بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الدراسات العليا

برنامج ماجستير هندسة التشيد

دراسة طرق تصميم الخلطات الخرسانية في السودان

A Study of Concrete mixes design methods in Sudan

بحث مقدم كإستيفاء جزئى لنيل درجة الماجستير في الهندسه المدنيه(تخصص هندسة تشيد)

إعداد الطالب:
اباذر الفاضل علي احمد

إشراف:
أ.د. صالح الهادي محمد احمد

أغسطس **2015**

الآيـــــــة

بسم الله الرحمن الرحيم

قال تعالي:

﴿إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنفَعُ النَّاسَ وَمَا أَنزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِن مَّاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِن كُلِّ دَابَّةٍ وَتَصْرِيفِ الرِّيَاحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ﴾

صدق الله العظيم

سورة البقرة الآية (164)

الإهداء

إلى ..... من تحت قدميها تكمن الجنة،
إلى أمي الحنون.

إلى ..... من جعل مشواري العلمي ممكنا،
إلى أبي الرحيم.

الي .....استاذى الجليل البروف صالح الهادي

إلى ..... من ساندني وآزرني في دربي،
إلى زوجتي الصابرة.

إلى ..... من لأجلهم سرت في الدرب، إلى أبني احمد

الى .....صديقي واخي العزيز المهندس حمزه اسماعيل

إليهم جميعا أهدي جهدي المتواضع هذا.

الشكر والتقدير

انطلاقا من العرفان بالجميل، فإنه ليسرني وليثلج صدري أن أتقدم بالشكر والامتنان إلى أستاذي، ومشرفي الأستاذ البروفيسور.د. **صالح الهادي محمد احمد** الذي مدني من منابع علمه بالكثير، والذي ما توانى يوما عن مد يد المساعدة لي وفي جميع المجالات، وحمدا لله بأن يسره في دربي ويسر به أمري وعسى أن يطيل عمره ليبقى نبراسا متلألئا في نور العلم والعلماء.

واتقدم كذلك بجزيل الشكر والتقدير إلى قسم الهندسة المدنية بجامعة السودان للعلوم والتكنلوجيا واخص بالشكر **الدكتور اسامة محمد احمد** بما قدمه لي من مساعدة والي اساتذتي الاجلاء جعلهم الله نبراساً للعلم.

ولم ولن أنسى أن أتقدم بفائق الشكر والاحترام والتقدير إلى اصدقائى، المهندس عبد الرحمن احمد عمر، والمهندس الوليد ابراهيم اللذان وقفا بجانبي منذ بداية مسيرتي العلمية وإلى الآن، فجزاهم الله عني كل الخير.

وفي النهاية يسرني أن أتقدم بجزيل الشكر إلى كل من مد لي يد العون في مسيرتي العلمية.

تعهد

اتعهد بان هذة الدراسة من مجهودي الخاص وان التجارب قد اجريت في معمل وحدة تنفيذ السدود ومعمل جامعة الجزيرة واعتمدت الدراسة علي مراجع مختلفة مدونة في نهاية البحث. وانها غير منشئة في اي بحث اخر ولم تكن متطابقة مع اي بحث من قبل .

مقدم الدراسة الطالب \ اباذر الفاضل علي احمد

التاريخ: ابريل 2015

المستخلص

إنّ هدف هذا البحث هو دراسة اثر تغيير طريقة تصميم الخلطات الخرسانية على مقاومة وسلوك الخرسانة باستخدام المضافات وبدونها واعتمدت الدراسة علي اختبارات معملية حقيقية تم خلالها قياس مقدار الهبوط ورصد الكثافة الجافة والمقاومة لفترة 7و 28يوم،وتم ذلك بكسر عدد 6 مكعبات لكل طريقة.

ووضح من نتائج اختبار الهبوط أن أقل قيمة نتجت في الطريقة الوضعيه ثم الطريقة المصرية ومتساوية في الطريقة البريطانية التقليدية و الطريقة الهندية ثم الطريقة البريطانية ثم الطريقة الامريكية . ووضح من خلال رصد الكثافة الجافة لمدة 7 يوم أنها أكبر في الطريقة الهندية ثم الطريقة الامريكية، ثم الطريقة البريطانية التقليدية ثم الطريقة المصرية، ثم الطريقة البريطانية ثم الطريقة الوضعيه على التوالي . كما وضح من خلال رصد الكثافة الجافة لمدة 28يوم أنها أكبر في الطريقة الهندية ثم الطريقة الامريكية ثم الطريقة البريطانية التقليدية ثم الطريقة المصرية ثم الطريقة البريطانيه ثم الطريقة الوضعيه على التوالي . كما تم إضافة ملدن بنسبة1 لتر لكل 50 كجم أسمنت بتخفيض 15% من نسبة الماء.

ووضح من نتائج الإختبار عند إضافة الملدن أن قابلية التشغيل زادت بنسبة 40% تقريبا.

وأن المقاومة فى 7 يوم زادت بنسبة 35% وفى 28 يوم زادت بنسبة 40% وقد انتهت الدراسة علي اتفاق أغلب النتائج مع فروض الدراسة . وقد أوصت الدراسة بإجراء أبحاث لاحقة فى مواضيع لم يتطرق لها هذا البحث منها اثر تعين الخليط علي طريقة الخرسانة عالية المقاومة ،الخرسانة الخفيفه،الخرسانة عالية الاداء وغيرها.

وضح من خلال نتائج اختبار المقاومة ان جميع الطرق متقاربة ،نجد ان الطريقة الهندية هي الأنسب في تحديد اهداف هذا البحث .

Abstract

The main aim of this research is to study the effect of changing the method concrete mixes design of the strength and the behavior of concrete using additives and without them, and the study relied on areal laboratory tests which measured the amount of slump and monitoring of dry density and resistance for a period of 7 and 28 days. This was done to break the 6 cubes of each method.

The slump test results explain that the lower value resulting in the empirical method, the Egyptian method, the equal in the traditional British method and the Indian method, the British method and American method respectively.

As explained through the monitoring of dry density for 7 day it is the largest in the Indian method, the American method, then traditional British method, then Egyptian method, the British method, the empirical method respectively. As explained by monitoring the dry density for a period of 28 days it is the largest in the Indian method, the American method, the traditional British method, the Egyptian method, the British method and the Empirical method respectively.

The plasticizer was added by 1 liter per 50 kg cement to reduce 15% of the percentage of water.

The results of the test explained when add the plasticizer that workability increased by almost 40%.

And resistance in 7 days increased by 35% and in 28 days increased by 40% the study ended with most of the results of the study

hypotheses agreement. The study recommended that subsequent research subjects did not touch, including the impact of this research appoint the mixture on high-resistance concrete method, light concrete, high strength concrete and others.

Explain through results strength test that all roads close, we find that the Indian method is most appropriate in determining the targets of this research.

قائمة المحتويات

	الموضوع	رقم الصفحة
	الآية	I
	الإهداء	Ii
	الشكر والتقدير	Iii
	ملخص البحث باللغة العربية	Iv
	ملخص البحث باللغة الإنجليزية Abstract	V
	قائمة المحتويات	Vi
	قائمة الجداول	X
	قائمة الأشكال	Xiii
الباب الأول/ المقدمة		
1.1	تمهيد	1
2.1	أهمية البحث	1
3.1	فروض وأسئلة البحث	2
4.1	أهداف البحث	2
5.1	الوسائل المستخدمة	2
6.1	منهجية البحث	3
7.1	مشكلة البحث	3
8.1	ادبيات البحث	3
9.1	الدراسات السابقة	4
الباب الثاني/الدراسة النظرية		
1.2	مقدمة	8
2.2	مكونات الخرسانة	8
1.2.2	الأسمنت	8
2.2,2	الركام	12
3.2.2	الماء	19

4.2.2	المضافات	20
5.2.2	تأكيد وضبط الجودة لأعمال الخرسانة المسلحة	22
6.2..2	الخلطات الخرسانية	26
3.2	صناعة الخرسانة	29
4.2	إختبارات الخرسانة	31
1.4.2	اختبارات الخلطة الطازجة	31
2.4.2	إختبارات الخرسانة المتصلدة	34
5.2	تصميم الخلطات الخرسانية	40
1.5.2	طرق تصميم الخلطه الخرسانية	41
2.5.2	الطريقة البريطانية	42
3.5.2	الطريقة الأمريكية	43
4.5.2	الطريقة الهندية	44
5.5.2	الطريقة المصرية	45
6.5.2	الطريقة الطريقة البريطانية التقليدية	46
7.5.2	الطريقه الوضعية	47
الباب الثالث/ الدراسة المعملية		
1.3	مقدمة	48
2.3	متغيرات المسألة المدروسة	48
3.3	ثوابت المسألة المدروسة	49
4.3	تصميم الخلطات الخرسانية بالطرق قيد الدراسة	49
1.4.3	الطريقة البريطانية	50
2.4.3	الطريقة الأمريكية	53
3.4.3	الطريقه الهندية	55
4.4.3	الطريقة المصرية	56

5.4.3	طريقة الطريقة البريطانية التقليدية	58
6.4.3	الطريقة الوضعية	60
5.3	اسس المفاضلة و المقارنة بين طرق التصميم قيد الدراسة	60
6.3	نمازج الاختبار	61
7.3	نبذة عن المضاف المستخدم	63
الباب الرابع/النتائج ومناقشة النتائج		
1.4	مقدمة	65
2.4	نتائج إختبار الهبوط (slump test)	65
3.4	نتائج إختبار الضغط (compressive test)	65
1.3.4	نتائج إختبار الضغط لعمر 7يوم للعينة من تاريخ الصب	67
2.3.4	نتائج إختبار الضغط لعمر 28 يوم للعينة من تاريخ الصب	74
4.4	نتائج اختبار الهبوط والمقاومة 7يوم و28 يوم بعد إضافة الملدن	76
1.4.4	نتائج اختبار الهبوط بعد اضافة الملدن	76
2.4.4	نتائج إختبار الضغط (compressive test) بعد إضافة الملدن	78
5.4	مناقشة النتائج	81
الباب الخامس /الخلاصة والتوصيات		
1.5	الخلاصة	82
2.5	توصيات خاصة	83
3.5	توصيات عامة	84
	المراجع	85
	الملاحق	87

قائمة الجداول

رقم الجدول	اسم الجدول	رقم الصفحة
1.2	يوضح تصنيف الركام من حيث الشكل	15
2.2	يوضح تقسيم الركام من حيث حالة السطح	15
3.2	يوضح الوزن النوعي الظاهري للركام	16
4.2	يوضح وزن المتر المكعب للركام	17
5.2	يوضح النسبة المئوية للامتصاص الماء بواسطة الركام	27
6.2	يوضح اختيار درجة التشغيل حسب ظروف العمل	27
1.3	يوضح نسبة الركام الخشن بمعلومية معامل النعومة	54
2.3	يوضح ملخص مكونات الخلائط	60
3.3	يوضح نسب المار والمتبقي للركام الكلي	63
1.4	يوضح نتائج إختبار الهبوط ب(mm)	65
2.4	يوضح نتائج إختبار المقاومة 7يوم للخلطات الخرسانية	66
3.4	يوضح نتائج إختبار المقاومة لـ28يوم ب(N/mm^2) للخلطات الخرسانية	67
4.4	الجدول يوضح الملخص النهائي للأختبارات المعملية	69
5.4	يوضح نتائج إختبار الهبوط ب(mm)بعد اضافة الملدن	76
6.4	يوضح نتائج إختبار المقاومة 7ايام (N/mm^2) للخلطاتالخرسانية بعد اضافة الملدن	77

7.4	يوضح نتائج إختبار المقاومة لـ28يوم ب(N/mm^2) للخلطات الخرسانية بعد اضافة الملدن	78
8.4	يوضح نتائج الإختبارات المعمليه باضافة 1لتر من الملدن من وزن 50 كجم من الأسمنت وتخفيض نسبة 15% من محتوي الماء	79

قائمة الاشكال

رقم الشكل	اسم الشكل	رقم الصفحة
1.2	يوضح جهاز فيكات	10
2.2	يوضح المنخل رقم 0.170	12
3.2	يوضح قالب إختبار الهبوط	27
4.2	يوضح يوضح إختبار الهبوط	32
5.2	إختبار الدمك	33
6.2	يوضح عينة القلب الخرساني	35
7.2	يوضح جهاز (مطرقة الكرة)	37
8.2	يوضح إختبار القلع	38
9.2	يوضح مطرقة شميت	39
10.2	يوضح جهاز قياس سرعة الموجات الصوتية	39
1.3	يوضح قالب وقضيب الدمك المستخدم في إختبار الهبوط	61
2.3	توضح الجهاز المستخدم لكسر العينة	61
3.3	يوضح قالب صب العينة	62
1.4	يوضح قيم الهبوط	70

2.4	يوضح العلاقة بين الهبوط المقاس مع الهبوط التصميمي	70
3.4	يوضح محتوي الأسمنت	71
4.4	يوضح محتوي الماء	71
5.4	يوضح الكثافة	72
6.4	يوضح العلاقة بين الركام الخشن والكثافة	72
7.4	يوضح العلاقة بين المقاومة 28 يوم والمقاومة المستهدفة	73
8.4	يوضح العلاقة بين المقاومة 28 يوم والمقاومة في7يوم	73
9.4	يوضح قيم الهبوط بعد المضاف	79
10.4	يوضح قيم المقاومة بعد المضاف	80

الباب الاول

المقدمة والدراسات السابقة

الباب الاول
المقدمة والدراسات السابقة

1.1 تمهيد:

إن خواص الخرسانة تدرس مبدئيا لأغراض تصميم الخلطات الخرسانية وتحدد من قبل مصمم المنشأ، كما أن خواص الخرسانة تخضع لنوع المنشأ وأسلوب الوضع والنقل المتوفر لتلك الخرسانة مع الاخذ بعين الاعتبار درجة السيطرة في موقع العمل والتي من خلالها يتم تحديد مكونات الخلطة الخرسانية،ولذا يمكن التعبير عن تصميم الخلطات الخرسانية على إنها عملية اختيار مكونات ملائمة للخرسانة وتحديد كمياتها النسبية لغرض إنتاج خرسانة اقتصادية وبأدنى الخواص المحددة مثل القوام الجيد والمقاومة والمتانة. إن المقاومة هي واحدة من أهم خواص الخرسانة المتصلبة. تتكون الخرسانة من حبيبات صخرية (الركام)، تتماسك مع بعضها البعض بمادة لاحمة، هي عجينة الأسمنت. والخرسانة تمر بعدة مراحل ومشاكل وإختبارات مختلفة. وهذا البحث يتحدث عن تصميم الخلطة الخرسانية بست طرق، وذلك للوصول لأفضل طريقة اقتصادية، وبجوده عالية.

2.1 أهمية البحث:

تصميم الخلطة الخرسانية يعنى تحديد القيم النسبية لمكوناتها بما يتفق مع المتطلبات المرغوبة لعمل معين.

ويكون ذلك بإستخدام نسب ثُبتت فاعليتها من الخبرة وتسمى بالنسب الوضعية وقد يكون بطرق حسابية مبنية على أساس فني. والطرق الحسابيه تهدف الي إستخدام المواد الموجودة ليتم الحصول منها علي خرسانة ذات خواص مطلوبة فى الحالتين الطازجة والمتصلدة وذلك بأقل التكاليف(Qualities at MinimumCost) ويمكن إعتبار أن مقاومة الخرسانة للضغط تبين مدى جودة الخرسانة المتصلدة كما تعبر قيمة الهبوط (Slump) عن مدى جودة الخرسانة الطازجة.(**محمود امام – 2002**)

3.1 فروض وأسئلة البحث:

أ- أي الطرق المستخدمه تعطي مقاومة اكبر للخرسانة.

ب- أي الطرق تعطي درجة تشغيل افضل للخرسانة.

ت- هل تؤثر الملدنات علي مقاومة الخرسانة.

ث- هل تؤثر الملدنات علي درجة التشغيل للخرسانة.

ج- هل تؤثر محتويات الخلطة علي مقاومة الخرسانة.

ح- في اي عمر تؤثر الملدنات علي مقاومة الخرسانة.

4.1 أهداف البحث:

1.4.1اهداف عامة

1-دراسة تأثير طريقة تصميم الخلطة الخرسانيه على الهبوط.

2-دراسة تأثير طريقة تصميم الخلطات الخرسانية على المقاومة المنتجة.

2.4.1اهداف خاصة

1-دراسة تأثير نسب المواد على مقاومة الخلطة الخرسانية وسلوكها.

2-دراسة تاثير الملدنات علي مقاومة الخرسانة

5.1 الوسائل المستخدمة:

لتحقيق أهداف البحث، سيتم الاعتماد على المواصفات والمراجع الآتية:

- المواصفات البريطانية (BS Standard 5328)
- المواصفات الأمريكية (ACI 211.1-91)
- المواصفات الهندية. (The IS 10262 method)
- المواصفات المصرية.
- الطريقه البرطانيه التقلدية.
- الطريقه الوضعية.

- الاختبارات المعملية

6.1مشكلة البحث

الحصول علي خرسانة ذات خواص مطلوبة فى الحالتين الطازجة والمتصلدة وذلك بأقل التكاليف(Qualities at MinimumCost) ويمكن إعتبار أن مقاومة الخرسانة للضغط تبين مدى جودة الخرسانة المتصلدة كما تعبر قيمة الهبوط (Slump) عن مدى جودة الخرسانة الطازجة.

دراسة تأثير طريقة تصميم الخلطة الخرسانيه على الهبوط والمقاومة المنتجة , دراسة تأثير نسب المواد على مقاومة الخلطة الخرسانية وسلوكها ودراسة تاثير الملدنات علي مقاومة الخرسانة.

7.1منهجية البحث:

لهذه الدراسة يجب وضع ثوابت للمسالة المدروسة تحدد مقدار الهبوط والمقاومة المميزة والمقاس الإعتباري الاكبر للركام ونوع الأسمنت المستخدم ،ثم عمل الحسابات لكل مواصفة للحصول علي المكونات المطلوبه للخلطة الخرسانية،ثم عمل الإختبارات عليها (الهبوط الناتج من الخرسانه الطريه ومقدار المقاومه في 7يوم و28يوم للخرسانة المتصلده).

8.1ادبيات البحث:

تم تقسيم هذا البحث إلى خمسة أبواب، الباب الأول المقدمة والدراسات السابقة ،الباب الثاني الدراسة النظرية ، الباب الثالث يتحدث عن الدراسة المعملية ومتغيرات طرق التصميم. أما الباب الرابع ففيه النتائج المعملية و يتحدث الباب الخامس عن الخاتمة والتوصيات.

9.1الدراسات السابقة:

اسم الباحث:أ/محمد حسن حسين عشية

الدرجة العلمية: ماجستير

الجامعة: جامعة صنعاء

بلد الدراسة: اليمن

اللغة : العربية

تاريخ الاقرار : 2009

نوع الدراسة : رسالة جامعية

الملخص :

الخرسانة مادة إنشائية قديمة أول من استخدمها الرومان من حوالي ألفي عام وتتكون من ثلاث مكونات رئيسية الإسمنت ، والركام بنوعية ،والماء ومع مرور الزمن أُعطيت الخرسانة اهتماما كبيراً من قبل الباحثين لغرض تطويرها لتواكب النهضة العمرانية المشهودة تمَّ التوصل إلى رفد الخرسانة بمواد مضافة تستخدم أثناء عملية الخلط أو قبل عملية الخلط .

وتتميز الخرسانة عن غيرها من المواد الإنشائية بعدة مزايا من أهمها الاقتصاد في التكلفة كون معظم مكوناتها مواد طبيعية يسهل الحصول عليها بتكلفة ميسورة عدا مادة الإسمنت المادة اللاصقة والتي يتمُّ إنتاجها مصنعياً أو استيرادها من الخارج وهذا ما يشكل زيادة تكلفة مادة الإسمنت وبالتَّالي زيادة تكلفة العنصر الإنشائي (الخرسانة) وإفقاده الميزة الاقتصادية.

ورغم أنَّ مادة الإسمنت تعتبر من المكونات الرئيسية للخرسانة كونها المادة اللاصقة إلا أنَّ زيادة محتواها في الخرسانة عن الحاجة المطلوبة المؤدية للغرض المنشود إنشائياً من شأنه أن يؤثر سلباً على خواص الخرسانة وينتج عنه عدة تأثيرات سلبية

تؤثر على بنية الخرسانة مباشرة نتيجة تولد وارتفاع لدرجة الحرارة أثناء التفاعلات الكيميائية بين الماء والإسمنت (عملية الإماهة) ما ينتج عن ذلك ظهور حالتي الانكماش والتمدُّد مسببة بحدوث تشرخات في الخرسانة كما أنَّ زيادة محتوى الإسمنت يتطلب العمل على زيادة معدلات الإنتاج لهذه المادة والذي يرافقه انبعاث غازات ضاره أثناء عملية التصنيع تؤثر سلباً على البيئة نتيجة لما تُحدِثه هذه الغازات المنبعثة من تزايد لدرجة حرارة الغلاف الجوي إضافة إلى حدوث مشاكل صحية للبشر ، علاوة على ذلك أنَّ زيادة تكاليف إنتاج الإسمنت أو استيراده يعتبر بحد ذاته من العيوب الأساسية من خلال ما يشكله من أعباء اقتصادية على البلاد، وانطلاقا من ذلك فقد ركزت هذه الدراسة على جعل مادة الخرسانة مادة إنشائية اقتصادية التكلفة قليلة العيوب جوهرياً أو بيئياً من خلال العمل على التقليل لمحتوى الإسمنت المستخدم والوصول إلى الخواص المطلوبة للخرسانة عن طريق الإستعانة بالمضافات الخراسانية وبشكل رئيسي الملدنات المتفوقة (Super plasticizers) والتي تعتبر من أهم وأنجح المضافات وأكثرها استخداماً وشيوعاً في الوقت الحاضر.

وحيث أنَّ مقاومة الخرسانة للانضغاط تعتبر المعيار الأساسي لقياس جودة الخرسانة المنتجة إضافة إلى كونها دليل لنوع الخرسانة المطلوب إنتاجها وتحديد نسب مكوناتها وهو ما تطرقت إليه هذه الدراسة من خلال الاستفادة الناتجة من إضافة الملدنات المتفوقة بتقليل محتوى الماء في الخليط بنسب عالية وإنتاج خرسانة عالية المقاومة ذات انسيابية وهطول جيدين إضافة إلى تحسين البنية الداخلية للخرسانة.

إنَّ فاعلية الملدنات المتفوقة على تقليل محتوى الماء أنتجت خرسانة ذات مقاومة تزيد عن المقاومة المطلوبة للمنشآت الاعتيادية بمعدل الضعف وبالتَّالي تمَّ الاستفادة من هذه المقاومة بتقليل محتوى الإسمنت المستخدم وبنسب وصلت إلى (37.5%) مع الحفاظ على الخواص المطلوبة للخرسانة (المقاومة – الانسيابية).

وفي هذا البحث تمَّ دراسة تأثير الملدنات المتفوقة (Super plasticizers) على إمكانية تقليل محتوى الإسمنت في الخلطات الخراسانية من خلال إنتاج عينات محتوية على الملدن المتفوق بنسب مختلفة ومحتويات إسمنت مختلفة ومقارنتها مع

العينات المرجعية وللحصول على الغرض المنشود من هذه الدراسة فقد تمَّ استعمال نوعين من الخلطات الخراسانية :-

-1-خرسانة مرجعية (بدون مضاف) لمحتويات مختلفة من الإسمنت ($400kg/m^3$، $350\ kg/m^3$، $300kg/m^3$، $250kg/m^3$) .

-2- خرسانة حاوية على مضاف الملدن المتفوق (Super plasticizers) بنسب مختلفة من وزن الإسمنت (1%، 2%، 3%، 4%) لعينات خراسانية بمحتويات مختلفة من الإسمنت ($350kg/m^3$، $300kg/m^3$، $250kg/m^3$).

ولإنتاج العينات الخراسانية السالفة الذكر تمَّ استخدام نوع واحد من الركام الخشن (Coarse Aggregate) ركام بازلتي متدرج بمقاس اعتباري أقصى (12.5mm) تمَّ الحصول علية من إحدى كسارات محافظة صنعاء كما اختير الرمل الناعم المستخرج من محافظة صعده وغربلته على منخل رقم (4.75mm). ثُمَّ تمت معالجة العينات بالغمر الكامل في أحواض مائية عند درجة حرارة المعمل ($20C^{\circ}$) ولفترات زمنية تعتمد على موعد فحص العينات، وبعد إجراء الفحوصات للعينات والوصول إلى النتائج ومناقشتها تمَّ الحصول على عدة مزايا للعينات الخراسانية نتيجة استخدام الملدنات الفائقة على النحو الآتي:

1- دلَّت النتائج على أنَّ فاعلية الملدن المتفوق تزداد تدريجياً بزيادة مقدار الجرعة للمضاف، وأنَّ النسبة المثلى لاستخدام مضاف الملدن المتفوق (4%) نسبة وزنية من وزن الإسمنت المستخدم حيث أمكن تقليل نسب (w/c) إلى (0.32) بمعدل تقليل وصل إلى (33.3%) مقارنة بالعينة المرجعية عند محتوى أسمنت ($250Kg/m^3$).

2- توصلت نتائج هذه الدراسة إلى إمكانية التقليل لمحتوى الإسمنت بمقدار ($150Kg/m^3$) وبنسبة (37.5%) عند استخدام مضاف الملدن المتفوق مع المحافظة على الخواص الجيدة للخرسانة والحصول على خرسانة ذات مواصفات جيدة.

3- أوضحت النتائج الكفاءة العالية للملدنات المتفوقة لزيادة مقاومة الانضغاط بنسبة وصلت إلى (54%) بمحتوى مضاف (4%) عند عمر 28 يوم رغم تقليل محتوى الإسمنت إلى ($250Kg/m^3$).

4- كما أشارات النتائج إلى التأثير الإيجابي للملدنات الفائقة في تقليل نسبة (w/c) الذي أدَّى بدوره إلى تحسين خواص الخرسانة من خلال الزيادة المبكرة لمقاومة الانضغاط وإنتاج خرسانة ذات مقاومة شد عالية ، إضافة إلى تقليل نسب الامتصاص للعينات والحصول على خرسانة جيدة الكثافة.

الباب الثاني

الدراسة النظرية

الباب الثاني

الدراسة النظرية

1.2مقدمة

الخرسانة هي عبارة عن خليط غير متجانس، من الركام، الأسمنت، والماء، مع بعض الفراغات، ويمكن إضافة بعض المواد الأخرى (المضافات) للحصول على خواص معينة. يتم اختيار نسب هذه المواد في الخلطة الخرسانية حسب نوع العمل المطلوب والمواد المتوفرة، ومع خلط هذه المواد مع بعضها البعض يتم الحصول على الخرسانة، التي تبدأ بالتصلب التدريجي مع الوقت حتى تصبح صلبة وقوية، وتتفاوت قوتها حسب المكونات الأساسية، وكذلك حسب طريقة الصب ونوعية المعالجة.**(محمود امام-2002)**

2.2مكونات الخرسانة

1.2.2 الأسمنت:

الأسمنت هو تلك المادة الناعمة الداكنة اللون، التي تمتلك خواص تماسكية وتلاصقية بوجود الماء، مما يجعله قادراَ على ربط مكونات الخرسانة بعضها ببعض، وتماسكها مع حديد التسليح. ويتكون الأسمنت من ثلاث مواد خام أساسية هي، كربونات الكالسيوم الموجودة في الحجر الكلسي، والسيليكا الموجودة في الطين والرمل، والألومنيا (أكسيد الألمنيوم).**(احمد علي العريان-1990)**

1.1.2.2 أنواع الأسمنت:

هناك عدة أنواع من الأسمنت تأخذ اسمها من الغرض منها ولزوم استعمالها ولكن تبقى مكوناتها الأساسية واحدة وان اختلفت نسبتها، ومن أنواع الأسمنت:

أ- الأسمنت البورتلاندي العادي.
ب- الأسمنت البورتلاندي سريع التصلد.
ت- الأسمنت البورتلاندي منخفض الحرارة.
ث- الأسمنت المقاوم للأملاح والكبريتات.
ج- الأسمنت الألوميني.

2.1.2.2 خواص وفحوصات الأسمنت:

يجرى على الأسمنت العديد من الفحوصات لتحديد صفاته، وللتأكد من جودته، ومطابقته للمواصفات، ومن أهم هذه الفحوصات:

أ- تعيين زمن الشك الإبتدائي والنهائي (Initial & Final setting time).
ب- مقاومة الأسمنت للضغط المباشر.
ت- نعومة الأسمنت(Fineness of Cement)
ث- فحص القوام القياسي للعجينة الأسمنتية.
ج- التحليل الكيميائي للاسمنت.
ح- ثبات الأسمنت.
خ- مقاومة الأسمنت للشد المباشر.

أ) إختبار تعيين زمن الشك الإبتدائي والنهائي:

الغرض من الإختبار هو تعيين زمن الشك الإبتدائي وزمن الشك النهائي للاسمنت على أن لا يقل زمن الشك الإبتدائي عن 45 دقيقة، وأن لا يزيد زمن الشك النهائي عن 10ساعات، وذلك للاسمنت البورتلاندي العادي والأسمنت البورتلاندي سريع التصلد والأسمنت الحديدي، وذلك عند إجراء إختبار جهاز فيكات على عجينة الأسمنت الخالص ذات القوام القياسي.

زمن الشك الإبتدائي:هو الزمن الذي يمضي من لحظة إضافة الماء للاسمنت الجاف (بنسبة ماء العجينة القياسية) إلى اللحظة التي تستطيع إبرة جهاز فيكات أن تنفذ في عجينة الأسمنت القياسية بحيث يبعد طرفها مسافة لا تزيد عن (5مم) من قاع قالب جهاز فيكات.

زمن الشك النهائي:هو الزمن الذي يمضي من لحظة إضافة الماء إلى الأسمنت الجاف إلى اللحظة التي تستطيع إبرة جهاز فيكات أن تخترق عجينة الأسمنت بمسافة أقل من5مم (أي تستطيع إبرة جهاز فيكات أن تترك أثرا لها ولا يظهر أي أثر لحرف الجزء الأسطواني المثبت حولها).**(Neillel-1981)**

الأجهزة المستخدمة:يستعمل جهاز فيكات شكل رقم(2-1) مع استبدال الطرف الأسطواني بإبرة فيكات لتحديد زمن الشك الإبتدائي واستعمال إبرة فيكات المثبت بنهايتها الجزء الدائري لتحديد زمن الشك النهائي.

الشكل (1.2): جهاز فيكات

- **ب: إختبار مقاومة الأسمنت للضغط المباشر:**

الغرض من الإختبار:

تعيين مقاومة الضغط لمونة الأسمنت والرمل، وذلك بإختبار مكعبات من هذه المونة، بعد ثلاثة وسبعة أيام من تجهيزها.

فكرة الإختبار:

تحديد مقاومة مونة الأسمنت للضغط بتعيين مقاومة الضغط لمكعبات طول ضلع كل منها 10 سم، معدة من الأسمنت (تحت الإختبار) والرمل القياسي والمخلوطة خلطاً يدوياً، وتم دمكها بهزاز قياسي.

المواد المستخدمة:

تجهيز نسبة الأسمنت والرمل بنسبة1:3 وإضافة 10% ماء من وزني الأسمنت والرمل، ويلاحظ أن يكون الرمل المستخدم رمل قياسي (نسبة السيليكا لا تقل عن 90%،ويمر جميعه من المنخل القياسي0.85 مم،ولا يزيد المار منه من المنخل القياسي 0.6 مم على 10% بالوزن).

الأجهزة المستخدمة:

1- قوالب الإختبار: تكون قوالب الإختبار المستخدمة مكعبة بطول ضلع 10 سم، لتكون مساحة كل وجه 100 سم2، من معدن لا يتأثر بالأسمنت.

2- ماكينة الإهتزاز.

ت) التحقق من النعومة للأسمنت:

الهدف من الإختبار:

التحقق من أن المتبقي في منخل 90µm لا يتجاوز 10%.

الأجهزة والأدوات:

- منخل رقم NO.170.
- وزن من الأسمنت500g.
- ميزان حساس بدقة 0.001g.

طريقة الإختبار :

نزن المنخل وهو فارغ ثم نضع تحت المنخل غطاء لتجميع العينة المارة من خلاله حيث نضع العينة الأسمنت في المنخل بطريقة تساعد على إجراء الإختبار بسهولة حيث نضع العينة بتدرج ونراعي جفاف العينة وعدم وصول الماء والرطوبة إليها ثم ننخل وبعد ذلك نزن المتبقي في المنخل NO.170 وذلك بواسطة الميزان ثم نأتي بنسبة المتبقي في ذلك المنخل من العينة الكلية بعد طرح وزن المنخل وهو حاوي للمتبقي من وزن المنخل نفسه وهو فارق يجب أن تكون نسبة المتبقي أقل من 10% ، حيث الشكل رقم (2.2) يوضح المنخل رقم 170.

الشكل رقم (2.2) : يوضح المنخل رقم 0.170

ث : إعداد العجينة القياسية:

لتحديد زمن التجمد الإبتدائي والنهائي للأسمنت وفحص ثباته لابد أن نختبر عجينة أسمنت خالصة لها قوام قياسي، لذلك لابد من تحديد محتوى ماء يؤدي إلى القوام المناسب.

ويستخدم جهاز فيكات لقياس القوام، حيث تصنع عجائن من الأسمنت والماء وتخلط بأسلوب محدد وتوضع في قالب الجهاز، ويوضع المرود بحيث يلامس سطح العجينة ويترك ليهبط بحرية، وعمق التغلغل يعتمد على قوام العجينة، والقوام القياسي يعطي تغلغلاً بمقدار(5–7mm) من قاعدة القالب، ومحتوى الماء القياسي يعبر عنه كنسبة مئوية بالوزن من وزن الأسمنت الجاف من %(26–33).(**Neillel–1981**)

2.2.2 الركام:

تتكون الخرسانة من حبيبات غالبا ما تكون صخرية متماسكة مع بعضها البعض بمادة لاحمة،هي عجينة الأسمنت والماء للخرسانة الأسمنتية، ويطلق على تلك الحبيبات اسم الركام. وهي بصفة عامه متدرجة في مقاسها من حبيبات صغيرة، مثل الرمل والحصى، إلى حبيبات كبيرة مثل الزلط وكسر الحجارة. ويمثل الركام في الخرسانة الجزء المالئ (Inert filler in concrete) الذي يشغل تقريبا حوالي 75% من حجم الخرسانة، وهو يعتبر جزء خامل نسبيا. ويقوم الركام بالأعمال الرئيسية الآتية في الخرسانة:

أ- يكون الركام جسم الخرسانة الذي يستطيع أن يقاوم الأحمال، وعوامل البري وفعل العوامل الجوية المختلفة.

ب- يعتبر الركام مادة مالئة رخيصة نسبيا.

ت- يساعد الركام على تقليل التغيرات الحجمية الناتجة (Dimensional changes) من شك وتصلد عجينة الأسمنت والماء، والتغيرات البعدية الناتجة عن تغير محتوى الرطوبة بالخرسانة.

وتتوقف خواص الخرسانة المصنوعة من ركام معين على ما يأتي:

أ- الخواص المميزة لسطح حبيبات الركام (Surface texture) .

ب- التدرج الحبيبي .

ت- كمية الركام في المتر المكعب.

- **التقسيم العام للركام :**
- **أ) من حيث المصدر:**

1-ركام المصادر الطبيعية:

وهو الركام المستخرج من المحاجر بدون أي تغيير لحالته الطبيعية، وتتأثر خواص ركام المصادر الطبيعية بالخواص والتكوينات الجيولوجية للصخور الأم،والتي يمكن تصنيفها كما يلي:

- صخور نارية (Igneous rocks):

وهي أكثر أنواع الصخور شيوعاً على سطح الكره الأرضية، وهي تتكون أثناء تبريد الماجما السائلة على سطح الأرض.

- صخور رسوبية (Sedimentary rocks):

وهي تنتج عند ترسيب الصخور على طبقات تحت ضغط المياه أو الثلوج أو بفعل الرياح فقط.

- صخور متحولة (Metamorphic rocks):

تعتبر معظم الصخور المتحولة مناسبة لإنتاج ركام جيد للخرسانة.

2-ركام المصادر الصناعية :

ركام يتم الحصول كمنتج جانبي (By Product)، مثل:

- ركام خبث الأفران :

ركام مصنع من نواتج التبريد البطيء لخبث أفران صهر خام الحديد.

- ركام الرماد المتطاير:

ناتج من عمليات حرق الفحم بمحطات الطاقة الحرارية (Thermal power plants).

ب) من حيث حجم الحبيبات:

يمكن تصنيف الركام من حيث حجم حبيباته إلى ما يلي:

أ- الركام الناعم :

وهو الركام الذي تقل مقاس حبيباته عن 5 مم (الذي يمر معظمه من منخل 4.75 مم (Sieve No. 4).

ب- الركام الخشن (Coarse Aggrate)

وهو الركام الذي يزيد مقاس حبيباته عن 5 مم (الذي يحتجز معظمه على منخل 4.75 مم).

ت- الركام الشامل (الخليط)

وهو ركام خليط من الركام الكبير والصغير بنسب معينه تحددها متطلبات التدرج الحبيبي للركام.

ج) من حيث الشكل:

يمكن تقسيم حبيبات الركام من حيث الشكل إلى خمس مجموعات، كما هو مبين بالجدول التالي:

جدول (1.2): تصنيف الركام من حيث الشكل

التقسيم	الوصف	أمثلة
مدور Spherical	استدارة الحبيبات نتيجة لتآكلها بفعل المياه أو بعوامل التعرية الأخرى	الرمل والزلط
غير منتظم	غير منتظم طبيعيا أو مشكلا تشكيلا جزئيا بعوامل التعرية وله حواف مستديرة	زلط الحفر وحجر الصوان
زاوي Angular	ذو حواف حادة واضحة عند تقاطع أسطحه	جميع أنواع كسر الحجارة
مفلطح Flat	حبيبات معظمها زاوى ذات سمك صغير بالنسبة لطوله أو عرضها	صخور طبقية
عصوي Elongated	حبيبات معظمها ذات بعدين صغيرين بالنسبة للبعد الثالث	صخور طبقية أو صخور أخرى تعرضت لعوامل تعرية أو بفعل الكسارة

- **د) من حيث حالة السطح:**

يمكن تقسيم الركام من حيث حالة السطح إلى ست مجموعات، كما هو مبين بالجدول التالي:

جدول (2.2): تقسيم الركام من حيث حالة السطح

التقسيم	الوصف	أمثلة
زجاجي Glassy	ركام صدفي مكسر	صوان أسود
ناعم Smooth	ركام مصقول بفعل المياه	زلط، رخام، بعض الصخور النارية
حبيبي Granular	ركام يظهر في مقطعه حبيبات مستديرة منتظمة تقريبا	الحجر الرملي
خشن Rough	ركام سطح مقطعه خشن ذو حبيبات رفيعة أو متوسطة ويحتوي على بلورات لا ترى بسهولة	بازلت، حجر جيري
بلوري Crystallized	ركام يحتوي على بلورات واضحة	جرانيت
مسامي Porous	ركام به مسام وتجاويف واضحة	الحجر الخفاف

- **هـ) من حيث الوزن:**

يمكن تقسيم الركام من حيث الوزن إلى ما يلي:

أ- ركام عادى: مثل الرمل والزلط وكسر الحجارة، وهو الركام المستخدم في الخرسانات المعتادة للمباني والمشروعات الهندسية المختلفة.

ب- ركام خفيف: مثل الليكا والحجر الخفاف، وهو الركام المستخدم في صناعة الخرسانات الخفيفة، والخرسانات العازلة للحرارة.

ت- ركام ثقيل: مثل خام الحديد وقطع الصلب المصنعة، وهو مستخدم في صناعة الخرسانة الثقيلة المقاومة للإشعاعات النووية.

و) تماسك حبيبات الركام مع عجينة الأسمنت:

تعتبر خاصية التماسك بين الركام وعجينة الأسمنت من أهم الخواص التي تحدد درجة جودة الخرسانة، وتتوقف قوة التماسك على حالة سطح حبيبات الركام،

(شريف فتحي الشافعي-2003)

جدول رقم (3.2): الوزن النوعي الظاهري للركام

نوع مادة الركام	الوزن النوعي الظاهري	
	المتوسط	المدى
حجر رملي	2.5	2.6 – 2
رمل وزلط	2.65	2.8 –2.5
حجر جيري	2.65	2.7 – 2.65
جرانيت	2.65	2.7 – 2.6
بازلت	2.8	3 –2.6
كوارتز	2.6	2.7 –2.6

جدول (4.2): وزن المتر المكعب للركام

نوع الركام	حدود وزن المتر المكعب (طن/متر^3)
الرمل	1.85 – 1.5
الزلط	1.8 – 1.6
الركام الشامل (الخليط)	2.1 – 1.7

وهناك علاقة وثيقة بين وزن وحدة الحجوم ونسبة الفراغات بين حبيبات الركام، فزيادة الوزن الحجمي للركام الخليط تعني قلة الفراغات التي يتطلب ملؤها بالأسمنت للحصول على الخرسانة، ولذلك فإنه قد يتم تحديد نسب خلط الركام الخشن إلى الركام الناعم بحيث تعطى أكبر وزن لوحده الحجوم.

ويمكن تعيين النسبة المئوية للفراغات بين حبيبات الركام، وذلك بمعرفة كل من الوزن النوعي والوزن الحجمي للركام.

$$\text{النسبة المئوية للفراغات} = \frac{\text{حجم الفراغات}}{\text{الحجم الكلي}} \times 100 = 100 \times \left(1 - \frac{\text{الوزن الحجمي}}{\text{الوزن النوعي} \times \text{كثافة الماء}}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(2-1)$$

جدول (5.2): النسبة المئوية للامتصاص الماء بواسطة الركام

المادة	**نسبة الامتصاص بالوزن (%)**
الرمل	2 – 0
الزلط، الحجر الجيري المكسر	1 – 0.5
الجرانيت	1 – 0
الحجر الرملي	7 – 2
المواد المسامية الخفيفة جداً	حتى 5.2

- **التدرج الحبيبي:**

هو فصل المقاسات المختلفة من الركام بعضها عن بعض في أية كمية من الركام، ويكون ذلك باستخدام التحليل بالمناخل، بهز الركام على مجموعه من المناخل مرتبه حسب مقاس فتحتها وموضوعة فوق بعضها البعض، بحيث يكون أكبرها مقاساً في الأعلى وأصغرها مقاساً في الأسفل، ثم وزن المحجوز على كل منخل (المنخل يعرف بمقاس فتحته،أي طول ضلع الفتحة)، يتم حساب النسبة المئوية للركام المار من كل منخل، وتمثل بيانياً العلاقة بين مقاس فتحة المنخل، والنسبة المئوية للركام المار منه، ليعبر هذا الرسم عن مدى التوزيع الحجمي بالركام.

- **الغرض:**

تهدف معرفة التدرج الحبيبي للركام إلى التأكد من مدى مطابقة تدرج الركام لحدود المواصفات، كما تستخدم نتائج التدرج الحبيبي في تحديد أفضل نسب لخلط الركام الناعم والخشن للحصول على تدرج مناسب للركام الخليط، بحيث يعطى خلطات خرسانية سهلة التشغيل وخرسانة متصلدة كثيفة ولها مقاومة عالية للأحمال والعوامل الجوية.

- **المناخل القياسية (Standard Sieves)**

تختلف فتحات المناخل القياسية في الدول المختلفة تبعاً لمواصفاتها القياسية، ولكن معظمها تسير على أساس أن مقاس فتحة المنخل تتضاعف من منخل إلى المنخل الذي يليه، وفيما يلي مقاسات فتحات المناخل القياسية طبقا للمواصفات القياسية المصرية.

- **المقاس الإعتباري الأكبر للركام الخشن:**

هو مقياس المنخل الذي يمر منه 95% على الأقل من الركام الخشن، وكلما كبر المقاس الإعتباري الأكبر للركام، كلما زاد الوزن الحجمي، وتحسنت نسبياً مقاومة الخرسانة للأحمال، مع وفرة في كمية الأسمنت المستخدمة نسبة لقلة المساحة السطحية، ويجب ألا يزيد حجم الركام عن 1\5 أقل بعد في الجزء الخرساني، وألا يزيد أيضاً عن 3\4المسافة الخالصة بين حديد التسليح، ويتراوح المقاس الإعتباري الأكبر بين 37.5 مم و 19 مم، وذلك لأعمال الخرسانة العادية، أما في أعمال الرصف فيتراوح بين 50–63 مم، أما في أعمال الخرسانة ذات الكميات والكتل الكبيرة، فيستخدم ركام مقاسه

الإعتباري الأكبر حوالى 150 مم، ولا يستخدم ركام بحجم أكبر من 150 مم لصعوبة مناولته وتشغيله.

- **معامل النعومة (Fineness Modulus)**

يساوى مجموع النسب المئوية للمحجوز الكلي على المناخل القياسية التسعة مقسوماً على 100.

$$Fineness\ Modulus = \sum \frac{Total\ Retained\ \%\ on\ Nine\ Standard\ Sieves}{100} \qquad (2-2).$$

ويعبر معامل النعومة عن الحجم المتوسط لحبيبات الركام، وهو لا يدل على مدى تدرج الركام من عدمه، ويستخدم معامل النعومة في بعض طرق تصميم الخلطات الخرسانية، ويتراوح معامل النعومة للرمل بين 1.5 – 3.75، وللزلط بين 5–8،وتنص المواصفات الأمريكية ASTM C 33 على أن معامل النعومة للرمل يجب ألا يقل عن 2.3 ولا يزيد عن 3.1.

3.2.2الماء:

1.3. 2.2 أهمية الماء:

أ- الماء ضروري لكي يتم التفاعل الكيميائي بين الأسمنت والماء.

ب- وهو ضروري أيضا لكي يمتصه الركام المستعمل في الخرسانة.

ت- يعطي الماء الخليط المؤلف من الركام الخشنوالناعم والأسمنت درجة مناسبة من الليونة تساعده على التشغيل والتشكيل.

ث- بوجود الماء يمكن خلط مقدار أكبر من الركام بنفس الكمية من الأسمنت.

ج- الماء يعطي حجماً للخرسانة يتراوح ما بين 15–20 %.

ح- يضيع جزء من الماء الموجود في خلطة الخرسانة أثناء عملية التبخر.

خ- الماء ضروري لعمليات الخرسانة أثناء تصلبها.

2.3.2.2 نسبة الماء إلى الأسمنت (Water/Cement Ratio):

هي النسبة بين وزن الماء الحر المخصص للتفاعل (عدا عن الماء الذي يمتصه الركام) إلى وزن الأسمنت في الخلطة، ولضبط نسبة الماء في الخلطة أهمية بالغة، وعليها تتوقف قوة الخلطة ومساميتها وانفصالها ونزفها ومقدرتها على مقاومة العوامل

الجوية من برودة وحرارة وتآكل، حيث أن كثرة الماء تضعف الخرسانة وتسبب الإنفصال والمسامية وقلة الدوام وقلة التماسك والضعف والتقشر والإنكماش والتشقق.

3.3.2.2خواص الماء المستعمل في الخرسانة:

أ- يكون الماء المستعمل في خلط ومعالجة الخرسانة خالياً من المواد الضارة، مثل الزيوت والشحوم والأملاح والأحماض والقلويات والمواد العضوية والفلين والمواد الناعمة، سواء كانت هذه المواد ذائبة أو معلقة وخلافها من المواد التي يكون لها تأثير عكسي على الخرسانة من حيث قوة الكسر والمتانة.

ب- يعتبر الماء الصافي الصالح للشرب صالحا لخلط الخرسانة وايناعها.

ت- يسمح باستعمال الماء غير الصالح للشرب في حالة عدم توفر الماء الصالح للشرب على ألا يزيد تركيز الشوائب فيه عن نسبة معينة تحددها المواصفات.

ث- يجرى تصميم الخلطة الخرسانية في المختبر باستعمال نفس الماء غير الصالح للشرب والذي سيجرى إستخدامه في الخلطات الخرسانية بالموقع.**(محمودامام- 2002)**

4.2.2المضافات:

المضافات هي عبارة عن مواد أو تراكيب من عدة مواد، تضاف للخرسانة أثناء الخلط لتحسين خاصية أو أكثر من خواص الخلطة الخرسانية.

أهم أغراض استعمال المضافات:

أ- تحسين قابلية التشغيل للخرسانة الطرية.

ب- تعجيل التصلب للحصول على مقاومة عالية في وقت قصير.

ت- ابطاء عملية التصلب (الشك) في الأجواء الحارة أو النقل لمسافات البعيدة.

ث- تقليل الحرارة المتولدة وتقليل النضح أو النزف (Bleeding).

ج- تحسين مقاومة التآكل وتقليل التقلص الحاصل أثناء التصلب.

ح- منع صدأ الحديد.

1.4 2.2. أنواع المضافات:

بصورة عامة توجد ثمانية أصناف رئيسية من المضافات :

أ- المضافات المعجلة في الشك للخرسانة(Accelerating Admixtures).
ب- المضافات المبطئة للشك في الخرسانة(Retarding Admixtures).
ت- مضافات الملدنات (Plasticizers Admixtures).
ث- مضافات فائقة اللدونة (Super plasticizers Admixtures).
ج- مضافات الهواء المحبوس (Air Entraining Admixtures).
ح- المضافات المانعة لنفوذ الماء (Waterproofing Admixtures).
خ- المضافات المعدنية قليلة التجزئة (Finley Divided Mineral Admixtures).
د- مضافات متنوعة (Mcellaneous Admixtures).

وهنالك خمس مجاميع فرعية حيث يصنف تقرير اللجنة الفنية لمعهد الخرسانة الأمريكي(الطريقة الامريكية81-2R-212 Committee Report)المضافات إلى خمس مجاميع :

أ- المضافات المعجلة (Accelerating Admixtures).
ب- مضافات الهواء المحبوس (Air-entraining Admixtures).
ت- المضافات المقللة للماء و المنظمة للتجمد (water-reducing and set-controlling Admixtures).
ث- المضافات المعدنية الدقيقة التجزئة (Finly Divided Mineral Admixtures).

مضافات الخرسانة غير القابلة للهبوط (Admixtures for no slump concrete).**(مؤيد نور الخلف)**

5.2.2تأكيد وضبط الجودة لأعمال الخرسانة المسلحة:

يختص هذاالجزء بضبط الجودة لأعمال الخرسانة المسلحة من خلال توافر قدر كافي من الإجراءات لضمان جودة المواد وحسن استخدامها بالإضافة إلى تحقيق ضمان متطلبات أسس التصميم واشتراطات التنفيذ وأصول الصناعة والتنفيذ بما يحقق استيفاء مستوى الأداء الواجب.

ويتحقق ضبط الجودة للمشروع على النحو التالي:

-من خلال ضبط الجودة الداخلي والذي يتبع الجهة المنفذة.
-من خلال ضبط الجودة الخارجي والذي يتبع الجهة المالكة.

1.5.2.2-تأكيد الجودة:

يعتبر تأكيد الجودة أداة إدارة وهى مجموعة التنظيمات والخطط والبرامج اللازمة والضرورية للتأكد من أن المنشأ النهائي سيطابق الوظيفة المستهدفة وأن جميع أعمال التنفيذ سوف تتم طبقا للمواصفات المطلوبة وتتبع كافة وثائق عقد العمل،على أن يراعى تحقيق الرضا التام للمالك ومستخدمي المنشأ.

2.5.2.2ضبط الجودة:

يمكن تعريف ضبط الجودة على أنه آلة إنتاج،وهو مجموعة الإجراءات والإختبارات التي تتخذ للتأكد من مطابقة خواص المواد المكونة للخرسانة وطرق صناعتها للمواصفات القياسية.

3.5.2.2دليل الجودة:

وهى الوثيقة التي تصف سياسة الجهات المشاركة في العمل وتشرح نظام الجودة بها.

4.5.2.2خطة الجودة:

هي خطة خاصة معدة لمشروع محدد ومحددة بواسطة المالك أوالمهندس الاستشارى،وتحتوى هذه الخطة على أهداف ومتطلبات الجودة مع وصف تفصيلي لأسلوب العمل والعلاقات التنظيمية بين أطراف المشروع.

5.5.2.2نظام الجودة:

هو الهيكل التنظيمي للجهات المشاركة في المشروع ويتضمن المسئوليات والإجراءات والعمليات والموارد المطلوبة للتأكد من تحقيق أهداف الجودة.

يقع مالك العمل على قمة نظام الجودة كما يشتمل النظام عل سياسة المالك الداخلية وإجراءات التعاقدات وخطة الجودة لمشروع محدد ودليل الجودة المعتمد من فريق العمل بالمشروع.

6.5.2.2التفتيش الفني:

التفتيش الفني هو وضع وتجهيز برنامج للتأكد من أن المواد والمنشأ الخرسانى تحقق المتطلبات المنصوص عليها بمستندات التعاقد .

7.5.2.2التفتيش الفني على المواد:

في المشروعات الكبيرة ذات الطابع الخاص يجب أن تتم معاينة مواقع الإنتاج أومصادر التوريد مع أخذ عينات بين وقت وآخر ويتم إختبارها تحت مظلة التفتيش الفني .ولاتمنع هذه المعاينة وإختباراتها التفتيش الدوري على المواد عند استلامها في موقع المشروع . ويجب أن تكون تعاقدات التفتيش خارج الموقع مع الجهة المنتجة أوالجهة الموردة متضمنة التفتيش على المواد عند المنتج كماهى الحال عند ورودها لموقع المشروع.

8.5.2.2 إعتماد مواد الخرسانة:

يعتمد المفتش الفني الخارجي المصادر المقترحة للمواد وقدرتها على الوفاء بمتطلبات المشروع، واستنّاداآ إلى هذا الإعتماد يقوم المقاول المسئول بالتعاقد مع الجهات المنتجة أو الموردة .ويكون الإعتماد مزودآ بمجموعة من البيانات أهمها شهادات المنتج ونتائج الإختبارات على المواد في معامل متخصصة وشروط التوريد .ولايعنى إعتماد المصادر في أي صورة إعفاء المقاول من مسئولياته في حالة توريد المواد بجودة أقل من الجودة التي تم على أساسها اعتماد المصادر بإعتباره المسئول الأول عن المواد الموردة من المصادر المعتمدة أومن مصاد رأخرى قد يحتاج الأمر لإعتمادها.

9.5.2.2القبول على أساس شهادة المنتج:

في بعض الحالات التي تُورد فيها المواد من مصادر إنتاج ذات خبرة متميزة في إنتاج هذه المواد يمكن إعتماد المواد على أساس شهادة المنتج،والتي يجب أن تصحبها جميع البيانات اللازمة لاعتماد القبول مثل نتائج إختبار ضبط الجودة في موقع الإنتاج، ونتائج الإختبارات في معامل متخصصة،مع بيانات عن تاريخ وحجم المبيعات وسجل إستخدامها.ولا يعنى القبول على أساس شهادة المنتج بأية حال الحد من الإختبارات الدوريةأو الإختبارات الإضافية إذ اما رأى المفتش الفني إجراءأي من هذه الإختبارات في أي من مراحل العمل.

10.5.2.2 رفض المواد:

في حالة عدم مطابقة المادة لمتطلبات المواصفات القياسية يجب عدم استخدامها،كما يجب التخلص منها من مواقع التشوينات أوعلى الأقل إبعادها تماما عن الرسائل المقبولة. ويجب أن يحصل المفتش الفني من مهندس الموقع أومراقب الجودة على مصادقته على العيب الذي أدى إلى عدم المطابقة .ويمكن في بعض الحالات حيثما توافرت أسباب كافية للتشكيك في نتائج الإختبار الموافقة على إعادة الإختبار على المواد المرفوضة.وتلزم في مثل هذه الحالة الإعادة على عينتين منفصلتين مأخوذتين في نفس الوقت،كمايلزم أن تنجح في إعادة الإختبار كل من العينتين على حدة .ويجب أيضا أن يكون التقرير النهائى للقبول متضمناً النتيجة الأولى التى أشارت إلى عدم النجاح ونتيجة الإعادة.

.11.5.2.2المراقبة وضبط الجودة أثناء صب الخرسانة:

تشمل المراقبة وضبط الجودة أثناء صب الخرسانة مايلى:

أ- -نسب مكونات الخلطات الخرسانية.

ب- -اتخاذ التدابير الضرورية للتعامل مع الظروف غير المعتادة مثل الصب فى الجو الحار،الصب فى الجو البارد،الصب تحت الماء،الصب بمضخات الخرسانة.

ت- -تجانس الخلطات الخرسانية.

ث- -مناولة وصب الخرسانة.

ج-دمك الخرسانة.

ح-تشطيب الخرسانة.

خ-إعداد وصب عينات الإختبار فى الموقع للخرسانة الطازجة والمتصلدة.

د-مراقبة وتسجيل ظروف التشغيل بالموقع ،ومعداته وكذلك الظروف الجوية والظروف الطارئة التي تتسبب في توقف أو انقطاع العمل.

12.5.2.2مستندات خاصة بضبط وتأكيد الجودة:

أ- تقارير الإختبارات في المعامل.

ب- تقارير إصلاح الأجهزة والمعدات.

ت- نماذج الفحص والاستلام لبنود الأعمال.

ث- المواصفات القياسية والكودات المستخدمة بالمشروع.

ج- محاضر فحص المواد للمشروع.

ح- شهادات المنشأ.

خ- حالات عدم المطابقة وطرق التصرف فيها.

د- سجلات تدريب ومؤهلات فريق ضبط الجودة.

ذ- تقارير تصميم الخلطات.

ر- نتائج التقييم الإحصائى.

ز- الصور الفوتوغرافية للمراحل الهامة من المشروع.

13.5.2.2معمل الإختبار:

يتوقف تواجد وتجهيز معمل الإختبار والأجهزة المطلوبة للإختبارات المحددة بالتعاقد بمواقع المشروعات على حجم المشروع ودرجة الجودة المطلوبة .ويكون تحديد مستوى تجهيزات معمل الإختبار بمعرفة المهندس الإستشارى،وينص عليه فى مستندات المشروع .

ويلزم التأكد من معايرة الأجهزة التى تجرى به الإختبارات سواء بمعمل الموقع أوالمعامل الخارجية، أو أن يقتصر التعامل مع معامل إختبار معتمدة.**(ابراهيم الدرويش-2000)**

6.2.2الخلطات الخرسانية:

بعد فحص المواد الأولية (وهي الركام الخشن والناعم، والماء والأسمنت والمضافات) وبعد التأكد من صلاحيتها ومطابقتها للمواصفات، يتم عمل تصميم للخلطة الخرسانية لتعيين كمية كل مادة من المواد اللازمة للحصول على خلطة خرسانية حسب ظروف العمل ونوع المنشأ أو العنصر الخرساني المراد صبه.

وهناك عوامل عديدة تؤثر على التصميم كشكل الركام وحجمه وتدرجه وطبيعة العمل والتشغيل وطريقة الدمك وتوفر المواد ودرجات الحرارة، إلا أننا أثناء التصميم نأخذ بعين الإعتبار أن يتم تحديدالمكونات بحيث تغطى كل حبات الركامبالأسمنت، وبحيث تدخل الحبيبات الأصغر حجما في الفراغات الأكبر حجماً، وبحيث تعطي الخرسانة القوة المطلوبة واللدونة اللازمة، وأن تكون غير منفذة للماء، ومتينة وقوية، ومقاومة للعوامل الجوية بأقل التكاليف.**(Krishna rsjun-1976)**

1.6.2.2 درجات الخرسانة

تُحَدد درجات الخرسانة حسب قيمة المقاومة المميزة، وتُحَدِّد المواصفات بشكل عام لكل درجة من الخرسانة محتوى أدنى للاسمنت حسب طبيعة التعرض للعوامل الجوية، وكذلك تحدد النسبة المائية الأسمنتية القصوى المسموحة.

2.6.2.2خاصية التشغيل (Workability)

التشغيل هو قابلية تشكيل وصب الخرسانة، فإذا احتاجت الخرسانة إلى جهد وشغل لتشكيلها في القالب، أو لصبها في الموقع، فإن ذلك يعني أن قابليتها للتشغيل صعبة، كمايعني أن الخلطة جامدة والعكس، فالتشكيل السهل يعني خرسانة طرية، وللخلطة الجامدة مزايا كثيرة تختلف عن ظروف الخلطة الطرية، فهي أقل كلفة من ناحية المواد، وأقوى، ولا تتشقق أثناء جفافها إذا تمت معالجتها بشكل جيد، وتستعمل مع القوالب الانزلاقية، ولا يحصل فيها انفصال حبيبي، وهي أقل عرضة للتجمد، وبمقابل ذلك فإنها

تحتاج إلى جهد لصبها ودمكها ، ولذلك يجب حفظ التوازن بين المزايا والمساوئ، بحيث لابد من اختيار الخلطة ذات التشغيل الذي يناسب طبيعة العمل.

3.6.2.2طرق قياس التشغيل:

يقاس التشغيل إما بطريقة الهبوط أو بطريقة معامل الدمك، الذي يستعمل للخلطات ذات التشغيل المنخفض، إلا أن هناك طرقاً أخرى لقياس التشغيل منها: طاولة الانسياب، وكرة الاختراق، والاهتزاز الترددي.

الشكل (3.2) :يوضح قالب إختبار الهبوط

يتم اختيار درجة التشغيل بالهبوط أو معامل الدمك، حسب ظروف العمل، كما مبين في الجدول أدناه:

جدول (6.2): اختيار درجة التشغيل حسب ظروف العمل

ظروف العمل	درجة التشغيل	الهبوط (سم)
باستعمال هزاز شديد	متدنية جدا	استخدام معامل الدمك
مقاطع بتسليح بسيط مع الهزاز	متدنية	5 – 2.5
مقاطع بتسليح بسيط بدون الهز، مقاطع بتسليح متوسط مع الهز	متوسطة	10 – 5
مقاطع بتسليح كثيف مع الهز	عالية	15 – 10

4.6,2.2 الخرسانة المتصلدة:

تعرف الخرسانة المتصلدة بأنها هي الخرسانة منذ مرور زمن 24 ساعة من بداية تكوينها إلى نهاية عمرها الافتراضي حيث تكتسب خلال هذه الفترة المقاومة اللازمة لمقاومة الأحمال مع الزمن. ونجد أنها تصمم من أجل مقاومة خصائص معينة.

5.6.2.2 خصائص الخرسانة المتصلدة:

نجد أن خصائص الخرسانة المتصلدة ما هي إلا متطلبات تصميمية نصمم الخرسانة للوصول إليها عموماً من خواص الخرسانة المتصلدة المقاومة والمتانة.

حيث تزداد مقاومتها مع الزمن للأحمال التي تتعرض لها الى أن تصل أقصى قيمة للمقاومة بعد خمسة أعوام من الصب.

ونقصد بمتانة الخرسانة مقدرتها على الخدمة تحت ظروف بيئية معينة تم أخذها بعين الإعتبار في التصميم مثل :

1-أقل نفاذية.

2-أقل تفاعل للقلويات في الأسمنت مع السيلكون في الركام الناعم.

3-أقصى مقاومة للصقيع.

4-أقصى مقاومة للتآكل.

5-أقصى مقاومة للكبريتات.

6.6.2.2 معالجة الخرسانة

إن قوة تحمل الخرسانة وتماسكها ومقاومتها لنفاذ الماء تزداد بمرور الوقت، ما دامت الظروف مهيئة لاستمرار التفاعل الكيميائي بين الماء والأسمنت، كما تتحسن أيضا خواص الخرسانة الأخرى، مثل مقاومتها للحرارة والبرودة وعوامل الجو المتقلبة، والتحسن

الذي يطرأ على خواص الخرسانة يكون سريعاً في أول عمرها، ولكنه يستمر ببطء بعد ذلك إلى أجل غير معلوم.

إن المعالجة المبكرة والفعالة والمستمرة في المراحل الأولى لعمر الخرسانة أمر ضروري لتشكيل القوة والمتانة، وعدم النفاذية ومقاومة البري، وثبات الحجم والشروط الأساسية التي يجب توفرها حتى يستمر التفاعل هي درجة الحرارة المناسبة، والرطوبة الملائمة، والمعروف أن الخرسانة الطرية تحوي من الماء مقداراً أكثر مما يلزم لإتمام التفاعل الكيميائي للاسمنت،إلا أنه في معظم الأحوال يتبخر جزء كبير من هذا الماء بفعل الحرارة،ولذلك كان لا بد من إضافة الماء باستمرار إلى الخرسانة للتعويض عن الماء الذي يتبخر، كما يمكن تغطية الخرسانة وترطيب الغطاء حتى يتم ضمان وجود رطوبة وماء التفاعل، كما يجب اتخاذ الاحتياطات بالنسبة للحرارة.

3.2- صناعة الخرسانة:

1.3.2 مراحل صناعة الخرسانة

صناعة الخرسانة لأي غرض إنشائي لابد ان تمر بالمراحل الآتية:**(محمود امام-2002)**

أ- **مرحلة الإعداد:** وهي تشمل اختيار المواد المكونة،وتصميم الخلطات الخرسانية اللازمة،وتخزين المواد المكونة،وتجهيز وإعداد الفرم اللازمة للصب، وأخيرا إعداد الكميات اللازمة للصبة الواحدة، حسب معدلات الصب والدمك وظروف الموقع.

ب- **مرحلة الصب:**وهي المرحلة التي تتضمن خلط الخرسانة، ونقلها ووضعها في الفرم، ودمكها، وتسوية سطحها وتشطيبها.

ت- **مرحلة التصلب:**وهي تشمل معالجة الخرسانة، وإزالة الفرم، وتجانس الخرسانة.

2.3.2- خلط الخرسانة:

إن الغرض من عملية خلط الخرسانة هو الحصول على مخلوط متجانس من ناحية الشكل والقوام، وعملية الخلط يمكن أن تكون في صورة جافة أو رطبة.

ويمكن أن يتم الخلط يدوياً أو عن طريق الخلاطات الميكانيكية.

1-الخلط اليدوي:

إن الخلط اليدوي يتم على سطح مستوى غير مسامي، حيث يتم فرش الرمل في صورة طبقة سمكها من 10-15 سم، ثم يتم فرش كمية الأسمنت على الرمل، ثم يتم خلطهم بواسطة المجرفة باليد ثم يلي ذلك وضع الزلط والتقليب مع إضافة الماء أثناء عملية الخلط والتقليب، حتى الوصول إلى مخلوط متجانس في اللون والقوام.

2-الخلط الميكانيكي:

إن الخلط اليدوي يحتاج الى مجهود كبير، وإنه غير قادر على تامين الكميات المطلوبة من الخلط للمنشآت كبيرة الحجم، لذلك أصبح من الضروري استعمال الخلاطات الميكانيكية.

ومن مميزات الخلط الميكانيكي ما يلي:

أ- الحصول على خليط متجانس في اللون والقوام مع أقل تكلفة.
ب- الحصول على خرسانة أكثر قابلية للتشغيل،وبالتالي تحسين خواص الخرسانة من مقاومة وتحمل الزمن وتقليل النفاذية.
ت- إمكانية استخدام خلطات جافة ذات أقل نسبة للماء والأسمنت، بغرض زيادة مقاومة الخرسانة إلى اقصى حد ممكن.

3-زمن الخلط:

إن الزمن اللازم لعملية خلط الخرسانة يعتمد على عدة عوامل، منها:

أ- طريقة الخلط سواء كانت يدوية أو ميكانيكية.
ب- الكمية المطلوب خلطها.
ت- نوع وخواص المواد المكونة.
ث- نسبة الماء الى الأسمنت.

4- نقل الخرسانة

يتم نقل الخرسانة من مكان الخلط إلى مكان الصب بطرق كثيرة، من عربات النقل اليدوية مروراً بعربات الخلط والنقل، إلى مضخات الخرسانة.

4 .2 إختبارات الخرسانة:

1.4.2- اختبارات الخلطة الطازجة:

يجب أن تجمع عينة الفحص خلال عملية التفريغ من الخلاطة المركزية أو خلاطة الموقع أو الشاحنة، ويتم ذلك بوضع وعاء معترض أثناء التفريغ أو تحويل التفريغ إلى وعاء العينة، ولهذه الغاية يمكن تخفيف سرعة التفريغ، ويجب عدم استعمال أول أوآخر 0.2 م^3 (أي تؤخذ العينة في حدود ال 60% الوسطى)من الخلطة، أما الخلاطات الصغيرة فإن عينة واحدة من منتصف التفريغ تكفي، وإذا كانت الخلطة قد أفرغت فيمكن أخذ أجزاء من مواقع مختلفة ثم خلطها ببعضها على سطح غير ماص، وعمل حماية من الطقس حتى نمنع فقدان الماء، ويتم أخذ العينات حسب المواصفات البريطانية أو الأمريكية أو أي مواصفات بديلة.(**Neillel-1981**)

1-إختبار الهبوط:

الذي يجرى حسب المواصفات البريطانية القياسية الطريقة البريطانية .

أ) يكون قالب الفحص على شكل مخروط ناقص مصنوع من صفائح الفولاذ المجلفن سمك (1.6) ملمترا أو أكثر، سطحه الداخلي أملس ومزود من الخارج بأيدي وأرجل خاصة للرفع والتثبيت، وتكون أبعاده وتفاصيله مطابقة للمواصفات القياسية.

ب)يكون قضيب الدمك مصنوع من الفولاذ ذو مقطع دائري الشكل بقطر (16) ملمترا، وطوله (600) ملمترا، حافته السفلى مستديرة بشكل نصف كروي.

ج) يوضع القالب على سطح جاسئ مستوٍ وناعم غير ماص للماء، ويفضل استعمال صفيحة مستوية من الفولاذ المجلفن لهذا الغرض، على أن يكون السطح المذكور مثبت أفقيا باستخدام ميزان الماء في موضع بعيد عن أي مصدر للذبذبات أو الارتجاجات.

د) يملأ القالب بالخرسانة الطازجة على طبقات متتالية،وتدمك كل طبقة حسب الأصول باستعمال قضيب الدمك وبعدد (25) ضربة موزعة بانتظام على كامل سطح الطبقة، بعد ملئ القالب بالكامل يسوي السطح النهائي باستخدام المالج (المسطرين) مع مستوى الفتحة العلوية للقالب.

هـ) يرفع القالب رأسيا إلى أعلى ببطء وحذر وبشكل يضمن عدم زحزحة الخرسانة.

و) يوضع القالب رأسيا بجانب كتلة الخرسانة التي رفع عنها، ويقاس هبوط الخرسانة بقياس الفرق في الارتفاعبين القالب وأعلى نقطة من كتلة الخرسانة.

ز) يتوجب إعادة الإختبار إذا ما حدث انهيار أفقي للخرسانة الطازجة عند رفع القالب عنها، وإذا حدث ذلك الانهيار، عند إعادة الفحص فيعتبر قوام الخرسانة غير مطابق لهذه المواصفات.

الشكل (4.2) : يوضح إختبار الهبوط

2-إختبار معامل الدمك:

أ- يملأ القادوس العلوي بالخرسانة الطازجة باستخدام المغرفة، يتم بعدها مباشرة فتح بوابة المفصلة حيث تهبط الخرسانة تحت تأثير وزنها فقط لتملأ القادوس السفلي.

ب- يراعى إغلاق فوهة الاسطوانة السفلية أثناء مليء القادوس العلوي بالخرسانة، وفتح بوابته لتهبط الخرسانة إلى القادوس السفلي.

ت- يرفع الغطاء عن فوهة الخرسانة، وتفتح البوابة المفصلية للقادوس السفلي المملوء بالخرسانة بحيث تهبط الخرسانة من القادوس السفلي تحت تأثير وزنها فقط لتملأ الاسطوانة.

الشكل (5.2): إختبار الدمك

ث- يسمح باستعمال قضيب الدمك لمساعدة الخرسانة للهبوط من القادوس العلوي إلى القادوس السفلي ومن القادوس السفلي إلى الأسطوانة، وذلك إذا ما التصقت الخلطة بجدار القادوس على أن يكون ذلك من الأعلى وبلطف.

ج- تزال الخرسانة الزائدة عن مستوى الاسطوانة باستخدام مالجين، يمسك كل مالج في يد والشفرة في وضع أفقي ويسحب باتجاه بعضهما ابتداء من طرفي الاسطوانة مع الضغط على الحواف العليا للأسطوانة.

ح- تنظف الاسطوانة من الخارج من أي مواد عالقة عليها، توزن في ميزان حساس ولأقرب (10) غرام اطرح من ذلك وزن الاسطوانة وهي فارغة ويعرف هذا الوزن بوزن الخرسانة الجزئية الدمك.

خ- تفرغ الاسطوانة ويعاد ملؤها بالخرسانة على طبقات وتدمك جيداً، وينظف السطح الخارجي للأسطوانة وتوزن لأقرب (10) غرامات يطرح من ذلك وزن الاسطوانة وهي فارغة، ويعرف هذا الوزن بوزن الخرسانة المدموكة بالكامل.

د- يحسب معامل الدمك بتقسيم وزن الخرسانة الجزئية الدمك على وزن الخرسانة المدموكة بالكامل.

❖ **إختبارات أخرى على الخرسانة الطازجة:**

أ. إختبار وحدة الوزن للخرسانة الطازجة.

ب.إختبار محتوى الهواء.

ت.تحليل الخرسانة الطازجة.

2.4.2- إختبارات الخرسانة المتصلدة

1-الإختبارات المتلفة للخرسانة:

أ-إختبار المقاومة بالضغط

يجرى هذا الإختبار على الخرسانة المتصلدة على عمر 7 أيام أو 28 يوم، ويكون جهاز الإختبار وطريقة الإختبار مطابقة للمواصفات القياسية البريطانية الطريقة البريطانية1881- أو المواصفات الأمريكية رقمASTM – C39:

أ. تقاس أبعاد نموذج الفحص لأقرب (1) مليمتر وتحسب مساحة سطح التحميل على هذا الأساس.

ب.يحسب اجهاد الكسر بتقسيم قوة الكسر على مساحة سطح التحميل ولأقرب (0.5) نيوتن/ملم^2.

ب-إختبار القلب الخرساني

يعتبر هذا الإختبار إختبار نصف متلف،ويستخدم لتعيين مقاومة الضغط للخرسانة بصورة حقيقية وواقعية،ويكون ذلك بواسطة إختبار عينة منتزعة (القلب الخرساني) من بعض الأعضاء الإنشائية الأساسية (عادة الأعمدة أو الكمرات).

الجهاز عبارة عن مثقاب به آلة ثقب اسطوانية من الماسور يعمل بالضغط الهيدروليكي.(Concrete socity-1976)

الحساب (Calculations):

$$F_c = P/_A \quad \text{(3.2)}$$

الشكل (2.6): عينة القلب الخرساني

يجب ان يشتمل التقرير علي الاتي:

أ- تاريخ أخذ العينة.
ب- عمر الخرسانة (إذا أمكن).
ت- القطر المتوسط للعينة.
ث- أكبر وأقل طول للعينة المستخرجة.
ج- الطول بعد عمل الغطاء.
ح- طريقة عمل الغطاء.
خ- مقاومة الضغط المقاسة.
د- معامل التصحيح للعينات الاسطوانية.
ذ- مقاومة الضغط المقدرة للمكعب.
ر- شكل الخرسانة وشكل الكسر الناتج.
ز- وصف نوع الركام.
س- توزيع المواد بالخلطة الخرسانية.
ش- درجة دمك الخرسانة.
ص- صورة أو صور للعينات ترفق مع التقرير.

ض- حجم ومقاس حديد التسليح وموضعه إن وجد.

حدود القبول:

- أولا يتم عمل ثلاث عينات للخرسانة المراد إختبارها.
- تعتبر العينة مقبولة إذا كانت مقاومة الضغط لا تقل عن 75% من المقاومة المطلوبة.
- لا يزيد الفرق في نتائج القلوب عن 30% من المتوسط.
- إذا لم يتحقق ذلك يجرى إختبار تحميل.

2-الأختبارات غير المتلفة للخرسانة (Non-destructive Tests)

هناك عدة إختبارات غير متلفة للخرسانة، يمكن استعمالها لتحديد مقاومة الخرسانة المتصلبة في المنشأ،والإختبارات الأكثر استعمالآ:

أ- مطرقة الكرة (penetration res tance).

ب- مطرقة شميت (Schmidt hammer).

ت- إختبار المقلع (pull out test).

ث- إختبار سرعة الموجات فوق الصوتية (ultrasonic pulse veloity test).

ج- طرق الإشعاع (radioactive methods).

أ-مطرقة الكرة (penetration restance):

هذا النوع من الإختبارات يستدعى قياس تأثير ضرب من حديد على سطح الخرسانة. الشكل أدناه يبين الجهاز.

الشكل(7.2): جهاز (مطرقة الكرة)

ب-إختبار القلع (Pull out Test)

يستدعي هذا الإختبار تحديد القوة اللازمة لقلع قطعة من الحديد موضوعة داخل الخرسانة أثناء صبها ثم تقاس المقاومة (F_p) بالمعادلة التالية:

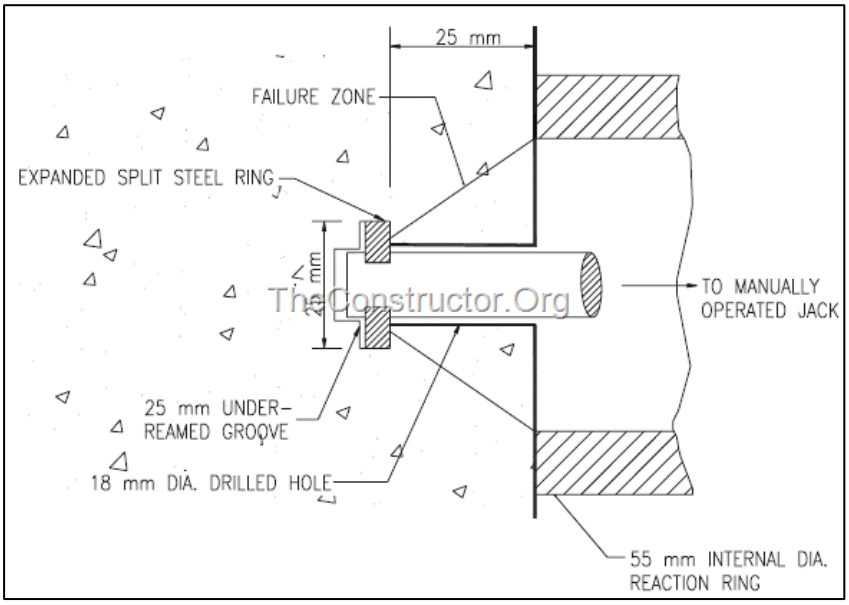
$$F_p = {}^{F}/_{A} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4.2)$$

حيث:

F= القوة اللازمة لُقلع قطعة الحديد.

A= مساحة الخرسانة المقلوعة.

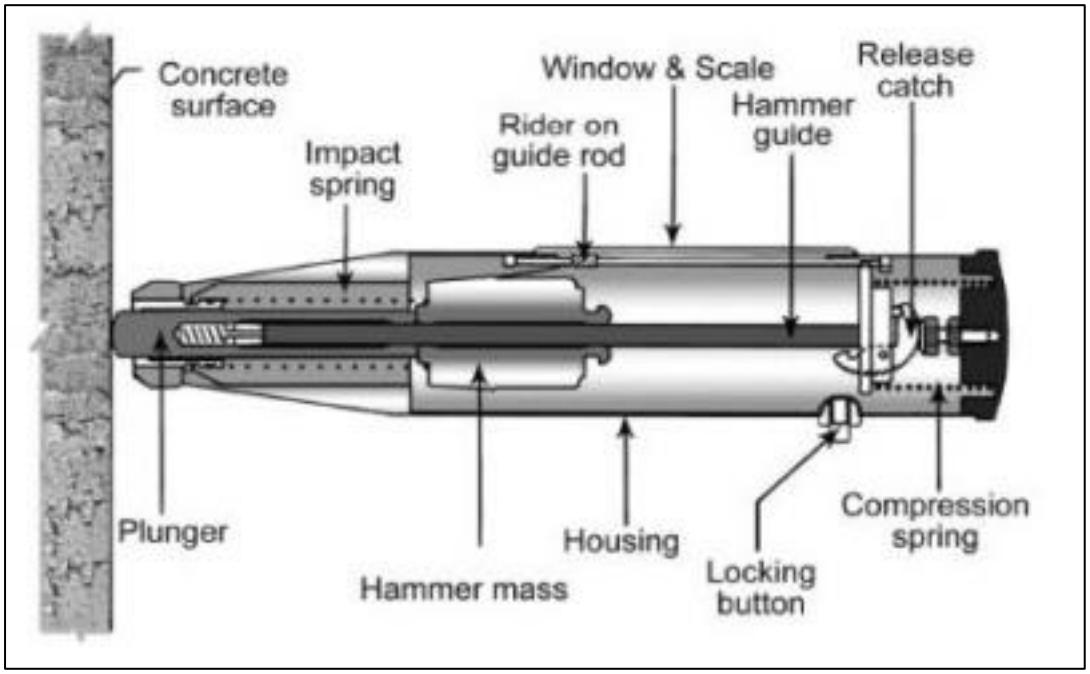
هذه المقاومة (F_p) تعطى قيمة مقاومة الخرسانة للقص، بينما توجد علاقة بين القوة (F) ومقاومة الخرسانة للضغط.



الشكل(8.2): إختبار القلع

ت-إختبارات مقاومة سطح الخرسانة بواسطة مطرقة شميت (Schmidt Hammer)

يعتبر كذلك هذا النوع من الإختبارات غير المتلفة (non-destructive testing) للخرسانة، ويكشف عن قوة تحمل سطح الخرسانة، ويمتاز هذا الإختبار أنه سهل وسريع في تحديد مقاومة الخرسانة وأكثر دقة من إختبار مطرقة الكرة.



الشكل(9.2): مطرقة شميت

ث-إختبار قياس سرعه الموجات فوق الصوتية (Ultrasonic Pulse Velocity)

يستخدم هذا الإختبار موجات صوتية عبر الخرسانة ويتم قياس زمن المرور (T) بين المرسل والمستقبل بدقة الخطأ بحوالي 1%.

الشكل(2.10):جهاز قياس سرعة الموجات الصوتية

ج-تجربة التحميل (Loading Test)

نستعمل تجربة التحميل عندما لا نستطيع تحديد مقاومة الخرسانة بدقة في الإختبارات السابقة ذكرها (الإختبارات المتلفة وغير المتلفة). الهدف الرئيسي عموماً قياس الانحراف الحادث لأحد أعضاء المنشأ (مثل بلاطة أو جسر) تحت أحمال أكبر من تلك المصممة عليها، ويمكن ترك هذه الأحمال لمدة معينة، وتكون الحاجة إلى هذا الإختبار عند إحدى الحالات الآتية:

- عندما تكون جودة التشييد أو التصميم في موضع شك.
- عند حدوث ضرر أو تلف لجزء من المنشأ.

5.2 تصميم الخلطات الخرسانية:

تصميم الخلطات الخرسانية يعني تحديد القيم النسبية لمكوناتها بما يتفق مع المتطلبات المرغوبة لعمل معين. ويكون ذلك باستخدام نسب ثبتت فاعليتها من الخبرة وتسمى بالنسبة الوضعية وقديكون بطرق حسابية مبنية على اساس فني تتصمن خواص المواد المستخدمة والخواص المطلوبة في الخرسانة المتصلدة (مثل مدى المقاومة للأحمال أو المقاومة للبري) والاشتراطات التي تتطلبها خطوات صناعة الخرسانة مثل السهولة المناسبة للصب والتسوية النهائية (التشطيب)لسطح الخرسانة. وذلك مع مراعات التكاليف الاقتصادية حسب نوع العمل الانشائي المطلوب ،وهذه الطرق الحسابية تهدف الى استخدام المواد الموجودة لنحصل منها على خرسانة ذات خواصمطلوبة في الحالتين الطرية والمتصلدة وذلك بأقل التكاليف ويمكن اعتبار ان مقاومة الخرسانةللضغط تبين مدى جودة الخرسانة المتصلدة آما تعبر قيمة الهبوط عن مدى جودة الخرسانة الطرية.

ويعتبر تحديد نسب الخلطة الخرسانية من أهم العوامل التي تؤثر على جودة الخرسانة وعلى اقتصاديات المشروع. فمن الممكن الحصول على خرسانات متباينة في جودتها وثمنها بالرغم أنجميعها تتكون من نفس المواد. ويعتمد الاقتصاد النسبي للخلطات الخرسانية على مكوناتها وعلى أجور العمال وتكاليف النقل لتلك المكونات. ويعتبر الأسمنت أحد المكونات الأساسية للخرسانة والذي تؤثر نسبة وجودته في الخلطة تأثيرا

كبيرا على تكاليفها نظرا لارتفاع ثمنه بالنسبة لباقي مكونات الخلطة.(Balsam Jassim-2008)

1.5.2 طرق تصميم الخلطه الخرسانية:

تصميم الخلطة الخرسانية هو عملية اختيار مكونات الخرسانة الأساسية وتحديد نسبة كل منها في وحده الحجوم للخلطة، وذلك بغرض الحصول على خلطة خرسانية ذات حد أدنى لمقاومة الضغط والتحمل مع الزمن مع ضمان أفضل قابلية للتشغيل وبأقل تكلفة.**(محمود امام-2003)**

- ❖ المعطيات الأساسية لتصميم الخلطة الخرسانية؟

1-مقاومة الخرسانة التصميمية إجهاد كسر المكعبات بعد 28 يوم.

2-نوع الركام الكبير ومقاسه الإعتباري الأكبر.

3-تدرج الركام الصغير.

4-نوع الأسمنت المستخدم.

5-قابلية التشغيل المطلوبة لتنفيذ المنشأة.

في هذا الباب سوف يتم عرض الطرق التالية لتصميم الخلطة الخرسانية:

1-الطريقة البريطانية.

2-الطريقة الامريكية.

3-الطريقة الهندية.

4-الطريقه المصرية.

5-الطريقةالبريطانية التقلدية.

6-الطريقه الوضعية.

2.5. 2 **الطريقة البريطانية:**

1-الخطوة الأولى تحديد الإجهاد التصميمي للخلطة:

$F_{m=}$ f_{cu}+M………………………………………………………… (5.2)

المقاومة المستهدفة= Fm

المقاومة المميزة= Fcu

هامشM =k s

الانحراف المعياري= S

K =Constant

S = Standard deviation for designer

شكل(ب.1): قيمة الانحراف المعياري للمقاومة

الخطوة الثانية:تحديد إجهاد تقريبي للخلطة:

جدول (ب.1): مقاومةالضغط (N/(mm)^2) عنداستخدام W/C= 0.50

الخطوة الثالثة: تحديد نسبة الماء

شكل (ب.2): العلاقة بين نسبة الماءالحر الي الأسمنت

الخطوة الرابعة:تحديد محتوي الماء في الخلطة

جدول (ب.2): محتوى الماء المناسب للخلطة

الخطوة الخامسة: تحديد وزن الأسمنت فى الخلطة

محتوي الاسمنت= w/c /محتوي الماء

الخطوةالسادسة:تحديد كثافة الخرسانة للخلطة

شكل(ب.3): كثافة الخرسانة

الخطوة السابعة تحديد وزن الركام الكلى فى الخلطة:

الخطوة الثامنة:تحديد نسبة الركام الصغير إلى الركام الكلى فى الخلطة

شكل(ب.4): تحديد نسبة الركام الكلى في الخلطة الخرسانية

الخطوة التاسعة:تحديد وزن الركام الكبير في الخلطة من المعادلة

AT=DENCITY –C–W..... (6.2)

الخطوة العاشرة:تحديد وزن الركام الصغير فى الخلطة

وذلك بطرح محتوي الركام الكلي من نسبة الركام الناعم

3.5.2 **الطريقة الأمريكية:**

الخطوه الاولى إختيار مقدار الهبوط المناسب

جدول (ت.1): اختيارالهبوط

Fm = Fc + M..... (7.2)

Fm = المقاومة المستهدفة

Fcu =المقاومة المميزة

M من الجول

جدول (ت.2):تحديد مقاومة الضغط

الخطوة الثانية: تحديد كمية الماء للخلط بمعلومية مقدار الهبوط ومقاس الركام الاكبر

جدول(ت.3):تحديد كمية الماء للخلطة

الخطوة الثالثة: تحديد نسبة الماء للأسمنت

جدول (ت.4):تحديد نسبة الماء الى الأسمنت

الخطوة الرابعة: تحديد كمية الأسمنت

محتوي الاسمنت= w/c /محتوي الماء

الخطوة الخامسة تحديد كمية الركام الكلي

AT=DENCITY –C–W…… (8.2)

الخطوة السادسة: تحديد كمية الرمل:

جدول (ت.5`):تحديد كمية الرمل اللازمة

4.5.2**الطريقة الهندية**:

الخطوتا لأولى تحديد الإجهاد التصميمي للخلطة

f m=f ck+ 1.65σ .....(9.2)

الانحراف المعياري من الجداول ادناة

M10–M15: 3.5 MPa

M20–M25: 4.0MPa

M30–M50: 5.0MP

الخطوه الثانية: تحديد نسبة الماء للاسمنت

شكل (ث.1):تحديد نسبة الماء الي الأسمنت

شكل (ث.2):تحديد نسبة الماء الي الأسمنت

الخطوة الثالثة: تحديد محتوي الماء والرمل

جدول (ث.1):تحديد محتوي الماء والرمل

جدول(ث.2) Adjustments

4–حساب محتوي الاسمنت ومحتوي الركام

جدول (ث.3):تحديد محتوى الأسمنت والركام:

wc(durability)..... (10.2) wc= min (w⁄ccurve)،

c=max (WC* cdurability).....(11.2)،

v= (w+csc+ (1p*faggsfagg)*1000..... (12.2)

v= (w+csc+ (1−p*caggscagg)..... (13.2)

جدول (ث.4): تحديد محتوى الهواء:

5.5.2 **الطريقة المصرية**:

اولا :حساب المقاومة المستهدفة

Ftarget = fcu +m..... (14.2)

m هامش امان

ثانيا : تحديد محتوي الماء المناسب

جدول(ج.1) :تحديد محتوي الماء المناسب للخلطة

ثالثاً: تحديد نسبة الماء الى الأسمنت:

جدول (ج.2) :يحدد نسبة الماء الي الأسمنت

جدول (ج.3): تحديد نسبة الماء الي الأسمنت عند مهاجمت الكبريتات

رابعاً: تحديد نسبة الركام

جدول (ج.4): لتحديد نسبة الركام من 1م3

خامسا: تحديد محتوى الأسمنت:

وزن الأسمنت = وزن الماء ÷ (م/س) .... (15.2)

سادسا: تحديد نسبة الرمل

وذلك بتطبيق معادلة الحجم المطلق

V =W/GSW+C/GSC+S\GSS+A%..... (16.2)

6.5.2 الطريقة الطريقة البريطانية التقليدية

اولاً حساب المقاومة المميزة

f m=f ck+ 1.65σ..... (17.2)

ثانياً: تحديد محتوي الماء

جدول (ح.1): لتحديد محتوي الماء في الخلطة

ثالثاً: تحديد نسبة الماء الي الأسمنت:

شكل رقم(ح.1):تحديد w\c

4-تحديد الكثافة

شكل رقم (ح.2): يوضح كثافة الخرسانة

خامسا: تحديد نسبة الرمل:

شكل (ح.3): تحديد نسبة الرمل

7.5.2 الطريقه الوضعية:

تحدد هذه الطريقة نسب مكونات الخرسانة نتيجة الخبرة Experience السابقة للإستعمال.وقدأ ثبتت هذه الطريقة ملائمتها وصلاحيتها للعمليات الصغيرة لسهولتها حيث تعطى المواد الصلبة(الأسمنت،الرمل،الزلط)على هيئة نسب الوزن أوالحجم وقد تحدد أهمية الماء اللازم أوتترك لمراعاتها أثناء الخلط بحيث نحصل على خلطة لدنة سهلة التشغيل.

	الأسمنت	الرمل	الزلط
خلطة غنية ذات مقاومة عالية	1	1	2
خلطة متوسطة	1	2	4
خلطة فقيرة ذات مقاومة منخفضة	1	3	5

وذلك على أساس أن الركآم مناسب والماءأقل ما يمكن لجعل الخلطة ذات قوام مناسب لتكون لدنة .والنسب الوضعية المستخدمة فى جمهورية مصر العربية هي:

أسمنت	رمل	زلط
كجم	3م.4	3م.8

مع كمية الماء المناسبة وتتراوح قيمة الماء كنسبة من الأسمنت تتروا ح بين 4. الي 3م.7 ويحدد كميتها طبيعة العمل، أماكمية الأسمنت فيحددها نوع العمل والخلطة اللازمة له هل هى غنية أوفقيرة من200إلى400 كيلو جرام.(محمود امام-2002

الباب الثالث

الدراسة المعملية

الباب الثالث

الدراسة المعملية

1.3 مقدمة:

لدراسة التغيرات الناتجة عن طريقة تصميم الخليط الخرساني لابد من تثبيت بعض المتغيرات ذات التأثير المباشر على خواص كل طريقة من حيث المقاومة والهبوط والكثافة للخرسانة الطازجة والخرسانة المتصلبة، حيث تمت مناقشة ذلك في ثوابت المسألة المدروسة وكذلك دراسة مدي تأثير تثبيت هذه الخواص على خواص أخرى متغيرة مثل المقاومة والهبوط والكثافة لكل من الخرسانة الطازجة و الخرسانة الطرية و كذلك كمية المواد المستخدمة ونسبها الناتجة لكل خلطة . و يتم التصميم بالطرق قيد الدراسة للخلطات ذات الخصائص التي تم تثبيتها . التي على اساسها نفاضل بين الطرق و كذلك نماذج المسالة المدروسة حيث تم عمل 6 مكعبات لكل خلطة حيث يتم كسر المكعبات كل 7يوم و 28يوم.

2.3 متغيرات المسألة المدروسة:

وجد أن تصميم الخليط الخرساني هو عملية إيجاد نسب مكونات الخليط الخرساني و ذلك لتحقيق متطلبات معينة مثل المتانة والمقاومة وقابلية التشغيل لذلك فإن متغيرات التصميم هي عبارة عن كمية تلك المواد . متغيرات المسألة المدروسة هي

1- محتوى الأسمنت (C)

2- محتوى الركام الناعم (FA)

3- محتوى الركام الخشن (CA)

4- محتوى الماء المطلوب (W)

5- المقاومة للكسر لمدة 7و 28 يوم

6- الكثافة الرطبة (D_W)

7–طرق التصميم

3.3 ثوابت المسألة المدروسة:

لدراسة تأثير طرق التصميم على مقاومة الخليط الخرساني و سلوكه لابد من تثبيت بعض المتغيرات والتي تساعدنا على إجراء المقارنة بطريقة صحيحة حيث هذه المتغيرات هي :

1- أقل مقاومة $25\ N/mm^2$.

2- أقصى مقاس ركام خشن 20 mm.

3- نوع الأسمنت البورتلاندي العادي.

4- الركام غير مكسور.

5- الركام الناعم zone 11.

6- المعالجة بالغمر في الماء حتى وقت الكسر.

7- الهبوط mm (80−120).

4.3 تصميم الخلطات الخرسانية بالطرق قيد الدراسة:

1.4.3الطريقة البريطانية

الطريقة	المدخلات	المخرجات
الطريقة البريطانية	1-من ثوابت المسألة أقل مقاومة مطلوبة هي $F_{min} = 25N/mm^2$ $t = 8 \qquad k = 1.64$ 2–من الشكل (ب.1): وبتطبيق المعادلة رقم (5.2) $25+8\times1.64=8.12\ N/mm^2$	Say =40 N/mm^2

الطريقة البريطانية	3–تحديد اجهاد تقريبى للخلطه من جدول(ب.1): $N/mm^2$42	
	4–نسبة الماء الحر إلى الأسمنت باستخدام أسمنت بورتلاندي (OPC) ذومقاومة^{2}40N/mm فى 28 يوم وركام غير مكسور.من الجدول(8.2)	0.54
	5-وجد ان محتوى الماء الحر المطلوب من الجدول (ب.2):	w=195kg/m
	6–وجد ان محتوى الأسمنت المطلوب باستخدام المعادلة (6.2)	C=*360kg/m*
	Cement content=water content/-7 (w/c) *195/0.54=360kg/m*	
	8-وجد ان كثافة الخرسانة الطرية من الشكل (ب.3) : D_W=2390Kg/m	D_W=2390Kg/m

	9–وجد ان محتوى الركام الكلي في الخلطة بتطبيق المعادلة (7,2) A_t=290-60-195=1835kg/m	A_t=1835kg/m
	10–من الشكل (ب.2): نسبة الركام الناعم من الركام الكلي ، ووجد أنها تعادل30% 11–وجد ان محتوى الركام الناعم من الركام الناعم بتطبيق المعادلة (8.2): 0.3*1825=550kg/m	FA=550kg/m
	12–وجد ان محتوى الركام الخشن من الركام الكلي وذلك بتطبيق المعادلة (9.2): 185-550=1285kg/m	CA=1285kg/m

2.4.3 الطريقة الأمريكية:

الطريقة	المدخلات	المخرجات
الطريقة الامريكية	1–أقل مقاومة تصميمية من ثوابت المسألة $F_{min} = 25N/mm^2$. من المعادلة (10.2) Fc=25+8.5=33.5 Say=35N/mm^2 2–تحديد كمية الماء للخلطه 3–من الجدول(ت.1): وجد ان نسبة الماء الحر إلى الأسمنت (W/C) المقابلة لمقاومة تعادل المقاومة أعلاه. 4–وجد ان محتوى الأسمنت المطلوب في الخلطة بتطبيق المعادلة:(10.2) *Cement content=water content/ (w/c)-5* *216/0.54=400kg/m^3*	Fm=35N/mm^2 W=216kg/m^3 W/C=0.54 C=*400kg/m^3*

الطريقة الامركية	6 –وجد ان نسبة الركام الخشن وذلك من خلال إستخدام جدول (ت.2): ومعامل نعومة 2.6 وجد ان نسبة الركام الخشن تساوي 0.64 7–وجد ان محتوى الركام الخشن بتطبيق المعادلة (11.2) $=0.64*1600=1024kg/m^3$ 8–تحديد كثافة الخرسانة الشكل (ت.1) $2345kg/m^3$ 9–وجد ان محتوى الركام الناعم من المعادله (12.2) $2345-216-400-1024=705kg/m^3$	$AT=1024kg/m^3$ $CA=1024$ $DW=2345kg/m^3$ $FA=705kg/m^3$

الجدول (1.3): نسبة الركام الخشن بمعلومية معامل النعومة

معامل النعومة	2.8	2.619	2.6
نسبة الركام الخشن ذو المقاس 20mm	0.62	0.68	0.64

3.4.3الطريقه الهندية

الطريقة الهندية	1-من ثوابت المسألة أقل مقاومة مطلوبة هي $F_{min} = 25N/mm^2$. 2-وجد ان المقاومة المتوسطة المطلوبة من المعادلة (1.2) Step 1: f m=f ck+ 1.65σ Gread 25 =4 σ Fm=4*1.65+25=32N/mm^2 Say=35 3–من من الجدول(ث.1): وجد ان نسبة الماء للأسمنت W/c*=0.43 4–من الجدول(ث.2): وجد ان محتوي الماء 186 kg/m^3 ونسبة محتوي الرمل 0.35 = 4- w/c*= Min (0.43، 0.50) =0.43 (14.2) C=Max (177/ 0.4، 00). =412kg/m (15, 2) 1-0.02= (177+ (412/.15) + (1/.5)*(f_{agg}/2.7))*1/1000 (16.2) Fagg=673kg/m1-0.02= (177+ (412/.15) + (1/(1-.5))*(c_{agg}/2.6))*1/1000 C_{agg}=1035kg/m	35N/mm^2 W=186 kg/m^3 C=412kg/m^3 Fagg=673kg/m^3 C_{agg}=1035kg/m

4.4.3 الطريقة المصرية:

الطريقة	المخلات	المخرجات
	1–لايجاد FMنطبق المعادله (17.2) $F_{target} = fcu + M$ M=الكود المصرى يحدد هذا االهامش ب 5% $fm=5+25=30N\backslash mm^2$ 2-من الجدول (ج.1): وجد ان محتوي الماء بمعلومية الهبوط واكبر حجم للركام وجد انه =$210kg\backslash m^3$ وبما ان الركام المستخدم مدور وكما في الطبيعه ولم يتم كسره فان محتوى الماء يساوى $210-18=192kg\backslash m^3$ 3–من الجدول(ج.2):وجد ان نسبة الماء الى الأسمنت وذلك بمعلومية المقاومه المتوسطه والهبوط و جد انها تساوي 0.54 4– وزن الأسمنت = وزن الماء ÷ (م/س) من المعادلة (3.12)	$FM=30N\backslash mm^2$ $W=192kg\backslash m^3$ $C=355.5kg\backslash m^3$
	5– من الجدول(ج.3):وجد ان	

	نسبة الركام بمعلومية معاير النعومه وحجم الركام =0.64 6- وجد ان نسبة الهواء من الجدول(ج.4): =02.	CA=1112kg\m^3
	7- لايجاد نسبة الرمل بالتطبيق في معادلة الحجم المطلق 192\1+355.5\0.15+0.64\2.58+s\2.6+.02=1 الركام الناعم = 694 kg\m^3 الركام الخشن= 1112kg\m ^{3}	FA=694 kg\m^3

5.4.3 طريقة الطريقة البريطانية التقليدية:

لطريقة	المدخلات	المخرجات
الطريقة البريطانية التقلدية	Step 1: f m=f ck+ 1.65σ-1 من المعادلة (19.2) 25+1.65*4=32 Say3 5N\mm^2 2- وجد ان محتوي الماء من الجدول (ح.1): يساوي 195Kg\m^3 3- وجد ان نسبة الماء من الجدول (ح.2): 0.43= 4- محتوي الأسمنت من المعادلة (20.2) 195\0.43=390kg\m^3 5- تحديد وزن الخرسانه ومحتوي الركام الكلي من الجدول(ح.3): 2306kg\m ^{3}	FM= 35 N\mm^2 W=195Kg\m^3 C=390kg/m ^{3} Dw=2306kg\m^3 At=1722kg/m^3

	6–تحديد محتوي الركام الكلي من المعادلة (21.2) Density-c-w=total agg 2306-90-195=1722kg\m^3 7–تحديد نسبة الركام الناعم من الشكل (ح.1): وجد انه يساوي 35% اذن الركام الناعم = 0.35*1722=602.7 kg\m^3 الركام الخشن 1722-602.7=1119.3kg/m^3	FA=602.7 kg\m^3 CA=1119.3kg/m^3

6.4.3 الطريقة الوضعية:

في هذه الطريقه فرض ان الخلطه غنيه

وان محتوي الأسمنت =400كيلو جرام

ونسبة الماء الى الأسمنت=0.45

اذن محتوي الماء يساوي400*0.45=180 كيلو جرام/م

ومحتوي الركام الخشن =0.8*1000=800 كيلو جرام/م

محتوي الركام الناعم =0.4*1000=400كيلو جرام/م

الجدول (2.3): يوضح ملخص مكونات الخلطات

Density content Kg/m^3	Aggregate		w/c	Water content Kg/m^3	Cement content Kg/m^3	Method
	Fine	Coarse				
2390	550	1285	0.54	195	360	الطريقة البريطانية
2345	705	1024	0.54	216	400	الطريقة الامريكية
2306	673	1035	0.45	186	412	الطريقة الهندية
2353	694	1112	0.54	192	355	الطريقة المصرية
2306	602	1119	0.50	195	390	الطريقة البريطانية التقليدية
1780	400	800	0.45	180	400	الطريقة الوضعية

5.3.أسس المفاضلة و المقارنة بين طرق التصميم قيد الدراسة المصمم بها الخلطات الخرسانية:

نجد أن أفضل الطرق التصميمية هي التي تعطي مقاومة عالية و قابلية تشغيل عالية و محتوى أسمنتي أقل لتحقيق الاقتصادية في الظروف الثابتة للدراسة أي ثوابت المسالة المدروسة حيث يستدل على بعض الخواص باستخدام الأجهزة المعملية بإجراء الإختبارات على العينات حيث : يستدل على اختبارات العناصر الخرسانية في المسالة المدروسة باستخدام إختبار الهبوط (slumptest) وبالنسبة للخرسانة وهي في حالتها الطرية بعد الخلط مباشرة نجري هذا الإختبار للمقارنة من حيث درجة الهبوط للخلطات الخرسانية المستخدمة.

الشكل (1.3): توضح قالب وقضيب الدمك المستخدم في إختبار الهبوط

- عن طريق الإختبار الإتلافي إختبار مقاومة الضغط الإتلافي (Compressive Strength Test) حيث نقارن نتائج الإختبار من حيث مقارنة المقاومة الحقيقية للعينات المنتجة بواسطة الخلاطات الخرسانية المختبرة حيث يتم الترتيب للطرق الأعلى مقاومة في ظل الثوابت المقترحة :

الشكل (2.3): يوضح الجهاز المستخدم لكسر العينة

6.3 نماذج الإختبار الموصوفة ضمن مواصفات الطرق قيد الدراسة للخرسانة المتصلدة وأثرها على المقاومة:

نجد أنه تم الصب في المكعبات ذات المقاس $100\ mm \times$ 100mm$\times 100mm$وذلك بعدد 6 مكعبات لكل خلطة و ذلك لمعرفة المقاومة المطلوبة وذلك بعد إجراء إختبار الهبوط باستخدام مخروط الهبوط لمعرفة الهبوط حيث تم وضع العينة بعد صبها في جهاز الكسر وذلك لاستنتاج المقاومة المطلوبة لكل العينات وذلك باستخدام القانون التالي :

$$P = \frac{\text{قوة}}{\text{مساحة}} \dots\dots\dots (1.3)$$

نجد أنه لإيجاد كميات المواد في المتر المكعب من العينات تم إجراء الأتي :

عدد العينات المطلوبة للتصميم 6 مكعبات و عدد فواقد المواد المقترحة 2 مكعب يصبح مجموع المكعبات الكلية 8 مكعبات.

إذا حجم المكعب المطلوب $= 0.1 \times 0.1 \times 8 = 0.008\ m^3$

حيث يتم ضرب هذه القيمة في كل قيمة من التصميم متحصل عليها للمتر المكعب.

شكل رقم(3.3.): يوضح قالب صب العينة

كما تم عمل التخليل المنخلي للركام والرمل علي حسب المواصفات البريطانية

الجدول (3.3.): يوضح نسب المار والمتبقي للركام الكلي

مقاس الغربال	كمية المتبقي	نسبة المتبقي في الغربال	نسب المار CA	نسب المار FA
19.05mm	955	24.	67.5	-
9.52mm	1680	42.81	9.92	-
4.76mm	290	.9	0	100
2.4mm	187	4.76	-	81.
1.18mm	187	4.76	-	62.6
600µm	45	11.08	-	19.1
00µmm	148	.77	-	4.
150µmm	6	0.92	-	0.7
Pan		0.18	-	0
المجموع	925	100%		

7.3 نبذة عن نوع المضاف

راجع المرفق (خ)

- الحجم المطلوب للخلطة المصممة بالطريقة البريطانية :

$$C = 360 \times 0.008 = 2.88\ kg/m^3$$
$$\text{FA} = 550 \times 0.008 = 4.4\, kg/m^3$$
$$\text{CA} = 1285 \times 0.008 = 10.28\, kg/m^3$$
$$W = 195 \times 0.008 = 1.5\, kg/m^3$$

- الحجم المطلوب للخلطة المصممة بالطريقة الأمريكية :

$$C = 400 \times 0.008 = 3.2\ kg/m^3$$
$$FA = 705 \times 0.008 = 5.64\ kg/m^3$$
$$CA = 1024 \times 0.008 = 8.1\, kg/m^3$$

*محتوى المياه لكل kg/m^3المطلوبة للحجم المطلوب:

$$W = 216 \times 0.008 = 1.7\, kg/m^3$$

- الحجم المطلوب للخلطة المصممة بالطريقه الهنديه:-

$$C = 412 \times 0.008 = 3.2\ kg/m^3$$
$$CA = 1035 \times 0.008 = 8.2\ kg/m^3$$
$$FA = 673 \times 0.008 = 5.3\, kg/m^3$$
$$W = 186 \times 0.008 = 1.4\, kg/m^3$$

- الحجم المطلوب للخلطة المصممة بالطريقة المصريه:-

$$C = 355 \times 0.008 = 2.8\ kg/m^3$$
$$FA = 694 \times 0.008 = 5.5\, kg/m^3$$
$$CA = 1112 \times 0.008 = 8.8\ kg/m^3$$

*محتوى المياه لكل kg/m^3المطلوبة للحجم المطلوب :

$$W = 192 \times 0.008 = 1.5\, kg/m^3$$

- الحجم المطلوب للخلطة المصممة بالطريقة البريطانية التقليدية:

$$C = 390 \times 0.008 = 3.12\ kg/m^3$$
$$FA = 602 \times 0.008 = 4.8\, kg/m^3$$
$$CA = 1119 \times 0.008 = 8.9\ kg/m^3$$

*محتوى المياه لكل kg/m^3 المطلوبة للحجم المطلوب :

$$W = 195 \times 0.008 = 1.5\, kg/m^3$$

الحجم المطلوب للخلطة المصممة بالطريقه(الوضعية):-

$$C = 400 \times 0.008 = 3.2\, kg/m^3$$
$$FA = 400 \times 0.008 = 3.2\, kg/m^3$$
$$CA = 800 \times 0.008 = 6.4\ kg/m^3$$

*محتوى المياه لكل kg/m^3 المطلوبة للحجم المطلوب :

$$W = 180 \times 0.008 = 1.4\, kg/m^3$$

الباب الرابع

النتائج ومناقشة النتائج

الباب الرابع

النتائج ومناقشة النتائج

1.4مقدمة:

بعد ان تم تعين المكونات لكل خليط من الطرق قيد الدراسة ،تم توريد المواد بالاوزان المطلوبة لكل خلطة، وقد تم خلط المواد بالخلاط ثم تم صبها في المكعبات ،وقد تم قياس الهبوط،وقياس المقاومة 7يوم و28 يوم بعد ان تمت المعالجة بالماء.

2.4 نتائج إختبار الهبوط (slump test):

بعد صب العينات تم إجراء الإختبار و الحصول على النتائج التالية :

الجدول (1.4) : يوضح نتائج إختبار الهبوط ب(mm)

العينة	قيمة الهبوط (mm)
الطريقة البريطانية	110
الطريقة الامريكية	120
الطريقة الهندية	115
الطريقة البريطانية التقليدية	105
الطريقة المصرية	115
الطريقة الوضعية	100

3.4 نتائج إختبار الضغط (compressive test)

1.3.4 نتائج إختبار الضغط لعمر 7 يوم للعينة من تاريخ الصب :

الجدول (2.4) : يوضح نتائج إختبار المقاومة7ايام ب(N/mm^2)للخلطات الخرسانية :

الطريقة	الكثافة (Kg/m^3)	حمل الكسر (KN)	المقاومة f_{cu} (N/mm^2)	متوسط المقاومة (N/mm^2) f_{cu}
الطريقة البريطانية	2390 2390 2390	241 238 240	24.1 23.8 24	23.9
الطريقة الامريكية	2345 2345 2345	264 274 256	26.4 27.4 25.6	26.4
الطريقة الهندية	2306 2306 2306	295 290 280	28.5 27.0 28	27.8
الطريقة المصرية	2350 2350 2350	246 233 256	24.6 23.3 25.6	24.5

الطريقة	الكثافة (Kg/m^3)	حمل الكسر (KN)	المقاومة f_{cu} (N/mm^2)	متوسط المقاومة (N/mm^2) f_{cu}
الطريقة البريطانية التقليدية	2306 2306 2306	255 266 262	25.5 26.6 26.2	26.1
الطريقة الوضعية	1780 1780 1780	223 221 213	22.3 22.1 21.3	21.8

2.3.4 نتائج إختبار الضغط لعمر 28 يوم للعينة من تاريخ الصب :

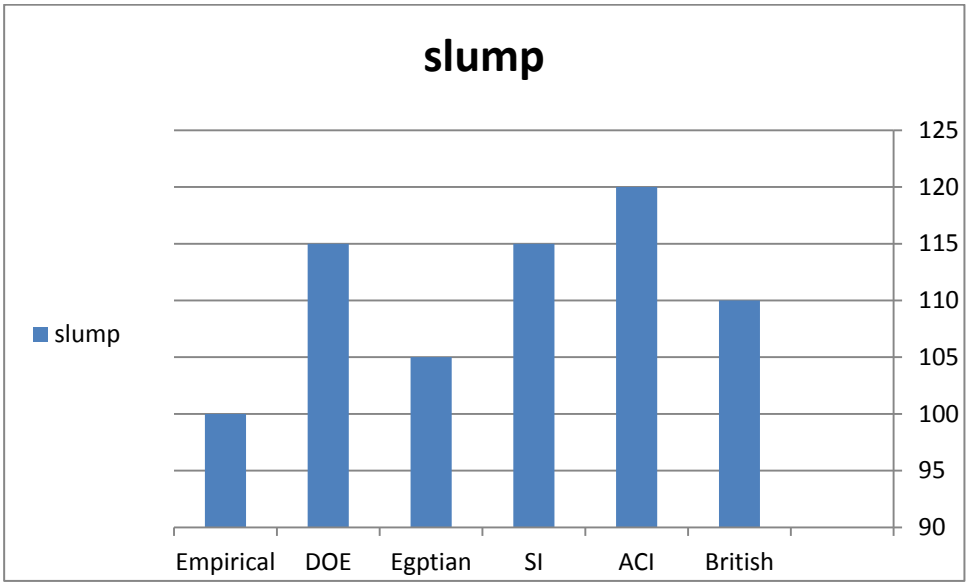
الجدول (3.4) : يوضح نتائج إختبار المقاومة لـ28يوم ب(N/mm^2) للخلطات الخرسانية

الطريقة	الكثافة (Kg/m^3)	حمل الكسر (KN)	المقاومة f_{cu} (N/mm^2)	متوسط المقاومة f_{cu} (N/mm^2)
الطريقة البريطانية	2390 2390 2390	350 355 358	35 35.5 35.8	35.4
الطريقة الامريكية	2345 2345 2345	365 370 378	36.5 37 37.8	37.1

الطريقة	الكثافة (Kg/m^3)	حمل الكسر (KN)	المقاومة f_{cu} (N/mm^2)	متوسط المقاومة f_{cu} (N/mm^2)
الطريقة الهندية	2306 2306 2306	380 385 375	38 38.5 37.5	38
الطريقة المصرية	2353 2353 2353	370 365 360	37. 36.5 36	36.5
الطريقة البريطانية التقليدية	2306 2306 2306	370 368 365	37. 36.8 36.5	36.7
الطريقة الوضعية	2300 2300 2300	332 329 334	33.2 32.9 33.4	33.1

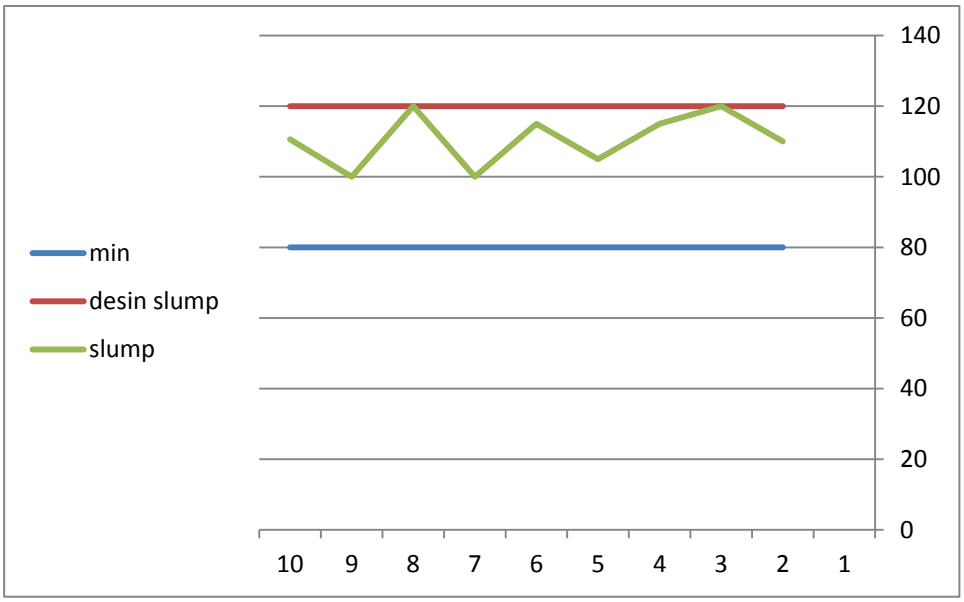
الجدول (4.4)الملخص النهائي للأختبارات المعملية

Slump mm	desin slump mm	Target f_{cu}(N/mm)	Strength f_{cu}(N/mm)^2		Density content Kg/m^3	Aggregate		w/c	Water content Kg/m^3	Cement content Kg/m^3	Method
			28 days	7 days		Fine	Coarse				
110	80-120	25	35.4	23.9	2390	550	1285	0.54	195	360	الطريقة البريطانية
120	80-120	25	37.1	26.4	2345	705	1024	0.54	216	400	الطريقة الامريكية
115	80-120	25	38	27.8	2306	673	1035	0.45	186	412	الطريقة الهندية
105	80-120	25	36.5	24.5	2353	694	1112	0.54	192	355.5	الطريقة المصرية
115	80-120	25	36.7	26.1	2306	602	1119	0.50	195	390	الطريقة البريطانية التقليدية
100	80-120	25	33.1	21.8	1780	400	800	0.45	180	400	الطريقة الوضعية



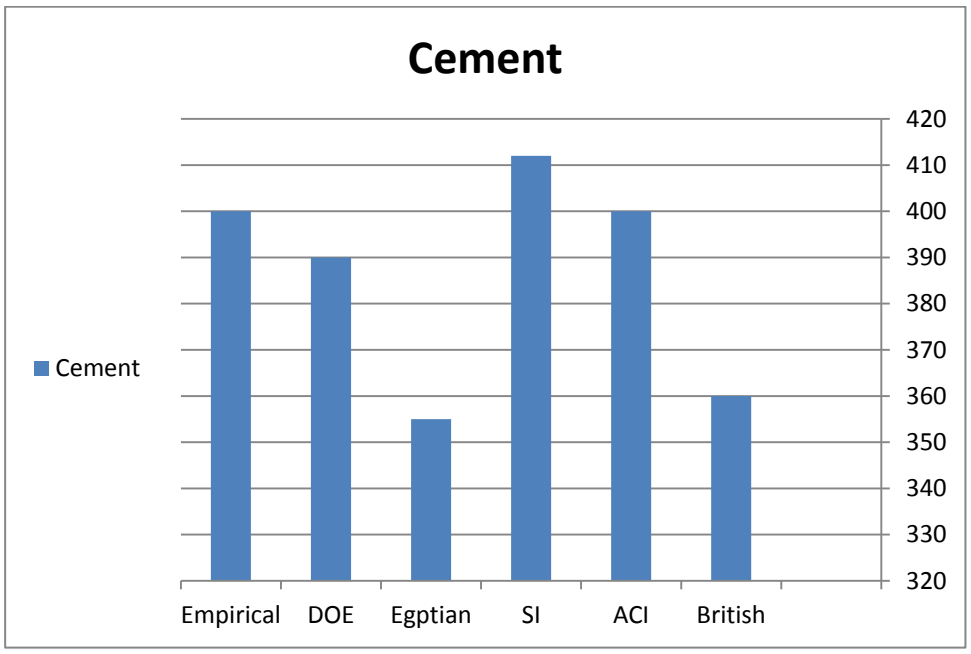
الشكل (1.4): يوضح قيم الهبوط للخلطات

واضح من الشكل رقم(1.4) نتائج إختبار الهبوط أن أقل قيمة نتجت في الطريقة الوضعيه ثم الطريقة المصرية ومتساوية في الطريقة البريطانية التقليدية و الطريقة الهنديه ثم الطريقه البريطانيه ثم الطريقه الامريكيه.



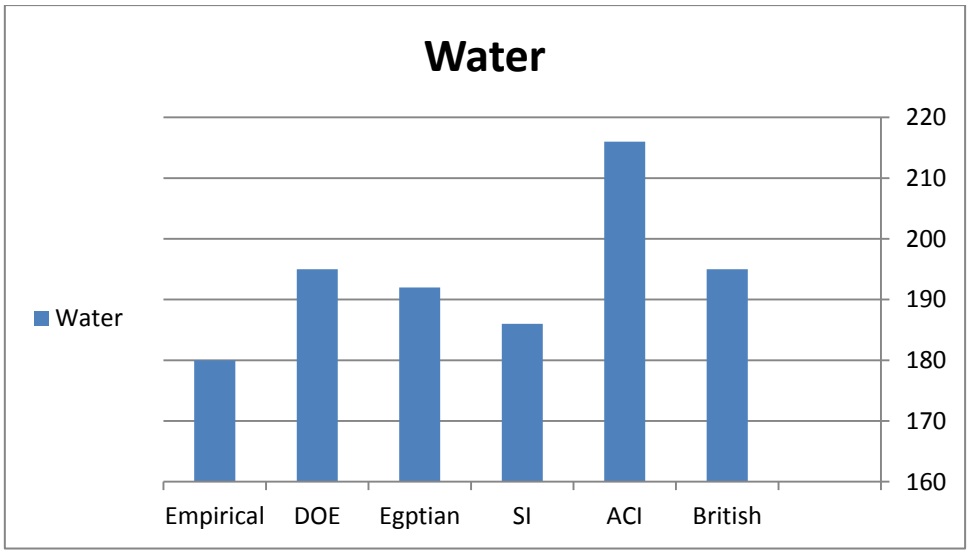
الشكل (2.4) :يوضح العلاقة بين الهبوط المقاس مع الهبوط التصميمي

يلاحظ من الشكل(2.4) ان قيم الهبوط المقاسة داخل حدود الهبوط التصميمي.



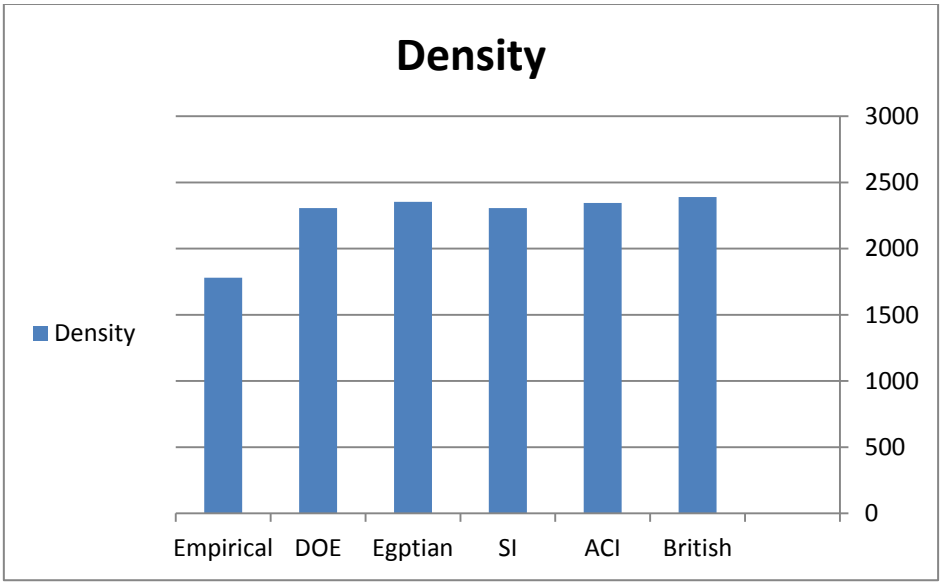
الشكل رقم (3.4) يوضح محتوي الأسمنت للخلطات الخرسانية

من الشكل رقم (3.4)أن محتوى الأسمنت في الطريقة الهنديه أكبر من جميع الطرق الأخرى التي فيها محتوى الأسمنت اقل وحيث تهدف الطريقة الهنديه لتحسين خصائص الخلطة الخرسانية الطازجة و المتصلدة.



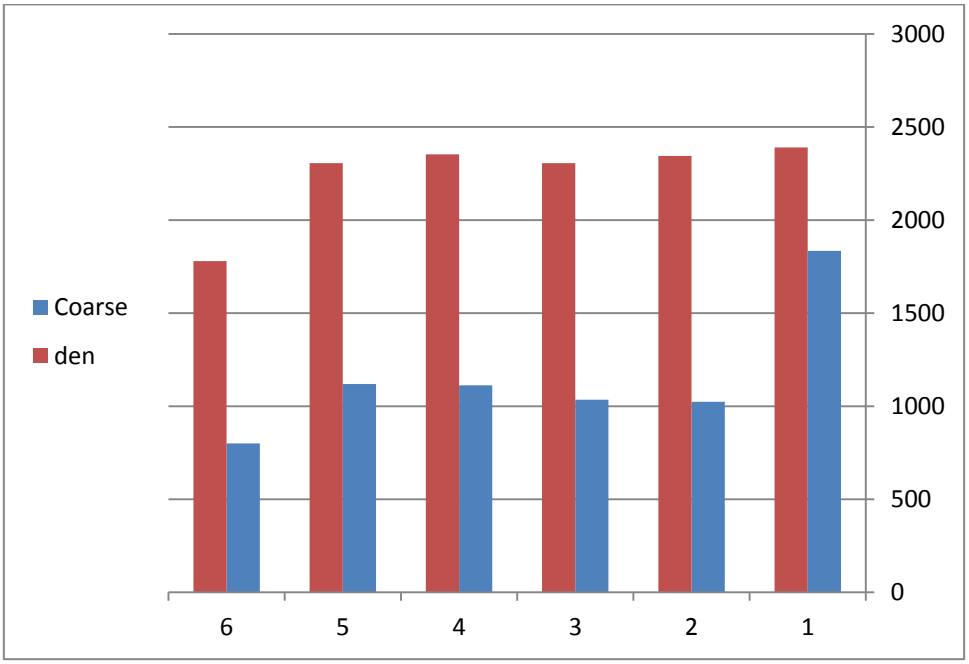
الشكل (4.4): يوضح محتوي الماءللخلطات الخرسانية

من الشكل (4.4) أن محتوى الماء الحر أكبر في الطريقة الأمريكية وذلك لأن محتوى الركام الخشن يزيد بنفس ترتيب للخلطات السابق مما يعني النقصان في المساحة السطحية للركام الخشن.



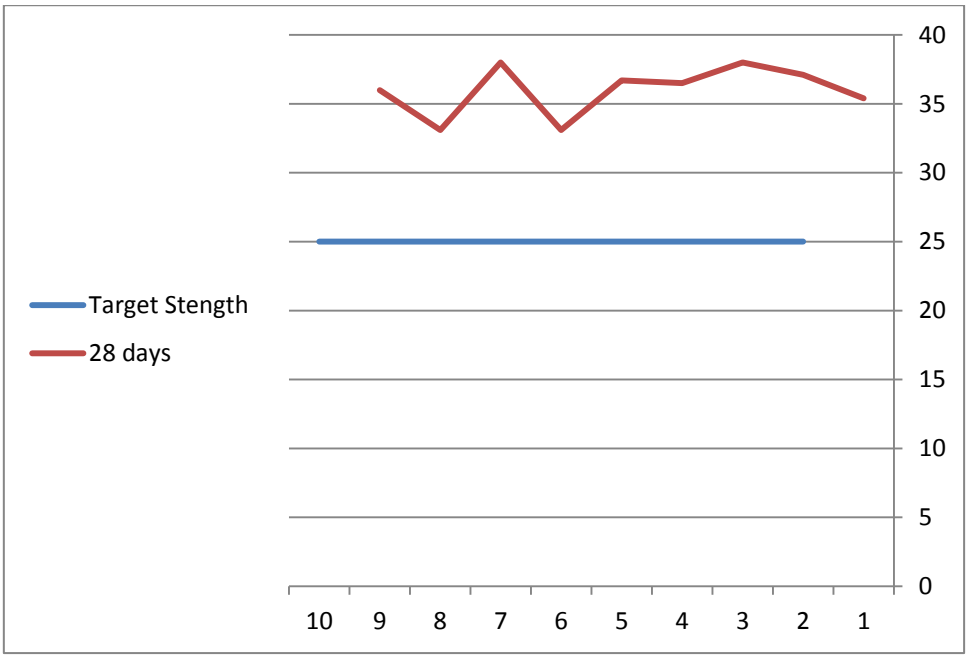
الشكل (5.4): يوضح مقارنة بين قيم الكثافة للخلطات الخرسانية

من الشكل رقم (5.4)أن الكثافة الرطبة في الطريقة البريطانية أكبر من جميع الطرق الأخرى وذلك يعزى إلى مجموع مكونات الخليط الخرساني.



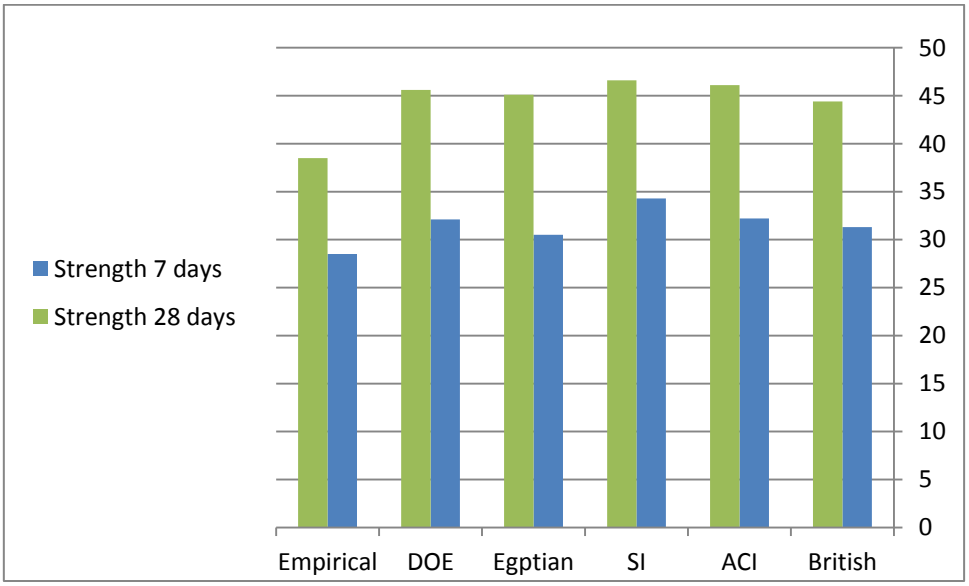
الشكل رقم (6.4): يوضح العلاقة بين الركام الخشن والكثافة

من الشكل (6.4) يوضح العلاقة بين الركام الخشن والكثافه لوحظ ان كل كل ماكان محتوي الركام اكبر في الخلطه فانه يزيد من كثافة الخرسانة.



شكل (7.4): يوضح العلاقة بين المقاومة 28 يوم والمقاومة المستهدفة

من الشكل رقم (7.4) يوضح العلاقة بين المقاومة 28 يوم والمقاومة المستهدفة تلاحظ ان المقاومة المتحصل عليها اكبر من المقاومة التصميميه



الشكل (8.4): يوضح العلاقة بين المقاومة 28 يوم والمقاومة في7يوم

من الشكل رقم(8.4) تلاحظ ان المقاومه 28 يوم تزيد عن المقاومه 77 يوم بنسبة 40% تقريبا

4.4نتائج اختبار الهبوط والمقاومة 7يوم و28 يوم بعد إضافة ملدن بنسبة 1 لترلكل 50 كجم أسمنت بتخفيض 15% من نسبة الماء:

- الحجم المطلوب للخلطة المصممة بالطريقة البريطانية

$$C = 360 \times 0.008 = 2.88\ kg/m^3$$
$$\text{FA} = 550 \times 0.008 = 4.4\, kg/m^3$$
$$\text{CA} = 1285 \times 0.008 = 10.28\, kg/m^3$$

$$W = 195 \times 0.008 = 1.5 - 0.225$$

$$= 1.275\, kg/m^3$$

Plasticizer=.057kg/m^3

- الحجم المطلوب للخلطة المصممة بالطريقة الأمريكية:-

$$C = 400 \times 0.008 = 3.2\ kg/m^3$$

$$FA = 705 \times 0.008 = 5.64\ kg/m^3$$

$$CA = 1024 \times 0.008 = 8.1\, kg/m^3$$

*محتوى المياه لكل kg/m^3المطلوبة للحجم المطلوب :

$$W = 216 \times 0.008 = 1.7 - .255$$
$$= 1.44\, kg/m^3$$

Plasticizer= .064kg/m^3

- الحجم المطلوب للخلطة المصممة بالطريقه الهندية:-

$$C = 412 \times 0.008 = 3.2\ kg/m^3$$

$$CA = 1035 \times 0.008 = 8.2\ kg/m^3$$

$$FA = 673 \times 0.008 = 5.3\ kg/m^3$$

$$W = 186 \times 0.008 = 1.4 - 0.21 = 1.19\, kg/m^3$$

Plasticizer = $0.164 kg/m^3$

- الحجم المطلوب للخلطة المصممة بالطريقة المصريه:-

$$C = 355 \times 0.008 = 2.8\ kg/m^3$$
$$FA = 694 \times 0.008 = 5.5\, kg/m^3$$
$$CA = 1112 \times 0.008 = 8.8\ kg/m^3$$

*محتوى المياه لكل kg/m^3 المطلوبة للحجم المطلوب :

$$W = 192 \times 0.008 = 1.5 - 0.225$$

$$= 1.275\, kg/m^3$$

Plasticizer =0 .$056 kg/m^3$

- الحجم المطلوب للخلطة المصممة بالطريقه البريطانية التقليدية:

$$C = 390 \times 0.008 = 3.1\ kg/m^3$$
$$FA = 602 \times 0.008 = 4.8\, kg/m^3$$
$$CA = 1119 \times 0.008 = 8.9\ kg/m^3$$

*محتوى المياه لكل kg/m^3 المطلوبة للحجم المطلوب :

$$W = 195 \times 0.008 = 1.5 - 0.225$$

$$= 1.275\, kg/m^3$$

Plasticizer =0 .$062 kg/m^3$

- الحجم المطلوب للخلطة المصممة بالطريقة الوضعية:-

$C = 400 \times 0.008 = 3.2\, kg/m^3$
$FA = 400 \times 0.008 = 3.2\, kg/m^3$
$CA = 800 \times 0.008 = 6.4\ kg/m^3$

*محتوى المياه لكل kg/m^3المطلوبة للحجم المطلوب :

$W = 180 \times 0.008 = 1.4 - 0.21$
$= 1.19\, kg/m^3$
Plasticizer=0 .064kg/m^3

1.4.4 نتائج اختبار الهبوط بعد اضافة الملدن

جدول رقم (5.4) : يوضح نتائج إختبار الهبوط ب(mm)

العينة	قيمة الهبوط (mm)
الطريقة البريطانية	*170*
الطريقة الامريكية	*180*
الطريقة الهندية	*160*
الطريقة البريطانية التقليدية	*165*
الطريقة المصرية	*165*
الطريقة الوضعية	*150*

2.4.4نتائج إختبار الضغط (compressive test) بعد إضافة الملدن:

D.نتائج إختبار الضغط لعمر 7 يوم للعينة من تاريخ الصب:

الجدول (6.4) : يوضح نتائج إختبار المقاومة 7ايام (N/mm^2)
للخلطاتالخرسانية بعد اضافة الملدن

الطريقة	الكثافة (Kg/m^3)	حمل الكسر (KN)	المقاومة f_{cu} (N/mm^2)	متوسط المقاومة f_{cu} (N/mm^2)
الطريقة البريطانية	2390 2390 2390	320 308 311	32.0 30.8 31.1	31.3
الطريقة الامريكية	2345 2345 2345	317 324 327	31.7 32.4 32.7	32.2
الطريقة الهندية	2306 2306 2306	350 340 340	35 34 34	34.3
الطريقة المصرية	2350 2350 2350	316 293 306	31.6 29.3 30.6	30.5
الطريقة البريطانية التقلدية	2306 2306 2306	255 266 262	25.5 32.6 32.2	32.1
الطريقة الوضعية	1780 1780 1780	223 221 213	22.3 22.1 21.3	25.8

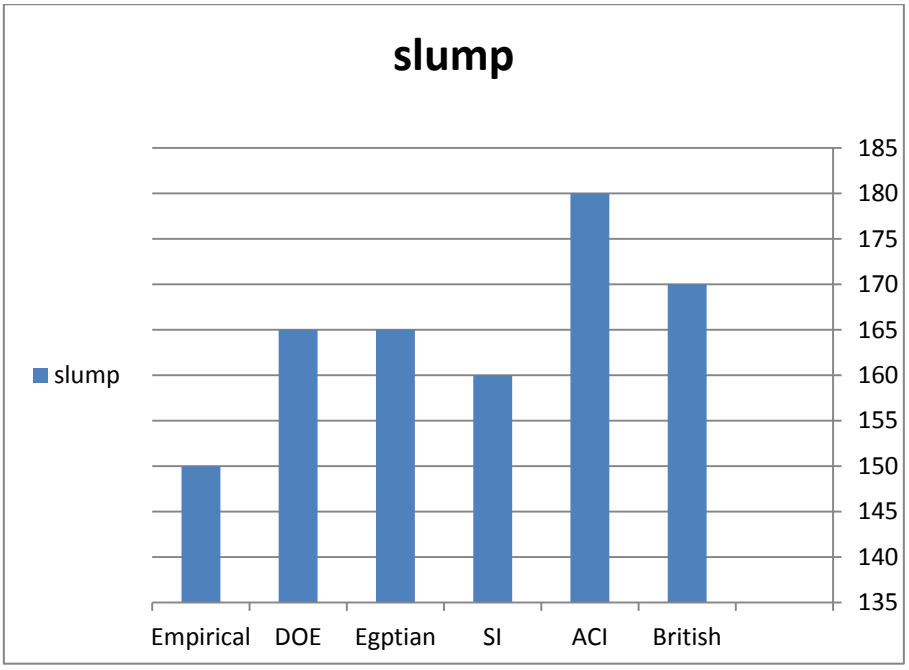
3.4.4نتائج إختبار الضغط لعمر 28 يوم للعينة من تاريخ الصب

الجدول (4.7) : يوضح نتائج إختبار المقاومة لـ28يوم ب(N/mm^2) للخلطات الخرسانية بعد اضافة الملدن

الطريقة	الكثافة (Kg/m^3)	حمل الكسر (KN)	المقاومة f_{cu} (N/mm^2)	متوسط المقاومة (N/mm^2) f_{cu}
الطريقة البريطانية	2390	440	44	46.9
	2390	445	44.5	
	2390	448	44.8	
				48.3
الطريقة الامريكية	2345	455	45.5	
	2345	460	46	
	2345	468	46.8	
				51.4
الطريقة الهندية	2306	460	46	
	2306	475	47.5	
	2306	465	46.5	
				45.7
الطريقة المصرية	2353	460	46.	
	2353	455	45.5	
	2353	440	44	
				48.1
الطريقة البريطانية التقلدية	2306	460	46.0	
	2306	458	45.8	
	2306	450	45	
				42.7
الطريقة الوضعية	2300	410	41	
	2300	419	41.9	
	2300	424	32.4	

الجدول (8.4): يوضح نتائج الإختبارات المعمليه باضافة 1لتر من الملدن من وزن 50 كجم من الأسمنت وتخفيض نسبة 15% من محتوي الماء

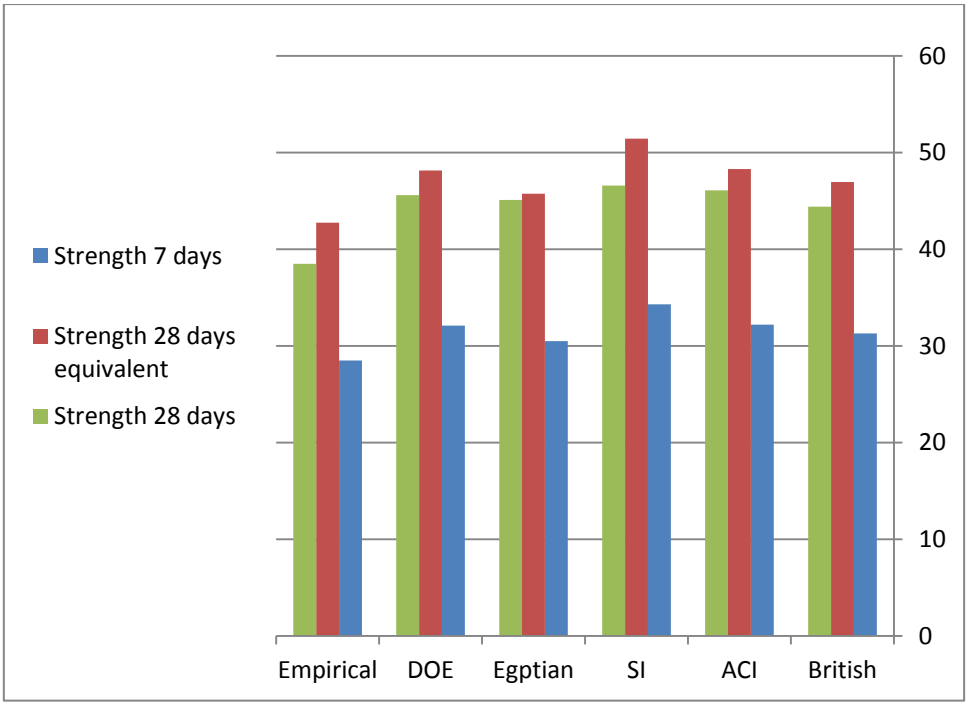
Slump mm	desin slump mm	Target Stength f_{cu} N/mm^2	Strength f_{cu} N/mm^2		Density content kg/m^3	Aggregate		Water content kg/m^3	Cement content kg/m^3	Method
			28 days	7 days		Fine content kg/m^3	Coarse content kg/m^3			
170	80-120	25	46	31.3	2390	550	1285	195	360	الطريقة البريطانية
180	80-120	25	48	32.2	2345	705	1024	216	400	الطريقة الامريكية
160	80-120	25	51	34.3	2306	673	1035	186	412	الطريقة الهندية
165	80-120	25	45.7	30.5	2353	694	1112	192	355.5	الطريقة المصرية
165	80-120	25	48.1	32.1	2306	602	1119	195	390	الطريقة البريطانية التقليدية
150	80-120	25	42.7	25.8	1780	400	800	180	400	الطريقة الوضعية



الشكل (9.4): يوضح قيم الهبوط للخلطات بعد اضافة الملدن

يلاحظ من الشكل (9.4) مقارنة بالشكل (1.4) ان قيمة الهبوط زادت تقريبا حوالي 50% وهي ليست نسبة ثابته لانها تتوقف علي مكونات الخلطة الخرسانيه. وتعزي

الزياده الي المضاف في الخلطة ويلاحظ من نتائج إختبار الهبوط أن أقل قيمة ظهرت في الطريقة الوضعيه ثم الطريقة المصريه ومتساوية في الطريقة البريطانية التقليدية و الطريقة الهنديه ثم الطريقه البريطانيه ثم الطريقه الامريكيه.



الشكل (10.4): يوضح قيم المقاومة بعد اضافة الملدن

من الشكل (10.4) ان نسبة المقاومة في 7يوم بعد زيادة المضاف زادت بنسبة 35% تقريبا وفي28 يوم بنسبة 40% تقريبا.

5.4مناقشة النتائج:

1- من الشكل (10.4) ان نسبة المقاومة في 7 يوم بعد زيادة المضاف زادت بنسبة 35% تقريبا وفي 28 يوم بنسبة 40%.

2- عدم زيادة نسبة الملدن عن الحدود المسموح بها لأن زيادتها تؤدي نتيجة عكسية.

3- وجد ان الطرق الحسابية تعطي نتائج افضل من الطرق الوضعية.

4- وجد ان الطريقة الهندية تعطي مقاومة اكبر.

5- وجد ان الطريقة الامريكية تعطي درجة تشغيل اكبر.

6- وجد ان الملدنات تزيد من درجة التشغيل.

الباب الخامس

الخاتمة والتوصيات

الباب الخامس

الخاتمة والتوصيات

1.5الخاتمة:

أن الهدف من هذا البحث هو دراسة اثر تغيير طريقة تصميم الخلطات الخرسانية على مقاومتها وسلوكها. وتم قياس مقدار الهبوط ورصد الكثافة الجافة والمقاومة لفترة 7و 28يوم.

1- وضح من الجدول (4.4) نتائج إختبار الهبوط أن أقل قيمة نتجت في الطريقة الوضعيه ثم الطريقة المصريه ومتساوية في الطريقة البريطانية التقليدية و الطريقة الهنديه ثم الطريقه البريطانيه ثم الطريقه الامريكية.

2- وضح من خلال رصد الكثافة الجافة لمدة 7أيام أنها أكبر في الطريقة الهنديه ثم الطريقة الامريكية ثم طريقة الطريقة البريطانية التقليديه ثم الطريقة المصريه ثم الطريقه البريطانيه ثم الطريقه الوضعيه على التوالي.

3- كما وضح من خلال رصد الكثافة الجافة لمدة 28أيام أنها أكبر في الطريقه الهنديه ثم الطريقة الامريكيه ثم طريقة الطريقة البريطانية التقليديه ثم الطريقة المصريه ثم الطريقه البريطانيه ثم الطريقه الوضعيه على التوالي

4- من الجدول (4.4) ان محتوى الأسمنت في الطريقة الهنديه أكبر من جميع الطرق الأخرى التي فيها محتوى الأسمنت اقل وحيث تهدف الطريقة الهنديه لتحسين خصائص الخلطة الخرسانية الطازجة و المتصلدة.

5- من الجدول (4.4) أن محتوى الركام الخشن المستخدم أكبر في الخلطة الخرسانية المصممة بالطريقة البريطانية وذلك لتحسين المقاومة في الخلطات الخرسانية.

6- من الجدول (4.4) أن محتوى الركام الناعم المستخدم أكبر في الخلطة المصممة بالطريقة الطريقة الأمريكية حيث أن محتوى الركام الناعم يعمل علي مقاومة الانكماش الذاتي للأسمنت الناتج عن الجفاف ،

7- من الجدول (4.4) أن محتوى الماء الحر أكبر في الطريقة الأمريكية وذلك لأن محتوى الركام الخشن يزيد بنفس الترتيب للخلطات السابقة مما يعني النقصان في المساحة السطحية للركام الخشن.

8- من الجدول (4.4) أن الكثافة الرطبة في الطريقة البريطانية أكبر من جميع الطرق الأخرى وذلك يعزى إلى مجموع مكونات الخليط الخرساني.

9- يلاحظ من الشكل (9.4) مقارنة بالشكل (1.4) ان قيمة الهبوط زادت تقريبا حوالي 50% وهي ليست نسبة ثابته لانها تتوقف علي مكونات الخلطة الخرسانيه. وتعزي الزياده الي المضاف في الخلطة ويلاحظ من نتائج إختبار الهبوط أن أقل قيمة نتجت في الطريقة الوضعيه ومتساوية في الطريقة البريطانية التقليدية و الطريقة الهنديه ثم الطريقه البريطانيه ثم الطريقة المصريه ثم الطريقه الامريكيه.

10- وجد ان المقاومة 7يوم زادت بنسبة 35%عند اضافة الملدن

11- وجد ان المقاومة 28يوم زادت بنسبة 40%عند اضافة الملدن

12– وضح من خلال نتائج اختبار المقاومة ان جميع الطرق متقاربة، نجد ان الطريقة الهندية هي الأنسب في تحديد اهداف هذا البحث.

2.5 توصيات خاصة

1- عمل ورش لتعليم التصاميم لكل الفئات العاملة في مجال الخرسانة من مهندسين ومقاولين وفنيين وذلك لتكون الخرسانة المنتجة محققة للمتطلبات التصميمية وذات اقتصادية عالية.

2- دراسة مواصفات وطرق تصميم الخلطات الخرسانية بغرض إنشاء المواصفة السودانية لتصميم الخليط الخرساني.

3- العمل على وضع طرق تصميم الخليط الخرساني في برامج حاسوبية وذلك لاختصار الزمن في التصميم وإجراء المقارنة اللازمة لتخفيض التكلفة من حيث محتوى المواد والتأكد من صلاحية نسب المواد المستخدمة بالإختبارات المعملية.

3.5 توصيات عامة:

1- هذا البحث لايهتم بالخلطات الخرسانيه الخاصه مثل الخرسانة خفيفه الوزن، ثقيلة الوزن ،الخرسانه الزاتيه الدمك ،الخرسانه العالية المقاومه وغيرها. يجب عمل دراسة لهذه الخلطات الخاصة.

2- إستخدام الملدن مع نوع آخر من أنواع الأسمنت.

3- إقتراح دراسات أُخرى يمكن إجرائها لغرض التوسع والإلمام الأكبر بهذه الميزة للمضاف من خلال التغيير للمكونات الرئيسية للخرسانة.

4- إجراء دراسة لإمكانية تقليل محتوي الأسمنت بالإستعانة بالملدن المتفوق وإضافات معدنية مثل إضافات أبخرة السيلكا أوالرماد البركاني أوغيرها من الإضافات المعدنية.

5- عمل دراسة مماثلة في تغير ثوابت المسألة حتي يتم التعرف علي تاثير المحتويات علي الخلطه الخرسانية ومقاومتها.

المراجع:

1-محمود إمام – الخرسانة – 2002 الرياض– المملكة العربية السعودية.

2-NevilleA. M.، ((Properties of Concrete)) Third Edition 1981 ، The Englh language Book Society and

-3-أحمد حسين أبو عودة –" مواد البناء "– مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع –2004.

4-Concrete Society, Concrete core testing for strength, technical ReportCement and Concrete Association, London, 1976

5- C Publhers & ،Hna RajuN. "Design of Concrete Mixes" 2002 India.، Delhi،Dtributors

6-شريف فتحي الشافعي –"الإختبارات القياسية للخلطات الخرسانية الأسمنتية" – دار الكتب العلمية للنشر و التوزيع –50 شارع الشيخ ريحان – عابدين القاهرة – 2003.

7-حبيب مصطفى زين العابدين –"تقنية صناعة الخرسانة CONCRETE TECHNOLOGY" – تصميم وطباعة شركة مطابع المطوع – الطبعة الأولى (1401م– 1981هـ).

8-مؤيد نوري الخلف ، المهندسة هناء عبد يوسف "المضافات الخرسانية" وزارة التعليم العالي والبحث العلمي الجامعة التكنولوجية – مطبعة جامعة الموصل–بغداد.

9- NasirSidigAbdeljaleel."The use of Gum Arabic in concrete"، SupplementarysearchforMSc ، civil engineering department ، Sudan University of science & technology ،June 2011.

10-Bungey J. H. The Testing of Concrete in Structures, Surrey University Press,1982

11-AbdAlla Salah AbdAllah. "Effect of magnetized mixing Supplementary، water on the properties of concrete" Sudan University ، civil engineering department ،searchforMSc May 2009،of science & technology

12-ابـراهيم علــي الـدرويش ،–الخرسـانة –الجـزء الثالـث مـواد وصـناعتها وخواصها وضبط جودتها وترميمها 2000

احمد علي العريان ، عبد الكريم محمد عطا – تكنلوجيا الخرسانه 1990

13-حبيب مصطفي زين العابدين– الحكم علـي سلامة المنشات الخرسانيه 1992

14-فاروق عباس حيدر – تشيد المباني– الجزء الاول اساسيات انشاء المباني 1999

15-Balsam Jassim Mohamed Farid،"Properties and testing of concrete material"،Training Course، engineering collage ، university of Altahdee in Libya ،July from 7/6 to7/16 in 2008.

16-Colin Deacon R. Concrete Ground Floors. Their design, construction and finh. Cement and Concrete Association, London, 1974

الملاحق

الـملاحـــــــــق

ملحق رقم (أ): صور توضح مراحل العمل العملي

الصورة (أ.1): توضح تحضير المواد

الصوره (أ.2) توضح تحضيرالمكعبات

الصورة (أ.3): توضح الميزان المستخدم لوزن المواد

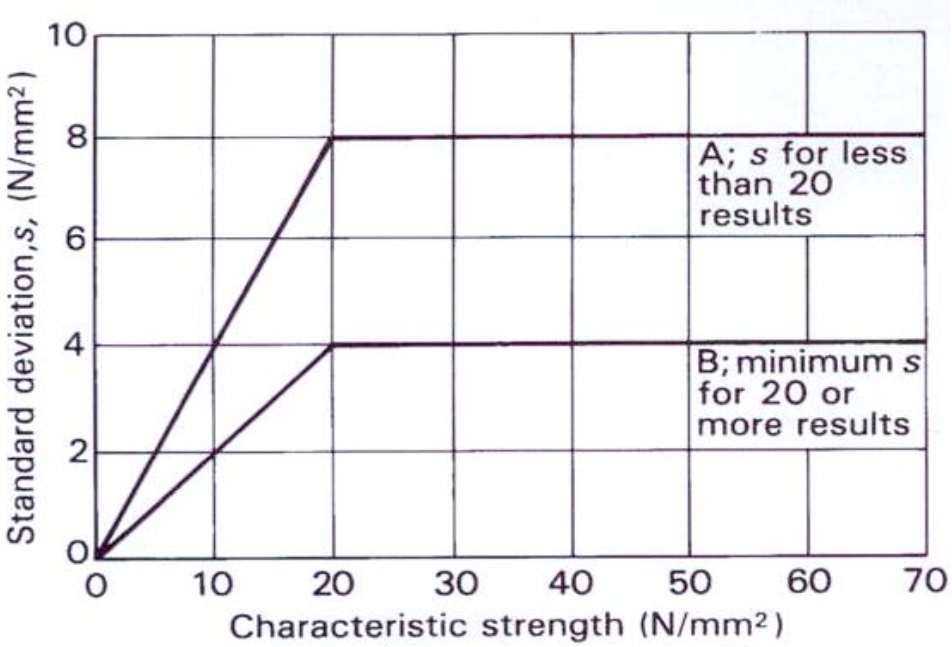
الصورة (أ.4): توضح الخلاط المستخدم في خلط المواد

الصورة (أ.5) :توضح الملدن المستخدم في الخليط

الصورة (أ.6): توضح الخليط داخل المكعبات

الصورة (أ.7) : توضح ماكينة كسر المكعبات

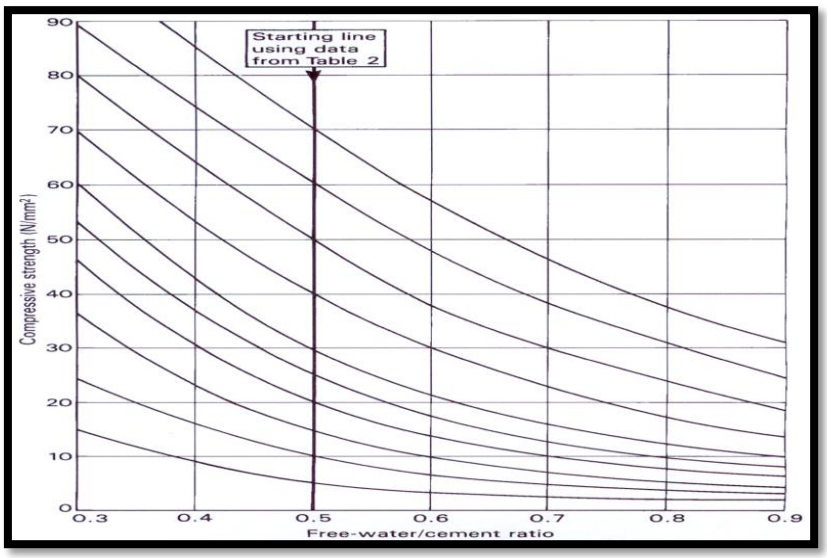
ملحق رقم(ب):الطريقة البريطانية



الشكل(ب.1):قيمة الانحراف المعياري للمقاومة

الجدول (ب.1):مقاومةالضغط ($N/(mm)^{\wedge 2}$) عنداستخدام W/C= 0.50

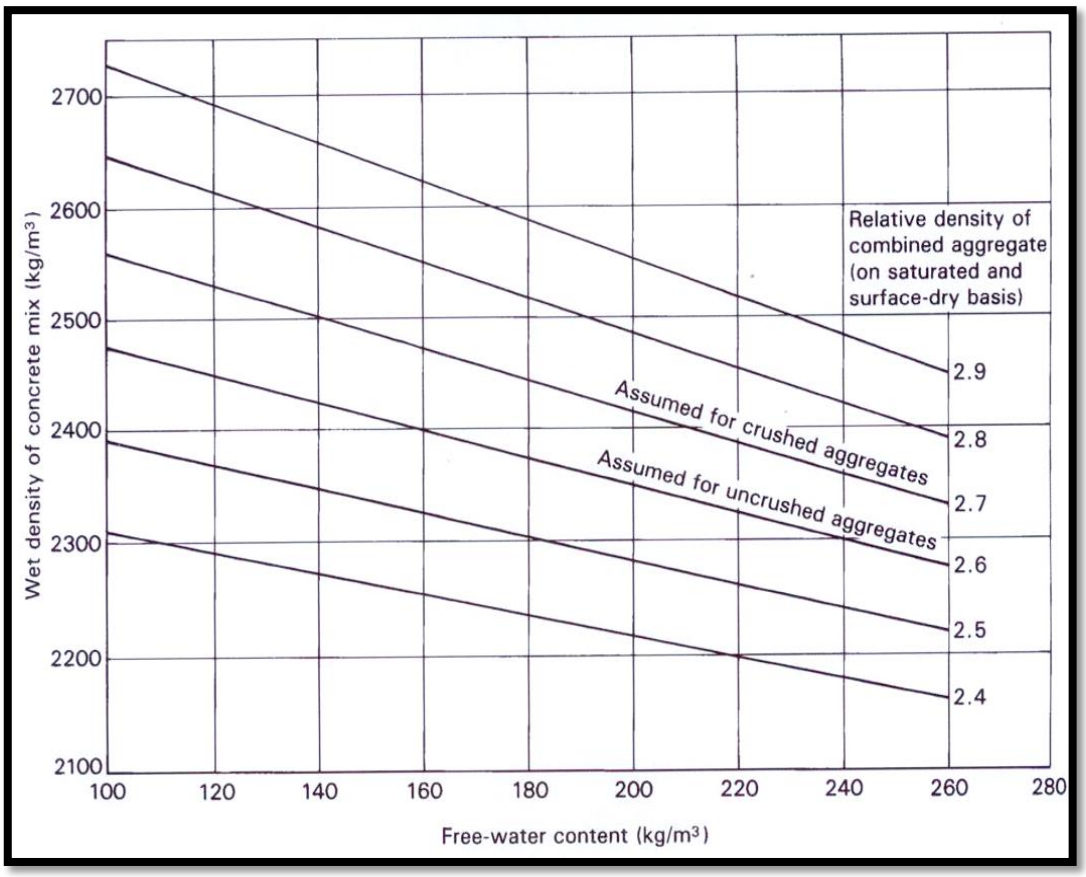
Cement Strength class	Type of coarse agg	Compressive strengths(N/mm^2)			
		Age (days)			
		3	7	28	91
42.5	Uncrushed	22	30	42	49
	Crushed	27	36	49	56
52.5	Uncrushed	29	37	48	54
	Crushed	34	43	55	61



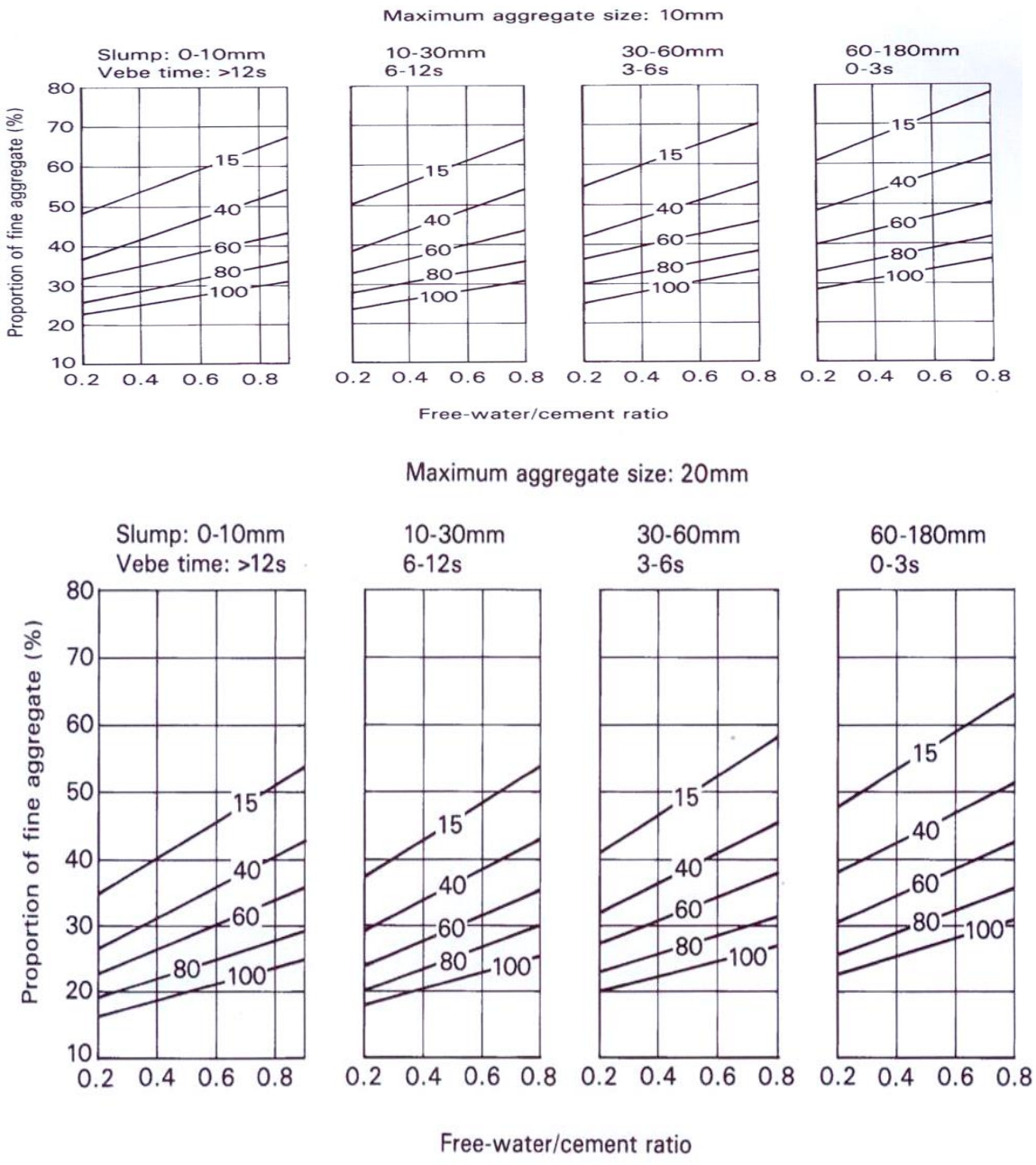
الشكل (ب.2):العلاقة بين نسبة الماءالحر الي الأسمنت

الجدول (ب.2):محتوى الماء المناسب للخلطة

Slump (mm) Vebe time (s)		0–10 >12	10–30 6–12	30–60 3–6	60–180 0–3
Maximum size of aggrgate (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



الشكل(ب.3):كثافةالخرسانة



الشكل(ب.4):تحديدنسبةالركام الكلى في الخلطة الخرسانية

ملحق رقم (ت): الطريقة الامريكية

الجدول(ت.1):اختيارالهبوط

Type of construction	Slump. Mm	
	Max	Min
Reinforced foundation walls and footing	75	25
Plain footings, and sutructure walls		
Beams and reinforced walls	75	25
Building columns	100	25
Pavements and sla	100	25
Mass concrete	75	25
	75	25

الجدول (ت.2):تحديد مقاومة الضغط

Specified compressive strength. f_c' MPa	Required average compressive strength f_{cr}' MPa
Less than 21	$f_c' + 7.0$
21to35	$f_c' + 8.5$
ver3S	$1.10\, f_c' + 5.0$

الجدول (ت.3):تحديد كمية الماء للخلطة

Slump, mm	Water, Kg/m³ of concrete for indicated nominal maximum sizes of aggregate							
	9.5*	12.5*	19*	25*	37.5*	50†*	75†‡	150†‡
Non-air-entrained concrete								
25 to 50	207	199	190	179	166	154	130	113
75 to 100	228	216	205	193	181	169	145	124
150 to 175	243	228	216	202	190	178	160	—
Approximate amount of entrapped air in non-air-entrained concrete, percent	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Air-entrained concrete								
25 to 50	181	175	168	160	150	142	122	107
75 to 100	202	193	184	175	165	157	133	119
150 to 175	216	205	197	184	174	166	154	—
Recommended average total air content, percent for level of exposure:								
Mild exposure	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5**††	1.0**††
Moderate exposure	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5**††	3.0**††
Extreme exposure‡‡	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5**††	4.0**††

الجدول (ت.4):تحديد نسبة الماء الى الأسمنت

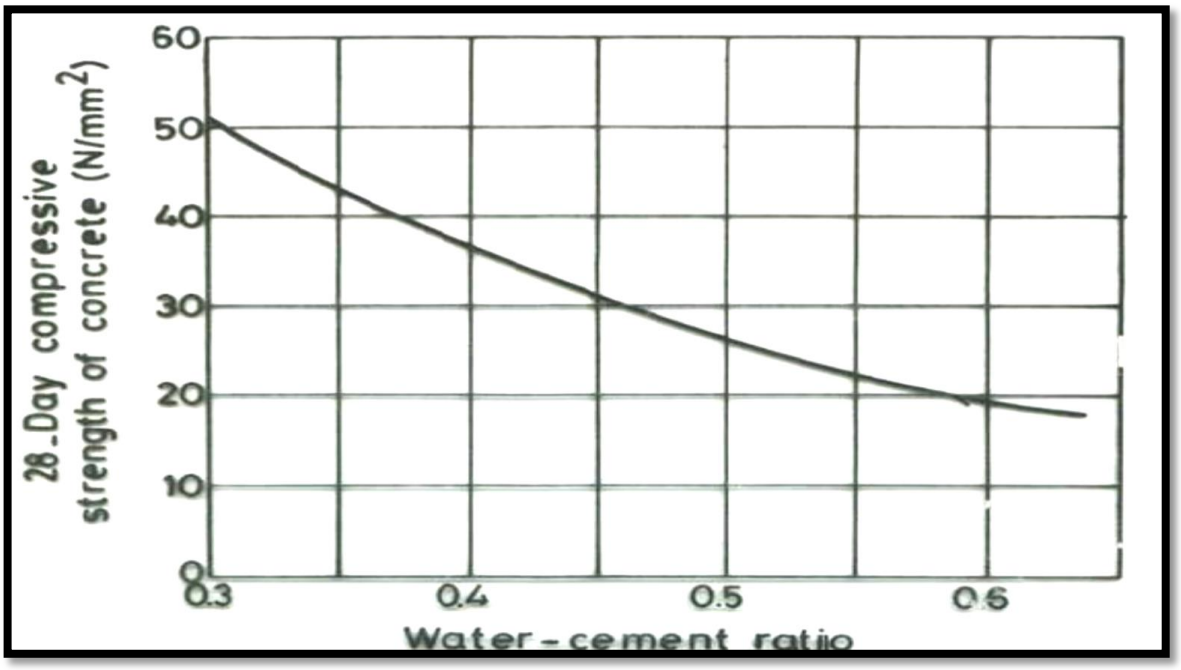
Compressive Strength in 28 days *(N/mm²)*	Water/Cement ratio*	
	Non-entrained concrete	Air-entrained concrete
40	0.42	
35	0.47	0.39
30	0.54	0.54
25	0.61	0.52
20	0.69	0.60
15	0.79	0.70

The values are for concrete with air content not more than 2% for non-air-entrained and a total of not more than 6% for air-entrained. Concrete strength reduces with the Increase of air content at the same water/cement

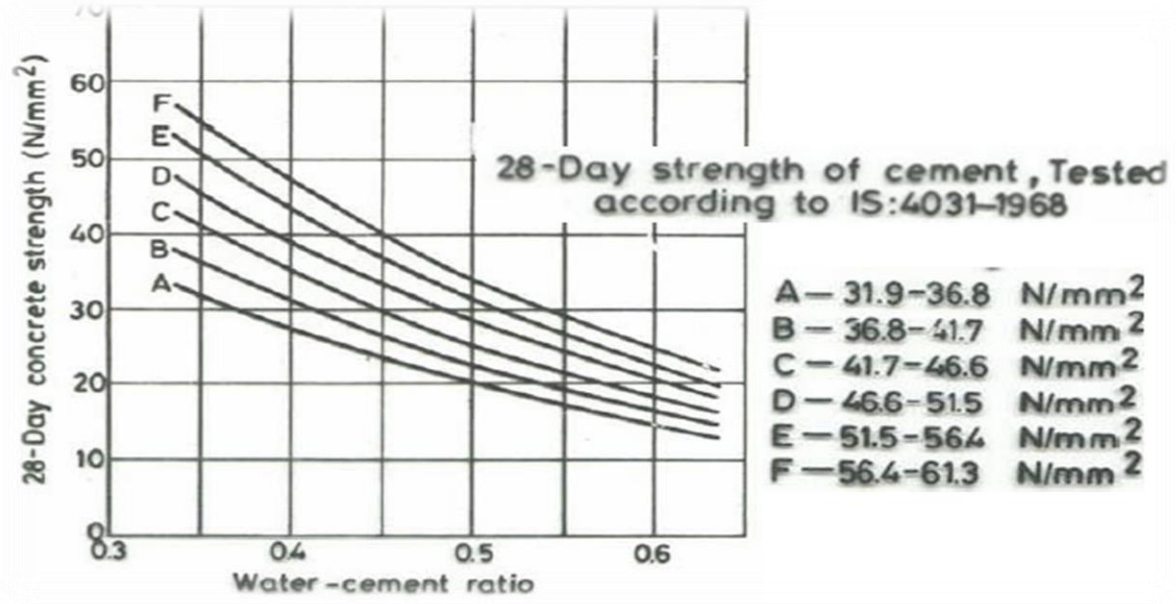
الجدول (ت.5):تحديد كمية الرمل اللازمة

Maximum size of aggregate mm	Bulk volume of oven-dry prodded coarse aggr ate per unit volume of concrete for fineness modulus of fine aggregate of:			
	2.4	2.6	2.8	3.0
9.5	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
20	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

ملحق رقم(ث) الطريقة الهندية:



الشكل (ث.1):تحديد نسبة الماء الي الأسمنت



الشكل (ث.2):تحديد نسبة الماء الي الأسمنت

الجدول (ث.1):تحديد محتوي الماء والرمل

Nominal maximum size of aggr\ate,mm	Sand as percentage of total aggregate volume
	For Grades up to M 35
10	40
20s	35
40	30
	For Grades above M 35
10	28
20	25

الجدول(ث.2): Adjustments

Condition	**Adjustment**	
	$\Delta \boldsymbol{W}$	$\Delta \boldsymbol{p}$ (%)
Sand Zonel, III,IV	0	1.5% I zone(+ for I)
CF(±)0.1	3%(±)	0
wlc(±)0.05	0	±1%
Rounded agg	-15	-7

الجدول (ث.3):تحديد محتوى الأسمنت والركام

Sr no	Exposure	Plain concrete			Reinforced concrete		
		Min cement content kg/m3	Max free w/c ratio	Min grade of concrete	Min cement content kg/m3	Max free w/c ratio	Min grade of concrete
1	Mild	220	0.60	-	300	0.55	M20
2	Moderate	240	0.60	M 15	300	0.50	M 25
3	Severe	250	0.50	M 20	320	0.45	M 30
4	Very severe	260	0.45	M 25	360	0.40	M 40
5	Extreme	280	0.40	M 250	360	0.40	M 40

الجدول (ث.4): تحديد محتوى الهواء

Nominal maximum size of aggr الطريقة المصريةate, mm	Entrapped air, percentage of volume of concrete
10	3.0
20	2.0
40	1.0

ملحق رقم (ج):الطريقة المصرية:

الجدول (ج.1):تحديد محتوي الماء المناسب للخلطة

هبوط (سم)	المقاس الإعتباري الاكبر للركام						
	10	12.5	20	25	40	50	70
خرسانة دون هواء محبوس							
5- 2.5	205	200	185	180	160	155	145
10- 7.5	225	215	200	195	175	170	160
18 - 15	240	230	210	205	185	180	170
نسبة الهواء	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3
خرسانة ذات هواء محبوس							
5- 2.5	180	175	165	160	145	140	135
10- 7.5	200	190	180	175	160	155	150
18 - 15	215	205	190	185	170	165	160
نسبة الهواء بجو متوسط القساوه	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5

*قيم محتوي الماء موضوعة لركام مكسور ويجب تخفيض 18 كم عند إستخدام ركام دائري

الجدول(ج.2) :يحدد نسبة الماء الي الأسمنت

مقاومة الضغط كجم/سم^2	نسبة الماء الي الأسمنت بالوزن	
	خرسانة بدون هواء	خرسانة ذات هواء محبوس
450	0.37	–
430	0.42	–
350	0.47	0.39
300	0.54	0.45
250	0.61	0.53
200	0.69	0.60
150	0.80	0.71

الجدول (ج.3): تحديد نسبة الماء الي الأسمنت عند مهاجمت الكبريتات

المهاجمة بالكبريتات	SO_4 في الماء (جزء في المليون)	نوع الأسمنت	W/C	المقاومة (N/mm^2)
ضئيلة	$0<SO_4<150$	–	–	–
متوسطة	$150<SO_4<1500$	بورتلاندي مخلوط أسمنت معدل	0.50	25
قاسية	$1500<SO_4<10000$	أسمنت مقاوم للكبريتات	0.45	31
قاسية جداً	$SO_4>10000$	أسمنت مقاوم للكبريتات *مادة بوزلانية	0.45	35

*المادة البوزلانية يجب أن يثبت أنها تحسن من مقاومة الكبريتات

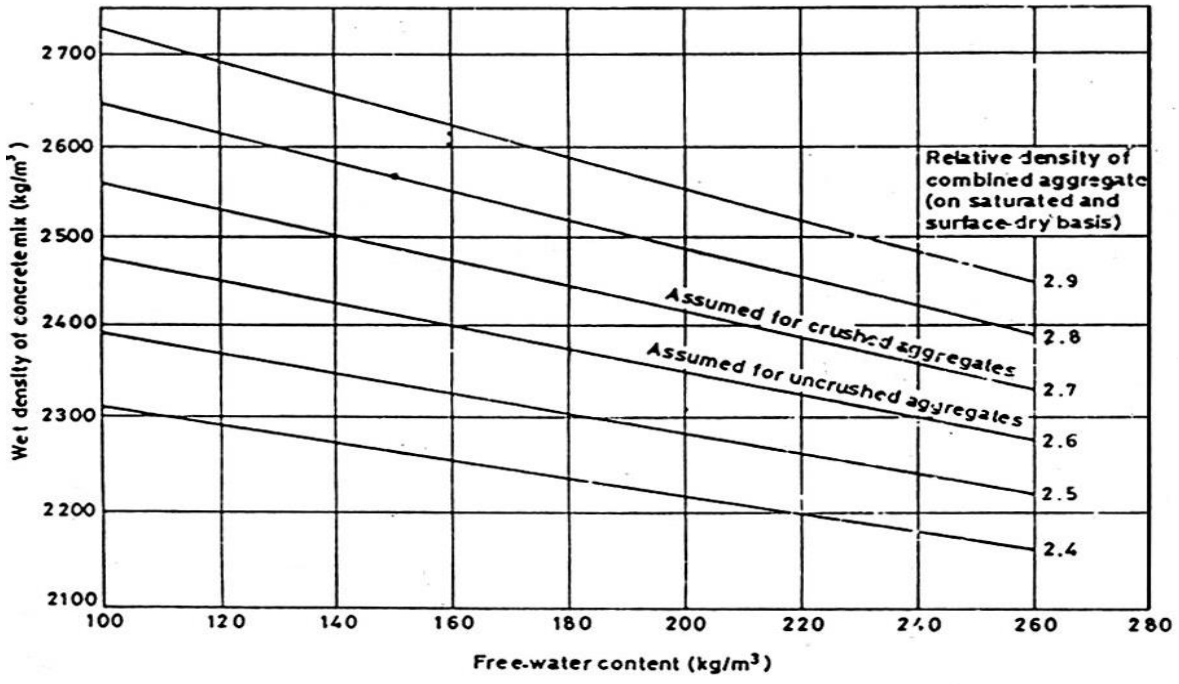
الجدول (ج.4):لتحديد نسبة الركام من 1م3

المقاس الإعتباري الاكبر مم	معاير النعومة			
	2.40	2.60	2.80	3.00
10	0.50	0.43	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
20	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
40	0.76	0.74	0.72	0.70
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

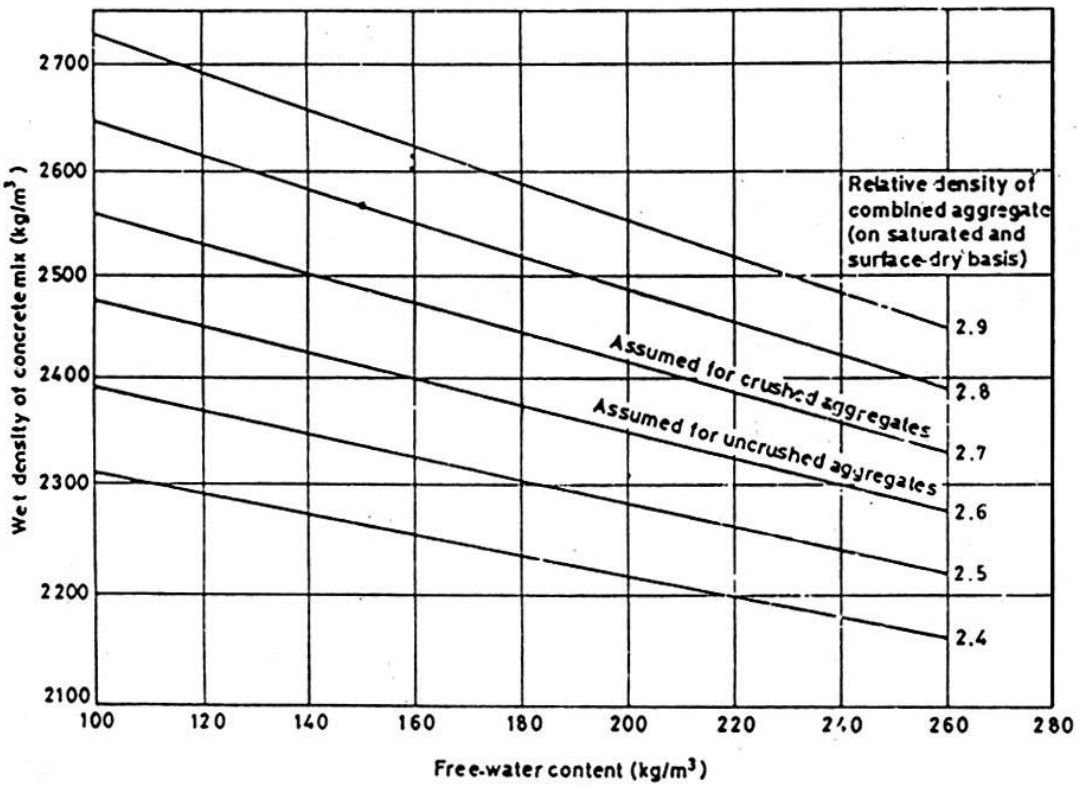
ملحق رقم (ح) :الطريقة الطريقة البريطانية التقليدية

الجدول (ح.1) : لتحديد محتوي الماء في الخلطة

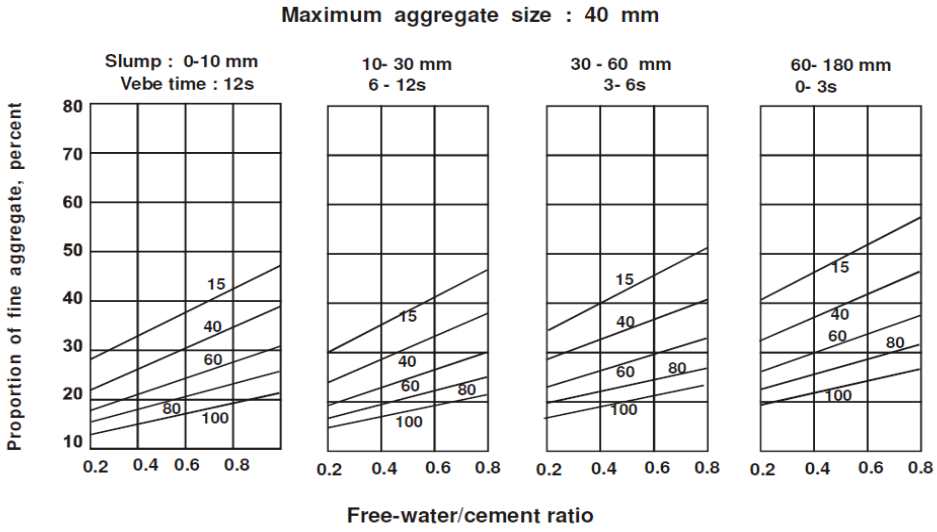
Slump, mm		0-10	10- 30	30-60	60-80
V –B time, sec		> 13	6 -12	3 -6	0 -3
Maximum size of aggrالطريقة المصريةate	Type of aggr الطريقة المصريةate				
10 mm	Uncrushed crushed	150 180	180 205	205 230	225 250
20 mm	Uncrushed crushed	135 170	160 190	180 210	195 225
25 mm	Uncrushed crushed	130 166	155 186	175 206	190 221
40 mm	Uncrushed crushed	115 155	140 175	160 190	175 205

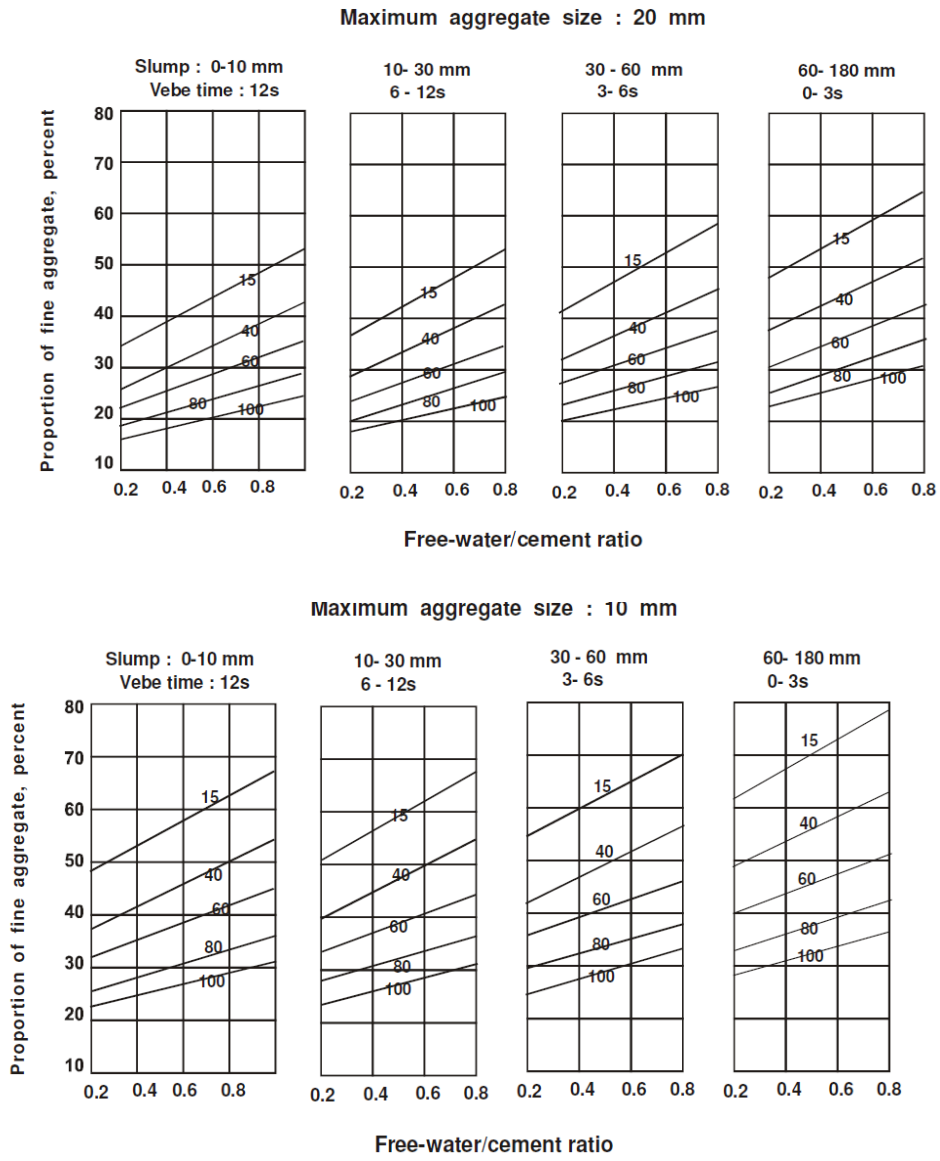


الشكل (ح.1):تحديد w\c



الشكل (ح.2): يوضح كثافة الخرسانة





الشكل (ح.3): تحديد نسبة الرمل

ملحق رقم(خ):الملدن

CAPLAST-R

A Water Reducing & Retarding Concrete Admixture

DESCRIPTION

Caplast-R is water reducing, plasticizing and retarding concrete admixture, beneficial in maintaining workability especially in high ambient temperatures.

FEATURES

Caplast-R increases the dispersion of cement particles by combining the effects of a powerful plasticizing, de-flocculating and retarder blend. It enhances the dispersion of cement particles and wets them more thoroughly.

STANDARDS

Caplast-R complies with the specifications of ASTM C494 Type B and D as well as B.S. 5075 Part 1

USES

Caplast-R can be used:

- To increase the setting time of concrete and maintain its workability, especially in hot weather concreting, where delay to initial and final settings are important in addition to the maintenance of maximum slump.
- To reduce permeability, and thereby minimizing the effects of ground water salts on concrete and steel.
- To increase concrete strength at unchanged or improved workability.
- To increase concrete workability at unchanged or improved strength.
- To reduce cement content without loss of workability, and ultimate strength.

ADVANTAGES

- By using **Caplast-R**, setting time is retarded without reduction in strength. On the contrary, the retardation effect of **Caplast-R** is coupled with an ability to enhance concrete strength.
- By using **Caplast-R** water can be reduced to the extent of 8% to 15% according to sand grading, while retaining the same workability. Strength can be improved by more than 20% through the reduction in the w/c ratio.
- By using **Caplast-R**, concrete workability can be improved. Slump will be increased by the addition of**Caplast-R** without reduction in water content. Concrete can be placed and

compacted more easily without reduction in strength.

- By using **Caplast-R**, cement consumption can be reduced. Up to 10% of cement can be saved by taking advantage of water reduction, and still maintaining the desired concrete quality with unchanged workability.
- **Caplast-R** increases the placing time, hence larger batches can be achieved and placed. Even at higher ambient temperatures, concrete can be conveyed over greater distances without risk of setting.
- Improved surface finish, trowelability and pumpability of concrete.

TYPICAL PROPERTIES

Appearance:

Deep brown clear liquid.

Specific gravity:

About 1.15 at 25°C

Chloride content:

Nil to BS 5075

Air entrainment:

Complies with requirements of ASTM C 494 clause 12.2.1

Toxicity:

Non-toxic.

Compatibility with cement:

Compatible with all types of cement, except high alumina cement.

Compatibility with other admixtures:

Compatible with other Ahlia admixtures, provided they are added separately to the mix.

Shelf life:

At least 18 months if stored in tightly sealed containers at normal ambient temperature.

DIRECTIONS FOR USE

Caplast-R is supplied ready for use. It should be added to concrete mixes during mixing process

preferably at the same time along with mix water.

Dosage:

Trials should be carried out to determine the optimum dosage of **Caplast-R**, taking into account the proposed mix design, performance requirements and site conditions.

As a general guide, a dosage range of 0.150 liter to 0.40 liter per 50 kg of cement is recommended as a starting point.

Dispensing:

Best by dispenser into the gauging water or directly with water into the mixer.

Overdosing:

An overdose of double the recommended dosage results in the following.

- Retardation of initial and final setting time.
- Increase in workability.
- Slight increase in air entrainment.

Provided if properly cured, the ultimate strength of concrete will not be adversely effected.

SAFETY PRECAUTIONS

Caplast-R is nontoxic and non-flammable. Splashes to eyes should be washed immediately with abundant water. It is advisable to use goggles and gloves while handling **Caplast-R**.

PACKAGING

Caplast-R is supplied in bulk (by arrangement), 205 liter barrels or 20 liter pails.

STORAGE

Preferably store in sealed conventional containers, protected from extreme weather conditions.

01/A/Aug 98