تقييم اداء الخواص الميكانيكية لمونة السمنت المقواة بالمشبك السلكي(الفيروسمنت)

مدرس / جاسم عطية علوان
المعهد التقني- بابل
هندسة مدنيه Email:Jassimatiya @Yahoo.Com

الخلاصة :

هدف البحث معرفة خواص مونة الفيروسمنت وتأثير عدد طبقات التقوية بالمشبك السلكي من(1- 6) طبقة على مقاومة الانضغاط ومعاير الكسر وامكانية تخفيض السمنت بمونة انهاء الجدران ذو الطبقة الواحدة من المشبك . تطلب البحث (127) نموذج لفحوصات القوام القياسي لعجينة السمنت المرجعية ، مقاومة الانضغاط ومعاير الكسر للمونة المرجعية، وكذلك عمل نماذج لفحوصات مقاومة الانضغاط والكسر لمونة السمنت المقواة بطبقة من المشبك ولغاية (6) طبقات، بالإضافة الى نماذج لفحوصات المونة المقواة بطبقة من المشبك والمخفضة السمنت.

أظهرت النتائج ان تقوية المونة ب(5) طبقات من المشبك اعطت افضل النتائج وانها ادت الى زيادة مقاومة الانضغاط بنسبة (61.5%)ومعاير الكسر بنسبة (205.21%)عن مقاومتهما بالمونة المرجعية. تبين ايضا عند تقوية مونة انهاء الجدران بطبقة واحدة من المشبك فأنه يمكن تخفيض السمنت فيها بنسبة (20%) من وزنه بالمونة المرجعية وان خواص هذه المونة حققت متطلبات المواصفات العراقية وبقابلية تشغيلية جيدة .

كلمات الرئيسية: مونة الفيروسمنت، مقاومة الانضغاط ومعاير الكسر، المشبك المعدني.

EVALUATION OF CEMENT MORTAR MECHANICAL PROPERTIES PERFORMANCE STRENGTHENED BY WIRE MESH(FERROCEMENT)

Jassim Atiya Alwan
Lecturer- Babylon Institute of Technology

ABSTRACT :

The research aim is to evaluate the properties of Ferro Cement mortar and the effect of the Wire Mesh strengthening layers number from(1-6) layers on the compressive and flexural strength with cement decreasing ability of the wall finishing mortar with one mesh layer. (127) samples were required, samples for reference cement paste standard consistency ,reference mortar compressive and flexural strength tests in addition to that a Samples for the strengthened mortar compressive and flexural strength tests with one mesh layer up to (6)layers ,another samples also for the strengthened mortar tests with one mesh layer and reducing the cement. Results showed that the strengthened mortar by (5) mesh layers was increased in compressive strength by (61.5%) and flexural strength by(205.21%) more than their reference mortar strengths. When strengthening the walls finishing mortar by one mesh layer we can decreasing the mortar cement content by a ratio of(20%) of its weight in reference mortar and the mortar properties are satisfied the requirements of the Iraqi specifications with good workability.

Key Words: Ferro Cement mortar, Compressive Strength and Flexural Strength, Wire Mesh.

المقدمة:

ذكر (Peter,2008) بأن المونة (Mortar)هي المادة الناتجة للمزج المقترح (Intimate Mixture) من حبيبات الرمل، المادة الرابطة والماء، وأن خواص وميزات المونة تعتمد بشكل رئيسي على طبيعة مركبات المادة الرابطة فيها.لقد استخدمت مونة السمنت كمادة رابطة للوحدات البنائية في الجدران او لحماية سطوح البناء .

ذكر (Takiguchi,2001) بأن التسليح هو المادة الاساسية في الهياكل الخرسانية المسلحة والتي تكسبها القابلية على تحمل تأثير الاحمال، المطاوعة والاجهاد (Stress and Strain) المختلفة وتعطي الهياكل المتانة والديمومة . تتضرر الخرسانة بسبب استمرار تعرض هذه الهياكل لأحمال اكثر من تصميمها ،عدم توخي الدقة في تفاصيل التصاميم ،عدم السيطرة على جودة المواد المكونة للخرسانة المسلحة اثناء تنفيذها، تعرض الهياكل المسلحة الى تأثير المحاليل الكيميائية أو هبوط في اسس المنشأ أو حصول حالة الكلل (Fatigue) للمنشأ .... الخ من الحالات التي جعلت المختصين يفكرون في ايجاد الطرق والوسائل الكفيلة لإصلاح وترميم اي اعادة تأهيل هذه الهياكل الخرسانية المتضررة لكي تؤدي وظائفها الفعالة وبشكل أمين.

ذكر (Long et al.,2011) بأنه تم استخدام تقنية مونة الفيروسمنت (Ferro cement) في بداية السبعينات من القرن الماضي لإصلاح عيوب الهياكل الخرسانية المسلحة وذلك بتقوية الاجزاء المتضررة او العيوب بتغليفها بهذه المونة. ان الفيروسمنت هي مونة السمنت المائي النحيفة السمك المقواة بطبقات متقاربة الفضاء من المشبك السلكي (Wire Mesh) المعدني والذي قطره صغير نسبيا وهي تقنية غير تقليدية لتسليح الخرسانة وتعتبر الافضل لإعطائها افضل مقاومة للانضغاط ، الشد ومعاير الكسر ولكونها خفيفة الوزن، سهلة العمل، اقتصادية وتطيل من عمر الجزء المقوى . اصدرت لجنة معهد الخرسانة الامريكي(ACI) تقريرها الارشادي عام (1997) بالرقم (ACI-549R,97) حول التطبيقات العملية لمونة الفيروسمنت ثم صدر تقرير أخر عام 2001 بالرقم (ACI 549,2001).

قام (Abdullah,2003) بأجراء بحث بتقوية الاعمدة الخرسانية ذات المقطع المربع بتغليفها بالفيروسمنت بشكل مربع ودائري وتم التوصل الى ان التغليف الخارجي لكل ارتفاع العمود ادى الى تحسن المطيلية (Ductility) بشكل هائل.

قام (Long et al.,2011) بأجراء بحث بفحص(11) نموذج لأعمدة بأبعاد كاملة حيث تم تحميل (9) منها للحصول على ضغط لامركزي والاثنان الباقية حملت للحصول على ضغط محوري.

اجريت سلسلة من الفحوص لبعض هذه النماذج التي تم تقويتها بالفيروسمنت واخرى لم يتم تقويتها وتم التوصل الى ان النماذج لتي تم تقويتها تحسنت بدرجة عالية في قابلية التحمل وان قابلية نماذج الاعمدة للتحمل تكون اكبر كلما قلت اللامركزية (Eccentricity). قام (Rathish et al.2007) بأجراء بحث لتجديد اجزاء منشأ خرساني مسلح قائم بتحسين مقاومة اعضاءه لجهد القص ومعرفة مدى الاستجابة لتأثير الحمل المحوري وقابلية امتصاص الطاقة من قبل الخرسانة المسلحة والاعمدة المحصورة

بالفيروسمنت. تم التوصل الى ان الحصر الخارجي للأعمدة باستخدام الفيروسمنت ادى الى تحسن الاستطالة، المقاومة ، قابلية تشتيت الطاقة، الصلابة وكان نمط الفشل انحناء مطيلي بدلا من القص الهش. قام(السليفاني وزملائه،2013) بأجراء بحث تم فيه تقوية الاعمدة الخرسانية المسلحة بطبقة من الفيروسمنت بسمك(20) مم مع(5) طبقات من المشبك السلكي وتبين انها قد زادت تحمل العمود الخرساني المسلح بنسبة(36.8)% اكثر من حمل العمود قبل المعالجة وبزيادة سمك الفيروسمنت الى(30) مم مع نفس عدد الطبقات زاد تحمل العمود بنسبة(48)%.ومن الضروري ان نشير الى ان كل من الباحثين
(Pama et al., 1974 , Naaman et al. 1971 and Johnston et al .,1976)
قد ذكر بان معادلات تصاميم المونة الفيروسمنتيه اعتمدت بشكل اساسي على التجارب الذي اجريت في الاربعين سنة الماضية ، وان ما اوصى به معهد الخرسانة الامريكي(ACI 549) من اهمال مقاومة الشد لمونة الفيروسمنت وانها تحسب من خلال قسمة حمل المشبك السلكي على مساحة المقطع كان مستندا على التجارب الذي اجريت للفترة من(1971 –1977) وانه مقبول لمقطع المونة الفيروسمنتية ذو المقاومة الطبيعية او المتوسطة اما في مقطع المونة العالي المقاومة فأن ذلك يحتاج الى اعادة دراستها وحسابها بشكل دقيق .

اهمية اجراء البحث:

تمتاز مونة الفيروسمنت بأن لها اهمية متميزة وذلك لاستخداماتها التطبيقية في تقوية الخرسانة او الهياكل الخرسانية المتضررة من جراء الاحمال والاجهادات لذا فالبحث في معرفة اداء الخواص الميكانيكية لهذه المونة وعلاقته بسمك المونة وعدد طبقات المشبك السلكي لتقويتها فأنه يكتسب اهمية بالغه ايضا.

الجانب العملي:

أولا": وصف المواد المستخدمة في البحث:

1- الرمل: وهو الرمل الطبيعي المغسول والنظيف المجهز من مقالع بحر النجف. الجدولين رقم(1)ادناه يوضح نتائج فحوصات التدرج والخواص الفيزيائية للرمل والمطابقة لل م. ق.ع رقم(45)لسنة(1984).

2- السمنت :هو السمنت البورتلاندي الاعتيادي انتاج شركة السمنت المتحدة والمعروف بالأسواق المحلية بسمنت(طاسلوجة – بازيان) وتم فحصه وثبتت مطابقته للمواصفات العراقية رقم (5) لسنة (1984) وحسب الفحوصات الفيزيائية والكيميائية الموضحة في الجدول رقم(2) و(3) ادناه.

3- المشبك (Wire Mesh):هو تسليح الفيروسمنت ويتكون عادة من طبقة أو عدة طبقات من المشبك السلكي المصنع من اسلاك مفردة متقاربة ومغلونة (مطلية بالزنك) لمنع تآكلها والمشبك نسيج سلكي معدني ذو فتحات مربعة بطول(12) مم وقطر السلك(0.6) مم والنوع ذو الفتحات المربعة هو المفضل بالتسليح وكما اشارت بعض البحوث وأن جهد خضوعه (yield stress) (350MPa) (Alniaeeme,2006).

4- الماء: هو الماء الصالح للشرب والذي يتم الحصول عليه من الاسالة.

ثانيا: فحوصات عجينة ومونة السمنت المرجعية:

القوام القياسي لعجينة السمنت المرجعية:

تم أجراء هذا الفحص بعمل(4) نماذج بقالب فايكت بنسب تجريبيه للماء مع السمنت والتي تسمح للطرف الاسطواني لجهاز فايكت بالنفاذ بالعجينة لنقطة تبعد(7.5) ملم عن قاعدة القالب وحسب مواصفة الفحص في الدليل الاسترشادي العراقي رقم(198) لعام(1992) وقد كان القوام القياسي بنسبة ماء للسمنت هي(30%).

وقت التصلب الابتدائي والنهائي لعجية السمنت المرجعية:

اجري الفحص بعمل(3) قوالب بجهاز فايكت لعجينة السمنت ذات القوام القياسي وان وقت التصلب الابتدائي هو الزمن من بدء اضافة الماء للسمنت ولحين نفاذ ابرة جهاز فايكت النوع (أ) في العجينة لمسافة لاتزيد عن (5) ملم من قاعدة القالب، اما التصلب النهائي فهو الزمن من بدء اضافة الماء للسمنت ولحين ترك ابرة جهاز فايكت النوع(ب)اثرا بالعجينة دون ظهور الاثر الدائري للجزء المثبت حولها. النتائج مبينة في الجدول رقم (3) ادناه(سرسم،1984).

ماء المونة المرجعية

تم اجراء فحص الانسياب(Flow Test) للمونة لمعرفة قوام المونة المناسب وحسب أسلوب العمل المتبع في مواصفات الجمعية الامريكية (ASTM C230-02) بوضع المونة على القرص المعدني الدائري للجهاز ثم تشغيله وبلغت نسبة التغيير في قطر المونة الاصلي حوالي (100)% وشغلت حوالي(75)% من القرص لذا فان نسبة الماء للسمنت(W/C)الملائمة في المونة بنسبة مزج السمنت: الرمل(3:1)هي(0.40) (Kett,2000).

مقاومة الانضغاط للمونة المرجعية:

تم إجراء فحص مقاومة الانضغاط باستخدام القوالب الحديدية بأبعاد (50×50×50) مم بواقع (6) مكعبات وحسب مواصفة الفحص الامريكية (ASTM C109-02) . تم بعد ذلك فك القوالب وغمرت النماذج بالماء لحين موعد الفحص وحسب المواصفة (ASTM C511- 03).فحصت(3)نماذج بعمر(3) أيام والباقي بعمر (7) أيام. الجدول رقم(4)ادناه يوضح النتائج.

فحص معاير الكسر(الانثناء) لمونة السمنت المرجعية:

اجري هذا الفحص باستخدام(6) نماذج موشورية (Prism) بأبعاد(40×40×160) مم وكما في المواصفات الامريكية (ASTM C348-02) واستخدمت نفس المونة المعدة لفحص مقاومة الانضغاط المرجعية اي بنفس ظروفها وشروطها . تم التحميل في منطقة الثلث الوسطي وحساب معاير الكسر **(f)** من معادلة الانثناء للعتب البسيط (Simple Beam) وكما يلي:

$$f = PL/ b d^2$$

حيث ان: P = اعلى قيمة للحمل (نيوتن)

L = الفضاء بين مساند النموذج(مم)

b & d = معدل عرض وارتفاع النموذج (مم)

وهو نفس الاسلوب الذي اشارت اليه المواصفة الامريكية- ASTM-C78(2005) . تم فحص(3) نماذج بعمر(3) أيام والباقي بعمر (7) أيام. الجدول رقم(4) ادناه يوضح نتائج الفحص (ASTM C348-02).

ثالثا": فحوصات مونة السمنت المقواة بالمشبك:

تهيأة نموذج المشبك المعدني السلكي:

تم تحضير المشبك بحيث تكون القطعة اقل من القالب باختيار أبعاد(47×47) مم لفحص الانضغاط ليكون بوضع ملائم عند وضعه بالقوالب والتي ابعادها(50×50×50) مم وقد تم وضعه في القالب بعد صب طبقة من مونة السمنت حوالي(15) ملم وذلك ليكون غطاء للتسليح ثم تم بعدها اكمال مليء القالب بالمونة واستخدم نفس الاسلوب في تهيأة المشبك المعدني لفحص معاير الكسر وكما يلاحظ ذلك في الشكل رقم(3) و(4)ادناه.

فحص مقاومة الانضغاط ومعاير الكسر لمونة السمنت المقواة بالمشبك السلكي:

اجريت الفحوصات بعمل نماذج المكعبات لمقاومة الانضغاط والنماذج الموشورية لمعاير الكسر حيث تم عمل(36) مكعب للانضغاط تحتوي ال(6) مكعبات الاولى منها على طبقة واحده من المشبك السلكي وال (6) مكعبات الثانية على طبقتين من المشبك وهكذا لغاية ال(6) مكعبات للمجموعة السادسة والتي تحتوي على (6) طبقات من المشبك السلكي وبنفس اسلوب العمل تم عمل(36) موشور لفحص معاير الكسر. عمل المونة بنفس شروط وظروف العمل المتبعة في المونة المرجعية ماعدا اضافة طبقات المشبك المعدني ، في النماذج. تم فحص(3) نماذج بعمر(3)أيام والباقي بعمر(7)أيام. الجدول رقم(5) ادناه يوضح النتائج.

تخفيض السمنت بالمونة المقواة:

يمكن تقليل كلفة المونة المقواة والتي زادت بعض خواصها بالتسليح كثيرا وكما مبين في الجدول رقم(5)، لذا فقد تم تخفيض نسبة السمنت بالمونة وبشكل تجريبي وباستخدام طبقة واحدة من المشبك بحيث تحقق متطلبات المواصفات العراقية رقم (5) لسنة(1984) . تم استخدام نفس مواد المونة المقواة وبنفس شروطها وظروف عملها في فحصي الانضغاط ومعاير الكسر. تم تخفيض وزن السمنت بالمونة بنسب تجريبية وذلك بتخفيضه بنسبة (10%،20%،30%) اقل من وزنه بالمونة المرجعية. تم عمل(6) نماذج لكل نسبة تخفيض ولكل من فحصي الانضغاط ومعاير الكسر اي تطلب العمل العمل(36) نموذج.

فحصت(3) نماذج بعمر(3) أيام والباقي بعمر (7) أيام. الجدول رقم(7) ادناه يبين النتائج وان افضل نسبة اقتصادية لتخفيض السمنت هي نسبة(20%) من وزنه بالمونة المرجعية حيث انها حققت متطلبات المواصفات العراقية المذكورة اعلاه.

تحديد نسبة مزج المونة بعد تخفيض السمنت:

نلاحظ من نتائج الجدول رقم(7)ان افضل نسبة لتخفيض السمنت بالمونة هي(20%)من وزنه بالمونة المرجعية وحققت المونة متطلبات المواصفات العراقية اعلاه ولايجاد وزن هذا التخفيض ونسبة مزج المونة نتبع ما يلي:

أ) كمية المواد الداخلة في تكوين كمية(**1**) **م3** من المونة المرجعية وبنسبة مزج للسمنت والرمل (3:1) هي:

كمية السمنت: 1= 0.87 (س +3س) ومنه نحصل على (س) = حجم السمنت =0.287 م3/ م3

كمية الرمل = 3 س=0.287 ×3= 0.861 م3/ م3

حيث ان نسبة الفقدان بالمزج = 13% (جاسم 1984)

كغم/ م3 على اساس ان كثافة السمنت = 1400 كغم/م3401.8وزن السمنت = 1400× 0.287 =

كغم/م31607.2وزن الرمل= 3 × 401.8= 1205.4 كغم ، وزن السمنت والرمل=(401.8 + 1205.4)=

وزن الماء = 0.1 × 1607.2= 160.72 كغم/م3، نسبة الماء (W/c)=160.72/401.8= 0.4

ب) تم التوصل بالبحث (الجدول رقم 8)ان النسبة الوزنية المناسبة لتخفيض السمنت في المونة هي 20%

لذا: وزن السمنت المخفض=0.2×401.8=80.36 كغم، ووزنه بعد التخفيض=401.8− 80.36

كغم .. مجموع وزن السمنت والرمل في المونة = 1205.4 + 321.44= 1526.84 321.44=

كغم/م3(التخفيض للسمنت فقط)

وزن الماء عند التخفيض=0.1(1526.84)=152.684كغم

(W/c)= 152.684/321.44= (0.475) وهي المستعملة بدلا من(0.4) قبل التخفيض.

ت – نسبة مزج المونة بعد التخفيض:

باستخدام نفس الاسلوب في استخراج كمية السمنت يتم استخراج كمية الرمل وكمايلي:

1= 0.87 (س + ن س) وبالاستعاضة عن الحجوم بأوزانها الحقيقية من الخطوة السابقة اعلاه نحصل على:

1607.2 = 321.44 +(ن×321.44) ومنه (ن)= نسبة الرمل = 4.0(استخدمت 0.87 بهذه القيم سابقا)

اي نسبة المزج (4:1)علما" بأننا لو طبقنا هذه المعادلة لنسبة المزج 4:1 لحصلنا على هذا الوزن من السمنت .

مونة السمنت المسلحة بالمشبك السلكي بنسبة مزج 4:1 ومطابقة للمواصفات وعليه فأنه يمكن استخدام الفنية.

رابعا" : مناقشة النتائج:

1–فحوصات مواد المونة: السمنت ، الرمل ومونة السمنت المرجعية:

أظهرت نتائج هذه الفحوصات مطابقة السمنت ومونة السمنت المرجعية للمواصفات العراقية(5) لسنة (1984) ،

وكذلك مطابقة الرمل للمواصفات العراقية رقم (45) لسنة 1984 وكما في الجداول(1– 4).

2– فحوصات مونة السمنت المقواة بالمشبك:

اظهرت نتائج الفحوصات المبينة في الجدول رقم(5 – 7) اعلاه والاشكال من (1–2) ادناه ما يلي:

أ) مقاومة الانضغاط (Compressive Strength):

أظهرت النتائج المبينة في الجداول اعلاه زيادة مقاومة الانضغاط بزيادة اضافة طبقات المشبك وبلغت اعلى قيمة للمقاومة بإضافة(5) طبقات حيث بلغت لعمر (7)أيام القيمة(40.86)نيوتن /ملم2 أي بزيادة المقاومة (61.50 %) بنسبة أكثر من مقاومة المونة المرجعية البالغة (25.3) نيوتن/ملم2 ثم بدءت المقاومة تقل بزيادة الاضافة حيث بلغت مقاومة الانضغاط لنفس العمر لعدد الطبقات (6) القيمة(38.15) نيوتن/ملم2 أي انها زادت بنسبة(50.79%)اكثر من مقاومة انضغاط المونة المرجعية. لذا فأن زيادة عدد طبقات المشبك كان له تأثير ايجابي في زيادة المقاومة الانضغاطية الا انها قلت بعد ذلك عند زيادتها اكثر من (5) طبقات حيث ان ذلك اثر على قوة الربط الداخلي لجزيئات المونة واضعفت مقاومتها لهذا الجهد. عند تخفيض السمنت فأنها بلغت بنسبة تخفيض السمنت الاقتصادية(20%)القيمة(25.72) نيوتن/ملم2 لعمر (7)أيام اي اكثر من قيمة المونة المرجعية بنسبة (1.66%) وحققت متطلبات المواصفات العراقية رقم(5) لسنة(1984) ثم قلت بتخفيض السمنت بالمونة. وبذلك فأن تقوية المونة بالمشبك السلكي ادت الى نشوء قوة ترابط بين المونة والمشبك زادت من مقاومة جهد الانضغاط المسلط عليهما واستمرت حتى بعد تخفيض السمنت ولكن بنسبة اقل.

ب) معاير الكسر (Flexural Strength):

زاد معاير الكسر بزيادة اضافة طبقات المشبك السلكي كما توضح النتائج المذكورة بالجداول رقم(6) و(7)ادناه وبلغت اعلى قيمة وهي(36.32) نيوتن/ملم2 لعمر (7) أيام بإضافة(5) طبقات من المشبك ايضا وكما في الانضغاط أي بزيادة المعاير أكثر من معاير المونة المرجعية البالغة(11.9)نيوتن/ملم2 بنسبة(205.21%) ثم بدء المعاير يقل بزيادة الاضافة حيث بلغت قيمة معاير الكسر القيمة(30.15) نيوتن/ ملم2 لنفس العمر عندما زادت عدد الطبقات الى(6) اي بزيادة مقدارها(192.01%) اكثر من معاير المونة المرجعي. ان اضافة (5) طبقات من المشبك يمثل الحالة المثلى لتماسك المونة بالمشبك ومقاومتهما لقوة الكسر المسلطة. عند القيام بتخفيض السمنت بنسبة التخفيض الاقتصادية(20%) فأن معاير الكسر بلغ القيمة(13.25) نيوتن/ ملم2 لعمر (7) أيام اي بزيادة مقدارها(11.34%) أكثر من معاير المونة المرجعية ثم قل المعاير عند تخفيض السمنت. اظهرت المونة المقواة بأن قوة ترابطها لمقاومة الكسر اكثر من مقاومتها للانضغاط وذلك لطبيعة هذا الجهد.

ت– القابلية التشغيلية للمونة(Mortar Workability) :

حافظت المونة على قابليتها التشغيلية الجيدة منذ بداية العمل ولم تتأثر بإضافة المشبك السلكي اليها أو عند تخفيض السمنت بنسبة(20%) أقل من وزنه بالمونة المرجعية وذلك لأنه تم تعديل كمية الماء بالمونة بحيث اصبحت نسبة الماء للسمنت(W/C)عند التخفيض هي(0.475) بدلا من(0.4)والتي كانت قبل تخفيض السمنت بالمونة حفاظا"على نسب المزج وللحصول على قابلية التشغيل المناسبة واوضحنا ذلك عند حساب نسب المزج.

خامسا"- الاستنتاجات والتوصيات:

اظهرت النتائج التأثير الايجابي والفعال لإضافة المشبك السلكي الى مونة السمنت الاعتيادي وكمايلي:

1- ان اضافة(5) طبقات من المشبك المعدني الموصوف بالبحث كانت فعالة في زيادة مقاومة الانضغاط ومعاير الكسر وبنسب عالية ولعل سبب ذلك هو جودة التماسك بين جزيئات المونة واسطح المشبك السلكي وخصائص المشبك العالية في مقاومة هذه الجهود(Stresses) والتي تفتقدها المونة بدون تسليح وان عدد ال(5) طبقات للمشبك السلكي يمثل الوضع المثالي(Ideal) والفعال لتسليح المونة والتي تقل بزيادته.

2- هناك امكانيه في تخفيض السمنت بالمونة المسلحة لاسيما اذا استخدمت لأغراض لا تتطلب ان تكون المونة ذو خصائص ميكانيكية عالية كما حصلنا عليه بالبحث او غيره كاستخدامها في تسليح انهاء الجدران بمونة السمنت المسلحة بالمشبك لذا يمكن اجراء هذا التخفيض لاسيما وان المونة تحقق متطلبات المواصفات العراقية الخاصة بذلك مما يقلل من كلفة هذه المونة.

3- ان التفاوت في قيم مقاومة المونة المسلحة(الفيروسمنت) للجهود المختلفة كالانضغاط ومعاير الكسر قد يعود سببه الى اختلاف خصائص مادة المونة والمشبك، تماسكهما ، ردود افعالهما حسب طبيعة الجهود المسلطة.

4- بما ان هناك استخدام واسع ولأغراض متعددة لاستخدام هذه المونة ولا ينحصر في ترميم الهياكل الخرسانية المتضررة من الاحمال الزائدة او التآكل الكيميائي او زيادة قدرة التحمل للهياكل القائمة بسبب تغيير الاستخدام أو لجعل الهياكل مقاومة اكثر لتبديد الجهود غير المتوقعة لذا فهذه المونة تحتاج الى الكثير من البحوث.

جدول رقم (1): نتائج فحص التدرج المنخلي والخواص الفيزيائية لنموذج الرمل

رقم المنخل (ملم)	المار المتجمع %	حدود م. ق.ع رقم 45 لسنة (1984)
4.75	95	100 – 90
2.36	88	100 – 85
1.18	80	100 – 75
0.6	74	70 – 60
0.3	31	40 – 12
0.15	7	10 – 0
معامل النعومة(F.M) = 2.25		
الخواص الفيزيائية	نتيجة الفحص	حدود م. ق.ع رقم 45 لسنة (1984)
وحدة الكثافة العظمى	1610	–
الكثافة النوعية	2.65	–
الامتصاص %	0.88	–
محتوى الكبريتات (SO3) %	0.3	≤ 0.75 *
الطين %	0.7	≤ 1.0

هذه القيمة في حالة استخدام الرمل بالمونة وتكون(0.5%) عند استخدامه بالخرسانة طبقا لهذه المواصفات*.

جدول رقم(2): نتائج التحليل الكيميائي لنموذج السمنت الاعتيادي طبقا لـ م. ق.ع رقم 5 لسنة 1984

الاوكسيد	نسبة المحتوى %	حدود المواصفات العراقية رقم(5) لسنة (1984)
CaO	62.3	–
SiO_2	20.28	–
Al_2O_3	5.55	–
Fe_2O_3	4.20	–
MgO	2.60	5.0 >
K_2O	0.75	–
Na_2O	0.4	–
SO_3	2.4	2.8 >
فقدان الوزن بالاحتراق (L.O.I)	1.65	4.0 >
عامل الاشباع الجيري (L.S.F)	0.81	1.02 – 0.66
بقايا غير قابلة للذوبان (I.R)	0.5	% 1.5 >
النورة غير المتحدة (F.L)	0.65	–
المجموع	99.63	–
المكونات المركبة	نسبة المحتوى %	حدود المواصفات العراقية رقم(5) لسنة (1984)
C_3S	50.05	–
C_2S	20.45	–
C_3A	4.05	–
C_4AF	13.20	–

الجدول رقم(3) : يوضح نتائج الفحوصات الفيزيائية للسمنت وحسب م. ق.ع رقم (5) لسنة(1984)

الفحص		نتيجة الفحص	حدود م. ق.ع رقم (5) لسنة (1984)
وقت التصلب (دقيقة):	ابتدائي	120	< = 45 دقيقة
	نهائي	360	> = 600 دقيقة
النعومة (بلين) : م2/ كغم		300	230 = <
الثبات: الحمام الموصد(Auto Clave) %		0.31	0.8 = >

جدول رقم (4) : يبين نتائج فحوصات مقاومة الانضغاط ومعاير الكسر لمونة السمنت المرجعية

نوع الفحص	الوحدة	معدل القيمة	طبقا ل م. ق.ع رقم 5 لسنة 1984
مقاومة الانضغاط:			
عمر (3) أيام	نيوتن/ ملم2 (MPa)	17.5	لا تقل عن (15)
عمر (7) أيام	=	25.3	لا تقل عن (23)
معاير الكسر:			
عمر (3) أيام	نيوتن/ ملم2 (MPa)	8.22	لم تحدد
عمر (7) أيام	=	11.9	=

جدول رقم (5) : نتائج فحوصات مقاومة الانضغاط ومعاير الكسر لمونة السمنت المقواة بالمشبك

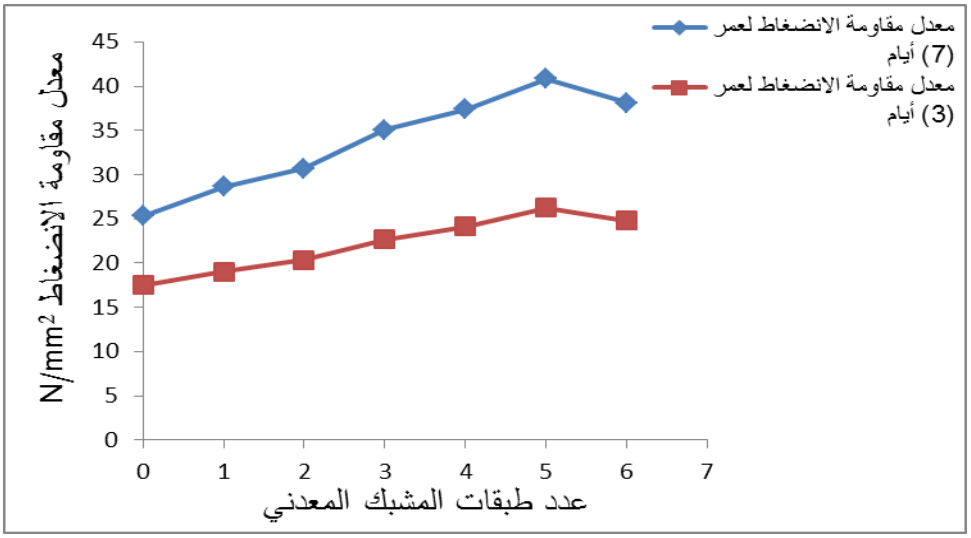
عدد طبقات المشبك	معدل مقاومة الانضغاط (نيوتن/ ملم2)		معدل معاير الكسر (نيوتن/ ملم2)	
	عمر(3)أيام	عمر(7)أيام	عمر(3)أيام	عمر(7)أيام
المرجعية	17.5	25.30	8.22	11.90
1	19.05	28.66	11.29	17.65
2	20.36	30.73	14.21	22.57
3	22.70	35.08	17.01	25.86
4	24.13	37.42	18.62	30.71
5	26.28	40.86	23.1	36.32
6	24.80	38.15	20.50	30.15

جدول رقم(6):نسبة الزيادة في مقاومة الانضغاط ومعاير الكسر للمونة المقواة نسبة للمونة المرجعية

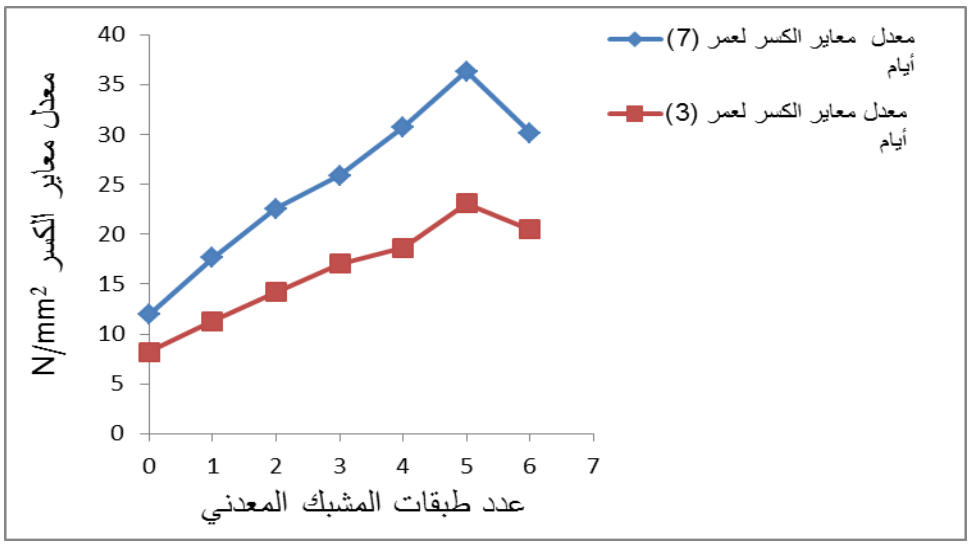
عدد طبقات المشبك	نسبة الزيادة في معدل مقلومة الانضغاط %		نسبة الزيادة في معدل معاير الكسر %	
	عمر(3)أيام	عمر(7)أيام	عمر(3)أيام	عمر(7)أيام
1	8.85	13.28	37.34	48.31
2	16.34	21.46	72.87	89.66
3	29.71	38.65	106.93	108.90
4	37.88	47.90	126.52	158.06
5	50.16	61.50	181.02	205.21
6	41.71	50.79	149.39	192.01

جدول رقم(7):نتائج فحوصات مقاومة الانضغاط ومعاير الكسر للمونة المخفضة السمنت بطبقة مشبك

تخفيض السمنت %	معدل مقاومة الانضغاط (نيوتن/ ملم2)		معدل معاير الكسر (نيوتن/ ملم2)	
	عمر (3)أيام	عمر (7)أيام	عمر (3)أيام	عمر (7)أيام
%10	18.09	26.42	12.0	15.4
%20	17.63	25.72	10.13	13.25
%30	14.39	20.76	8.09	11.41



الشكل رقم(1): العلاقة بين عدد طبقات المشبك ومعدل مقاومة الانضغاط لمونة السمنت المقواة



الشكل رقم (2): العلاقة بين عدد طبقات المشبك ومعدل معاير الكسر لمونة السمنت المقواة

الشكل رقم (3): بعض نماذج المشبك المعدني

الشكل رقم (4): وضع المشبك في قالب الانضغاط

الشكل رقم (5): بعض نماذج فحوص المونة

الشكل رقم (6) : نموذج المونة للانضغاط في جهاز الفحص

سادسا: المصادر:

- Abdullah,A.katsuki T. ,2003.” An Investigation into Behavior and Strength of Reinforced Concrete Columns Strengthened with FerroCement Jackets”, Cement And Concrete Composite, Vol.25,No.2,PP.233-242.

- ACI Committee 549R-97,1997.”Guide for the design Construction and repair of FerroCemnt “,Farmington hills, Michigan.

- ACI Committee 549,2001.”State of –the Art Report on FerroCement”,in manual of Concrete practice, part (5),Detroit, Michigan.

-Alniaeeme,S.,A., 2006.”Nonlinear Finite Element Analysis of FerroCement Shell Roofs”,M.Sc. Thesis,Uneversity of Mosul, Civil Engineering,Mosul,Iraq.

-ASTM C109 - 1999.”Standard Test Method for Compression Strength of Hydraulic Cement Mortar”, American Society for Testing and Materials.

ASTM C190 - 1999.” Standard Test Method for Tensile Strength of Hydraulic Cement Mortar”, American Society for Testing and Materials.

ASTM C348-02,” Standard Test Method for flexural Strength of Hydraulic Cement Mortar”, Annual Book of ASTM Standards,Vol.04-01.

-ASTM C78(2005),” Standard Test Method for flexural Strength of Concrete “ American Society for Testing and Materials.

- ASTM C230-02.” Standard Standard Specification for flow table for use in tests of Hydraulic Cement Mortar, ASTM international, west Conshohocken, PA.

- Jummat,M.Z.,Kabir,M.H. and Obaydullab,M., 2006.”Areview of Reinforced Concrete beams”, Journal of Applied Science Research. Department of Civil Engineering University of Malaya.

-Johnston,Colin D.and Mattar,Samir G.,1976. “FerroCement in Tension and Compression”,Proceeding,ASCE,V.102,ST5,PP.857-899.

- Kett, Irving,2000."Engineering Concrete".CCR press LLC,USA. www.crc press.com

-Kondraivendhan,B.and Pradhan,B.2009.”Effect of FerroCement Confinement on Behavior of Concrete”,Construction and Building Materials,Vol.23,pp.1218-222.

-Long,M.J.,Fan,H.T.,and Man,L.O.2011.” Experimental Research on the Strengthening of the reinforced concrete columns by high performance ferroCement laminates", Material Science and Engineering, vol.243-249,pp. 409- 1415.

-Naaman,A.E.,2000.”Ferrocement& Laminated cementitious Composites”,Techno Press 3000,Michigan,USA.

-Naaman,Antoine E.and Shah,Surendra P.,1971.”Tensil Tests on FerroCement”, ACI Journal,Proceedings,Vol.68,No.5,pp.693-698.

-Pama,R.P.,Sutharatna chuiyarom , C.and Lee,S.L.,1974.”Rigidities and Strength of Ferro Cement", Proceedings, First Australian Conf. on Engineering Materials, University of New South Wales,Sydney,PP.287- 308.

- Peter Ellis,2008."The Analysis of Mortars :The past 20 years". Cement and Concrete Institute.

-Rathish Kumar,P.Oshima,T.Mikami,S.and Yamazaki,T.,2007. Studies on Reinforced Concrete and Ferro Cement Jacketed columns subjected to simulated seismic loading”, Asian Journal of Civil Engineering (Building and Housing),” vol.8, No.2, pp.215-225.

- Shah,Surendra P. and Baluguru,P.N.,1984.”FerroCement”,New reinforced Concrete ,R.N. Swamy,Ed.,Surrey Univ.press,UK,pp.1-51.

-Takiguchi,K.A.,2001.“Shear Strengthening of Reinforced Concrete Columns using Ferro Cement Jacket ”, ACI Structural Journal, vol.98,no.5,pp.696-704.

-Walraven,J.C.and Spierenburg S.E., 1985.”Behavior of Ferro Cement with Chicken Wire mesh reinforcement", Journal of ferrocement,Vol.15,No.1,PP.3-13.

- جاسم، سلامة صادق ونجم، سلمى فرحان 1985."المسح الكمي".مطبعة هيئة المعاهد التقنية– بغداد
- سرسم ، جلال بشير1984." تكنولوجيا الخرسانة ". مطبعة المعاهد الفنية– بغداد.
- السليفاني، بيار جعفر، محمود، محمد نجم وعبدالله، سلوى مبارك2013. مجلة هندسة الرافدين في جامعة الموصل." تأثير طبقات المشبك السلكي للفيروسمنت على تقوية الاعمدة الخرسانية المسلحة"، مجلد(21) العدد(5).

- عبد القادر،آزاد وعاصي، دنيا زاد كاظم 2012.مجلة هندسة الرافدين في جامعة الموصل،“علاقة اجهاد الشد– الانفعال للمنشآت الفيروسمنتية"، مجلد(20) العدد(2). المكتبة الافتراضية (Iasj- ivsl)

- المواصفات القياسية العراقية (5) لسنة1984."المتطلبات الفيزيائية والكيميائية للسمنت البورتلاندي".