متوفرة على الموقع:http://www.basra-sciencejournal.org

ISSN -1817 -2695

دراسة تأثير إضافة مادة البولستر غير المشبع على خاصية مقاومة الانضغاط لخلطة إسمنتية

Study the effect of Unsaturated polyester resin on compressive strength property for mixture of cement

هيفاء رحيم عبد الكريم

قسم الفيزياء/كلية التربية/ جامعة البصرة

e-mail : Haifa_rabd@yahoo.com

الاستلام 5-10-2011 ،القبول 8-2-2012

الخلاصة

في هذا البحث تم دراسة تأثير إضافة البولستر الصمغي غير المشبعunsaturated polyester resin وبنسب مختلفة على خلطة الاسمنت العراقي (إنتاج معمل أم قصرOm Qauser factory).إذ فحصت العينات المحضرة بعد معالجتها بثلاث طرق مختلفة (المعالجة بالماء , المعالجة بالرطوبة ، المعالجة بالهواء)،وكانت العينات المحضرة بنسب وزنية (1 أسمنت/3 رمل) وبشكل مكعب طول ضلعه (150mm) ومحتوية على النسب الوزنية للمضاف إلى الاسمنت وقد تراوحت من

(2%-8%) وبزيادة 2% تبين من النتائج المستحصلة أن أعلى مقاومة انضغاطية compressive strength تكون عند النسبة (2%) بالنسبة لمعالجة الرطوبة و معالجة الماء و تتناقص تدريجيا بزيادة النسبة عن 2% ،أما بالنسبة للمعالجة بالهواء فلم يكن هنالك تأثير يذكر لإضافة البولستر الصمغي غير المشبع على تحسين المقاومة الانضغاطية إذ تساوت للاسمنت النقي مع تلك المضاف لها هذه المادة عند النسبة (2%)التي ازدادت عندها المقاومة الانضغاطية للمعالجتين الأخريين(المعالجة بالماء،المعالجة بالرطوبة).

1- المقدمة

يستخدم الاسمنت منذ وقت بعيد وعلى نطاق واسع في العالم بأسره كأحد المواد الرئيسة الداخلة في البناء والإنشاءات المعمارية إذ يشكل الاسمنت اللبنة الأساسية التي يعتمد عليها التطور العمراني لما يمتلكه من خواص عديدة فريدة ميزته عن العديد من مواد البناء الأخرى[1,3] وانه يستعمل كمادة رابطة في البناء وكذلك في أنشاء السدود المائية ، وأرضية المطارات وتسوية الشوارع وفي بناء ناطحات السحاب وغيرها من الاستخدامات وقد توسع مجال استخدامه بعد تسليحه بمواد معدنية أكسبته قوة ومتانة عالية فاقت المواد الأخرى [4,5] ونشأ اتجاه

آخر وهو استخدام أنواع جديدة من المضافات ومن ضمنها البوليمرات حيث أدى ذلك إلى تطور واسع وكبير في الخواص العامة والميكانيكية والكيميائية والحرارية والكهربائية وغيرها للاسمنت المطعم بهذه المواد[6,7,10]وكذلك الحصول على مردود اقتصادي كبير جدا" لما تمتاز به هذه المضافات من رخص الكلفة وسهولة التحضير والاستخدام التي جعلت الاسمنت مادة اقتصادية على المدى الطويل مقارنة مع المواد الهندسية الأخرى وكذلك أمكانية تصنيعه بسهولة وتركيبه بالشكل والحجم المطلوبين ، كما أن مقاومته العالية للحريق أعطته أهمية إضافية ميزته فضلا عن كل مميزاته الأخرى عن المواد المستخدمة في البناء[6,8,10] .

وعلى الرغم من هذه الخواص الايجابية لايزال الاسمنت يعاني من بعض العوائق منها

- ضعف قوة الإجهاد strain.
- ودرجة سماحيته للسوائل التي تؤدي إلى تآكل corrodeالمواد الداخلة في تسليحه نتيجة لمهاجمة العناصر الكيميائية كالأملاح الذائبة وايونات الكلور وغيرها من العناصر الكيميائية [11,12] .

لقدد جرت محاولات عديدة ومازالت مستمرة حتى وقتنا هذا لغرض تعديل خواص الاسمنت والتغلب على عيوبها بما يتلاءم مع الخواص المطلوبة في الإنشاء.

وحديثا" تم اكتشاف الاسمنت البوليمري إلا أن استخدامه قليل نظرا لغلاء الكلفة وصعوبة التحضير مما حدد استخدامه في القليل من المجالات المستخدم فيها الاسمنت البورتلاندي[13,14].

وقد تناولنا في بحثنا هذا النوع من الخلطات الإسمنتية(الاسمنت البوليمري) إذ قمنا بإضافة مادة بوليمرية unsaturated polyester resin)(وهي مادة بوليمرية سائلة ولها القابلية على التجانس والتفاعل مع الخلطة الأسمنتية) ودراسة تأثير هذه المادة على أحدى خواص الخرسانة (compressive strength) .

2- الجزء العملي:-

2.1- المواد المستخدمة في البحث

1- مادة الاسمنت :الاسمنت المستخدم في هذه الدراسة هو الاسمنت العراقي البورتلاندي الاعتيادي المنتج من قبل معمل أم قصر للاسمنت (Um-Quasar factory cement) ويوضح الجدول (2) الخواص الفيزيائية للاسمنت المستخدم التي تم اختيارها طبقا" للمواصفة B.S. 4450 :part3: 1978 حيث تم أجراء جميع هذه التحليلات الكيميائية للاسمنت المستخدم بالاستعانة بمختبر الكيمياء الإنشائية قسم الهندسة الكيميائية – كلية الهندسة – جامعة البصرة طبقا" للمواصفة التالية B.S. 4450 :part2: 1972 ويوضح الجدول(3) الخواص الكيميائية للاسمنت المستخدم.

2-الرمل (Fine aggregate sand)

أن مصدر الرمل المستخدم في هذا البحث كان من مقالع منطقة الزبير في محافظة البصرة وتم اعتماد حجم حبات رمل اكبر من 600nm بعد ترشيحه بمرشح حجم 600nm إذ يبين الجدول (4) الخواص العامة لهذا الرمل .

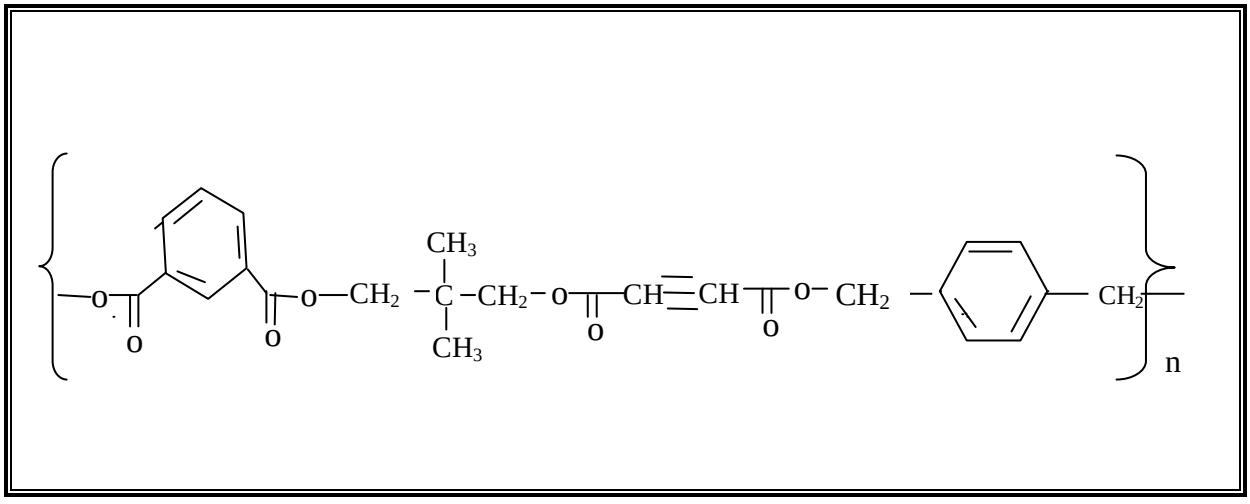
3-المضاف

أن المضاف المستخدم في هذا البحث هو مادة البولستر الصمغي غير المشبع الذي تم إحضاره من السوق المحلية و له المواصفات المذكورة في الجدول (1) .

يتكون البولستر الصمغي غير المشبع من 67.5% بوليمرو 32.5% ستيرين سائل وهو الذي يعطي لهذه المادة القوام السائل ويجعله غير قابل على الذوبان في الماء [15]

جدول (1) الخواص الكيميائية لمادة البولستر الصمغي غير المشبع

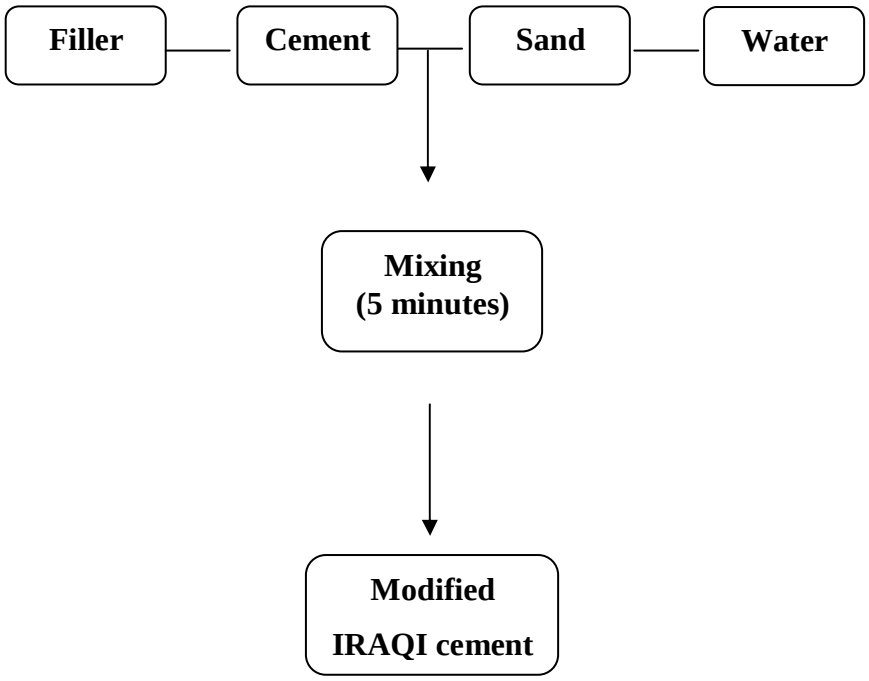
الصيغة الكيميائية **MOLECULAR FORMULA**	$(C_8H_6O_2 , C_8H_{16}O_4 , C_5H_{12}O_2 , C_4H_2O_3)_N$
الاسم التجاري **Trade name**	M390B Unsaturated polyester Resin
الاسم الكيميائي **Chemical name**	1,3-Benzene dicarboxylic acid, polymer with 1,4-cyclohexane dimethanol, 2,2-dimethyl-1,3-propanediol and 2,5-furandione
مظهره **Appearance**	سائل خفيف لونه اصفر مائل للحمرة
درجة غليانه **Boiling Point**	154^{o} C
الكثافة النوعية **Specific Density**	1.080 kg/m3



الشكل (1) الصيغة التركيبية structural formula للبولستر الصمغي غير المشبع

2.2- خلط المزيج (Mixing Procedure)

تم خلط المزيج (اسمنت + رمل + مضاف + ماء) باستخدام خلاط ميكانيكي لغرض الحصول على مزيج متجانس خال من الفقاعات ودرجة عالية من التجانس يلي ذلك استخدام المزيج في الحصول على مكعبات ذات طول ضلع 150mmتستخدم في قياس خاصية التصلب وحسب المخطط أدناه [2] :



الشكل(1) مخطط تفصيلي يوضح عملية تحضير النماذج

حيث كانت نسبة الماء المستخدم في البحث هي 0.50 من وزن الاسمنت المستخدم . مع ملاحظة إضافة مادة البولستر إلى الخلطة قبل الماء و يضاف الماء بعد ضمان تجانس مادة البولستر مع الخلطة و عدم ملاحظة وجود حبيبات أو تكتلات مكونة من تفاعل المادة مع مكونات الخلطة .

يلي ذلك صب المزيج الناتج في مكعبات ذات طول ضلع (150mm) إذ تم تعريض العينات المحضرة إلى ثلاثة ظروف مختلفة لغرض معالجتها أثناء التصلب:-

اولا": بأستخدام الماء (water curing) .

ثانيا": بأستخدام الرطوبة (moisture curing) .

ثالثا": المعالجة بالهواء (Air curing)

تم اعتماد البيانات التي حصلنا عليها من معدل القراءة لثلاثة قياسات والتي أجريت بعمر 7 أيام من المعالجة لكل عينة.

2.3- الاختبار العملي

تم في هذا الجزء من العمل إجراء قياس مقاومة الانضغاطية بواسطة جهاز قياس مقاومة الانضغاطية

[CompressionMachine,Humboldt,4000DIRwith optional floor stand]

على نماذج مكعبة الشكل وبنسبة 1أسمنت: 3 رمل إذ تم خلط هذه النسبة باستخدام نسبة ماء 0.50 من وزن الاسمنت المستخدم للمكعب الواحد حيث تمت عملية الخلط كما اشرنا سابقا" وقبل البدء بعملية صب القوالب تم طلاء السطح الداخلي للقوالب بطبقة رقيقة من زيت المحركات وبالتالي صب المزيج في القالب المكعب وعلى طبقتين (two layers) ويجب معالجة كل طبقة بضربها بشكل عمودي باستخدام قضيب من الفولاذ وبمعدل 35 ضربة وبعد إتمام عملية الصب يتم إزالة الفاضل من الخلطة الإسمنتية ويعاد تشكيل سطح المكعب. وبعد مرور24 ساعة يتم فتح القوالب المكعبة ومن ثم إجراء عملية المعالجة للمكعبات وكما مر ذكره سابقا" تركت نماذج المعالجة الجافة في الهواء لمدة سبعة أيام .

وكذلك الحال بالنسبة للمعالجة بالرطوبة إذ تم لف النماذج بقطعة قماش ووضعت في حوض تحت مصدر الماء(أنابيب الإسالة) بحيث يتم صب الماء عليها تقطيرا لتبقى قطعة القماش رطبة طيلة فترة المعالجة, وبعد الانتهاء من فترة المعالجة أخذت النماذج للفحص حيث استخدم الجهاز المذكور في أعلاه (الشكل2) لإجراء هذه القياسات مع ضرورة كون السطح العلوي للنموذج غير ملامس لصفيحة plate جهاز القياس ويؤخذ أعلى حمل maximum load مسلط على العينة ومن ثم حساب قابلية الانضغاط compressive strength .

الشكل(2) جهاز قياس الانضغاطية

الشكل(3) القوالب المستخدمة لصب الخرسانة

جدول (2) الخواص الفيزيائية للاسمنت المستخدم

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	**180 (min)**	**≥ 60 min**
II–Final	**250 (min)**	**≤ 600 min**

جدول (3) الخواص الكيميائية للاسمنت المستخدم

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 Ignition	1.4	<1.5
Insoluble residue	0.8	<1.5
Total	99.2	–

جدول (4) الخواص العامة للرمل المستخدم في العمل

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/m3) a–Loose b–Tamped	 1662 1751

3- النتائج و المناقشة

من خلال الفحوصات نجد أن المادة المضافة مصلبة وليست ملدنة [16] ومن المعروف في بحوث الاسمنت إن المادة المصلبة تضاف بنسب(0.02–0.1) . أما بالنسبة للنسب الأقل من(0.02) فتأخذ للمواد التي تكون ملدنة حيث أن نسب الإضافة فيها لا تتجاوز ال (0.04) .ابتدءا من(0.005) وبزيادة (0.005)[17] .

تم إرسال النماذج المحضرة إلى المركز الوطني للمختبرات و البحوث الإنشائية في البصرة التابع لوزارة الأعمار و الإسكان ليتم فحصها حسب المواصفات المذكورة سابقا . و تم الحصول على النتائج المذكورة في الجدول (5) . حيث كانت فترة المعالجة لهذه النماذج هي سبعة أيام و إبعاده mm(150 ×150) .

لتحليل النتائج المذكورة في الجدول (5) و معرفة مدى تأثير المادة المضافة على خاصية مقاومة الانضغاط بدقة فسوف نأخذ نتائج كل معالجة على حدة (هواء , رطوبة , ماء) .

جدول (5) نتائج فحوصات مقاومة الانضغاط للنماذج المحضرة .

PERCENTAGE OF ADDITIVE MATTER	COMPRESSIVE STRENGTH (N/MM^2)		
	Water curing	Moisture curing	Air curing
P	16	15.5	14
2%	17	18	14
4%	12.5	13.5	8
6%	11.5	12	3.5
8%	8.5	10	2.5

نلاحظ في نتائج المعالجة بالهواء أن المادة المضافة تأثر سلبيا في هذه الخاصية إذ أنها تبدأ بقيمة$14N/mm^2$) من دون مضاف إلى أن تصل إلى قيمة ($2.5Nlmm^2$) عند إضافة المادة بنسبة (8%) . أما بالنسبة للمعالجة بالرطوبة فنلاحظ العكس حيث إن قيمة مقاومة الانضغاط للمكعبات تزداد بإضافة المادة إذ أنها أصبحت ($18N/mm^2$) عند نسبة الإضافة (2%) بعد أن كانت (15.5) بدون مضاف ثم بدأت بالنقصان شيئا فشيئا عند نسب الإضافة الأعلى و هذا يعني أن هذه المادة تقوم بتحسين خاصية مقاومة الانضغاط لخلطة إسمنتية عند إضافتها للخلطة بنسبة (2%) و للمعالجة بالرطوبة و يمكن الاستفادة من هذه الخاصية في التطبيقات الكثيرة التي تدخل فيها هذه الخلطة مثل أساسات المباني المتعددة الطوابق إذ أنها تتعرض للرطوبة و الضغط في آن واحد أو في بناء المنشآت تحت سطح الأرض مثل الملاجئ أو المخازن الخاصة التي تتطلب المواد المخزونة فيها عدم التعرض إلى أشعة الشمس مثلا . و أخيرا و عند تناول المعالجة الأخيرة (المعالجة بالماء) نلاحظ أن المادة المضافة قامت بالدور نفسه الذي قامت به في المعالجة بالرطوبة و لنسب الإضافة نفسها, حيث نلاحظ إن قيمة مقاومة الانضغاط تزداد من ($16N/mm^2$) عند المكعب الخالي من المادة المضافة إلى ($17N/mm^2$) عند وجود المضاف بنسبة (2%) و من ثم تبدأ بالتناقص عند نسب الإضافة الأعلى من ذلك إلا أن في هذه الحالة أي في المعالجة بالماء نلاحظ أن التأثير للمادة المضافة قليل و غير مؤثر بشكل فعال كما هو الحال بالنسبة للمعالجة بالرطوبة .

4- الاستنتاجات

نستنتج من تحليل النتائج العملية لهذا البحث إن إضافة مادة البولستر الصمغي غير المشبع إلى خلطة إسمنتية بنسبة (2%) من وزن الاسمنت يحسن خاصية مقاومة الانضغاط للخلطة بالنسبة للتطبيقات التي تستخدم فيها الخلطة في الرطوبة مثل أساسات المباني و ركائز الجسور و المنشآت في باطن الأرض , و هذا التحسين له مردود مادي إذ يقتصد من كمية المواد الأساسية للخلطة إذا أريد الحصول على نسبة معينة من مقاومة الانضغاط قياسا بنفس النسبة التي يتم بها الخلط من دون مضاف .

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, P.97-124.

3- D.W. flower (Polymer in Concrete) , Hand book of structural concrete Mc. Graw – Hill , New York, (1983), p. 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, No.5 , (1986).

6- Y. Ohama and S. kan, " Effect of specimen size on strength and drying shrinkage of polymer modified concrete" , The Int. J. of cement composites and light weight concrete Vol.4, No.4 (1982) P. 229-232.

7- A.M. Neville, " properties of concrete" , pitman puplishing Ltd., U.K. (1973).

8- B.S. 1881: 1983, " Method of testing concrete " parts 116, 117, 118, and 121, Br. St. Ins.

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

10- I.M. kamal, F.M. Falih, and A. Ahmed , "Iraqi J. polymer" , vol.6, No.1,
25-34, 2002.

11- R.J. kettle and M. Sadegzadeh, "concrete map", P.32-34 (1981).

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", 26, No.2.,1998

13- Gregory Garrick and M.S. candidate ," ME Graduate s1998tudent conference", 2004 .

14- D.P. Bentz, "Cement and concrete Research", Vol. 35, No.1 , 185-188 , 2005.

15-James E.Mark,"polymer data handbook",Oxford university press,Inc,1999.

16- Gonzalo Martinez-Barrera,Manuel Eduardo Espinosa-Pesqueira,Witold Brostow"Concrete +Polyester+caco3:Mechanics and irradiation",e-polymers,no.83,IssN 1618-7229,2007

17-أ.د.محمود أحمد أمام ، "الخرسانة... الخواص – الجودة – الأختبارات" .
كتاب ،الطبعة الرابعة ،رقم الايداع بدار الكتب المصرية 24888 ، الرقم الدولي(ISBN:97717-9-4179)