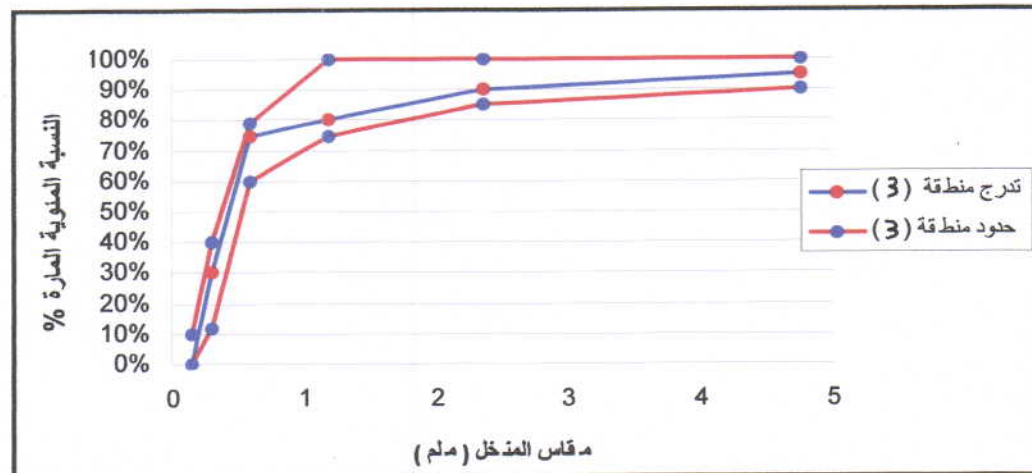




الشكل ( 1-3 ) يوضح تدرج منطقة ( 1 )



الشكل ( 2-3 ) يوضح تدرج منطقة ( 2 )



الشكل ( 3-3 ) يوضح تدرج منطقة ( 3 )