الخواص الطرية للخرسانة ذاتية الرص عالية المقاومة[+]

FRESH PROPERTIES OF HIGH STRENGTH SELF – COMPACTING CONCRETE

الهام خليل محمد[*]

المستخلص:

تعتبر الخرسانة الذاتية الرص تكنولوجيا حديثة وطارئة في الصناعة الانشائية . وهي خرسانة ذات قابلية تشغيل عالية للغاية بحيث تستطيع الانسياب خلال الاعضاء الانشائية الكثيفة التسليح تحت تأثير وزنها الذاتي دون الحاجة الى استعمال الهزاز ، وتملأ بدرجة كافية الفجوات دون حصول الانعزال او النضح .

إن الهدف من هذا البحث هو تحضير خرسانة ذاتية الرص والتي تتضمن قابلية تشوه عالية ، القابلية على الانسياب خلال الفراغات بين قضبان حديد التسليح دون حصول الانعزال او حشد الخرسانة خلف حديد التسليح . لقد تم ذلك بالقيام بتجارب مختبرية استخدمها كل من البروفسور Okamura و Kochi من الجامعة التكنولوجية – اليابان .

لقد تم انتاج ثلاثة خلطات خرسانية ذات مقاومة عالية وكل خلطة ذات وزمة من المضاف الكيميائي المعروف باسم (Sika-viscocrete-1) مقدارها (2% , 2.2% , 2.5%) من وزن السمنت وتم اجراء عدة فحوصات لدراسة الخواص الطرية لهذه الخلطات وهذه الفحوصات هي فحص هطول الانسياب وزمن الانسياب باستعمال القمع على شكل حرف (V) وفحص الصندوق على شكل حرف (L) وفحص الصندوق على شكل حرف (U) ومن خلال النتائج المستحصلة تبين انه يمكن استخدام وزمة مقدارها (2.5%) من (Sika-viscocrete-1) مع نسبة ماء / سمنت مقدارها (0.26) للحصول على خرسانة عالية المقاومة ذاتية الرص .

Abstract:

Self – compacting concrete (SCC) is a new and emerging technology in the construction industry . SCC is highly workable concrete that can flow through congested reinforced structural elements under its own weight without the need for vibration , and adequately fill voids without segregation or excessive bleeding .

The objective of this work is to prepare self – compacting concrete which involves high deformability , ability to flow through spaces between steel reinforcing bars without segregation or blocking . This is achieved by carring out tests employed by professors Okamura and Kochi of university of technology , Japan .

Three concrete mixes are produced with high strength , each mix contains specific dosage of the chemical admixture named Sika Viscocrete-1 (2% , 2.2% , 2.5%) by weight of cement , and many tests are made to study the fresh properties for these mixes , these tests are slump flow , flow time by using V – Funnel , L – box test and U –

[+] تاريخ استلام البحث ٢٠١٠/١٠/١٩ ،تاريخ قبول النشر ٢٠١١/٦/٢١ .

[*] مدرس مساعد / معهد تكنولوجيا – بغداد

box test . Results show that dosage 2.5% of Sika Viscocrete-1 can be used with water – cement ratio (0.26) in order to produce high strength self – Compacting concrete .

المقدمة:

تعد الخرسانة الذاتية الرص واحدة من اهم التطورات في تكنولوجيا الخرسانة والبناء في الوقت الحالي وذلك لقدرة الخرسانة الذاتية الرص على التدفق الحر في القوالب وعلى رص نفسها بنفسها وعلى طرد الهواء المحصور دون استخدام الهزازات . ومن المزايا المهمة في استخدام الخرسانة الذاتية الرص بالمقارنة مع الخرسانة التقليدية هو رص نفسها بطريقة كاملة ومنتظمة مما يؤدي الى تكوين اسطح خرسانة ملساء وكثيفة ذات مقاومة عالية للانعزال [١،٢،٣] .

ان قدرة الخرسانة الذاتية الرص على التحمل هو نتيجة الى الكثافة العالية وقابلية التشغيل العالية والحد من الفراغات بشكل ممتاز وكذلك الحد من ظاهرة النضح بالاضافة الى زيادة قوة التلاصق بين الخرسانة وحديد التسليح حيث اثبتت الاختبارات ان الخرسانة الذاتية الرص تعطي تلاصق اعلى بنسبة 50% - 70% بالمقارنة مع الخرسانة التقليدية التي يتم رصها بالكامل بالاضافة الى المقاومة العالية للانعزال . من جانب اخر فان الخرسانة الذاتية الرص تتميز بمقاومة الانضغاط ومقاومة شد الانفلاق ومعاير الكسر وسرعة الذبذبات فوق الصوتية العالية مقارنة مع الخرسانة الاعتيادية .

بالاضافة الى المميزات الفنية للخرسانة الذاتية الرص في الحالة الطرية والصلبة هناك مزايا اقتصادية التي تنتج عن استخدام هذه الخرسانة حيث ان اهم ما يميزها هو لزوجتها المنخفضة ومعدل انسيابها العالي وهذا يؤدي الى تقليل الضغط على المضخات الخاصة بضخ هذا النوع من الخرسانة وتقليل التلف في معدات ضخ الخرسانة فضلاً عن تقليل الفترة المطلوبة الى الصب [٤] . ومن جانب آخر فانها تختزل كلفة عمليات الرص المتبعة في حالة الخرسانة التقليدية وتقلل تأثير الضوضاء في موقع العمل . كما ان هذه الخرسانة تساعد المصممين على امكانية انجاز الاشكال المعقدة المكتظة بحديد التسليح والتي يصعب رصها بالهزازات في حالة الخرسانة العادية [٤ ، ٥] .

الخواص الطرية للخرسانة الذاتية الرص

المكونات المستخدمة في صناعة الخرسانة الذاتية الرص

تتكون عادة من نفس المواد المستعملة في صناعة وانتاج الخرسانة التقليدية لكن مع استخدام مضافات (الكيميائية او المعدنية) وعادة ما يتم تقييم الخلطات للخرسانة الذاتية الرص تجريبياً [٦ ، ٧] .

١ – الركام

١ الركام الناعم

ان الركام الناعم المستعمل في صناعة الخرسانة الذاتية الرص هو نفس نوع الركام المستعمل في انتاج الخرسانة التقليدية حيث انه يعمل على زيادة تماسك الخرسانة الطرية وتحسين قابلية التشغيل وتقليل الانعزال والنضح .

لقد تم استخدام رمل الاخيضر ضمن منطقة التدرج الثالثة والذي كان مطابق لمتطلبات المواصفة القياسية العراقية رقم (٤٥) لسنة (١٩٨٤) [٨] .

٢– الركام الخشن

ان نوع الركام الخشن الذي يستخدم في انتاج الخرسانة الذاتية الرص هو نفس الركام المستعمل في انتاج الخرسانة العادية . أما اقصى مقاس للركام الخشن الذي يمكن استعماله في انتاج الخرسانة الذاتية الرص فيحدد بعدة عوامل اهمها نوع المنشأ وابعاد المقطع الخرساني والمسافات بين حديد التسليح ، وقد حدد الاتحاد الفدرالي الاوربي (EFNARC) [٦] المقاس الاقصى للركام الخشن المستعمل في انتاج الخرسانة الذاتية الرص ٤٠ ملم . لكن بصورة عامة فان الركام الخشن المستعمل في انتاج الخرسانة الذاتية الرص محلياً يكون ذو مقاس اقصى ٢٠ ملم .

في هذا البحث تم استخدام حصى متدرج مكسر ذو مقاس اقصى ١٠ ملم من منطقة النباعي والذي كان مطابق للمواصفة القياسية العراقية رقم (٤٥) لسنة ١٩٨٤ [٨] .

٢- المواد الناعمة

تشمل المواد الناعمة كل من السمنت والمواد الناعمة المضافة مثل المواد البوزولانية والمساحيق الخاملة . حيث ان المواد البوزولانية هي مواد سليكية أو الومينو – سليكية لا تملك لوحدها خواص اسمنتية او قد تكون ذات خواص سمنتية قليلة ولكن عندما تكون بدرجة عالية من النعومة وبوجود الرطوبة تتفاعل كيميائياً مع هيدروكسيد الكالسيوم بدرجة الحرارة الاعتيادية لتكوين مركبات ذات خواص سمنتية . لقد حدد الاتحاد الفدرالي الاوربي (EFNARC) محتوى المواد السمنتية بنسبة تتراوح بين ٣٥٠ – ٦٠٠ كغم / م^3 من الخرسانة . ان اهم المواد المستخدمة محلياً هي الميتاكاؤلين عالي الفعالية (Highly reactivity meta kaolin) والغبرة (limestone powder) .

في الجانب العملي لهذا البحث تم استخدام الاسمنت البورتلاندي الاعتيادي (لبناني المنشأ) والمطابق للمواصفة القياسية العراقية رقم (٥) لسنة (١٩٨٤) [٩] .

٣- المضافات الكيميائية:

تعرف المضافات بانها المواد التي تضاف الى الخرسانة او عجينة السمنت خلال عملية الخلط لتحسين خاصية معينة أو عدد من خواص الخرسانة في الحالة الطرية او المتصلبة للخرسانة .

والمضافات التي تستخدم في انتاج الخرسانة الذاتية الرص نوعان :

أ- المضافات الملدنة أو المقللة للماء بدرجة متفوقة (Superplasticizers) وهي صنف حديث من المضافات المقللة للماء واكثرها فعالية حيث انها تقلل كمية ماء الخلط اللازم لانتاج الخرسانة بنسبة ١٢% . هذا النوع من المضافات يمكن استعماله لانتاج خرسانة ذاتية الرص ذات مقاومة عالية للانضغاط ١٥٠ نيوتن / ملم^2 . ويجب ان تكون مطابقة للمواصفة الامريكية ASTMC 494 نوع F [١٠] .

ب- مضافات لتعديل اللزوجة لعجين الاسمنت وهي مشتقات سليلوزية وبوليميرية والهدف من هذه المضافات هو زيادة لزوجة الخلطة الخرسانية وتحسين ادائها .

لقد تم استخدام المضاف الكيميائي من نوع ملدن متفوق ومبطيء في نفس الوقت والمعروف تجارياً باسم (Sika-viscocrete-1) والمطابق لمتطلبات المواصفة القياسية الامريكية ASTM C494 [١٠] .

٤- الماء

الماء المستخدم في الخلطات لغرض الخلط والمعالجة هو ماء الاسالة الصالح للشرب .

٥- الخواص الطرية للخرسانة الذاتية الرص

ان كل من EFNARC [6] , Tvista [11] , Vachon [12] , Wustholz [13] , JSCE [14] وغيـــرهم من الباحثين بينوا ان خليط الخرسانة ذاتية الرص يصنف على انه خرسانة ذاتية الرص اذا توفرت فيه المتطلبات الثلاثة التالية : -

١- قابلية الملىء العالية (Filling ability) .

٢- مقاومة الانعزال العالية (Segregation resistance) .

٣- قابلية الانسياب العالية (passing ability) .

٦- قابلية الملىء (Filling ability)

هي قابلية الخرسانة الذاتية الرص على الانسياب محافظة على تجانسها اثناء عملية صبها فـــي القوالـــب واثنـــاء انسيابها بين قضبان حديد التسليح ولحين اتمام عمليات الرص تحت تأثير وزنها .

٧- مقاومة الانعزال (Segregation Resistance)

هي قابلية الخرسانة الذاتية الرص ان تبقى متجانسة خلال الخلط والنقل والصب نتيجة الى قابلية الانسياب العالية للخرسانة الذاتية الرص فان ميلها الى الانعزال يكون كبير جداً .

٨- قابلية الانسياب (passing ability)

هي قابلية الخرسانة الذاتية الرص على الانسياب خلال الفتحات الضيقة كما هو بين قضبان حديد التسليح بـــدون حدوث انعزال او اعاقة للخرسانة .

٣- فحوصات الخرسانة الطرية الذاتية الرص

لحد هذه اللحظة لم تتوفر طريقة معتمدة عالمياً لقياس وفحص الخواص الطرية للخرسانة الذاتية الرص . لذا وجب تقييم كل خلطة باستخدام اكثر من فحص وذلك للتأكد من مطابقتها لمتطلبات قابلية التشغيل للخرسانة الذاتية الرص مـــن مقاومة الانعزال وقابلية الملىء وقابلية المرور وهناك العديد من طرق الفحص المستخدمة لهذا الغـــرض [٦] ، ومـــن الجدير بالذكر ان اغلب هذه الفحوصات استخدمت لاول مرة في اليابان .

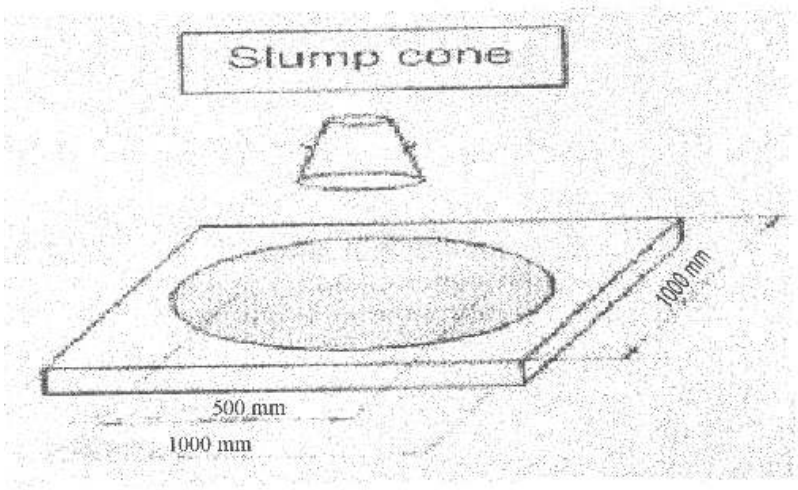
٣-١ فحص هطول الانسياب وزمن الانسياب (Slump flow + T_{50})

ان الهدف من استعمال هذا الفحص لتقييم قابلية الانسياب الحر الافقي للخرسانة الذاتية الـــرص دون وجـــود اي عوائق . ان هذا الفحص مشابه لفحص الهطول الاعتيادي حيث يمثل القطر المنتشر للخرسانة مقياس لقابليـــة الملـــىء للخرسانة الذاتية الرص . اما فحص T_{50} فهو يعمل على قياس المدة الزمنية التي تتطلبها الخرسانة الذاتية الرص لتحقق قابلية انسياب مقدارها ٥٠ سم على قاعدة الفحص .

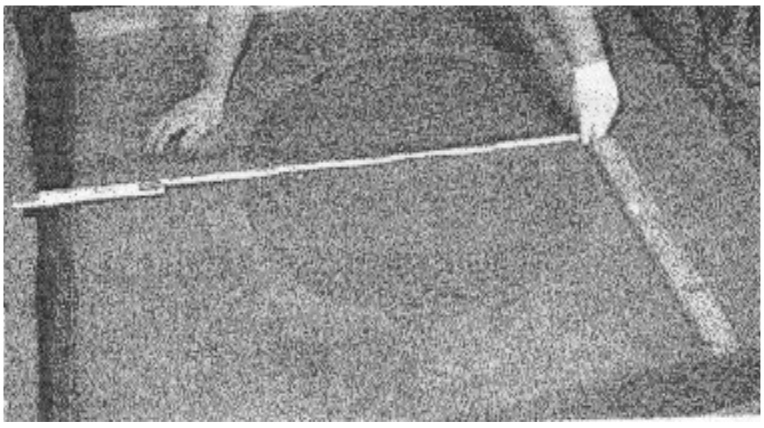
ويتم اجراء الفحص بالطريقة التالية :-

١- توضع القاعدة المربعة التي يبلغ قياسها 900 x 900 ملم على الاقل والمصنوعة من المادة الصلدة وغير المنفـــذة للماء على سطح مستوي وبصورة افقية ووضع مستقر .

٢- يتم ترطيب السطح الداخلي لمخروط (Abrams) ويوضع المخروط في منتصف الدائرة ذات القطر ٢٠٠ ملم .
٣- يملأ المخروط بالخرسانة مع مراعاة عدم الضغط او التسبب بحصول اي اهتزاز او رص للخرسانة .
٤- يتم رفع المخروط بصورة عمودية على قاعدة الفحص وبرفعة واحدة وبصورة تسمح بالجريان افقياً للخرسانة وتُشغل ساعة التوقيت منذ لحظة رفع المخروط عن قاعدة الفحص .
٥- يتم ايقاف الساعة عند ملامسة الخرسانة الدائرة ذات القطر ٥٠٠ ملم وتكون قراءة ساعة التوقيت تمثل T_{50} . ويكون الفحص مكتملاً عندما يتوقف انسياب الخرسانة .
٦- يقاس القطر المنتشر للخرسانة باتجاهين متعامدين وتؤخذ القراءة لاقرب ٥ ملم ثم يؤخذ معدل القراءات ليمثل قيمة الانسياب للخرسانة المقاسة بـــ ملم .



الشكل (٣-١) مخروط (Abrams) وقاعدة الفحص



الشكل (٣-٢) قطر الانتشار للخرسانة ذاتية الرص بعد اجراء الفحص .

٣-٢ فحص القمع على شكل حرف V

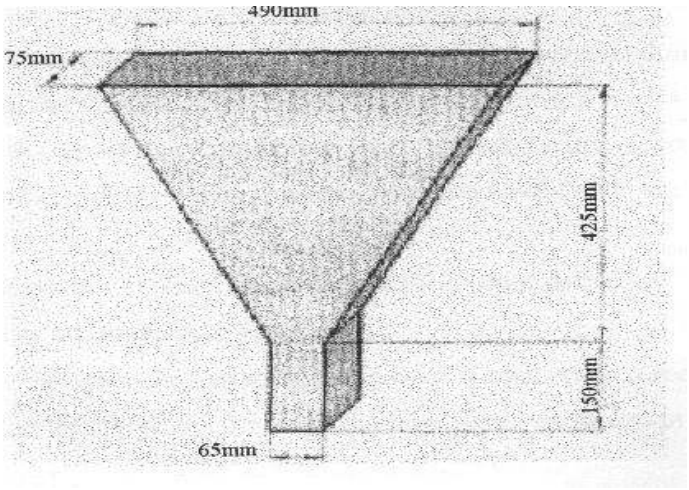
يستخدم هذا الفحص لتقييم قابلية الاملاء للخرسانة التي لا يزيد مقاس الركام الخشن فيها عن ٢٠ ملم . وان الباحث (Ozawa) هو أول من ابتكر هذا الفحص في اليابان .
ويتم اجراء الفحص بالطريقة التالية :-

١- يوضع القمع المصنوع من الحديد وعلى شكل حرف V بصورة عمودية وثابتة على ارض مسطحة مستوية ويرطب السطح الداخلي للقمع وتغلق بوابة الجهاز .

٢- يتم ملىء القمع بالخرسانة الطرية من دون اي ضغط .

٣- تفتح البوابة السفلى للقمع بعد فترة انتظار 10 ± 2 ثانية . وتشغل ساعة التوقيت عند فتح البوابة مباشرة .

٤- يتم ايقاف ساعة التوقيت عند لحظة رؤية ضوء من الفتحة السفلى للقمع وبهذا تكون ساعة التوقيت قد سجلت الوقت اللازم للانسياب خلال القمع V معبراً عنه بـ الـ (TV) .



الشكل (٣-٣) شكل وابعاد الجهاز الخاص بفحص V – Funnel

٣-٣ فحص الصندوق على شكل حرف L (L – Box Test)

ان الهدف من استخدام هذا الفحص هو لقياس قابلية المرور للخرسانة الذاتية الرص وامكانية انسيابها بين قضبان حديد التسليح . يتم في هذا الفحص قياس الارتفاع الذي ستصل اليه الخرسانة الذاتية الرص بعد انسيابها عبر فتحات ذات ابعاد قياسية بين قضبان حديدية بحيث انها سوف تمر من مساحة محددة مسبقاً وبذلك يتم تقييم اداء هذه الخرسانة . ويتم اجراء الفحص بالطريقة التالية :-

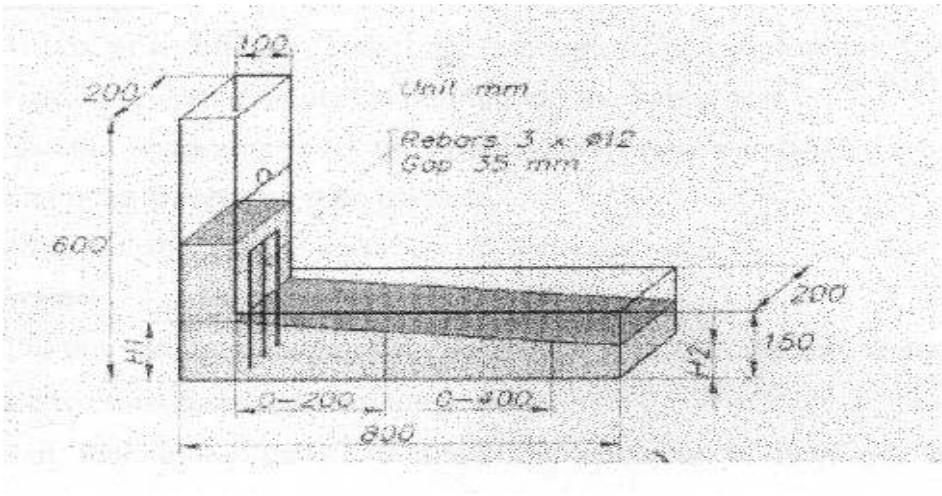
١- يتم وضع الصندوق على ارض مستوية وبمستوى افقي .

٢- يملأ الجزء العمودي من الجهاز بما يقارب ١٣ لتر من الخرسانة الطرية .

٣- تترك الخرسانة لتستقر لمدة 60 ± 15 ثانية خلال هذه المدة يمكن ملاحظة حصول او عدم حصول ظاهرة الانعزال في الخرسانة .

٤- تُفتح البوابة ويسمح للخرسانة بالانسياب من الجزء العمودي للجهاز الى الجزء الافقي .

٥- عندما يتوقف انسياب الخرسانة كلياً يتم قياس ارتفاع الخرسانة خلف قضبان الحديد وارتفاع ابعد نقطة تصل اليها الخرسانة في الجزء الافقي ويتم حساب النسبة H_2 / H_1 كما هو مبين في الشكل (٣-٤) .



الشكل (٣-٤) شكل جهاز الفحص المستخدم في فحص L – Box

٣-٤ فحص الصندوق على شكل حرف U (U –Box Test)

ان الغرض من استخدام هذا الفحص هو لقياس قابلية الملىء للخرسانة الذاتية الرص .

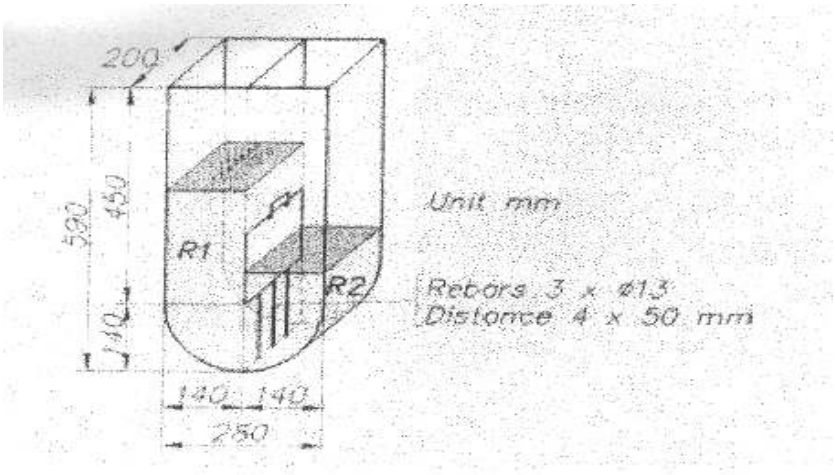
ويتم اجراء الفحص بالطريقة التالية :-

١- يتم ترطيب السطح الداخلي للجهاز المصنوع من مادة صلدة لا تمتص الماء وعلى شكل حرف U .

٢- تملأ احدى حجرتي الجهاز بعينة من الخرسانة الطرية حوالي ٢٠ لتر وتترك لمدة دقيقة لكي تستقر .

٣- يتم رفع البوابة المنسدلة للسماح للخرسانة بالمرور الى الحجرة المجاورة .

٤- يقاس الارتفاع في الحجرة الاولى في موضعين مختلفين ويؤخذ المعدل لهذه القراءات (H_1) ويحسب ارتفاع الخرسانة خلف قضبان حديد التسليح في الحجرة المجاورة (H_2) وان النسبة $H_2 - H_1$ تمثل عمق الاملاء .



الشكل (٣-٥) الجهاز المستخدم لفحص الصندوق على شكل حرف U .

ويبين الجدول (١) النتائج المقبولة للفحوصات وفقاً لمتطلبات المواصفة الاوربية (EFNARC) .

جدول (١) النتائج المقبولة للفحوصات

الفحص	حدود القبول
هطول الانسياب (Slump Flow)	٨٠٠ – ٦٥٠ ملم
زمن الانسياب T_{50} بفحص هطول الانسياب (T_{50} cm Slump Flow)	٥ – ٢ ثانية
فحص الصندوق على شكل حرف V (V – Funnel)	١٢ – ٦ ثانية
فحص الصندوق على شكل حرف L (L – Box) (H_2 / H_1)	0.8 – 1
فحص الصندوق على شكل حرف U (U – Box) ($H_2 – H_1$)	٣٠ – ٠ ملم

النتائج والمناقشة

ان الخلطة الخرسانية المرجعية صممت لتعطي مقاومة انضغاط مقدارها $50N/mm^2$ بعمر (٢٨) يوم مع نسبة ماء /سمنت مقدارها (0.448) وهطول مقداره 180 ± 10 ملم . الجدول رقم (٢) يوضح تفاصيل الخلطات المستخدمة في هذا البحث حيث تم صب خمسة خلطات خرسانية وكما يلي :

الخلطة الاولى : هي الخلطة المرجعية حيث اعطت هطول مقداره ١٨٠ ملم ومقاومة انضغاط مقدارها $51.9\ N/mm^2$ بعمر (٢٨) يوم .

الخلطة الثانية : هي خرسانة ذاتية الرص بدون استعمال المضاف الكيميائي ولغرض تحقيق متطلبات الرص الذاتي تم زيادة محتوى الماء حيث اعطت هطول انسياب مقداره ٦٦٠ ملم ومقاومة انضغاط مقدارها $42.8\ N/mm^2$ بعمر (٢٨) يوم وهي اقل من مقاومة الخرسانة المرجعية ويتبين من ذلك ان الخرسانة الذاتية الرص لا يمكن انتاجها بدون عامل اللزوجة حيث ان زيادة محتوى الماء للخلطة لغرض الحصول على الرص الذاتي يعطي خرسانة طرية ضعيفة الاستقرار بسبب التماسك غير الكافي كما ان الانعزال والنضح يؤثران على نوعية الخرسانة ومن التأثيرات السلبية الاخرى هي المقاومة الواطئة وزيادة المسامية للخرسانة .

الخلطة الثالثة : هي خرسانة ذاتية الرص باستعمال المضاف الكيميائي Sika – Viscocrete – 1 بنسة 2% من وزن السمنت ونسبة ماء / سمنت مقدارها (0.3) حيث اعطت النتائج التالية لقابلية تشغيل الخرسانة ذاتية الرص

أ- هطول انسياب ٦٥٠ ملم والذي يمثل نتيجة مقبولة وفقاً للمواصفة الاوربية .

ب- زمن الانسياب 8 sec والذي يمثل نتيجة غير مقبولة وفقاً للمواصفة الاوربية .

ج- فحص القمع على شكل حرف V اعطى 15 sec والذي يمثل نتيجة غير مقبولة وفقاً للمواصفة الاوربية .

د- فحص الصندوق على شكل حرف L $H_2 / H_1 = 0.875$ والذي يمثل نتيجة مقبولة وفقاً للمواصفة الاوربية .

هـ- فحص الصندوق على شكل حرف U $H_2 – H_1 = 25\ mm$ والذي يمثل نتيجة مقبولة وفقاً للمواصفة الاوربية .

ان هذه الخلطة اعطت مقاومة انضغاط مقدارها $63.6\ N/mm^2$ بعمر (٢٨) يوم وهي اعلى من مقاومة الخرسانة المرجعية .

الخلطة الرابعة : هي خرسانة ذاتية الرص باستعمال المضاف الكيميائي Sika-Viscocrete-1 بنسبة 2.2% من وزن السمنت ونسبة ماء / سمنت مقدارها (0.28) حيث اعطت النتائج التالية لقابلية تشغيل الخرسانة ذاتية الرص .

أ- هطول انسياب ٦٨٥ ملم والذي يمثل نتيجة مقبولة وفقاً للمواصفة الاوربية .

ب- زمن الانسياب 6 sec والذي يمثل نتيجة غير مقبولة وفقاً للمواصفة الاوربية .

ج- فحص القمع على شكل حرف V اعطى 12 sec والذي يمثل نتيجة مقبولة وفقاً للمواصفة الاوربية .

د. فحص الصندوق على شكل حرف L $H_2 / H_1 = 0.92$ والذي يمثل نتيجة مقبولة وفقاً للمواصفة الاوربية .

هـ- فحص الصندوق على شكل حرف U $H_2 - H_1 = 10$ mm والذي يمثل نتيجة مقبولة وفقا للمواصفة الاوربية

لقد اعطت هذه الخلطة مقاومة انضغاط مقدارها 67.4 N/mm^2 بعمر (٢٨) يوم وهي اعلى من مقاومة الخرسانة المرجعية .

الخلطة الخامسة : هي خرسانة ذاتية الرص باستعمال المضاف الكيميائي Sika – Viscocrete-1 بنسبة 2.5% من وزن السمنت ونسبة ماء / سمنت مقدارها (0.26) وكانت نتائج فحص قابلية تشغيل الخرسانة ذاتية الرص كما يلي :

أ- هطول انسياب 705mm والذي يمثل نتيجة مقبولة وفقاً للمنواصفة الاوربية .

ب- زمن الانسياب 5 sec والذي يمثل نتيجة مقبولة وفقاً للمواصفة الاوربية .

ج- فحص القمع على شكل حرف V كان 10 sec والذي يمثل نتيجة مقبولة وفقاً للمواصفة الاوربية .

د- فحص الصندوق على شكل حرف L $H_2 / H_1 = 1.0$ والذي يمثل نتيجة مقبولة وفقاً للمواصفة الاوربية .

هـ- فحص الصندوق على شكل حرف U $H_2 - H_1 = 0.0$ mm والذي يمثل نتيجة مقبولة وفقاً للمواصفة الاوربية.

ان المضاف الكيميائي المعروف باسم Sika – Viscocrete – 1 المستخدم في هذا البحث هو من الجيل الثالث للملدنات المتفوقة للخرسانة والمونة ويستعمل لانتاج خرسانة ذات انسيابية فائقة ومتجانسة ومتماسكة وذات مقاومة عالية . وباستعمال هذا المضاف فانه من الممكن الحصول على خرسانة سهلة وسريعة الصب بدون استعمال الهزازات .

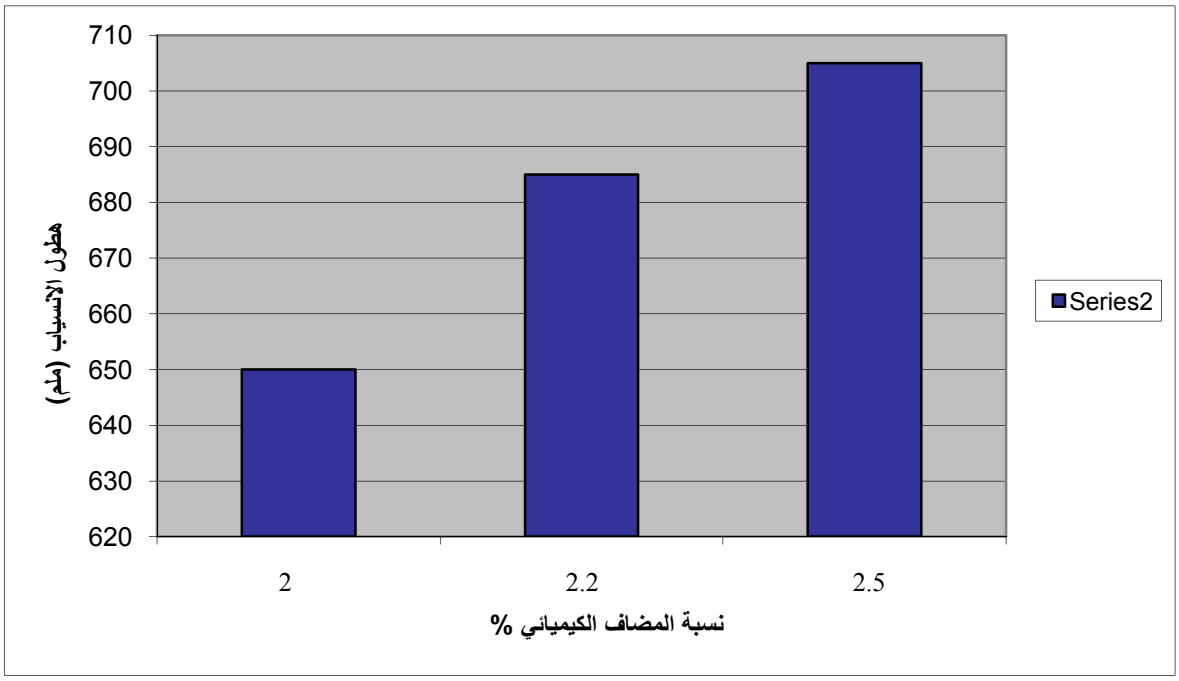
يبين الجدول رقم (٣) والاشكال (١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥) تأثير (Sika – Viscocrete – 1) تأثيرها على ذاتية الرص للخلطات الخرسانية واظهرت النتائج ان الوزمة المثلى من (Sika-Viscocrete-1) المطلوبة للحصول على خرسانة ذاتية الرص مطابقة لمتطلبات الرص الذاتي مع نسبة ماء / سمنت واطئة مقدارها (0.26) هي 2.5% من وزن السمنت .

جدول (٢) تفاصيل الخلطات المستخدمة في هذا البحث

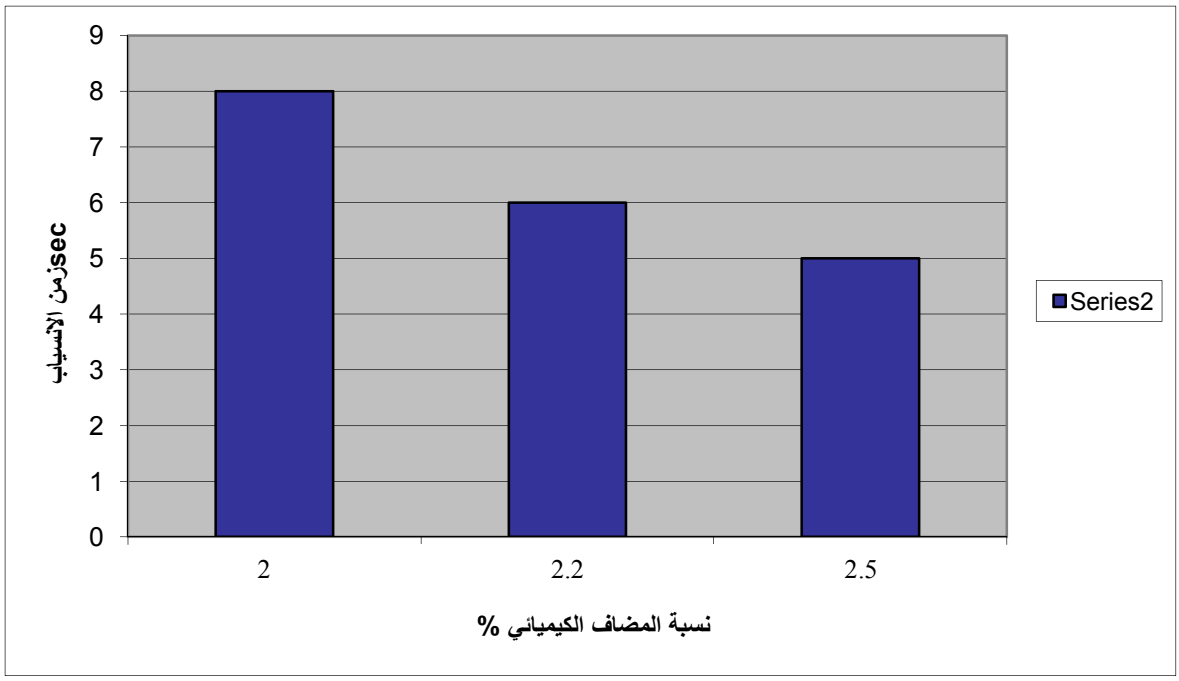
اسم الخلطة	محتوى السمنت كغم/م^3	الرمل كغم/م^3	الحصي كغم/م^3	الماء كغم/م^3	Sika-viscocrete-1 نسبة مئوية من وزن السمنت	نسبة الماء / السمنت	الهطول (ملم)	هطول الانسياب (ملم)	مقاومة الانضغاط نت/ملم٢	
									٧ ايام	٢٨ يوم
الخلطة المرجعية	٥٥٠	٦٢٥	٩٣٧	246.4	-	0.448	180	-	36.2	51.9
خرسانة ذاتية الرص بدون مضاف	٥٥٠	٦٢٥	٩٣٧	320.7	-	0.583	-	660	26.4	42.8
خرسانة ذاتية الرص مع 2.0% مضاف	٥٥٠	٦٢٥	٩٣٧	165.0	2.0	0.3	-	650	52.4	63.6
خرسانة ذاتية الرص مع 2.2% مضاف	٥٥٠	٦٢٥	٩٣٧	154.0	2.2	0.28	-	685	57.1	67.4
خرسانة ذاتية الرص مع 2.5% مضاف	٥٥٠	٦٢٥	٩٣٧	143.0	2.5	0.26	-	705	65.2	80.2

جدول (٣) تأثير Sika-viscocrete-1 على الخرسانة ذاتية الرص ومقاومة الانضغاط

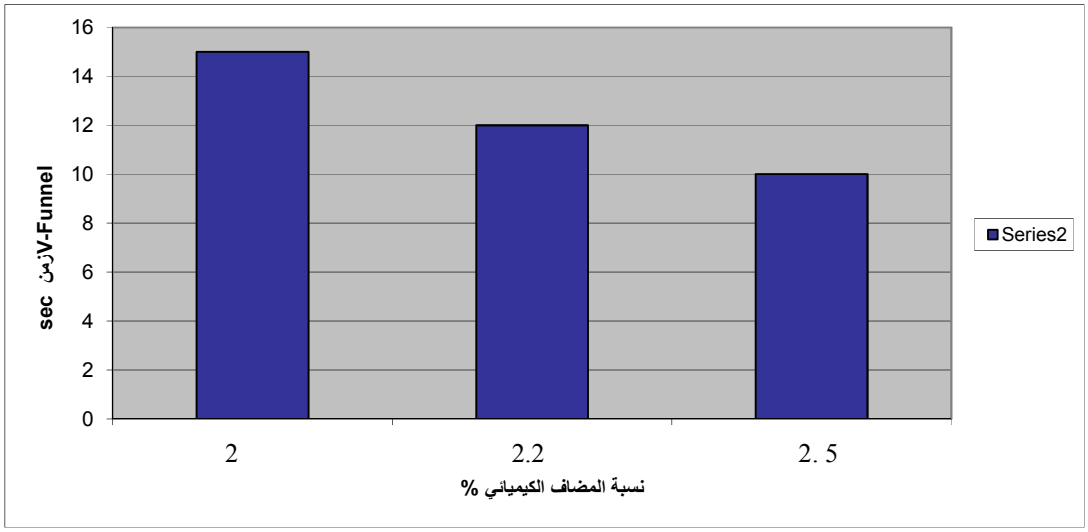
نسبة المضاف كنسبة مئوية من وزن السمنت	نسبة الماء / السمنت	طرق فحص قابلية التشغيل للخرسانة ذاتية الرص		مقاومة الانضغاط نت / ملم^2	
				٧ أيام	٢٨ يوم
2.0	0.3	هطول الانسياب	650 mm	52.4	63.6
		زمن الانسياب	8 sec		
		فحص القمع على شكل حرف V	15 sec		
		فحص الصندوق على شكل حرف L (H_2 / H_1)	0.875		
		فحص الصندوق على شكل حرف U $(H_2 - H_1)$	25 mm		
2.2	0.28	هطول الانسياب	685	57.1	67.4
		زمن الانسياب	6 sec		
		فحص القمع على شكل حرف V	12 sec		
		فحص الصندوق على شكل حرف L (H_2 / H_1)	0.92		
		فحص الصندوق على شكل حرف U $(H_2 - H_1)$	10 mm		
2.5	0.26	هطول الانسياب	705 mm	65.2	80.2
		زمن الانسياب	5 sec		
		فحص القمع على شكل حرف V	10 sec		
		فحص الصندوق على شكل حرف L (H_2 / H_1)	1.0		
		فحص الصندوق على شكل حرف U $(H_2 - H_1)$	0.0 mm		



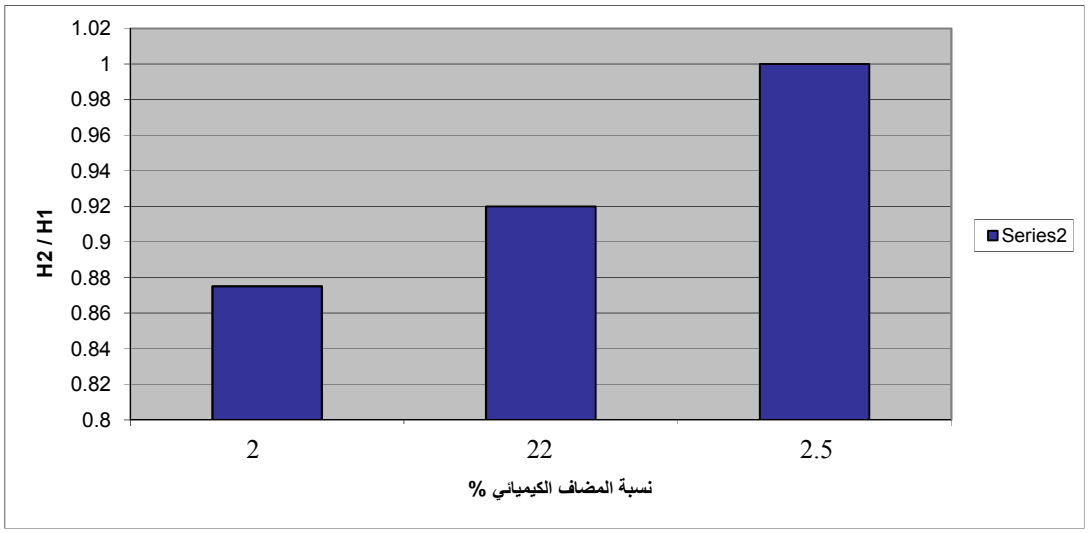
شكل رقم (١) العلاقة بين نسبة المضاف الكيميائي وهطول الانسياب



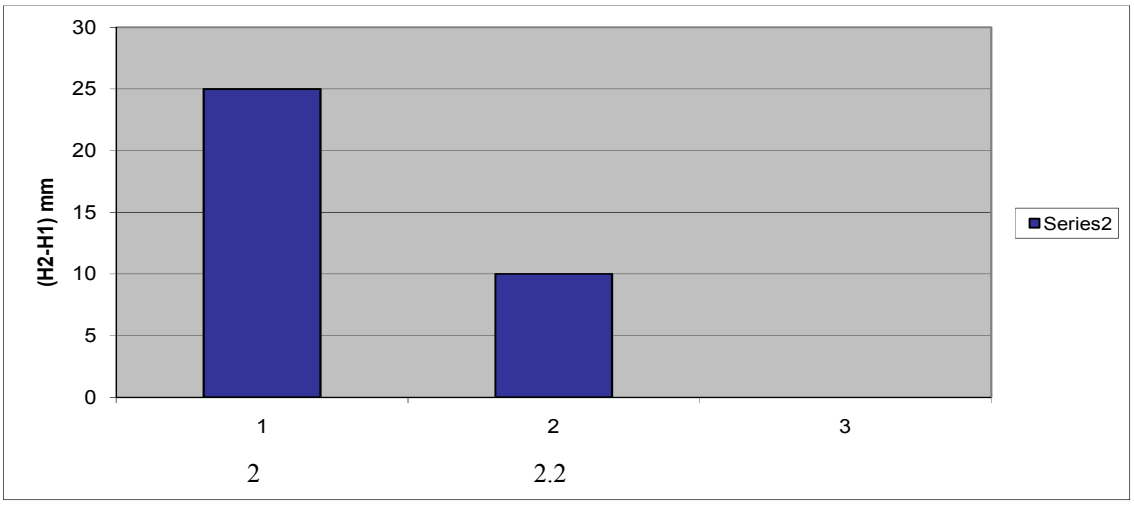
شكل رقم (٢) العلاقة بين نسبة المضاف الكيميائي وزمن الانسياب



شكل رقم (٣) العلاقة بين نسبة المضاف الكيميائي و زمن V-Funnel



شكل رقم (٤) العلاقة بين نسبة المضاف الكيميائي ونسبة الانسياب H2/H1



شكل رقم (٥) العلاقة بين نسبة المضاف الكيميائي و H2-H1

الاستنتاجات

تبين من النتائج التي تم الحصول عليها من هذا البحث الملاحظات التالية :

١- الخرسانة ذاتية الرص (SCC) لا يمكن انتاجها بدون المضاف المقلّل للماء بدرجة متفوقة زائداً العامل المثبت . لان زيادة محتوى للماء للوصول الى متطلبات الرص الذاتي يعطي خرسانة طرية ضعيفة الاستقرار وخرسانة متصلبة ذات مقاومة وديمومة واطئة .

٢- باستعمال المضاف المعروف باسم (Sika-viscocrete-1) فانه من الممكن الحصول على خرسانة طرية سهلة وسريعة الصب بدون رص ، هذه الخرسانة تكون ذات انسيابية فائقة ، متجانسة ومتماسكة والخرسانة المتصلبة تكون ذات مقاومة عالية .

٣- باستعمال وزمة مقدارها (2.2%) من (Sika-visscocrete-1) مع نسبة ماء / سمنت مقدارها (0.28) فانه من الممكن انتاج خرسانة عالية المقاومة ذاتية الرص مع معدل مقاومة انضغاط مقدارها (67.4 نت / ملم^{٢}) بعمر (٢٨) يوم مقارنة مع (51.9 نت / ملم^{٢}) للخرسانة المرجعية و (42.8 نت / ملم^{٢}) للخرسانة ذاتية الرص الخالية من (Sika-viscocrete-1) .

٤- عند استعمال وزمة مقدارها (2.5%) من (Sika-viscrocrete-1) مع نسبة ماء / سمنت مقدارها (0.26) فانه من الممكن الوصول الى خرسانة عالية المقاومة ذاتية الرص مع معدل مقاومة الانضغاط مقدارها (80.2 نت / ملم^{٢}) بعمر (٢٨) يوم مقارنة مع (51.9 نت / ملم^{٢}) للخرسانة المرجعية و (42.8 نت / ملم^{٢}) للخرسانة ذاتية الرص الخالية من (Sika-viscocrete-1) .

<u>التوصيات</u>

١- في هذا البحث تم استخدام نوع واحد من السمنت وهو السمنت البورتلاندي الاعتيادي (البناني المنشأ) المطابق للمواصفة القياسية العراقية رقم (٥) لسنة ١٩٨٤ لذا نوصي استخدام انواع اخرى من السمنت لانتاج الخرسانة الذاتية الرص .

٢- لقد تم في هذا البحث استخدام مضاف واحد هو مقلل للماء بدرجة متفوقة زائداً العامل المثبت والمعروف تجارياً باسم (Sika-viscocrete-1) المطابق للمواصفة الامريكية ASTMC 494 لذا نوصي استخدام انواع اخرى من المضافات .

٣- قد تم استخدام ركام خشن متدرج مكسّر ذو مقاس اقصى ١٠ ملم من منطقة النباعي المطابق للمواصفة القياسية العراقية رقم ٤٥ لسنة ١٩٨٤ نوصي استخدام الركام الكروي لانتاج الخلطات الخرسانية الذاتية الرص .

٤- ان الخلطات المنتجة كانت ذات مقاومة عالية لذا نوصي انتاج خلطات ذات مقاومة متوسطة وواطئة .

<u>المصادر :</u>

1- Al – Qaisy , W. , "*Steel Fiber Reinforced Ultra High Performance Self – Compacting Concrete*" , ph . D. Thesis , Submitted to the Department of Building and Construction Engineering , University of Technology , 2006 .
2- Hadhrati , H. , "*Mechanical Properties of Self – Compacting High Performance Structural Lightweight Aggregate Concrete*" , M. Sc. Thesis , Submitted to the Department of Building and Construction Engineering , University of Technology , 2006 .
3- Kbaleel , O. "*The Effect of Coarse Aggregate Properties on the Behavior of Self – Compacting Concrete*" M. Sc. Thesis , Submitted to the Department of Building and Construction Engineering , University of Technology , 2007 .
4- Horta A., "*Evaluation of Self – Consolidating Concrete for Bridge structure Applications*" , M. Sc. Thesis , Georgia Institute of Technology , 2005 .
5- Bouzoubaa N. , and Lachemi M. , "*Self – Compacting Concrete Incorporating High – volumes of class F fly Ash : Preliminary Results*" , Cement and Concrete Research , Vol. 31 , No. 3 , Mar. 2001 , pp. 413 – 420 .
6- " *The European Guidelines for Self – Compacting Concrete ; Specification , Production and Use*" , May , 2005 .
7- GRACE , Construction products "*Materials for Self – Consolidating Concrete (Scc)*" , Technical Bulletin TB – 1502 www.graceconstruction.com .
٨- المواصفة القياسية العراقية رقم (٤٥) لسنة ١٩٨٤ "*ركام المصادر الطبيعية المستعملة في الخرسانة والبناء*" الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية .
٩- المواصفة القياسية العراقية رقم (٥) لسنة ١٩٨٤ "*الاسمنت البورتلاندي*" الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية.
10- ASTM C 494 – 03 "*Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete*" Annual Book of ASTM Standard American Socitey for Testing and Materials , Vol. 04 – 02 , 2003 .
11- Tviksta , L.G., "*Guide line for SCC*", Brite EuRam, Task , End product , (2000) pp. 3–11 .
12- Vachon M. , "*ASTM puts Self – Compacting Concrete to the Test*" ASTM Standardization News , 2002 .
13- Wusthoiz T. , "*Fresh Properties of Self – Compacting Concrete (SCC)* " Otto – Graf – Journal Vol. 14 , 2003 .
14- JSCE , "*Recommendation for Self –Compacting Co*ncrete" , Tokyo – Japan , Society of Civil Engineers , Concrete Engineers Series 31 , 1999.