تطوير إنتاج البلاطات الخرسانية (الشتايكر)

شاكر أحمد المشهداني
قسم هندسة البناء والانشاءات
الجامعة التكنولوجية

طارق صالح آل عطار
قسم هندسة البناء والانشاءات
الجامعة التكنولوجية

علاء مهدي الخطيب
قسم هندسة البناء والانشاءات
الجامعة التكنولوجية

الخلاصة

تضمن البحث إجراء دراسه شامله لواقع حال وآفاق تطوير منتوج بلاطات التسطيح الخرسانيه (الشتايكر) الشائع ألإستخدام وألإنتاج في العراق. تَبَيَنَ إن أغلب , إن لم يكن كل , المنتوج يفشل في تحقيق متطلبات المواصفه القياسية العراقيه 1107 لسنة 1988. تم إعداد نماذج تتضمن مكعبات وإسطوانات ومواشير ومن ثم قطع شتايكر لمحاكاة ألأساليب المتبعه محلياً وجرى فحصها لمعرفة مقاومتها للإنضغاط وألإنشطار وألإنثناء ومن ثم تحملها للحمل المستعرض وقياس قابليتها للإمتصاص , وقد إتضح من خلال الفحص بأنها دون المستوى القياسي المطلوب. من خلال معرفة قوة التحمل المستعرض المطلوبه تم حساب مقاومة ألإنثناء الدنيا المستهدفه ومن ثم جرى تصميم حلطه خرسانيه تُلَبي ذلك وقد أُطلق عليها إسم الخلطه الجديده. تم تكرار إعداد النماذج (التي بلغ مجموع عيناتها الكلي 60 عينه) ولكن بإستخدام الخلطه الجديده مع ألإهتمام بتدرج الركام وإسلوب المعالجه.أثبتت الفحوصات بإن نماذج الشتايكر تفوق متطلبات المواصفه.

رغم نجاح النماذج الجديده مختبرياً , لازال ألإعتقاد قائماً بوجود إمكانيه لفشل بعض النماذج عندما يستمر ألإنتاج النمطي وتضعف المراقبه والسيطره النوعيه, وعليه تم تجريب طريقه جديده لتعزيز بلاطات الخلطة الجديدة بمشبكات سلكيه. أدت هذه الطريقة الى زيادة قوة التحمل المستعرض بمقدار 21%.

كلمات رئيسية

بلاطات التسطيح, مقاومة الانضغاط, مقاومة الشد بالانشطار, مقاومة الانثناء, مشبك سلكي.

ABSTRACT
A case study had been made to investigate the reasons of the repetitive failure during concrete tiles testing. Cubes, cylinders, and prisms in addition to full-scale concrete tiles had been prepared. Half of these samples were made using the same popular concrete mix. Test results indicated that, these samples were below standard requirements. The second half of the test samples was prepared using a newly designed concrete mix. Based upon the recommended breaking load, the required flexural strength of the tiles was calculated. This mix was designed to comply a flexural strength that was recommended by specifications. Care had been also concentrated on aggregate grading and concrete curing. Tests showed positive results.
In spite of this success it is still believed that there is a possibility of some failures may be due to mass production or due to bad quality control. A new proposed model had been prepared and tested. Finally these newly proposed tiles had shown that it was more resistant to breaking loads by +21% in comparison with the previous samples. This result might insure the production of safe concrete tiles.

Building & Construction Engineering Department, University of Technology.

المقدمة

تنسجم فكرة هذا البحث التطبيقي مع التطلعات الخاصه بتطوير المواد ألإنشائيه عن طريق ألإستخدام ألأمثل للموارد وألإمكانيات المتاحه في القطر. لُوحِظَ بأن البلاطات الخرسانية (المستخدمة للتسطيح والمعروفة تجارياً بالشتايكر) المُنتَجَه في شركات القطاع العام ومعامل القطاع الخاص تُعاني بإستمرار من فشلها في الفحوصات المختبريه ولا تُلَبي متطلبات المواصفه القياسيه العراقيه المُعتَمَدَه (م ق ع 1107 – 1988). إن تَرَدي نوعية الشتايكر المُنتَج وإنخفاض جودته عن الحدود القياسيه المطلوبه يُعَرِضَه للتلف إثناء الخزن والمناقله ويكون سَهل الكَسر إثناء تنفيذه في موقعه النهائي. كل ذلك يُشَكل هدراً إقتصادياً كبيراً , خصوصاً إن هذا المنتوج شائع ألإستخدام في العراق.

من خلال التشخيص الدقيق للمشكله وبعد إجراء العديد من أللِقاءات مع المُنتِجين تأكَدَ لنا بأن هناك عدم عنايه في كافة خطوات سير العمليه ألإنتاجيه إبتداءاً من إنتقاء المواد ألأوليه وفحوصاتها وإنتهاءاً بإسلوب الخزن والمداوله. كل ذلك يؤدي إلى تَرَدي نوعية المنتوج وفشله في فحوصات السيطره النوعيه خصوصاً في فحص قوة التحمل المستَعرَض.

إن تحسين خواص منتوج الشتايكر من خلال تحسين خواص الخلطه الخرسانيه امر بديهي ، حيث ان زيادة محتوى الإسمنت او استخدام ركام خشن مكسر او مقاس اقصى للركام غير كبير وتخفيض نسبة الماء/الأسمنت وإستخدام المضافات والرص الجيد إثناء العمل والمعالجه المستمره ، سينعكس إيجابياً على كافة خواص الخرسانه المنتجه وبالتالي تأمين متطلبات المواصفات (Neville and Brooks – 1987 ,

Neville – 1995). إن سبب الإخفاق في هذا المجال بالنسبه للخرسانه المسبقة الصب قد اشار إليه أحد الباحثين حيث أكد على ضرورة توحيد الغايات والأهداف بين المصممين والعاملين في معامل الصب المسبق وخصوصاً أن فحوصات السيطره النوعيه في هذه المعامل تجرى على نماذج بمقاساتها الفعليه ويتم إختيارها بشكل عشوائي من أكداس متراكمه من المنتوج (Newman and Choa – 2003).

إن قلة مهارة العاملين وعدم إكتراثهم بالعديد من المتطلبات إثناء عملية الإنتاج يؤدي دائماً إلى إخفاقهم في الوصول إلى الهدف المنشود ألا وهو إنتاج شتايكر ذو مواصفاتٍ عاليه ، ويكون هذا أكثر وضوحاً في مقاومة الشتايكر للتحمل المستعرض بالرغم من التوصيات النظريه العديده في هذا المجال. لذلك فقد تم التركيز في هذا البحث على تحسين خواص منتوج الشتايكر من خلال تصميم خلطه خرسانيه مناسبه إضافةً إلى إقتراح إستخدام مشبكات سلكيه لضمان الحصول على شتايكر مقبول بالرغم من بعض هفوات العمال إثناء عملية الإنتاج والخزن والمناقله والتنفيذ في الموقع النهائي .

تشير بعض البحوث السابقه (Engel and Bakis – 2001 ,Netlon Ltd. – 1988 ,Shah and Key – 1972) إلى أن هناك إمكانيه لتحسين خواص البلاطات الخرسانيه المسبقة الصب وخاصةً مقاومتها للإنثناء والصدم من خلال إستخدام المشبكات سواء كانت من البوليمر أو الحديد او الياف أُخرى ، حيث أَنَ هذه المشبكات ستساهم في:

أ. تحسين متانة وديمومة البلاطات.

ب. تحسين الخواص الميكانيكيه العامه للبلاطات.

ج. زيادة قابلية البلاطات على إمتصاص الصدمات.

د. تقليل نسبة التلف إثناء المناقله أو الإرتطامات المُفاجئه.

هـ. تقليل كمية التشققات الشعريه المُتوقع حدوثها إثناء الصب والمعالجه.

كما توصل باحثون آخرون (Brooks and Kenai – 1995 ,Mathews et al. – 1981,Shah and Key – 1972) إلى أن نوع المِشبَك وعدد الطبقات المستخدمه وشكل الفتحات وأبعادها يؤثر على سلوك البلاطات الخرسانيه المسبقة الصب من حيث المقاومه ودرجة التشقق ومسار التشققات وعرض وعمق التشقق وكيفية إنتشار وتشظي الضرر. ما يهمنا في هذا البحث هو إتخاذ إجراءات بسيطه وغير مكلفه لتلافي إخفاقات شائعه في منتوج الشتايكر العراقي ، وهذا ما سنتطرق له إثناء خطة البحث العمليه.

الجانب العملي:

المواد المستخدمه:

لجعل البحث قابل للتطبيق ، تم إستخدام نفس المواد المحليه الشائعة الإستخدام من قبل معامل إنتاج الشتايكر, الا أنه تم التأكيد على مطابقتها للمواصفات (وهذا ما لاتعتمده أغلب معامل إنتاج الشتايكر).

وعموماً تم إستخدام المواد التاليه :-

أ. الإسمنت: تم إستخدام الإسمنت البورتلاندي الإعتيادي المنتج في معمل إسمنت القائم ووجد بأنه مطابق للمواصفه العراقيه (م ق ع 5 – 1984).

ب. الركام الناعم : تم إستخدام الركام الناعم المُجَهَز من منطقة الأُخيضر وكان مطابق للمواصفه العراقيه (م ق ع 45 – 1980)، تدرجه ضمن المنطقه الثانيه (zone-2) ، ووزنه النوعي يبلغ 2.65 ، في حين بلغت نسبة الأملاح الكبريتيه 0.2 في المائة. وكان نظيفاً وخالياً من الشوائب العضويه.

ج- الركام الخشن :- تم إستخدام الحصى المكسر ، المُجَهَز من مقالع النباعي، ذو مقاس أقصى (14) ملم. وكان تدرجه مطابق للمواصفه العراقيه (م ق ع 45 – 1980)، ووزنه النوعي يبلغ 2.6 ، أما النسبة المئويه للأملاح الكبريتيه فتساوي 0.02 في المائة، وإن كثافته المرصوصة الجافة كانت بمقدار 1640 كغم/م^{3}. وكان نظيفاً وخالياً من الشوائب العضويه المنظوره. د. الماء: تم إستخدام الماء الصالح للشرب لخلط ومعالجه الخرسانه في كافة أعمال البحث.

هـ. المشبك السلكي: تم إستخدام مشبك سلكي حديدي ذو فتحات سداسيه ذات مقاس 19ملم من النوع المنسوج، وكان قطر السلك المستخدم في هذا النسيج يبلغ 0.80 ملم ، وذو مقاومة شد قصوى مقدارها 275 نت/ ملم^{2} .

و. القوالب: تم إنتقاء قوالب غير متضرره ذات أبعاد قياسيه دقيقه لضمان إنتاج بلاطات بقياس (800×800× 3 ± 42) ملم. وروعي طلاء القوالب بالزيت لتسهيل عملية نزع الشتايكر بعد تصلبه منها.

الخلطات الخرسانية:

لضمان الحصول على خرسانه ذات مقاومه تؤدي إلى إكساب قطع الشتايكر قوة تحمل مستعرض أعلى من المطلوب في المواصفه العراقيه القياسيه رقم 1107 لسنة 1988 تم إعتماد الطريقه البريطانيه (Neville – 1995) لتصميم خلطه خرسانيه بحيث تؤمن مقاومة إنضغاط دنيا لاتقل عن 30 نت/ملم^{2} بعمر 28 يوم ومقاومة إنثناء لاتقل عن 4 نت/ملم^{2} بعمر 28 يوم . هذا بحد ذاته سيكون كافياً لزيادة الحمل المستعرض المطلوب لكسر قطعة الشتايكر إثناء الفحص عن القيمه القياسيه البالغه 5.4 كيلونيوتن حيث ان:

$$f_r = \frac{Mc}{I} \qquad (1)$$

أو :

$$f_r = \frac{\left(\frac{Pl}{4}\right)\left(\frac{h}{2}\right)}{\left(\frac{bh^3}{12}\right)} = 4N/mm^2$$

$$\therefore P = 5.4kN$$

بناءاً على ذلك وبعد إجراء خلطات تجريبيه موقعيه مُصَغَرَه لمراعاة نوعية وظروف الركام المستعمل فعلياً في الخلط , وتصحيح النسب فقد كانت الخلطه الخرسانيه المقترحه ذات نسب خلط وزنيه بمقدار 1: 1.5 :2.85 ونسبة ماء/ إسمنت مقدارها 0.5 بذلك يكون محتوى الإسمنت المستخدم في هذه الخلطه يساوي 410 كغم/ م^3 (وهذا أول جانب من الإختلاف بين التصميم والواقع إذ أَن المعامل لاتستعمل هذه الكميات من الإسمنت لعوامل إقتصاديه معروفه لديهم). وقد تم تسمية هذه الخلطه بالخلطه الجديده M_{new}.

لإغراض المقارنه تم إستخدام نفس الخلطه الشائعه المستخدمه من قبل معامل إنتاج الشتايكر دون أي تدخل حيث كانت الخرسانه تُحضر بمقادير حجميه وقد تم تحويلها إلى نسبة خلط وزنيه تقريبيه تساوي 1 : 1.75 : 3.25 ونسبة ماء / أسمنت مقدارها 0.65 بذلك يكون محتوى الإسمنت المستخدم في هذه الخلطه حوالي 360 كغم/ م^3 تقريباً. وكان غالبية الركام الخشن المستعمل غير مكسر وبمقاس أقصى يبلغ 25 ملم تقريباً (على أي حال لم نلاحظ سيطره نوعيه معتمده على المواد الداخله في صناعة الخرسانه أصلاً). و تم تسمية هذه الخلطه بالخلطه القديمه M_{old}.

النماذج وفحوصاتها:

لغرض إستكمال جوانب البحث فقد تم تهيئة نماذج لإجراء فحوصات مرجعيه إضافةً إلى إنتاج نماذج شتايكر بالقياس الكامل ، و تم تحضير النماذج التاليه لإجراء الفحوصات المؤشره إزائها:

أ. مكعبات 150×150×150 ملم لفحص مقاومة الإنضغاط بعمر (7, 28, 60) يوم وبمعدل ثلاثة مكعبات لكل عمر.

ب. إسطوانات 150×300 ملم لفحص مقاومة الشد بالإنشطار بعمر (7, 28, 60) يوم وبمعدل ثلاثة إسطوانات لكل عمر.

ج. مواشيربأبعاد 100×100×500 ملم لفحص مقاومة الإنثناء بنفس الأعمار آنفة الذكر وبتسليط حملين مُرَكَزين يؤثران على نقاط تثليث الفضاء البالغ 450 ملم. وتم إعداد موشوران لكل عمر.

د. شتايكر بأبعاد { 800×800×3 ±42} ملم. لإجراء الفحوصات القياسيه بعمر 28 يوم. و تم إعداد ثلاثة عينات لكل نموذج.

هـ. شتايكر حاوي على مشبك سلكي موضوع بالطريقه الموضحه تفاصيلها في **الشكل(1)**. لإجراء الفحوصات القياسيه بعمر 28 يوم. و تم إعداد ثلاثة عينات لكل نموذج.

لإستكمال متطلبات المقارنه والإستنتاج الدقيق تم تهيئة كافة النماذج أعلاه بإستخدام الخلطه القديمه M_{old} وجرى تكرارها بإستعمال الخلطه الجديده M_{new}.

إعداد نماذج الشتايكر:

لإنتاج نماذج فحص الشتايكر بالقياس الكامل, وفق النسبه المصممه للخلط وبإستخدام نفس المواد ألأوليه والمكائن والمهارات المتيسره , تم إجراء ألآتي:-

أ. إستخدام الحصى المكسر الموجود موقعياً بعد غربلته بإستخدام غربال قياس 14ملم لإستبعاد الحصى ذو المقاسات الكبيره. أي بعباره أُخرى تم إستعمال حصى مكسر ذو مقاس إسمي أقصى مقداره (14) ملم. جرى غسل الحصى على أرضيه نظيفه لمنع إختلاطه بألأطيان. إن عملية الغسيل تزيل ذرات الغبار الملتصقه على سطوح حُبَيبات الحصى وتساعد على زيادة ترابطها مع المونه ألإسمنتيه. إن ترطيب الحصى بالماء قبل الخلط يجعله مُشَبَعاً بالماء فعندما يُخلَط مع بقية مكونات الخلطه الخرسانيه لايمتص أي كميه من الماء الضروري لتفاعل ألإسمنت, وإنما يُسهم في فرز الماء في اليوم ألأول من الصب بإتجاه المونه ألإسمنتيه بطريقه تشبه المعالجه الداخليه للخرسانه مما يزيد من ترابطها وبالتالي مقاومتها .

ب. تمت غربلة الرمل الموجود في الموقع بإستخدام غربال قياس 5 ملم على أرضيه نظيفه لتلافي إختلاطه بأتربه ألأرضيه. بذلك تم إستبعاد كُتَل الرمل المتوقع وجودها في الرمل , التي لاتتفتت خلال الخلط , والتي يُعتَقَد بأنها تُشَكِل نقاط ضعف في المنتوج النهائي.

ج. تم إختيار القوالب بأبعاد 800×800 ملم والتي لايقل إرتفاعها عن 40 ملم للحصول على السُمك القياسي المطلوب.

د. تم خلط الخرسانه وفقاً للنسبه التجريبيه الوزنيه التي جرى تصميمها والبالغه 1 : 1.5 : 2.85 مع نسبه ماء/ إسمنت بمقدار 0.5.

هـ. تم إستخدام الخلطه الجديده M_{new} لإنتاج نوعين من النماذج A و B . كل نموذج يتألف من ثلاثة عَينات بألقياس الكامل (800×800×42) ملم. النموذج ألأول A يُمثِل الحاله ألإعتياديه بدون مشبك سلكي . أما النموذج B فَقَد جرى إنتاجه بإستخدام ألإسلوب المُبتَكَر التالي:

وُضِعَ خليط خرساني يُعادل ثلاثة أرباع الكميه المطلوبه لإنتاج قطعة شتايكر واحده في قالب الصب. بعد ألإهتزاز والتسويه أُوقِفَ الإهتزاز لوضع التَعزيز المؤلَف من قطعة نسيج سلكي مُشَبك مُرَبَعَه بأبعاد (50×50) سم , كما موضح في **الشكل (1)**, بطريقه تكون أضلاعها متعامده على أقطار قالب الصب . هذه الطريقه تضمن الحصول على أكبر مساحة تعزيز(تسليح) في المقاطع الوسطيه لقطعة الشتايكر بإستخدام أقل ما يمكن من المشبك السلكي. ثم أُضيفت الكميه المتبقيه من الخليط الخرساني البالغه حوالي ربع الكميه المطلوبه لإنتاج قطعة شتايكر واحده لتغطية المشبك السلكي بسُمك مقداره حوالي سنتمتر واحد . بعد ذلك جرى تسليط إهتزاز وعمل تسويه للسطح.

كما تم تكرار العمل ذاته بإستخدام الخلطه القديمه M_{old} لإنتاج نموذجين من الشتايكر. يتألف كل نموذج من ثلاثة عينات , هما النموذج C الإعتيادي ونموذج D الحاوي على مشبك سلكي.

تهيئة النماذج ومعالجتها:

تم إعتماد الآتي في تهيئة ومعالجة النماذج لغاية تاريخ الفحص:

أ. النماذج المرجعيه: تم معالجة العينات المرجعيه (المكعبات ، الأسطوانات، المواشير) بالماء حيث تم الخزن في أحواض ماء لغاية تاريخ الفحص.

ب. نماذج الشتايكر M_{new}: تمت معاملة النماذج وفق ألإسلوب التالي:

بعد مرور ساعتين من بدء الصب جرى ألإستمرار بالترطيب وذلك برش العينات بالماء لمدة 20 ساعه وهي داخل القوالب . بعد ذلك فُتِحَت القوالب وأُخرِجَت كافة العَينات وَوُضِعَت بصوره شبه عموديه. بَعدَ 10

ساعات من فَتح القوالب جَرى غَمرالعينات في حوض خرساني مملوء بالماء لمدة 27 يوماً , حيث أُخرِجَت قبل يوم واحد من تاريخ الفحص المختبري بعمر 28 يوم.

ج. نماذج الشتايكر M_{old}: تمت معاملة العينات وفقاً للطريقه الشائعه في المعامل العراقيه لغاية تاريخ الفحص.

النتائج ومناقشتها:

يوضح **الجدول (1)** معدل نتائج الفحوصات المرجعيه للخلطه الخرسانيه القديمه المعتمده من قبل المعامل M_{old} والخلطه الخرسانيه الجديده المقترحه إثناء البحث M_{new} . كما توضح **الاشكال (2, 3, 4)** مسار تطور المقاومات المختلفة مع الزمن.

بينما يوضح **الجدول (2)** نتائج فحوصات الشتايكر المنتج من الخلطتين وكذلك بإستخدام المشبكات السلكيه مع كل منهما. هذا ومن الجدير بالذكر بأنه تمت ألإستعانه بالمركز القومي للمختبرات ألإنشائيه لإجراء الفحوصات القياسيه لكافة نماذج الشتايكر.

تشير النتائج الموضحه في **الجدول (1)** إلى أن الخواص الميكانيكيه للخلطه الجديده M_{new} هي أعلى مما في الخلطه القديمه M_{old} , حيث إن نسبة الزياده في مقاومة ألإنضغاط بعمر 28 يوم تبلغ (45 %) , وإن نسبة الزياده في مقاومة الشد بألإنشطار تساوي (46 %) , وكذلك الحال بالنسبه إلى مقاومة ألإنثناء فقد كانت (3.30) نت/ملم^2 في الخلطه القديمه وأصبحت (5.11) نت/ملم^2 في الخلطه الجديده.

يتضح من **الشكل (2)** بأن هناك تطور جيد في مقاومة ألإنضغاط لكلا الخلطتين ، إلا أن معدل التطور في الخلطه M_{new} أفضل مما هو في الخلطه M_{old} ، ففي عمر 7 أيام كانت مقاومة ألإنضغاط للخلطتين M_{new} ، M_{old} هي (23.5) نت/ملم^2 و(16.8) نت/ملم^2 على التوالي. وقد إزدادت قيمتها بعمر 28 يوم إلى (38.4) نت/ملم^2 و(26.5) نت/ملم^2 ، وأصبحتا بعمر 60 يوم (45.9) نت/ملم^2 و(30.7) نت/ملم^2.

يوضح **الشكل (3)** معدل زيادة مقاومة الشد بالإنشطار مع الزمن للخلطتين ويتبين بأن المقاومة للخلطه M_{new} قد إزدادت بنسبة (53%) و(80%) بعمر 28 يوم و60 يوم على التوالي بالمقارنه مع المقاومه بعمر 7 أيام. في حين أن تلك الزياده قد كانت بنسبة (30%) و(48%) للخلطه M_{old}.

كذلك الحال بالنسبه لمقاومة الإنثناء وكما مبين في **الشكل (4)**. فقد إزدادت مقاومة الإنثناء للخلطه M_{new} بمقدار (1.36) نت/ملم^2 و(2.5) نت/ملم^2 بعمر 28 يوم و60 يوم على التوالي بالمقارنه مع المقاومه بعمر 7 أيام. في

حين أن الخلطه M_{old} قد إزدادت مقاومتها للإنثناء بمقدار (0.93) نت/ملم^2 و(1.8) نت/ملم^2 بعمر 28 يوم و60 يوم على التوالي عند مقارنتها بمقاومة الإنثناء بعمر 7 أيام.

ومن الجدير بالذكر أن نسبة مقاومتي الشد بالإنشطار والإنثناء من مقاومة الإنضغاط هي الأُخرى قد تحسنت في الخلطه M_{new} بالمقارنه مع نتائج الخلطهM_{old}. إن نسبة مقاومة الشد بالإنشطارمن مقاومة الإنضغاط قد كانت (8.4%) في الخلطه M_{old} في حين (8.5%) في الخلطه M_{new} وبعمر 28 يوم. وأن نسبة مقاومة الإنثناء من مقاومة الإنضغاط قد كانت (12.5%) في الخلطه M_{old} وقد تحسنت إلى (13.3%) في الخلطه M_{new} وبعمر 28 يوم أيضاً.

إن تحسن جميع خواص الخلطه الخرسانيه المقترحه M_{new} بالمقارنه مع الخلطه الخرسانيه التقليديه M_{old} الشائعة الإستخدام في معامل إنتاج الشتايكر له أسباب عديده ومشخصه مسبقاً ولكن كان لابد لنا من إجراء الفحوصات لمعرفة النتائج بشكل دقيق. إن زيادة محتوى الإسمنت وتقليل نسبة الماء/الإسمنت وإختياراركام خشن مكسر ذو مقاس أقصى 14 ملم وإجراءات السيطره النوعيه على المواد الداخله في صناعة الخرسانه كل تلك العوامل قد ساهمت في تحسين خواص الخلطه الخرسانيه ، وكذلك أدت إلى زيادة نسبة مقاومتي الشد بالإنشطار والإنثناء كنسبه من مقاومة الإنضغاط وذلك لتحسن الترابط بين عجينة الإسمنت والركام الخشن في الخلطه الجديده.

كل ما ورد آنفاً من نتائج يشير إلى أن الشتايكر المنتج من الخلطه المقترحه الجديده M_{new} سيكون قطعاً أفضل بكثير من الشتايكر المنتج من الخلطه التقليديه القديمهM_{old} ، وهذا ما يبينه **الجدول (2)** حيث توضح النتائج بأن الشتايكر المنتج من الخلطه القديمه غير مطابق للمواصفات من ناحية المقاومه (الحمل المستعرض) والإمتصاص ، حيث كان معدل مقاومته للحمل المستعرض بمقدار (3.3) كيلو نيوتن ونسبة الإمتصاص (3.94 %) خلال 30 دقيقه و(7.90%) خلال 24 ساعه ،في حين أن تلك الخواص قد تحسنت في الشتايكر المنتج من الخلطه الجديده وأصبحت مقاومته للحمل المستعرض بمقدار (6.2) كيلونيوتن وبنسبة إمتصاص ذات معدل (3.10%) خلال 30 دقيقه و(4.20 %) خلال 24 ساعه.

إن إضافة المشبك السلكي بالطريقه التي تم ذكرها بالتفصيل في متن هذا البحث قد تدارك جزء من خلل الشتايكر المنتج من الخلطه القديمه حيث أصبح معدل مقاومة نماذج الشتايكر للحمل المستعرض بمقدار (4.40) كيلونيوتن أي إنها تحسنت بنسبة (33%) وإقتربت من الحد الأدنى المطلوب في المواصفه ، كذلك فقد تحسنت خواص الإمتصاص حين أصبحت ذات معدل (3.10%) خلال 30 دقيقه و(7.50 %) خلال 24 ساعه بدلاً من (3.94%) خلال 30 دقيقه و(7.90 %) خلال 24 ساعه.

أما إستخدام المشبك السلكي في إنتاج الشتايكر من الخلطه الجديده فقد حسن مرَةً أُخرى من المنتوج وأصبحت مقاومته للحمل المستعرض بمقدار (**7.5**) كيلونيوتن بدلاً من (6.2) كيلونيوتن ومعدل نسبة الإمتصاص (2.65%) خلال 30 دقيقه و(3.60%) خلال 24 ساعه بدلاً من (3.10%) خلال 30 دقيقه و(4.20%) خلال 24 ساعه.

وهذا يعني أننا أصبحنا في مأمن بالمقارنه مع المواصفه القياسيه وهذا هو ما نتوخاه لملافات أي إخفاقات تنتج إثناء العمل من قبل كادر غير ماهر أحياناً أو بسبب عدم المراقبه الجيده والمستمره للمنتوج أو حدوث إخفاقات إثناء الخزن والمناقله.

الإستنتاجات:

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها من هذا البحث وضمن المحددات المتعلقه به يمكن إستنتاج الآتي :

أ. لايمكن الحصول على شتايكر جيد ومقبول وفقاً للمواصفات بإتباع الأساليب الحاليه الشائعة الإستخدام في معظم المعامل المحليه التي لا تهتم بنوعية المواد الأوليه الداخله في صناعة الشتايكر ولا بدقة نسب خلطها ومن ثم معالجتها.

ب. إن إستخدام الخلطه الخرسانيه الوزنيه المقترحه البالغه 1 : 1.5 : 2.85 مع نسبة ماء /أسمنت مقدارها 0.5 مع ركام خشن مكسر ذو مقاس أقصى مقداره 14 ملم ، وإتباع السيطره النوعيه في العمل, بما فيها إجراء خلطات موقعيه تجريبيه عند حصول تغيير في مصدر تجهيز الركام او تغير محتواه الرطوبي خلال فصول السنه, سيؤدي إلى إنتاج شتايكر مستوفي لشروط المواصفه القياسيه العراقيه رقم 1107 لسنة 1988.

ج. إن إستخدام المشبكات السلكيه لتعزيز الشتايكر يؤدي إلى زيادة مقاومته لحمل الكسر بمقدار 21%+ مقارنةً مع الشتايكر الذي لايحتوي على مشبكات سلكيه.

المراجع:

Brooks, J.J. and Kenai, S.," Impact Properties of Polymer-grid Reinforced Cement Mortar." The International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete, Vol.11, No.3, 1995.

Engel, R. S. and Bakis, C.E.," Fiber Reinforced Polymer-grids for Reinforced Concrete." National Science Foundation Center, June, 2001.

Mathews, M.S., Rao, P.S., and Srinuasan. P., "Impact Studies on Ferrocement Slabs." International Symposium on Ferrocement, RILEM, 1981.

Netlon Ltd.," Tensor Grids in Concrete Applications." The Civil Engineering Division, Blackburn, December, 1988.

Neville, A.M., " Properties of Concrete. " Long man Group Ltd., 4th edition, 1995.

Neville, A.M., and Brooks, J.J.," Concrete Technology." Wiley & Sons Inc., New York, 1987.

Newman, J. and Choa, B. "Advanced Concrete Technology." Butterworth-Heine Main, First Published, 2003.

Shah, S.P. and Key, W. H." Impact Resistance of Ferrocement." ASCE Proceedings, Journal of Structural Division, January 1972.

المواصفه القياسيه العراقيه رقم 5 , " السمنت البورتلاندي " , وزارة التخطيط , الجهاز المركزي للتقييس والسيطره النوعيه , بغـداد , 1984 .

المواصفه القياسيه العراقيه رقم 45 , " ركام المصادر الطبيعيه المستعمل في الخرسانه والبناء " , وزارة التخطيط , الجهاز المركزي للتقييس والسيطره النوعيه , بغـداد , 1984 .

المواصفه القياسيه العراقيه رقم 1107 , " البلاطات الخرسانيه السابقة الصب" , وزارة التخطيط , الجهاز المركزي للتقييس والسيطره النوعيه , بغـداد , 1988 .

الرموز:

f_r : مقاومة إنثناء الخرسانه (N/mm^2) .

M : العزم المطلوب لكسر النموذج بألإنثناء (kN.m).

c : نصف سُمك النموذج (mm).

P : قوة التحمل المستعرض (kN).

l : المسافه بين نقاط إسناد النموذج (mm).

I : عزم القصور الذاتي للمقطع العرضي للنموذج (mm^4).

b : عرض النموذج (mm).

h : إرتفاع النموذج (mm).

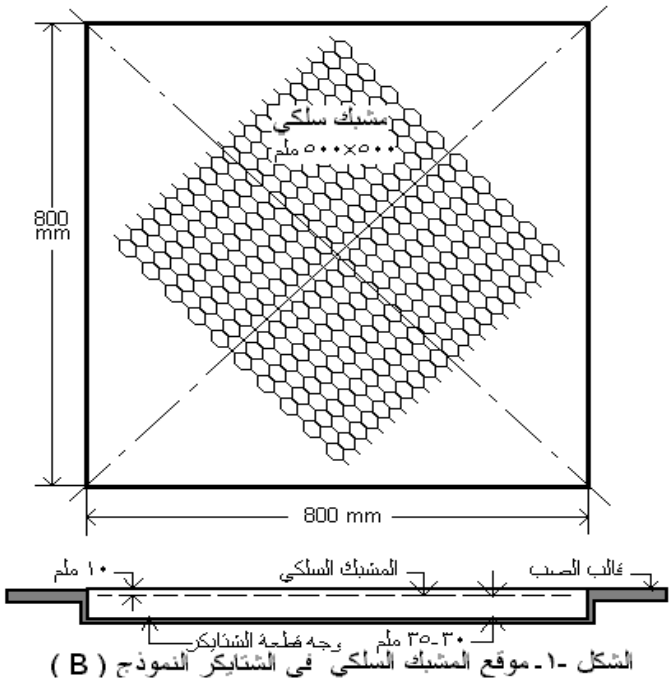
جدول (1): نتائج الفحوصات المرجعية للخلطات الخرسانية.

نوع الخلطه	معدل مقاومة ألإنضغاط N/mm^2	معدل مقاومةالشد بألإنشطار N/mm^2	معدل مقاومة ألإنثناء N/mm^2

	7 يوم	28 يوم	60 يوم	7 يوم	28 يوم	60 يوم	7 يوم	28 يوم	60 يوم
M_{new}	23.5	38.4	45.9	2.12	3.25	3.82	3.75	5.11	6.25
M_{old}	16.8	26.5	30.7	1.72	2.23	2.55	2.37	3.30	4.16

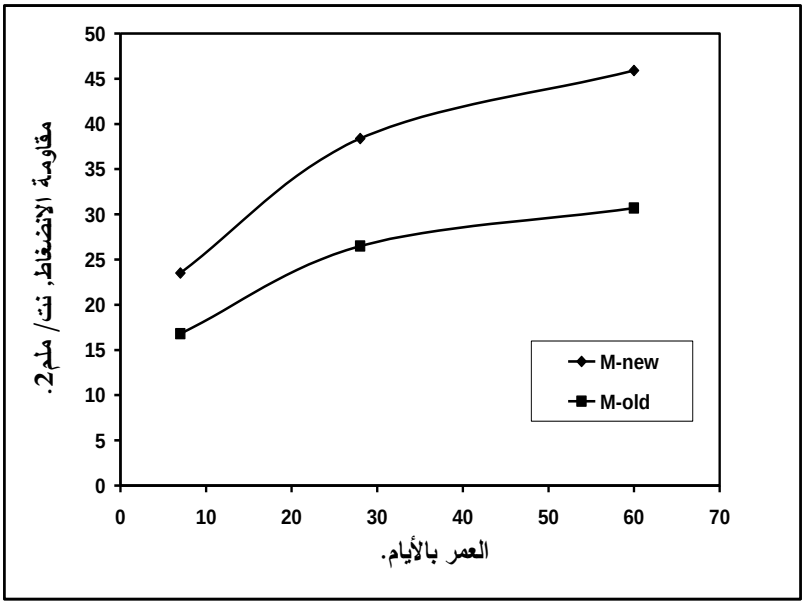
جدول (2): نتائج فحص البلاطات الخرسانية.

نوع الخلطه	قوة التحمل المستعرض kN			ألإمتصاص %			
	نتيجة الفحص	المعدل	حدود المواصفه	نتيجة الفحص		حدود المواصفه	
				30 دقيقه	24 ساعه	30 دقيقه	24 ساعه
M_{new} بدون مشبك	5.6 6.4 6.6	6.2	5.4	3.20 3.00 3.10	4.30 4.05 4.20	4 حد أعلى	10 حد أعلى
M_{new} مع المشبك	8.5 7.2 7.0	7.5	كذلك	2.85 2.50 2.60	3.80 3.40 3.60	كذلك	كذلك
M_{old} بدون مشبك	3.7 3.3 2.8	3.3	كذلك	4.33 3.67 3.82	9.50 6.00 8.20	كذلك	كذلك
M_{old} مع المشبك	4.8 3.9 4.5	4.4	كذلك	3.50 3.00 2.80	7.20 7.50 7.80	كذلك	كذلك

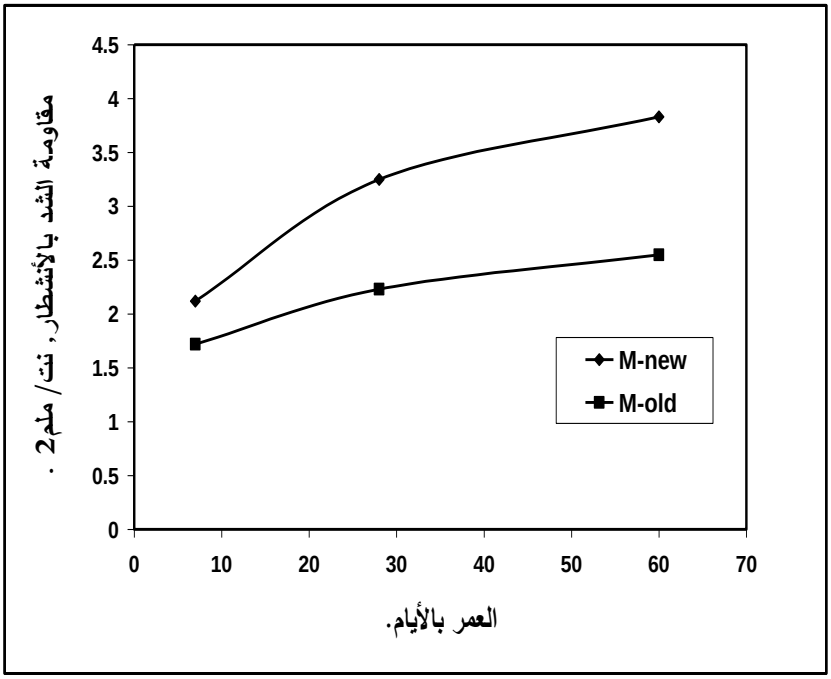


الشكل -١- موقع المشبك السلكي في الشنايكر النموذج (B)

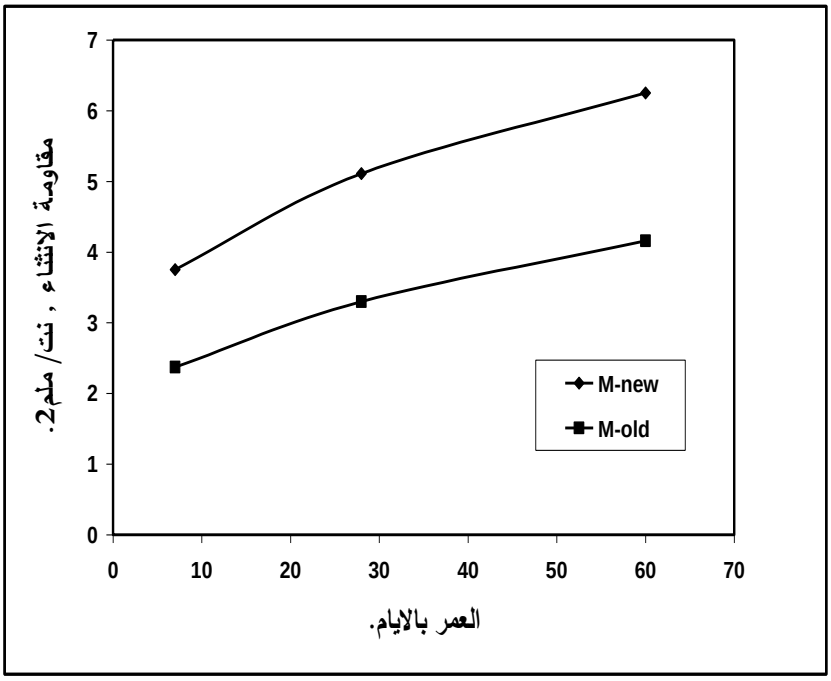
الشكل (1): موقع المشبك السلكي في بلاطات النموذج B.



الشكل (2): تطور مقاومة الانضغاط مع العمر للخلطات الخرسانية.



الشكل (3): تطور مقاومة الشد بالانشطار مع العمر للخلطات الخرسانية.



الشكل (4): تطور مقاومة الانثناء مع العمر للخلطات الخرسانية.