تأثيراستعمال البوليمر على بعض خواص الخرسانة [+]

INFLUENCE OF POLYMER ON SOME OF THE CONCRETE PROPERTIES

انتصار قدوري جمعة [*] فيصل كاظم عبد الحسين [*]

المستخلص:

ان الهدف الرئيسي للبحث هو دراسة تأثير أضافة مستحلب Styrene Butadine Rubber (SBR) وبنسب وزنية (2.5 ،5.0 ،7.5 ،10.0) % من وزن السمنت المستعمل لثلاث مجاميع من الخلطات الخرسانية تعتمد نسبة وزن السمنت الى مجموع وزن الركام المستعمل بـ(0.305،0.222،0.167) ونسب ماء/ سمنت هي (0.42 ، 0.44 ، 0.52) على التوالي وبيان مدى تأثيره على بعض الخواص الميكانيكية مقاومة الانضغاط (Mpa) ومقاومة شد الانفلاق (Mpa) ومقاومة الانثناء (Mpa) وكذلك الامتصاص الكلي .

أضهرت نتائج الفحص تحسناً واضحاً في بعض الخواص الميكانيكية لخرسانة المجاميع الثلاثة المطورة باستعمال 10% من الـ (SBR) عند عمر فحص (180) يوم نسبته (26.7، 18.8،11.0) % و (34 ، 23 ، 17) % و (20 ، 18 ، 14)% لكل من مقاومة الانضغاط ، مقاومة شد الانفلاق و مقاومة الانثناء على التوالي مقارنة بالمرجعيات الثلاث ولنفس العمر وكذلك أنخفاض واضح في الامتصاص الكلي نسبته (53 ، 44 ، 30)% للخلطات الثلاث (0.305، 0.222، 0.167)على التوالي لعمر فحص (90) يوم مقارنة مع مرجعياتها الثلاث ولنفس العمر.

Abstract:

The main aim of this research is to study the effect of (2.5 ،5.0 ،7.5،10.0) % by cement weight of Styrene Butadine Rubber (SBR) emulsion used for concrete mixes، its depend cement weight ratio to the total aggregates weight of (0.305، 0.222 ،0.167) and w/c ratio by (0.42 ،0.44 ،0.52) respectively ،and it is shown their effect on some mechanical properties (compressive strength ،splitting tensile strength،flexural strength) and total absorption .

The test results showed clear improvement in some mechanical properties by using 10% (SBR) modified concrete at the test duration of (180) day for three groups its ratio of (26.7 ، 18.8 ,11.0) % (34 ,23 ,17) % and (20, 18, 14) % for each compressive strength ,splitting tensile strength and flexural strength compared with the three referential Mixture for the same duration respectively and clear drop in total absorption its ratio of (53 ,44،30) % for the three concrete mixtures of (0.305 ،0.222 ،0.167) respectively at the duration of (90) days compared with the three referential mixtures with the same test duration .

ألمقدمة :

[+] تاريخ استلام البحث ٢٠٠٨/٤/٢١ ، تاريخ قبول النشر٢٠٠٩/٤/٢٠

[*] مدرس /معهد التكنولوجيا /بغداد

تعتبر الخرسانة من المواد الرئيسة وخاصة في قطرنا وقد أستعملت بصورة متزايدة ومنذ فترة طويلة وتطورت الاساليب ألمتبعة في أنتاجها بشكل كبير وذلك لرخصها ومرونة أستعمالها مقارنة مع المواد الانشائية الاخرى يجري الان وفي معظم أنحاء العالم تحسين خواصها من خلال مضافات الى المكونات الاساسية للخرسانة المتمثلة بالاسمنت والركام والماء[1].ومن بين هذة المضافات هي البوليمرات التي عرفها المعهد الامريكي للخرسانةرقم(548) [ACI Manual of Concrete Practice Part 5 – 1990] بأنها خلطات خرسانية اعتيادية مضافة اليها البوليمرات قابلة للذوبان بالماء أو بوليمرات أنتشارية (Emulsified) تضاف اثناء عملية ألخلط ، يكون للبوليمر تأثير في عملية أماهة السمنت البورتلاندي عن طريق تكوين شبكة بوليمرية مستمرة خلال هيكل الخرسانة [2] فينتج خرسانة البوليمر التي يمكن استعمالها في اعمال صيانة خرسانة السمنت البورتلاندي وفي أنتاج خرسانة أنابيب الصرف الصحي وخرسانة حمامات السباحة وقنوات التصريف وخرسانة الجسور والخرسانة المعرضة للظروف القاسية في الترب الملحية من خلال تحسين الخواص الخرسانية الاعتيادية خاصة المتعلقة بتقليل حجم الفراغات في الخلطة الى حد كبير وزيادة في قوة ترابط مكونات الخرسانة الاعتيادية المطورة بالبوليمر [3،4] ولذلك اصبح الملاط المطور بالبوليمر والخرسانة المطورة بالبوليمرات من مواد الصناعة الانشائية سائدة الاستعمال في اليابان واوربا وكذلك الحال في الولايات المتحدة الامريكية عام 1980 [5]

هدف البحث :-

ان الهدف الاساسي لهذا البحث هو بيان تأثير محلول ألبوليمر (ستايرين بيوتاداين)(SBR) Styren Butadine Rubber المضاف الى الخلطات الخرسانية بنسب مختلفة (2.5 ، 5.0 ، 7.5 ، 10)% من وزن السمنت على خواص الخرسانة في مقاومة الانضغاط (Compressive Strength) ، مقاومة شد الانفلاق (Splitting tensile Strength) ، مقاومة الانثناء (Flexural Strength) والامتصاص الكلي (Total Absorption) .

تأثير أضافة الـ (SBR) على نسبة الماء / السمنت في الخرسانة الطرية

أن اساس تقييم قابلية التشغيل وتأثير أضافة محلول الـ (SBR) على الخرسانة قد اعتمد على فحص ألهطول (Slump Test) حيث أجريت لكافة الخلطات بمجاميعها الثلاث حيث (GA) تمثل خرسانة تحتوي أسمنت مساوي ألى (500) كغم /م٣ بنسبة خلط (1: 1:38 : 1.9) ، (GB) تمثل خرسانة تحتوي أسمنت مساوي ألى (425) كغم /م٣ بنسبة خلط (1: 1.5 : 3) والمجموعة (GC) خلطة تحتوي اسمنت مساوي ألى (320) كغم /م٣ بنسبة خلط (1: 2 : 4) للسمنت والرمل والحصى على التوالي .

ويلاحظ من خلال الجدول (1) بأن زيادة نسبة محلول الـ (SBR) الى الخلطات في المجاميع الثلاث يحصل أنخفاض متزايد في نسبة الماء / السمنت عند تثبت مقدار الهطول للخلطات بـ (75± 5 mm).

جدول رقم (1) نسب محلول الـ (SBR) المضاف الى الخلطات الخرسانية

المجموعة	رمز الخلطة	SBR%	نسبة الماء/ السمنت	مقدار الهطول(مم)
GA	Ref	–	0.42	75
	A1	2.5	0.393	73
	A2	5.0	0.371	74
	A3	7.5	0.350	72
	A4	10.0	0.332	76
GB	Ref	–	0.44	75
	B1	2.5	0.415	77
	B2	5.0	0.392	74
	B3	7.5	0.368	75
	B4	10.0	0.353	72
GC	Ref	–	0.52	77
	C1	2.5	0.498	78
	C2	5.0	0.471	76
	C3	7.5	0.441	75
	C4	10.0	0.430	73

المواد المستعملة

1 – السمنت

تم استعمال السمنت البورتلاندي السعودي المنشأ هو مطابق للمواصفات العراقية رقم (6) لسنة 1984 [6] وتم خزنة بصورة جيدة للحفاظ علية من تأثير الرطوبة والجدولين رقم (2،3) يبنيان الخواص الكمياوية والفيزياوية للسمنت المستعمل .

جدول رقم (2) التحليل الكمياوي* لنسب مكونات السمنت المستعمل وحدود المواصفة القياسية العراقية رقم (5) لسنة 1984

Compound Composition	Abbreviation	Percentage By Weight	Limits of Iraqi Specification No.5 / 1984
Silica (%)	SiO_2	22.04	–
Lime (%)	CaO	61.67	–
Alumina (%)	Al_2O_3	4.10	–
Iron Oxide (%)	Fe_2O_3	5.08	–
Sulfate	SO_3	1.77	2.8% $\leq$
Magnesia (%)	MgO	2.14	5% $\leq$
Loss On Ignition (%)	L.O.I	1.99	4% $\leq$
Lime Saturation Factor	L.S.F	0.86	0.66-1.02
Insoluble Residue (%)	I.R	0.60	1.5 $\leq$

* اجري الفحص بواسطة المركز الوطني للمختبرات والبحوث الانشائية (NCCLR)

جدول رقم (3) الخواص الفيزياوية* للسمنت المستعمل في البحث

Physical Property	Test result	Limits 0f sp.N0
Specific Surface Area (m²/kg)	355	230 (min)
Set tins time (u.app.) Initial hrs:min Final hrs :min	 3: 15 4:30	 0:45 (min) 10:0 (max)
Compressive strength (70.70) mm cub N/mm² 3 days 7 days	 25.5 32.2	 15 (min) 23 (min)

* اجري الفحص بواسطة المركز الوطني للمختبرات والبحوث الانشائية (NCCLR)

2 – الركام الناعم

تم استعمال رمل الاخيضر المطابق للمواصفات العراقية رقم (45) لسنة 1984 [7] وبوزن نوعي ونسبة املاح وامتصاص مساوي الى (2.64 ، 0.08 ، 0.17) على التوالي والجدول رقم (3) يبين التحليل المنخلي للرمل الناعم المستعمل في الخلطات الخرسانية ويقع ضمن منطقة تدرج رقم (2).

جدول رقم (4) التحليل المنخلي للركام الناعم

رقم المنخل (ملم)	٪ المار	حدود المواصفة العراقية 45 لسنة 1984
4.75	99	90–100
2.23	87	75–100
1.18	76	55 – 90
0.6	47	35 – 59
0.3	18	8 – 30
0.15	6.4	0 –10
0.075	1.2	0 – 3
معامل النعومة 2.32		

3– الركام الخشن

تم استعمال حصى نهري من منطقة النباعي بمقاس اكبر لايزيد عن (10) ملم ومطابق للمواصفة العراقية رقم (45) لسنة 1984 [7] . وبوزن نوعي ونسبة املاح وامتصاص مساوي الى (2.68 ، 0.07 ، 0.5) على التوالي والجدول رقم (4) يبين التدرج للركام الخشن .

جدول رقم (5) التحليل المنخلي للركام الخشن

رقم المنخل (ملم)	٪ المار	حدود المواصفة العراقية 45 لسنة 1984
12.5	100	100
9.5	99	85 –100
4.75	19.5	0 – 25
2.35	1.2	0 – 5
معامل النعومة 2.48		

4 – الماء

تم استعمال الماء الصالح للشرب لجميع الخلطات الخرسانية المرجعية والمطورة باستعمال محلول الـــ(SBR)

5- ألبوليمر ستايرين بيوتاداين (SBR)

تم استعمال محلول الـــ(SBR) كمادة مضافة وبنسب مختلفة من وزن السمنت لانتاج خرسانة البوليمر والجدول رقم (6) يمثل مواصفات مادة الـــ (SBR)من قبل الشركة المنتجة [8]

جدول رقم (6) مواصفات الـــ(SBR) للشركة المنتجة [8]

Co lour	White
Shape and Appearance	Emulsion
Solid in aqueous solution	48%
Mixing with Water	Mix with water at any percent
Specific gravity	1.02 kg / L
Storage Conditions	Free From Soft
Shelf life	1 year when closed
Butadine	40 (by weight)
Styrene	60 (by weight)
Soduim ally sulfate	0
Soduim phosphate	0

الخلطة الخرسانية:

تم اعتماد مقاومة أنضغاط لخرسانة مرجعيات المجاميع (GC،GB،GA) بما لاتقل عن Mpa (30) بعمر فحص (28) يوم و بالهطول بمقدار(5±75) بموجب طريقة المعهد الامريكي للخرسانة (ACI 211 – 91) والجدول رقم (7) يبين مكونات الخلطات المرجعية الثلاث ونتيجة فحص مقاومة الانضغاط وقابلية تشغيل مقاسا" بعمر (28) يوم.

جدول رقم (7) مكونات الخلطات المرجعية الثلاث(GC،GB،GA) وقيمة مقاومة الانضغاط بعمر (28) يوم .

Group No	Mix Prop.	Cement kg /m^3	Sand Kg/m^3	Gravel kg/m^3	w.of cement * / w. of Agg.	w/c ratio	Compressive Strength Mpa
GA	1: 1.38: 1.9	500	690	962	0.305	0.42	51.2
GB	1: 1.5 : 3	425	637.5	1275	0.222	0.44	45.6
GC	1 :2: 4	320	640	1280	0.167	0.52	31.5

*تعني وزن السمنت / وزن مجموع الركام

فحص مقاومة الانضغاط Compressive Strength Test :

تم استعمال قوالب حديدية بأبعاد (100*100*100) ملم وحسب المواصفة BS 1881 Part 116 - 83 [9] يتم دهن القوالب لكل مجموعة نماذج قبل عملية الصب ولمعدل ثلاث مكعبات لكل نموذج بالاعمار (3،7، 28 ،90،180) يوم على ان تجفف سطوحها بقطعة قماش قبل الفحص .

فحص مقاومة الانثناء Flexural Strength :

اسعملت قوالب بأبعاد (400*100*100) ملم بعد دهنها لكل مجموعة نماذج من الخرسانة وبموجب المواصفة Bs 1881 Part 118 – 1989 [10] وبمسافة للتحميل صافية مقدارها (300) ملم ثم اخذ معدل القراءة لفحص ثلاث نماذج وتم اعتماد القانون التالي في الحصول على مقاومة الانثناء .

$$Ft = \frac{PL}{bd^2} \qquad \text{- - - - - - - - - - (1)}$$

حيث:-

Ft = مقاومة الانثناء (N/mm^2)

P = اعلى قوة مسلطة من الجهاز على نموذج الفحص. (N).

L = المسافة الصافية بين المسندين (mm).

d = ارتفاع النموذج (mm).

b = عرض النموذج (mm).

فحص مقاومة شد الانفلاق Splitting Tensile Strength:

استخدمت قوالب اسطوانية بقطر (100) ملم وارتفاع (200) ملم وبموجب المواصفة (C496-86) ASTM[11] تم فحص النماذج الخرسانية بأعمار (7،28، 90، 180) يوم واخذت معدل ثلاث قراءات لكل نموذج ولجميع أعمار الفحص وللنسب المختلفة من الخرسانة المرجعية والمطورة بأستخدام محلول الـ(SBR).
وباستعمال المعادلة ادناه تم الحصول علي مقاومة الانفلاق.

$$Ft = \frac{2PL}{\pi DL} \qquad \text{- - - - - - - - - - (2)}$$

حيث:-

Ft = مقاومة شد الانفلاق (N/mm^2)

P = اعلى قوة مسلطة من الجهاز على نموذج الفحص. (N).

L = طول النموذج الاسطواني (mm).

D = قطر النموذج الاسطواني (mm).

فحص الامتصاص الكلي Total Absorption Test:

باستعمال مكعبات (100 * 100*100) ملم واعتمادا" على المواصفة BS, 1881 ,Part 122 - 1989 [12] تم فحص الامتصاص الكلي لجميع النماذج الخرسانيةبالاعمار (7، 28 ،90) يوم وكمعدل لثلاث قراءات لكل نموذج ومن المعادلة التالية حصلنا على الامتصاص الكلي .

$$\% \text{ Total Absorption} = \frac{W2 - W1}{W2} * 100\% \qquad \text{- - - - - - - - - - (3)}$$

حيث : -

Total Absorption = الامتصاص الكلي W2 = معدل الوزن الرطب للنموذج (gm)

W1 = معدل الوزن الجاف للنموذج (gm)

مناقشة النتائج:

تأثير أضافة محلول (SBR) علي مقاومة الانضغاط للخرسانة :

الجدول (8) يوضح نتائج مقاومة الانضغاط لمختلف الخلطات المستعملة في البحث حيث تزداد بشكل ملحوظ مع زيادة نسبة محلول الـــ (SBR) المضاف ولجميع اعمارالفحص حيث لوحظ في عمر (28) يوم فحص وبنسبة 10% من المحلول (SBR) المضاف بلغت الزيادة (29.3،20.7،12.5) % للمجاميع (GA،GB،GC) على التوالي مقارنة بالخلطات المرجعية الثلاث الخالية من محلول (SBR). والسبب في زيادة مقاومة الانضغاط ربما يعود الى أن استعمال المحلول الـــ (SBR) المضاف رافقه انخفاض في نسبة (الماء / السمنت) وهذا يعود بالـــشكل الايجابي على مقاومة الخرسانة حيث تتحـــسن المقاومة للخـــرسانة مع انخفاض نسبة (الماء / السمنت) أي تتناســـب مقاومة الانضغاط عكـــسياً مع نســـبة (الماء / السمنت) في الخلطة [13] وهذا يتفق مع الاستنتاج الذي اوضحه الباحثين[5، 14،15] ومضمونه بأن محلول (SBR) المضاف لتطوير الخلطات الخرسانية يعمل عمل الملدن المتفوق بخفض نسبة (الماء / السمنت) ومن الشكل رقم (1) بينت نتائج الفحص زيادة في مقاومة الانضغاط مع مرور الوقت للانضاج تم الفحص لخرسانة المرجعيات الثلاث(GA،GB، GC) فعند الفحص بعمر (90، 180) يوم بلغت قيم مقاومة الانضغاط (59.4،56.8) ، (52.2،50.1) ، (33.05،31.5) Mpa على التوالي للمرجعيات الثلاث . اما في الشكل رقم (2) فأنه يوضح التطور في مقاومة الانضغاط لنماذج خرسانة (GA) مع مرور الوقت وبزيادة نسبة المحلول (SBR) في الخرسانة الذي يؤدي الى تكوين شبكة ثلاثية الابعاد ومن نواتج عملية البلمرة مكونة غشاء يزيد من نظام الربط نتيجة للمواصفات الجيدة لهذا النوع من البوليمر الذي يسهم في عملية ملىء جزئية الفراغات ضمن هيكل الخرسانة وتعمل عمل المادة المزيتة كالمضافات الملدنة التي تقلل من الاحتكاك بين حبيبات الركام مؤدياً بذلك الى زيادة الكثافة وتحسين مقاومة الانضغاط وهذا ينطبق على الشكل رقم (3) حيث ثبتت النتائج الزيادة في النسبة المئوية لمقاومة الانضغاط بالعمر (180) يوم . وعند اضافة 10% من محلول الـــ (SBR) تمثلت في (26.7،18.8، 11.0) % لنماذج خرسانة المجاميع (GA،GB،GC) على التوالي مقارنة بالخلطات المرجعية الثلاث لنفس العمر وهذا يعزى الى زيادة نسبة المحلول (SBR) المضاف مع زيادة محتوى السمنت بالخلطة نسبة الى الركام المستعمل مما يؤدي الى تقارب حبيبات الركام ولصقها مع بعضها مما يزيد في كثافتها وعلى العكس من ذلك فأن زيادة الركام يؤدي اللى تباعد الحبيبات عن بعضها مسببة قلة الكثافة كما في الشبكة الثلاثية الابعاد وتكون اقل قوة ومتانة [2] .

تاثير اضافة محلول الـــ (SBR) على مقاومة الانثناء للخرسانة:

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها في جدول (9) والاشكال (4، 5) نجد ان مقاومة الانثناء تزداد للخلطات المرجعية الثلاث والنماذج الخرسانية المطورة بأضافة محلول الـــ (SBR) مع زيادة فترة الانضـــاج حيث لوحظ بانه تم الحصول على قيم لمقاومة الانثناء لنماذج فحص (GB) بالاعمار (7،28،90،180) يوم مـــساوية الـــى (3.95، 4.30، 4. 93 ، 5.1) Mpaعلى التوالي ويعزى ذلك الى نفس الاسباب التي ذكرت في تحليل نتائج مقاومة الانضغاط وهذا ينطبق على جميع النتائج التي تم الحصول عليها عند اضافة نسب من محلول الـــ(SBR) الى المرجعيات الثلاث حيث تؤشرالنتائج زيادة واضحة في القيم مع زيادة عمر الانضاج وزيادة نسبة المحلول المضاف ويتفق هذا مع ماتم التوصل اليه الباحث [15]. ويوضح الشكل (6) قيم عند الفحص بعمر(180) يوم وباضافة (10%)من محلول الـــ (SBR) الى خرسانة المرجعيات الثلاث تمثلت بـــ(9.85،7.5،5.65)Mpa لكل من الخلطات(0.305 ، 0.222 ، 0.167) نسبة سمنت الى الركام على التوالي وهذا يتفق مع ماتم التوصل اليه الباحثين[2] اما الشكل رقم (7) فأن مقدار الزيادة (%) لمقاومة الانثناء عند اضافة (7.5)% من محلول الـــ(SBR) لنماذج المرجعيات الثلاث وعند عمر

فحص (180) يوم أشرت الزيادة كنسبة مئوية بـــ(35.0،56.5، 10.0) للمجاميع (GC،GB،GA) على التوالي مقارنة بالخلطات المرجعية الثلاث لنفس العمر والسبب ذاته الذي تم تفسيره للباحثيين [17،2] .

تأثير اضافة محلول الـــ (SBR) على مقاومة شد الانفلاق للخرسانة:

يوضح الجدولين رقم (11،10) تأثيراضافةمحلول الـــ(SBR) المطور للخرسانة بالنسب (10.0،7.5،5.0،2.5)% على مقاومة شد الانفلاق بأعمار فحص (180،90،28،7) ويتضح تأثيرها الايجابي حيث تزواحت النسبة المئوية بين (34.0،23.1 ، 17.15) نزولاالى (2.1 ،1.7 ،1.5) عند اضافة محلول الـــ(SBR) بنسبة (10% ، 2.5 %) على التوالي والفحص بعمر 180 يوم للخلطات (0.305 ، 0.222 ،0.167) مقارنة بالخلطات المرجعية ولنفـــس لاسباب التي ذكرت للباحث [17]. كذلك الحال للخلـــطات المرجعية الثلاث حيث ازدادت مقاومة شد الانفلاق للنماذج المفحوصة بمرور وقت الانضاج ولحين الفحص وعلى ســـبيل المثال سجلت نتائج الفحـــص القيـــم (3.75 ، 3.88 ، 4.37 ، 4.75) Mpa للاعمار (7 ،28 ،90، 180) يـــوم للخلطة الخرســـانية (GA) نـــسبة سمنت / ركام مساوية الى (0.305) لنفس الاسباب الواردة في مقاومة الانضغاط والتي تم ذكرها سابقا".

تأثير اضافة محلول الـــ (SBR) على الامتصاص الكلي للخرسانة :

من خلال النتائج المثبتة في الجدول رقم (12) والموضحة بالاشكال (8، 9 ، 10) يتضح بأن جميع النماذج التي تم فحصها رافقها أنخفاض في النسبة المئوية للامتصاص الكلي مع مرور وقت الفحص حيث كانت النسبة المئوية للامتصاص الكلي لمرجعية خرسانة المجموعة(GA) هي(4.95، 3.35 ، 2.23) للاعمار (7، 28 ،90) يوم على التوالي ولمرجعية خرسانة المجموعة(GC) هي (6.80، 4.95 ، 2.78) للاعمار (7 ، 28 ،90) يوم على التوالي وهذا يتفق عليه جميع الباحثين بسب استمرار عملية التميؤ للسمنت وتناقص حجم المسامات مع مرور الوقت الذي يتناسب عكسيا" مع زيادة محتوى الاسمنت في الخلطة أي بمعنى أنة كلما كان محتوى السمنت كغم/ م٣ في الخلطة الخرسانية اكبر كلما قلت نسبة المسامات مع مرور الوقت . أما الحال بالنسبة الى نتائج الامتصاص الكلي عند اضافة نسبة من محلول الـــ(SBR) فأنه يحصل انخفاض في الامتصاص الكلي مع أزدياد نسبة محلول الـــ(SBR) المضاف حيث لوحظ انه تم الحصول على نتائج الفحص لعمر (90) يوم لنماذج خرسانة(GB) قيما" بالانخفاض كنسبة مئويـــة هي (44 ، 31 ، 12، 1)% لنسبة اضافة المحلول (SBR) بـــ (10 ، 7.5 ،5.0 ، 2.5) % على التوالي مقارنة بالخلطة المرجعية لنفس عمر الفحص وهذا يعزى الى تأثير زيادة البوليمر (SBR) في غلق وتقليل حجم الفراغات والمسامات في الخلطة وهذا يتطابق مع ماتم التوصل الية الباحث [17] .

الاستنتاجات :

1. تزداد قيم مقاومة الانضغاط مع زيادة فترة الانضاج لخرسانة المرجعيات الثلاثة حيث تم الحصول على القيم (59.40،52.20، 33.05)Mpa للمجاميع (GC،GB،GA) على التوالي عند عمر (180) يوم في حين تم الحصول على القيم (36.4،33.35 ، 24.25) Mpa للمجموعة المذكورة على التوالي عند عمر(7) يوم وكذلك الحال لمقاومة شد الانفلاق ومقاومة الانثناء حيث تزداد قيمتها مع زيادة فترة الانضاج لخرسانة المرجعيات الثلاث .
2. انخفاض النسبة المئوية للامتصاص مع زيادة فترة الانضاج لخرسانة المرجعيات الثلاث حيث تم الحصول على

(2.23،2.46 ، 2.78) % للمجاميع (GA،GB،GC) على التوالي عند عمر (90) يوم في حين تم الحصول على القيم (4.95،5.25، 6.80) % للمجاميع المذكورة على التوالي عند عمر(7) يوم.

3.حصول نقصان في نسبة الماء/ السمنت عند زيادة نسبة الـــ(SBR) لقابلية تشغيل ثابتة ($75 \pm 5mm$) حيث بلغت نسبة النقصان (20.9، 19.7، 17.3) % للمجاميع (GA،GB،GC) على التوالي عند اضافة نسبة 10% من محلول SBR .

4. ان زيادة نسبة محلول الـــ(SBR) يودي الى زيادة في مقاومة الانضغاط ومقاومة شد الانفلاق ومقاومة الانثناء حيث لوحظ بأنة تم الحصول على القيم (66.2،6.3 ، 4.5) Mpa على التوالي عند اضافة 10%من الـــ SBRعند عمر (28) يوم لخرسانة (GA) في حين تم الحصول على القيم (54.10،4.92 ، 3.92) Mpaعند اضافة 2.5% من الـــ SBR عند عمر (28) يوم لنفس خرسانة (GA) .

التوصيات :

لاهمية موضوع استعمال مادة الـــ SBR في الصناعة الانشائية ولقلة ألبحوث اوصي بمايلي :-

١- دراسة تأثير المواد الطينية في الركام الناعم والخـــشن على خواص خرســـانة البوليمر وبأستخدام نســـب خلط (1: 2 :4) و (1: 3 : 6) أو (1: 1: 2) .

٢- دراسة تأثير الاملاح الداخلية على خواص الخرسانة المطورة بأستخدام البوليمرات .

٣- دراسة تأثير الاملاح الخارجية على خواص الخرسانة المطورة بأستخدام البوليمرات .

جدول (8) معدل مقاومة الانضغاط لنماذج مختلفة من الخرسانة

Group	Symbol	% of polymer (SBR)	Compressive Strength(Mpa)				
			3 days	7 days	28 days	90 days	180 days
G.A	Ref	0.0	29.20	36.40	51.20	56.80	59.40
	A1	2.5	30.40	38.60	54.10	58.90	61.70
	A2	5.0	34.10	42.90	63.70	68.00	72.40
	A3	7.5	37.90	46.80	64.10	69.90	74.90
	A4	10.0	39.60	49.10	66.20	72.10	75.30
G.B	Ref	0.0	25.20	32.25	45.60	50.10	52.20
	B1	2.5	26.00	33.35	47.20	51.90	53.95
	B2	5.0	27.80	35.70	50.90	54.95	57.70
	B3	7.5	30.60	36.90	54.10	58.80	61.70
	B4	10.0	32.10	39.80	55.00	59.67	62.00
G.C	Ref	0.0	16.40	23.80	28.40	31.50	33.05
	C1	2.5	16.90	24.25	29.10	32.30	33.90
	C2	5.0	18.60	26.30	30.80	34.10	35.40
	C3	7.5	20.50	28.95	31.30	34.80	36.30
	C4	10.0	19.20	20.40	31.95	35.06	36.70

جدول (9) معدل مقاومة الانثناء لنماذج مختلفة من الخرسانة

Group	Symbol	% of polymer (SBR)	Flexure Strength (Mpa)			
			7 days	28 days	90 days	180 day
G.A	Ref	0.0	4.31	4.82	5.45	5.71

	A1	2.5	4.38	4.94	5.62	5.88
	A2	5.0	4.58	5.22	5.91	6.72
	A3	7.5	4.76	5.74	6.72	8.94
	A4	10.0	5.04	6.36	7.46	9.85
G.B	Ref	0.0	3.95	4.30	4.93	5.10
	B1	2.5	3.99	4.42	5.09	5.24
	B2	5.0	4.10	4.64	5.28	5.52
	B3	7.5	4.22	4.89	5.64	6.68
	B4	10.0	4.50	5.25	6.16	7.50
G.C	Ref	0.0	3.35	3.78	4.05	4.63
	C1	2.5	3.38	3.81	4.12	4.68
	C2	5.0	3.45	3.93	4.24	4.79
	C3	7.5	3.59	4.09	4.38	5.10
	C4	10.0	3.65	4.31	4.66	5.65

جدول (10) معدل مقاومة شد الانفلاق لنماذج مختلفة من الخرسانة

Group.	Symbol	% of polymer (SBR)	Splitting tensile Strength (Mpa)			
			7 days	28 days	90 days	180 days
G.A	Ref	0.0	3.7	3.88	4.37	4.75
	A1	2.5	3.72	3.92	4.41	4.85
	A2	5.0	3.82	4.83	4.62	5.11
	A3	7.5	4.05	4.2	4.98	6.63
	A4	10.0	4.22	4.5	5.38	6.4
G.B	Ref	0.0	3.15	3.32	3.6	3.98
	B1	2.5	3.2	3.41	3.7	4.05
	B2	5.0	3.28	3.52	3.84	4.23
	B3	7.5	3.4	3.69	3.99	4.58
	B4	10	3.56	3.85	4.25	4.9
G.C	Ref	0.0	2.8	2.95	3.1	3.32
	C1	2.5	2.82	2.99	3.17	3.37
	C2	5.0	2.88	3.1	3.31	3.5
	C3	7.5	2.98	3.22	3.5	3.72
	C4	10.0	3.1	3.35	3.72	3.89

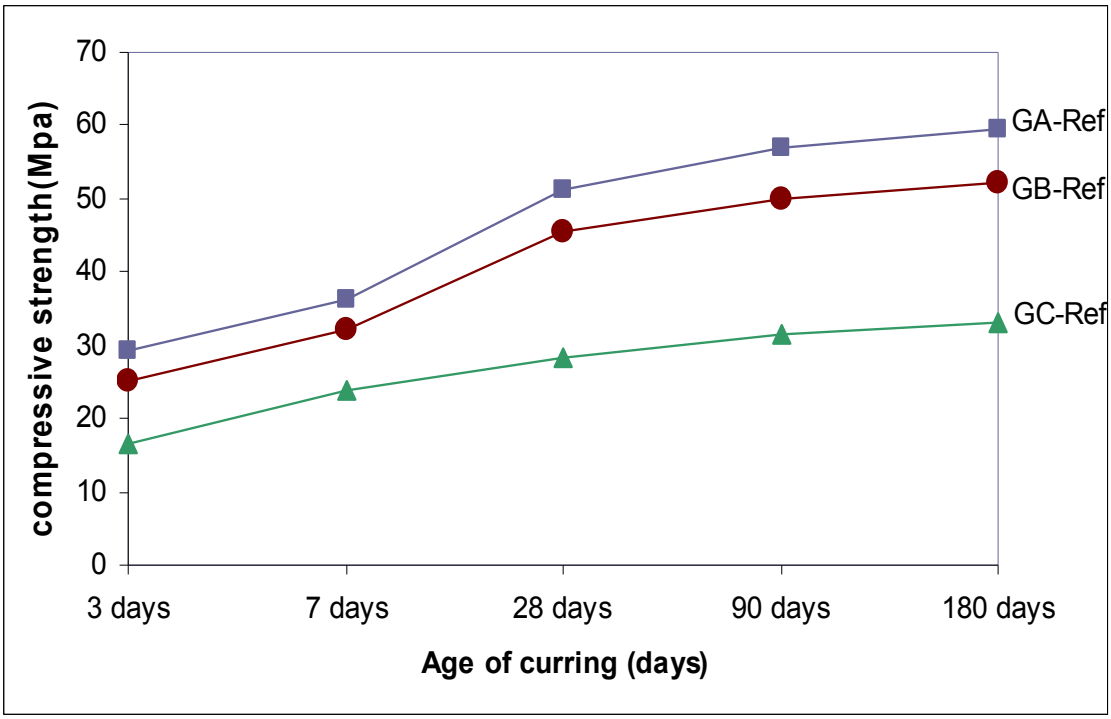
جدول رقم (11) النسبة المئوية للزيادة في مقاومة شد الانفلاق عند
عمر (180) يوم مقارنة مع الخلطات المرجعية

Group.	Symbol	% of polymer (SBR)	Increasing in splitting tensile%
G.A	Ref	0.0	—
	A1	2.5	2.1

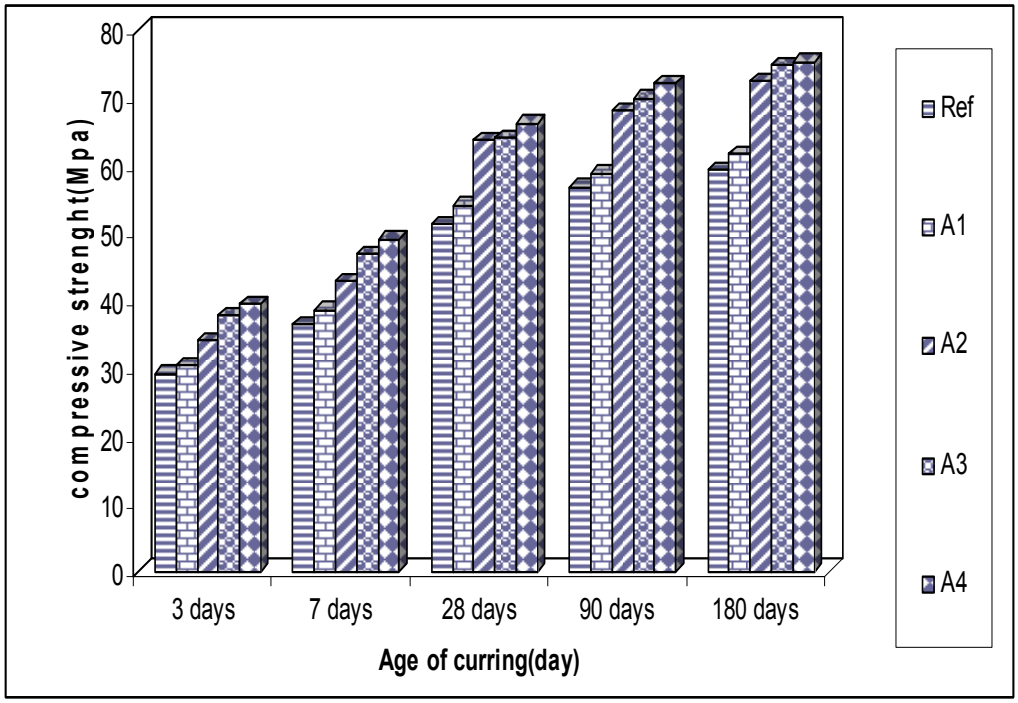
	A2	5.0	7.5
	A3	7.5	18.5
	A4	10.0	34
G.B	Ref	0.0	—
	B1	2.5	17.0
	B2	5.0	6.3
	B3	7.5	15.3
	B4	10.0	23.1
G.C	Ref	0.0	—
	C1	2.5	1.5
	C2	5.0	6.0
	C3	7.5	12.0
	C4	10.0	17.2

جدول (12) الامتصاص الكلي لنماذج مختلفة من الخرسانة

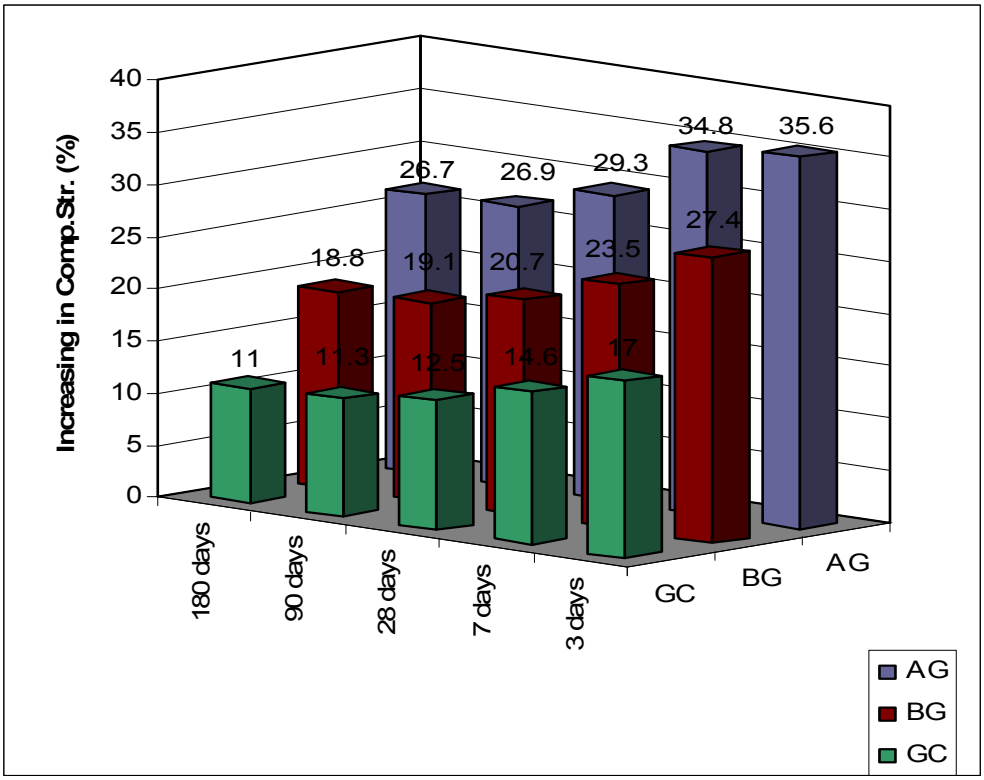
Group.	Symbol	% of polymer (SBR)	Total Absorption		
			7 days	28 days	90 days
G.A	Ref	0.0	4.95	3.35	2.23
	A1	2.5	4.82	3.27	2.21
	A2	5.0	3.50	2.48	1.87
	A3	7.5	2.95	2.08	1.32
	A4	10.0	2.68	1.46	1.05
G.B	Ref	0.0	5.25	3.08	2.46
	B1	2.5	5.17	3.56	2.34
	B2	5.0	3.70	2.59	2.16
	B3	7.5	3.25	2.27	1.70
	B4	10.0	2.99	1.84	1.38
G.C	Ref	0.0	6.80	4.95	2.78
	C1	2.5	6.72	4.30	2.75
	C2	5.0	5.91	4.02	2.55
	C3	7.5	4.15	2.91	2.25
	C4	10.0	3.46	2.35	1.95



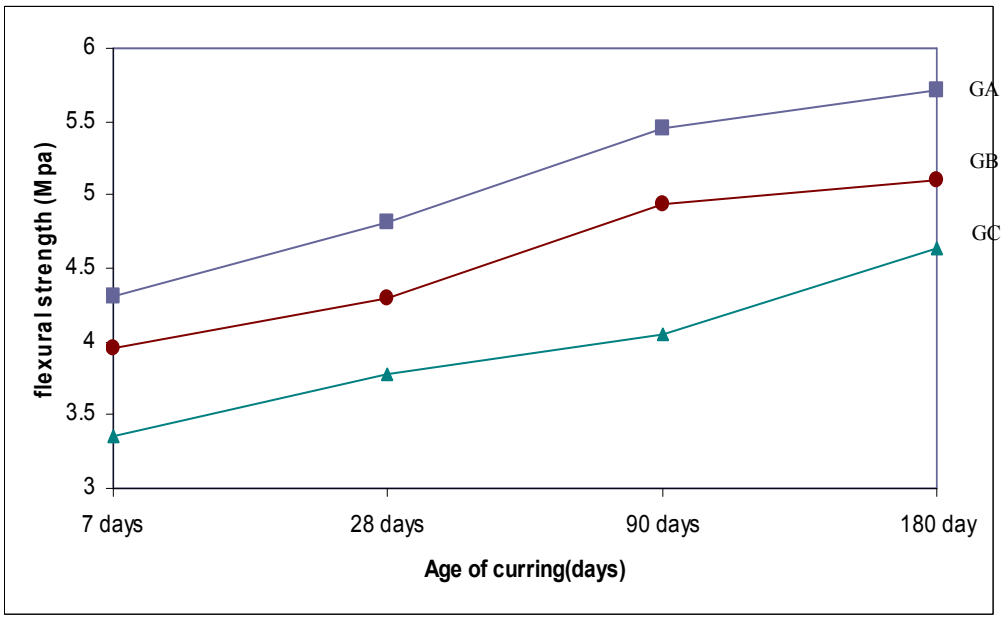
شكل رقم (1) العلاقة بين مقاومة الانضغاط و عمر المعالجة بالماء للمرجعيات الثلاث



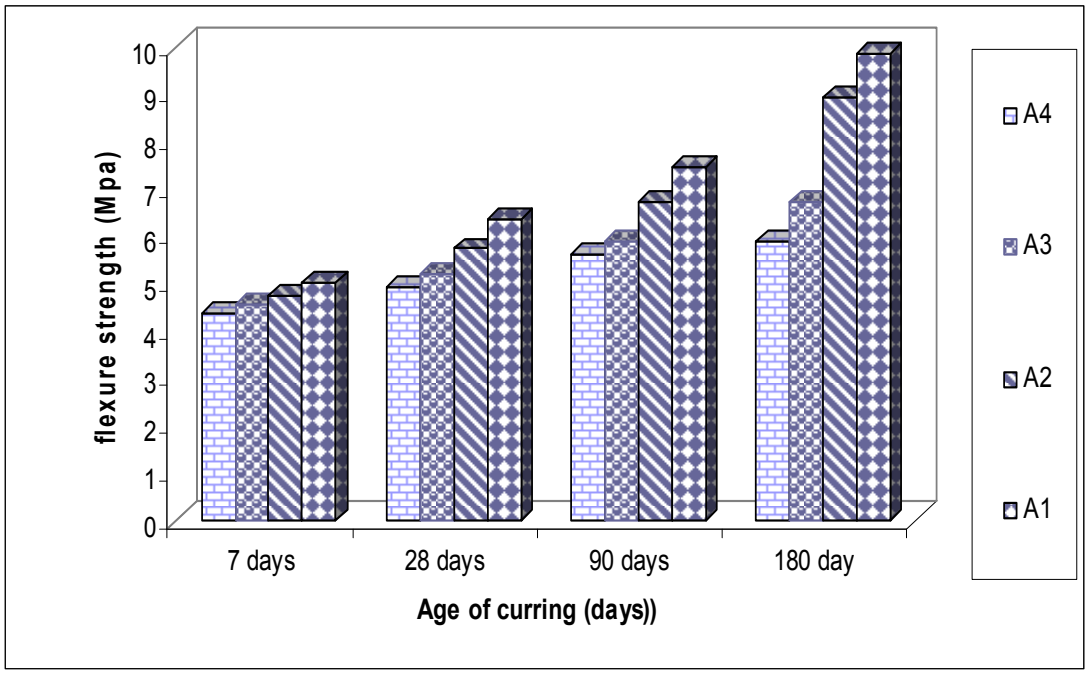
شكل رقم (2) العلاقة بين مقاومة الانضغاط وعمر المعالجة لنماذج المجموعة (GA)



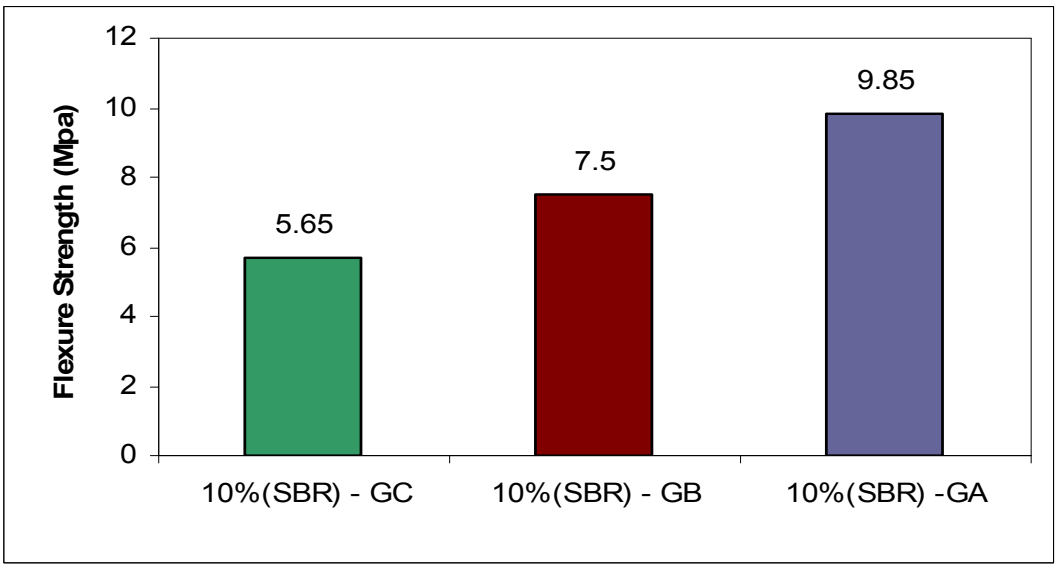
شكل رقم (3) النسبة المئوية للزيادة في مقاومة الانضغاط لنماذج الخرسانة المطورة
بأضافة 10% من محلول الـــ (SBR) مقارنة بمرجعياتها



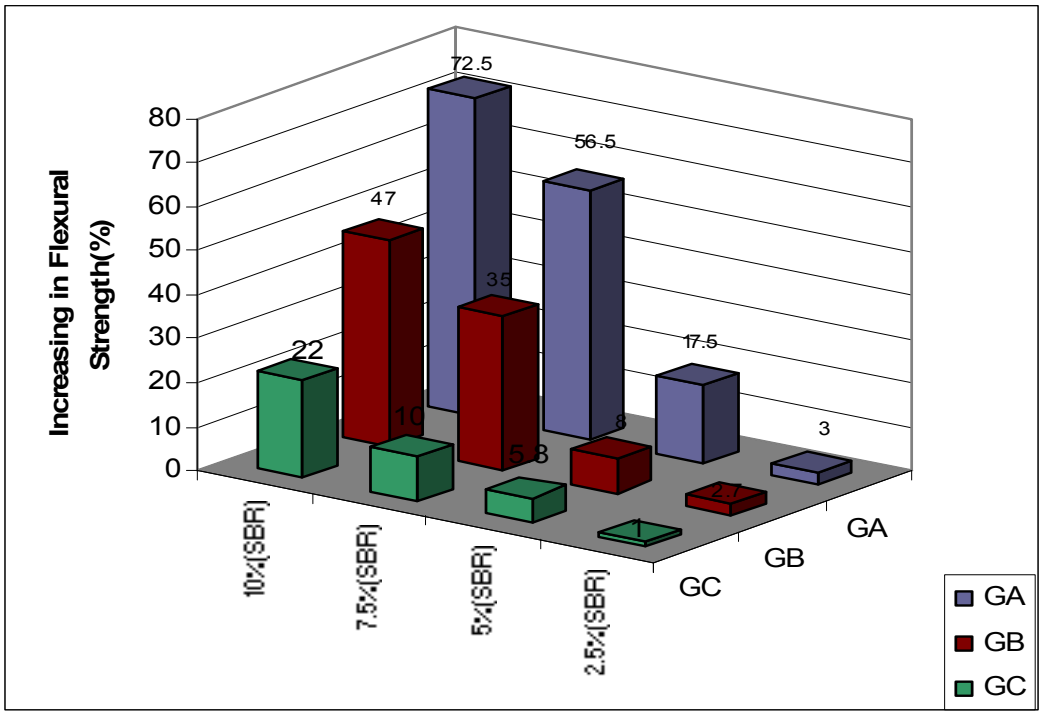
شكل رقم (4) علاقة مقاومة الانثناء (Mpa) باعمار مختلفة الفحص لنماذج
خرسانة المرجعيات الثلاث (GC، GB، GA)



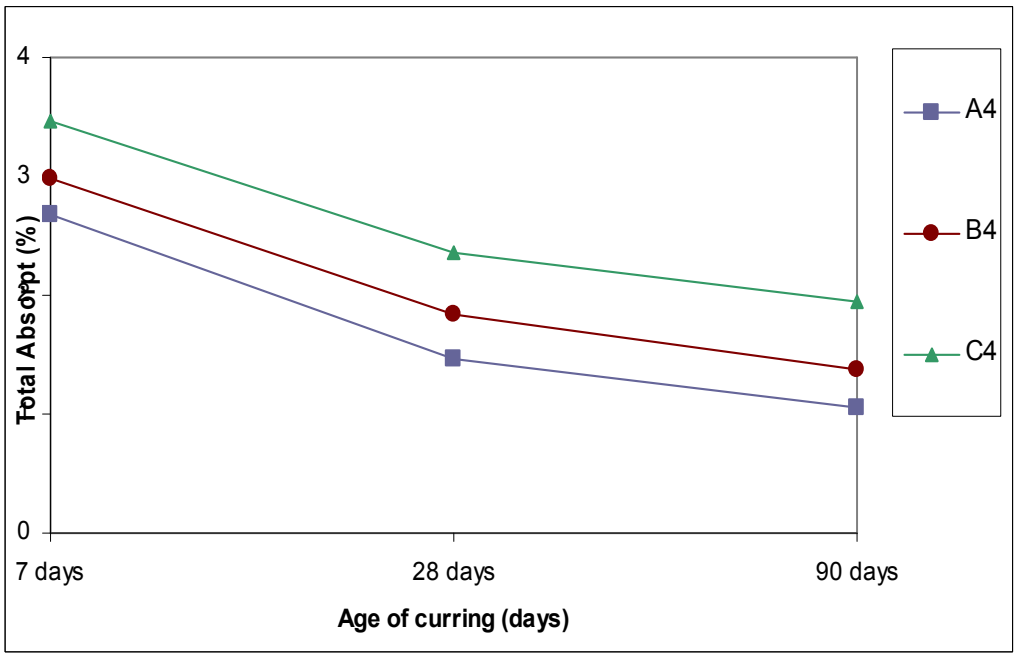
شكل رقم (5) علاقة مقاومة الانثناء (Mpa) بأعمار مختلفة لفحص نماذج الخرسانة المطورة
بنسب مختلفة من محلول الـــ (SBR) لمجموعة خرسانة (GA)



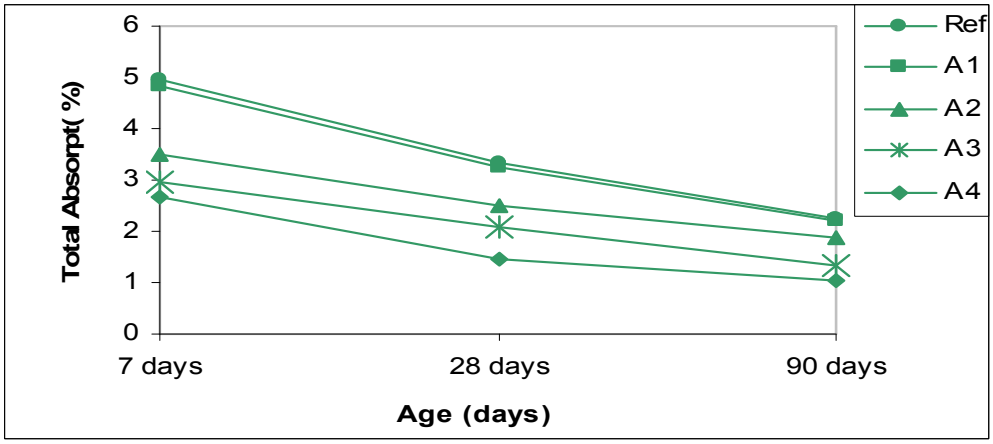
شكل رقم (6) قيم مقاومة الانثناء لعمر فحص (180) يوم ونسبة أضافة 10% من محلول الـــ (SBR)



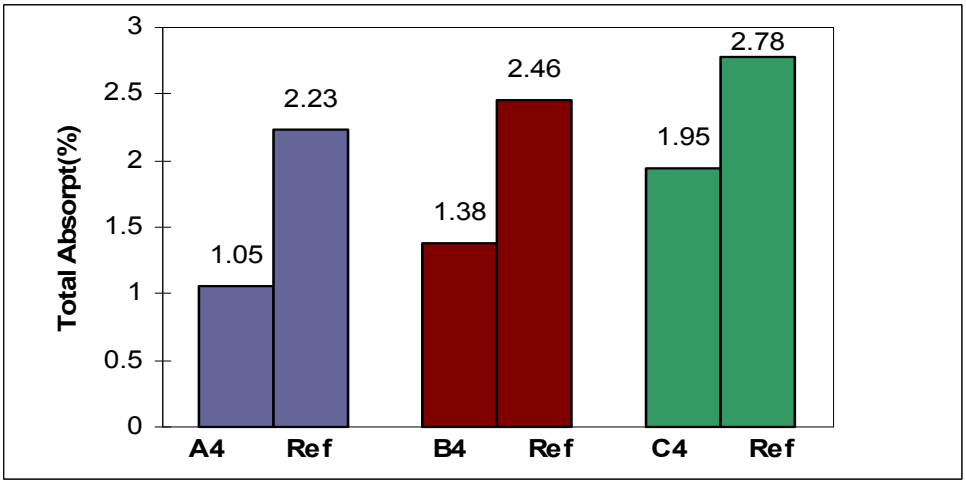
شكل رقم (7) النسبة المئوية للزيادة في مقاومة الانثناء للخلطات الخرسانية المفحوصة بعمر (180) يوم مقارنة بالخلطات المرجعية الثلاث



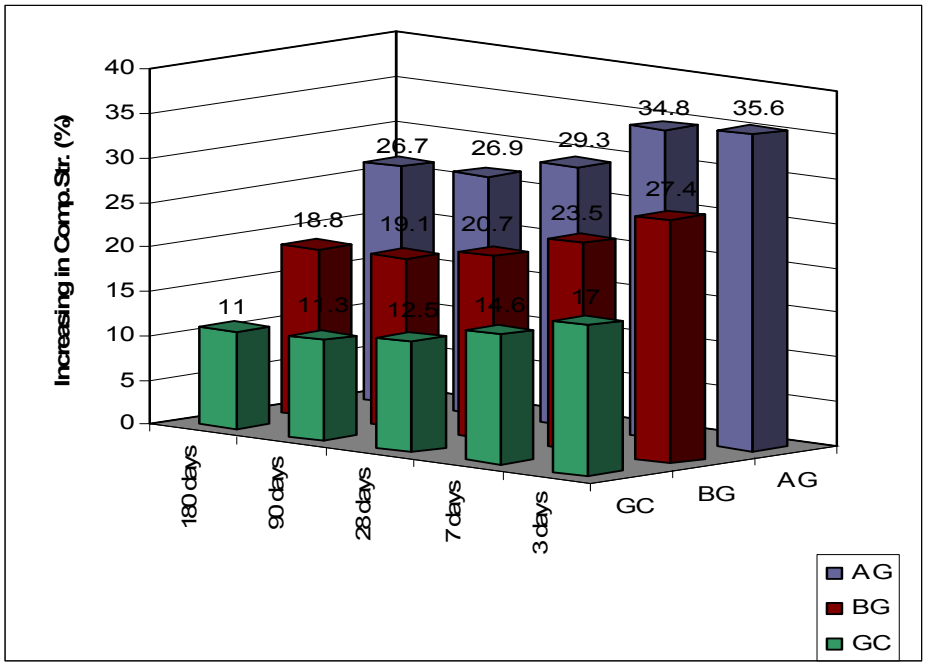
شكل رقم (8) العلاقة بين الامتصاص الكلي عمر الفحص لنماذج الخرسانة (A4،B4، C4)



شكل (9) العلاقة بين النسبة المئوية للامتصاص الكلي وعمر الفحص (يوم) لخرسانة (GA)



شكل (10) أنى نسبة مئوية للامتصاص الكلي للمرجعيات الثلاث عند الفحص بعمر (90) يوم



شكل (11) أدنى نسبة مئوية للامتصاص الكلي للمرجعيات الثلاث عند الفحص بعمر (90) يوم

المصادر :

1. Abood Abdul _ Satar *"Reducing Cement Content in Concrete Mix By Using Super plasticizer"*MSc thesis, University 0f Technology. 1986.

2.الجميلي، ابراهيم احمد النعمان ،بيان سالم الحديثي ، عبد القادر اسماعيل "الخرسانة البوليمرالخالية من الركام الناعم وخواصها الميكانيكية " المجلة العراقية للهندسة المدنية – أيلول ص57 الى ص73 – 2001.

3. Letif , Alaa' "*A study on the Properteies of Polymer – Modified Concrete* "MSc thesis – Civil Eng - University 0f Basrah 1998 .

4. Steinbery , M ; "*Polymers in Concrete* , " Int Symposium , Sp – 40 , ACI , Detriot , 1973 ,PP. 1- 3.

5 . الحديثي ، عبد القادر اسماعيل وذاكر ، طارق علي ونجم، خالد بتال "*سلوك القباب المصنعة من الخرسانة المحورة بالبوليمر والخالية من الركام الناعم* " المجلة العراقية الهندسية – السنة السابقة – العدد الثامن حزيران 2007 .

6 . المواصفة العراقية رقم (5) لسنة 1984 *" الاسمنت البورتلاندي الاعتيادي* " الجهاز المركزي للتقيس والسيطرة النوعية.

7. المواصفة العراقية رقم (45) لسنة 1984 " *ركام المصادر الطبيعية المستعمل في الخرسانة والبناء* " الجهاز المركزي للتقيس والسيطرة النوعية.

8. Fosroc Company for Building Chemicals, Ltd; *"Nit bond SBR* "Polymer Bonding Aid and Mortars, Additive, 8PP.

.9. BS 1881, Part 116 "*Method for Determination of Compressive Strength of Concert Cubes* "British Standards Institute, 1989 3PP.

10. BS. Institute "*Method for Determination of Flexural Strength* "BS .1881, Part 118 – 1989.

11. ASTM (C496 – 86) *"Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens* "Annual Book of ASTM Standards VOL 04 – 02, 1989. PP259 – 262.

12. BS. 1881, Part 122, 1989 "*Method for Determination of Water Absorption* ", British Standards Institute, 2PP.

13. Nevill, A, M, Brooks, J. J; "*Time – Dependent Behavior of Cemecave Concrete* "Concrete, V9, NO.3, 1975 London, PP 36 – 39.

14.Sujjavanich , S.,and Jundy ,J.R "*Development of Strength and Fracture Properties of Styrene – Butadine Copolymer Latex – Modified* Concrete "ACI Materials Journal ,Vol , 95 ,No.13.March – April ,1998 PP.131 – 143

15.AL-Omer , B.O. " Structural Behavior of Reinforced Polymer Modified Concrete Beams" M.sc. Thesis, University of Anbar , 2005, 104 PP.

16.Folic , R.J,and Radonjanin ,V.S, "*Experimental Research on Polymer Modified Concrete* " ,ACI Materials Journal ,Vol , 95 ,No.44 , Jully – August ,1998,PP,463 – 469

17. Ohamn, Y; "*Principle of Latex – Modification and Same Typical Properties of Latex – Modified Mortars and Concrete* "ACI Materials Journal, Vol. 84, No. 45, Nov –Dec -1987, PP 511- 519.