بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الدراسات العليا

مدرسة الهندسة المدنية

برنامج ماجستير هندسة التشييد

بحث تكميلـــــــي

لنيل درجة الماجستير في الهندسة المدنية (هندسة التشييد)

بعنـــــــــوان

تحسين خواص خرسانة الممرات بإضافة الجير

Improve The Properties Of Corridors By Adding Lime

إعداد الطالبة:-

رباب حمدالنيل بابكر محمد علي

إشـــراف:-

د. أبو سمرة عوض عطا المنان

سبتمبر 2018

قال تعالى :-

"أَلَمْ تَرَ كَيْفَ فَعَلَ رَبُّكَ بِعَادٍ ۞ إِرَمَ ذَاتِ الْعِمَادِ ۞ الَّتِي لَمْ يُخْلَقْ مِثْلُهَا فِي الْبِلَادِ"

صدق الله العظيم

سورة الفَجْرِ .. الآية (5~8)

الإهداء

إلى .. روح أمـــــــي

إلى.. آبـــــــي

إلى.. أســرتى الصغيرة

إلى .. أساتذتي الأجلاء ، الشموع التي تضئ أرجاء هذا الوطن

أهدى هذا البحث المتواضع وأرجو أن ينال رضاء وقبول الجميع

شكـــر

شكـــر

أتقدم بالشكر لـ جامعــة السودان للعلــوم والتكنولوجيا ، وصفــوة العلماء الأجلاء الذين يكابدون السبــل لنشر علمهم إلي طلابهم في أنحاء الوطن المتفرقة ، وما بخـلو علينا بعلمهم الغزير ولا برأيهم السديد فلهم منى الشكر والتقدير

كل الشكر وفائق الاحترام للدكتور المتواضع المعلم **أبـو سمــرة عـوض** الذي كان بمثابة الذهن الذي به أستجلى غوامض الأمور ، والذي قدم النصح والإجابة ولإرشاد بصدر رحب وتعامل أخوي فله منى فائق الشكر والإحترام وهــذا اقل ما يستحق .

كذلك أتقــدم بالشكــر إلي أسرة كليـه الهندســة والتكنولوجيا جامعــة الجــزيرة وأسرة معمل الهندسة المدنية .

والشكر إلي كل من ساهم حتى خرج هذا الجهد بصورته النهائية .

محتويات البحث

#	المحتوى	رقم الصفحة
I	الآية القرآنية	
II	الإهداء	
III	شكر	
IV	مستخلص	
V	Abstract	
VI	الفهرس	
VIII	قائمة الأشكال	
الباب الأول : المقدمة		
1.1	المقدمة	1
1.2	أهداف البحـــث	1
1.3	مشكلة البحث	1
1.4	منهجية البحث	2
1.5	هيكلة البحث	2
الباب الثاني:الإطـــــار النظري		
2.1	مكونات خلطة خرسانة الممرات	3
2.2	الجير كمادة مضافة في صناعة خرسانة الممرات	6
2.3	الخلطة الخرسانية لخرسانة الممرات	11
2.4	صناعة خرسانة الممرات	12
2.5	محاسن صناعة خرسانة الممرات	13
الباب الثالث : الخلطة الخرسانية والتجارب المعملية		
3:1	المقدمة	14
3.2	تصميم الخلطة الخرسانيه	14
3.3	البرنامج المعملي	18
3.4	الاختبارات المعملية للمواد	19
3.5	مكونات الخلطات المُصممة	20
الباب الرابع : النتائج المناقشة		
4:1	نتائج اختبارات المواد	22

4:2	نتائج الامتصاص	25
4:3	نتائج الوزن	28
4:4	نتائج مقاومة الضغط	30
4:5	مناقشه النتائج	37
الباب الخامس : الخلاصة والتوصيات		
5:1	الخلاصة	38
5:2	التوصيات	39
5:3	المراجع	40
الملحقات		
	جداول ومخططات الخلطات الخرسانية	
	صـــــور	47

قائمة الأشكال

الشكل	البيـــــــــــــان	رقم الصفحة
1.4	مقارنة نسبة امتصاص المكعبات للخلطات المختلفة.	27
2.4	نتائج مقاومة الضغط للخلطات المختلفة في عمر (3 يوم)	35
3.4	نتائج مقاومة الضغط للخلطات المختلفة في عمر (7 يوم) للمكعبات	35
4.4	نتائج مقاومة الضغط للخلطات المختلفة في عمر (14 يوم)	36
5.4	نتائج مقاومة الضغط للخلطات المختلفة في عمر (28 يوم)	36

الباب الاول

Chapter One

البـــاب الأول

المقدمة
Introduction

1.1 عـام

خرسانة الممرات احد تقنيات التشييد في العصر الحديث ؛ وهي شكل من أشكال الخرسانة المعالجة كيميائياً ، وتعد طريقة مثالية للأرصفة نظراً لتنوعها وألوانها التي يمكن تكوينها وتركيبها تبعاً لمتطلبات المهندس المصمم ، كما تمتاز بأشكال متنوعة مصممة كالصخور الطبيعية والطوب وأحجار الجرانيت ذات الأسطح الخشنة واللامعة ، كما أنها أعطت فرص للإبداع المعماري .

تستعمل لـرصف الممرات والطرق والمنتجعات والقرى السياحية وصالات المطاعم والمقاهي العامة والمعارض التجارية ، لها المقدرة علي تحمـل الضغوط والأحمال ومقاومة الاحتكاك والعوامل الجوية.

كما أنها تتميز بالسرعة العالية في التنفيذ واقل تكلفه أذا ما قورنت بالبلاط والسيراميك و الإنترلوك المستخدم في أعمال تنسيق الحدائق والممرات .

ومن أهم أنواعها الخرسانة المطبوعة والخرسانة واللامعة التي تستخدم طبقه الايبوكسي لمنح الأرضيات أشكال متعددة

2.1 مشكلة البحث

تطورت صناعـة منتجات الخرسانة بأنواعها وأشكالها وسماكاتها وألـوانها المختلفة ، وتم الإقبال علي خرسانة الممرات كمنتج حديث في صناعة التشييد يفئ بالأغراض المعمارية المطلوبة .

عمل البحث علي دراسة تحسين خواص خرسانة الممرات كمقاومه الضغط و الامتصـاص باستخدام المواد المحلية المتمثلة في الجير.

3.1 أهداف البحث Research Objectives

1- دراسة تأثير إضافة الجير علي مقاومة الضغط لخلطة خرسانة الممرات .

2- دراسة تأثير إضافة الجير علي الامتصاص .

3- دراسة تأثير إضافة الجير علي الوزن .

4- إختبار نسبة خلطة خرسانة الممرات بإضافة الجير باستخدام المواد المحلية المتاحة .

4.1 منهجية البحثMethodology

الخطوات الرئيسية التي اعتمد عليها البحث :-

1- جمع المعلومات من مصادر مختلفة (الزيارات الميدانية ، ألشبكه ألعنكبوتيه ، المراجع العلمية)

2- تصميم خلطة خرسانة الممرات مع عمل كل الإختبارات المعملية للمواد .(اسمنت ، رمله ،ركام)

3- قياس الأوزان ، الامتصاص و المتانة للعينات معملياً .

5.1 هيكلة البحث Research Organization

تم تقسيم هذا البحث إلى خمسة أبواب ؛ الـــباب الأول يحتوى المقدمة ، الباب الـــثاني اشتمل علي الإطــار النظري ، الباب الـثالث المنهجية ودراسة الحــالة ، الباب الرابــع مناقشة وعرض نتائج الإختبارات و الباب الخامس إشتمل علي الخاتمة و التوصيات.

الباب الثـــاني

Chapter Two

البـــاب الثـــــــاني

الإطار النظري

Literature Review

1.2 مكونات خرسانة الممرات Concrete Corridors Constituents

خرسانة الممرات أحـد تقنيات التشييد في العصر الحـديث ، حيث تمت الإستفادة من الخرسانة كمـاده مالئة وسهلة التشكيل في هذه التقنية . يدخل الأسمنت كمكون أساسي بنسـب وزنيه عالية، والركـام الصغير مقاس 10ملم و الرمل الناعم وماء الخلط.

فالخرسـانة هي مجموعه غير متجانسة من المواد ، تتكون أساساً من ركـام عضـوي صلب ومنتشر ومدرج وعادةً من أصل بلوتوني ذو رسوب حـاوي لمركبات الكالسيوم ومدفون في مـاده لاحمه تتألف من مجموعه من الرواسب من السيليكات القلوية عديدة القاعدة والسيليكات شبه القلوية ومجموعه أخرى من الاكاسيد معلقه جميعها في محلول مائي ، وهذه ألماده اللاحمة لها ألقدره علي استمرار التحلل والتفاعل والتجلتن بوجود الماء لتكون مترسبات جلاتينيه حتى تتصلب. [1]

من هذا التعريف يتضـح لنا أن الخرسانة تتكون من مجموعتين :مجموعة نشطة تحـتوي علي الماء والأسمنت ومجموعه غير نشطة تحتوي علي الركام .الخرسانة تحصل علي صلابتها ومقاومتها من الماء والأسمنت نتيجة لتفاعل الاسمنت والماء فيما يعرف بتفاعلات الإماهة. وهذه التفاعـلات بطئيه ممـا يؤخـر حصـول الخرسـانة علـي مقاومتها في وقـت مبكر ، ولكـن هذه التفاعـلات قد تتـوقف أو تبطـؤ بسبب فقـدان المـاء مـن الخـرسـانة المتصـلدة . لـذلك يتـم معالجـه الخرسـانة بعـد تصـلدها بالغمـر في المـاء أو الـرش وذلك للحفاظ علي الماء الضروري للتفاعل مـع مركـبات الأسمـنت ، هناك طـرق أخـرى للحفـاظ علي المـاء الضـروري للتفاعـل وذلك لمنع تبخـر المـاء من الخرسـانة بتغليفها بمواد عازله . والحفـاظ علـي ماء الخلط ليس ضرورياً فقط للخرسـانة المتصـلده بـل هـو ضـروري أيضـاً للخرسانة الطـرية فـي مراحـل الخلـط والصـب وذلك لضمـان استمـرار التفاعل بين المـاء والأسمـنت فـي العمـر المبكـر للخرسـانة وكـذلك الحفاظ علـي درجـه التشغـيل المطلـوبة. كما أن تشكيل الخرسانة يختلف من تطبيق إلي آخر لذلك يتم تغيير كميه الماء المضافة والمعروفة بنسبه الماء للاسمنت وكـذلك كميه ونوع الركام ومقاسه ونوع الاسمنت المستخدم وكذلك الإضافات الضرورية. [5]

مازالت هناك الكثير من المحاولات من المهندسين لتحسين جوده الخرسانة ومتانتها وقوتها وتحملها للانضغاط وجعلها ماده إقتصادية في التشييد مقارنه مع غيرها من المواد كالصلب والأخشاب.

المواد المكونة لخرسانة الممرات هي:

(أ)الأسمنت

المعنى العام لكلمة أسمنت هي ماده ذات خواص لاصقة لاحمة مما يجعلها قادرة علي ربط المواد المتجزئة في كتل متراصة للأغراض الإنشائية. نحصل علي الأسمنت بالخلط الجيد والمتآلف من المواد الطينية والكلسيه أو الأنواع الأخرى من السيلكا آو الالومنيا آو المواد الاحاديه علي أكسيد الحديد ومن ثم تعرض تلك المواد إلي درجه من الحرارة نتمكن عندها من الحصول علي الكلنكر وبطحنه نحصل علي الأسمنت. المواصفات القياسية البريطانية تشترط عدم أضافه أي مواد أخرى فيها عدا الجبس والماء بعد الحرق .

نتيجة لما تتطلبه الإحتياجات المختلفة فقد وجدت أنواع من الأسمنت يتميز كل منها بصفه خاصة متأثرة بنسب المواد الخام التي تدخل في تركيبه .

وفيما يلي ملخص لأهم أنواع الاسمنت :-

* الأسمنت البورتلاندي سريع التصلد

* الأسمنت البورتلاندي منخفض الحرارة

* الأسمنت البورتلاندي الملون

* الأسمنت البورتلاندي ذو الهواء المحبوس

* الأسمنت البورتلاندي المقاوم للبكتريا .

هذه الإختبارات علي خواص الأسطح الطبيعية و الميكانيكية والكيمائية وهي التي تحدد مدي صلاحية الأسمنت والخواص التي تجرى عليها هذه الاختبارات هي:-

1- النعومة

2- زمن الشك

3- ثبات الحجم

4- ألمقاومه (القوه)

5- التركيب الكيميائي

(ب)الركام

يعتبر الركام من المكونات المهمة في الخلطة الخرسانية أذا أنه يشكل حوالي 75% من الحجم الكلي للخرسانة لذلك نجد أن الخرسانة تتأثر بصورة كبيره بخصائص الركام المستخدم فيها.

ينقسم الركام إلي نوعين:-

1- الركام صغير الحجم " الناعم" وهو الذي لا يتعدي مقاسه الأقصى 5 ملم.

2- الركام كبير الحجم " الخشن" وهو الذي لا يتعدي 5 ملم.

يقوم الركام بالأعمال الآتية:

1- يكون جسم الخرسانة المقاوم للأحمال وعوامل التآكل.

2- يمكن اعتباره مادة مالئة رخيصة

3- يساعد في الحفاظ علي حجم وشكل الخرسانة أثناء الشك والتصلب.

المصادر العامة للركام هي :-

1- مصادر طبيعيه مثل المحاجر الطبيعية

2- مصادر صناعية مثل ركام خبث الأفران ومخلفات الفحم المحترق وركام عمليات المعالجة الحرارية.

3- ركام ملون لإغراض الزينة.

يتم تقسيم الركام حسب المقاس الى ثلاثة أقسام هـــــى:-

أ/**الركام الصغير** وهو عبارة عن الحبيبات التي يمر أغلبها من المنخل القياسي 4.76 mm

ولا يزيد ما يحتجز فيها علي المنخل عن النسب المسموح بها في المواصفات القياسية .

ب/ **الركام الكبير** هو الذي يجب أن يحتجز معظمه علي المنخل القياسي 4.76mm ولا يزيد ما يمر منه عبر المنخل عن المواصفات القياسيه

ج/ **الركام الشامل** هو خليط من الركام الصغير والكبير

يتم تقسيم الركام حسب الشكل إلي خمسه أقسام هي:

1- ركام زاوي

2- ركام مدور

3- ركام غير منتظم

4- ركام مفلطح

5- ركام عضوي

من ناحية السطح ينقسم الركام :-

1- ركام زجاجي

2- ركام ناعم

3- ركام حبيبي

4- ركام بلوري

5- ركام خشن

6- ركام مسامي

اختبارات الركام:-

1/ التحليل بالمناخل للركام الناعم والركام الخشن

2/ مقاومه الركام للتهشيم .

(جـ) ماء الخلـط Mixing Water

يقوم الماء بالوظائف التالية:-

1- يعمـل علـي إماهـة الأسمنت وتفاعله مكوناً أكاسيد الأسمنت ويحتاج كل جزء من الأسمنت إلي 3 أجزاء من وزنه ماء - تقريباً- وذلك لإتمام إماهته .

2- يعمل الماء علي بلل الركام الذي يحول دون إمتصاص الحبيبات للماء اللازم لعملية الإماهة.

3- يقـوم المـاء بما يشـبه فعـل التشحـيم في الماكينات فهو بذلك يساعد علي جعل الخـرسانة قابلية للتشغيل.

يجب أن يكون الماء المُستخـدم في خلـط الخرسانة نظيفاً خالياً من المواد الضـارة مثل الزيوت والأحماض ،السكريات ، الأملاح والمواد العضوية التي قد تؤثر تأثيراً متلفاً علي الخرسانة .

هنالك بعض المواد التي تؤدي إلي تأثيرات ضارة بالخرسانة وذلك عند وجودها في ماء الخلط منها الطـين من المـواد الرسـوبية ، الزيوت ، الأملاح ، القلـويات ، الأحمـاض ، المـواد العضـوية والفضلات ..... الخ. [3]

(د) الجـــير كمادة مضافة في صناعة خرسانة الممرات

تم إختيار الجير كمحسن لخواص الإنترلوك الخاصة لزيادة مقاومة الضغط وتقليل الإمتصاص وزيادة الوزن . الجـير مصطلح عـام يشتمل علـي تصنيفـات فيزيائيه وكيميائيه مختلفـة نتيجة لحـرق وإضافـة المـاء للحجر الجيري أو أي مادة كلسية .

أهم أنواع الجير هي:-

1. **جير البناء** هو ذلك الجير ذو الخصائص الكيمائية والفيزيائية المناسبة للإستعمال في أغراض البناء والتشييد.
2. **الجير الحي** يعتبر المادة الناتجة عن حرق الحجر الجيري عند درجات حرارة مناسبة تتراوح بين 950- 1050 درجة مئوية حيث يصبح الجير عندها قابلا للتفكك تماماً عند إطفائه بالماء.

3. الجير المطفأ يعتبر المادة الناتجة عن معالجة الجير الحي بإطفائه بالماء قبل الإستعمال بمدة كافية لتبريده، حيث يصبح على هيئة بودرة بيضاء مفككة جافه خالية من الكتل المتماسكة.

4.الجير المائي هو عبارة عن جير يحتوي على كميات قليلة من أكسيدي السيلـكون والألمونيوم (مع أو بدون أكسيد الحديد) حيث يعطي إتحادهما كيميائياً مع أكسيد الكالسيوم معادن قادرة علي التصلب في وجود الماء.

5. الجير الدسم هو ذلك المعجــون اللدن الذي يحتوي علي جير مطفــأ و كمية قليلـة مــن المـاء الحــر.

6.جير الماغنزيوم هو ذلك الجير الذي يحتوي على أكثر من 5% أكسيد ماغنزيوم.

يجــب أن يستوفــي جير البناء بأنواعــه المختلــفة اشــتراطات الجــودة الكيمــيائية كما هو مبين**الجدول (1.2)**.

الجدول (1.2): يوضح الاشتراطات الكيميائية لجير البناء.

الخاصية الكيميائية	النسبة المئوية %					
	الجير المائي		الجير الدسم		جير الماغنزيوم	
	حي	مطفأ	حي	مطفأ	حي	مطفأ
CaO+MgO كحد أدنى	75	70	85	85	85	85
MgO كحد أقصي	5	5	5	5	ـــــ	ـــ
L O I الفقد بعد الحرق	5-7	ـــ	5-7	ـــ	5-7	ـــ
$SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3$	5-25	5-25	>5	>5	>5	>5
المتبقي بعد الإطفاء كحد أقصى	5	5	5	5	5	5
CO_2 كحد اقصي	5	5	5	5	5	5

الاشتراطات الفيزيائية لجير البناء هي:

أ- النعومـــة يجب أن تمـــر كل الحبيبات في الجـير المطفأ مـــن خـــلال منخل 2.36 مم وأن لا يزيد مقدار المتبقي على منخل 850 ميكرون عن 5% أيضا أن لا يزيد مقدار المتبقي على منخل 300 ميكرون عن 10% ويجرى الاختبار حسب المواصفة [4] .

ب- الناتج ألحجمي لا يقل الناتج ألحجمي للجير الحي الدسم عن 1.7سم^3/ جم بعد الإطفاء ويجرى الاختبار حسب المواصفة **[4]**.

ت- قابلية التشغيلفي الجير الحي الدسم يجب أن لا يقل عدد الضربات في اختبار قابلية التشغيل عن 13 ضربة ليصبح قطر العجينة 19سم من عينة أولية مفرودة 11سم بالنسبة للجير المطفأ الدسم وجير الماغنزيوم يجب أن لا تقل عدد الضربات في اختبار القابلية للتشغيل عن 10 ضربة ليصبح قطر العجينة 19سم من عينة أولية مفرودة 11س ويجرى الاختبار حسب المواصفة**BS EN 459-2**

ث- الثبات يجب أن لا يزيد التمدد في الجير المطفأ بجميع أنواعه المذكورة في هذه المواصفة عن10مم ويجرى الاختبار حسب المواصفة **[4]** .

المقاومة القياسية لأنواع الجير الهيدروليكي و الجير الهيدروليكي الطبيعي طبقا للمواصفات القياسية الأوروبية الخاصة بجير البناء – الجزء الأول – الطرق القياسية للاختبارات الطبيعية للجير عند 28 يوماً ولها القيم المذكورة في **الجدول (2.2)**.

الجدول (2.2): مقاومة الضغط للجير الهيدروليكى و الجير الهيدروليكى الطبيعى.

انواع جير البناء	مقاومة الضغط بالنيوتن /مم^2	
	سبعة أيام	28 يوماً
الجير الهيدروليكى 2 و الجير الهيدروليكى الطبيعى 2	--	≥2 إلى ≥7
الجير الهيدروليكى 3,5 و الجير الهيدروليكى الطبيعى 3,5	--	≥5 إلى ≥10
الجير الهيدروليكى 5 و الجير الهيدروليكى الطبيعى 5	--	≥5 إلى ≥15
آ- يسمح للجير الهيدروليكى 5 والجير الهيدروليكى الطبيعى 5 والذى كثافته الكليه أقل من 0.9كجم /لتر أن تكون له مقاومه ضغط حتى 20 نيوتن / مم^2		

يجب ان تتطابق الخواص الطبيعية كما هو وارد فى **الجدول (3.2)** جير المباني عندما تختبر طبقا للمواصفه القياسيه الأوربية.

الجدول (3.2):الاشتراطات الطبيعية للجير الحى.

	أنواع جير المباني	ثبات الحجم بعد الأطفاء طبقا للبند(5 /3/3)[أ] من المواصفه (597/ 1) [ب]	الإنتاجية طبقا للبند (9/5) من المواصفه (597/ 1)[ب] لتر/10كجم
1	الجير الكالسيومى 90	يجتاز	≤26
2	الجير الكالسيومى 80		
3	الجير الكالسيومى 70		
4	الجير الدولومتيى 85	يجتاز	-
	الجير الدولوميتى 80	يجتاز	-

يمكن أن تضاف خصائص أخرى تعيين ايضاً طبقاً للمواصفه القياسيه الأوربية الخاصة بجير البناء – الجزء الأول: الطرق القياسية للإختبارات الطبيعية للجير،أما متطلبات مواصفات التنفيذ المتعلقه بإستخدام الجير أو لرغبات المستخدم لهذه الخصائص.

يؤثر إختيار جير البناء فى الكثير من التطبيقات فى الظروف البيئية القاسية التى لها تأثير على ديمومة المونة و منتجات البناء الأخرى مثل مقاومة الصقيع و المقاومة الكيميائية . يجب أن يتبع إختيارجيرالبناء من خلال هذه المواصفه فيما يتعلق بنوع و رتب مقاومة الضغط للتطبيقات المختلفة و ظروف التعرض للوسط المحيط بالمواصفات المناسبه للمونة و منتجات البناء الأخرى لكى تكون صالحة فى موقع الأستخدام .

أهم اختبارات الجير هي:

1- النعومة.

2- محتوى الماء الحر.

3- ثبات الحجم .

4- زمن الشك.

2.2 الخلطة الخرسانيه لخرسانة الممرات

هي التحكم في كمية المواد الداخلة في صناعة الخرسانة والتي يراعى فيها الحصول علي خرسانة ذات تكاليف إقتصـادية قليلة وخـواص فيزيائية وكيميائية وميكانيكية جيدة يجب التأكد منها بإجراء بعض الإختبارات علي الخواص المرغوبة مثل :-

ـ قابلية التشغيل Workability

– الإنتظاميه Uniformity

– المقاومة Strength

– التحمل مع الزمن Durability

- الحجم Volume

- الثبات Constancy

- الوزن Weight

وتتلخص محاسن ومميزات الخرسانة في هذه الصناعة في الآتي:

1- الخرسانة في حالتها المتصلده تبدو كمادة صخرية ذات مقاومه عاليه للضغط .

2- الخرسانة الطازجة لها خاصية اللدونه التي تسمح بتشكيلها في أي قالب من القوالب

3- توفر مكوناتها محلياً .

4- قابله للتلوين .

أما عيوب هذه الخرسانة تتلخص في الآتي:

1- الحركة الناتجة من الانكماش بالجفاف أو الرطوبة تسبب شروخ دقيقة .

2- تسمح بنفاذ السوائل والغازات بدرجة متفاوتة تعتمد علي جودة الخرسانة ونسبه الفراغات بها .

3.2 صناعة خرسانة الممرات Manufacturing Concrete Corridors

الخرسانة كمــادة مالئة وسهله التشكيل تمت الإستفادة منها في صناعة التشييد والبناء متمثل ذلك في خرسانة الممرات ، الإنترلوك ، البلوكات وغيرها .

خطوات تصنيع خرسانة الممرات:-

1. عمل كشط للطبقة العليا من التربة بسمك 40 سم .
2. عمل ردميات من التربة الحمراء مع المندله الجيدة والرش بالماء .
3. عمل طبقة بسمك 10 سم من الرمل مع عمل التسوية اللازمة والرش بالماء .
4. تحديد المناسيب للخرسانة ووضع شبك الحديد ثم صب الخرسانة وتسويتها .
5. وضع المواد الملونة للأرضيات مثل الرمال الناعمة أو البودرة قبل جفاف الخرسانة .
6. يمكن تشكيل الخرسانة بقوالب محدده أو طباعتها آو ختمها بواسطة أختام ودكها جيداً .
7. يتم رشها بالماء لمده ثلاثة أيام علي الأقل .
8. العمل علي وضع مواد الحماية الخاصة بذلك وتلميع الخرسانة [6]<

صور لأشكال مختلفة من خرسانة الممرات

صورة رقم (1)

صورة رقم (2)

4.2 محاسن صناعه خرسانة الممرات:-

1. عملت علي نشر ثقافة المنتجات الخرسانية .

2. دخول عماله جديدة الى سوق العمل .

3. الإقبال علي شراء المكونات " رمله ، أسمنت ، خرسانة " .

4.تدريب الكوادر الهندسية علي المعاملة مع تقنيات الصناعات الخرسانية ألحديثة.

الباب الثالث

Chapter Three

الخلطة الخرسانية والتجارب المعملية

Mix Design And Experimental Program

1.3 مقدمه

يحتوى هذا الباب علي مكونـات الخلطة الخرسانيه لخرسانة الممرات التي تم تصميمها بالطريـــقة البريطانية مع عمل الاختبارات اللازمة لمكوناتها وتحديد خلطات بإضافة الجير كنسبة من كمية الاسمنت بالخلطة .

2-3 تصميم الخلطة الخرسانيه Concrete Mix Design

تصمـيم الخلطـة الخرسـانيـه يعـني تحـديد القـيم Proportioning بمـا يتفـق مـع المتطـــلبات النسـبية لمكـوناتها المـرغوبة لعمل معـين . ويكون ذلك إما باستخدام نسب تثبت فاعليتها من آ بالطـرق الوصفية Empirical Proportioningحسابيه مبنية علي أساس فني .

3.3 الخصائص المطلوبة في الخرسانة Require Concrete Proper tier

تعتبر المتطلبات الأساسية في جوده الخلطة الخرسانيه في مرحلتين

مرحله الخرسانة الطازجة

1- سهوله الصب Placing

2- قيمه الهبوط Slump

3- مرحله التشطيب Finishing

4.3 الاعتبارات الأساســية Basic Consideration

1- الخرسانة يجب أن تلبي متطلبات الحد الأدنى من الخواص ألمعينه والمحددة .

2-يجب أن تكون تكاليف إنتاجها اقل ما يمكن .

3- يجب أن تكون مقاومه الانضغاط الدنيا اللازمة وفق اعتبارات الغرض المطلوب .

فيما يلي أنواع المقاومات الدنيا للخرسانة للاستعمالات المختلفة وذلك وفقا للدليل البريطاني **(CP110)S:-**

1- الخرسانة العادية " بدون تسليح" = (7 mm/m2)

2 - الخرسانة المسلحة " مع ركام خفيف الوزن" = (15 mm/m2)

3 - الخرسانة المسلحة " مع ركام الاعتباري" = (20 mm/m2)

5.3 **خواص الخرسانة المتصلده (الجافة)** Properties Of Hardened Concrete

عندما تتحول الخرسانة من الحالة الرطبة ألي الحالة الصـلبه أو الجـافة فإنها تكتسب خواص جديدة وبدراسة هذه الخواص ومناقشتها يمكننا وصف حاله الخرسانة الجافة ومن أهم تلك الخواص مقاومـه الخرسانة .

1.5.3 مقاومه الخرسانة Strength Of Concrete

يمكـن اعتبــار المقاومــة بشكـل عـام علــي إنـها مـن أهـم خواص الخرسانة بالرغم من وجود خصـائص أخرى أكثر أهمية من المقاومة مثل المتانة واللا نفاديه

العوامل الرئيسية المؤثرة علي مقاومه الخرسانة بصورة عامة :-

أ. نسبة الاسمنت إلي ماء الخلط .

ب. نسبه الركام إلي الاسمنت .

ج. تدرج وتكوين السطح وشكل ومقاومه وصلابة حبيبات الركام .

د.المقاس الأقصى للركام .

هـ. الترابط بين العجينة والركام .

و. مقاومه حبيبات الركام الخشن (أي قابليه الركام لتحمل الإجهادات المسلطة عليه).

ومن أهم أنواع المقاومات بالنسبة للخرسانة الأتي:-

1- مقاومة الضغط .

2-مقاومة الشد .

3-مقاومة الانثناء .

2.5.3 مقاومة الضغط Compression Strength

الخرسـانة المتصـلده لهـا مقـاومـه ضغـط عـاليه وذلك بعـد فـتره المعـالجة الـتي تعقـب الصـب وهذه المقاومــة تـزداد بزيـادة عمـر المعالجـة بعـد ذلك يتـم اختبـار هـذه الخرسـانة المتصلده لمعرفه مقاومتها

1.2.5.3 طرق اختبار مقاومه الخرسانة :-

1- اختبار المكعـــبات (Cubic Test)

2- اختبار الاسطوانات (Cylindrical)

3- اختبار المناشـــير (Prisms)

حيث تمم المعالجة لمده (28يوم) ويتم تعريض الأحمال تدريجيا إلي أن يحدث الانهيار عند هذه ألنقطه تكون القراءة هي مقاومه الخرسانة للضغط .

2.2.5.3 العوامل المؤثرة علي المقاومة Factors Affecting Strength

1/ الركام الأقصى :

خواص الركام عامه هذه تكوينه السطحي تؤثر في المقاومة القصوى للضغط.

2/ نسبه الماء إلي الاسمنت (W/C).

3/ محتوى الاسمنت (زيادة في محتوى الاسمنت زيادة في المقاومة)

4/ نوع الاسمنت (السبب معدل تصلب أنواع الاسمنت التجارية)

5/عمر الخرسانة حيث العلاقة بين نسبه الماء إلى الاسمنت ومقاومة الخرسانة تنطبق لنوع واحد من الاسمنت وعمر واحد للخرسانة .

آية فتره أمانه الاسمنت تؤثر علي المقاومة كلما زادت الفترة أعطتنا مقاومه اكبر .

3.5.3 المتانة Durability

للخرسانة مقاومه معقولة كما أن الخرسانة المصبوبة بشكل صحيح ذات تحميله تحت الظروف الاعتبارية ولكن عندما لا يكون من الضروري إنتاج خرسانة عالية المقاومة وعندما تكون ظروف التعرض بشكل تجعل من التحمليه شئ أساسي ومهم فإن متطلبات التحمليه والحالة هذه هي التي تحدد نسبه الماء الى الاسمنت التي يمكن استعمالها .

من العوامل المؤثرة علي المتانة :

1- نوع الاسمنت .

2- نسبه الماء إلى الاسمنت .

3-قابليه التشغيل .

الماء Water

يجب أن يكون الماء الصالح للشرب هو الماء المستعمل في الخلطة الخرسانيه ، يؤثر الماء في الخلطة علي زمن الشك ومتانة الخرسانة والديمومة .

نسبه الماء إلي الاسمنت Water-Cement Ratio

يؤخذ ماء الخلط دائما علي هيئه نسبه الماء والاسمنت (م/س -W/C)

كمية الماء اللازم للاتحاد الكيميائي مع الاسمنت 0.25-0.3 م وزن الاسمنت أذا استُعملت تلك الكميه فإنها تُعطي خرسانة طازجة جافه جداً وبذلك تكون صعبه التشغيل الأمر الذي يؤدي ألي صعوبة ألدمك وتواجد الفراغات لذلك يلزم أضافه كميه من الماء لتسهيل عمليه الصب والخلط علي أن تكون اقل كميه ممكنه للإيفاء بالغرض .

6.3 البرنامج المعملـي Experimented Program

في هـذه الدراســة تم استخـدام الخلطة المرجعية بدون أضــافه الجير كما تم عمل خلطات باضافه الجير بنسب مختلفة من وزن الاسمـنت (20% ، 15% ، 10% ، 5%) وعمل المقارنات الخاصة ؛ الوزن ومقاومه الضغط والامتصاص .

هذه الدراسة شملت كل الاختبارات الخاصة بـ

1. اختبارات الاسمنت Standard Test Of Cement

. زمن الشك (الابتدائي والنهائي) Setting Time

. مقاومة الاسمنت

2. اختبارات الرمل Standard Test Of Fine Aggregate

. التحليل Sieve analysis

. Sill Content

3. اختبارات الركام

. التحليل المنخلي

.الثقل النوعي

. الامتصاص

1.6.3 برنامج الاختبارات المعملية Experimented Program

تم توريد المواد من ولاية الجزيرة

يحتوى البرنامج علي :

1.اختبارات المواد الأساسية

2.إعداد واختبارات الخلطات الخرسانيه

3.برنامج المعالجة والاختبارات الضرورية لأي من الخلطات

اشتملت الدراسة علي :-

اختبارات المواد الأساسية

1- اختبارات الاسمنت

. زمن الشك Setting Time

Compressive Strength Test.

2- اختبارات الركام الناعم Standard Test for Fine Aggregate

* التحليل المنخلي Sieve analysis

Silt Content *

3- الاختبارات المعملية **Testing Program**

1. عمل الاختبارات القياسيه للمواد ؛ الاسمنت البورتلاندي ، الركام الخشن ، الركام الناعم التي تم توريدها محليا من ولاية الجزيرة .

2. تصميم خلطه خرسانيه بنسبه W/C =0.5

3.عمل خلطات باضافه الجير بنسب مختلفة من وزن الاسمنت 20% ، 15% ، 10% ، 5%

للحصول علي مقاومه الضغط المطلوبة وامتصاص اقل

تمت عمليه الصب في مكعب مقاس (10×10)سم وسطح 100mm

4. صب عدد 12 مكعب من الخلطة بدون أضافه الجير واختبار قوة الضغط في (3،7،14،28) يوم

5. صب عدد 12 مكعب لكل خلطه بنسب الجير المختلفة واختبار قوه الضغط في (3،7،14،28) لأعمار مختلفة .

6.صب عدد 3 مكعبات بدون أضافه الجير لاختبار الامتصاص .

7. صب عدد 3 مكعبات لكل خلطه بنسب أضافه الجير المختلفة واختبار الامتصاص

8. تم غمر كل المكعبات في ماء نظيف بعد الصب بفترة 24 ساعة

9. تم حصر النتائج وعمل التحليل اللازم .

7.3 نسب مكونات الخلطة Mixes Proportions

Reference mix with super plasticizer 1litter/100kg cement

Characteristic strength: specified 25 N/mm^2 at 28 days. Proportion defective percent=5%

Standard deviation: Fig 3 4 N/mm^2

Margin C1 1.64 * 4 = 6.56 N/mm^2

Target mean strength C2 25 + 6.56 =32 N/mm^2

Cement type Specified (OPC)

Aggregate type: coarse crushed

Aggregate type: fine Uncrushed

Free-water/cement ratio Table 2 Fig 4 = 0.5

Slump Specified (0−10 mm)

Maximum aggregate size Specified 10 mm

Free- water content Table 3 150 kg /m^3.

Cement content C3 150/ 0.5 = 300 Kg / m^3.

Relative density of aggregate 2.22 Known/assumed

Concrete density Fig 5 2140 Kg/m3

Total aggregate content C4 2140 – 150 – 300 = 1690 kg / m^3.

Proportion of fine aggregate Fig 6 0.38 percent

Fine aggregate content 0.38 * 1690 = 642.2 kg / m^3.

coarse aggregate content 1690 – 642.2 = 1042 kg / m^3.

*الكميات بالكجم Quantities Per Kg

Cement (Kg)	Water (Kg)	Fine Aggregate (Kg)	Coarse Aggregate (Kg)
300	150	645	1050

*كميات إضافة الجير للخلطة كنسبة من الاسمنت

رقم الخلطة	نسبه أضافه الجير (%)	الجير (كجم)	الاسمنت (كجم)
1	0	0	300
2	5	15	300
3	10	30	300
4	15	45	300
5	20	60	300

الباب الرابع

Chapter Four

البـــاب الرابـع

النتائج و المناقشة

The Results and Discussion

1.4 المقدمة

تم وزن المكونات بالنسب المطلوبة للخلطات قيد الدراسة ، وذلك بعد عمل الاختبـارات المعملـية اللازمة للمواد وخلطها ثم صبها في المكعـبات و قيـاس نسبة الامتصاص والمقاومة في فتـرة معالجة 3 ، 7 ، 14 و 28 يوم ، حيث كانت نتائج الاختبارات كالأتي :-

2.4 نتائج اختبارات المواد

الجدول (1.4) يوضح نتائج إختبارات الاسمنت .

الجدول (1.4): نتائج إختبارات الأسمنت.

Test	Results	Requirements of BS 12 199
Consistency	29.0%	
Setting Time		
a) Initial	45 min	Not less than 60 min (-15 min)
b) Final	2 hrs.	Not more than 10 hrs.
Compressive strength		
a) 2 days		Equal or Greater than 10 N/mm^2
1	20.1 N/mm^2	
2	20.7 N/mm^2	
3	19.5 N/mm^2	
b) 28 days		Equal or greater than 42.5 N/mm^2
1	45.6 N/mm^2	
2	47.1 N/mm^2	
3	48.2 N/mm^2	

الجدول (2.4): نتائج التحليل المنخلي لاختبارات الرمل الناعم.

فتحة المنخل - ملم	الوزن المتبقي - جم	الوزن المار- جم	نسبه المار %
4.75	0.003	0.997	99.7%
2.36	0.001	0.996	99.6%
1.18	0.018	0.978	97.8%
600	0.379	0.599	59.9%
300	0.405	0.194	19.4%
150	0.091	0.103	10.3%
0.75	0.064	0.039	3.9%
Pan	0.039	0.000	000

الجدول (3.4): نتائج التحليل المنخلي لاختبارات الركام.

فتحة المنخل - ملم	الوزن المتبقي - جم	الوزن المار- جم	نسبه المار %
12.5	7	1988	99.6
9.5	217	1771	88.77
4.75	1.707	64	3.2
2.36	60	4	0.2
1.18	0	4	0.2
Pan	4	0	000
	1995		

تم حساب الثقل النوعي و الامتصاص للركام كما يلي:

.الوزن الجاف A = (2 كجم)

. الوزن المشبع وسطحه جاف B = (2.075 كجم)

.الوزن المغمور C = (1.176كجم)

الثقـــــــل النوعـي $= \frac{A \times 100}{B-C} = \underline{\%2.22}$

الامتصاص للركام

نسبه الامتصاص $= \frac{B-A}{A} \times 100 = \underline{\%3.75}$

الجدول (5.4): نسبة الإمتصاص للخلطة رقم (1) بدون إضافة الجير 0%

رقم الخلطة	رقم المكعب	وزن المكعب جاف (كجم)	وزن المكعب بعد التشبع بالماء (كجم)	الامتصاص (%)	متوسط الامتصاص
1	(2)	2.192	2.325	6.07	6.16
	(3)	2.158	2.305	6.16	
	(1)	2.255	2.396	6.25	

الجدول (6.4): نسبة الإمتصاص للخلطة رقم (2) بإضافة الجير 5%.

رقم الخلطة	رقم المكعب	وزن المكعب جاف (كجم)	وزن المكعب بعد التشبع بالماء (كجم)	الامتصاص (%)	متوسط الامتصاص
2	(1)	2.325	2.454	5.5	6.23
	(2)	2.208	2.353	6.5	
	(3)	2.178	2.325	6.7	

الجدول (7.4): نسبة الإمتصاص للخلطة رقم (3) بإضافة الجير 10%.

رقم الخلطة	رقم المكعب	وزن المكعب جاف (كجم)	وزن المكعب بعد التشبع بالماء (كجم)	الامتصاص (%)	متوسط الامتصاص
3	(1)	2.255	2.3895	5.96	6.96
	(2)	2.286	2.4545	7.37	
	(3)	2.293	2.4665	7.57	

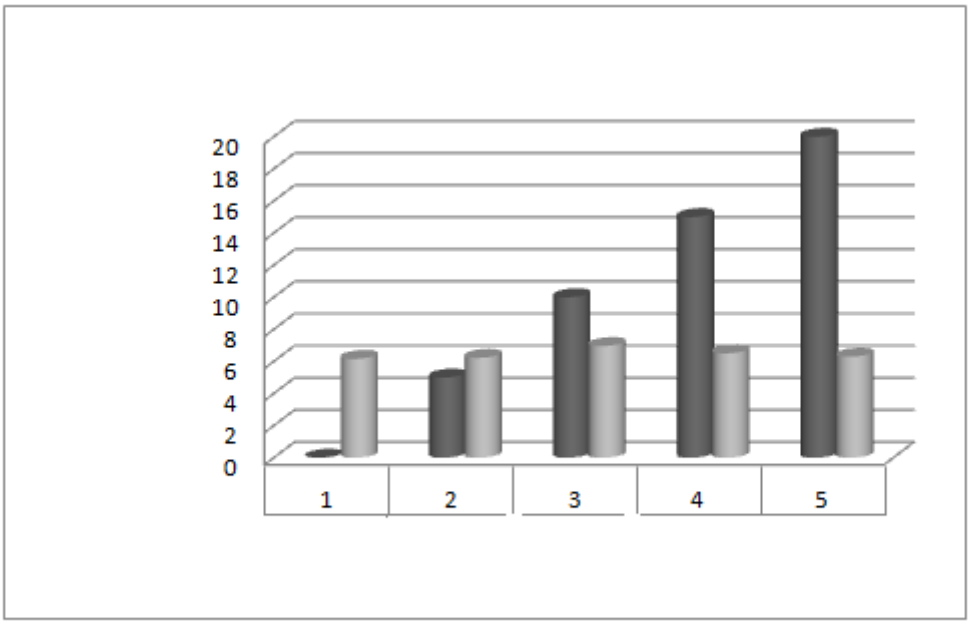
الجدول (8.4): نسبة الإمتصاص للخلطة رقم (4) بإضافة الجير 15%.

رقم الخلطة	رقم المكعب	وزن المكعب جاف (كجم)	وزن المكعب بعد التشبع بالماء (كجم)	الامتصاص (%)	متوسط الامتصاص
4	(1)	2.332	2.477	6.22	6.51
	(2)	2.208	2.353	6.57	
	(3)	2.178	2.325	6.75	

الجدول (9.4): نسبة الإمتصاص للخلطة رقم (5) بإضافة الجير 20%.

رقم الخلطة	رقم المكعب	وزن المكعب جاف (كجم)	وزن المكعب بعد التشبع بالماء (كجم)	الامتصاص (%)	متوسط الامتصاص
5	(1)	1.862	1.970	5.8	6.3
	(2)	1.954	2.078	6.3	
	(3)	2.046	2.186	6.8	

تم إجراء تجربة الإمتصاص علي خلطات الإنترلوك الخمسة المحتوية علي نسب مختلفة من الجير ، كما هو مبين في الجداول (5.4) – (9.4) علي التوالي. تم إجراء مقارنة الإمتصاص للمكعبات كما في الشكل (1.4).



الشكل (1.4)

يوضح أن الخلطة بدون إضافة الجير اقل نسبة للامتصاص .

الجدول (9.4): يوضح نتائج الأوزان بـالـ(كجم) للمكعبات في عمر 3 يوم لمختلف الخلطات المختلفة.

رقم الخلطة / رقم المكعب	1	2	3	4	5
1	2.18	2.20	2.26	2.29	2.32
2	2.21	2.21	2.27	2.30	2.33
3	2.22	2.29	2.36	2.35	2.35

الجدول (10.4): يوضح نتائج الأوزان بـالـ(كجم) للمكعبات في عمر 7أيام لمختلف الخلطات المختلفة.

رقم الخلطة / رقم المكعب	1	2	3	4	5
1	2.20	2.24	2.25	2.28	2.31
2	2.24	2.25	2.29	2.29	2.33
3	2.26	2.26	2.29	2.31	2.35

الجدول (11.4): يوضح نتائج الأوزان بـالـ(كجم) للمكعبات في عمر 14 يوماً لمختلف الخلطات المختلفة.

رقم الخلطة / رقم المكعب	1	2	3	4	5
1	2.23	2.25	2.26	2.27	2.31
2	2.29	2.27	2.28	2.29	2.32
3	2.30	2.28	2.30	2.32	2.50

الجدول (12.4): يوضح نتائج الأوزان بـالـ(كجم) للمكعبات في عمر 28 يوماً لمختلف الخلطات المختلفة.

رقم الخلطة / رقم المكعب	1	2	3	4	5
1	2.26	2.20	2.14	2.30	2.30
2	2.35	2.20	2.20	2.35	2.31
3	2.38	2.26	2.20	2.37	2.51

أُجري إختبار الإنضغاط للمكعبات لأعمار (3 ،7،14 و 28) يوم للخلطات الخمسة المحتوية علي نسب مختلفة (0 ، 5 ،10 ، 15 ، 20)% كما ما هو مبين في الجداول(4-13)ــ (4-17) والأشكال (4-2) ــ (4-5).

الجدول(13.4): نتائج مقاومة الضغط للخلطة المرجعية رقم (1) بدون أضافه الجير

العمر	وزن المكعب (kg)	متوسط الوزن (kg)	حمل التهشيم (kN)	متوسط حمل التهشيم (kN)	مقاومة الضغط (N/mm^2)	متوسط مقاومة الضغط (N/mm^2)
3 يوم	2.18	**2.2**	69.5	**86.7**	7	**8.7**
	2.213		73.6		7.4	
	2.22		117		11.7	
7 أيام	2.20	**2.23**	118	**134.5**	11.8	**13.4**
	2.24		142.5		14.25	
	2.26		142.9		14.29	
14 يوم	2.23	**2.27**	219.7	**226.7**	21.9	**22.6**
	2.29		227.8		22.8	
	2.30		232.5		23.3	
28 يوم	2.26	**2.33**	316.8	**293.9**	23.55	**29.4**
	2.35		329.5		31.68	
	2.38		235.5		32.95	

الجدول (14.4):نتائج مقاومة الضغط للخلطة رقم (2) بإضافة الجير بنسبة5%

العمر	وزن المكعب (kg)	متوسط الوزن (kg)	حمل التهشيم (kN)	متوسط حمل التهشيم (kN)	مقاومة الضغط (N/mm^2)	متوسط مقاومة الضغط (N/mm^2)
3 يوم	2.20	**2.23**	85	**90.3**	8.5	**9.03**
	2.21		89.6		8.96	
	2.29		96.3		9.63	
7 أيام	2.24	**2.25**	107.6	**113.96**	10.76	**11.39**
	2.25		110.6		11.06	
	2.26		123.7		12.37	
14 يوم	2.25	**2.26**	111.6	**135.13**	11.16	**13.5**
	2.27		117.9		11.79	
	2.28		175.9		17.59	
28 يوم	2.20	**2.2**	128.3	**194.2**	12.83	**19.4**
	2.20		194.7		19.47	
	2.26		259.8		25.98	

الجدول (15.4): نتائج مقاومة الضغط للخلطة رقم (3) بإضافة الجير بنسبة10%

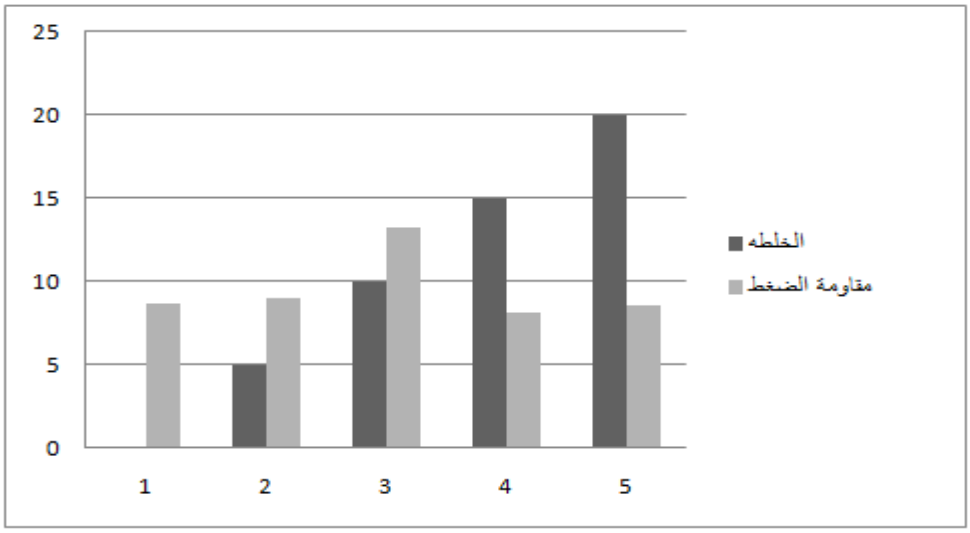
العمر	وزن المكعب (kg)	متوسط الوزن (kg)	حمل التهشيم (kN)	متوسط حمل التهشيم (kN)	مقاومة الضغط (N/mm^2)	متوسط مقاومة الضغط (N/mm^2)
3 يوم	2.26	**2.3**	100.2	**132.5**	10.02	**13.25**
	2.27		131.2		13.12	
	2.36		166.1		16.61	
7 أيام	2.25	**2.27**	110.7	**153.1**	11.07	**15.3**
	2.29		150.9		15.09	
	2.29		197.9		19.79	
14 يوم	2.26	**2.28**	116.9	**163.46**	11.69	**16.34**
	2.28		152.2		15.22	
	2.30		221.3		22.13	
28 يوم	2.14	**2.2**	181.7	**205.9**	18.17	**20.59**
	2.20		199.6		19.96	
	2.20		236.5		23.65	

الجدول (16.4): نتائج مقاومة الضغط للخلطة رقم (4) بإضافة الجير بنسبة15%

العمر	وزن المكعب (kg)	متوسط الوزن (kg)	حمل التهشيم (kN)	متوسط حمل التهشيم (kN)	مقاومة الضغط (N/mm^2)	متوسط مقاومة الضغط (N/mm^2)
3 يوم	2.30	**2.31**	59.8	**80.6**	5.8	**8.1**
	2.29		82.7		8.2	
	2.35		99.4		9.9	
7 أيام	2.28	**2.29**	86.4	**112.3**	8.68	**11.2**
	2.29		119.4		11.94	
	2.31		131.2		13.12	
14 يوم	2.27	**2.29**	111.7	**159.3**	11.17	**15.93**
	2.29		182.4		18.24	
	2.32		184		18.4	
28 يوم	2.30	**2.34**	122.7	**160.8**	12.27	**16.08**
	2.35		153.6		15.36	
	2.37		206.2		20.62	

الجدول (17.4): نتائج مقاومة الضغط للخلطة رقم (5) بإضافة الجير بنسبة20%

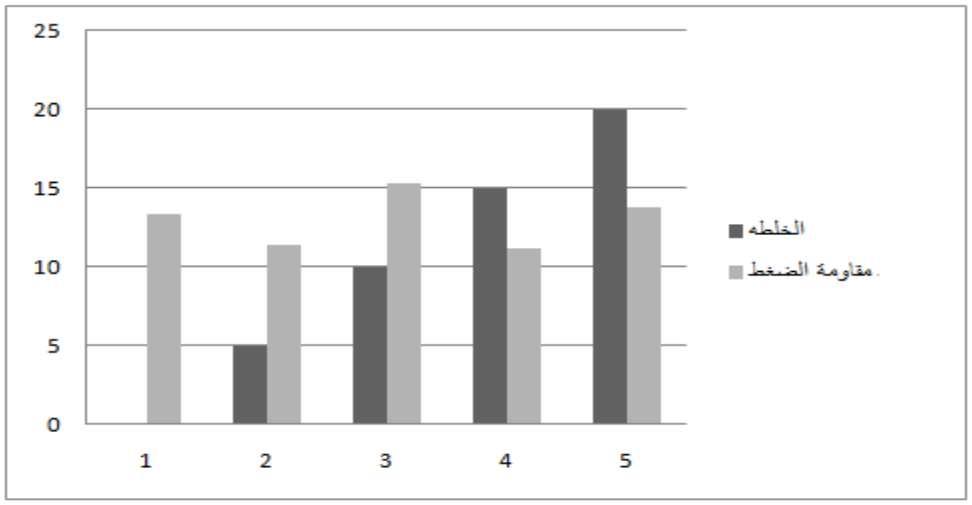
العمر	وزن المكعب (kg)	متوسط الوزن (kg)	حمل التهشيم (kN)	متوسط حمل التهشيم (kN)	مقاومة الضغط (N/mm^2)	متوسط مقاومة الضغط (N/mm^2)
3 يوم	2.32	**2.33**	79.4	**86.06**	7.94	**8.6**
	2.33		83.4		8.34	
	2.35		95.4		9.54	
7 أيام	2.31	**2.33**	75.5	**137.6**	7.55	**13.76**
	2.33		146.6		14.66	
	2.35		190.8		19.08	
14 يوم	2.31	**2.38**	138.4	**202.1**	13.84	**20.21**
	2.32		229.9		22.99	
	2.50		238.4		23.84	
28 يوم	2.30	**2.37**	244.5	**270.76**	24.45	**27**
	2.31		281.9		28.19	
	2.51		285.9		28.59	



/

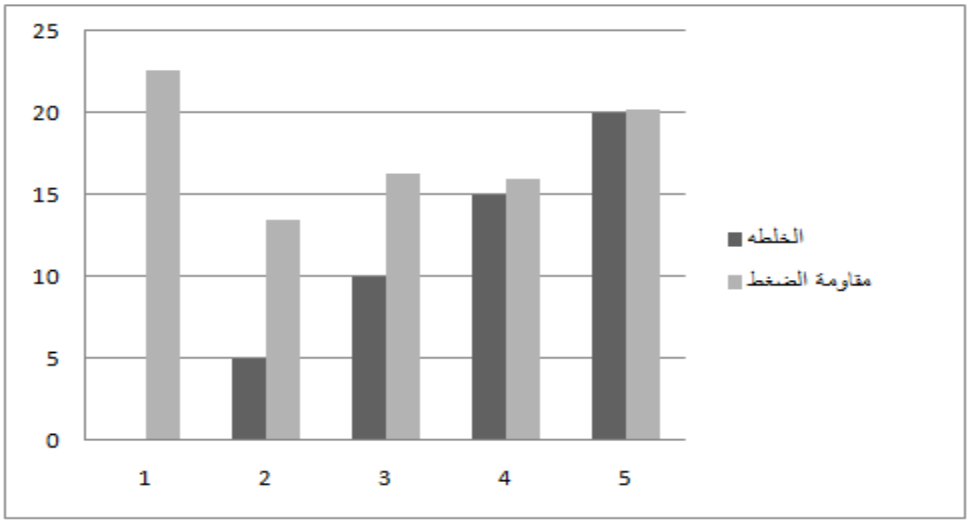
الشكل (2.4)

يوضح أن الخلطة بإضافة الجير بنسبة (10%) هي أعلى مقاومة للضغط في عمر (3 يوم)



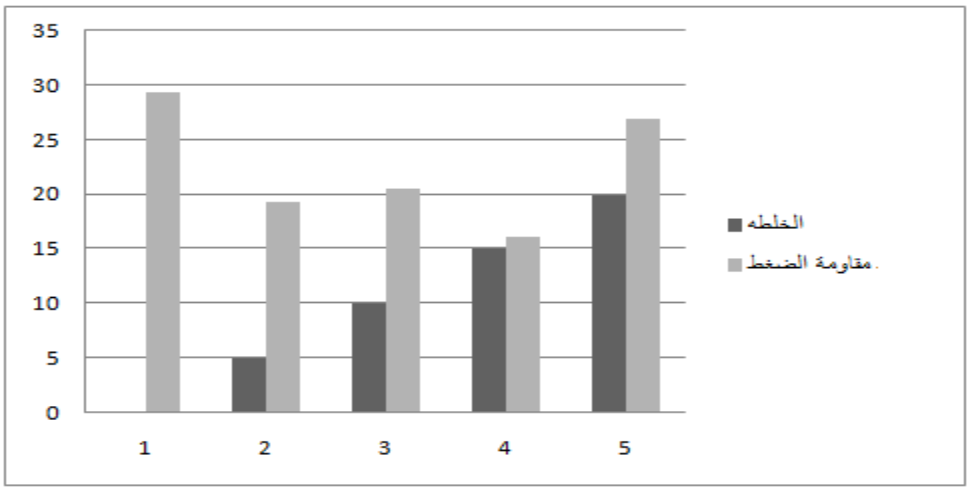
الشكل (3.4)

يوضح أن الخلطة بإضافة الجير بنسبة (10%) هي أعلى مقاومة للضغط في عمر (7 يوم)



الشكل (4.4)

يوضح أن الخلطة بدون إضافة الجير هي أعلى مقاومة للضغط في عمر (14 يوم)



الشكل (5.4)

يوضح أن الخلطة بدون إضافة الجير هي أعلى مقاومة للضغط في عمر (28 يوم)

3.4 مناقشة النتائج

نتائج الاختبــارات المعملية للمواد:-

(أ) الاسمنت : عند مقارنة نتيجة اختبار القوام 29% و زمني الشــك الابتدائي و النهائي و نتيجة اختبار الضغط لمكعــبات للاسمنت بعد غمرها بالماء في فترة من 2-28 يوم وجد أنها مطابقة للمـواصفات BS 12 1996.

(ب) الركام : نتيجة اختبار التحليل المنخلي للركام والرمل الناعم في جدول (2.4) و(3.4) علي التوالي مطابقة للمواصفات القياسية .

(جـ) الامتصاص: عند إضافة الجير بالنسب المختلفة وجد أن العلاقة بين زيادة نسب الجــير في الخلطـة والامتصاص تكاد تكون طردية ؛ وذلك نسبة لتفاعل الجير كمادة كيمائيه (كربونات الكالسيوم والماء) مما أدى الى حدوث فراغات في الخرسانة .

(د)المتانة : تمت مقارنة نتائج اختبار مقاومة الضغط لخلطات خرسانة الممرات (20،15،10،5)% في أعمار (28،14،7،3) يوم وجد أن إضافة الجير أثرت علي خفض المتانة مقارنة بالخلطة (بدون أضافة الجير) ولم تحقق المقاومة المستهدفة للخلطة المصممة ؛ وذلك لوجود الفراغات التي أحدثها التفاعل.

الباب الخامس

Chapter Five

البـــاب الخامس

الخلاصة و التوصيات

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

5-1 الخلاصــة CONCLUSIONS

إتضح من الرسومات الخاصة بتحليل نتائج الضغط و الإمتصاص أن :-

1. زيادة نسبة الجير في الخلطة الخرسانية تعمل علي زيادة نسبة الامتصاص

2. نقصان نسبة الجير في الخلطة الخرسانية يؤدي الى زيادة المتانة كل ما زادت فترة المعالجة .

3. أضافــه الجير في الخلطــة المصممة بالطريقة البريطانية لخرسانة الممرات أثرت علـي الخـواص المتمثلة في نقـص مقاومة الضغط وزيادة نسبه الامتصاص ولم تعمل علي التحسين .

5-2 التوصيات RECOMMENDATIONS

1. دراسة مواصفات وطرق تصميم خلطة خرسانيه خاصة بخرسانة الممرات والمنتجات الخرسانية الأخرى بغرض إنشاء مواصفة سودانية .

2.العمل علي وضع طرق تصميم الخلطات باستخدام برامج حاسوبية وذلك لإختصار الزمن في التصميم.

3. عمل دراسات لإضافات أخرى للخلطات الخاصة بخرسانة الممرات بغرض تحسين الخواص.

4.الاهتمام بتدريب العمالة فنياً الخاصة بكل أعمال المنتجات الخرسانية الحديثة .

5.العمل علي إلزام كل الشركات المنفذة والمقاولين بخلطة تصميمية محددة واختبارات المواد معملياً وفترة المعالجة بالماء.

5-3 توصيات مستقبلية :

1. هذا البحث عمل علي استعمال نوع محدد من الرمل في الخلطة المصممة .

2. نقترح عمل دراسات تشمل أنواع الرمل المختلفة في السودان.

3.نقترح إجراء دراسة بإضافة بودرة الحجر الجبلي الناتجة عن الكسارات.

المراجــع

[1] احمد علي العريان ، عبد الكريم محمد عطا – تكنولوجيا الخرسانة *1990*

[2]شريف فتحي الشافعي – الإختبارات القياسية للخلطات الخرسانية الأسمنتية – دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع - 2003

[3] محمود إمـام –خواص المواد واختباراتها – 2002 الريـاض– المملكـة العربيـة السعوديـة

[4] المواصفة BS EN 459-2

[5] Neville A. M.، ((Properties of Concrete)) Third Edition 1981 ، The Englh language Book Society .

[6] https:// Mbtey . weebly . com

[7] https:// www . almrsal. com

Table 3. Coarse aggregate

Sieve size	Percentage by mass passing BS sieves for nominal sizes							
	Graded aggregates			Single-sized aggregate				
	40 mm to 5 mm	20 mm to 5 mm	14 mm to 5 mm	40 mm	20 mm	14 mm	10 mm	5 mm[1]
mm								
50.0	100	—	—	100	—	—	—	—
37.5	90 to 100	100	—	85 to 100	100	—	—	—
20.0	35 to 70	90 to 100	100	0 to 25	85 to 100	100	—	—
14.0	25 to 55	40 to 80	90 to 100	—	0 to 70	85 to 100	100	
10.0	10 to 40	30 to 60	50 to 85	0 to 5	0 to 25	0 to 50	85 to 100	100
5.0	0 to 5	0 to 10	0 to 10	—	0 to 5	0 to 10	0 to 25	45 to 100
2.36	—	—	—	—	—	—	0 to 5	0 to 30

[1] Used mainly in precast concrete products.

grading of the sand shall comply with the overall limits given in table 4. Additionally, not more than one in ten consecutive samples shall have a grading outside the limits for any one of the gradings C, M or F, given in table 4.

5.2.2 ***Heavy duty concrete floor finishes***

For heavy duty concrete floor finishes, the sand shall comply with C or M given in table 4.

Table 4. Sand

Sieve size	Percentage by mass passing BS sieve			
	Overall limits	Additional limits for grading		
		C	M	F
10.00 mm	100	—	—	—
5.00 mm	89 to 100	—	—	—
2.36 mm	60 to 100	60 to 100	65 to 100	80 to 100
1.18 mm	30 to 100	30 to 90	45 to 100	70 to 100
600 µm	15 to 100	15 to 54	25 to 80	55 to 100
300 µm	5 to 70	5 to 40	5 to 48	5 to 70
150 µm	0 to 15[1]	—	—	—

[1] Increased to 20 % for crushed rock fines, except when they are used for heavy duty floors.

NOTE. Individual sands may comply with the requirements of more than one grading. Alternatively some sands may satisfy the overall limits but may not fall within any one of the additional limits C, M or F. In this case and where sands do not comply with table 4 an agreed grading envelope may also be used provided that the supplier can satisfy the purchaser that such materials can produce concrete of the required quality.

5.3 All-in aggregate

When determined in accordance with BS 812 : Section 103.1 using test sieves of the sizes given in table 5 complying with BS 410, full tolerance, the grading of all-in aggregate for concrete shall be within the appropriate limits given in table 5.

Table 5. All-in aggregate

Sieve size	Percentage by mass passing BS sieves for nominal sizes			
	40 mm	20 mm	10 mm	5 mm[1]
50.0 mm	100	—	—	—
37.5 mm	95 to 100	100	—	—
20.0 mm	45 to 80	95 to 100	—	—
14.0 mm	—	—	100	—
10.0 mm	—	—	95 to 100	100
5.00 mm	25 to 50	35 to 55	30 to 65	70 to 100
2.36 mm	—	—	20 to 50	25 to 100
1.18 mm	—	—	15 to 40	15 to 45
600 µm	8 to 30	10 to 35	10 to 30	5 to 25
300 µm	—	—	5 to 15	3 to 20
150 µm	0 to 8[2]	0 to 8[2]	0 to 8[2]	0 to 15

[1] Used mainly in precast concrete products.

[2] Increased to 10 % for crushed rock sand.

2705

Copyright by the BSI, Fri Sep 21 10:15:03 2001, Uncontrolled Copy

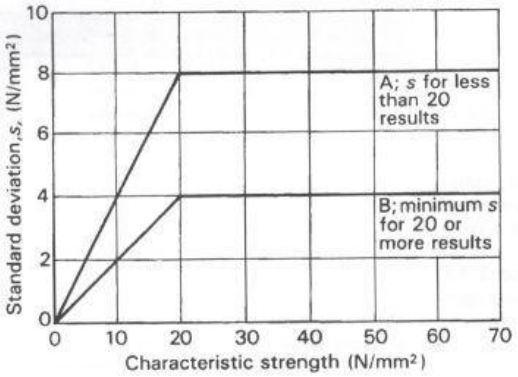


Figure 3
Relationship between standard deviation and characteristic strength

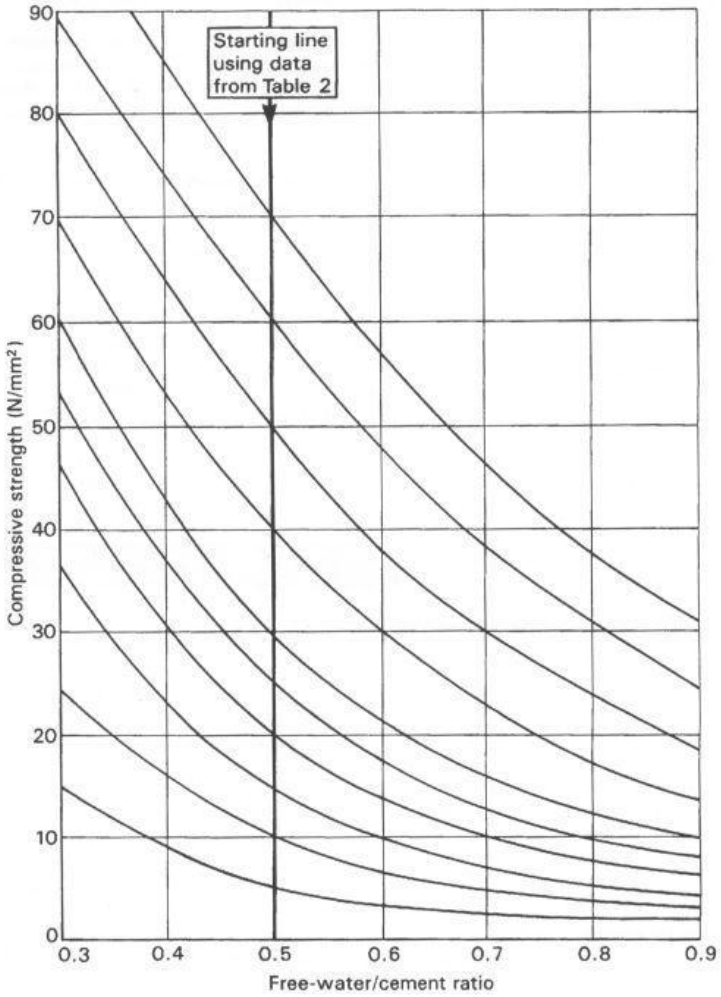


Figure 4
Relationship between compressive strength and free-water/cement ratio

Table 2 Approximate compressive strengths (N/mm²) of concrete mixes made with a free-water/cement ratio of 0.5

Cement strength class	Type of coarse aggregate	Compressive strengths (N/mm²) Age (days) 3	7	28	91
42.5	Uncrushed	22	30	42	49
	Crushed	27	36	49	56
52.5	Uncrushed	29	37	48	54
	Crushed	34	43	55	61

Throughout this publication concrete strength is expressed in the units N/mm². 1 N/mm² = 1 MN/m² = 1 MPa. (N = newton; Pa = pascal.)

corresponding value for the free-water/cement ratio can then be read from the abscissa. This should be compared with any maximum free-water/cement ratio that may be specified and the lower of these two values used.

5.2 Selection of free-water content (Stage 2)

Stage 2 consists simply of determining the free-water content from Table 3 depending upon the type and maximum size of the aggregate to give a concrete of the specified slump or Vebe time.

5.3 Determination of cement content (Stage 3)

The cement content is determined from calculation C3:

$$\text{Cement content} = \frac{\text{free-water content}}{\text{free-water/cement ratio}} \quad \ldots C3$$

The resulting value should be checked against any maximum or minimum value that may be specified. If the calculated cement content from C3 is below a specified minimum, this minimum value must be adopted and a modified free-water/cement ratio calculated which will be less than that determined in Stage 1. This will result in a concrete that has a mean strength somewhat higher than the target mean strength. Alternatively, the free-water/cement ratio from Stage 1 is used resulting in a higher free-water content and increased workability.

On the other hand, if the design method indicates a cement content that is higher than a specified maximum then it is probable that the specification cannot be met simultaneously on strength and workability requirements with the selected materials. Consideration should then be given to changing the type or strength class, or both, of cement, the type and maximum size of aggregate or the level of workability of the concrete, or to the use of a water-reducing admixture.

Table 3 Approximate free-water contents (kg/m³) required to give various levels of workability

Slump (mm) / Vebe time (s)		0–10 >12	10–30 6–12	30–60 3–6	60–180 0–3
Maximum size of aggregate (mm)	Type of aggregate				
10	Uncrushed	150	180	205	225
	Crushed	180	205	230	250
20	Uncrushed	135	160	180	195
	Crushed	170	190	210	225
40	Uncrushed	115	140	160	175
	Crushed	155	175	190	205

Note: When coarse and fine aggregates of different types are used, the free-water content is estimated by the expression:

$$\tfrac{2}{3} W_f + \tfrac{1}{3} W_c$$

where W_f = free-water content appropriate to type of fine aggregate
and W_c = free-water content appropriate to type of coarse aggregate.

5.4 Determination of total aggregate content (Stage 4)

Stage 4 requires an estimate of the density of the fully compacted concrete which is obtained from Figure 5 depending upon the free-water content and the relative density* of the combined aggregate in the saturated surface-dry condition (SSD). If no information is available regarding the relative density of the aggregate, an approximation can be made by assuming a value of 2.6 for uncrushed aggregate and 2.7 for crushed aggregate. From this estimated density of the concrete the total aggregate content is determined from calculation C4:

$$\text{Total aggregate content (saturated and surface-dry)} = D - C - W \quad \ldots C4$$

where D = the wet density of concrete (kg/m³)
C = the cement content (kg/m³)
W = the free-water content (kg/m³)

5.5 Selection of fine and coarse aggregate contents (Stage 5)

Stage 5 involves deciding how much of the total aggregate should consist of materials smaller than 5 mm, ie the sand or fine aggregate content. Figure 6 shows recommended values for the proportion of fine aggregate depending on the maximum size of aggregate, the workability level, the grading of the fine aggregate (defined by its percentage passing a 600 μm sieve) and the free-water/cement ratio. The best proportion of fines to use in a given mix will depend on the shape of the particular aggregate, the actual grading of shape of the particular aggregate, the actual grading of the fine aggregate and the use to which the concrete is to be put. However, adoption of a proportion obtained from Figure 6 will generally give a satisfactory concrete in the first trial mix which can then be adjusted as required for the exact conditions prevailing.

The final calculation, C5, to determine the fine and coarse aggregate contents, is made using the proportion of fine aggregate obtained from Figure 6 and the total aggregate content derived in Stage 4:

*The internationally known term 'relative density' used in this publication is synonymous with 'specific gravity' and is the ratio of the mass of a given volume of substance to the mass of an equal volume of water.

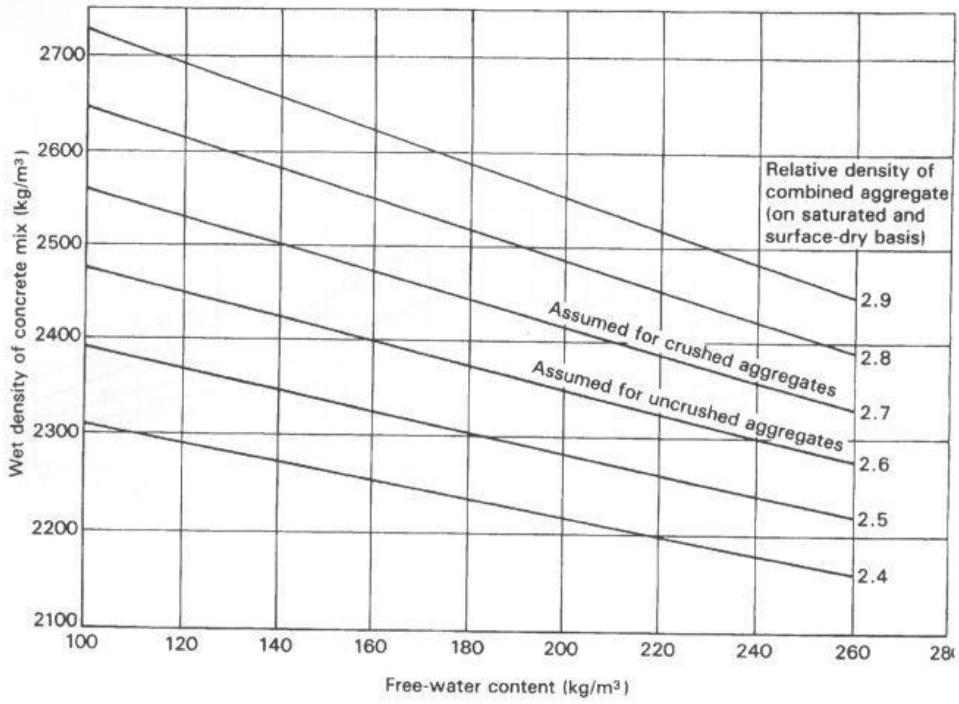


Figure 5 Estimated wet density of fully compacted concrete

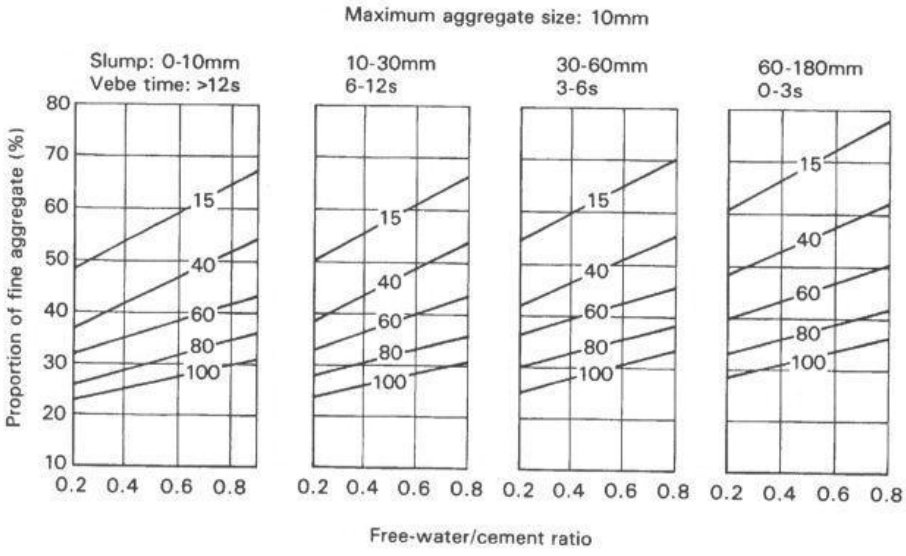


Figure 6 Recommended proportions of fine aggregate according to percentage passing a 600 μm sieve

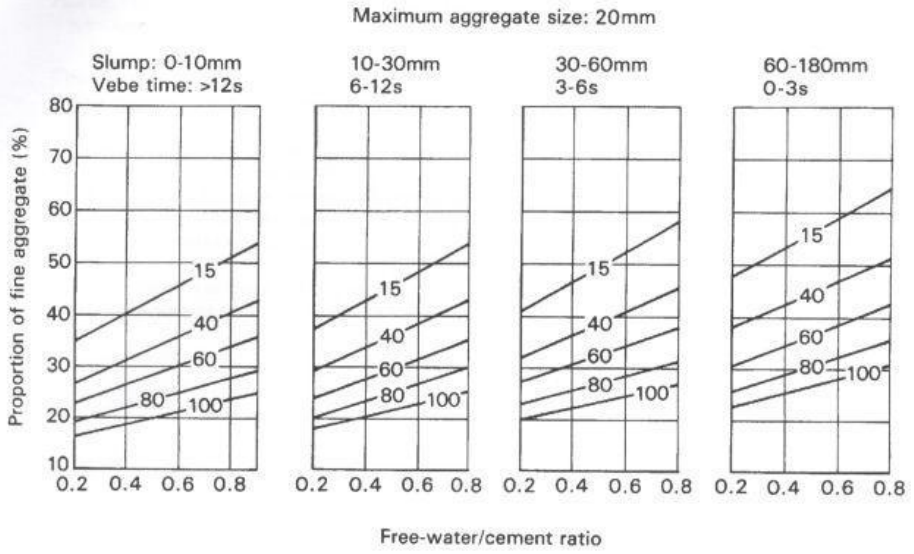


Figure 6 (continued)

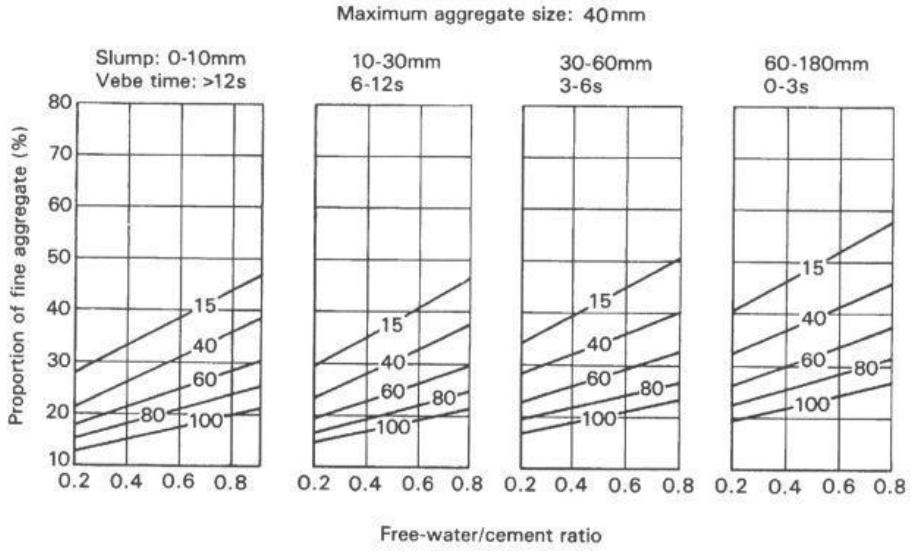


Figure 6 (continued)

Fine aggregate content =
total aggregate content × proportion of fines

Coarse aggregate content =
total aggregate content − fine aggregate content

...C5

The coarse aggregate content itself can be subdivided if single sized 10, 20 and 40 mm materials are to be combined. Again, the best proportions will depend on aggregate shape and concrete usage but the following ratios are suggested as a general guide:

1:2 for combination of 10 and 20 mm material
1:1.5:3 for combination of 10, 20 and 40 mm material.

Tare