



## تأثير الفلدسبار المحلي على خواص الخرسانة ذاتية الرص

هديل ابراهيم احمد  
باحث  
قسم الهندسة المدنية  
كلية الهندسة / جامعة بغداد

د. ندى مهدي الجبلاوي  
استاذ  
الهندسة المدنية  
كلية الهندسة / جامعة بغداد

### الخلاصة

تم في هذا البحث استعمال الفلدسبار في إنتاج خرسانة ذاتية الرص بمقدار ( 5 , 10 , 15 ) % كنسبة استبدال جزئي من وزن السمنت . تم دراسة الخواص الطرية للخرسانة الذاتية الرص الحاوية على الفلدسبار ( انسياب الهطول باستخدام اختبار القمع على شكل حرف V و قدرة الملئ باستخدام صندوق الاختبار على شكل حرف U ) للخلطات الخرسانية و ايضا تم دراسة الخواص المتصلبة للخرسانة الذاتية الرص الحاوية على الفلدسبار ( مقاومة الانضغاط و مقاومة الانثناء ) . و اظهرت نتائج البحث ان للفلدسبار تأثير سلبي على الخواص الطرية للخرسانة ذاتية الرص و لكن له تأثير ايجابي على خواص الخرسانة ذاتية الرص المتصلبة .

**الكلمات الرئيسية :** الخرسانة ذاتية الرص , الفلدسبار , الخواص الطرية للخرسانة ذاتية الرص, خواص الخرسانة ذاتية الرص المتصلبة

## Effect of Local Feldspar on the Properties of Self Compacting Concrete

**Prof.Nada Mahdi Algalawi**  
Department of Civil Engineering  
College of Engineering  
Baghdad University  
Email : naljalawi @yahoo.com

**Hadel Ibraheem Ahmad**  
Department of Civil Engineering  
College of Engineering  
Baghdad University  
Email : hadeel\_ebraheem @yahoo.com

### ABSTRACT

This research of using Feldspar in the production self compacting concrete (SCC) ( 5,10,15 )% as partial replacement by weight of cement .In this research some of fresh properties of SCC ( slump flow used V-funnel test and filling ability used ( U-box test ) for concrete mixes and also some of the harden properties of SCC ( compressive and flexural tests ). The research results showed that negative effect of Feldspar on the fresh properties of self compacting concrete but the positive effect of Feldspar on the harden properties of self compacting concrete .

**Keywords :** Self compacting concrete , Feldspar , The fresh properties of self compacting concrete , The harden properties of self compacting concrete .

## 1- المقدمة

الخرسانة ذاتية الرص ( Self Compacting Concrete ) و يرمز لها ( SCC ) هي واحدة من أحدث الابتكارات في تكنولوجيا الخرسانة , إذ أخذت بالانتشار في جميع أنحاء العالم لما لها من خصائص و مميزات في حالتها الطرية و كذلك بعد التصلب, وهي ذات قابلية تشغيل عالية حيث تتساقط خلال التسليح الكثيف او العناصر الإنشائية المعقدة هندسياً تحت تأثير وزنها الذاتي فقط على نحو كافي لتملأ الفراغات بدون أي انعزال او نضوح متجاوز الحد دون الحاجة الى تسليط الاهتزازات عليها ( Ravindrarajah,2003 ) , ( Tviksta,2000 ) , ( Vachon,2002 ). وان للخرسانة ذاتية الرص ( SCC ) لزوجة تشبه العسل ( Honey ) وتمتلك هذه الخرسانة سطحاً مستوياً بعد الصب ( Placing ) , حيث تأخذ شكل معين وهذا بسبب انسيابها السريع, وهي ذات سطح صقيل بحيث يكون لها شكل نهائي أفضل من الخرسانة التقليدية , وإنها تمتلك صفة عدم الانعزال وعدم ميلها إلى الإعاقة ( Ravindrarajah,2003 ) , ( Dehn,2000 ) .

## 2- استخدام الخرسانة ذاتية الرص

الخرسانة ذاتية الرص تطورت أول مرة في اليابان كوسيلة لخلق نوعية منتظمة من الخرسانة بواسطة التحكم في أي مشكلة ناتجة عن الرص غير الكافي من قبل القوى العاملة كنتيجة لقلة الأيدي العاملة الماهرة و زيادة التصاميم المعقدة و تفاصيل التسليح في الأجزاء الإنشائية الحديثة ويمكن تحقيق مميزات الخرسانة ذاتية الرص ( SCC ) من خلال خواصها الفريدة في حالتها الطرية, فان انسيابها يكون تحت تأثير وزنها الذاتي فقط وبذلك تحافظ على التجانس , في حين تملأ بشكل كلي الفراغات جميعها ومن خلال حول التسليح الكثيف . اما في حالتها المتصلبة, فإنها تفوق الخرسانة التقليدية فيما يتعلق الأمر من حيث المقاومة والديمومة ( Ravindrarajah,2003 ). اغلب أنواع الخرسانة تعتمد على الرص حتى تضمن القوة والمتانة , وان الرص غير الكافي يؤدي الى حدوث فجوات ومن ثم نقصان في مقاومة الانضغاط و تؤثر أيضاً تأثيراً قوياً في حماية حديد التسليح التي توفرها الخرسانة . ومن النتائج السلبية أيضاً للخرسانة التقليدية أنها تستخدم الهزاز لرص الخرسانة و هذا ينتج عنه مستوى عال من الضوضاء فيعد هذا احد مصادر التلوث البيئي ( Wallevik,1998 ) .

## 3- خصائص المواد الأولية و الأعمال المختبرية

### 1-3 السمنت

السمنت المستخدم في هذا البحث هو سمنت بورتلاندي اعتيادي ( Type I ) المصنع من قبل شركة السمنت المتحدة المعروف تجارياً باسم ( طاسلوجة-بازيان ) . و خواصه الفيزيائية و الكيميائية مطابقة للمواصفة العراقية ( م.ق.ع / 5 / 1984 ) .

### 2-3 الركام الناعم

تم استخدام الركام الناعم ( الرمل ) وهو مطابق للمواصفة العراقية القياسية ( م.ق.ع / 45 / 1984 ) .

### 3-3 الركام الخشن :-

تم استخدام حصي مكسر مقاسه الأقصى ( 10 ملم ) وهو مطابق للمواصفة العراقية القياسية ( م.ق.ع / 45 / 1984 ) .

### 3-4 الملدن المتفوق

استخدم في هذا البحث مضاف مقل للماء بدرجة متفوقة والمعروف تجاريا ( Glenuim 51 ) و يوضح الجدول 4 الخصائص التقنية للملدن المتفوق المستخدم في هذه الدراسة .

### 2-5 الفلدسبار

الفلدسبار من المعادن الرئيسية المكونة للصخور النارية كالبازلت . والصيغة الكيميائية للفلدسبار هي (  $Al_2O_3$   $MO$  .  $n SiO_2$  .  $y$  ) إذ ان  $M$  : قد تكون ( Ca , Na , K ) . ويمكن ان يتحول هذا المعدن عبر العصور الجيولوجية و بفعل عوامل فيزيائية-كيميائية الى معدن الكاولين . و يتكون كيميائيا من السيليكا و الالومينات و يبين الجدول 2 و 3 التحليل الكيميائي و الفيزيائي للفلدسبار المحلي المستعمل . الفلدسبار المستخدم في هذا البحث هو فلدسبار عراقي أخذ من منطقة بحر النجف في محافظة النجف الاشرف وكان بداية عبارة عن حبيبات صغيرة يتراوح أقطارها بين (2- 4 ملم) تم طحنه الى نعومة عالية (12000 سم<sup>2</sup>/غم Blaine) وعلى مرحلتين حيث طحن في البداية باستخدام ماكينة لوس انجلوس ( Los Angeles machine ) باستخدام (15) كرة حديدية ولمدة (8 ساعات) أي ما يعادل (18000 دورة) تقريبا . ومن ثم طحن بواسطة طاحونة الكرات السيراميكية أذ يوضع كيلو غرام واحد في وعاء الطاحونة ويطحن لمدة (18) ساعة وذلك للوصول الى أعلى نعومة ممكنة (حسين, 2005) وللحصول على فعالية بوزولانية جيدة تم حرق الفلدسبار بدرجة حرارة مقدارها 650 درجة سيليزية في فرن كهربائي مختبري لأجل تنشيطه لمدة ساعتين و نصف الساعة ( الجياوي, 2006 ) .

### 2-6 الخلطات الخرسانية

لأجل تحقيق الهدف من الدراسة تم تقسيم التجارب المختبرية الى تسع خلطات ما عدا الخلطات المرجعية فهي عبارة عن ثلاث خلطات فقط و تم استخدام طريقة المنظمة الأوروبية للخرسانة جاهزة الخلط ( The EMRCO,2005 ) في تصميم هذه الخلطات كما في الجدول 4 .

### 2-7 طرق اختبار الخواص الطرية للخرسانة ذاتية الرص :-

#### 2-7-1 اختبار القمع على شكل حرف V

ان هذا الفحص يقيم الخواص الطرية للخرسانة ذاتية الرص بأسلوب يختلف عن فحص انسياب الهطول . والشكل 1 يبين الجهاز المستخدم في اختبار القمع على شكل ( V ) . وتم خلال هذا الفحص قياس الزمن اللازم من لحظة فتح بوابة القمع الى لحظة خروج كل الخرسانة من القمع وهي لحظة رؤية الضوء من خلال فتحة البوابة ويعبر عنه ب (T5min) . وتعتبر الخرسانة ذات خواص رص ذاتي إذا كان هذا الزمن ضمن حدود 6-12 ثانية

#### 2-7-2 صندوق الاختبار على شكل حرف U

يختص هذا الفحص بالتحقق من قدرة الملى وإمكانية انسياب الخرسانة ذاتية الرص المحتوية على مختلف أنواع الركام من خلال قضبان حديد التسليح بدون حدوث انفصال حبيبي أو انسداد . يتم حساب قيمة الفرق في ارتفاع سطح الخرسانة بين الحجرتين (H1 - H2) ويجب إن يكون اقل من أو يساوي 30 ملم ، وكلما كان الفرق اقرب للصفر كلما كانت الخرسانة ذات درجة انسياب عالية ولها مقدرة عالية على الانسياب بين قضبان التسليح .

## 2-8 طرق اختبار خواص الخرسانة المتصلبة

### 2-8-1 مقاومة الانضغاط

اجري فحص مقاومة الانضغاط بموجب المواصفة البريطانية ( BS1881-part116/1983 ) وتم استخدام نماذج مكعبة الشكل بأبعاد ( 100 × 100 × 100 ) ملم للخلطات الخرسانية تم تسليط الحمل على النموذج مع تسجيل الحمل المسبب للفشل , و تستخرج مقاومة الانضغاط من حاصل قسمة الحمل على مساحة الوجه المعرض للحمل, و تم الفحص بأعمار ( 28 , 60 , 90 ) يوم واخذ معدل ثلاث مكعبات.

### 2-8-2 مقاومة الانثناء

تم فحص مقاومة الانثناء لاعتاب بأبعاد ( 100 × 100 × 400 ) ملم للخلطات الخرسانية بموجب المواصفة الأميركية ( ASTM C 293-07 ) علما بان النموذج وضع داخل الجهاز بحيث تكون السطوح الجانبية و المواجهة لجوانب القالب إثناء الفحص ملاسمة للمساند عمودي على اتجاه الصب . يؤخذ معدل مقاومة الانثناء لثلاثة نماذج لكل خلطة و تم الفحص بأعمار ( 28 , 60 , 90 ) يوم و يعبر عنه بميكا باسكال ( نيوتن / ملم<sup>2</sup> ) و يتم حسابه وفقا للمعادلة الآتية :

$$R = 3PL/2 bd^2 \quad \dots\dots\dots ( 1 )$$

إذ ان

R = مقاومة الانثناء ( ميكا باسكال ) .

P = أعلى حمل مسبب للفشل ( نيوتن ) .

L = المسافة بين نقطتي الارتكاز ( 300 ) ملم .

b = العرض ( 100 ) ملم .

d = الارتفاع ( 100 ) ملم .

## 3- النتائج و مناقشة البيانات

### 3-1 الخواص الطرية للخرسانة ذاتية الرص :-

تمت دراسة تأثير اضافة نسب مختلفة من الفلدسبار ( 5 , 10 , 15 ) % كاستبدال جزئي من وزن السمنت مع ثلاث محتويات مختلفة من الماء و هي ( 170 , 180 , 190 ) كغم / م<sup>3</sup> كما موضحة بالاشكال ( 3 , 4 , 5 ) التي تمثل زمن الانسياب ( Tv ) و قيم ( Tv 5min ) لخلطات الخرسانة ذاتية الرص للمجموعة الاولى و الثانية و الثالثة على التوالي . اما الاشكال ( 6 , 7 , 8 ) التي تمثل نتائج ارتفاع الملئ لصندوق الاختبار على شكل حرف U لخلطات الخرسانة ذاتية الرص للمجموعة الاولى و الثانية و الثالثة على التوالي .

فان اضافة الفلدسبار أدت الى زيادة في زمن الانسياب ( Tv , Tv5min ) و زيادة فرق ارتفاع الملئ بشكل كبير مقارنة بالخلطات المرجعية ( R1,R2,R3 ) الحاوية على السمنت بدون اضافة المادة البوزلانية . حيث كلما تزداد نسب الاستبدال للمجموعة الاولى ذات محتوى الماء 170 كغم / م<sup>3</sup> للخلطات الحاوية على الفلدسبار كلما يزداد زمن الانسياب للـ ( Tv , Tv5min ) و يزداد فرق ارتفاع الملئ يعود السبب الى لزوجة الخلطات الخرسانية التي تزداد في الخلطات الحاوية الفلدسبار والسمنت نتيجة لزيادة المواد الناعمة و الى قابلية الانسياب للخرسانة من مقطع الى آخر و الذي يكون أبطء و اصعب . و هذا الكلام ينطبق على المجموعة الثانية ذات محتوى الماء 180 كغم / م<sup>3</sup> والثالثة ذات محتوى الماء 190 كغم / م<sup>3</sup>

اما زيادة محتوى الماء من ( 170-190 ) كغم / م<sup>3</sup> للخلطات الحاوية على الفلدسبار يقلل من زمن الانسياب لكل من ( Tv , Tv5min ) و ذلك يعود الى سرعة الانسياب نتيجة لتقليل لزوجة الخلطة و يؤدي الى زيادة سرعة الانسيابية لهذه الخلطات الذي يؤدي الى تقليل من الاحتكاك الداخلي بين حبيبات الركام او بين الخرسانة و السطح الملامس لها.

اما لزيادة محتوى الماء من ( 170-190 ) كغم / م<sup>3</sup> للخلطات الحاوية على الفلدسبار فيؤدي الى زيادة فرق ارتفاع الملى وذلك بسبب نقصان قابلية التشغيل للخلطات و نقصان سرعة الانسياب للمقطع الآخر من دون حصول أي انعزال او نضوح للخلطات الخرسانية.

### 3-2 مقاومة الانضغاط و مقاومة الانثناء

يلاحظ زيادة مقاومة الانضغاط و مقاومة الانثناء للخلطات الحاوية على الفلدسبار مع زيادة نسب الاستبدال الجزئي له و بمقدار ( 5 , 10 , 15 ) % من وزن السمنت للمجموعة الاولى ذات محتوى الماء 170 كغم/م<sup>3</sup> . و هذا السلوك يعود الى الفعالية البوزولانية الفلدسبار حيث تتفاعل هذه المواد البوزولانية مع هيدروكسيد الكالسيوم الناتج من امهات السمنت و هذا التفاعل يقود الى زيادة التكتيف في المنطقة البينية و من ثم يزيد من مقاومة الربط الداخلي وتقليل الشقوق المجهرية وهذا ينطبق على المجموعة الثانية ذات محتوى الماء 180 كغم/م<sup>3</sup> و الثالثة ذات محتوى الماء 190 كغم/م<sup>3</sup> و هذا يشابه ما توصل اليه الباحثون ( , 2008, Ali Hussian : 2007, Khaleel),

( حسين, 2005) و هذا مبين بالشكل ( 12 , 16 ) . وكذلك زيادة مقاومة الانضغاط و مقاومة الانثناء للخلطات الحاوية على الفلدسبار مع تقدم زمن الإنضاج للمجموعة الاولى ذات محتوى الماء 170 كغم/م<sup>3</sup> تعود الى زيادة نسبة السليكا مما يؤدي الى زيادة تفاعلها مع مركب هيدروكسيد الكالسيوم و الذي ينتج من عملية امهات السمنت و من ثم تتكون كمية اكبر من المركب ( C-S-H ) وكذلك زيادة مقاومة الانضغاط و مقاومة الانثناء للخلطات الحاوية على الفلدسبار مع تقدم زمن الإنضاج للمجموعة الاولى ذات محتوى الماء 170 كغم/م<sup>3</sup> تعود الى زيادة نسبة السليكا مما يؤدي الى زيادة تفاعلها مع مركب هيدروكسيد الكالسيوم و الذي ينتج من عملية امهات السمنت و من ثم تتكون كمية اكبر من المركب ( C-S-H ) وهو مركب مستقر و كمية اقل من مركب هيدروكسيد الكالسيوم وهذا المركب يكون عادة بشكل بلورات صفائحية كبيرة تحيط بجزيئات الركام ( السطح البيني ) ويكون الارتباط ضعيفا بالركام مما يؤدي الى احتمالية الفشل في المنطقة البينية بين الركام وعجينة السمنت بسبب ضعف المنطقة لذلك فان هذا التفاعل يؤدي الى زيادة كثافة المنطقة البينية و هذا ينطبق على المجموعة الثانية ذات محتوى الماء 180 كغم/م<sup>3</sup> و الثالثة ذات محتوى الماء 190 كغم/م<sup>3</sup> و هذه النتائج متوافقة لما توصل اليه الباحثان (حسين, 2005), ( الجميلي, 2008).

يلاحظ من نتائج مقاومة الانضغاط و مقاومة الانثناء المبينة في الاشكال ( 9 , 10 , 11 ) التي توضح العلاقة بين مقاومة الانضغاط و زمن الانضاج للفلدسبار للمجموعة الاولى و الثانية و الثالثة على التوالي اما الاشكال ( 13 , 14 , 15 ) توضح العلاقة بين مقاومة الانضغاط و زمن الانضاج للفلدسبار للمجموعة الاولى و الثانية و الثالثة على التوالي بان مقاومة الانضغاط و مقاومة الانثناء للخرسانة الحاوية على الفلدسبار تتناقص مع زيادة محتوى الماء من ( 170-190 ) كغم/م<sup>3</sup> و هذا يعود الى ان زيادة كمية ماء الخلطة تعمل على تحسين قابلية التشغيل لكنها تعمل على أضعاف بنية عجينة السمنت و هذا يؤدي الى انخفاض في مقاومة الانضغاط و زيادة نفاذية الخلطة و هذا يشابه ما توصل اليه الباحث (البدرى, 2001).



#### 4- الاستنتاجات

- أ- ان اضافة الفلدسبار بنسب استبدال جزئي ( 5 , 10 , 15 ) % من وزن السمنت أدى الى زيادة زمن الانسياب ( Tv ) و ( Tv5min ) زيادة في فرق ارتفاع الملى مع زيادة نسب الاستبدال الجزئي . و لكن بزيادة محتوى الماء يقل زمن الانسياب ( Tv ) و ( Tv5min ) ويزداد فرق ارتفاع الملى.
- ب- زيادة مقاومة الانضغاط مع زيادة نسب الاستبدال الجزئي الفلدسبار يتراوح بين ( 27 , 35 , 60 ) % للنسب ( 5 , 10 , 15 ) % من وزن السمنت و بزمن إنضاج 90 يوم و ذات محتوى الماء 170 كغم/م<sup>3</sup> و تقل قليلا بزيادة محتوى الماء.
- ج- زيادة مقاومة الانتشاء مع زيادة نسب الاستبدال الجزئي الفلدسبار يتراوح بين ( 7 , 16 , 17 ) % للنسب ( 5 , 10 , 15 ) % من وزن السمنت و بزمن إنضاج 90 يوم و ذات محتوى الماء 170 كغم/م<sup>3</sup> و تقل قليلا بزيادة محتوى الماء.

#### REFERENCE

- ASTM C293-07, "Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam With Center-Point Loading)" ASTM International .
- Ali Hussian, Z. M. , " The effect of Grading of Aggregate on Properties of Self-Compacting Concrete " MSC. Thesis , College of Engineering , Department of civil engineering, AL-Mustansirya University,, January-2008 .
- BS 1881, part 116, "Method for determination of compressive strength of concrete cubes" British standards institution, 1989.
- Dehn, F., K. Holschemacher, and D. Weisse, "Self-Compacting Concrete - Time Development of the Material Properties and the Bond Behavior", LACER No. 5, (2000), pp.115-123.
- Ravindrarajah, R., Farrokhzadi, and Lahoud, A., " Properties of Flowing Concrete and Self-Compacting Concrete with High Performance Superplasticizer", RILEM Publications, Vol. 1, August 2003, pp.1048-1058 .
- Ravindrajah R.S., Siladyi D. and Adamopoulos B., " Development of High Strength Self-compacting Concrete With Reduced Segregation Potential ", Proceeding of the 3<sup>rd</sup> International RILEM Symposium, Vol.1, pp.1048, Reykjavik, Iceland, (August 2003).
- Tviksta L.G., "Guideline for SCC", Brite EuRam, Task 9 End Product, (2000) pp.3-11.
- The European Guidelines for Self-compacting Concrete", European Ready-Mix Concrete Organisation (ERMCO), May 2005, 68 pp.
- Vachon, M., " ASTM Puts Self-Consolidating Concrete to the Test" , Ohio, 2002, 1 pp.

Wallevik O., Nielsson I., " Self- compacting Concrete-A rheological Approach ", Proceedings of International Workshop on Self - compacting Concrete ", Kochi University, Japan, (August 1998).

### المصادر العربية

- البدري، فراس فاضل "تقييم الخرسانة عالية الأداء بطرق غير إتلافية" اطروحة ماجستير، جامعة بغداد 2001.
- الجبلاوي ، ندى مهدي فوزي " خواص ألواح الفيروسمنت خفيفة الوزن وذات الرص العالي " رسالة دكتوراه ، قسم الهندسة المدنية ، جامعة بغداد ، آب 2006 .
- الجميلي ، لمى احمد عداي .، " الخواص الفيزيائية للخرسانة الحاوية على الميتاكاؤولين المحلي " رسالة ماجستير ، قسم الهندسة المدنية ، جامعة بغداد ، اذار، 2009 .
- حسين ،جعفر سلمان مكطوف " خواص الخرسانة عالية الاداء المسلحة بالالياف الفولاذية وباستخدام دقيق الفلدسبار المحلي " ،رسالة ماجستير ،قسم الهندسة المدنية ،جامعة بغداد حزيران 2005.

الجدول 1. الخصائص التقنية للملدن المتفوق المستخدم في البحث

الشكل	سائل لزج
اللون	بني فاتح
الكثافة النسبية	1.1 @ 20 C°
قيمة الحامضية (pH)	6.6
اللزوجة	128 ± 30 CPS @ 20 C°
المحتوى الطبيعي	0.5-0.8 liters per100 kg of cement

الجدول 2 .التحليل الفيزيائي للفلدسبار

الخواص الفيزيائية	الفلدسبار
المظهر الفيزيائي	مسحوق
اللون	برتقالي فاتح
الوزن النوعي	2.46
المساحة السطحية ( طريقة Blaine ) سم <sup>2</sup> / غم	12000
دليل فعالية المقاومة ( S.A.I )	97

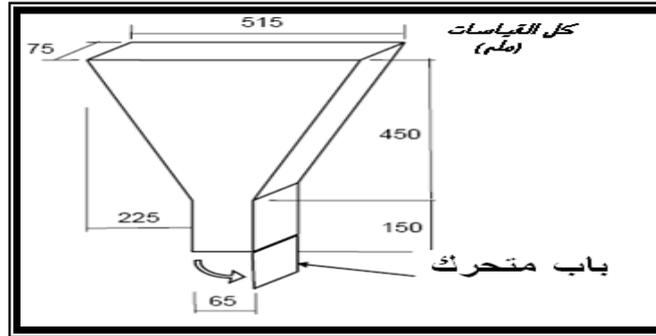


الجدول 3. التحليل الكيماوي للفلسبار

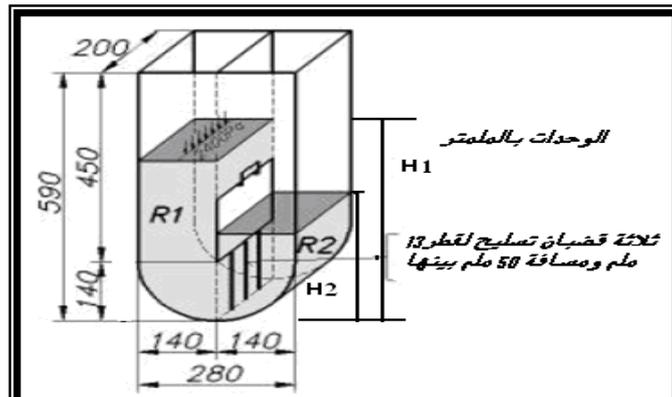
المواصفة ASTM C. 618 /03	المحتوى %	المركبات
الحد الأدنى 70%	89.35	SiO <sub>2</sub>
	3.24	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	0.5	CaO
	0.11	MgO
الحد الأعلى 4%	0.1	SO <sub>3</sub>
	0.94	Na <sub>2</sub> O
	1.14	K <sub>2</sub> O
الحد الأعلى 10%	0.64	L.O.I.

الجدول 4 . تفاصيل الخلطات المستخدمة .

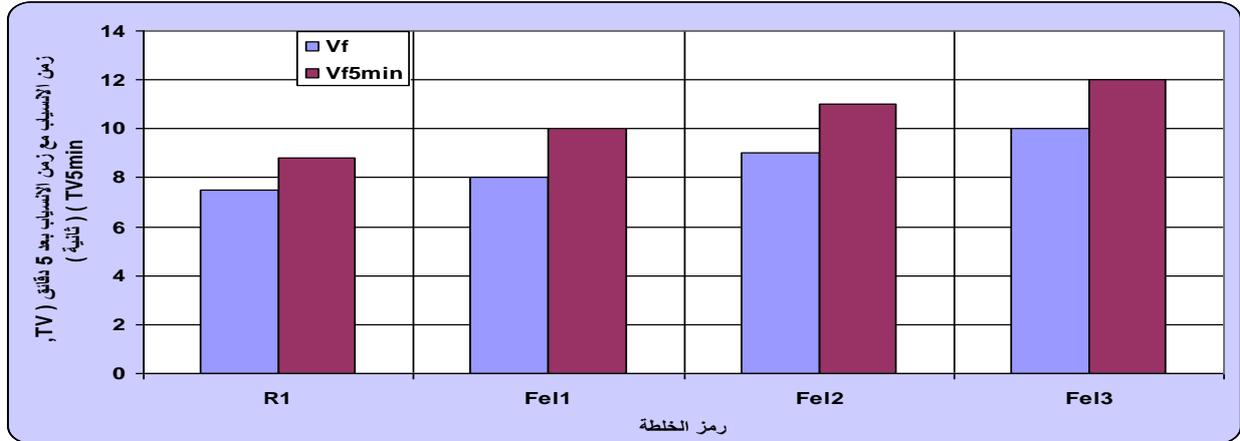
w/Cm	المدن المتفوق لتر/م <sup>3</sup>	محتوى المدن المستخدم لتر لكل 100 كغم من السمنت	الماء لتر/م <sup>3</sup>	الحصى كغم/م <sup>3</sup>	الرمل كغم/م <sup>3</sup>	الفلسبار كغم/م <sup>3</sup>	السمنت كغم/م <sup>3</sup>	رمز الخلطة
0.34	4.5	0.9	170	850	825	-	500	R1
0.36	4.5	0.9	180	850	825	-	500	R2
0.38	4.5	0.9	190	850	825	-	500	R3
0.34	4.5	0.9	170	850	825	25	475	Fel 1
0.34	4.5	0.9	170	850	825	50	450	Fel 2
0.34	4.5	0.9	170	850	825	75	425	Fel 3
0.36	4.5	0.9	180	850	825	25	475	Fel 4
0.36	4.5	0.9	180	850	825	50	450	Fel 5
0.36	4.5	0.9	180	850	825	75	425	Fel 6
0.38	4.5	0.9	190	850	825	25	475	Fel 7
0.38	4.5	0.9	190	850	825	50	450	Fel 8
0.38	4.5	0.9	190	850	825	75	425	Fel 9



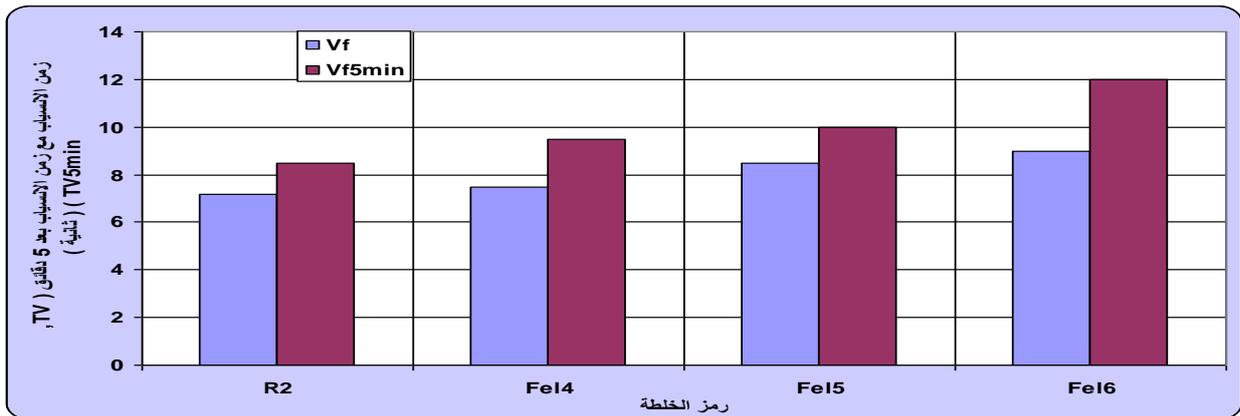
الشكل 1. اختبار القمع على شكل حرف V .



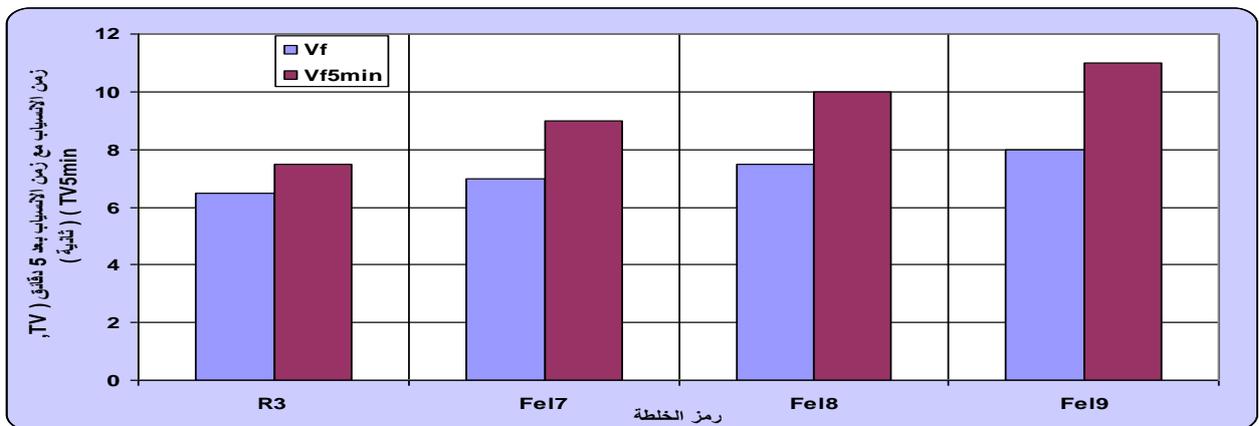
الشكل 2 . صندوق الاختبار على شكل حرف U



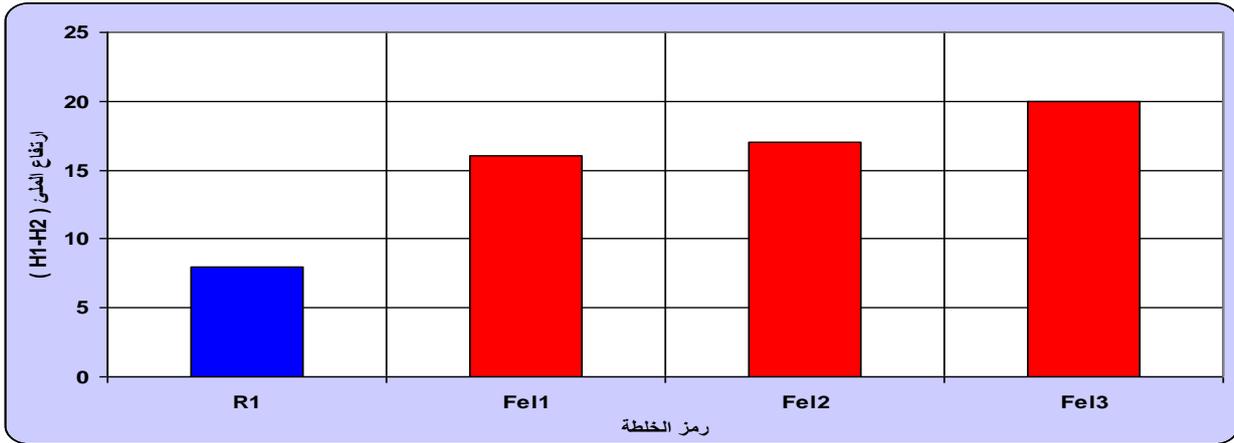
الشكل 3. زمن الانسياب ( Tv ) و قيم ( Tv5min ) لخلطات الخرسانة ذاتية الرص للمجموعة الاولى .



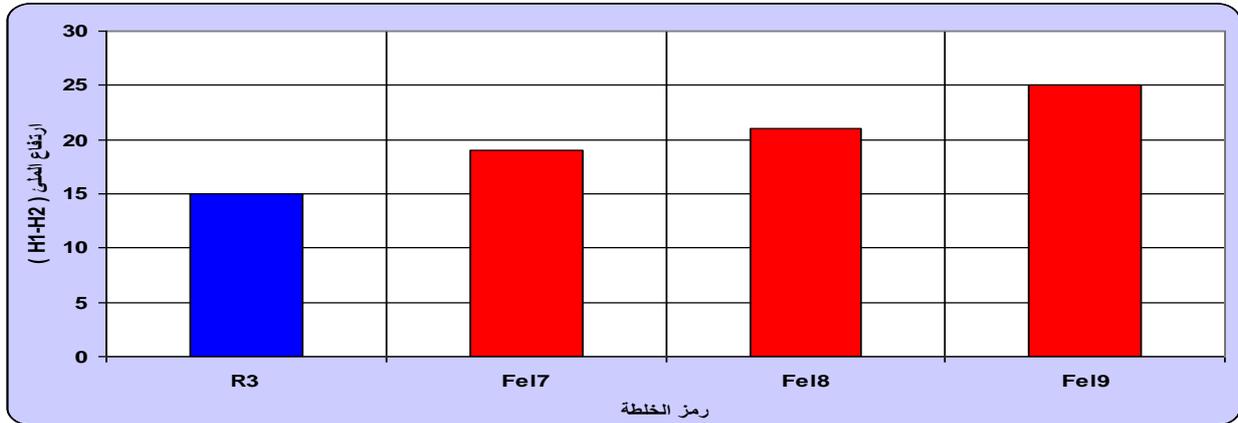
الشكل 4 . زمن الانسياب ( Tv ) و قيم ( Tv5min ) لخلطات الخرسانة ذاتية الرص للمجموعة الثانية .



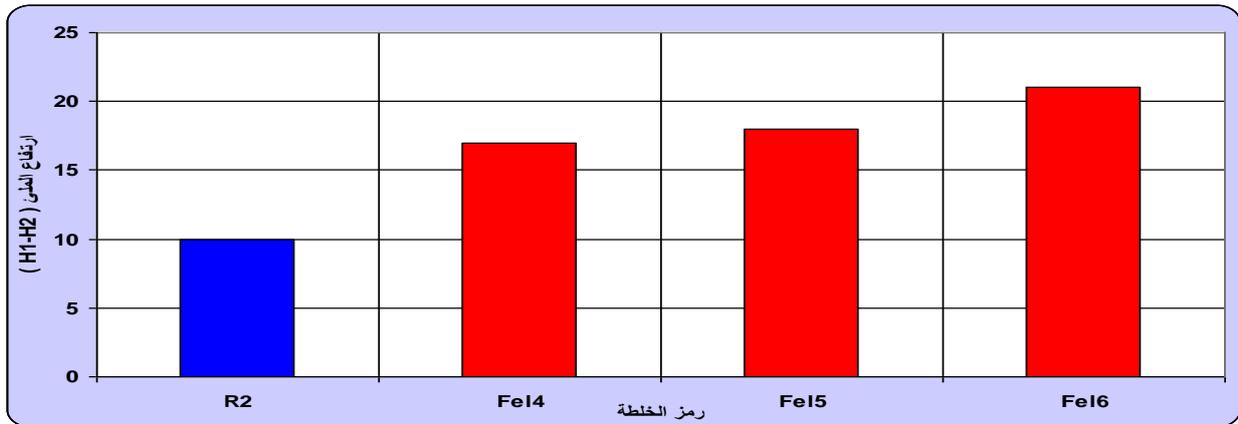
الشكل 5 . زمن الانسياب ( Tv ) و قيم ( Tv5min ) لخلطات الخرسانة ذاتية الرص للمجموعة الثالثة .



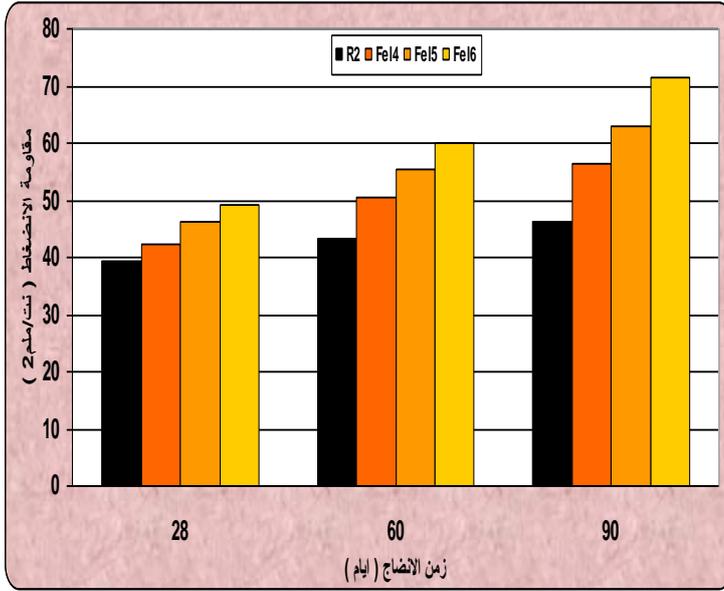
الشكل 6 . نتائج ارتفاع العنبر الملئ لصندوق الاختبار على شكل حرف U لخلطات الخرسانة ذاتية الرص للمجموعة الاولى .



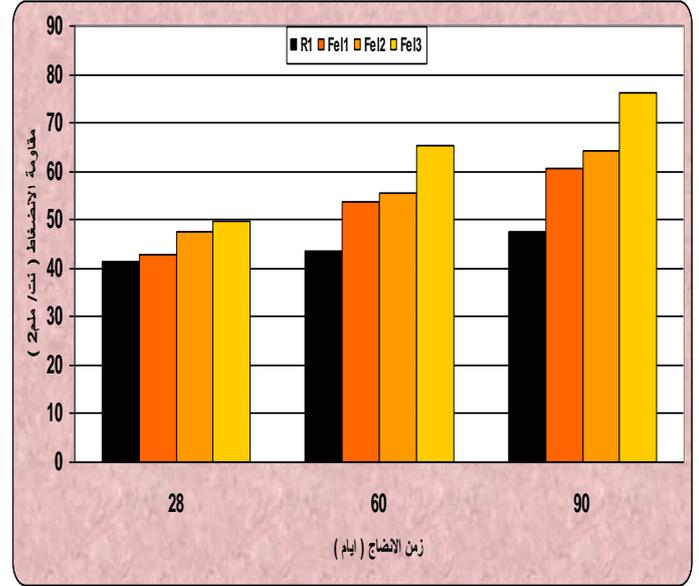
الشكل 7 . نتائج ارتفاع العنبر الملئ لصندوق الاختبار على شكل حرف U لخلطات الخرسانة ذاتية الرص للمجموعة الثانية .



الشكل 8 . نتائج ارتفاع العنبر الملئ لصندوق الاختبار على شكل حرف U لخلطات الخرسانة ذاتية الرص للمجموعة الثالثة .



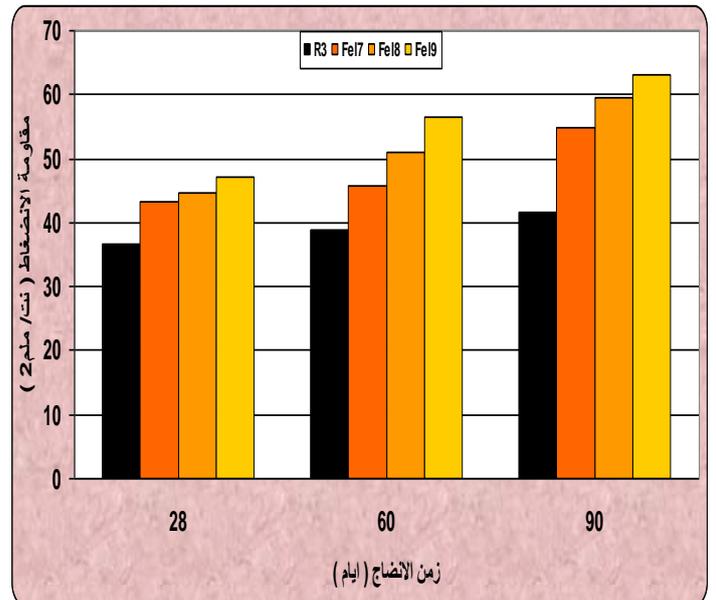
الشكل 10. العلاقة بين مقاومة الانضغاط و زمن للفلدسبار للمجموعة الاولى



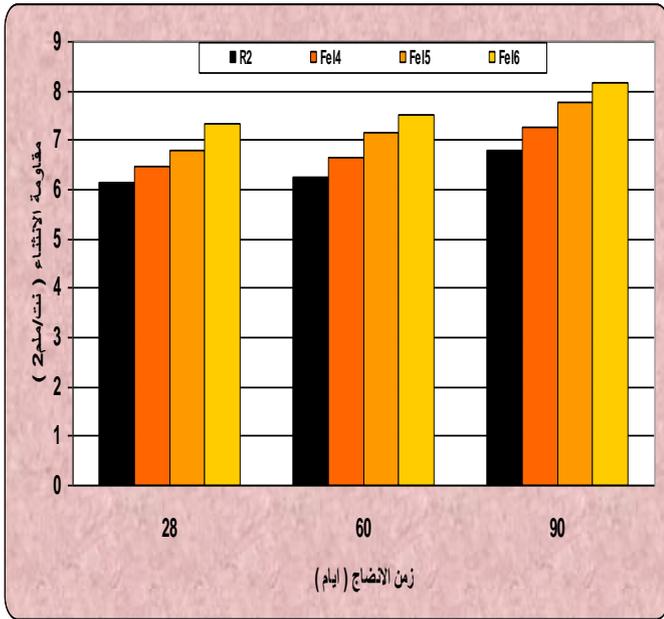
الشكل 9. العلاقة بين مقاومة الانضغاط و زمن الانضاج للفلدسبار الانضاج للمجموعة الاولى



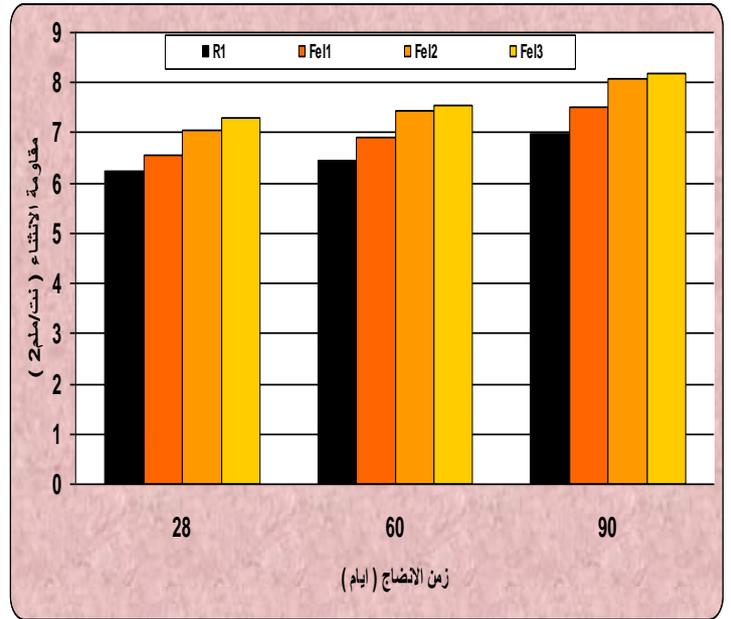
الشكل 12. العلاقة بين نسب الاستبدال للفلدسبار و مقاومة الانضغاط



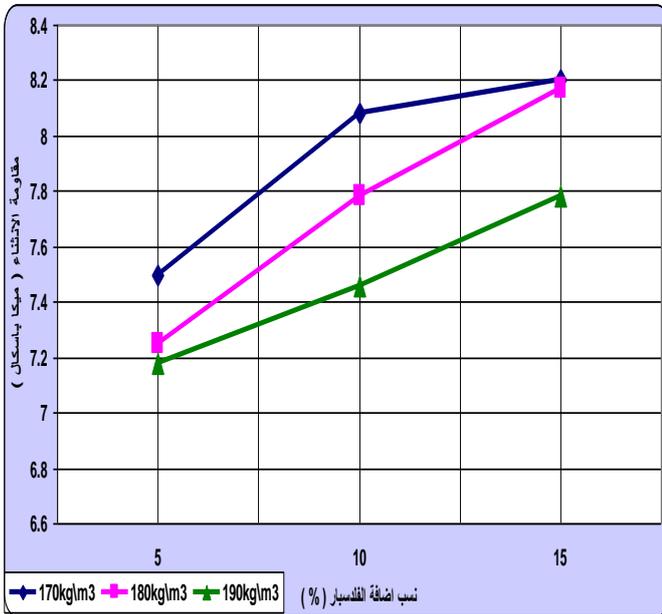
الشكل 11. العلاقة بين مقاومة الانضغاط و زمن الانضاج للفلدسبار مع المجموعة الثالثة



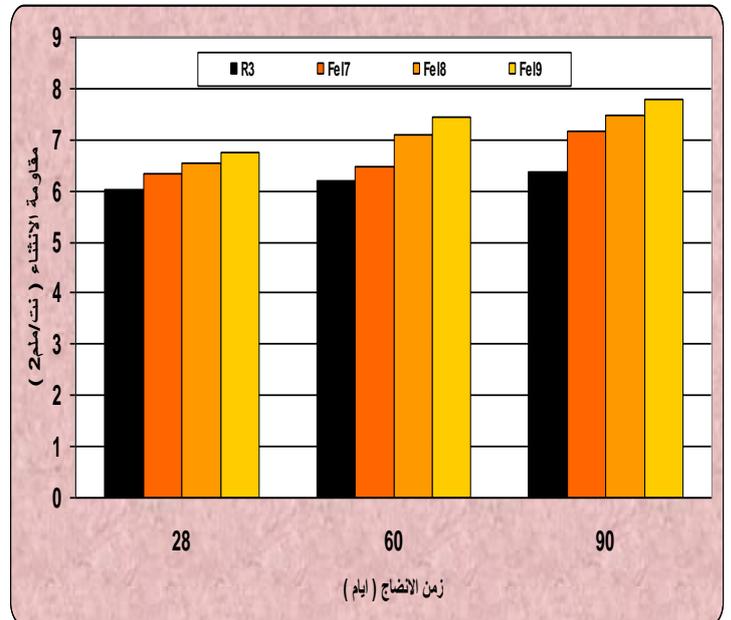
الشكل 14 . العلاقة بين مقاومة الانتشاء و زمن الإنضاج للفلدسبار للمجموعة الثانية



الشكل 13 .العلاقة بين مقاومة الانتشاء و زمن الانضاج للفلدسبار للمجموعة الاولى



الشكل 16 . العلاقة بين نسب الاستبدال للفلدسبار و مقاومة الانتشاء



الشكل 15 . العلاقة بين مقاومة الانضغاط و زمن الانضاج للفلدسبار مع للمجموعة الثالثة