دراسة تأثير إضافة الفيروسليكون في الخواص الميكانيكية والكيميائية لخلطة إسمنتية

حميد عبد الرزاق حمادي

ناظم عبد الجليل عبد الله

مثنى عبد الحسن عبود

محمد توفيق عبيد

قسم علوم المواد / مركز أبحاث البوليمر

جامعة البصرة

الاستلام **القبول**

١٥ / 02 / ٢٠٠٧ **03 / 10 / ٢٠٠٧**

Abstract:-

In this study we focused on adding ferrosilicon and this adding was in form of different ratio and constant size of these additive to the matrix of Iraqi cement (Om Quasar factory for cement). the prepared samples was in form of cubic and evaluated as they were treated different (water treatment, moisture treatment dry treatment). All the prepared samples had a proportion of (١/٣ cement to sand) and in the form of cubes with aside (50 mm) long. they also had the weight–rate of the added ferrosilicon to the cement which was (1% - 5%). The obtained results showed that the cement mixture that had the weight rate of 1% at moisture curing is the best as it has good mechanical properties (flexural strength, splitting tensile, compressive strength). These properties have been used to study the resistance of the modified cement to the chemical agents that attack cement and concrete.

الخلاصة:-

تمت إضافة مادة الفيروسليكون بنسب وزنية مختلفة تراوحت من (١-٥%) ولحجم معين إلى خلطة الاسمنت العراقي (المنتج من معمل ام قصر) لغرض تحسين خواصها. وقد عولجت

العينات الجديدة باستخدام طرق مختلفة (المعالجة بالماء، معالجة الهواء، المعالجة الجافة) حيث كانت جميع العينات المحضرة لهذا الغرض تحتوي على نسبة ثابتة (٣/١)(اسمنت /رمل). من خلال النتائج التجريبية المستحصل عليها تم تقييم المادة الجديدة وعلى وج ه الخصوص الخلطة الإسمنتية المتكونة بنسبة ١% من النسبة الوزني ه (مضاف/اسمنت) كونها أفضل نسبة خلط بخصائصها الميكانيكية، وقد تم اعتماد هذه النسبة في دراسة مقاومة الاسمنت ال جديد للعناصر الكيميائية االمصاحبه للخلطة الإسمنتية أو الخرسانية وأظهرت النتائج تحسناً كبيراً وملحوظاً في مقاومة الاملاح الذائبة وايونات الكلور والكبريتات والتي تفتك حديد الخرسانة وتسبب في تآكله.

المقدمة:-

يعد الاسمنت من أكثر المواد شيوعاً واستخداماً في مجال البناء سواء على مستوى عمليات البناء وذلك باستخدام القوالب الإسمنتية الجاهزة. ويعود سبب اتساع رقعة مج ال استخدامه المباشر إلى الأسباب الآتية[١-٥]:

١) الكلفة الرخيصة lower cost.
٢) قابلية الانضغاط العالية.
٣) الصلادة stiffness وقولبته بالشكل المطلوب بسهولة mouldabilty.
٤) قابلية التحمل العالية ,durability مما جعل ه مفضلا على غير همن المواد الداخلة في الإنشاءات.

ومع ذلك فان الاسمنت يفتقر إلى عدة عوامل ناتجة من أسباب مختلفة والتي قللت من استخدامه وعلى سبيل المثال:[٣،٦-٧]

١) الهشاشة.
٢) قلة إجهاد الشد tensile.
٣) ضآلة قوة الصدمة.
٤) الكثافة العالية.

ولغرض التخلص من هذه المعوقات أو تقليلها فان العديد من الدول والمجاميع البحثية اتج هت إلى تطوير الاسمنت أو الخرسانة بمضافات سواء كانت عضوية أو غير عضوية [٨-١٠] بالاعتماد على طبيعة الاستخدام أو لغرض تقليل الكلفة نتيجة للطلب المتزايد على مادة الاسمنت في السنوات الأخيرة والذي بدورهارتبط بالتوسع العمراني وديمومة المصادر البنائية.

إن تاريخ البحث في تطوير الاسمنت أو الخرسانة الكونكريتية يختلف وبدرجة كبيرة من بلد الى آخر اعتمادا على م اهتلكة ذلك البلد من إمكانيات وعلى الرغم من ذلك فان بحوث الاسمنت

المطور modified concrete قد تم إجراؤها في معظم بلدان االعالم وخاصة الولايات المتحدة الأمريكية واليابان وبريطانيا وألمانيا وبدرجة اقل روسيا الاتحادية[١،٥،١١،١٢].

وفي عام ١٩٩٩ قامت المنظمة الأمريكية the national association of homebuilding (NABH) بنشر تقرير يشير إلى أن الطلب على الاسمنت والكونكريت هو الأسرع والأكثر استعمالا"في البناء عوضا عن الخشب إذ ازداد عدد المساكن المبنية باستخدام الاسمنت فقفز بمقدار ٧٠% بين عامي ٩٧-١٩٩٨[١] مما أدى إلى ازدياد الطلب على الاسمنت وأصبح من الضروري القيام بتطويره وتقليل كلفته الإنتاجية وعليهفان أنتاج الاسمنت المطعم بمضاف قد تقدم وبسرعة كبيرة في السنوات الأخيرة نتيجة لما تقوم به هذه المضافات من دور كبير في تغيير الصفات الفيزيائية والميكانيكية والحرارية والكهربائية لهذا الاسمنت وقد ركزت قسم من المجاميع الباحثة على الاسمنت المطعم بمضافات دون الاعتماد فقط على طبيعة المضاف إنما أيضا على تقانة استخدام المضاف والظروف المناسبة للحصول على أحسن النتائج، وحديثا تولد اتجاه جديد من خلال استخدام البوليمرات في تحديث الاسمنت أو الخرسانة.[١٣]

إن هذا الاتجاهلم يكن معروفا بشكل واسع حتى عام ١٩٧٠ إذ كانت البداية في عام ١٩٥٠ فقد تم نشر براءة اختراع في الاتحاد السوفيتي السابق [١] ولكن الاهتمام به كان قليلاً في الاسمنت المضاف بالبوليمر، وفي السنوات الأخيرة أصبح هذا الاسمنت يطرح تجارياً في الأسواق بعد أن لاقى اهتماما كبيرا وواسعا لما له من صفات جيدة وتتجاوز ما يعيب الاسمنت التجاري مما اكسب هذا النوع العديد من التطبيقات لما امتلكه من مقاومه انضغاط ومقاومة انثناء ومقاومة إجهاد وقوة تماسك ممتازة ومقاومة جيدة للعناصر الكيميائية المصاحبة والمسببة في التآكل، حيث انصبت البحوث الأولى في هذا المضمار على استخدام كل من البولي استروالايبوكسي والفيوران.[١٣-١٥]

وتوالت البحوث في استخدام المواد البوليمريه لتتوسع وتشمل استخدام مونمرات الميثال مثل اكريليت ومونمرالستايرين [١٦] في حين استخدم كل من العالمين فيوجكي واوماها البولي ستايرين لتطوير الاسمنت حيث ازدادت نقاوة الانضغاط كم ٢٠٠ نيوتن / متر مربع إلى ٢٨٠ نيوتن /متر مربع[17] في حين درس كل من الزيدي وشحاته استخدام راتنجات اليوريا فورمالديهيد في تطوير الاسمنت ودرسا تأثير درجة حرارة ضمن المدى ٩٠ إلى ١٥٠ درجه مئوية وتأثير نوع وزمن المعالجة بأنواعها الجافة والرطبة والمعالجة بالماء حيث بينت نتائجهما إن أفضل نسبه كانت هي ٨% من راتنجات اليوريا فورمالديهيد حيث كانت مقاومه الانضغاط عند ٧ أيام من المعالجة الرطبة ودرجة حرارة ١١٠ درجه مئوية كانت ٣٧ ميكاباسكال[١٨] في حين أن مقاومة الانضغاط القياسية هي ٢٣ ميكاباسكال وتوالت البحوث الكثيرة مستخدمة أنواعا" أخرى من البوليمرات والمضافات [١٧-٢٠] ويمكن القول إن كل هذه البحوث دللت على إن للبوليمرات

المضافة تأثيراً كبيراً على الخواص الفيزيائية والكيمائية للاسمنت والكونكريت يمكن تلخيصها بالنقاط الآتية[٢١] :

١) التأثير على قوة الآصرة التي تربط مكونات الاسمنت مع بعضها.
٢) التأثير على كل من مقاومة الانضغاط ومقاومة الانحناء.
٣) التأثير على كل من ذوبانية وانجمادية الاسمنت.
٤) التأثير على نفوذية الاسمنت ومعامل التمدد الحجمي.
٥) التأثير على مقاومه الاحتكاك للاسمنت.

وعلى سبيل المثال فقد دخل هذا النوع من الاسمنت في بناء وتبطين الإنفاق tunnel lining وأنظمة الإسناد support system والأنابيب pipes وصناعة العوارض joists وفي صناعة الحواجز curbstone وصناعة السدود المائية ومدارج المطارات وأساسات البناء والتي تتطلب قابلية تحمل عالية ومقاوم ة كيميائية جيدة وفي الإصلاحات وغيرها من التطبيقات التي تتطلب عمرا طويلا للمواد الداخلة في هذا التطبيق كما في الجسور Bridges[22]

أما في الآونة الأخيرة فقد ظهر نوع جديد يعتمد كلياً على البوليمر أطلق علية اسم الكونكريت البوليمري Polymer concrete يمتاز بصفات عامة جديدة جدا ولكن ارتفاع الكلفة جعل من تطبيقاتة محدودة وضمن مدى محدود في المجلات كافة.[22]

الجزء العملي:

أولاً: المواد المستخدمة في البحث

١- الاسمنت: cement

الاسمنت المستخدم في هذه الدراسة هو الاسمنت العراقي البورتلاندي الاعتيادي والمنتج من معمل أم قصر للاسمنت UM_QASIR CEMENT FACTORY إذ تم استخدامه في البحث بعد معالجته بمرشح 600 MICROMETER ويوضح الجدول (١) الخواص الفيزيائية للاسمنت المستخدم والتي تم اختيارها طبقا للمواصفة B.S.4450: PART 3:1978 وتم إجراء جميع هذه التحليلات الكيميائية للاسمنت المستخدم بالاستعان ه بمختبر الكيمياء ا لانشائية قسم الهندسة الكيميائية /كلية الهندسة /جامعة البصرة طبقا للمواصفات الآتية: B.S.4450: PART 2:1972ويوضح الجدول (٢) الخواص الكيميائية للاسمنت المستخدم.

٢- الرمل (Fine aggregate sand)

إن مصدر الرمل المستخدم في هذا البحث كانت مقالع منطقة الزبير في م حافظة البصرة وتم اعتماد حجم حبات رمل 600 MICROMETER بعد ترشيح ه بمرشح حجم 600 MICROMETER ويبين الجدول (٣) الخواص العامة لهذا الرمل.

٣-المضافات (الفيروسليكون)

يعتبر الفيرسيلكون من المواد الفيراتية الناتجة عرضياً على شكل مخلفات عوز صهر المعادن في افران معامل الحديد والصلب وهو من المواد الرخيصة وغير المكلفة والمتوفرة بكثرة مع إمكانية السهولة في التعامل وطريقه الخلط التي لا تحتاج إلى أدوات عاليه أو ظروف معينه وكان الفيروسيلكون المستخدم في هذا البحث قد تم احضاره م ن معمل الحديد والصلب في محافظه البصرة ويتكون من اوكسيدات الحديد Fe_2O_3 وأيضاً أول اوكسيد الحديد FeO وبنسب عشوائية مكونة التراكيب الأساسية لمده الفيروسيلكون وكذلك يحتوي ايضا بعض اكاسيد المعادن بنسب بسيط ة[23]. بقي أن نشير أن مادة الفيروسيلكون تكون على هيئة دقائق متنوع ة الأحجام وعند استخدامها يجب معاملتها بمرشح 75 UM ومن الجدير بالذكر انه لم تجر أية بحوث سابقه على استخدام الفيروسيليكون المنتج محليا وهو (ناتج عرضي) لأفران معامل الحديد والصلب في العراق بوصفه مضافاً إلى الخلطة الأسمنتية.

ثانياً: خلط المزيج

تم خلط المزيج (اسمنت +رمل +مضاف + ماء) باستخدام الخلاط الميكانيكي لغرض الحصول على مزيج متجانس خالٍ من الفقاعات ودرجة عالية من التجانس . يلي ذلك استخدام المزيج في الحصول على مكعبات ذات طول ضلع 50mm يستخدم في قياس الخواص الميكانيكية، وحسب المخطط أدناه:

Filler + cement +sand +water +mixing for 5 minutes= ferrosilicon modified Iraqi cement

وكان نسبة الماء المستخدم في البحث هي 0.65 من وزن الاسمنت المستخدم، يلي ذلك صب المزيج الناتج في مكعبات ذات طول ضلع 50mm وتم تعريض العينات المحضرة إلى ثلاثة ظروف مختلفة لغرض معالجتها أثناء التصلب أولا باستخدام الماء water curing حيث توضع النماذج ألمعده للقياس في حوض من الماء المقطر بعد ترتيبها بشكل يضمن معرفة نسب الخلط ومع التنبيه الشديد أن تكون كافه القوالب مغمورة كليا بالماء المقطر وتترك طوال فتر ة المعالجة إلى حين وقت القياس وثانياً باستخدام الرطوبة moisture curing حيث تغطى النماذج بقطعة من القماش وتكون حاوية كلياً على النموذج المراد قياسه وبصورة جيدة على أن تكون القطعة مبلله بالماء طوال فتره المعالجة مع ضمان الحفاظ على النماذج من الاختلاط من خلال إحاطة كافة النماذج المعالجة بالرطوبة بقطعة كبيره من القماش وثالثا هي المعالجة الجافة dry curing المعالجة بالهواء حيث لا يتم تعريض النماذج إلى أي كمية من الماء وتترك

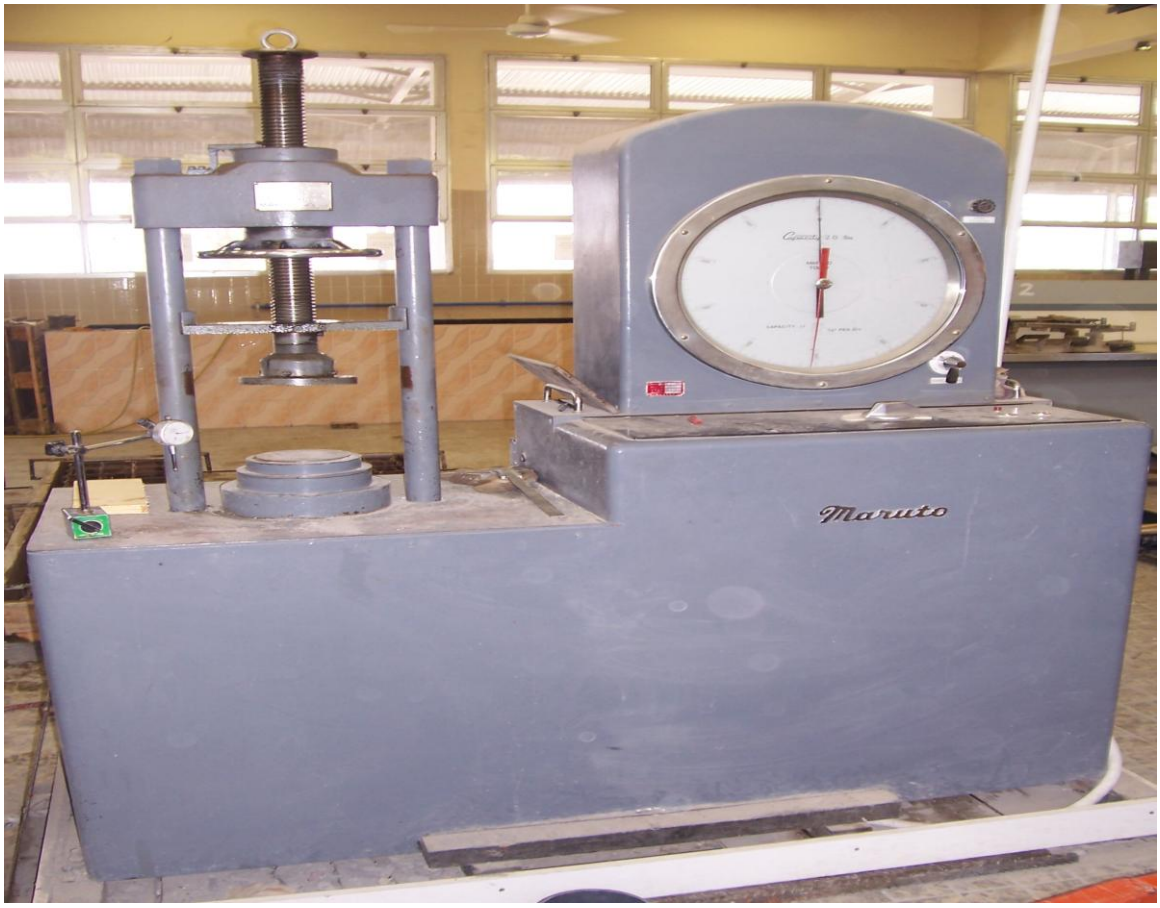
جافة في الهواء طوال فتره المعالجة وتم اعتماد البيانات المستحصلة من معدل القراءات الثلاثة القياسات والتي أجريت بزمن ٧ أيام من المعالجة لكل عينة.

ثالثاً: أشكال العينات

تم تحضير ثلاثة إشكال مختلفة من العينات باستخدام ثلاثة أنواع من قوالب الصب في هذا البحث القالب الأول تم تحضيره على شكل مكعب حديدي وبطول ضلع 50mm وهذه المكعبات خاصة بقياس مقاومة الانضغاط (compressive strength) أما القالب الثاني اسطواني الشكل وبطول 100mm وقطر 50mm وهي قوالب خاصة لقياس مقاومة الانزلاق (splitting tensile).

وأما النوع الثالث من القوالب فيكون على شكل متوازي المستطيلات وتم صنعه من الحديد وهو خاص بقياس مقاومة الانثناء ويبين الشكل (١) أشكال القوالب المستخدمة في عملية التحضير وتمت جميع القياسات باستخدام جهاز universal compressive testing machine والمصنع من شركة MARUTO TESTING MACHINE CO ومن النوع 744N.K ويوضح الشكل (٢) صورة الجهاز المستخدم.

شكل (١) : نماذج قوالب الصب



شكل (٢) : الجهاز المستخدم في القياسات العملية

رابعاً: القياسات العملية

لغرض قياس الخواص الميكانيكية تم قياس ما يأتي :-

١- مقاومة الانضغاط Compressive Strength

تم إجراء هذا القياس باعتماد المواصفات B.S.1881:Part 116:1983 على نماذج مكعبة الشكل حاوية على نسبة ١ رمل :٣ اسمنت وتم خلط هذه النسبة باستخدام نسبة ماء 0.65 من وزن الاسمنت المستخدم للمكعب الواحد حيث تمت عملية الخلط كما اشرنا سابقا وسبق عملية صب القوالب طلاء السطح الداخلي للقوالب بطبقة رقيقة من زيت المحركات ومن ثمة صب المزيج في القالب المكعب على دفعتين وتمت معالجة كل طبقة باستخدام قضيب من الفولاذ وبمعدل ٣٥ ضربة من خلال تعريض الخليط الأسمنتي إلى الضرب المباشر بقضيب الفولاذ على أن تتوزع هذه الضربات على أماكن متفرقة من الخليط الأسمنتي وبعد إتمام عملية الصب ويتم إزالة الفاصل من الخلطة الأسمنتية ويسوى سطح المكعب وبعد مرور ٢٤ ساعة يتم فتح القوالب المكعبة ومن ثم إجراء عملية المعالجة للمكعبات وكما مر ذكره سابقاً فقد تركنا

نماذج المعالجة الجافة في الهواء لمدة سبعة أيام . وكذلك الحال بالنسبة للمعالجة بالماء إذ وضعت النماذج في حوض من الماء ولفت نماذج المعالجة بالرطوبة بقطعة قماش رطبة للقياس حيث استخدم الجهاز المذكور آنفا لإجراء هذه القياسات مع ضرورة كون السطح العلوي للنموذج غير ملامسة لصفيحة plate جهاز القياس ويؤخذ أعلى حمل maximum load مسلط على العينة ومنها يتم حساب قابلية الانضغاط.

٢- مقاومة الشد splitting tensile strength

تم اعتماد المواصفة B.S1881:part117:1983 في عملية إجراء قياسات مقاومة الشد لعينات الخلطة الإسمنتية والتي كانت على شكل اسطواني ذي ارتفاع 100 mm وقطر 50 mm وباستخدام عملية الخلط والصب المذكورة في طريقة تحضير نماذج مقاومه الانضغاط ومع ملاحظة كون عملية القياس لهذه النماذج الاسطوانية يجب ان يكون السطح الداخلي للقالب المحضر للقياس بين لوحي جهاز القياس وكما هو موضح في الشكل (٣) ويتم تسجيل أعلى حمل (load) على العينة ويتم حساب مقاومة الشد باستخدام المعادلة الآتية:

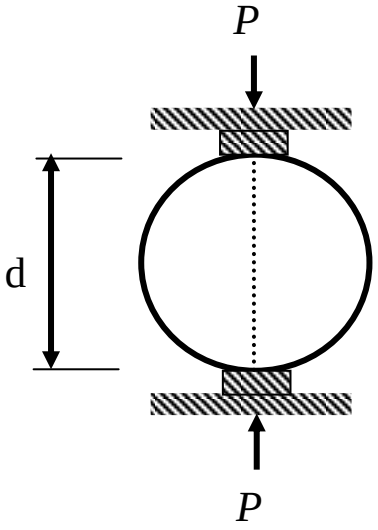
$$F_t = 2P / \pi dL$$

حيث F_t **= splitting tensile strength** N/mm^2

P = maximum applied load N

d = diameter of cylinder (mm)

L = length of cylinder (mm)



شكل(٣) : قياس مقاومه الشد splitting tensile strength.

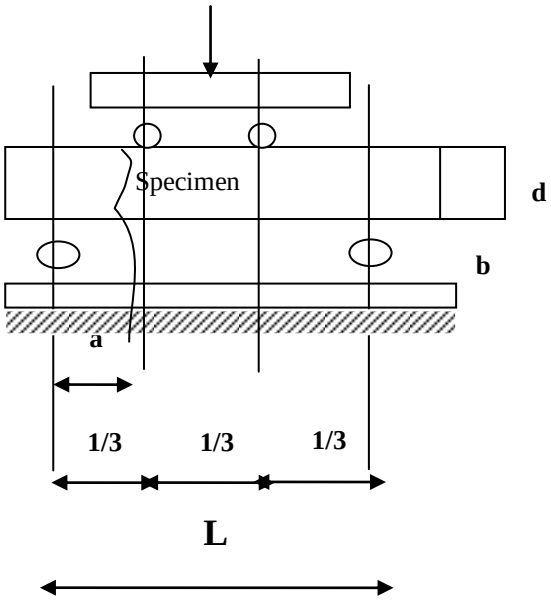
٣- مقاومة الانثناء flexural strength

تم اعتماد المواصفة الآتية B.S 1881 part 118:1983 في جميع قياسات مقاومة الانثناء والتي حضرت نماذج متوازية المستطيلات بالأبعاد التي اشرنا اليها سابقاً إذ تم إجراء عملية تحضير مزيج الاسمنت المضاف إليه دقائق الفيروسيلكون بعملية الصب كما مر ذكره سابقاً في تحضير نماذج مقاومة الانضغاط وتم اجراء القياس مع ملاحظة أن السطح العلوي

للنموذج يجب أن يكون ملامساً للسطح الداخلي للصفيحة العليا لجهاز القياس وتسجيل أعلى حمل قبيل الانكسار كما موضح في الشكل (٤) واستخدام المعادلة الآتية:

$$F_b = PL / bd^2$$

Fb = flexural strength (N/mm^2)
P = maximum applied load (N)
L = span length (mm)
b = average width of specimen (mm)
d = average depth of specimen (mm)



شكل (٤): قياس مقاومه الانثناء flexural strength

٤- المقاومة للعناصر الكيميائية:- The resistance of chemical elements

تم إجراء القياسات بالتعاون مع مختبر الكيمياء الانشائيه في كليه الهندسة جامعه البصرة حيث تبنت الدراسة طريقة العمل بالمواصفة العراقية (٢٢٨١) والمقارنة مع المواصفة (٤٥) لسنة ١٩٨٤.

طريقة العمل:

وضع العينة المراد فحصها في فرن حراري و بدرجة 150C لمدة ٢٤ ساعة ومن ثم أخرجت العينة من الفرن وتدوين الملاحظات حول شكل العينة (أي وجود كبريتات او أملاح مع ملاحظة اللون) ثم طحنها وغربلتها من خلال غربال (100)ملم.

فحص الكبريتات :

يوزن 59 gm من النموذج (w3) ويضاف إليه 75ml من الماء المقطر بعدها يضاف (15ml) من حامض HCL المركز ووضعها على صفيحه التسخين حتى الغليان بعدها يخفف بالماء المقطر الى حد 200ml ويرشح على ورقة ترشيح رقم (١) ويجمع الراشح ويرسب

بواسطة % 10 $BaCl_2$ (50ml) وبتركيز ١٠ مولاري ويترك الى اليوم التالي بعدها يرشح على ورقة ترشيح رقم (542) (عادة نستخدم ورقتين) ويغسل الراسب بالماء الساخن إلى أن نتخلص من الكلوريدات ثم يحرق في حفنة موزونة سابقا (W1) على مصباح بنزن إلى أن نتخلص من الكربون ثم في الفرن الحجري وبدرجة (850C°) لمدة نصف ساعة ثم نخرج الحفنة وتبرد ويتم وزنها (W2) ونسجل الحسابات

$$\% SO_3 = \frac{W_2 - W_1 * 34.3}{W_3}$$

الكلوريدات: chlorides

يوزن 10gm من النموذج ونضيف 250ml ماء مقطر ويوضع على الهزاز لمدة ثلاث ساعات ويرشح على ورق ترشيح رقم (١) ويسحب من الراشح 50ml ويسحح مع نترات الفضة وبتركيز (0.1 نور مالي) بعد إضافة دليل كرومات البوتاسيوم الى ان يصبح اللون بنياً- برتقالياً وتستخدم العلاقة الآتية لحساب نسبه الكلوريدات

$$Cl = \frac{N_{AgNO3} * V_{AgNO3} * F^{35.5}}{W\,(V_1/V_2) * 1000} * 100$$

الأملاح الذائبة salts dissolvent

يوزن 10 gm من النموذج النازل من غربال رقم (40) ويذاب في 500ml ماء مقطر وتكون النسبة (10-500) يوضع في القنينة ويوضع في الهزاز لمدة اربعة ايام بمعدل ساعة يوميا وفي اليوم الرابع يرشح على ورق ترشيح رقم ١ ويسحب 100ml ويوضع في وعاء جاف موزون سابقا ويوضع على السخان الى ان يجف ويوزن مرة اخرى ونستخدم العلاقه الآتية لحساب نسبه الاملاح الذائبة:

$$\% = \frac{\text{وزن الراسب}}{W} * \frac{\text{التخفيف}}{50}$$

النتائج والمناقشة:-

يبين الشكل (٥) التغير الحاصل في قابلية الانضغاط للسمنت المضاف إليه دقائق الفيروسليكون إذ يمكننا الاستنتاج ان قابلية الانضغاط تكون معتمدة على عاملين اساسيين الاول

هو نوع المعالجة المستخدمة و الثاني هو نسبة مادة المضاف . يلاحظ في الشكل (٥) ان قيم الانضغاطية للمعالجة الرطبة تكون اكبر من قيم الانضغاطية للمعالجة بالماء والمعالجة الجافة ولجميع نسب المضاف. والعامل الثاني هو نسبة الفيروسليكون المضاف فعند نسبة مضاف ١% يلاحظ ان قيمة الانضغاطية للمعالجة الرطبة تصل إلى أقصى قيمة لها عند قيمة ٢٠ نيوتن/متر^{٢}. اما في حالة المعالجة بالماء فان قيم الانضغاطية تصل إلى أعلى قيمة لها عند نسبة مضا ف ٢% بينما تتذبذب قيم الانضغاطية في حالة المعالجة الجافة لكنها تبقى قيمها واطئه وعند قيم جميع نسب المضاف.

يمكن تفسير السلوك اعلاه على اساس ان دقائق الفيروسليكون تتحد مع مكونات الاسمنت المستخدم مقللة من الفراغات الموجودة داخل الخلطة الاسمنتية كما دللت عليه العديد من البحوث السابقة في استخدام مضافات مماثله [٢٤]. وكما أن ارتفاع نسبة المضاف التي نحصل عندها على اعلى قيمة لقابلية الانضغاط مع تغير المعالجة من الجافة مرورا بالماء وانتهاء بالمعالجة الرطبة ، وهذا يدل على أن التفاعل بين دقائق الفيرو سليكون المضافة ومكونات المستخدم يكون اكبر مايمكن عند نسبة مضاف ١% من المعالجة بالرطوبة في حين ان المعالجة الجافة وعند نفس النسبة ١% تحتاج الى وقت معالجة اكثر من سبعة ايام مما يدلل على حاجة الاسمنت المستخدم وعند المعالج الجافة الى زمن اضافي لغرض التخلص من الفراغات والشقوق المتكونة اثناء عملية الصب . إن مقدار مقاومة الانضغاط قد زادت بمقدار (٦.١٦ N/mm) مقارنة بالحالة النقية للاسمنت أي بزيادة تصل إلى نسبة 50% الامر الذي يشير الى تحسن كبير في خواص السمنت.

يوضح الشكل (٦) العلاقة بين نسب المضاف وقابلية الانضغاط النسبية والتي تمثل النسبة بين قابلية الانضغاط للسمنت المضاف اليه الفير وسليكون وقابلية الانضغاط للسمنت العادي ويكون تغير سلوك المعالجة الجافة بشكل متذبذب يصل إلى أعلى قيمة له عند نسبة 2% من (المضاف / سمنت). ويتشابه سلوك التغير في نسبة الانضغاطية النسبية للمعالجة بالماء إلى حد ما الى السلوك اعلاه ولكن عند قيمه اوطأ منها . تكون اعلى نسبة عند المعالجة الجافة وعند نسبة مضاف 5% و تهبط الى قيمة اقل منها عند نسبة 4% في حين ان السلوك العام لكل من المعالجة بالماء والمعالجة الرطبة هو التناقص التدريجي مع زيادة نسبة المضاف و لغاية نسبة ٤% تزداد بعدها زيادة طفيفة.

تم اعتماد أعلى قيمة انضغ اط اساسا لاجراء بقية القياسات الميكانيكية والمقاو م ة للعناصر الكيميائية المهاجمة ونلاحظ في الجدول (٤) التغير في مقاومة اجهاد الشد ومقاومة الانثناء للحالتين المشوبة والنقية ونلاحظ أن النسبة المئوية للتحسن في مقاومة الانثناء تصل الى ٥٠ % من الحالة النقية في حين ان النسبة المئوية للتحسن في مقاومة الشد تصل 130%.

وبالرجوع إلى الجدول رقم (٥) الذي يوضح مقدار مقاومة الاسمنت المضاف اليه الفيروسليكون للعناصر الكيميائية الثلاثة الموضحة في الجدول وهي الاملاح الذائبة وايونات الكلور وايونات الكبريتات وهي اهم العناصر الداخلة في مهاجمة الخلطة الاسمنتية او الكونكريتية والتي تسبب التاكل وتاكسد الخرسانة الحديدية الامر الذي يسبب انهيار اً كلياً للبناء أو غيره من التطبيقات الاخرى الداخل في إنشائها الأسمنت أو الكونكريت. ويمكن أن يعزى هذا التغيير في مقاومه الاسمنت إلى عدة أسباب أولاً ملأ الفراغات المتواجدة داخل شبكية الاسمنت حيث وجود هذه الفراغات يعتبر صفة متأصلة في الاسمنت والكونكريت وتعرف بأحد ما يسمى أمراض الاسمنت والتي تتطلب معالجه من خلال استخدام المالئات المناسبة عضويه كانت أو غير عضويه أو استخدام الماكنات الهزازة والخلط الجيد ونسب الخلط المناسبة وكذلك يمكن أن يعزى ذلك إلى نقصان نفوذية مكعبات الاسمنت المقاسة مما يقلل من نسب الأملاح الداخلة إلى قلب الشبكية الاسمنتيه أو الكونكريتية وكما اشرنا إلى أن احد تأثيرات البوليمر المضاف أو المالئات على الاسمنت هو تقليل النفوذية للاسمنت أو الكونكريت وهذا بدوره يقلل من احتمال دخول ايونات الكلور والأملاح الذائبة إلى شبكية الاسمنت وقد بينت النتائج المستحصله في هذا البحث إن المعالجة الرطبة بنسبه ١% حيث يكون الترابط وقوه الآصرة الرابطة لمكونات الشبيكه الاسمنتيه اكبر ما يمكن في حين إن الضعف الكبير في الخواص الميكانيكية عند المعالجة الجافة ونتيجة لنقصان كمية الماء الملائمة لحصول اكبر ترابط بين مكونات الاسمنت أدى إلى ضعف ونقصان في هذه الخواص مدللا على إمكانية كبيره للاختراق من جانب الايونات والأملاح الذائبة.

الاستنتاج:- Conclusion

من النتائج المستحصلة في هذا البحث يمكننا القول ان المعالجة الرطبة هي افضل طرق المعالجة للحصول على افضل النتائج الميكانيكية إذ تم الحصول على اعلى نسبة مقاومة انضغاط مضاف من الفيروسليكون مساوية لـ ١%، حيث كان التحسن بمقدار 50% لمقاومة الانثناء و 30% لمقاومة اجهاد الشد وانه مع ازدياد نسبة المضاف فان الخواص الميكانيكية أعلاهتقل في كل من المعالجة بالماء والمعالجة الرطبة على العكس من المعالجة الجافة حيث أنها تزداد، أما الخواص الكيميائية ومن خلال الجدول المرفق رقم (٥) ولثلاث عينات نلاحظ نجاحها في مقاومة العناصر الكيميائية المهاجمة للخلطة الاسمنتية او الخرسانية هي ايونات الكلور والكبريتات والاملاح الذائبة والتي جميعها تقوم بدور أساسي في التآكل وهذا يعني أن الاسمنت المضاف إليه الفيروسليكون يمكن استخدامه في الإنشاءات التي تتطلب مقاومة اجهاد

وخاصة في الجسور او التي تتطلب مقاومة عا لية للاملاح والايونات كما في السدود المائية ويمكن استخدامه أيضاً في كثيرٍ من التطبيقات التي تتطلب خواص كالتي تم استحصالها في البحث.

Table (1): Physical properties of the cement used

Property	Actual	Standard
Soundness (Le chatelier expansion test)	5mm	≤ 10mm
Finenness [Residue on B.S. sieve No. 170 (90 μm)]	7.1%	≤ 10%
Setting time I-Initial II-Final	 180 (min) 250 (min)	 ≥ 60 min ≤ 600 min

Table (2): Chemical analysis of the cement used.

Oxide	Percentage	Standard
Silica, SiO_2	22.3	
Alumina, Al_2O_3	5.6	
Ferrie Oxide, Fe_2O_3	3.3	
Lime, CaO	60.1	
Magnesia, MgO	3.3	< 4
Sulfur Trioxide, SO_3	1.6	< 3
Alkalis	0.8	
Loss on lgnition	1.4	<1.5
Insoluble residue	0.8	<1.5
Total	99.2	

Table (3): Properties of the sand used

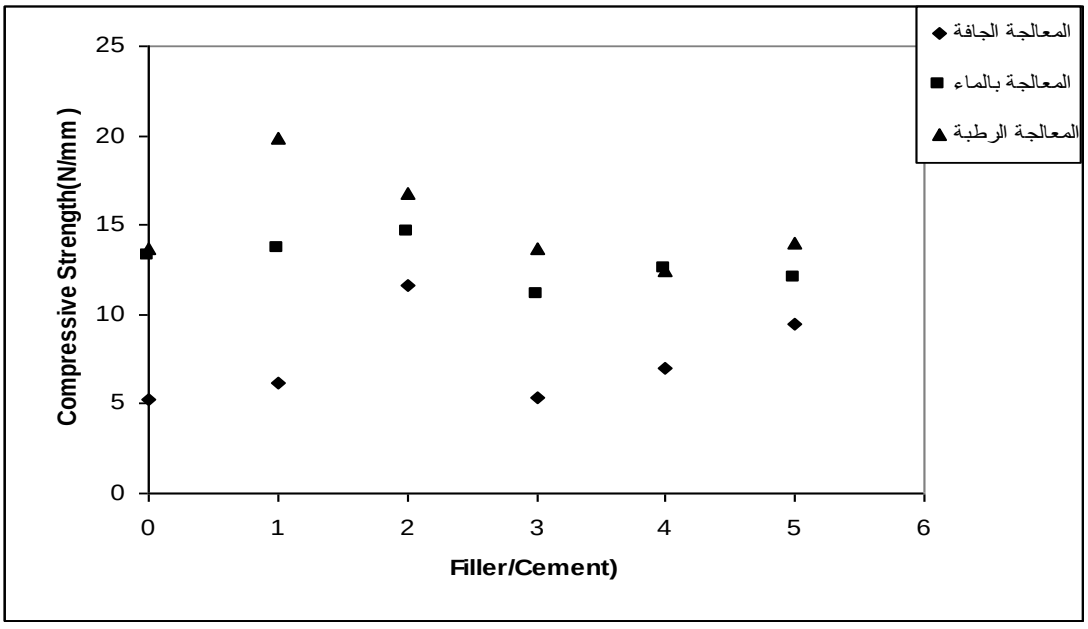
Property	Sand
Specific gravity a-Bulk I-Oven dry II-S.S.D b-Apparent	 2.62 2.65 2.75
Water absorption (%) (24 h)	1.32
Unit Weight (Kg/m^3) a-Loose b-Tamped	 1662 1751

Table (4): values of splitting tensile and felxtural strength for pure and modified cement 5 %

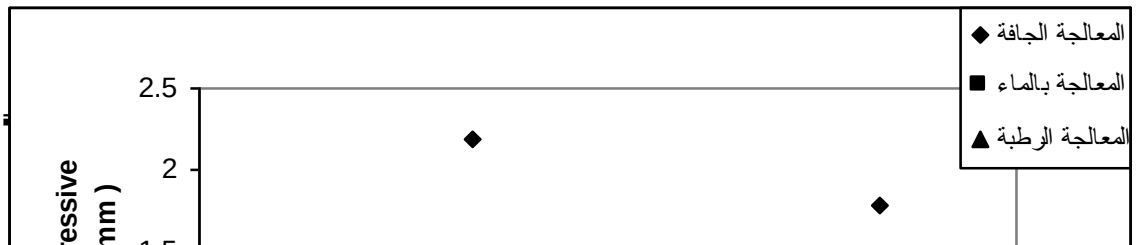
Filler	splitting tensile N/mm^2	Flextural strength N/mm^2
Pure	0.636	0.2
ferrosilicon foil 5%	2.229	0.3

Table (5): resistance of modified cement towards chemical agents

أملاح ذائبة Stand red 10	SO4 Stand red 0.5	ايونات Cl Stand red 0.1	Sample no.
4	0.42	0.07	1
4.2	o.47	0.08	2
4.1	0.46	0.06	3



الشكل (٥): تغير مقاومة الانضغاط مع نسبة المضاف



المصادر

1- M. L. Gambhir, "**Concrete Technology**", Tata Mc Graw-Hill Company limited, New Delhi, (1986)

2- R.C. de vekey, **"The properties of polymer modified cement pastes"**, Proceeding of first International congress on polymer in concrete (polymer concrete), (1978) 97-124.

3- D. W. flower, "**Polymer in Concrete**", Hand book of structural concrete Mc. Graw – Hill , New York, (1983) 8-10.

4- J. A. Manson**, "modification of concrete with polymer**", Material Science Engineering, 25 (1976).

5- ACI Committee 548, "**Guide for the use of polymers in concrete**", (ACI 548. IR-86), ACI., Vol. 83, 5(986).

6- Y. Ohama and S. kan, The Int. J. of Cement Composites and Light Weight Concrete Vol.4, 4 (1982) 229-232.

7- A. M. Neville, "**properties of concrete**", Pitman Publishing Ltd., U.K. (1973).

8- B. S. 1881: 1983, "**Method of testing concrete**", parts 116-118, and 121, Br. St. Ins.

9- A. A. Letif, **"An experimental Study of the properties of polymer modified concrete using epoxy resin"**, M. Sci. thesis civil engineering university of Basrah.

10- I.M. kamal, F.M. Falih, and A. Ahmed, Iraqi J. Polymer, Vol.6, 1(2002) 25-34.

11- R.J. kettle and M. Sadegzadeh, Concrete, Map, (1981) 32-34.

12- R.J. Flatt, Y.F. Houst, R. oeschl, P. Bowenl, H. Hofman, J. widmer, U.Sulser, U. Maedet and T.A. Burge, Analysis Magazine, 2 (1998) 26.

13- G. Garrick and M.S. candidate, ME Graduate Student Conference, (2004).

14- **"Polymer concrete uses, material and properties"** SP-89 ACI, Detroit, (1985) 352-357.

15- J. A. Manson, **"Overview on Current Research of Polymer Concrete, Material and Future Needs"**, SP69 on Applications of Polymer Concrete ACI, (1981) 1-7.

16- J. p. Hallin, **"Field Evaluation of Polymer Impregnation of New Bridge Deck Surface",** Polymer in Concrete, SP-58 ACI, (1978) 267-280.

17- T. Fuckuchi and Y. Ohama, **"Process Technology and Properties of 2500 kg/cm^2 -Strength Polymer Impregnated Concrete"**, Proc. of the Second Int. Congress on Polymer in Concrete, College of Eng., University of Texas at Austin, (1979) 45-56.

18- A. Alzaydi, S. Shihata, J. f Material Science, 25(1990) 2851-2856.

19- K. Okada, and Y. Ohama, The Int. J. of Cement Composites and Light Weight Concrete, Vol.1, 3 (1979) 181-190.

20- C. Vipulann and E. Paul, ACI Materials J., Vol.87, 3 (1990) 241-251.

21- "Polymer –modified concrete "ACI 548.3R-03 ", August, (2003).

22- D. P. Bentz, Cement and Concrete Research, Vol. 35, 1 (2005) 185-188.

23- N. A. Abdullah, **"Stady the Effect of some Additives on the d.c. Electrical Conduction and Alternative Characteristics of PVC"**, M.Sc. thesis ,Education Collage ,Basrah University, (2002).

24- H. K. Husain, **"An Experimental Stady on Polyurethane Modified Concrete Mixes"**, M.Sc. thesis Civil engineering, University of Basrah, (1999).