إنتاج بلاطات خرسانية عالية المقاومة بأستخدام البلاستك المثروم كبديل جزئي عن الركام الخشن وبأضافة الملدن S.B.R

جبار علي لفتة

هندسة مدنية / معهد تقني المسيب

Nawarja@yahoo.com

الخلاصة :-

تم أستخدام مادة البلاستك المثروم كبديل جزئي عن الركام الخشن لأنتاج خرسانة خفيفة الوزن وبنسبة ابدال (25%) (50%) (75%) وبأستخدام الملدن S.B.R وبنسبة (2%) وتسمى هذه الخلطات الخرسانية البلاستيكية خفيفة الوزن(L.W.P.C)وتم مقارنتها مع الخلطة المرجعية (RM=A)في هذا البحث تم أخذ (12) مكعب(10*10*10) سم تم فحصها بثلاثة أعمار (28,14.7)يوم ، و (4) أسطوانات (10*30) سم تم فحصها بعمر(28) يوم وتم أنتاج (12) بلاطة خرسانية بأبعاد(5*40*40) تم فحصها بطريقة معاير الكسر وبأعمار (28,14.7) يوم قد تحققت النتائج أدناه:

آ – النماذج المكعبه للخلطة (B) أعطت مقاومة أنضغاط (45 Mpa) مقارنة بالخلطة المرجعية (48.1 Mpa) تليها الخلطة (C) ثم (D) وبعمر (28) يوم حيث حققت الخلطات زيادة بالمقاومة وبأعمار متأخرة وبمعالجتها بالماء.

ب– أعطت النماذج الأسطوانية للخلطة (B)مقاومة شد (3.6 Mpa) مقارنة بالخلطة المرجعية التي أعطت مقاومة شد(3.64Mpa) تليها الخلطة (C) ثم الخلطة (D)وبعمر(28) والمعالجة بالماء .

ج– أعطت البلاطيات (شتايكر) (5*40*40) سم مقاومة كسر بلغت للخلطة (B) (4.05Mpa) تليها الخطة (C) ثم الخلطة (D)مقارنة بالخلطة المرجعية(A) التي أعطت مقاومة أنكسار(4.15Mpa) وهذا يدل على ان احلال البلاستك كان ضمن النسبة المثلى التي اعطت اجود الخواص للخرسانة الناتجة.

الكلمات المفتاحية: خرسانة بلاستيكية –خرسانة مرجعية –مقاومة الكسر –الملدن SBR–

Abstruct:-

The use of a plastic as a partial replacementof coarse aggregate for the production of lightweight plastic concrete with varyingpercentages (25%), (50%)and(75%)using plasticizer (SBR)with (2%)these mixture called lightweight plastic concretewhich compare with the reference mixture(A).

At this search take (12)cubic samples (10 * 10 * 10 cm) which test in three age (7,14,28)days , and (4) cylinders (10 * 30 cm) which test at 28 days it produced (12)ties with dimension(40*40*5) can test at (7,14,28)days with modulus of rapture gives the results below which of :-

(A)Cup ice samples of mixture (B) compressive strength (45 Mpa) compared the sample withreference mixture(A) (48.1 Mpa), next Mixture(C) nextMixture (D) with(28) days age. Though the mixtures gives increase strength at later age which caring with water.

(B)Cylindrical samples givesfor mix(B) tensile strength (3.6 Mpa) which compared with reference mixture(A) that give tensile strength (3.64)Mpa, next Mixture(C) next Mixture(D) at age (28)days then caring with water.

(C) The ties samples gives (40*40*5)cm for mixture(B)with modulus rupture(4.05)mpa next mixture(C) then mixture(D) Compare with reference Mixture(A) = 4.15mpa which gives modulus rapture .That is refer the mixture(B) content optimum replacement of plastic, which give the better properties of concrete product.

Keywords:-Plastice concrete-Referance concrete-Modulus Rupture-Super plastizar SBR

١- المقدمة

لقد أجريت عدة تحسينات على البلاطات الخرسانية الناتجة من أجل أنتاج أنواع ذات خواص جيدة تقاوم الظروف البيئية المختلفة وقد أزداد أنتاج مثل هذه الأنواع من الخرسانة وأنتشر أنتشاراً واسعاً بسبب توفر المواد الأولية.وبما ان نواتج المواد البلاستيكية المستهلكة أصبحت فائض عرضي يؤثر تراكمه على البيئة كما هو الحال في علب البلاستك وأطارات السيارات وتراكمها بكميات كبيرة.

فقد أزداد التوجه نحو أجراء عدة بحوث لدراسة أستخدامها في تصنيع أنواع من الخرسانة وتحسين العديد من الخواص الهندسية كالمتانة ومقاومة الأنثناء والأنحناء والصدم والأنضغاط والشد ومقاومة الكسر.

و بدأ الأهتمام بهذا النوع من الخرسانه قبل ٤٠ عاماً ففي عام 1970 بدأ أهتمام اليابانيين والأمريكيين بأستخدام المونه البوليمرية (PM) والخرسانه البوليمرية (PC) ، فقد وضعالمعهد الأمريكي للخرسانة رقم (548)خرسانة بلاستيكية (PPCC) ودراسة خواصها . فقد أخذت بقايا الأنابيب البلاستيكية التالفة وتم ثرمها على شكل حبيبات صغيرة متدرجة، ثم أحلالها بدل الركام الخشن وبنسب مختلفة (, 75% 25% , 50%) لأنتاج خلطات خرسانية فقد أستخدم الملدن (S.B.R) مع هذه الخلطات الذي يعتبر من أوسع البوليمرات في أنتاج الخرسانة.

تم تصميم اربعة خلطات خرسانية (A)و(B) و(C)و(D) و تم وزن مكونات كل خلطة وكانت نسبة الخلط (1:2:4) وكما مبين بالجدول رقم (4). وبنسبة (w/c =0.38)خلطت المكونات بخباطة كهربائية وجاء العمل وفق المواصفات القياسية ، وتم مقارنة النتائج مع الخلطة المرجعية وقد أعتمد البحث على عدة بحوث سابقة :

-توصل الباحثان Randonjainin,1997 بأجراء عدة فحوصات على نماذج مختلفة من الخرسانة البلاستيكية ومنها فحص الأنضغاط ومعاير الكسر وتوصلا الى أن مقاومة الأنضغاط أزدادت بصورة تدريجية مع زيادة نسبة أملاح البوليمر S.B.R المنتج من شركة الخليج الانشائات قطر ١٩٩٦ الى 40% مقارنة بالخلطة المرجعية كذلك التلاصق ومنع تطور الشقوق الشعرية .

-أكدت الدراسة المقدمة من قبل الباحثOhama1998 تأثير المواد المضافة والبوليمرية التي تغلف مكونات الخرسانة من داخل هيكلها نتيجة تكون النشاء البوليمري .

-جاء البحث الذي أكده كل منSchimizz , Bile , Eldin 1996 على خرسانة ألياف مخلفات أطارات السيارات فوجدا إن مقاومة الأنضغاط ومعامل كسر أقل من مقاومة الخرسانة الأعتيادية المرجعية لكنها ذات مرونة عالية أي أنها مناسبة لأعمال الطرق كطبقة أساس (stubilitedbasae) .

-الإطروحة التي بينتها الباحثة ندى مهدي فوزي ١٩٨٤ دراسة مقاومة الخرسانة المسلحة بألياف البلاستك مقاومتها العالية للصدمة والإنفجارات مقارنة بالخلطة المرجعية .

2- طرائق البحث -Mrthedology

الجانب العملي :- تم وزن المواد الأولية المستخدمة بالخلطات وكما يلي

2 -١ السمنت :- أستخدم السمنت البورتلاندي الأعتيادي (النوع الأول ASTM-Type) أنتاج معمل سمنت كبيسه للمواصفات القياسية العراقية رقم 5 لعام 1984

2-2 الركام :-

٢ -٢ -١ الركام الناعم (الرمل) أستعمل الركام الناعم من كربلاء وتم أيجاد تدرجه حسب المواصفات البريطانية (B.S.410-1981) وكما مبين بالجدول (1)

جدول (١) التحليل المنخلي للرمل

Sieve	4.75	2.36	1.18	600
Passing%	832	60	52	32

2-2-2 الركام الخشن أستعمل الركام الخشن الذي جلب من مقلع النباعي والذي تم أيجاد تدرجه حسب الواصفة البريطانية (B.S-882-1992) كما مبين بالجدول رقم (2) تدرج الركام الخشن.

الجدول رقم (2) تدرج الركام الخشن

Sieve(mm)	37.5	20	10	5
Passing%	100%	80	18.8	1.2

٢-٣ الماء :- الماء الصافي الأعتيادي

٢ - ٤ المضاف ومادة البوليمريه S.B.R والتي تنتجها شركة الخليج للأنشاءات في قطر والمبينة مواصفاتها بالجدول (3).

جدول رقم (3) مواصفات المادة البولميرية S.B.R

الخاصية	المعطاة من قبل الشركة	المقياس
المظهر	مستحلب أبيض	ــــــــــــــــــــــــ
الوزن النوعي	11^{+}_ 0.2 at 25c	11.01
PH	7-10.5	9.83

٢-٥ الياف بلاستك مثروم :-الناتجة من مخلفات البلاستك شرائح (10*2ملم) والتي أضيفت بنسبة (25%) من وزن الركام الخشن .

٢-٦ الحديد المستخدم :- حديد قطر (Φ5/8") رئيسي وقطر (Φ1/2") للأتاري.

٢-٧ القوالب المستخدمة :-مكعبات (10*10*10) سم أستخدمت في فحوصات المقاومة أسطوانة (10*30) سم أستخدمت في فحص الشد.

٢-٨ الخلطات الخرسانية :- تم أخذ اربع خلطات وكما يلي:-

أ- خلطة مرجعية واحدة بنسبة خلط (1:2:4) و W/C= 0.38.

ب- أربع خلطات بلاستيكية بنسبة خلط (1:2:4) وبنسبة ماء للسمنت 0.38 وبنسبة احلال بلاستك بدل الركام الخشن مختلفة وهي75%، 50% ,25% وكما مبين بالجدول رقم 4

جدول رقم ٤ الخلطات الخرسانية ونسب المواد الأولية فيها

نوع الخلطة	نسبة البلاستك %	سمنت كغم	رمل كغم	حصى كغم	ماء لتر	المضاف S.B.r	الألياف والبلاستك كغم
خلطة مرجعية A	0.0	72.5	145	290	110	1.45	
خلطة بلاستيكية B	25%	72.5	145	217.5	110	1.45	72.5
خلطة بلاستيكية C	50 %	72.5	145	145	110	1.45	72.5
خلطة بلاستيكية D	75%	72.5	145	72.5	110	1.45	217.5

١- مزج وتهيئة الخلطات الخرسانية.

أ- تم أعداد اربع خلطات خرسانية A,B,C,D وعلى النحو التالي :

أ-١ تم مزج خلطة مرجعية (A)بنسبة خلط (1:2:4) ونسبة ملدن S.B.R بنسبة 2% من السمنت ونسبة ماء للسمنت 0.38 وتم خلطها بخباطة نصف كيس و حيث تم أضافة الماء والملدن في بداية العمل لمدة 3دقيقة ثم أضافة المواد الأولية الأخرى ، ويتم خلطها لمدة ثلاث دقائق أخرى ثم نبدء بعجن الخرسانة الطرية (فحص الهطول والأنسياب) وكما مبين بالجدول (5) ثم نأخذ 9 نماذج مكبه لفحص الأنضغاط وثلاثة أسطوانات لفحص الشد والأنشطار .

أ-٢ تم عمل ثلاثة خلطات بلاستيكية ذات نسب أحلال مختلفة (75%,50%,25%) بدل الركام الخشن وبأستخدام المادة الملدنه S.B.R=2% ومحتوى مائي 0.38 وبنسبة خلط1:2:4

أ-٣ الخلطة الثالثة خرسانة من البلاستك كبديل جزئي عن الركام الخشن بنسبة 50% وبأستخدام الملدن S.B.R بنسبة 2% ونسبة ماء للسمنت 0.38 وبنسبة خلط 1:2:4

أ-٤-خلطة خرسانية بلاستيكية كبديل جزئي عن الركام بنسبة 75% وبأستخدام ملدن S.B.R2%.

٤-الفحوصات المختبرية للخرسانة البلاستيكية

٤-١ فحوصات الخرسانة الطرية :- تم فحص الخرسانة في حالتها الرطبه لأربعة خلطات خرسانية(B,C,DA,) بالأضافة الى الخلطة المرجعية RM وتم فحص الخلطات كما يلي

أ- فحص الأنسياب بواسطة المنضدة وبموجب المواصفه القياسية الأمريكية ASTM-C124-1987 والمبينة بالجدول رقم (5).

ب- فحص الهطول بواسطة المخروط الناقص بموجب المواصفة البريطانية BS-1881-part 1,2,3-1989 وكما مبين بالجدول (5)

٤- ٢ فحوصات الخرسانة الصلبة (الجافه) :- تم أخذ 12 مكعبات لكل خلطة ذات أبعاد (10*10*10) سم لأجراء فحوصات التالية

٤-٢-١ الكثافة الجافة أخذ مكعب عدد 1 وأدخاله بفرن حراري لمدة 24 ساعة وأيجاد كثافته الجافة بموجب المواصفة القياسية الأمريكيةASTM-C567-1985 (6)

٤-٢-٢ فحص مقاومةالأنضغاط :- تم فحص 3 مكعبات لكل خلطة بأبعاد 10سم^3 بأعمار ثلاثة (28,14,7) يوم والمعالجه بالماء وأجري الفحص بواسطة جهاز الأنضغاط (بماكنة الفحص) ELE, digitalوبموجب المواصفة القياسية ASTM-C289-1988.

٤-٢-٣ فحص مقاومة الأنشطار للأسطوانة :- تم فحص الشد لأربع أسطوانات30*10 سم وبعمر 28 يوم والمعالجه بالماء بجهاز الفحص أعلاه بموجب المواصفة البريطانية BS-1888-1989 وكانت النتائج مبينة بالجدول (8)

٤-٢-٤ فحص معاير الكسر أجري هذا الفحص على (12) بلاطة بأبعاد (5*40*40) بواقع ثلاثة بلاطات لكل خلطة خرسانية وتم معالجة البلاطات بالماء ثم فحصها بأعمار ثلاثة (28,14,7) وتم الفحص بموجب المواصفة الأمريكية ASTM-C78-1984 وكانت النتائج كما مبينة بالجدول رقم (9).

جدول رقم (٥)

No	نسبة إبدال	نوع الخلطة	الهطول ملم	الأنسياب
1	Ref 0%	Ref A	60	100
2	25%	خلطة أبدالB	70	110
3	50%	خلطة أبدالC	75	120
4	75%	خلطة أبدال D	85	130

جدول رقم (٦) فحص الكثافة الرطبة والإمتصاص والكثافة الجافة

No	نوع الخلط ونسبة التعويض	الإمتصاص	الكثافة الرطبة Kg/m^3	الكثافة الجافة K/m^3
1	Ref 0%	1 %	2.30	2.150
2	25%	0.08 %	2.10	1.85
3	50%	0.05%	1.95	1.50
4	75%	0.02%	1.85	1.81

جدول لرقم (٧) فحص مقاومة الأنضغاط للمكعبات الخرسانية

No	نوع الخلط ونسبة التعويض	المقاومة Mpa				
		7 day	14 day	28 day	42	60 day
1	Ref 0%A	32.0	37.43	48.10	50.2	52.95
2	25%B	30.0	35.81	45	47	49.50
3	50%C	24.35	28.40	36.5	38.5	40.15
4	75%D	22.10	25.30	32.15	35.15	39.15

جدول رقم (٨) فحص مقاومة الإنشطار للإسطوانة

No	الخلطة ونسبة التعويض	مقاومة الأنشطار Mpa بعمر 28 day
1	Ref 0%A	3.648
2	Ref 25%B	3.60
3	Ref 50% C	2.85
4	Ref 75%D	2.10

جدول رقم (٩) فحص معامل الكسر للبلاطات الخرسانية

No	الخلطة	نسبة إبدال	معامل الكسر حسب العمر بالأيامMpa		
			7	14	28
1	A	________	2.50	3.25	4.15
2	B	25%	2.48	3.19	4.05
3	C	50%	1.82	2.85	3.96
4	D	75%	1.05	2.30	3.85

٥-١ فحص الخرسانة الطرية :-

1- تم فحص الهطول للخلطات الخرسانية (D,C,B) وفقاً للمواصفات القياسية

أ- (BS-1881-part 1,2,3-1989) فقد أعطت الخلطة (B)ذات نسبة احلال للبلاستك(25%) هطولاً قيمته 70 ملم.

ب- أعطت الخلطة (C) ذات نسبة أحلال للبلاستك (50%) هطولاً 75ملم.

ت- أعطت الخلطة (D) ذات نسبةأحلال للبلاستك (75%) هطولاً 85ملم قارنةً مع الخلطة المرجعية التي أعطت هطولاً 60ملم.

٢-فحص الأنسياب :- تم فحص الأنسياب بموجب المواصفة القياسية الأمريكيه-(ASTM-C124-1987)أعطت الخلطة (B) افضل النتائج للأنسياب بلغ(110)سم وهو مقارب للخلطة المرجعية ذات الأنسياب (100)سم تليها الخلطة (C) التي أعطت أنسياب (120)سم ثم الخلطة (D) التي أعطت أنسياب (130)سم.

٣- تم فحص الأمتصاص والكثافة الرطبة والكثافة الجافة المبينة بالجدول رقم (6) والمطابقة للمواصفة القياسية الأمريكية ASTM-C567-1985

أ- أعطت الخلطة (B) كثافة بلغت (2.10) كغم/م^{3}وامتصاص (0.8%) وهي مقاربة للخلطة المرجعية ذات الكثافة (2-3) كغم/م^3 وأمتصاص(1%)

ب- اعطت الخلطة (C) كثافة رطبة (1.95) كغم/م^3 وأمتصاص (0.05%)

ت- أعطت الخلطة (D) كثافة رطبة (1.85) كغم/م^3 وأمتصاص (0.02%)

٥-٢ نتائج فحص الخرانه الصلبه:-

١-فحص مقاومة الإنضغاط :- تم فحص 12نماذج مكعبه بأبعاد (10)سم^3 لكل خلطة وكانت المعالجة بأحواض ماء وفحصت بثلاث أعمار (28,14,7) يوم بواسطة جهاز فحص الأنضغاط وكانت مطابقة للمواصفات القياسية الأمريكية(ASTM-C289-1988) فقد حققت الخلطات الخرسانية بعمر(28)يوم كالأتي:-

أ- الخلطة(B) حققت إنضغاطا بلغ (45Mpa)وهو مقارب لمقاومة الخلطة المرجعية الذي بلغ (48.10mpa).

ب-الخلطة (C) حققت أنضغاط (36.5Mpa).

ت-الخلطة (D) حققت أنضغاط (32.15Mpa).

٢-فحص الشد بالإنشطار للإسطوانة :- تم فحص الشد لنماذج أسطوانية (30*10) سم وبعمر (28) يوم بواسطة جهاز الفحص الرقمي وسجلت النتائج لفحص الأنشطار كالأتي:-

أ- للخلطة المرجعية بموجبمطابقة للمواصفة القياسية الأمريكية(ASTM-C78-1984) حيث بلغت قيمة الشد (3.648Mpa).

ب- للخلطة (B) بلغت قيمة الشد (3.60 Mpa) مقارنه بالخلطة المرجعية (A).

ت- اعطت الخلطة (C) مقاومة شد (2.85Mpa).

ث- أعطت الخلطة (D) مقاومة شد بلغت (2.10Mpa)

٣-فحص معاير الكسر للبلاطات الخرسانية المنتجه : تم تحميل البلاطات الخرسانية المنتجة والمنضجة بالماء لإيجاد معامل الأنكسار بثلاثة اعمار بجهاز فحص معامل الكسر فقد حققت الخلطات النتائج المبينة أدناه:-

أ- أعطت الخلطة المرجعية (A) وبعمر (28) يوم معامل أنكسار بلغ(4.15Mpa).

ب- الخلطة (B) أعطت معامل كسر بلغ(4.05Mpa).

ت- الخلطة (C) أعطت معامل كسر بلغ(3.46Mpa).

ث- الخلطة(D) أعطت معامل كسر بلغ (3.85Mpa).

ومن النتائج اعلاه تبين ان مادة البلاستك المضافة للخرسانة اعطت زياده في قوة التحمل بالأنضغاط والشد والأنكسار وخاصة بالأعمار المتأخرة بسبب أكمال عمليات الأماهة وزيادة قوة التماسك بين المكونات .

نظرية البحث ومناقشاتها :-

في هذا البحث أنتج 12 بلاطة خرسانية لأربعة خلطات (A,B,C,D) فحصت بجهاز الأنضغاط وجهاز الشد وجهاز معاير الكسر وتم التركيز في هذا البحث على معرفة قابلية النماذجلفحص الأنكسار وبأعمار مختلفة (28,14,7) يوم وبموجب المواصفة القياسية الأمريكية(ASTM.C78-984) ذات التحميل بنقطة واحده

$$M.O.R=\frac{P*L}{bd}\text{--------} \quad (1)$$

حيث أن

(M.O.R) = معاير الكسر (نيوتن /ملم^2) ،p= القوة المسلطة،L= طول النموذج،b=عرض النموذج ، d = سمك النموذج .

لقد بينت النتائج التي أجريت لنماذج الخرسانة البلاستيكية مايلي:-

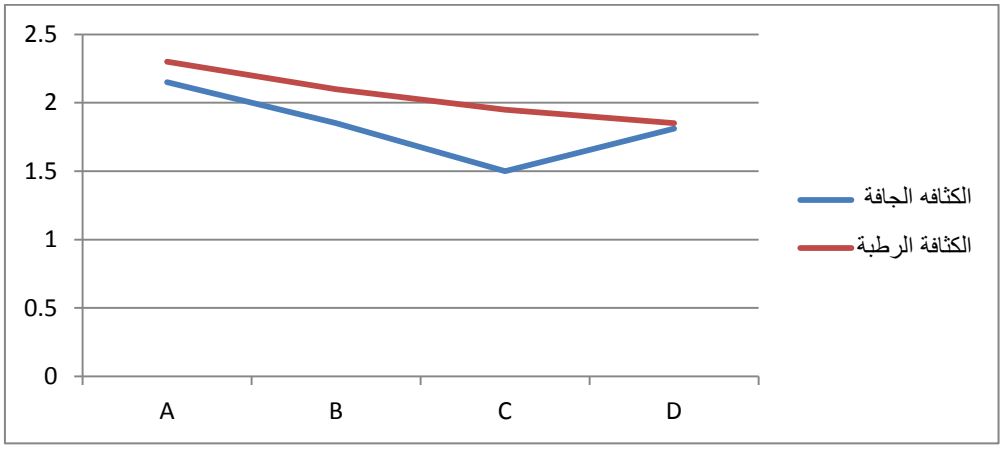
أ- أعطت الخلطة (B) ذات نسبة أبدال للبلاستيك بدل الركام(25%) أفضل النتائج للأنسياب الهطول والكثافة ومقاومة الأنضغاط والشد وهي مقاربة للخلطة المرجعية (A) وكما مبين بالأشكال (1) ،(2)، (3) تليها الخلطة (C) ثم الخلطة (D).

ب- أعطت الخلطة (B) أفضل مقاومة للأنكسارفقدأعطت مقاومة (2.48Mpa) بعمر (7)ايام ومقاومة (4.05Mpa) بعمر (28) يوم مقارنة بالخلطة المرجعية (A) ذات مقاومة أنظغاط (2.5Mpa) بعمر (7) أيام ومقاومة أنضغاط (4.14Mpa) بعمر (28) يوم تليها الخلطة(C) ثم الخلطة (D) وكما مبين في الأشكال والمدرجات.

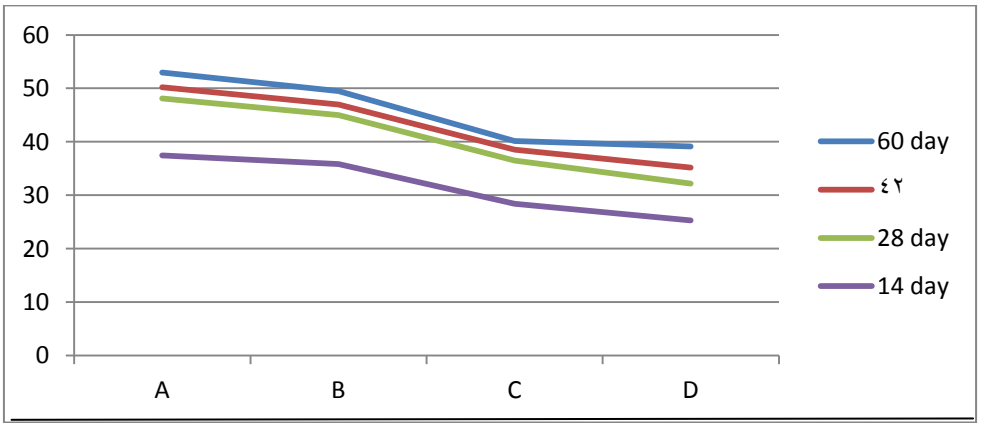
الأستنتاجات والتوصيات :-

يوصى بأعطاء هذا الموضوع الأهتمام لغرض تطويره لأنتاج خرسانة انشائية ذات فجوات هوائية (خرسانة خلوية) لغرض استخدامها في البناء الجاهز البديل عن البناء التقليدي .

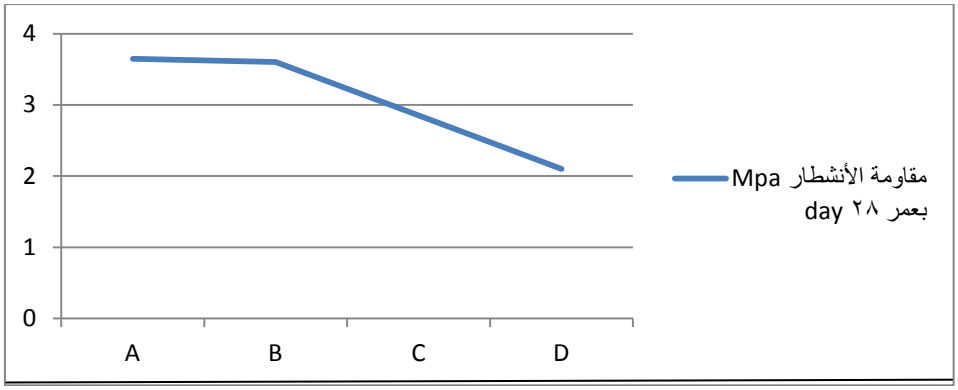
أنتاج قطع خرسانية جاهزة وأعداد قوالب حديدية ذات نقوش وواجهات معمارية تراثية (كأسد بابل والزقورة) لأستخدامها للأسيجة الخارجية او داخل القاعات الكبيرة.



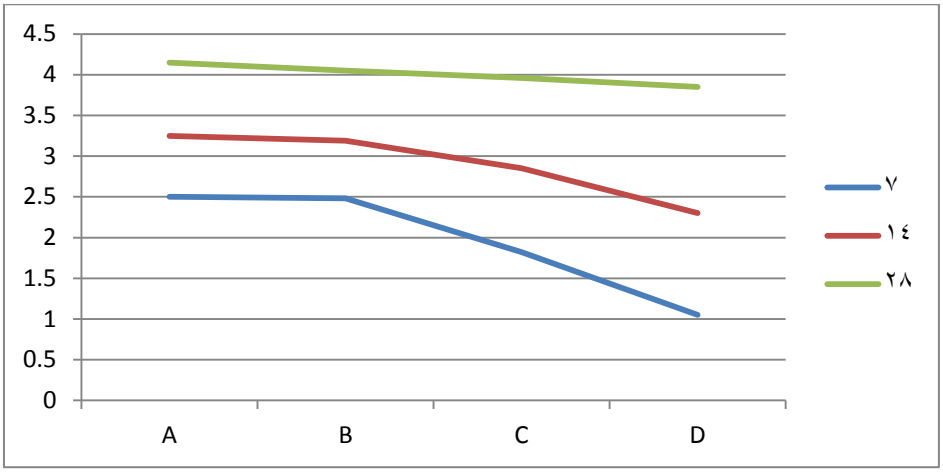
شكل (١) علاقة الكثافة الرطبة والجافة مع الخلطات الخرسانيه



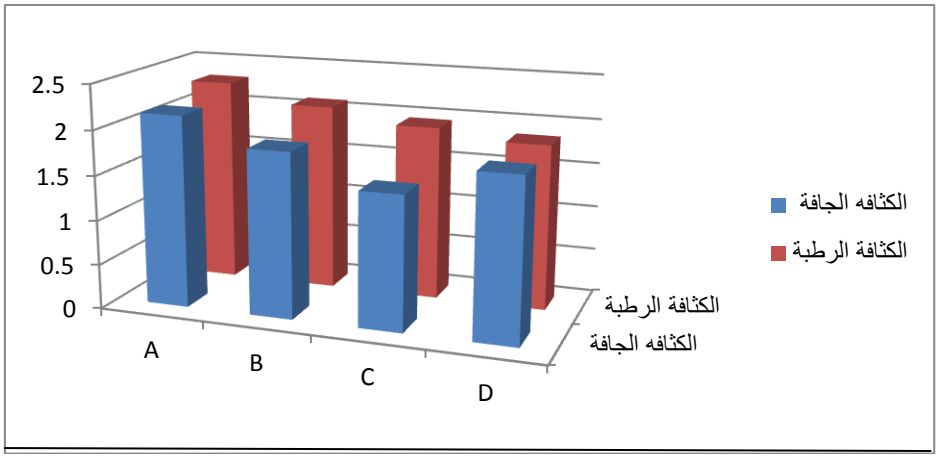
شكل (٢) علاقة مقاومة الأنضغاط مع الخلطات الخرسانيه



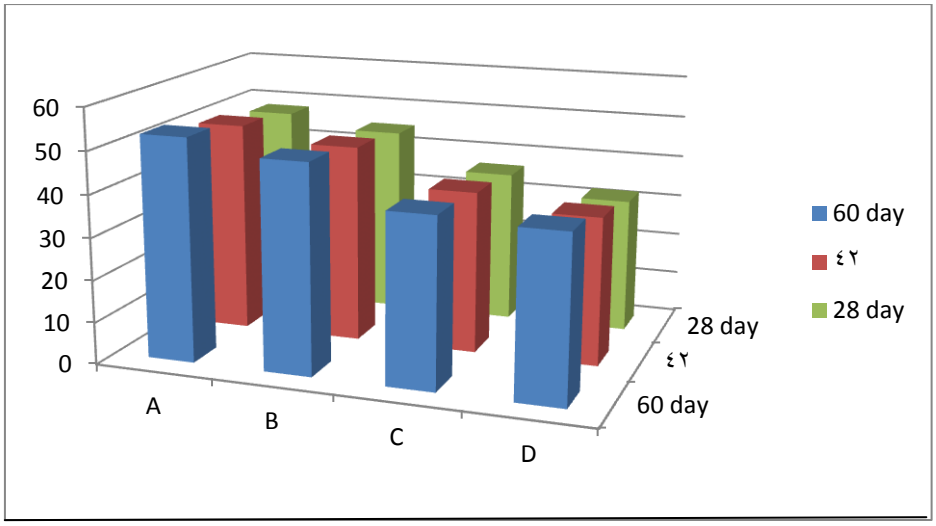
شكل (٣) علاقة مقاومة الأنشطار مع الخلطات الخرسانيه



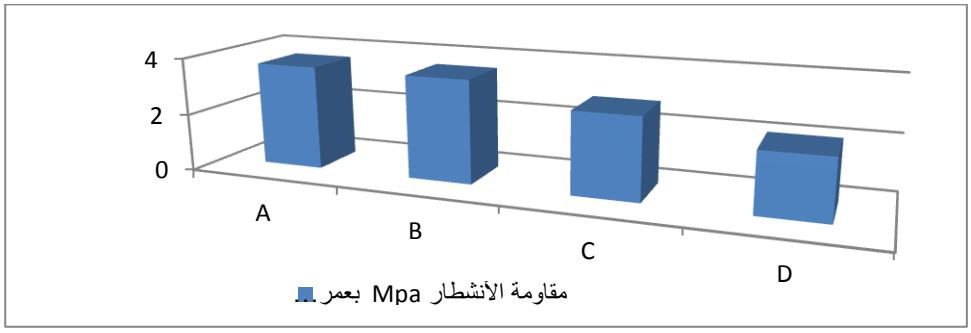
شكل (٤) علاقة معامل الكسر مع الخلطات الخرسانيه لثلاثة اعمار



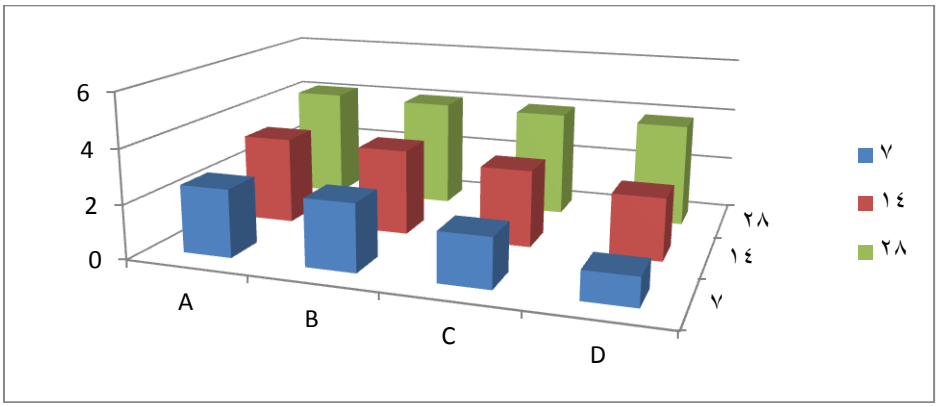
مدرج (١) يبين علاقة الكثافة الرطبة والجافة بالخلطات الخرسانية



مدرج (٢) يبين علاقة مقاومة الأنضغاط بالخلطات الخرسانية



مدرج (٣) يبين علاقة مقاومة الشد بالخلطات الخرسانية



مدرج (٤) علاقة معامل الأنكسار بالخلطات الخرسانية

Referances:-

ASTM,C124-1987 "stander test method specimens of making and curing.
ASTM,C124-1987 "stander test method specimens of making and curing.
ASTM,C289-1988" Light weight concrete" annual book of ASTM-1988.
ASTM,C548 "standard test method for ppcc and study its properties" 1987.
ASTM,C567-1988"standard test method for unit weight of structure.
ASTM,C78-1984 "stander test method for fixtral stregth of concrete with two point loading" annual book of ASTM-1984.
B.S,C1881,part 1,2,3-1989"Method of determination of compressive strength

concrete".
B.S,C410-1981 "Method of testing Materials" B.S-1981.
B.S,C882-1997 "Method of testing hardened concrete annual book of ASTM.1998"Internet explorer "properties of plastic concrete" ASTM technical note,No,1,CAN, 009658520, 1996.
Ohama,Y"polymer-based admixture" cement and concrete compsiteij. 1998,20,pp. 189- 212.
Randonjainin,folre"plastic concrete design tensile strength and modulus Rapture"1997.
Schimizz,Bile,Eldin"Rubber-tire particles as concrete aggregate"J.Mat,In civil Eng, ASCE, 5(4)pp, 478-496.
Wood.K."Twenty years of Experiment with slag cemented university of alaboma,Birmingham,pp.37.1981I.
اطروحة ندى مهدي فوزي "دراسة مقاومة الخرسانة المسلحة بالالياف البلاستكية".
المواصفة العراقية القياسية (٥)لعام ١٩٨٤.
شركة الخليج للانشاءات الهندسية قطر(المدن SBR) .