المجلّة الدولية للعلوم والتقنية
International Science and Technology Journal
ISTJ

عدد خاص
بالمؤتمر الليبي الدولي للعلوم التطبيقية
و الهندسية
27-28- سبتمبر 2022

LICASE
المؤتمر الليبي الدولي للعلوم التطبيقية و الهندسية

مناقشة بعض نتائج اضافة الرماد المتطاير"FLY ASH" للخلطة الخرسانية لانتاج خرسانة خفيفة الوزن

رافع فوزي بوخشيم، احمد عبدالله الشريف، سهيل عطية العوامي، عمر عبدالعزيز الغزالي

كلية العلوم والتقنية /درنة
rafa.boakhshem79@gmail.com

الملخص

من الملحوظ ان صناعة الخلطات الخرسانية في تطور مستمر من حيث اجراء بعض البحوث والدراسات لتحسين البدائل والاضافات التي تؤدي الي تصنيع خرسانة ذات جودة ومقاومة ضغط عالية. وكذلك عمليات تشيد المباني تواكب نفس التطور لان من تطور التشييد تطور موادة الداخلة فيه ولا سيما ان الخرسانة من اهم مواد البناء والتشييد, وكما لايخفى علي المهندسين والبحاث ان الخرسانة العادية المتكونة من الركام الطبيعي ثقيلة نسبيا في تصميم المنشاءات الخرسانية وخاصة المنشاءات العالية High Rise Building مما يؤدي الي زيادة في الوزن ومن ثم تصميم مكلف لهيكل المبنى الخرساني واساساته. ومن المعلوم انه عملية تصنيع الركام الطبيعي يؤدي الي تلوث الجو ومن هنا أتت فكرة دراسة بعض البدائل للركام لايفاء غرض تخفيف وزن الخرسانة وكذلك الحفاظ علي البيئة من مخلفات تصنيع الركام الطبيعي ومن هنا تم مناقشة بعض نتائج البحاث في استخدام بعض المواد المضافة للخرسانة حيث تم التركيز في هذه الدراسة علي استخدام الرماد المتطاير FLY ASH ودراسة بعض خصائصه واثارهاعلي خصائص الخرسانة من حيث المقاومة والمتانة وقابلية التشغيل. ومن خلال دراسة خصائص الرماد المتطاير لتكوين الركام خفيف الوزن تبين انة من مزاياه انه يعطي قابلية تشغيل جيدة افضل من ما هو علية في حالة استخدام الركام الطبيعي حيث يسهل عملية الخلط والنقل والوضع للخرسانة, ولوحظ انه ذات قوة انضغاطية اقل منه في حالة استخدام الركام الطبيعي الا انه يمكن تحسين القوة بشكل كبير عن طريق تقليل نسبة الماء/ الاسمنت, حيث أبدت بعض الدراسات الي ان نسبة الماء/المادة الرابطة لها تاثير كبير في نفاذية الماء والامتصاص ومنها الي تحسين خواص الخرسانة من حيث المتانة والقوة.

الكلمات المفتاحية: وزن خفيف, وزن عادي, خرسانة, الرماد المتطاير.

Abstract

Noticeable that the concrete mixture industry is in constant development in conducting some research and studies to improve alternatives and additions that lead to the produces of high quality and strength of concrete. As well as building construction processes keep up with the development, that in the development of construction depinded on the development of the materials what is into, especially concrete is one of the most important materials for building and construction. As know to engineers and researchers that regular concrete consisting of natural aggregates is relatively heavy in the design of concrete structures, especially High Rise Building structures, which leads to an increase in weight and subsequently an expensive design for the structure of the concrete building and foundations. However that, the process of

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

manufacturing natural aggregates leads to air pollution, thus that the idea of studying alternatives to aggregates to fulfill the purpose of reducing the weight of concrete as well as preserving the environment from the remnants of the manufacture of natural aggregates and that reasons the study. In this study used of fly ash FLY ASH and studied some of properties and effects on the properties of concrete in wherever of strength, durability and workability. During this studying of the fly ash characteristics for the formation of lightweight aggregates, advantages is that it gives good workability has been resulting, better than that the case of using natural aggregates, wherever facilitates the process of mixing, transporting and placing concrete. observed that it had a lower compressive strength than in the case of using natural aggregates thus that possible to improve the strength significantly by reducing the of water / cement ratio. as some studies showed that the ratio of water / binder has a important effect on water permeability and absorption, the properties of concrete thus of durability and strength had been develpment by control in this ratio.
Key words: light Weight, Normal Weight, Concrete , Fly Ash.

1. مقدمة

من المزايا النادرة للخرسانة التي تجعلها متعددة الأغراض، أنها تشتمل على مواد مصحوبة بتنوع كبيرمن حيث الخصائص كالكثافة والقوة والمتانة. ومن المعلوم انه يتم استخدام خرسانة ذات وزن يتراوح من 1800 إلى 3000 كجم/م^3 عمليا للأغراض الإنشائية[1]. حيث أدت التطورات الحالية في بناء مواد الأسمنت و تحسين قابلية التشغيل وبعض الاضافات الي تصنيع خرسانة ذات قوة ضغط عالية. ومع ذلك، فإن هذه الأنواع من الإضافات تنتج خرسانة ثقيلة نسبيًا وذات أوزان عالية. علاوة على ذلك، يتم تصنيع " NWC " من الركام الطبيعي " NWA ", حيث ان هذه الأنظمة مدمرة بشكل كبير وخطيره للبيئة مما يجعل البحاث والمفكرين في علوم الهندسة لدراسة بدائل لتحل محل الركام الطبيعي حفاظا علي البيئة ولتكوين خرسانة بمميزات جديده وبنفس الوظائف ومن غير تلوث بيئي، حيث تم اختيار الخرسانة خفيفة الوزن كمواد بناء ذات أهمية متزايدة حيث يتم إيلاء المزيد من الاهتمام للحفاظ على الطاقة واستخدام مواد النفايات كمواد نهائية أخرى. على سبيل المثال، تزداد المقاومة الحرارية لمثل هذه المواد مع انخفاض الكثافة مما يؤدي بدوره إلى توفير كبير في الطاقة[2]. ومع ذلك، فإن الخرسانة ذات الركام الخفيف الوزن أسهل في الخلط والوضع من الخرسانة ذات الوزن الطبيعي. بحيث يتم تصنيع الخرسانة خفيفة الوزن (LWC) بقوة تتراوح بين 30–80 ميجا باسكال في كثير من الأحيان[1 ، 3]. وعلى الرغم من حدوث التكسير الدقيق في الواجهة بسبب معدل الامتصاص العالي للخرسانة، فإن الترطيب المسبق للركام الخفيف الوزن هو إحدى طرق تقليل هذا التأثير وبالتالي الحفاظ على اتساق الخلطات الخرسانية[4]. حيث يوجد تقريبًا "2600" مليون طن من الرماد المتطاير (FA) متوفر في العالم، بينما 10٪ فقط من FA متوفر حاليًا[5]. نظرًا لأن الكميات الكبيرة من الرماد المتطاير تظل غير مستخدمة في معظم دول العالم، فإن إنشاء مجاميع الرماد المتطاير خفيفة الوزن يعد خطوة مناسبة لزيادة استخدامه بشكل كبير، لا سيما من خلال تصنيع الركام خفيف الوزن من خلال هذه العملية، أي الربط البارد و التلبيد. كان من الممكن تصنيع الخرسانة خفيفة الوزن بكثافة في حدود 1560–1960 كجم / م^3 وبقوة متوسطة المدى[5].

أدى التوسع في استخدام LWC إلى توفير المطلوب لإنتاج ركام اصطناعي خفيفة. يتطلب التنوع وعملية الإنتاج الركام خفيف الوزن "LWA" فهما أفضل لتأثير خصائص الركام الخفيف الوزن على خصائص الخرسانة [6 ، 7] .

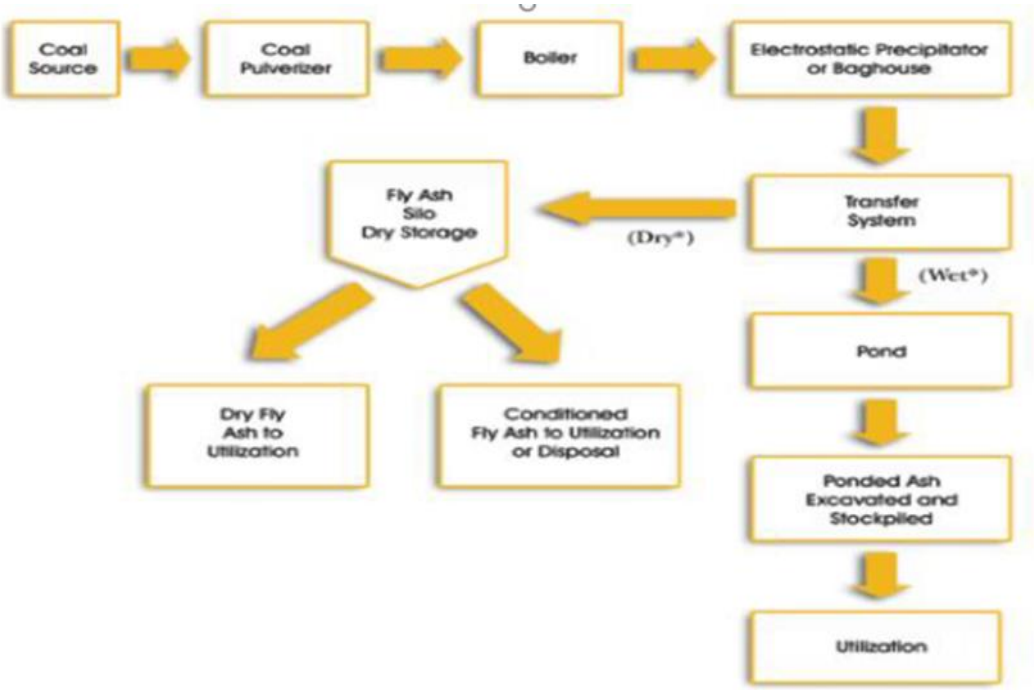
Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

هناك طريقة أكثر عملية لإنتاج حصى خفيف الوزن مع تأثير بيئي جيد وأقل استهلاك للطاقة وهو تكتل جزيئات الرماد المتطاير عن طريق عملية الترابط البارد، وفيها يعمل الماء كمخثر (عامل ترطيب)، بحيث يتحول الخليط الرطب إلى حبيبات في وعاء دوار مائل [8 ، 9]. باستخدام مثل هذه الركام، يمكن عمليا إنتاج "LWC" مع مقاومة ضغط تتراوح من 20 إلى 50 ميجا باسكال [7–10]. تم إجراء بعض الدراسات التجريبية لاستكشاف كيفية تأثير النوع الكلي على خصائص "LWC" [12،13]. يذكر أن مقاومة الضغط في "LWC" تتأثر بشدة بمواد وطرق ربط "LWA" [11 ، 13].

ليس من الواضح إن قوة "LWC" لها ميزة على "NWC" حيث يمكن تحسين قوة "LWC" بشكل كبير عن طريق تقليل نسبة الماء / الأسمنت (w / c) ودمج دخان السيليكا [10]. ووفقًا لما قاله Khokhrin [14] ، فإن نفاذية "LWC" المصنعة من خلال "LWA" المسامي أقل من قدرة "NWC".

1. الرماد المتطاير FLY ASH

يتم تصنيع الرماد المتطاير عن طريف السعق الكهربائي حيث يتم حرق الفحم مع محطات توليد الرطوبة. ويتم تجفيف الجمرات من خلال الهواء داخل غرفة التهاب الغلاية البخارية بحيث يتم حرقه على الفور، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة بالإضافة إلى تصنيع معدن مصهور. تستمد أنابيب الغلايات البخارية الدفئ نسبيا من غلاية البخار، ومن ثم تبريد غاز المداخن مما يؤدي إلى تقوية المعدن المنصهر من أجزاء الرماد الخشنة، على شكل رماد قاع أو خبث، ثم تنقلب إلى قاع غرف الالتهاب، بينما أجزاء الرماد الرقيقة الأخف، والتي تسمى الرماد المتطايرتستمر في تأجيلها في غاز المداخن. ثم يفرغ الرماد المتطايرعن طريق الجسيمات مثل المرسبات الكهروستاتيكية أو ترشيح الأكياس المادية (الشكل 1) [16].



الشكل 1: يمكن أن تكون طريقة نقل الرماد المتطاير جافة أو رطبة أو كليهما [16]

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

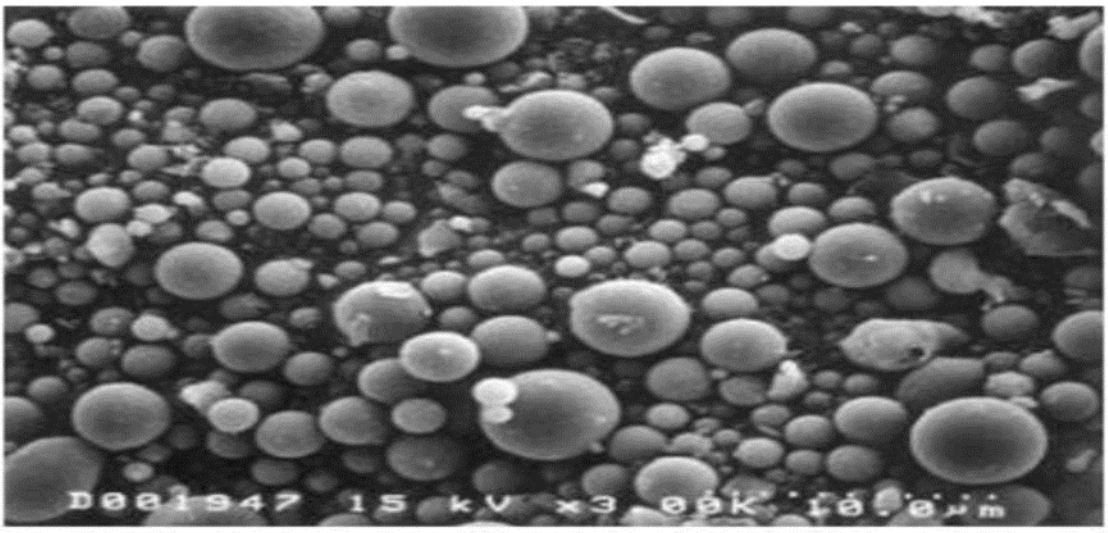
2.1 الخصائص المعدنية للرماد المتطاير

يحتوي الرماد المتطاير على جزيئات تكون في الغالب على شكل كروي ويتراوح حجمها مابين 10–100 ميكرون (الشكل 2). وتعطي هذه الكرات الصغيرة خصائص جديده للخرسانة ومن أهمها خاصية النعومة, حيث ان خاصية النعومة هي إحدى الخصائص الهامة التي تستمد من للرماد المتطاير [16].

يؤثر تكوين الفحم وظروف الاحتراق وأنظمة جمع الرماد والمتغيرات الأخرى بشكل كبير على تكوين الرماد المتطاير. بحيث يتأثر تكوين الرماد المتطاير بمعدل التبريد و يكون تقريبا بحوالي(50–90٪) على شكل جزيئات زجاجية [17 ، 18].

2.2 الخصائص الكيميائية

يتخثر الرماد المتطاير أثناء تأجيله في غازات الانبعاث وكذلك يتم تجميعه بواسطة المرسبات الكهروستاتيكية أو حزم الترشيح. حيث تتخثر الأجزاء أثناء تأجيلها في الغازات المنبعثة. وهي تتكون أساسا من ثاني أكسيد السيليكون، وهو متوفر في شكلين بحيث يكون بدون شكل او محاط بدائرة وسلسة، و بلوري الشكل أيضا، أيا كان أكسيد الألومنيوم وأكسيد الحديد حادا ومدببا وخطيرا. فالرماد المتطاير متنوع للغاية، حيث يصل إلى مزيج من الجزيئات الزجاجية ذات المراحل البلورية المختلفة التي يمكن التعرف عليها مثل الكوارتز، والموليت، وأكاسيد الحديد المختلفة [19].



الشكل 2: جزيئات الرماد المتطاير عند التكبير 2000[17].

تم تحديد فئتين من الرماد المتطاير بواسطة ASTM C618 [20]. الرماد المتطاير من الفئة F والفئة C. التنوع الرئيسي بين هذه الفئات هو كمية الكالسيوم والسيليكا والألومينا ومكون الحديد في الرماد. تتأثر الخصائص الكيميائية للرماد المتطاير في الغالب بالمكون الكيميائي للفحم المحروق. عادة ما يتم تكوين رماد الفئة C من أنواع الفحم الحجري الفرعية وتتضمن بشكل أساسي زجاج كبريتات ألومينو و الكالسيوم، بالإضافة إلى الكوارتز وألاومينات والكلس الحر. يرتبط رماد الفئة C أيضًا بالرماد المتطاير عالي الكالسيوم حيث أنه يشتمل على أكثر من 20٪ من الجير الحر.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

عادة ما يتم الحصول على رماد الفئة F من فحم البيتومين والأنثراسايت ويتكون أيضا بشكل أساسي من زجاج سيليكات الألومينا، مع وجود الكوارتز والموليت والمغنتيت أيضا او الرماد المتطاير منخفض الكالسيوم أصغر من 10٪ من الجير الحر.

3.2. الخصائص الفيزيائية

يعرف الرماد المتطاير باللون الرمادي الداكن، بالاعتماد على عناصر المواد الكيميائية والمعادن فيه. واحيانا أسمر اللون أيضا مع السطوع مصحوبة بمكون الجير العالي. عادة ما يرتبط اللون البني بمكون الحديد. وغالبا يشار إلى اللون الأسود من الرمادي إلى ارتفاع مكون الكربون غير المحترق. و يكون لون الرماد المتطاير منتظما جدا مع كل محطة طاقة أيضا مبخر بالفحم [16].

إن صفاء الرماد المتطاير هو الغالبية المرتبطة ارتباطا وثيقا بحالة تشغيل كسارات الفحم والقدرة على طحن الفحم نفسه. ولاستخدام الرماد المتطاير في تطبيقات الخرسانة، يتم تنقية النعومة كنسبة مئوية من وزن المادة المحتفظ بها في المنخل 0.044 مم. يمكن أن ينتج التدرج الخشن في الرماد الأقل تفاعلًا ويمكن أن يشتمل على مكونات كربونية أعلى. تم الإبلاغ عن قيود النقاء بواسطة ASTM. يمكن تحضير الرماد المتطاير عن طريق الغربلة أو التصفيف بالهواء لتحسين صفاته وتفاعله. لا تتأثر بعض التطبيقات غير الخرسانية، مثل الردم الإنشائي، بنعومة الرماد المتطاير. ومع ذلك، هناك تطبيق آخر مثل حشو الأسفلت يعتمد بشكل كبير على صفاء العينة وتوزيع حجم الجسيمات [16،21].

الشكل 3: ألوان الرماد النموذجية [16]

3. خصائص الامتصاص والنفاذية للخرسانة ذات الوزن الطبيعي"NWC" وخرسانة خفيفة الوزن"LWC"

1.3 خصائص الامتصاص والنفاذية في "NWC"

من المعروف جيدا أن خصائص الامتصاص لها الأكثر أهمية علي المتانة وبشكل مباشر العامل الذي يقيد المركبات القائمة على الأسمنت [22،23]. يؤدي التدهور الناتج عن أيونات الكلوريد من أملاح إزالة الجليد أو مياه البحر إلى انتقال محلول الكلوريد إلى المادة.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

هناك نوعان من المؤشرات التي تتحكم بخضائص الامتصاص والنفاذية. حيث ان النفاذية وهي مقياس للتدفق تحت الضغط في وسط مسامي مشبع، والامتصاص الذي يميز قدرة المادة على امتصاص ونقل المياه من خلالها عن طريق المص الشعري [24]. تعتمد خصائص امتصاص الخرسانة بشكل أساسي على عدد وحجم وتوزيع المسامات او الفرغات في عجينة الأسمنت والركام. قد تكون المسامات فارغة أو مملوءة بالماء، وهذا له تأثير هام على خصائص النفاذية والامتصاص المحسوبة [25]. Wong et a[26], وجد أن التجفيف يرفع مسارات الامتصاص التي يمكن الوصول إليها ومن ثم معدلات النقل والنفاذية وعلى سبيل المثال, للعينات ذات نسبة الماء/الاسمنت W/C "0.35" و ذات العمر سنة واحدة كتوضيح، فإن التجفيف من 75% إلى50% درجة مئوية, يزيد من الانتشار والامتصاصية والنفاذية في المتوسط بمعدل 13% للعينة ذات نسبة الماء/الاسمنت "0.35"، ومعدل 3.5% للعينة ذات نسبة الماء/الاسمنت w/ c "0.5". حيث تم التحقق من أن احتجاز الهواء يزيد من قابلية الانتشار الغازي للنفاذية والسوائل بنسبة تصل إلى 2–3% في أعلى محتويات الهواء و مع ذلك فان نسبة الماء /الاسمنت وفترة المعالجة وكذلك نظام التكييف يحد من انتشار النفاذية[27].
Heede et al [28], لحظ أنه بالإضافة إلى المسامية الكلية فإن اتصال وحجم المسام لهما نفس القدر من الأهمية لخصائص النفاذية للخرسانة. في جميع الحالات ترتبط المسامية بدرجة كبيرة بكمية وحجم المسامات، مما يؤثر بشكل كبير على خصائص النفاذية للخرسانة.

2.3. خصائص الامتصاص والنفاذية في"LWC"

يتم التحكم في خصائص امتصاص الخرسانة من خلال خصائص النفاذية لمراحلها المكونة وترتيبها الهندسي [29]. بالنسبة إلى NWC، فإن الركام المستخدم بشكل شائع في الخرسانة له خصائص النفاذية والامتصاص أقل بكثير من معجون الأسمنت للخلطة المتكونة من LWC. السمة الرئيسية لهيكل تكوين الخرسانة التي تتعلق بآليات النفاذية والامتصاص هي نظام المسام لعجينة الأسمنت [24]. تحتوي NWA على مسامات غير متصلة ولا تسمح بحركة الماء عن طريق الشعيرات الدموية، ومع ذلك وبالرغم من المسامية العالية في LWA، فقد وجد بشكل عام أن حركة الماء في LWC أعلى منه في LWA. حيث انه يعتمد نقل السوائل عبر الخرسانة بسبب التدرج و بشكل كبير على الركام الدقيق المتأصل داخل الخرسانة وشبكة المسام المترابطة او المتصلة [30،22]. يحدث نقل الغازات والسوائل وامتصاص الماء فقط من خلال المسامات الفارغة والشقوق. حيث ان الانخفاض في خصائص النقل والنفاذية مرتبطة مع انخفاض نسبة الماء/الاسمنت. على سبيل المثال، سيكون حجم المسامات والفرغات لعينات بنسبة الماء/الاسمنت بمعدل0.35 أدق او اقل نسبيا مقارنة للعينات بنسبة ماء/الاسمنت 0.5, ويظل جزء أكبر من بنية المسام مملوءًا بالماء بسبب التكثيف الشعري [26].

يعتمد الترتيب المكاني للفراغات الهوائية في محتوى هواء معين على توزيع حجم الفراغات Wong et al[26], حبث تم استخدام صيغة بسيطة باستخدام نموذج ماكسويل و توقع أن زيادة محتوى الهواء بنسبة 1٪ تؤدي إلى زيادة معامل الاختراق بنسبة 10٪ تقريبًا أو تقليل بنسبة 4٪، اعتمادًا بشكل أساسي على دور الفراغات الهوائية سواء كانت تتصرف كموصلات أو عوازل.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

3.3 اختبارات لخصائص النقل و النفاذية

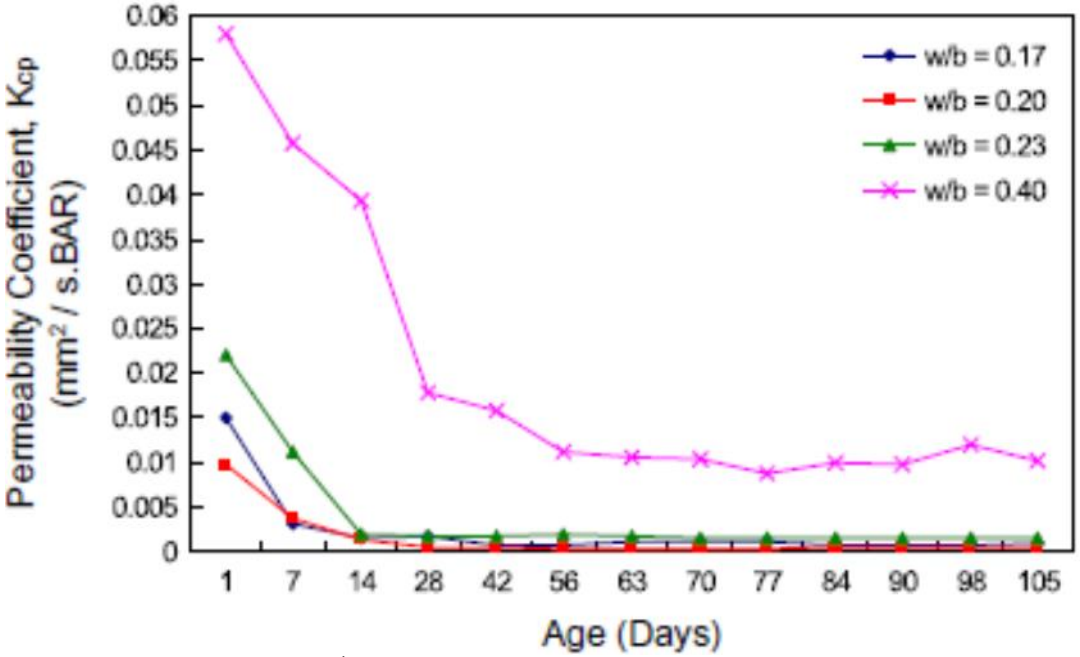
1.3.3 اختبار نفاذية الماء

Tam et al [31], تم التحقق من أن معامل النفاذية النموذجي لخرسانة المسحوق التفاعلية (RPC) في حوالي 98 يومًا يبلغ حوالي 0.0005، مما استنتج أن تغلغل الماء المنخفض لخرسانة المسحوق التفاعلية مع انخفاض نسبة الماء/ الاسمنت قد يعزى إلى المسامات الصغيرة وغير المتصلة والتي تحدث في عجينة متجانسة للغاية وكثيفة من RPC. العلاقة بين نفاذية الماء ونسبة الماء/ المادة اللاصقة موضحة في (الشكل 7).

حيث وجد أن هناك جرعة مثالية من الملدن الفائق (SP) والتي تؤدي إلى أدنى نفاذية. ومن الشكل8، لوحظ أن إضافة 2.5 ٪ SP تعطي أقل معامل نفاذية لـ RPC (شكل 8).

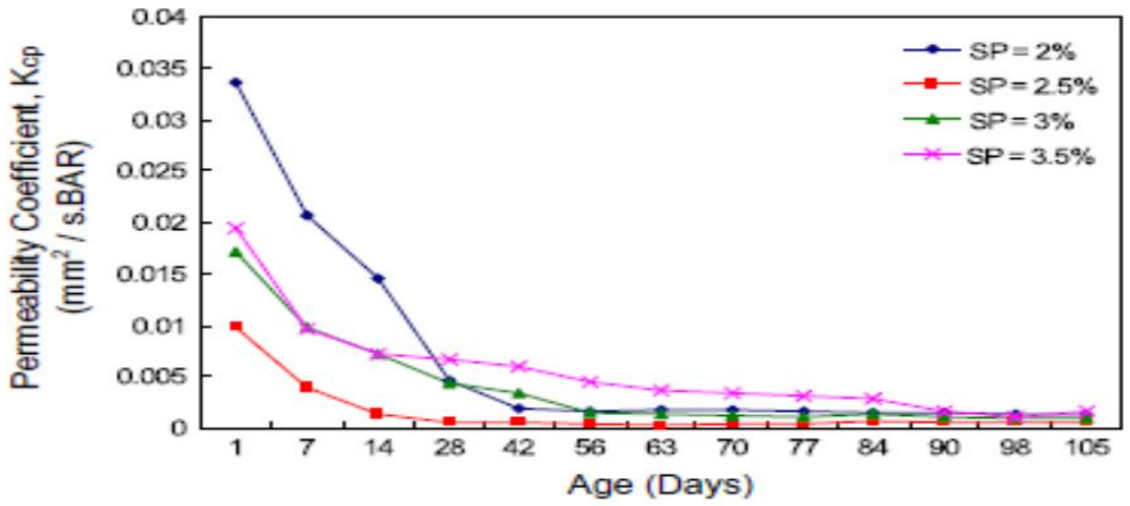
2.3.3 اختبار نفاذية الكلوريد السريع (RCPT)

لوحظ Güneyisi et al [33], أن الشحنة الإجمالية التي مرت تتناقص مع استخدام المضافات المعدنية. أظهرت الخرسانات التي تحتوي على مزيج ثنائي من الميتاكولين (MK) مقاومة أعلى بكثير لنفاذية أيونات الكلوريد. على سبيل المثال، كانت الشحنة الإجمالية التي مرت عبر الخرسانة المتحكم بها حوالي 1009 كولوم، والتي تعتبر الخرسانة منخفضة حيث انه تغيرت رتبة الخرسانة لتصبح منخفضة للغاية. ومع ذلك، بالنسبة لجميع الخرسانات التي تحتوي على مواد مضافة معدنية، لوحظ أن استخدام "MK" هو الأكثر فاعلية في تقليل نفاذية أيونات الكلوريد، لا سيما مع زيادة التأثير مع زيادة محتوى " MK ". كانت الشحنة الإجمالية التي تم تمريرها عبر الخرسانة المصنوعة بنسبة 15٪ "MK " منخفضة حيث تصل إلى 164 كولوم. بينما كانت الشحنات الإجمالية للخرسانة بنسبة 60٪ FA و 60٪ من خبث فرن الصهر المحبب (GGBFS) وصلت بحوالي 715 و 264 كولوم ، في المقابل.



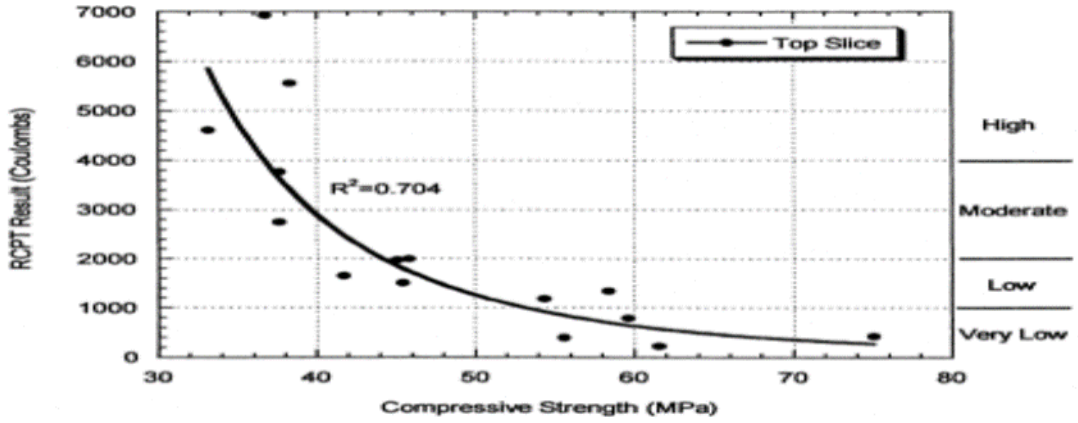
الشكل 7: نفاذية الماء بنسب مختلفة من الماء/ المادة الرابطة تحت أعمار مختلفة [31]

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية



الشكل 8: نفاذية الماء لـ RPC بجرعات مختلفة من SP تحت أعمار مختلفة [31]

ومن دراسة Mohr et al. [32] تم رسم متوسط مقاومة الانضغاط لكل جزء اختبار مقابل متوسط جميع نقاط بيانات RCPT (الشكل 9). وفي كل حالة تم اختبار اثنتين إلى أربع عينات من حيث القوة وRCPT. ينتج عن توافق انحدار قانون القوة للبيانات ارتباطًا جيدًا (R2 = 0.70). ومن ثم، يشير الانحدار إلى قوة الانضغاط مقابل علاقة RCPT لهذه الخرسانة بغض النظر عن تصميمات المزيج المختلفة والتاريخ البيئي. تأتي أهمية هذه العلاقة على مستويات مختلفة. أولاً، من الواضح أن التغييرات في قيم RCPT مقياس تنبؤي لمقاومة اختراق الكلوريد لخرسانة البورتلاندية العادية (OPC). في نقاط القوة المنخفضة والمتوسطة، يكون الانخفاض في نفاذ الكلوريد مع تزايد القوة دراماتيكيًا. من خلال الانتقال من 35 إلى 45 ميجا باسكال أقصى قوة ضغط، يمكن توقع انخفاض نتائج RCPT من أكثر من 4000 إلى أقل من 2000 درجة مئوية (انخفاض من فئتي RCPT). وفي حين تغلغل الكلوريد ينخفض عن طريق الانتقال من 60 إلى 70 ميجا باسكال ، فإن قوة الضغط القصوى هي بضع مئات من الكولوم داخل نفس فئة RCPT التي تم إيقافها من خلال التغييرات في قوة الانضغاط.



الشكل 9: نتيجة RCPT طويلة الأجل مقابل علاقة قوة الانضغاط لخرسانة الرصف من الدراسة الميدانية. قيم النفاذية للجزء العلوي من الخرسانة و جميع القيم هي متوسطات لكل قسم اختبار [34]

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

توضح دراسة Chia and Zhang [33], تحليلًا تجريبيًا لقابلية اختراق الكلوريد للخرسانة خفيفة الوزن عالية القوة (LWC) مقارنةً بالخرسانة عالية القوة والوزن الطبيعي (NWC) مع أو بدون دخان السيليكا. نتيجة مقارنة قابلية اختراق أيون الكلوريد بين LWC و NWC بنفس النسبة من حيث الحجم (كان الاختلاف الوحيد بينهما هو الركام الخشن المستخدم). كانت مقاومة LWC لاختراق الكلوريد مماثلة لتلك الموجودة في NWC المقابل في كل من رتب القوة العادية والقوة العالية.

نظرًا لأن قوة الضغط لـ LWC كانت أقل من مقاومة NWC المقابلة ، فقد أشارت النتائج إلى أنه بالنسبة لقوة معينة لمدة 28 يوما ، من الواضح أن LWC سيكون له مقاومة عالية لاختراق الماء والكلوريد من NWC.

4.المناقشة

من خلال دراستنا لما توصل الية المؤلفون والبحاث لدراسة إضافة الرماد المتطاير للخلطة الخرسانية لتكوين خرسانة خفيفة الوزن خلال هذه الورقة يمكن مناقشة ما توصل الية البحاث خلال النقاط الاتية :

- إضافة الرماد المتطاير الي الخلطة الخرسانية لتكوين خرسانة ذات وزن خفيف LWC لوحظ ان قوتها اقل منها في حال الخرسانة المتكونة من الركام الطبيعي NWC وذلك لان عدد المسامات في الخلطة LWC اكبر من تلك في الخلطة NWC , ولكن يمكن تحسين قوة LWC وذلك عن طريق تقليل نسبة الماء / الاسمنت.
- وفقا لما قاله KHOKHRIN فان نفاذية LWC المتكونة من LWA اقل قدرة من الخرسانة المصنوعة من NWA.
- يتأثر معامل النفاذية بنسبة الماء/المادة الرابطة، حيث ان الشكل رقم (7) يبين أفضل نسبة من الماء/المادة والتي كانت 20% أي 0.20 بحيث أدت الي نسبة نفاذية الماء في العينة في عمر 1 يوم الي حوالي 0.01 وأصبحت في تقلص الي ان وصلت في عمر 98 يوما تقريبا الي 0.0005 من معامل النفاذية.
- عند استخدام الملدن الفائق SP بنسبة مئوية مدروسة لمثل هذا النوع من الإضافات يقلل من نسبة النفاذية فنلاحظ من خلال دراستنا الي الشكل (8) بان أفضل نسبة كانت 2.5 % حيث كانت بداية النفاذية في اليوم الأول بمعدل تقريبا 0.01 من معامل النفاذية وتناقصه هذه النسبة في عمر 98 يوما الى 0.0008 تقريبا.
- ان استخدام المضافات المعدنية لها تأثير كبير على نفاذية او مرور الشحنة، حيث أبدت الخرسانة المتكونة من المزيج الثنائي من الميتاكولين MK مقاومة عالية لنفاذية ايونات الكلوريد.
- من خلال تجربة Chia and Zhang لاختراق الكلوريد للخرسانة خفيفة الوزن المتكونة من الرماد والخرسانة ذات الوزن الطبيعي كانت النتيجة مماثلة في كل من رتب القوة للخرسانة العادية وعالية المقاومة.
- من التجارب التي أجريت على العينات فهناك مؤشر الي ان نتائج القوة لخلطة LWC سيكون لها مقاومة عالية لاختراق الماء والكلوريد في فترة متقدمة من عمر الخرسانة وقد تعلو الخرسانة المتكونة من NWC.
- نلاحظ من خلال دراسة،Mohr et al وعلاقة مقاومة الانضغاط واختراق الكلوريد للخرسانة ان كلما زادت مقاومة الانضغاط قل اختراق الكلوريد للخرسانة, وتحليلا الى ما توصل اليه الباحث من خلال الرسم البياني في شكل (8)

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

يمكن ملاحظة ان الخرسانة ذات مقاومة انضغاط تتراوح ما بين 35–45 ميجابسكال تقابلها اختراق للكلوريد بمعدل من 4000 الي 2000 وعند زيادة المقاومة من 60–70 ميجابسكال تقابلها اختراق للكلوريد بمعدل 1000–200.

5.النتائج

من خلال ما تقدم به الباحثون من تجارب وابحاث في هذه الدراسة يمكننا تلخيص بعض النتائج المتعلقة في استخدام الرماد المتطاير لتكوين خرسانة خفيفة الوزن في عدة نقاط :

- عند استخدام الرماد المتطاير في الخلطة الخرسانية تعطي نعومة جيدة للملاط الخرساني وقابلية تشغيل جيدة مما يجعل للخرسانة ميزة في عملية الانهاءات مثل عملية وضع ونقل الخرسانة وخاصة عن طريق المضخات الخرسانية.
- تكتسب الخلطة المتكونة من الرماد المتطاير القوه والمتانة في عمر متقدما.
- تؤثر نسبة الماء/الاسمنت بشكل كبير علي النفاذية للخلطة المتكونه من الرماد المتطاير.
- أدى استخدام الركام الخفيف الوزن من الرماد المتطاير الي تقليل وحدة الوزن للخرسانة وفي المقابل لابد من اتخاذ الاحتياطات من حيث تحسين المتانة لاختراق ايون الكلوريد وكذلك من حيث النفاذية.

6.توصيات

نلاحظ ان هذا النوع من الخرسانة لا يستخدم الي وقتنا هذا في معظم البلاد العربية وخاصة في بلدنا ليبيا ومن هنا تتيح لنا هذه الدراسة ببعض التوصيات لاستخدام مثل هذه الإضافات المستخدمة مسبقا :

- دراسة مثل هذه الأنواع من الإضافات وذلك لما فيها من فائدة في مجال تكنولوجيا الخرسانة.
- اجراء الاختبارات على الخرسانة المتكونة من الرماد المتطاير وخاصة منها المعملية.
- توفير مثل هذه الأنواع من المضافات لمواكبة التطور في مجال تكنولوجيا الخرسانة.
- معالجة بعض الأمور الهامة لمثل هذا النوع من الخلطات الخرسانية من حيث طهور بعض التشققات بعد عملية الصب وذلك بأجراء معالجة مبكرة للخرسانة بعد الصب.

REFERENCES

[1] Haque M.N., Al-Khaiat H., and Kayali O. (2004). Strength and durability of lightweight concrete. Cement and Concrete Composites, 26, pp. 307–314
[2] Newman, J.B. and Bremner, T.W. (1980). The testing of Structural Lightweight Concrete. The Concrete Society, the Construction Press, Lancaster, UK, pp. 152– 172.
[3] Zhang, M.H. and Gjorv, O.E. (1991). Mechanical properties of high strength lightweight concrete. ACI Material Journal, V. 88, No. 3, pp. 240–247
[4] Lo, Y., GAO, X.F., and Jeary, A.P. (1999). Microstructure of pre-wetted aggregate on lightweight concrete. Building and Environment, V. 34, pp. 759-764
[5] Bilodeau, A. and Malhotra, V.M. (2000). High-volume fly ash system: Concrete solution for sustainable development. ACI Material Journal, V.97, No. 1, pp. 41–49.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

[6] Kayali, O., Haque, M.N., and Zhu, B. (1999). Drying shrinkage of fiber-reinforced lightweight aggregate concrete containing fly ash. Cement and Concrete Research, V.29,pp 1835–1840
[7] Chi, J.M., Huang, R., Yang, C.C., and Yang, J.J. (2003) Effect of aggregate properties on the strength and stiffness of the lightweight concrete. Cement and Concrete Composites, V.25, pp. 197–205
[8] Chang, T.P. and Shieh, M.M. (1996) Fracture properties of lightweight concrete, Cement and Concrete Research, V. 26, No. 2, pp. 181– 188
[9] Yang, C.C. (1997). Approximate elastic moduli of lightweight aggregate. Cement and Concrete Research, V.27, No. 7, pp. 1021– 1030.
[10] Gesoglu, M., Ozturan, T., and Guneyisi, E. (2004). Shrinkage cracking of lightweight concrete made with cold-bonded fly ash aggregates. Cement and Concrete Research, V.34, No.7, pp. 1121–1130
[11] Torres, M.L. and Garcia-Ruiz, P.A. (2009). Lightweight pozzolanic materials used in mortars: Evaluation of their influence on density, mechanical strength and water absorption. Cement and Concrete Composites, V.31, pp. 114–119
[12] Al-Khaiat, H. and Haque, N. (1999). Strength and durability of lightweight and normal weight concrete. ASCE Journal Material Civil Eng., V.11, No.3, pp.231–235
[13] Ke, Y., Beaucour, A.L., Ortola, S., Dumontet, H., and Cabrillac, R. (2009). Influence of volume fraction and characteristics of lightweight aggregates on the mechanical properties of concrete. Construction Building Material, V. 23, pp. 2821–2828
[14] Khokhrin, N.K. (2009). Durability of Lightweight Concrete Structure Members. (Kuibyshov, U.S.S.R.).
[15] Thomas, M.D.A. (2006). Chloride diffusion in high-performance lightweight aggregate concrete. In: Durability of concrete. Proceedings 7th CANMET/ACI international conference, SP234, Montreal, Canada. p. 77–95
[16] U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration Fly Ash Facts for Highway Engineers”
[17] Erdogan ö. (2007). Effects of mineral admixtures on the fresh and hardened properties of self-compacting concretes: binary, ternary and quaternary systems. PhD thesis. Gaziantep University, pp. 50-60.
[18] Doven AG (1996) Lightweight fly ash aggregate production using cold bonding agglomeration process. Ph. D. Thesis, Boğaziçi University, Turkey, pp. 20 - 25.
[19] Human and Ecological Risk. (2007). Assessment of Coal Combustion Wastes, RTI, Research Triangle Park, prepared for the U.S. Environmental Protection Agency, pp 15 – 18.
[20] ASTM C618 – 08. Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete". ASTM International
[21] Gonzalez-Corrochano B., Alonso-Azcarate J. and Rodas M. (2009). Production of lightweight aggregates from mining and industrial wastes. Journal of Environmental Management, 90.2801–2812.
[22] Neville AM. (1995). Properties of concrete. Burnt Mill, Harlow, Essex, New York: Longman, pp. 500-505.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

[23] Broomfield JP. (1997). Corrosion of steel in concrete: understanding, investigation and repair. London (UK): E&FN Spon Ltd, pp 108-110.
[24] B. B. Sabir, S. Wild and M. O'Farrell. (1998). Materials and Structures, A water sorptivity test for mortar and concrete Vol. 31, pp. 568-574.
[25] W.J. McCarter, M. Forde, H.W. Whittington, T. Simons. (1983). Electrical resistivity characteristics of air-entrained concrete, Proc. Inst. Civ. Eng. Pt. 2 75 123–127.
[26] H.S. Wong, A.M. Pappas, R.W. Zimmerman. (2011). Effect of entrained air voids on the microstructure and mass transport properties of concrete , N.R. Buenfeld , Cement and Concrete Research, 41 1067–1077
[27] P. Van den Heede, E. Gruyaert, N. De Belie. (2010). Transport properties of high-volume fly ash concrete: Capillary water sorption, water sorption under vacuum and gas permeability, Cement & Concrete Composites, 32 749–756.
[28] Aligizaki KK. (2006). Pore structure of cement-based materials: testing, interpretation and requirements. Taylor & Francis, pp. 15-21.
[29] C.C. Yang, C.H. Liang. (2009). the influence of medium–high temperature on the transport properties of concrete by using accelerated chloride migration test, Materials Chemistry and Physics 114 670–675.
[30] Mehta PK, Monteiro PJM. (1993). concrete: structure, properties and materials. 2nd ed. Prentice Hall, pp. 602-615.
[31] C.M. Tam, Vivian W.Y. Tam, K.M. Ng. (2012).Assessing drying shrinkage and water permeability of reactive powder concrete produced in Hong Kong. Construction and Building Materials 26, 79–89
[32] P. Mohr, W. Hansen, E. Jensen, I. Pane. (2000). Transport properties of concrete pavements with excellent long-term in-service performance. Cement and Concrete Research, 30 1903-1910
[33] Kok Seng Chia, Min-Hong Zhang. (2002). Water permeability and chloride penetrability of high-strength lightweight aggregate concrete. Cement and Concrete Research, 32 639–645

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية