بسم الله الرحمن الرحيم

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

المملكة العربية السعودية

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

إن رئيس مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، وبموجب أحكام نظام براءات الإختراع والتصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة والأصناف النباتية والنماذج الصناعية الصادر بالمرسوم الملكي الكريم رقم م/٢٧ وتاريخ ١٤٢٥/٠٥/٢٩هـ، واستناداً لأحكام اللائحة التنفيذية له الصادرة بالقرار الإداري رقم ١١٨٨٢٨/م/١٠ وتاريخ ١٤٢٥/١١/١٤هـ،

يقرر منح:

١) فهد كشيم القحطاني

Fahad Khshim Alqahtani

٢) محمد اقبال خان

Mohammad Iqbal Khan

٣) قورمل قتاورا

Gurmel Ghataora

براءة اختراع رقم ٣٩٦٠

بتاريخ ١٤٣٦/٠٦/٠٥ هـ الموافق ٢٠١٥/٠٣/٢٥ م

عن الاختراع المسمى / ركام بلاستيكي صناعي لاستخدامه فى التطبيقات الخرسانية

Synthetic aggregate for use in concrete

ولمالك البراءة الحق في الانتفاع بكامل الحقوق التي يمنحها النظام في المملكة العربية السعودية.

رئيس مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

د. تركي بن سعود بن محمد آل سعود

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

[19] المملكة العربية السعودية SA
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

[11] رقم البراءة: ٣٩٦٠
[45] تاريخ المنح: ١٤٣٦/٠٦/٠٥ هـ
الموافـــق: ٢٠١٥/٠٣/٢٥ م

[12] براءة اختراع

[72] اسم المخترع: فهد كشيم القحطاني، محمد اقبال خان، قورمل قاترورا

[73] مالك البراءة : ١) فهد كشيم القحطاني
عنوانه: ص.ب ١١٤٨٢، الرياض ٨٠٣٣، المملكة العربيةالسعودية
جنسيته: سعودية
٢) محمد اقبال خان
عنوانه: ص.ب ١١٤٢١، الرياض٨٠٠، المملكة العربية السعودية
جنسيته: سعودية
٣) قورمل قتاورا
عنوانه: جامعة برمنجهام، كلية الهندسة
جنسيته: بريطانية

[21] رقم الطلب: ١١٤٣٦٠١٦٦
[22] تاريخ الإيداع : ١٤٣٦/٠٣/٠٨ هـ
الموافق : ٢٠١٤/١٢/٣٠ م

[30] بيانات الأسبقية:
US ١٤/٥٥١,٢٨٠ ٢٠١٤/٠٥/١٦م

[51] التصنيف الدولي (IPC[8]) :
C04B 028/004

[56] المراجع:
US ٢٠٠٣٠٠٦٥٠٨٢ ٢٠٠٣/٠٤/٠٣م
WO ٢٠٠٥٠١٣٦٦٩ ٢٠٠٥/٠٥/١٧م

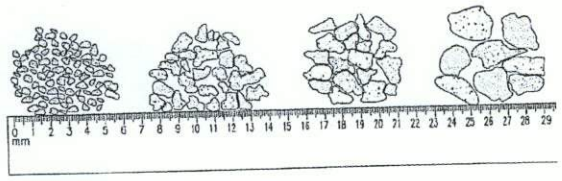
اسم الفاحص: مشاري بن مطلق العنزي

[54] اسم الاختراع: ركام بلاستيكي صناعي لاستخدامه فى التطبيقات الخرسانية

Synthetic aggregate for use in concrete

[57] الملخص: الركام البلاستيكي الصناعي المستخدم في الخرسانة هو عباره عن مادة مركبة من المخلفات البلاستيكيه المعاد تدويرها و مالىء او حشوات (filler) مغلف بالبلاستيك . الركام البلاستيكي الصناعي يحتوي على(٣٠٪ و ٥٠٪) من البلاستيك المعاد تدويره المقطع ويكون النسبة المكملة للمالىء او الحشوات (filler).البلاستيك المعاد تدويره المستخدم قد يتكون من البولي إثيلين الخطي منخفض الكثافة (LLDPE)ويمكن أن يشمل المالىء او الحشوات (filler) على الرمال الحمراء(red sand)، الرماد المتطاير (fly ash)، و رمال المحجر(quarry fines). يفضل استخدام الركام البلاستيكي الصناعي في الخرسانة عندما تكون نسبة الماء إلى الأسمنت تساوي ٠,٥ على الأقل.تم ابتكار طريقة لتصنيع الركام البلاستيكي الصناعي وتشمل خطوة خلط البلاستيك المقطع المعاد تدويره مع المالىء او الحشوات (filler) لتكوين خليط ذائب متجانس ، ضغط وتسخين الخليط المتجانس في قالب مسطح لتكوين لوح او صفيحه مسطحة واخيراً تقطيع اللوح او الصفيحة المسطحة لتكوين اما الركام الخشن أو الركام الناعم كما في الشكل رقم ١ وذلك لاستخدامه في صنع الخرسانة.

عدد عناصر الحماية (٦)، عدد الأشكال (٦)



الشكل (١)

ركام بلاستيكي صناعي لاستخدامه فى التطبيقات الخرسانية

SYNTHETIC AGGREGATE FOR USE IN CONCRETE

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يتعلق هذا الابتكار عموما بالخرسانة ، وعلى وجه الخصوص إعادة تدوير المخلفات البلاستيكية لاستخدامها في الخرسانة، وذلك لكونه مكون من خليط من البلاستيك المعاد تدويره بالضافة الى مالئ أو حشوات (filler) مغلفة بالبلاستيك .

٥ وصف حالة التقنية السابقة

الخرسانه هي واحدة من أهم المواد التي يكثر استخدامها في الهندسة المدنية، كما هو الحال في المباني العالية ،المنخفضة، الجسور، البنية التحتية ومرافق حماية البيئة. الخرسانة مكونة من الركام الحجري ومادة تساعد على التماسك (الاسمنت). يتم الجمع بين الركام الحجري والمادة المساعدة على التماسك (الاسمنت) بماده مرطبه (الماء) للسماح للاسمنت(المادة المساعدة
١٠ على التماسك) بالالتصاق مع حبيبات الركام وتشكيل كتلة صلبة. عموما الركام يشكل نحو ٦٠% إلى ٧٠% من إجمالي حجم الخرسانة . وبما أن خصائص الركام المستخدمة في الخرسانة تؤثر بشكل كبير على جودة الخرسانة , لذا فان الاختيار وتدرج الركام مهم جدا وينبغي يعطى اهتمام دقيق . على سبيل المثال، فقد تم استخدم خبث الحديد(air cooled slag) ليحل محل مواد الركام الخشن والرماد المتطاير (fly ash) ليحل محل مواد الركام الناعم . وعلاوة على
١٥ ذلك، فقد استخدم غبار السيليكا (silica fume) والرماد(ash) و قشر الأرز(rice rush) كمواد تدعيم اسمنتية .الركام الطبيعي مثل تلك المذكوره ، يعطي الخرسانه بعض الخصائص الفيزيائية ،والكيميائية و الميكانيكية.

نتيجة للمخاوف البيئية ، كان هناك اتجاه متزايد لاستخدام المخلفات البلاستيكيه المعاد تدويرها ، كركام صناعي بدلا من الركام الطبيعي في إنتاج الخرسانة . لذا فانه على مدى السنوات الثلاثون
٢٠ الماضية ازداد الإنتاج العالمي من البلاستيك بنسبة تزيد على ٥٠٠ % . حيث يقدر الإنتاج

العالمي السنوي الحالي أكثر من ١٠٠ مليون طن ، ومن المتوقع أن تزيد بنسبة ٣ % في السنة . وفقا لتقرير وكالة البيئة في (٢٠٠٣) فأن ٧% من مخلفات البلاستيك يتم إعادة تدويرها في كل عام ، وهي كمية صغيرة بالمقارنة مع ٢٧٥ مليون طن من الركام الطبيعي المستخدم في التطبيقات الخرسانية.مع العلم ان حوالي ٨٠ % من المخلفات البلاستيكية يتم تجميعها سواء على هيئة أكوام ، أو يتم التخلص منها بشكل غير قانوني او نظامي . الأهم من ذلك أن الكثير من المخلفات غير المتحللة سوف تبقى في البيئة لمئات ، ربما آلاف السنين . لذا فإن المخلفات غير المتحللة لا تتسبب فقط في أزمة التخلص من المخلفات، ولكن أيضا تساهم في مشاكل بيئية كبيرة . على هذا النحو فان فكرة استخدام الركام الصناعي، مثل الركام البلاستيكي الصناعي المعاد تدويره كركام بدلا من الركام الطبيعي في الخرسانة ، قد حظيت باهتماماً متزايداً في السنوات الأخيرة كحل لمشكلة المخلفات الصلبة المتصاعدة .

لذا فقد اجريت العديد من الدراسات السابقه على التاثير المباشر لاستخدام الركام الصناعي او البلاستيكي في الخرسانه كبديل جزئي او كلي للركام الطبيعي .على سبيل المثال وفقا للبراءة الامريكية رقم ٤٠٥٨٤٠٦ الصادرة لرابونا,حيث تم استخدام مخلفات البولي اثلين على هيئه شرائح كبديل مباشر للركام الطبيعي .وقد اظهرت نتائج الدراسة السابقه انه هذا النوع من الخرسانه يكون اقل قوة تحمل للضغط والشد من الخرسانة التقليديه.ولكن يعطي قوة تحمل للعزم مقاربة للخرسانة التقليدية وذلك بسبب خاصية الاستطاله لدى البلاستيك .بينما في هذا الابتكار فقد تم انتاج الركام الصناعي من خليط مكون من مخلفات البولي ايثلين الخطي منخفض الكثافة ومجموعة مختلفة من الحشوات بنسب متفاوتة. ثم بعد ذلك يتم استخدام هذا الركام في الخرسانة ليحل محل الركام الطبيعي.

ايضا ووفقا لبراءة الاختراع الأمريكية رقم ٥٧٠٢١٩٩ الصادرة لغاري م. فيشباك وآخرون، ١٩٩٧، والتي تتعلق بعمل خلطة اسفلتية باستخدام مخلفات البلاستيك التي لا تحتاج إلى أي فرز. يتم التعامل مع جزيئات البلاستيك من خلال طريقة تعريضها للحرارة في نقص الأوكسجين. مما يجعل جزيئات البلاستيك تكون أكثر توافقا للمزيج الأسفلتي. ولكن في هذه الابتكار قمنا بإنتاج ركام بلاستيكي صناعي مكون من مزيج من البلاستيك المعاد تدويره مع مالاءات او حشوات مختلفة وذلك لاستخدامها في الخرسانة.

طبقا" لبراءة الاختراع الأمريكية ٥٨٧٩٦٠١ الصادرة لريتشارد ديفيد بيكر في ١٩٩٩ ، فقد تم انتاج ركام بحيث يحفظ شكل البلاستيك المعاد تدويره على هيئة جزيئات أو قطع صغيرة. الخليط هنا هو تكوين ثنائي والتي تشمل راتنجات البلاستيك مع المحفز الذي يتم تنفيذه في المعالجة. في هذا الابتكار لم يتم استخدام اي محفز او اي من راتنجات البلاستيك بل يتم إنتاج الركام البلاستيكي الصناعي قبل استخدامه في مزيج الخرسانة وهو ما يعني استبدال غير مباشر بمعنى ان الركام ينتج من البلاستيك والحشوات ثم يتم استخدامه كبديل للركام الطبيعي او الحصى في الخرسانة.

وفقا لبراءة الاختراع الأمريكية ٥٦٧٦٨٩٥ الصادرة لماتي توفالا في ١٩٩٧، تنص على ابتكار ركام يحتوي على البلاستيك المعاد تدويره والمعادن. على الرغم من توفالا قد استخدم الرمل باعتباره المقوم الرئيسي كبديل مباشر، إلا أنه لم يقوم بإنتاج الركام البلاستيكي الصناعي واستخدامه كبديل غير مباشر في الخرسانة كما رأينا في هذا الاختراع.

وفقا لبراءة الاختراع الأمريكية ٥٧٨٥٤١٩ الصادرة لبول ماكيلفي في ١٩٩٨، يحدد الركام كمادة تتضمن pozzolans، مثل الأسمنت البورتلاندي والرماد المتطاير مع الألياف السليلوزية. مما يعني ,عدم استخدام البلاستيك المعاد تدويره كمادة اساسية . على النقيض من ذلك، فان هذا الابتكار يشتمل على البلاستيك المعاد تدويره كمادة اساسية وذلك لانتاج الركام البلاستيكي الصناعي.

وفقا لبراءة الاختراع الأمريكية ٥٤٢٢٠٥١،المصدرة لجون سويرز في ١٩٩٥، تتحدث عن ركام من البلاستيك المعاد تدويره، وجسيمات تختلط مع الأسمنت البورتلاندي والرمل أو مالاءات الحصى وتنتج خرسانة ذات وزن خفيف. مما يعني استخدام البلاستيك المعاد تدويره، والجسيمات كبديل مباشر, وهذا خلاف لما تم القيام به في هذا الابتكار.

مما سبق نستخلص ان هناك قصور في اكتشاف التاثير الغير مباشر لاستخدام الركام الصناعي البلاستيكي كبديل جزئي او كلي وهذا ماسوف يتم اكتشافة في هذا الابتكار. مما يعني ان الهدف الاساسي لهذا الابتكار هو تصنيع الركام البلاستيكي الصناعي ومن ثم استخدامه في الخرسانه كبديل جزئي اوكلي لدراسة التاثير على خواص الخرسانه الفيزيائيه , الميكانيكيه والمتانه.

ومع ذلك، في الوقت الراهن فان الركام الصناعي مثل الركام البلاستيكي المعاد تدويره لا يعطي نفس الخواص الفيزيائية والكيميائية، أو حتى الخواص الميكانيكية كالركام الطبيعي .

وبالتالي فان الركام الصناعي هو المرغوب فيه لاستخدامه في الخرسانة لحل المشاكل المذكورة أعلاه.

٥ الوصف العام للاختراع

الركام البلاستيكي الصناعي المعاد تدويره المستخدم في الخرسانة عبارة عن مادة مركبة من البلاستيك المعاد تدويره و مالىء او حشوات (filler) مغطاه بالبلاستيك. يحتوي الركام البلاستيكي الصناعي على نسبة (٣٠٪ و ٥٠٪) من البلاستيك المعاد تدويره والتوازن يتم بالمالىء او الحشوات (filler) .يمكن ان يكون البلاستيك المستخدم من البولي ايثلين منخفض الكثافة الخطي (LLDPE) ، البولي ايثيلين تيريفثاليت (PET)، البولي اثيلين منخفض الكثافة (LDPE)، البولي ايثيلين عالي الكثافة (HDPE) والبولي بروبيلين أو أي نوع آخر من البلاستيك. ويمكن للحشوات (filler) أن تشتمل على الرمل الاحمر (red sand) ، الرماد المتطاير(fly ash) ، رمال المحجر(quarry fine) وغبار السيليكا (silica fume). يفضل استخدام الركام البلاستيكي الصناعي للخلطات الخرسانيه عندما تكون نسبة الماء إلى الأسمنت ٠,٥ .

هناك طريقة لإنتاج الركام البلاستيكي الصناعي, تتضمن خطوات تقطيع البلاستيك، خلط البلاستيك المقطع مع الحشوات (filler) لتشكيل خليط متجانس، وضغط الخليط المتجانس في قالب مسطح ، وتذويب البلاستيك في الخليط المتجانس لتشكيل مركب على شكل صفيحه أو لوح ، ويتم تقطيع الصفيحة أو اللوح لتشكيل ركام خشن أو ناعم لاستخدامه في صنع الخرسانة.

هذة وغيرها من المميزات لهذا الابتكار سوف يتم توضيحها بتفصيل اكثر بالرسومات والمواصفات التالية.

شرح مختصر للرسومات

شكل ١ هو عرض منظور لعينات من الركام البلاستيكي الصناعي المستخدم في الخرسانة وفقا لهذا الابتكار، والتي تبين إحجام متدرجة للركام البلاستيكي الصناعي المصنوع من (LLDPE) مع حشوات مختلفه من الرمل الاحمر والرماد المتطاير ورمال المحجر .

شكل ٢ يوضح الرسم البياني مقارنة الكثافات الطرية للخرسانة التقليدية (NC) ، الخرسانة خفيفة الوزن المحليه (LWC) والخرسانة المصنوعة من الركام الصناعي البلاستيكي(RPC) لاستخدامها وفقا لهذا الابتكار، وذلك عند نسبة ماء الى الاسمنت تساوي ٠,٥ (W/C=0.5) .

شكل ٣ هو رسم بياني يوضح مقارنة بين قوة تحمل الضغط مع زمن المعالجة للخرسانة التقليدية (NC) ، الخرسانة خفيفة الوزن المحليه (LWC) والخرسانة المصنوعة من الركام الصناعي البلاستيكي(RPC) لاستخدامها وفقا لهذا الابتكار، وذلك عند نسبة ماء الى الاسمنت تساوي ٠,٥ (W/C=0.5) .

شكل ٤ هو رسم بياني يوضح مقارنة بين قوة تحمل الشد مع زمن المعالجة للخرسانة التقليدية (NC) ، الخرسانه خفيفة الوزن المحليه (LWC) والخرسانة المصنوعة من الركام الصناعي البلاستيكي(RPC) لاستخدامها وفقا لهذا الابتكار، وذلك عند نسبة ماء الى الاسمنت تساوي ٠,٥ (W/C=0.5) .

شكل ٥ هو رسم بياني يوضح المقارنة بين قوة تحمل العزم مع زمن المعالجة للخرسانة التقليدية (NC) ، الخرسانه خفيفة الوزن المحليه (LWC) والخرسانة المصنوعة من الركام الصناعي البلاستيكي(RPC) لاستخدامها وفقا لهذا الابتكار، وذلك عند نسبة ماء الى الاسمنت تساوي ٠,٥ (W/C=0.5) .

شكل ٦ هو رسم بياني يوضح المقارنة بين (نفاذية الكلوريد) للخرسانة التقليدية (NC) ، الخرسانه خفيفة الوزن المحليه (LWC) والخرسانة المصنوعة من الركام الصناعي البلاستيكي(RPC) لاستخدامها وفقا لهذا الابتكار، وذلك عند نسبة ماء الى الاسمنت تساوي ٠,٥ (W/C=0.5).

شكل ٧ هو صورة مجهرية باستخدام جهاز (SEM) للركام البلاستيكي الصناعي المستخدم في الخرسانة وفقا لهذا الابتكار . وتظهر فيه حبيبات المالىء او الحشوات (filler) مغلفة في مصفوفه من البلاستيك المعاد تدويره .

ما لم يذكر خلاف ذلك، و دلالات مرجعية مماثلة علي ميزات الابتكار باستمرار في جميع أنحاء الرسومات المرفقة.

الوصف التفصيلي:

الركام البلاستيكي الصناعي المعاد تدويره المستخدم في الخرسانة عباره عن مادة مركبة من مخلفات البلاستيك المعاد تدويره يحتوي على ماليء او حشوات (filler) مغلفه بالبلاستيك . يحتوي الركام البلاستيكي الصناعي على بلاستيك معاد تدويره بنسبة ما بين (٣٠٪ و ٥٠ ٪) والتوازن يتم بالحشوات (filler) . البلاستيك ممكن ان يكون من البولي ايثلين منخفض الكثافة الخطي (LLDPE) ،البولي ايثيلين تيريفثاليت (PET)، البولي اثيلين منخفض الكثافة (LDPE) ، البولي إيثيلين عالي الكثافة (HDPE) و البولي بروبلين(PP) أواى نوع من انواع البلاستيك القابلة لإعادة التدوير الأخرى. ويمكن للماليء او الحشوات (filler) أن يشمل الرمل الاحمر (red sand) ، الرماد المتطاير (fly ash) ، رمال المحجر(quarry fine) ، و غبار السيليكا(silica fume) . يفضل استخدام الركام الصناعي البلاستيكي في الخرسانة عند نسبة ماء الى الأسمنت تساوي ٠,٥ (W/C=0.5) على الأقل . من خلال هذا الابتكار تم ابتكار طريقة لانتاج الركام البلاستيكي الصناعي لاستخدامه في الخرسانه , تتضمن خطوات تقطيع البلاستيك، خلط البلاستيك المقطع مع الماليء او الحشوات (filler) لتشكيل خليط متجانس، وضغط الخليط المتجانس في قالب مسطح ، وتذويب البلاستيك في الخليط المتجانس لتشكيل مركب على شكل صفيحه أو لوح ، ويتم تقطيع الصفيحه أو اللوح لتشكيل ركام إما خشن أو ناعم لاستخدامه في صنع الخرسانة.

من أجل اختبار استخدام البلاستيك الصناعي المعاد تدويره باعتباره المادة الركامية في الخرسانة، أعدت عينات مختلفة من الركام البلاستيكي الصناعي المعاد تدويره . يتكون الركام البلاستيكي الصناعي من الماليء او حشوات (filler) والبلاستيك المعاد تدويره. الحشوات المستخدمة في الركام البلاستيكي الصناعي هي مخلفات حبيبية مثل الرمل الأحمر(red sand) ، والرماد المتطاير(fly ash)، أو رمال المحجر(quarry fine). على سبيل المثال, حبيبات الحشوات مثل الرمل الأحمر ينبغي أن يكون حجمها اقل من او يساوي ٠,١٥مم. لذا هناك طريقة واحدة ممكنه لتحقيق ذلك وهي عن طريق تمرير الحشوات او الماليء (filler) ، مثل الرمل الاحمر (red

sand) من خلال غربال الي ان يتم الحصول على جسيمات من الحجم المطلوب،بعد ذلك ينبغي أن يتم تجفيف الحشوات اوالمالىء (filler) في درجة حرارة الغرفة .ايضا يجب أن يكون المالىء(filler) خالي من أي شوائب.

مثال على نوع من الركام البلاستيكي الصناعي تم اختباره هو البولي ايثلين منخفض الكثافة الخطي (LLDPE). حيث تم تعديل نسبة الحشوات – البلاستيك للوصول إلى النسبة الأمثل ، كما هو موضح في الجدول رقم ١، والذي يبين (LLDPE) المعاد تدويره وعملية خلطه مع ثلاثة أنواع مختلفة من الحشوات اوالمالىء (filler) عند نسبتين مختلفتين ، مما يؤدي إلى ستة تركيبات مختلفة من الركام البلاستيكي الصناعي.

شكل١:التراكيب المختلفة للركام البلاستيكي الصناعي المكون من البولي ايثلين منخفض الكثافة الخطي والحشوات

نسبة الحشوة	نوع الحشوة	نسبة البلاستيك	نوع البلاستيك	الرمز
50	Red Sand	50	LLDPE	R$P_1 F_1$A
50	Fly Ash	50	LLDPE	R$P_1 F_2$A
50	Quarry Fines	50	LLDPE	R$P_1 F_3$A
70	Red Sand	30	LLDPE	R$P_2 F_1$A
70	Fly Ash	30	LLDPE	R$P_2 F_2$A
70	Quarry Fines	30	LLDPE	R$P_2 F_3$A

حين يتم غربلة الحشوات اوالمالىء (filler) مثل الرمل الاحمر (red sand) ، ويتم تحديد حجم الجسيمات المطلوب وهو (٠,١٥ ملم) ، ثم يجفف في درجة حرارة الغرفة.

يتم جمع مخلفات البلاستيك المعاد تدويره وفرزها في مجموعات مختلفة إما بوليمر مثل LLDPE، أو استخدامها "كما هي" في تيار مختلط . بغض النظر عن نوع البلاستيك المستخدم ، يجب فصل البلاستيك المعاد تدويره من المخلفات الغير بلاستيكية (مثل الخشب والزجاج اوالمعادن).ثم يتم تقطيعه و طحنه الى جزيئات مع الحد الأقصى للحجم ١مم . بعد ان يتم تجفيف البلاستيك والحشوات او المالىء (filler) ، تخلطان معا داخل آلة خلط لإنتاج خليط متجانس .

ثم يسكب الخليط المتجانس في قالب مسطح. بعدما يتم سكبه في القالب المسطح، يتم ضغط الخليط المتجانس . لضغط الخليط المتجانس ، يتم وضع القالب الذي يحتوي على الخليط المتجانس بين اثنين من الألواح الساخنة في آلة الضغط (Compression Moulding) Press. ثم يتم تسخين آلة الضغط إلى درجة حرارة حوالي ١٧٠ درجة مئوية ، و يتم ضغط الخليط بقوة تصل الى حوالي ٢٥ طنا لمدة ١٥ دقيقة . بعد ذوبان تام للبوليمر و ضمان تغليفه للحشوات او المالىء (filler) ، فان اللوح الناتج يتم تبريده من خلال نظام التبريد الآلي في الجهاز ويتم إزالته في وقت لاحق من آلة الضغط ، تترك العينات إلى أن تبرد ببطء في الهواء في درجة حرارة الغرفة لحوالي ٣٠ دقيقه فقط . كما يتضح من الصورة المجهريه (SEM) لسطح اللوح في (الشكل ٧) ، فان هذة الطريقة تنتج مادة مركبة من جزيئات الحشوات او المالىء(filler) مغلفه بالبلاستيك المعاد تدويره .ايضاً فقد تم استخدام غربال أنشئ بمواصفات معينة ، ليتم تقطيع الألواح المسطحة المصنوعه من البوليمر والحشوات او المالىء (filler) في آلة تقطيع البلاستيك لتشكيل الركام الخشن أو الركام الناعم بالتدرج المطلوب . كما هو موضح في (الشكل ١) ، فان عينات الركام البلاستيكي الصناعي المصنوعة من (Recycled LLDPE) والحشوات و الناتجة من هذه العملية يتم فصلها الى احجام وتدرجات مختلفة لكي يتم خلطها مع الاسمنت في مراحل لاحقة لانتاج خرسانة صناعية ذات وزن خفيف.

كما ذكر سابقا" في هذا الابتكار، من أن خصائص المواد المستخدمة في الخرسانة يكون لها دور كبير في تحديد جودة الخرسانة ،لذا فانه من الضروري تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكانيكية لهذة المواد . لأغراض التوضيح فقط ، فقد أجريت اختبارات المقارنة بين الخصائص المختلفة للخرسانة العادية (NC) والخرسانة خفيفة الوزن المحليه (LWC)، والخرسانة المصنوعة من الركام البلاستيكي الصناعي (RPC) كما تم توضيحه أعلاه . في هذا الابتكار تم اعداد

عينات الخرسانة خفيفة الوزن المحلية (LWC) كعنصر تحكم باستخدام الركام خفيف الوزن المحلي، والذي يعتبر نوع من أنواع الصخور البركانية والتي تم جمعها من المنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية.(خصائص هذا الركام خفيف الوزن المحلي موضح في الجدول ٢).

الجدول ٢: خصائص الركام الخشن خفيف الوزن المحلي

القيمة	نوع الاختبار
1.41	الثقل النوعي للركام في الحالة السائبة (OD Basis)
1.67	الثقل النوعي للركام في الحالة السائبة (SSD Basis)
1.41	الثقل النوعي الظاهري
18.6	معدل امتصاص الركام للماء(%)
697	كثافة الركام في الحالة المدموكة (kg/m^3)
50	نسبة الفراغات للركام في الحالة المدموكة (%)
6.5	معامل النعومة
Uncrushed	حالة/نوع الركام
10 mm	الحجم الاقصى لحبيبات الركام

تم استخدام الركام البلاستيكي الصناعي لاستبدال الركام الخشن الطبيعي لانتاج عينات من الخرسانة باستخدام الركام البلاستيكي الصناعي المصنوع من (LLDPE) مع الرمل الاحمر والرماد المتطاير ورمال المحجر . تم انتاج هذا الركام في أحجام مختلفة، كما هو مبين في (الشكل ١). الجدول رقم ٣ يوضح الخواص الفيزيائية والميكانيكية للركام البلاستيكي الصناعي بانواعة المختلفة . يتم تصنيف العينات بواسطة اسم عينة من شكل (RPxFyA)، حيث (R) ترمز لاختصار مصلح معاد التدوير و (Px) هو رمز تحديد نوع البلاستيك والنسبة المئوية له ، (Fy) هو رمز تحديد نوع الحشوه اوالماليء والنسبة المئويه لها ، و A يرمز للركام .

الجدول ٣: خصائص الركام الخشن البلاستيكي الصناعي المكون من (LLDPE) وحشوات مختلفه

نوع الاختبار	RP_1F_1A	RP_1F_2A	RP_1F_3A	RP_2F_1A	RP_2F_3A
الثقل النوعي للركام في الحالة السائبة(OD Basis)	1.2	0.81	1.08	1.56	1.19
الثقل النوعي للركام في الحالة السائبة (SSD Basis)	1.24	0.86	1.15	1.59	1.31
الثقل النوعي الظاهري	1.25	0.86	1.16	1.62	1.35
معدل امتصاص الركام للماء (%)	3.55	6.11	5.95	2.72	9.81
كثافة الركام في الحالة	600	537.53	510.52	750	529

المدموكة (kg/m^3)					
نسبة الفراغات للركام في الحالة المدموكة (%)	50	75	52.63	51.8	55.44
معامل النعومة	6.4	5.87	5.96	6.32	5.84
حالة/نوع الركام	Crushed	Crushed	Crushed	Crushed	Crushed
الحجم الاقصى لحبيبات الركام	10 mm	10 mm	10 mm	10 mm	10 mm

٥ بالنسبة لتلك العينات التي تحتوي على الركام البلاسيكي الصناعي (LLDPE والحشوات) و / أو الركام خفيف الوزن المحلي، يتم احتساب كمية الركام الخشن باستخدام الثقل النوعي للركام البلاسيكي الصناعي و / أو الركام خفيف الوزن المحلي كبديل للثقل النوعي للركام الخشن الطبيعي . الجدول رقم ٤ يوضح نسب المواد المستخدمة في الخلطات الخرسانية. في الجدول ٤ يوجد تسمية مميزه "NC" وترمز للخرسانة العادية ، والتسمية "LWC" ترمز للخرسانة المنتجة من ١٠ الركام المحلي خفيف الوزن البركاني المذكورة أعلاه ، وتسمية "RP1F1C" ترمز للخرسانة المصنوعة من الركام البلاستيكي الصناعي والمكون من البلاستيك رقم ١ (٥٠٪ من LLDPE المعاد تدويره) و المالىء او الحشوه رقم ١ (٥٠٪ من الرمل الأحمر).

الجدول ٤: نسب المواد المستخدمة في الخلطه الخرسانية

كمية الركام الخشن البلاستيكي الصناعي (Kg/m3)	كمية الركام الخشن خفيف الوزن المحلي (Kg/m3)	كمية الركام الخشن الطبيعي (Kg/m3)	كمية الركام الناعم (Kg/m3)	كمية الاسمنت (Kg/m3)	كمية الماء (Kg/m3)	نسبة الماء/الاسمنت	التسلسل
-	-	795	768	456	244	0.5	NC0.5
-	-	795	831	380	245	0.6	NC0.6
-	352	-	909	456	300	0.5	LWC0.5
-	352	-	972	380	300	0.6	LWC0.6
303	-	-	902	456	245	0.5	RP_1 F_1C0.5
303	-	-	965	380	245	0.6	RP_1 F_1C0.6

ويمكن أيضا استخدام تصميم الخلطات الخرسانية لخرسانة تحتوي على ركام خشن بلاستيكي صناعي عن طريق استبدال الركام الخشن الطبيعي بالركام الخشن البلاستيكي الصناعي بناءا" على نسبة الاستبدال المطلوبة.

٥ هنا يتم مناقشة الأساليب التي أجريت الاختبارات بها ونتائج الاختبارات المشار إليها والتي توضح التأثير المباشر لنوع محدد من الركام على خصائص معينة للخرسانة . على وجه التحديد، توضح الاختبارات العلاقة بين الكثافة ، وقوة تحمل الضغط وقوة تحمل الشد ، وقوة تحمل العزم لجميع العينات في نسبة ماء الى الاسمنت تساوي ٠,٥و٠,٦ وايضا عند نسبة استبدال كلية للركام الخشن الطبيعي بالركام المنتج من هذا الابتكار.

مقارنة كثافات الخرسانة

يوضح الشكل ٢ مقارنة بين كثافات الخرسانه الطرية لعدد مختلف من الخلطات الخرسانية تم القيام بها في هذه الدراسة. كما هو مبين في الشكل ٢ ، فان الخرسانة العادية (NC0.5) حققت كثافة ٢٣٧٠ كجم /م٣ مع نسبة ماء إلى أسمنت تساوي ٠,٥ ، بالمقارنة مع الخرسانة المنتجة من الركام البلاستيكي الصناعي(RP1F1C 0.6)، والتي كان لها كثافة ١٨٨٠ كجم / م٣ مع نسبة ماء إلى أسمنت ٠,٦، وهذا يعني أنه بوجود فرق ٠,١ في نسبة الماء إلى الأسمنت وباختلاف نوع الركام المستخدم فقد تم تخفيض كثافة الخرسانة حوالي ٢١%.

إشارة إلى الشكل٢ ، في حالة نسبة الماء إلى الأسمنت تساوي ٠,٥، أقل كثافة تم تحقيقها في الخرسانة المكونة من الركام البلاستيكي نوع (RP1F1C 0.5) . كان ذلك ١٩٢٥ كجم/م٣ والتي تمثل انخفاض بمعدل ١٩%و٥% عن الخرسانة العاديه والخرسانة خفيفة الوزن المحلية على التوالي. ويعزى ذلك الانخفاض إلى طبيعة خفة وزن الركام البلاستيكي الصناعي مقارنة مع الركام الطبيعي.

من خلال النتائج السابقة يتبين لنا ان هذا النوع من الركام يحقق لنا خرسانة ذات وزن خفيف مقارنة بالخرسانة ذات الوزن الخفيف المحلية . والسبب يعود بشكل أساسي على وزن الركام المستخدم حيث انه يمثل النسبة الكبيرة في الخرسانة.لذا فانة يمكن الاستفادة من هذا النوع من الخرسانة في العناصر الانشائية التي تحتاج خرسانة ذات قوام خفيف اوفي المناطق المعرضة للزلازل والاهتزازات او في المباني العائمة.

اختبار قوة تحمل الضغط

يوضح الشكل ٣ مقارنة بين قوة تحمل الضغط لكل عينة تم إعدادها بواسطة صب الخرسانة الطرية في طبقتين من قوالب الفولاذ المكعب بمقاس أبعاد (٥٠x٥٠x٥٠ مم). ثم تعرض كل طبقة للاهتزاز لمدة ٣ ثوان. بعد أربع وعشرين (٢٤) ساعة يتم إخراج العينات من القوالب

المكعبة ثم تتم معالجتها وغمرها في الماء عند درجة حرارة (٢٠ ± ٢ °C) درجة مئوية لمدة (٧ ، ١٤ و ٢٨ يوما) على التوالي . بعد عملية المعالجة ، يتم اختبار المكعبات بواسطة آلة لقياس قوة تحمل الضغط لقياس أحمال الضغط و قوه تحمل الضغط علي الخرسانه التي سوف تؤدي الي انهيار الخرسانه.

بالرجوع الى الشكل٣ ،والذي يوضح مقارنة قوة تحمل الضغط للخرسانه التقليدية (NC) وخفيفة الوزن المحلية (LWC) والخرسانة المحتوية علي الركام البلاستيكي الصناعي (RP1F1C) عند نسب مختلفه للماء و الاسمنت ٠,٥ و ٠,٦ . من خلال الشكل فان السلوك العام يبين أن الزيادة في نسبة الماء الي الاسمنت تسبب انخفاض في قوة تحمل الضغط لجميع الخلطات . ومع ذلك، فإن قوة تحمل الضغط لجميع الخلطات تزيد مع فترة المعالجة. وعلاوة على ذلك، فان الخرسانه المحكمه (NC) حققت أعلى قوة تحمل للضغط في جميع أعمار المعالجه ، في حين لوحظ أقل قوة تحمل ضغط في الخرسانة المحتوية علي الركام البلاستيكي الصناعي (RP1F1C).

في الحالة التي تكون فيها نسبة الماء إلى الاسمنت (٠,٥) ،لوحظ انه عند عمر ٧ أيام، كانت قوة تحمل الخرسانة المحكمة اعلى بنسبة ٦٢% من أقل خرسانة تعطي قوة تحمل ضغط وهي (RP1F1C) . أيضاً كانت الخرسانة خفيفة الوزن المحلية (LWC) أقل بنسبة ٣٠% من الخرسانة المحكمة (NC) . عند عمر ١٤ يوما، أحرزت الخرسانة المحكمة ٣٧,٢٢ ميغا باسكال والتي هي اعلى بنسبة ٢٩% و ٦٤ % بالمقارنة مع الخرسانة خفيفة الوزن المحلية (LWC) ، والخرسانة المكونة من الركام البلاستيكي الصناعي نوع (RP1F1C) على التوالي.

مع ذلك، استمر نفس السلوك في المرحلة اللاحقة من الاختبار. في هذا العمر، وجدت أقل قوة تحمل ضغط للخرسانة نوع (RP1F1C) ، الذي كان أقل بنسبة ٦٤% و٤٨% من الخرسانة المحكمه والخرسانة خفيفة الوزن المحلية على التوالي . ايضاً قد لوحظ نفس السلوك في الخرسانة التي تكون فيها نسبة الماء إلى الاسمنت ٠,٦ حيث حققت الخرسانة المحكمه (NC) أعلى قوة تحمل للضغط مقارنه بالبقية ، تليها الخرسانة خفيفة الوزن المحلية (LWC) ,ثم الخرسانه المكونة من الركام البلاستيكي الصناعي (RP1F1C) بغض النظر عن كمية التخفيض بسبب الزيادة في نسبة الماء الي الاسمنت .

في الواقع، كان من المتوقع الانخفاض في قوة تحمل الضغط، ويرجع ذلك إلى ضعف الترابط بين خلطة الأسمنت و جزيئات الركام البلاستيكي الصناعي. ويعزى هذا الضعف إلى الاختلاف في شكل نسيج السطح وحجم الحبيبات للركام البلاستيكي الصناعي.ايضا فان قوة تحمل الركام البلاستيكي للضغط تعتبر ضعيفه مقارنة بالركام الطبيعي.

اختبار قوة تحمل الشد

تم حساب قوة تحمل الشد للخرسانة باستخدام اختبار آلة الشد . وقد جهزت عينات من (Briquette) للفحص عند ٧,١٤,٢٨ يوما . يتم عرض مقارنة بين قوة تحمل الشد لخليط الخرسانة المصنوعة من الركام البلاستيكي الصناعي عند نسب مختلفه من الماء الي الاسمنت كما في الشكل رقم ٤. من خلال الشكل يتبين ان السلوك العام هو أن الزيادة في نسبة الماء إلى الاسمنت يقلل قوة تحمل الشد لجميع الخلطات . ومع ذلك، تزيد قوة تحمل الشد لجميع الخلطات مع ازدياد فترة المعالجة.

في حالة نسبة الماء إلى الاسمنت تساوي ٠,٥، حققت الخرسانه المحكمه بحد أقصى (٣,٢٨) ميغا باسكال عند ٢٨ يوما، مما يدل على ارتفاع ٣٠% في الفترة من ٧ أيام إلى ١٤ يوما ومن ثم ارتفاع ١٣% من ١٤ الى ٢٨ يوما. تليها الخرسانة خفيفة الوزن المحلية ، والتي كانت ٦,٥% اعلى من التقليدية عند عمر ٧ ايام .

في حالة الخرسانة التي تحتوي علي الركام البلاستيكي الصناعي (RP1F1C) فقد انخفضت قوة تحمل الشد بنسبة ٤٢%،٥٥% و ٥٧% عن الخرسانة المحكمه (NC) عند ١٤،٧ و ٢٨ يوماً على التوالي. و أيضا اقل بنسبة ٤٥%و٣٨%و ٣٧٪ من الخرسانة خفيفة الوزن المحلية (LWC) عند ١٤،٧ و ٢٨ يوما على التوالي. ايضا" فقد لوحظ نفس السلوك عند نسبة الماء إلى الاسمنت تساوي ٠,٦ حيث حققت الخرسانة ألمحكمه (NC) أعلى قوة تحمل للشد مقارنة بالبقية ، تليها الخرسانة خفيفة الوزن المحلية (LWC) ثم الخرسانه المكونة من الركام البلاستيكي الصناعي RP1F1C بغض النظر عن كمية التخفيض بسبب الزيادة في نسبة الماء إلى الاسمنت. مع ملاحظة ان الانخفاض في قوة تحمل الشد بالنسبة للخرسانه المحتوية على الركام البلاستيكي الصناعي بسبب الزيادة في نسبة الماء الى الاسمنت حوالي ٣١%.

في الحقيقة ، فإن العوامل المسببة للانخفاض في قوة تحمل الشد للخرسانة المحتوية علي الركام البلاستيكي الصناعي هي نفسها تلك التي تسبب انخفاض في قوة تحمل الضغط ، كما ذكر سابقا. بالإضافة إلى ذلك، بسبب الزيادة في المسامات ويرجع ذلك إلى إضافة الركام البلاستيكي الذي يؤدي إلى مزيد من الفراغات ويجعل الترابط أضعف.ولكن الجدير بالذكر ان الخرسانة التي تحتوي على ركام بلاستيك صناعي تظهر مرونة أو انهيار تدريجي ، في حين ان الخرسانة التقليدية تظهر انهيار مفاجىء او كلي . ويعزى السبب في ذلك إلي خصائص المرونة والاستطالة للبلاستيك ، والتي تكون بمثابة الجسر الذي يربط جانبي الكسر ، لذا فان الانهيار او الكسر في هذا النوع يميل إلى أن يكون أكثر استطالة.

اختبار قوة تحمل المرونه (العزم)

باستخدام عينات عوارض بسيطة (PRISM) ذات نقطة تحميل واحدة ، تم إعداد عينات قوة تحمل العزم وذلك من خلال صب الخرسانة الطريه في طبقتين من قوالب الفولاذ ذات ابعاد (١٦٠x٤٠ x٤٠ مم) و التي تعرض كل طبقة للاهتزاز لمدة ٣ ثوان. بعد أربع وعشرين (٢٤) ساعة من الصب، يتم استخراج العينات من القوالب وتعالج ثم تحفظ في الماء عند درجة حرارة (٢٠ ± ٢ °C) درجة مئوية لمدة ٧ و ١٤ و ٢٨ يوما. بعد عملية المعالجة، يتم اختبار العينات باستخدام آلة قياس العزم وذلك لقياس قوة العزم وقوة تحمل العزم التي سوف تؤدي الى انهيار الخرسانة.

كما هو موضح في الشكل ٥، تم مقارنة قوة تحمل العزم لكل من الخرسانه المحكمه (NC)، الخرسانة خفيفة الوزن المحلية (LWC) والخرسانة المصنعة من الركام البلاستيكي الصناعي (RP1F1C) والتي تم صبها عند نسبه من الماء الي الاسمنت ٠,٥ و ٠,٦. لوحظ ان السلوك العام هو أن الزيادة في نسبة الماء إلى الاسمنت يقلل قوة تحمل العزم لجميع الخلطات الخرسانية . ومع ذلك، فإن قوة تحمل العزم في كل الحالات تزداد مع فترة المعالجة في الماء.

في حالة نسبة الماء إلى الاسمنت ٠,٥، كانت الخرسانه المحكمه (NC) اعلي بنسبة ١٦% من الخرسانة خفيفة الوزن المحلية (LWC) عند عمر ٧ أيام. وفي الوقت نفسه، كانت الخرسانه المحتوية على الركام البلاستيكي الصناعي (RP1F1C) اقل بنسبة ٤٣% من الخرسانة التقليدية

(NC) وذلك عند نفس العمر الابتدائي . أيضا عند عمر ٢٨ يوما كانت الخرسانة المحكمه (NC) اعلى بنسبة ١٦%، ٤٢% من الخرسانة خفيفة الوزن المحلية (LWC) و الخرسانة المحتوية على الركام البلاستيكي الصناعي(RP1F1C) على التوالي . ايضاً فقد لوحظ نفس السلوك للخلطات الخرسانية عند نسبة الماء إلى الاسمنت ٠,٦ حيث حققت الخرسانه المحكمه (NC) ١٣%و٤٧% اعلى قوة تحمل للعزم مقارنة بالخرسانة خفيفة الوزن المحلية (LWC) والخرسانه المحتوية على الركام البلاستيكي الصناعي (RP1F1C) على التوالي . وبالتالي، كان الانخفاض في قوة تحمل العزم نحو ٤٤,٥% بالنسبة للخرسانه المحتوية على الركام البلاستيكي الصناعي (RP1F1C) وذلك لاستبدال الركام الخشن الطبيعي بالركام الخشن الصناعي ، بغض النظر عن الزيادة في نسبة الماء إلى الاسمنت. ومع ذلك، كان الانخفاض في قوة تحمل العزم بسبب زيادة نسبة الماء الى الاسمنت في الخرسانة المحتوية على الركام البلاستكي الصناعي (RPA) حوالي ١٧% بغض النظر عن فترة المعالجة.

ان السبب الرئيسي وراء هذا الانخفاض هو نفس السبب وراء الانخفاض في قوة تحمل الضغط ، كما ذكر في سابقاً. وعلاوة على ذلك، فان هناك سببين رئيسيين للانخفاض في قوة التحمل في مثل هذا النوع من الخرسانة، الاول هو الانخفاض في كمية المواد الصلبة التي تحمل الأحمال والتي حل محلها مواد الركام البلاستيكي الصناعي (RPA) . والثاني هوزيادة تركيز الإجهاد حول حدود الركام البلاستيكي الصناعي والذي يعتبر ضعيف بمقاومة الاجهادات بينما يعتبر ذو سلوك مرن مقارنة بالركام التقليدي.

نفاذية الكلورايد

الشكل ٦ يوضح تاثير نوعية الخرسانة على نفاذية ايونات الكلورايد عند عمر ٢٨ يوما".السلوك العام يوضح ان هناك علاقة طردية بين نفاذية ايونات الكلورايد ونسبة الماء الى الاسمنت.من خلال النتائج يتضح لنا ان نفاذية ايونات الكلورايد للخرسانة المحتوية على الركام البلاستيكي الصناعي تعتبر اقل بنسبة ٣% و٥% من الخرسانة التقليدية والخرسانة خفيفة الوزن المحلية على التوالي.ممايعني ان مقاومة الخرسانة المحتوية على الركام البلاستيكي الصناعي لنفاذية ايونات الكلورايد تزداد في اضافةRPA.ويعلل ذلك بان جزيئات الركام البلاستيكي تسمح للاسمنت بالالتصاق بسطح الركام مما يؤدي الى اغلاق او اعاقة انتقال ايونات الكلورايد.

الركام البلاستيكي الصناعي يمكن استخدامها كبديل تام للركام التقليدي في الخرسانة. ايضاً فان استخدام الركام البلاستيكي في الخرسانة له مميزات معينة مرتبطة بخصائصها من ناحية خفة الوزن والمرونة . كما أنه من المعلوم أن الركام يكون ما يقارب ٧٠-٧٥% من حجم الخرسانة، لذا فان استخدام كميات أكبر من البلاستيك تسهم إسهاما كبيرا في خفة وزن الخرسانة الناتجة والتي تعتبر مطلوبة في التطبيقات التي تتطلب خرسانة ذات قوام خفيف، مثل الارصفه ، والمنشاءات العائمة، و منشاءات امتصاص الصدمات. وعلاوة على ذلك، فإن خصائص المرونة في البلاستيك تحسن من مرونة الخرسانه وتساعدها بمقاومة التشوه (deformation).

علاوة على ذلك، فان تصنيع الركام البلاستيكي الصناعي باستخدام (٧٠ % إلى ٣٠%) نسبة (الرمل إلى البلاستيك) تعطي كثافة اقل وتدرج أفضل ، وذلك بالمقارنة مع عينات من الركام البلاستيكي الصناعي الاخرى إضافة إلى ذلك، فإن وجود الركام البلاستيكي الصناعي في الخرسانة يجعلها أكثر مرونة ، وبالتالي فان عملية الاستطالة تكون أعلى مما يقلل من تشويهها (deformation) . ايضاً فان الخرسانة التي تحتوي على هذه الخاصية هي أكثر دواما ويمكن استخدامها في التطبيقات التي تتعرض لتأثيرات كيمائية شديده مثل اختراق أيونات الكلوريد حيث ان حبيبات الركام البلاستيكي الصناعي تسمح للاسمنت بان يرتبط بسطح الركام مما يؤدي الى إغلاق أو إعاقة انتقال الايونات.لذا فأنه بات من المفهوم أن هذا الابتكارلا يقتصر على المعلومات المذكورة أعلاه ، ولكن يشمل جميع الأغراض ضمن نطاق المطالبات التالية.

عناصر الحماية

١- ركام بلاستيكي صناعي للاستخدام في الخرسانة ،مكون من مادة مركبة تحتوي على ما بين ٣٠% و ٥٠% من مخلفات البولي ايثلين الخطي منخفض الكثافة المقطعه المعاد تدويرها ، والتوازن يكون بالمالىء او الحشوات (filler) . المالىء يكون مغطى بالبلاستيك ويتم تحديد المالىء او الحشوات (filler) من مجموعة تتألف من الرمال الحمراء (red sand)، والرماد المتطاير (fly ash)، ورمال المحجر (quarry fines) بحيث ان الحجم الاقصى للحبيبات يبلغ ١٠ مم.

٢- الركام البلاستيكي الصناعي وفقا للمطالبة ١، حيث ان المالىء او الحشوة المستخدمه هي الرمل الأحمر (red sand).

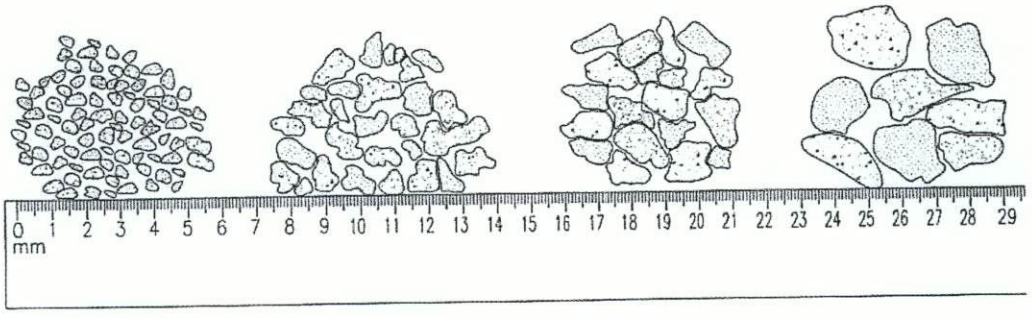
٣- طريقة صنع الخرسانة باستخدام الركام البلاستيكي الصناعي وفقا للمطالبة ١، و تضم الخطوات التالية:

خلط الاسمنت، الماء، الركام البلاستيكي الصناعي وفقا للمطالبة ١، وفيه نسبة الماء إلى الإسمنت ما بين ٠.٥ و ٠.٦؛و معالجة الخلطة الاسمنتية.

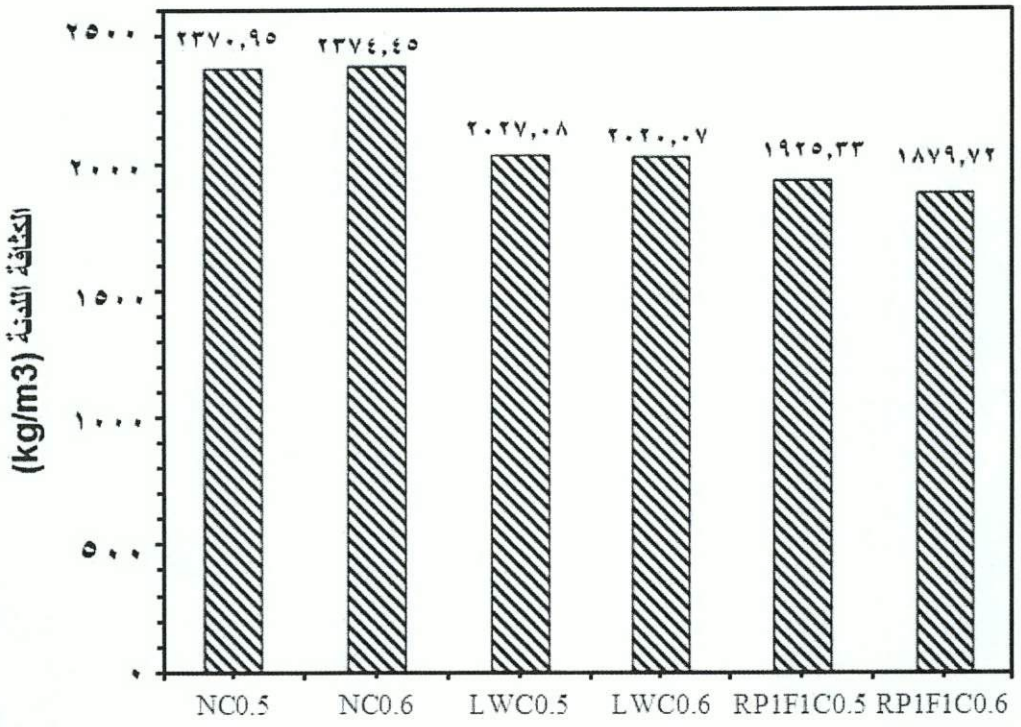
٤- طريقة صنع الخرسانة وفقا للمطالبة ٣، حيث تحتوي على الإسمنت (الاسمنت البورتلاندي).

٥- طريقة صنع الخرسانة وفقا للمطالبة ٣، حيث ان الركام الخشن المستخدم يحتوي على الركام الخشن البلاستيكي الصناعي.

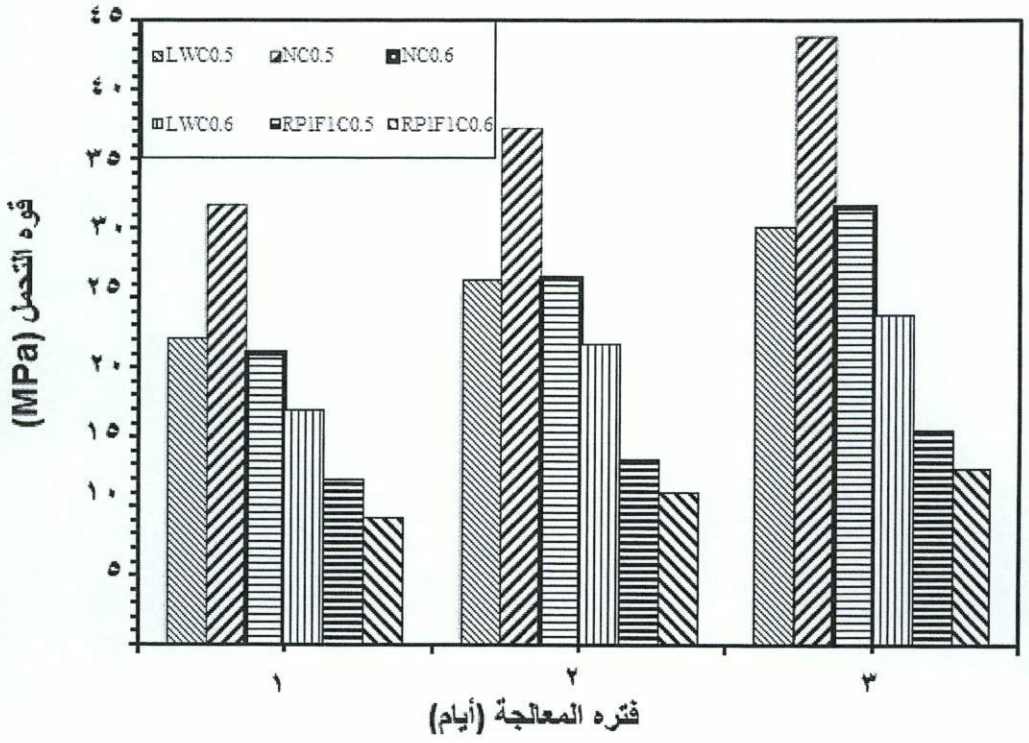
٦- طريقة صنع الخرسانة وفقا للمطالبة ٣، حيث ان الركام الناعم المستخدم يحتوي على الركام الناعم الطبيعي او الصناعي.


0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29
mm

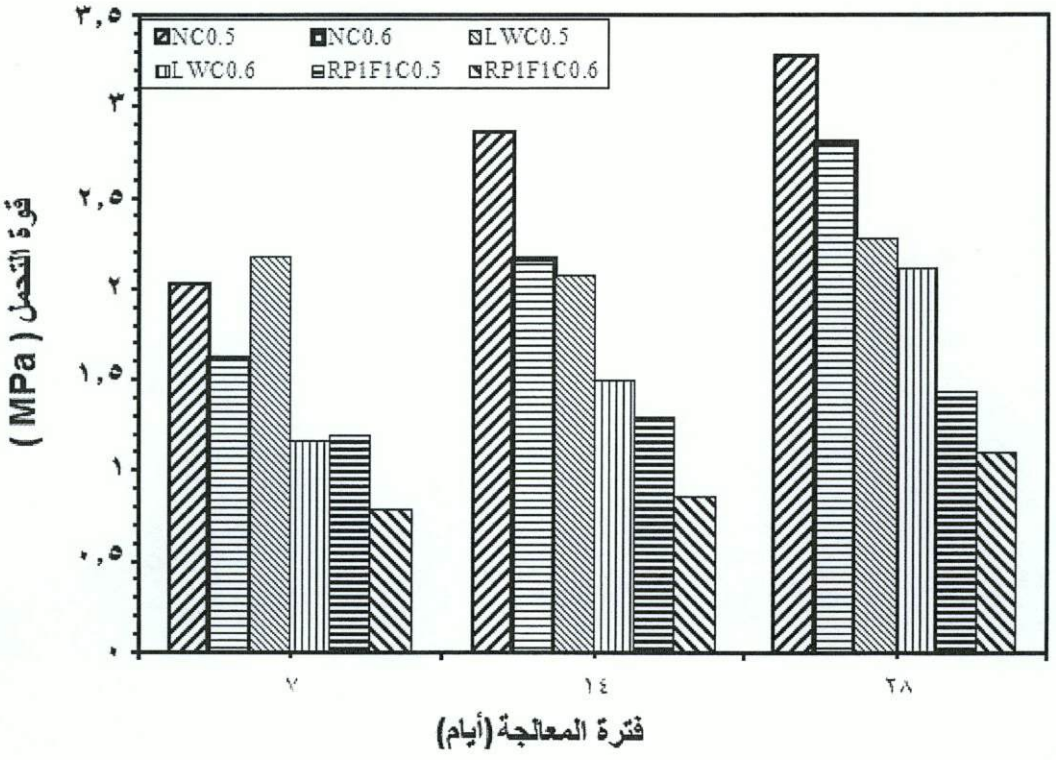
شکل ۱


الكثافة الذنة (kg/m3)
٢٥٠٠
٢٠٠٠
١٥٠٠
١٠٠٠
٥٠٠
٠
٢٣٧٠,٩٥
٢٣٧٤,٤٥
٢٠٢٧,٠٨
٢٠٢٠,٠٧
١٩٢٥,٣٣
١٨٧٩,٧٢
NC0.5
NC0.6
LWC0.5
LWC0.6
RP1F1C0.5
RP1F1C0.6

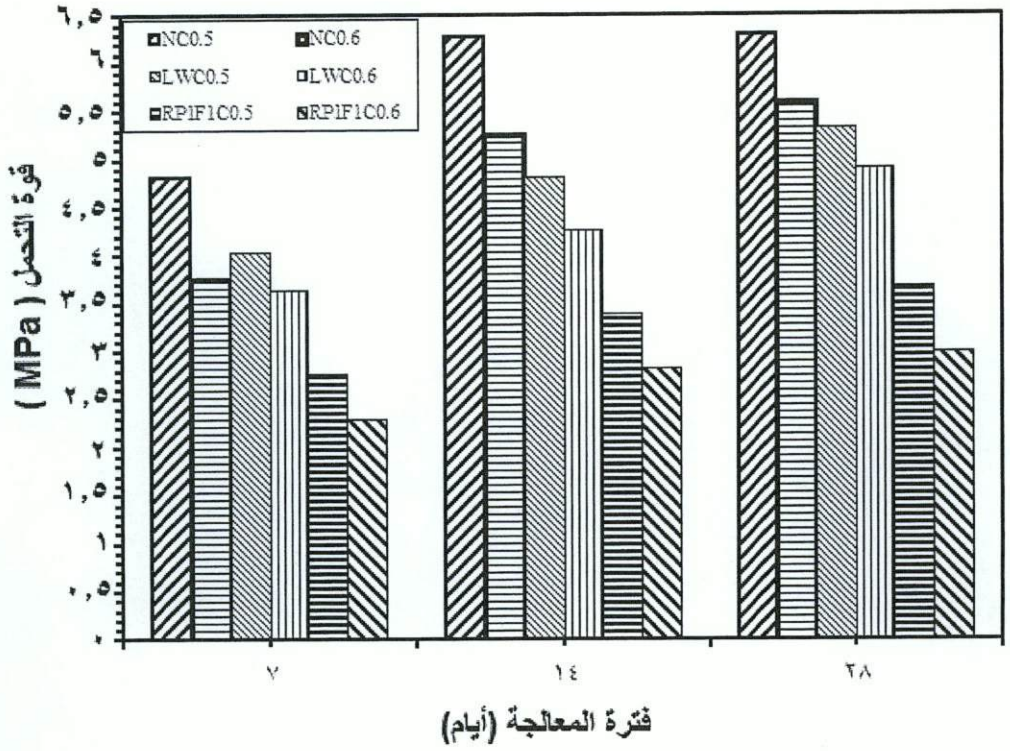
الشكل ٢


LWC0.5
NC0.5
NC0.6
LWC0.6
RP1F1C0.5
RP1F1C0.6
٤٥
٤٠
٣٥
٣٠
٢٥
٢٠
١٥
١٠
٥
١
٢
٣
قوه التحمل (MPa)
فتره المعالجة (أيام)

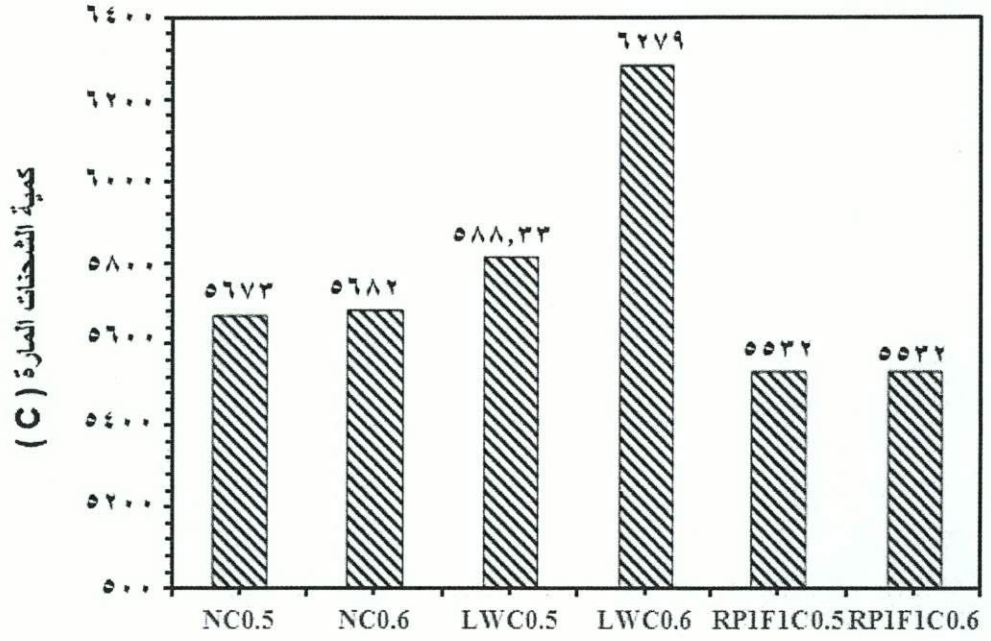
شكل ٣


NC0.5
NC0.6
LWC0.5
LWC0.6
RP1F1C0.5
RP1F1C0.6
٣,٥
٣
٢,٥
٢
١,٥
١
٠,٥
٠
٧
١٤
٢٨
قوة التحمل (MPa)
فترة المعالجة (أيام)

الشكل ٤


NC0.5
NC0.6
LWC0.5
LWC0.6
RP1F1C0.5
RP1F1C0.6
قوة التحمل (MPa)
٦,٥
٦
٥,٥
٥
٤,٥
٤
٣,٥
٣
٢,٥
٢
١,٥
١
٠,٥
٠
٧
١٤
٢٨
فترة المعالجة (أيام)

الشكل ٥


كمية الشحنات المارة (C)
٦٤٠٠
٦٢٠٠
٦٠٠٠
٥٨٠٠
٥٦٠٠
٥٤٠٠
٥٢٠٠
٥٠٠
٥٦٧٣
٥٦٨٢
٥٨٨,٣٣
٦٢٧٩
٥٥٣٢
٥٥٣٢
NC0.5
NC0.6
LWC0.5
LWC0.6
RP1F1C0.5
RP1F1C0.6

الشكل ٦

مدة سريان هذه البراءة عشرون سنة من تاريخ إيداع الطلب

وذلك بشرط تسديد المقابل المالي السنوي للبراءة وعدم بطلانها أو سقوطها لمخالفتها لأي من أحكام نظام براءات الاختراع والتصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة والأصناف النباتية والنماذج الصناعية أو لائحته التنفيذية

صادرة عن

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، مكتب البراءات السعودي

ص ب ٦٠٨٦، الرياض ١١٤٤٢، المملكة العربية السعودية

بريد الكتروني: patents@kacst.edu.sa