ISSN : 9774-344X

ماروزوفا و قيس، 2016

المجلة العربية للعلوم و نشر الأبحاث

المجلد الثاني - العدد (5) : 4- يونيو 2016؛ ص. 240-254 ؛ بحث رقم :H06416 .

دراسة بحثية

الخواص الريولوجيه لمعاجين المضافات المعدنيه المعدَّله التي تضاف الى الخرسانه الأسمنتيه

أ. م. د. نينا نيكلايفنا ماروزوفا

م. حمزه عبدالملك قيس *

قسم هندسة المواد - كلية الهندسة المدنيه - جامعة قازان الحكوميه للهندسه المدنيه والمعماريه *

البريد الالكتروني : hamza.qais@mail.ru

الملخص

تعتبر الخرسانة من اهم مواد البناء الاساسية التي يعمل العلماء على تطوير جودتها من خلال الاضافات المعدنية، وفي هذا البحث تم دراسة الخواص الريولوجية لغبار السيليكا و سيليكات الألمنيوم حيث تم تحديد كمية الماء و قابلية الحركة، بالإضافة الى حساب اجهاد القص للمعجون، كما تناول البحث تأثير تركيز الملدنات المخفضة للماء على غبار السيليكا و سيليكات الألمنيوم حيث استخدم في البحث خمسة انواع من الملدنات المتعددة الكربوكسيل، وخمسة انواع من الاضافات المعدنية. أظهرت النتائج ان الاضافات المعدنية المستخدمة في الخلطة الخرسانية تتأثر وبنسب متفاوتة عند إضافة المعدلات الكيميائيه الى معاجينها حيث تم اختبار نشاط تلك الاضافات المعدله (الكيميائيه) بمدى مقدرتها على تخفيض نسبه كميه المياه في تلك المعاجين. البحث اثبت ان هناك علاقه وطيده بين الخواص الريولوجيه ومساحة سطح المعدن اي أنه كلما كانت مساحة السطح كبيره كلما زادت كمية المياه لإحداث التدفق المطلوب، وأن توافق الملدنات مع اضافات المعادن يعتمد وبشكل اساسي على التركيب الهيكلي للمعدن.

الكلمات المفتاحية: الخواص الريولوجيه, الاضافات المعدنيه, الزيوليت, غبار السيليكا, المعدلات الكيميائيه

مقدمة

الريولوجيا علم يُعنى بحالات المادة وما يحدث فيها من حيث اللزوجة والتمدد والتلدن بتأثير العوامل الخارجية مثل درجة الحراره والضغط [1]. الموائع حسب الخاصيه الريولوجيه لها تنقسم الى قسمين : الموائع النيوتونيه، والموائع اللانيوتونيه.

الموائع النيوتونية التي تكون اللزوجة فيها لا تعتمد على طريقة تشوه ومرونة الجسم ، والتي تتناسب عندها قيمة التشوه تناسباً عكسيا مع الجهد المطبق عليها وهذا المفهوم يمكن ان يطبق على المواد التي يحدث بها التشوه والمرونه في ان واحد تحت تأثير الاحمال او التدفق. وهذه المواد تتميز بلزوجتها التي تبقى ثابتة وتتغير

فقط عند تغير درجة الحرارة والضغط. كما تأخذ شكل الإناء الذي توضع فيه، وتسمى هذه الموائع بالموائع النيوتونية. أما الموائع اللانيوتونية فهي الموائع التي تتغير لزوجتها عندما تطبق عليها قوة مما يجعلها تتصرف كجسم صلب، وأحيانا تؤدي القوة المطبقة عليها إلى سيلانها [2].

تكتسب الريولوجيا اهميه خاصه في علم البناء حيث يجب عند الشروع في البناء التأكد من نوعية الطين الذي يسود المنطقة، لأن بعض الأنواع قد تصبح سائلة عند حدوث الزلازل التي تطبق عليها قوة تؤدي إلى انخفاض لزوجة الطين. كما تكتسب ايضا اهميه كبيره في تصميم الخرسانه، حيث ان معرفة لزوجة و تدفق المواد الداخله في صناعة الخرسانه يؤدي الى الاستغلال الأمثل لتلك المواد والحصول على خرسانه ذات كفائه عاليه[3].

إن من احدى الطرق المستخدمه لتحسين هيكل وخواص الخرسانه هو استخدام الاضافات. الخرسانه الحديثه تستخدم مجموعه واسعه من الاضافات الكيميائيه وكذلك المعدنيه. تعتبر الخرسانه اليوم العمود الفقري لكل عمليات البناء والأشعال العامه في العالم ومع تطور المباني الشاهقه والطرق، وبالتحديد الطرق كثر البحث والطلب عن الخرسانه عالية المقاومة [4-7]. الخرسانه عالية المقاومه يتم الحصول عليها عن طريق زيادة متانة وقوه الخرسانه مع الأخذ بعين الاعتبار الى نسبه الماء الى الاسمنت فكما هو معلوم انه كلما كانت نسبة الماء الى الاسمنت اقل كلما كانت متانه الخرسانة أكثر. ويجب ايضا الاخذ بيعبن الاعتبار انه كلما كانت نسبة الماء اقل في الخرسانه (اقل من النسبه المطلوبة لأحداث التفاعل المطلوب) فأن ذلك سيؤدي الى التأثير وبشكل كبير على اداء وقوة الخرسانه وربما قد تتكون الشقوق بعد فتره قصيره من الصب[8-10]. الخرسانه عالية المقاومه تتطلب بعض الاضافات سواء الكيميائه او المعدنيه لتحسن نوعية واداء الخرسانه فضلا عن انخفاض القيمة الاقتصادية لها [11].

تغيير محتوى الماء – يعتبر عاملا رئيسيا في تنظيم إتساق الخرسانة كما وأن تقليل كمية الماء في الخليط المحتوي على الاسمنت ومكونات المواد الصليه يؤدي الى انخفاض قابلية الحركة وتكون الخرسانة شبه متصلده ويصعب خلطها بالطرق اليدويه وفي هذه الحاله يتطلب تعزيز دمك الخرسانه لضمان الحصول على خرسانه ذات كثافه مناسبه. ونتيجة لصغر سمك طبقة الماء مقارنة بحبيبات الاسمنت والمكونات الأُخرى - المضافات الكيميائيه او المعدنيه - كما وان إندماج الطبقات المموهه مع بعضها البعض وكذلك تسريع عملية تشبع منتجات المحاليل المموهه بكثافه اعلى كل ذلك يؤدي الى تدفق ونمو البلورات المموهه وبالتالي تسارع عملية تصلب العجينه الاسمنتيه والخرسانه المكونه منها . [12-13].

استخدام المضافات المعدنية النشطة لتصنيع الخرسانة المختلفة وكذلك الخلطات ينطوي حتما على الحاجة إلى استخدام اضافات ذات خواص ملدنه وعالية الأداء كما يؤدي ذلك الى تنظيم الخواص التكنلوجيه للخلطه الخرسانيه بسبب ارتفاع تشتت المضافات المعدنية وبالتالي نمو سطح المساحيق المعدنيه، ومن بين هذه الإضافات ذات الكفاءة العالية هي الملدنات المتفوقة ذات الكربوكسيل المتعدد. غير ان بالنسبه لهذه الملدنات –كما ولبقية الاضافات الكيميائيه – يوجد عدد من المشاكل من اهمها عدم

التوافق [14،8] في الآونة الأخيرة، أصبحت المواد الكيماوية المضافة على أساس الكربوكسيل المتعدد عنصر لا غنى عنه في سوق البناء في الدول الأوروبية والأمريكية. لم يؤد ظهورالكربوكسيل المتعدد في سوق البناء إلى وقف استخدام الملدنات التقليدية، ولكن ظهور تلك الاضافات ادت الى تنويع الاحتمالات والقدرات في التعامل في حل المشاكل الملحه في تكنولوجيا الخرسانة [17-15].

مما سبق تبين لنا ان هناك مشكله في اختيار نوع الاضافات الكيميائيه والمطلوب منا هو ايجاد حل لهذه المشكله عن طريق دراسه نشاطها في مجال الحد من ارتفاع كمية المياه في النظم المائيه للألومينوسيليكات والسيليكات والتي من شأنها أن تشكل عنصر واحد من الخرسانة عالية المقاومه. ان فعالية المضافات المخفضه للماء تم تقييمها عن طريق تقليل كمية المياه في معجون المعدن المحتوي على الماء ومقارنة تلك النتائج مع المكون الاخر الخالي من الاضافات ويشترط ان يكون التدفق في كلا المكونين متساويا.

هدف البحث

ايجاد حل لمشكلة اختيار نوع الاضافات الكيميائيه عن طريق دراسه نشاطها في مجال الحد من ارتفاع كمية المياه في النظم المائيه للألومينوسيليكات والسيليكات المعدنيه .

منهجية البحث

دراسة الخواص الريولوجيه عن طريق دراسة تجريبية لتحديد نشاط بعض الاضافات المعدنيه والتي تعتبر احدى مكونات الخرسانه ومدى قابلية تلك الاضافات للمعدلات الكيميائيه. الخواص الريولوجيه تم دراستها بطريقة البرفسور كلاشينكوفا من جامعة بينزا الحكوميه للعماره والمدنيه [11]. ووفقا لذلك استخدمنا اسطوانه غير قابله للصدأ والتي يبلغ قطرها الداخلي 25 ملم وارتفاعها 50 ملم.

التغير في محتوي الماء وكذلك قابلية الحركه تم تقيمها بواسطه حساب قيمة التدفق على جوانب السطح المعرض للجاذبيه كما تم حساب اجهاد القص النهائي عن طريق الصيغه التاليه:

$$\tau_0 = \frac{hd^2\rho g}{\kappa D^2} \qquad (1)$$

حيث :

τ_0 اجهاد القص النهائي للمعجون محسوبه بالباكسال، h ـ ارتفاع الاسطوانه، d ـ قطر الاسطوانه محسوبه بالمتر، ρ ـ كثافة المعجون (الماء مع المعدن) محسوبه بالكيلوجرام على المتر المكعب، κ ـ معامل يراعي اعاده توزيع الاجهادات على جسم الصفيحه الزجاجيه ويساوي 2، D ـ قطر المعجون المتدفق بالمتر.

الطريقة يمكن تلخيصها بالتالي:

يتم وضع الاسطوانه المعدنيه الغير قابله للصدأ فوق قطعه من الزجاجه مساحتها 180*180 مم (شكل1) بحيث توزن المواد المستخدمه في المعجون (المعدن مع الماء) بكميات كافيه لملئ الاسطوانه وبعد ان تملئ الاسطوانه بالمعجون يتم رفع الاسطوانه الى الاعلى ويتم حساب قطر المعجون المتدفق(شكل2). وبعد كل مره يتم حساب الكثافة الناتجة ρ عن ذلك بالصيغة التالية:

$$\rho = M2 - M1/V \qquad (2)$$

حيث ان

M2. كتلة القطعه الزجاجيه كجم،

M1. كتله القطعه الزجاجيه مع المعجون كجم،

V. حجم الاسطوانه، حيث يتم حسابه بالصيغه التاليه :

$$\mathrm{V} = \Pi h d^2/4 \qquad (2^*)$$

حيث ان

Π. معامل قيمته 3,14

h و d . قطر وارتفاع الاسطوانه

ووفقا للقياسات الناتجه تم تحديد تأثير الملدن عن طريق:

1- مؤشر خفض الماء ويتمثل قي خفض كميه الماء داخل النظام الانسياب

$$\mathrm{Wd} = (W/S)_n/(W/S)_p \qquad (3)$$

2- كما يمكن ايضا حسابه بالنسيه المئويه بالنسبه للعينه الغير محتويه غلى اضافات

$$\Delta\mathrm{W} = (W/S)_n - (W/S)_p/(W/S)_n * 100\% \qquad (4)$$

حيث ان:

$(w/s)_n$.نسبة الماء الى المعدن بدون اضافات ،

$(w/s)_p$.نسبة الماء الى المعدن مع الاضافات.

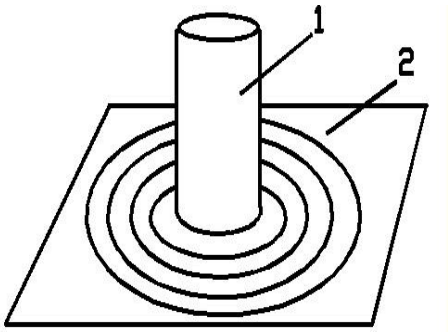
تأثير تركيز الملدنات المخفضه للماء تم حسابها عن طريق الصيغه التاليه:

$$\mathrm{K} = \Delta\mathrm{W}/C \qquad (5)$$

حيث:

ΔW . مؤشر خفض الماء ،

C . تركيز الاضافات (بالنسبه المئويه).



الشكل رقم (1). وضعية الاسطوانه فوق لوح الزجاج

1- اسطوانه معدنيه غير قابله للصدأ

2- زجاجه تحت الاسطوانه لحساب قطر المعجون المتدفق

الشكل رقم (2): المعجونه بعد رفع الاسطوانه بعد ملئها

المواد المستخدمة في البحث وخواصها

قمنا بدراسة مجموعتين من المضافات المعدنية :

المجموعه الاولى:

سيليكات الالومنيوم (زيوليت طبيعي من جمهورية مصر وزيوليت طبيعي من جمهورية تتارستان في روسيا.

المجموعه الثانيه :

غبار السيليكا من مدينة ليبيسك الروسيه ورمل مطحون.

حسب تعريف العالم (سميث) الزيوليت هو عباره عن سيليكات الالومنيوم لديه تركيب هيكلي يحوي فراغات مملؤه بأيونات كبيره اضافه الى جزيئات الماء والتي لها القدره في التنقل بحريه كبيره الامر الذي يؤدي الى التبادل الأيوني والجفاف العكسي. الزيوليت يحتوي على مسامات مجهريه مفتوحة وهذه المسامات تعطي الزيوليت خصائص معينه ومميزه كما وتضمن هذه المسامات نشاط هيدروليكي [18].

الزيوليت المصري والذي تم طحنه الى كسور (0 -0,08مم) يحتوي على:

الكلينوبتوليت Clinoptilolite بنسبة 75%، كوارتز 8%، بلاجيوكلاز 3%، كربونات 2,5% الصيغة الكيميائية للزيوليت:

$(Na_2^+, K_2^+)O\ Al_2O_3 \cdot 8SiO_2 \cdot 10H_2O$ ونسبة Si/Al هي 4,8- 5,4 و مساحته السطحية 9900 سم^2/جم.

الزيوليت التتاري يحتوي على الكلينوبتوليت بنسبة 14-28%، الكوارتز 13-19%، الكالتسيت بنسبة 18-28%، ميكا 5% ومساحة سطحه 17286 سم^2/جم.

غبار السيليكون نفايات من سبائك السيليكون التي تتكون من جسيمات كرويه يبلغ حجمها 1,0-0,01 ميكرومتر ومساحة سطحه 20000سم^2/جم وتحتوي على ما يصل إلى 95٪ السيليكا غير متبلورالنقي والذي له القدره على التفاعل مع الجير بنشاط كما ويعمل على تحرير الاسمنت عند الاماهه مما يؤدي الى تشكيل روابط غير قابله للذوبان في الماء.

الميتاكاولين metakoalin هو مادة اصطناعية، مجففه من طين الكاولي (سيليكات الالومنيوم المائية) حجم حبيباته أصغر من حبيبات الاسمنت ولكن ليس بأخف من غبار السيليكا ($Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot H_2O$) حيث يبلغ حجم حبيباته الى 1-5 ملي ميكرون ومساحه سطحه تصل الي 30000سم^2 / جم.

في هذا البحث استخدمنا ميتاكاولين مستخرج من مدينه جورفاليني الروسيه وهو عباره عن مسحوق وردي فاتح يحتوي على الكولنيت بنسبة 90-93% والمرحله البلوريه فيه تتكون من بقايا بلورات الميكا بنسبة 2,5-3 % والكوارتز بنسبة 4-5% . الميتاكالين المستخدم مساحه سطحه 24500 سم^2 على جم . رمل مطحون يحتوي على ثاني اكسيد السيليكون ليس بأقل من 83% ومساحة سطحه 3800 سم^2 / جم.

بالنسبه للاضافات الكيميائيه المستخدمه في هذا البحث هي:

- الملدنات المتفوقه من فئة (C-3) عباره عن مسحوق يذوب في الماء بسهوله ويصنف ضمن الانيونات النشطه ويتكون من مركبات قليلة الوحدات ومركبات لانهائيه مثل البوليمر والتي تشكلت تحت تكثيف حمض سلفونيك النفثالين مع الورمالدهيد والقلويات (هيدروكسيد الصوديوم) .

- ملدن متفوق من فئة melfelex (ملدنات المانيه) وهوعباره عن مسحوق اصفر يذوب في الماء بسهوله ملدنات متفوقه حيث يتم الحصول عليه عن طريق التجفيف بالرش(الرذاذ) بناء على كربوكسيلات البوليستر المعدلة والكثافة الظاهرية لهذا الملدن 350 - 600 غرام / لتر و اسه الهيدروجيني 5,8-6,5.
- الكربوكسيلات المتعدده (كربوكسيل ألفا) عباره عن اضافات سائله شفافه
- Micro Air 125 عباره عن اضافات طارده للهواء تستخدم في الخلطه الخرسانيه حيث تتميز بمقاومتها العاليه للصقيع والماء.
- اضافات الأروس عباره عن سائل معتم (لونه يميل الى السواد) بني اللون كثافته 1145 كغ \ م ^{3} واسه الهيدروجيني 8,3.

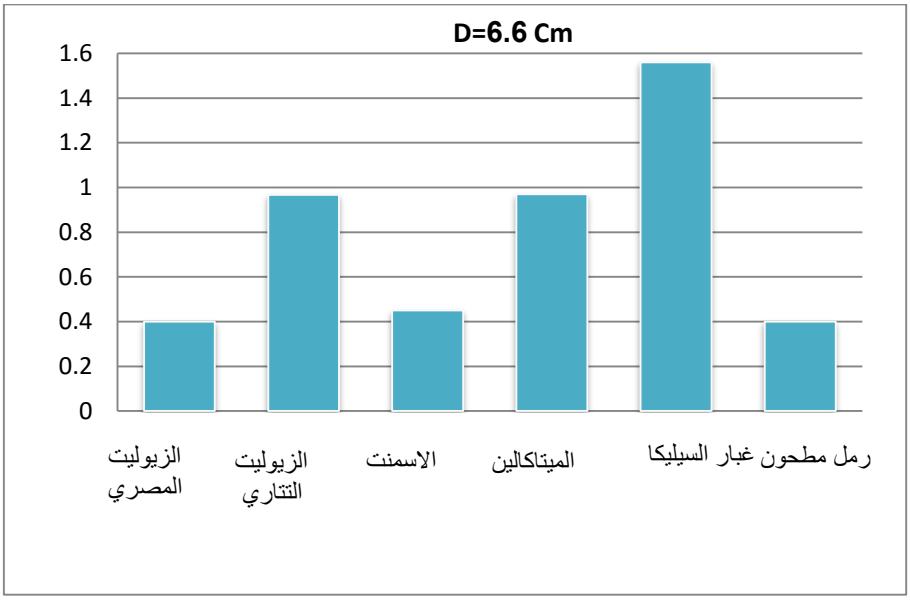
النتائج والمناقشة

لقد كانت هناك الكثير من الدراسات والتي تناولت في مجملها الخواص الريولوجية لعجينة الاسمنت وبعض من تلك الدراسات مشار اليه في المراجع [19-25].

تمت دراسة الخواص الانسيابية للمعجون بدون اضافات كيميائيه كما في (الشكل رقم 3) و(الشكل رقم 4) حيث يظهر الشكل رقم (3) انه كلما كانت مساحة السطح كبيره كلما زادت كمية المياه المطلوبه لاحداث التدفق المطلوب بمعى اخر ان مساحة سطح المعدن تؤثر وبشكل كبير على الخواص الانسيابيه للمعدن. وبالتالي كما هو واضح لدينا من خلال الشكل رقم 3 يتضح ان الزيوليت المصري والرمل والذي مساحة سطحيهما تساوي 9900 و 3900 سم^2 \ جم لديهما اقل كمية ماء .كما وان اعلى كميه ماء لدى غبار السيليكا يليها الزيوليت التتاري ثم الميتاكالين. كمية المياه المطلوبه في مسحوق الزيوليت المصري هي نفسها في الرمل المطحون وتساوي 0,4 بالرغم ان مساحة سطح الزيوليت المصري اكبر من مساحة سطح الرمل المطحون ب2,5 مره .

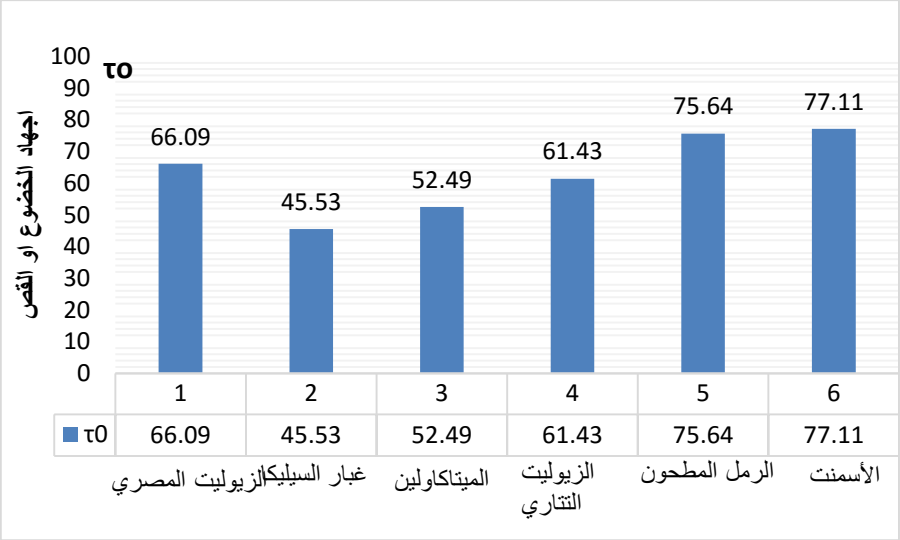
في حين ان جهد القص النهائي والذي تم الحصول عليه من معجون المعادن لم يحافظ على تنظيم الطلب على المياه كما هو واضح في(الشكل رقم 4) وهنا يلاحظ ان مسحوق الاسمنت يمتلك اعلى قيمة اجهاد قص (77.11) باسكال مقارنة ب(62.4)باسكال في دراسه اخرى [26] وهذا يعتمد على خواص الاسمنت وظروف الانتاج والتي يكونةعندها قيمة اجهاد القص اكبر من 60 باسكال. يليه الرمل المطحون, ثم الزيوليت المصري، وهي (66.09,75.64) باسكال على التوالي في حين ان غبار السيليكا والميتاكالين يمتلكان قيمه تشتت عاليه (نظرا لكبر مساحتهما السطحيه) حيث بلغت قيم اجهاد القص لديهما الى (52.49،54,48)باسكال على التوالي ولهذا السبب فأن هذين المعدنيين (غبار السيليكا وكذلك الميتاكالين)

يمتلكان درجه سيوله جيده.ولهذا ينبغي ان تؤخذ هذه الحقيقه بعين الاعتبار لتحسين سمك الطبقات البينيه للمصفوفات الريولوجيه للخرسانه عالية المقاومه.



الشكل رقم (3). كمية الماء المطلوبه في الاضافات المعدنيه لأحدات تدفق قطره 6.6 سم

من المهم شرط تقليل محتوى الماء للأنظمه المعدنيه مع المحافظه على الحركه المناسبه للخلطه والتي تؤثر بشكل مباشر على خصائص قوة الخرسانة والناتجة من استخدام الاضافات ذات الخواص المخفظه للماء وتحقيقا لهذه الغايه اجرينا هذا البحث للتعرف على تأثير الاضافات ذات الخواص المسيله (الملدنات المتفوقه بنوعيها) في تغييرالخواص الريولوجيه لمعجون المعادن المحتويه على الماء.

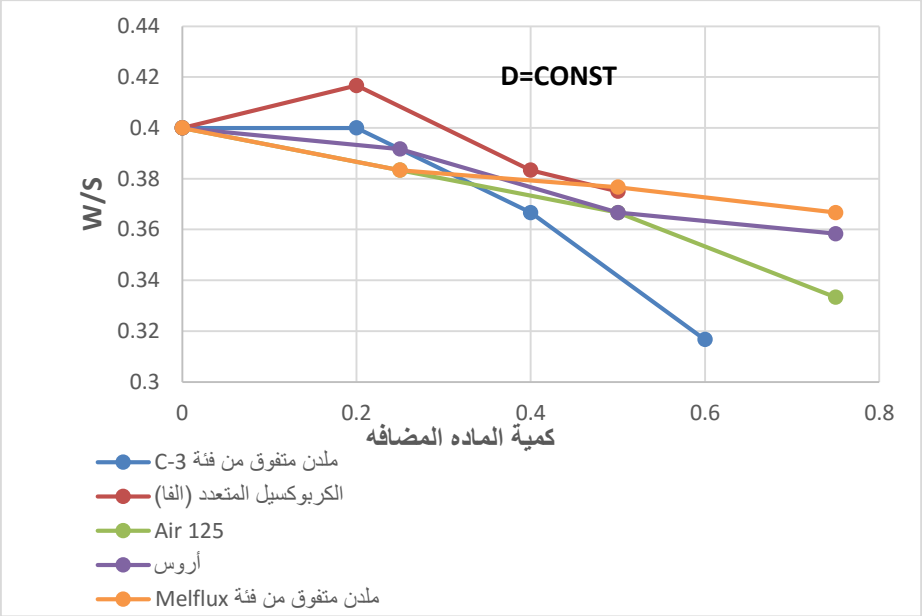


الشكل رقم (4). تغير اجهاد القص (الخضوع) النهائي لمعجون المعادن مع الماء.

في هذه التجربه تم اختيار مسحوق الزيوليت المصري وكذلك غبار السيليكا واللذان اظهرا اعلى واقل قيمه ل(w/s) كما يظهر في (الشكل رقم 5) و (الشكل رقم 6). اما بالنسبه للنتائج الحسابات التي تم الحصول عليها من المعدلات الكيميائيه المخفضه للماء مبين في (جدول رقم 1).

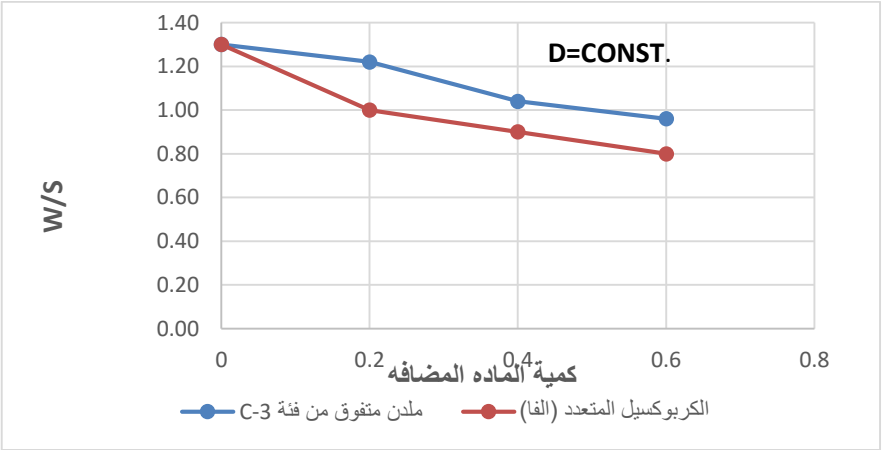
كما يتبين لنا من الشكل 5 يلاحظ ان أكبر انخفاض لكمية الماء في معجون الزيوليت كانت بمساعدة الملدن المتفوق من نوع C-3، حيث بلغت قيمة 0.32 W/S مقارنة ب 0.4و بالمسحوق الخالي من الاضافات وقيمة τ0 69.85 باسكال مقارنة ب 66.09 باسكال بتلك الخاليه من الاضافات اما بالنسبة للملدن المتفوق من نوع melflux وكذلك المعدل الكيميائي متعدد الكربوكسيل(الفا) واللذان يمتلكان تأثير قوي على معجون الاسمنت قد اظهرا تأثير اقل من الملدن المتفوق من فئةC-3. عند اضافة الكربوكسيل المتعدد الى معجون الزيوليت بكميات قليله فأنه يعمل كعامل استقرار وربما يعود ذلك الى االتركيب الهيكلي لمعدن الزيوليت والذي يتكون من الكلينوبتيلوليت clinoptilolite بنسبة 75%.

اما بالنسبه لمعجون غبار السيليكا فكما هو مبين في شكل 6. كانت النتائج عكس معجون الزيولبت فقد اظهر غبار السيليكا تأثيرا ملحوظا عند اضافة الكربوكسيل المتعدد مقارنة بغيره من الملدنات وهذا يتطابق مع دراسه اخرى مماثله والتي قام بها الدكتور ماروزافا في جامعة كازان الحكومية للهندسة المدنية والمعمارية[4،28،27].



الشكل رقم (5). تغير محتوى الماء بالنسبه الى معجون الزيوليت المصري بتغير نوع وكميه المعدل الكيميائي

علاقة تأثير المعدلات على المواد المعدنية الطبيعية والتي تم اختيارها لتقييم انخفاض محتوى كميه المياه في النظام المعدني المحتوي على الماء (المعجون) وعلاقة ذلك بنشاط المعدل الكيميائي تم توضيحه في جدول1.



الشكل رقم (6). تغير محتوى الماء بالنسبه الى معجون غبار السيليكا بتغير نوع وكمية المعدل الكيميائي

الدراسة اظهرت ان اكبر انخفاض لكمية الماء في الأنظمة المحتويه على المعدلات تم تقيمها بواسطه قدرة تلك المعدلات في تخفيض كمية الماء المضافة الى المعاجين عن طريق حساب قيمة ΔW_d والتي بلغت قيمتها عند اضافة الكربوكسيل المتعدد في مسحوق غبار السيليكا الى 38,5% و 32,5% بالنسبة للرمل المطحون كما هو مبين في جدول1. اما بالنسبة للمعدل الكيميائي *Melflux* فقد اظهر حساسيه جيده نوعا ما عند

اضافته الى الرمل المطحون حيث بلغت قيمة W/S الى 0.33، ولم يظهر اي استجابه في المعجون المحتوي على غبار السيليكا.(انظر الجدول رقم 1) عند استخدام المعدلات الكيميائية المخفضة للماء في المواد المحتوية على سيليكات الالومنيوم مثل الزيوليت والميتاكلين فأن قيمة ΔW_d تكون ضعيفة مقارنة بغبار السيليكا والرمل المطحون وربما يرجع ذلك الى الاكاسيد التي كونت كاتيونات صعبه Ca^{2+}، Al^{3+} ، $Mg^{2+}Si^{4+}$،في المستويان S6 وp6 والتي في معظمها لديها مؤشرات ملدنه وهذه الكاتيونات تتفاعل مع جزيئات الملدن عند الامتصاص. ان اضافة الملدن متعدد الكربوكسيل (الفا) الى الميتاكاولين يؤدي الى تقليل قابلية الحركة لهذا المعدن نتيجة لزيادة قيمة W/S وبالمثل فأن ادخال *Melflux* والكربوكسيل المتعدد في معجوني الزيوليت المصري والتتاري تعتبر أكثر فعاليه من بين المعدلات الاخرى. بالنسبة لتأثير الملدنان *Melflux* والمتعدد الكربوكسيل(الفا) على معاجين الزيوليت و الميتاكاولين: بالنسبة للزيوليت التتاري فان قيمة مؤشر تأثير الملدن تتراوح بين 3-7%. وبالنسبة للزيوليت المصري وكذلك الميتاكالين اظهرا استجابة لتلك الملدنات بالرغم ان تلك الاستجابة كانت ضعيفة. بالنسبه للملدن المتفوق C-3 كانت قيمة مؤشر تركيز الملدن في الزيوليت المصري تساوي (K =30) و(k=31) بالنسبة لمعدن الميتاكالين وقيمةΔW_d تساوي 15% و 15.5% على التوالي اما بالنسبة لتأثير مؤشر خفض الماء في معجون الرمل المطحون فكانت قيمة ΔW_d تساوي 15% في حيث ان قيمة مؤشر تركيز الملدن تساوي (K=50). في معجون غبار السليكا كانت (K=43.7) و ΔW_d تساوي 26.2 % مقارنة ب 54.2 % حسب دراسة اخرى [20].

ولهذا فأن ارتفاع النشاط الريولوجي في الملدن المتفوقC-3 والمتعدد الكربوكسيل (الفا) في المعاجين المائيه يكون عاليا في الرمل المطحون وكذلك لغبار السيليكا يليه الزيوليت المصري ثم الميتاكالين.ولكن فقط في حالة الزيوليت التتاري فأن المعدل الكيميائي Air 125 يمتلك نشاطا افضل مقارنة بالمعدلات الاخرى.

جدول رقم (1) تأثير الانظمه الكيميائيه المخفضه للماء في مختلف الانظمه للمعاجين المعدنيه

اسم المسحوق	كمية المسحوق بالجرام	اسم المعدل الكيميائي	كمية المعدل الكيميائي،%	اجهاد القص، باسكال	W/S	W_d	ΔW_d %	K
الزيوليت المصري	60	-	-	66.09	0,4	-	-	-
	60	ملدن متفوق من فئةC3	0.6	69.85	0.32	1,18	15	30
	60	الكربوكسيل المتعدد	0.5	71.56	0,375	1,07	6,25	12,5
	60	Air 125	0.75	69.54	0,365	1,1	8,75	17,5
	60	أروس	0.75	67.67	0,367	1,09	8,25	16,5
	60	ملدن متفوق من فئة Melflux	0.75	64.95	0,377	1,06	5,75	11,5
غبار السيليكا	60	-	-	45.53	1,3	-	-	-

	60	ملدن متفوق من فئةC3	0.6	51.95	0,96	1,35	26,2	43,7
	60	الكربوكسيل المتعدد	0.6	52.89	0,8	1,63	38,5	64,2
	60	ملدن متفوق من فئة Melflux	0.5	53.43	1,3	1,0	0	0
الميتاكولين	60	-	-	52.49	0,97	-	-	-
	60	ملدن متفوق من فئةC3	0.6	51.95	0,82	1,18	15,5	31
	60	الكربوكسيل المتعدد	0.6	52.89	0,94	1,03	3,1	6,2
	60	ملدن متفوق من فئة Melflux	0.75	53.43	1,0	0,97	-3,1	0
الزيوليت التتاري	60	-	-	61.34	0,97	-	-	-
	60	ملدن متفوق C3	0.6	61.35	0,884	1,1	8,87	17,7
	60	الكربوكسيل المتعدد	0.5	60.11	0,916	1,06	5,56	11,1
	60	ملدن متفوق من فئة Melflux	0.5	54.69	0,9	1,08	7,2	14,4
	60	ملدن من فئة Air 125	0.75	56.55	0,848	1,14	12,6	25,2
الرمل المطحون	60	-	-	75.64	0,4	-	-	-
	60	ملدن متفوق C3	0.6	78.17	0,3	1,33	25	50
	60	الكربوكسيل المتعدد	0.75	77.16	0,27	1,48	32,5	65
	60	ملدن متفوق من فئة Melflux	0.75	77.16	0,33	1,2	17,5	35

لقد كانت هناك العديد من الدراسات التي تبين مدى تأثير الانظمه الكيميائيه المخفضه للماء في مختلف الانظمه للمعاجين المعدنيه والمشار اليها في المراجع [14-16] .

الاستنتاجات

الخاصية الريولوجية تتناسب تناسب طرديا مع مساحة سطح المعدن اي انه كلما كانت مساحة السطح كبيره كلما زادت كمية المياه لإحداث التدفق المطلوب، كما ان اجهاد القص (الخضوع) لمعجون المعادن يتناسب تناسبا عكسيا مع مساحة السطح اي انه كلما كانت مساحة السطح كبيره كلما كانت قيمة اجهاد القص τ_0 صغيره كما وأن اختلاف اماكن تواجد المعادن يؤثر على قيمة اجهاد القص.

توافق الملدنات مع اضافات المعادن يعتمد وبشكل اساسي على التركيب الهيكلي (البلوري) لذلك المعدن اضافة الى طاقته السطحية، يلعب التركيب الكيميائي للملدن دور كبير في مدى توافق المعدن ولكن لعدم

معلومية التركيب الكيميائي الحقيقي للإضافات الكيميائية فقد يتطلب ذلك اختبار نشاط كل ملدن حسب الوظيفة والذي قد يظهر توافقا مع معدن ولا يتوافق مع معدن اخر كما هو مبين في هذا البحث.

الخلاصة

نظراً لزيادة الطلب على الخرسانة عالية المقاومة ومدى ارتباط ذلك بنسبه كمية الماء في الخلطة الخرسانية ولأن الخرسانة عالية المقاومة تستخدم الاضافات المعدنية بأنواعها المختلفة فقد تحتم علينا دراسة تلك الاضافات من حيث قدرة تأثرها وتوافقها مع المعدلات الكيميائية المختلفة حتى يسهل الحصول على الخرسانة المناسبة.

فمن خلال نتائج البحث يمكن القول انه ليس من الضروري ان يتلاءم الملدن المضاف مع الخرسانة المحتوية على اضافات المعادن ولكن ربما قد يتلاءم ذلك الملدن المضاف مع الخرسانة الخالية من اضافات المعدن ولذلك ليس من الضروري ان تتلاءم الخرسانة المحتوية على الاضافات المعدنية والخرسانة الخالية من الاضافات بملدن واحد , اضافه الى ذلك فأن اضافة المعدن الى الخرسانة يؤدي- في اغلب الأحيان - الى رفع نسبه كمية المياه في الخرسانة وبالتالي صعوبة الحصول على الخرسانة المناسبة ذات المتانة العالية ولكن من اجل الحصول على نتائج مرجوه وسهولة الحصول على خرسانه عالية المقاومة والتي في معظمها تحتوي على المعادن كماده اضافيه تؤدي الى رفع كفاءة الخرسانة وكذلك زياده عمر الخرسانة في التحمل فقد عمدنا في هذا البحث الى دراسة نشاط تلك المعادن ومدى توافقها مع انواع الملدنات المختلفة حتي يسهل للباحثين وكذلك العاملين في مصانع الخرسانة من سهولة الحصول على خرسانه مناسبه ذات كفاءه عالية وكلفه اقتصاديه اقل.

ملاحظه:

معاجين المضافات المعدنيه المعدَّله يقصد بها هنا خليط الاضافات المعدنيه مع الماء مع تعديلها او معايرتها بواسطة المعدلات الكيميائيه والتي تمتاز بأنها ذات خواص مخفظه للماء.

المراجع

1. الريولوجيا. (1 أغسطس، 2015) . في ويكيبيديا ، الموسوعة الحرة . تم الاسترجاع 18:05 ، 1 أكتوبر 2015 ، الرابط: https://ar.wikipedia.org/wiki/علم_الجريان/
2. علم الموائع (29 ابريل، 2016) في المجتمع العلمي المغربي الرابط: http://science.ma/?p=22266
3. "Rheology." Wikipedia, 29 April 2016 . https://en.wikipedia.org/wiki/Rheology
4. Laborers V.G, Farmhands V.G, 1998. “Modified concrete- Theory and practice”, p.768.

5. Sagdatullin D. G, Morozova N. N., Khozin V. G. Salnikov A.V, No.10, 2006. “Modification of cement concrete by small alloying additives” Building materials, pp.30-31.

6. Tarakanov, O.V, [Electronic resource]2009. – № 8 (78). “Application of complex mineral additives in the composition ORGANOTIN - General concrete modifiers”. Conditions of access : http://stroyprofile.com/archive/3810

7. Bian R. B., Miao C. W., Shen J Sorrento, Italy, 2006. Suppl. Eighth CANMET/ACI International Conference. “Review of chemical structures and synthetic methods for polycarboxylate superplasticizers”, pp. 133-144.

8. W. Fan, F. Stoffelbach, J. Rieger et al, Cement and Concrete Research.2012. “A new class of organosilanemodified polycarboxylate superplasticizers with low sulfate sensitivity, p. 42.

9. Bazhenov O. M, ABU, 2003. “Technology of concrete”. Textbook for high schools construction specialty, 500 p.

10. Bazhenov, Y. M., Demyanova V. S., Kalashnikov V, ABU, 2006. “Modified high-quality concrete”, 368p.

11. Delatte, Crowl, and Mack, article, November 11, 2006. “Reducing Cracking of High Performance Concrete Bridge Decks”

12. P.u. Xincheng. September 20, 2012 by CRC Press Reference – 276. “Super-High-Strength High Performance Concrete”, P.96

13. M.S. Sciolti, M. Frigione, M.A, ASCE Journal of Composites for Construction, Vol. 14, (2010) Issue 6 Aiello: "Wet Lay-Up Manufactured Frp's for Concrete and Masonry Repair. Influence of Water on the Properties of Composites and of Their Epoxy Components", pp. 823-833.

14. Frigione, M. et al, 2006. “Water effects on the bond strength of concrete/concrete adhesive joints. Construction and Building Materials”. pp.957–970.

15. E,B, Gordeev, E. A. Eakin, 2012. Information source: magazine of concrete products and structures. “Problem formalization for the selection of chemical additives”.

16. Vovk, A. I, issue № 4, 2013 “additives based on polycarboxylates concrete technology",pp. 13-15.

17. Sagdatullin, D. G., Morozova N. N., Khozin V. G, izvestiya KSUAE, 2009, No.2. “Rheological characteristics of aqueous suspensions of composite gypsum binder and its components”, PP. 263 to 268.

18. Morozov, N. M, building materials. 2005. No. 11. “sand high-strength concrete, pp. 25-26.

19. A. V. Yakimov, A. I. Burov. Kazan:publishing house "fen" of Academy of Sciences of Tajikistan, 2001. “Zeolite-containing rocks of Tatarstan and their applications”, p. 176

20. Kalashnikov, V, scientific-technical conference of teaching staff, scientific workers, postgraduates of Russian Universities. - Penza: PHASE. 1999. “Methods of determining rheological properties of structured suspensions”, p. 54

21. L. D. Schwartzentruber, R. Le Roy, and J. Cordin, Cement and Concrete Research, vol. 36, no. 7, 2006 "Rheological behaviour of fresh cement pastes formulated from a Self Compacting Concrete (SCC)," pp. 1203–1213.

22. E. A. M. Gad, M. R. Mabrouk, and F. H. Mosallamy, Silicates Industriels, vol. 70, no. 3-4, "Rheological properties of different cement pastes made with different admixtures," pp. 59–64

23. A. Papo, L. Piani, and R. Ricceri, Industriels, vol. 70, no. 9-10 , 2005. "Optimization of Portland cement pastes," pp. 149–152

24. M. Lachemi, K. M. A. Hossain, V. Lambros, P.-C. Nkinamubanzi, and N. Bouzoubaâ, Cement and Concrete Research, vol. 34, no. 2, 2004. "Performance of new viscosity modifying admixtures in enhancing the rheological properties of cement paste," pp. 185–193,

25. A. Papo and L. Piani, " Cement and Concrete Research, vol. 34, no. 11, 2004. "Effect of various superplasticizers on the rheological properties of Portland cement pastes", pp. 2097–2101,

26. A. Papo and L. Piani, Particulate Science and Technology, vol. 22, no. 2, 2004. "Flow behavior of fresh Portland cement pastes," , pp. 201–212,

27. M. Palacios F. Puertas F P. Bowen Y. F. Houst, Published online: 13 March 2009 Springer Science+Business Media, LLC 2009. "Effect of PCs superplasticizers on the rheological properties and hydration process of slag-blended cement pastes".

28. Sibgatullin D. G., Morozova N.N., Khozin. V. G. Kazan State University of Architecture and Engineering (KSUAE). news № 2 (12), 2009. "Research of rheological behavior of composite gypsum binding agent and its components", p.p 263-26.