تأثير المياه الجوفية على الاسمنت المستخدم في البناء

أسيل مدا الله محمد

جامعة الانبار- كلية الهندسة – قسم هندسة السدود والموارد المائية

E-mail : aseelrawan@yahoo.com

الكلمات المفتاحية : الاسمنت البورتلاندي ، المياه الجوفية ، مونة سمنت : رمل ، مونة سمنت – رمل –بوليمر ، بوليمر

تاريخ الاستلام: تاريخ القبول:

المستخلص :

يتضمن هذا البحث دراسة تأثير المياه الجوفية على الاسمنت البورتلاندي المستخدم في صناعة الخرسانة التي تدخل كجزء أساسي في الإنشاءات عن طريق عمل نماذج لمونة سمنت-بوليمر بنسب مزج (سمنت- رمل- بوليمر) (1 : 3 : 0.05)و (1 : 3: 0.07) و (1 : 3 : 0.10) ونماذج مونة سمنت عادية (سمنت : رمل) (1 : 3) ودراسة مقاومة الانضغاط والامتصاص والموجات فوق الصوتية حيث أظهرت النتائج المستحصلة زيادة مقاومة الانضغاط وسرعة الموجات فوق الصوتية ونقصان الامتصاص للمونة الحاوية على البوليمر مع زيادة نسبة البوليمر المضاف للخلطة مقارنة بالمونة العادية بأعمار (7 و 14 و 28) يوم.

EFFECT OF GROUNDWATER ON CEMENT USED IN CONSTRUCTION

Aseel M. Mohammed

University Of Anbar – College Of Engineering-Dep. Of Dams and Water Resources

E-mail : aseelrawan@yahoo.com

Keywords : Portland cement , Groundwater , Cement –Sand mortar ,Cement-Sand-Polymer mortar, Polymer.

Received:27/8/2011 **Accepted:8/12/2011**

Abstract:

This research includes study of the effect of groundwater on Portland cement used in making of concrete which is enter as major part in structures by making samples of cement- polymer mortar with mix proportions (cement: sand : polymer) (1: 3:0.05) , (1 : 3 : 0.07) and (1: 3 : 0.1) and normal cement mortar (cement : sand) (1:3). By studying the compressive strength , absorption and ultra-sound velocity. The results refer to increasing of compressive strength and ultra-sound velocity and decreasing in absorption with increasing of polymer ratio with respect to normal cement mortar at ages 7 , 14 ,28 day.

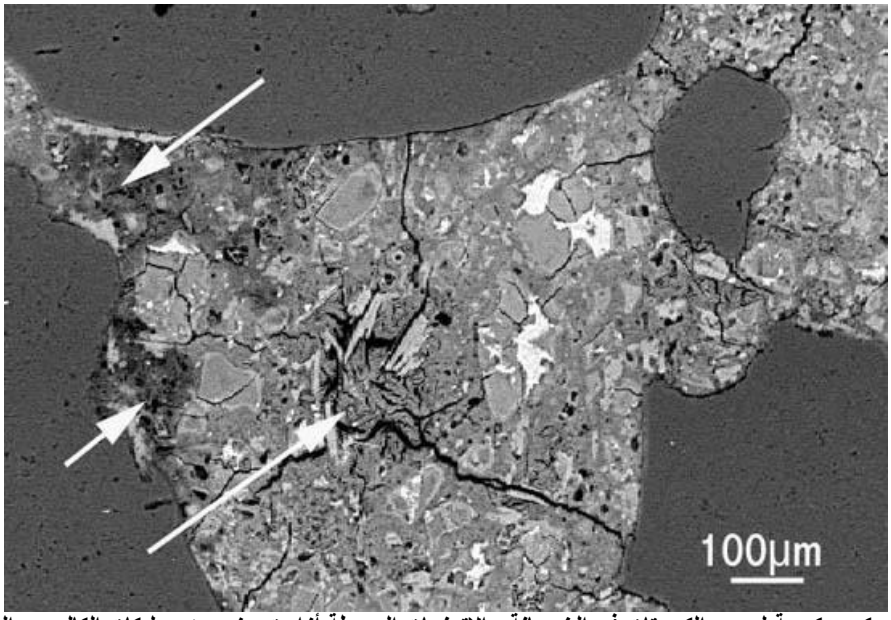
المقدمة:

تحتوي المياه الجوفية على الكبريتات التي تحدث هجوما بالغ الأهمية يسمى بهجوم الكبريتات والذي يعد من مشاكل التآكل الأساسية والذي يحدث بتفاعل الأسمنت الداخل في تركيب الخرسانة،المونة والبنايات المعرضة لبيئة تحتوي على المياه الجوفية الحاوية بدورها على الكبريتات (Amin M.M, 1990, S.B.Jamaluldin,F.CPa and K.K Chuen). تستطيع الكبريتات الدخول إلى الخرسانة بصورة سائلة من البيئة الخارجية ومن مكونات الخرسانة نفسها كالاسمنت مثلا فتتفاعل مع مركبات الاسمنت لتكوين مركبات اكبر من حجم المركبات الأصلية تؤدي بدورها إلى حدوث اجهادات اكبر من مقاومة الخرسانة المصممة وبالتالي إلى تشققها (Aimin Xu,Ahmad 1998, Shayan and Pud Baburamani). مياه البحر والمياه الجوفية تعتبر مصادر أساسية للكبريتات الخارجية وبموجب (Mehta, Z.G, 1993) يحتوي ماء البحر على معدل 2700 غم /لتر منSO_4 لكن محتوى الكبريتات في المياه الجوفية متغير تبعا لنوعية التربة.

ميكانيكية هجوم الكبريتات:

يحدث هجوم الكبريتات عندما تتعرض الخرسانة للمياه الجوفية أو الترب الحاوية على كبريتات الكالسيوم ،كبريتات الصوديوم وكبريتات المغنسيوم. كل هذه الأنواع من الكبريتات تتفاعل مع C3A (الومينات الكالسيوم المائية) لتكوين الاترنجات ($C_3A.3CaSO_4.31H_20$) التي تؤدي إلى تمدد وتشقق الخرسانة .بالإضافة إلى ذلك فان كبريتات الصوديوم تتفاعل مع هيدروكسيد الكالسيوم في عجينة الاسمنت لتكوين الجبس الذي يؤدي إلى تحطيم الخرسانة أو يتفاعل مع أحادي الكبريتات لتكوين الاترنجات كما

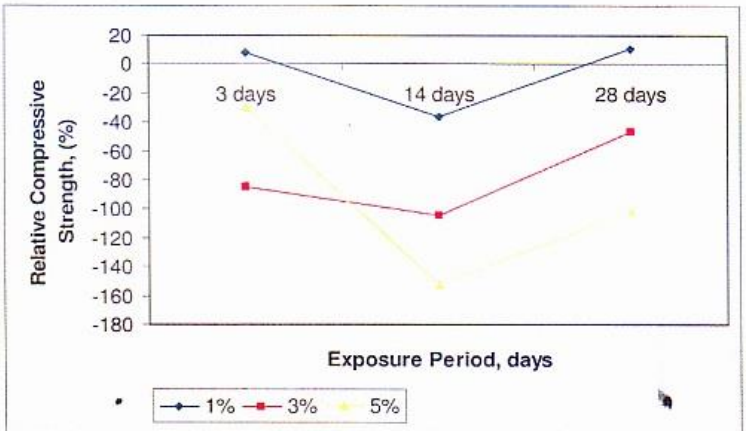
موضح في (الشكل- 1) ادناه. تعتبر كبريتات المغنسيوم الأكثر خطورة على الخرسانة فبالإضافة إلى مهاجمة الالومينات فإنها تهاجم تركيبة C-S-H سيليكات الكالسيوم المتميئة لتكوين الجبس والسيلكا المائية وهذا يؤدي إلى نقصان ملحوظ في المقاومة وبما إن الكبريتات تتفاعل مع C3A لذلك فان الاسمنت المقاوم للكبريتات بمحتوى C3A قليل يقلل من خطر هجوم الكبريتات (R.Doug Hooton and Michael D.A Thomas, 2002).



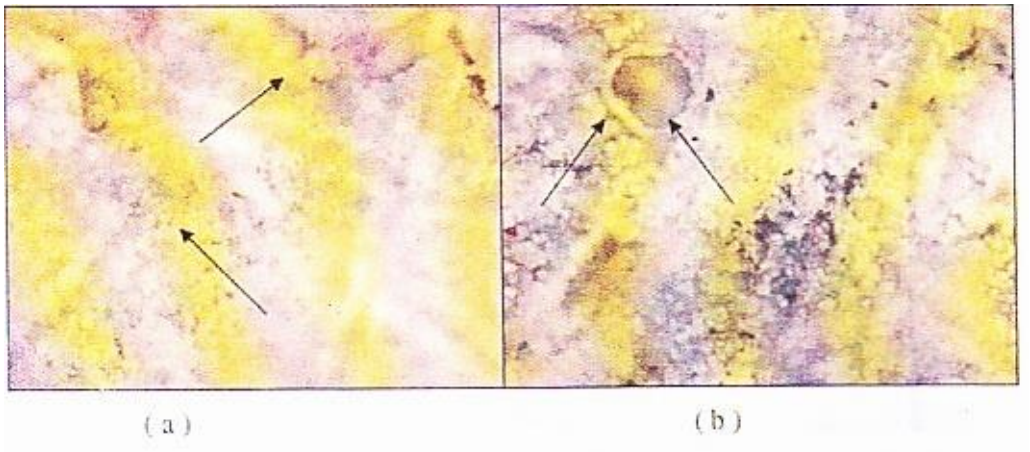
شكل-1: صورة ميكروسكوبية لهجوم الكبريتات في الخرسانة . الاترنجات المحيطة أزاحت جزء من سيليكات الكالسيوم المتمينة في عجينة الاسمنت بينما تمثل المساحات الغامقة من العجينة منتزعة أو متآكلة (R.Doug Hooton and Michael D.A Thomas, 2002).

مراجعة البحوث والدراسات السابقة

في عام 1995 درس Al-Amoudi (Al-Amoudi , O.S.B, 1995) تأثير الكبريتات الموجودة في المياه الجوفية على مونة سمنت مضاف لها مادة (silica-fume) بنسب (10و20) % ونسبة ماء/اسمنت 0.35 مغمورة بماء يحوي على 2.1 % SO4 لمدة 360 يوم . أشارت النتائج إلى انه بتساوي التركيز بين كبريتات المغنسيوم والصوديوم فان كبريتات المغنسيوم اقل عدائية من كبريتات الصوديوم من ناحية التمدد ولكنها أكثر عدائية من ناحية انخفاض المقاومة . في عام 2007 درس M.M Amin (Amin M.M, 1990, S.B.Jamaluldin,F.CPa and K.K Chuen). وآخرون تأثير تراكيز مختلفة لمحاليل الكبريتات (1%، 3%، 5 %) بدرجة حرارة الغرفة وعند فحص مقاومة الانضغاط للمونة تبين انه بعد التعرض الطويل لمحلول ضعيف بتركيز 1% SO4 فان هجوم الكبريتات كان فعالا أكثر من تعرض نماذج المونة لتركيز اكبر بفترة زمنية اقل كما موضح أدناه



الشكل -2: مقاومة الانضغاط النسبية (%) بعد التعرض لمحلول Mgso4 بتركيز 1، 3 و 5 % لمدة 14،3 و 28 يوم .



الشكل -3: سطح الملاط مع ترسبات املاح Mgso4 بعد التعرض ب 30،000A ملغ / لتر و (B)50،000 ملغ / لتر لمدة 28 يوم

المواد المستخدمة وطرق الفحص:

1 - الاسمنت:

استعمل الاسمنت المقاوم للأملاح تربة السبع لبناني المنشأ المبينة خواصه الفيزيائية والكيميائية في الجدولين (1) (2) أدناه.

جدول -1: الخواص الفيزيائية للاسمنت اللبناني (ترابة السبع)

ت	الخواص الفيزيائية	نتائج الفحص	محددات المواصفة العراقية رقم 5 / 1984
1	وقت التماسك الابتدائي (دقيقة)	52	≤ 45
2	وقت التماسك النهائي (ساعة)	1	≥ 10
3	تحمل الضغط MPa بعمر 3 يوم	34.1	≤ 15
4	تحمل الضغط MPa بعمر 7 يوم	29.4	≤ 23

جدول-2: الخواص الكيميائية للاسمنت اللبناني (ترابة السبع)

ت	الخواص الكيميائية	نتائج الفحص	محددات المواصفة العراقية رقم 5 / 1984
1	CAO%	61.34	-
2	SiO2%	21.15	-
3	Al203%	4.38	-
4	Fe2O3%	5.12	-
5	عامل الإشباع الجيري	0.88	-0.66) (1.02
6	Mgo%	2.33	≥ 5%
7	So3%	2.22	≥ 2.5%
8	الفقدان بالحرق (%)	0.81	≥ 4%
9	المواد غير القابلة للذوبان (%)	1.07	≥ 1.5%
10	C3A%	1.85	≥ 3.5%

2- الركام الناعم (الرمل):

تم استخدام ركام ناعم من مقلع النباعي وتم إيجاد تدرجه حسب المواصفة القياسية العراقية م. ق.ع 1984/45وكما مبين في (الجدول- 3) أدناه.

جدول – 3: التحليل المنخلي للركام الناعم (الرمل)

درجة المنخل (مم)	نسبة المار	محددات المواصفة العراقية رقم 45 / 1984
4.75	100	100-90
2.36	91.6	100-85
1.18	80.1	100-75
0.6	70.8	100-60
0.3	24	40-12
0.15	7.6	10-0

نسبة الامتصاص : 2.13%

الوزن النوعي : 2.6

محتوى الكبريتات : 0.192 %

3 - بوليمر ستايرين بيوتا دين (S.B.R).

محلول بوليمري يمتلك العديد من المحاسن مثل التلاصق الجيد ،المقاومة الكيميائية الجيدة من ناحية أخرى يمتلك بعض المحددات في العمل فوقت العمل به يكون قصير ويتخثر إذا تعرض إلى درجة حرارة عالية

اللون : ابيض.

الوزن النوعي : 1.01.

الرقم الهيدروجيني PH :5.5.

4- الماء

الماء المستخدم في المزج هو ماء الصنبور في حان كان ماء المعالجة مختلف فقد تم استخدام ماء جوفي تم الحصول عليه من مدينة الفلوجة وكما مبين في (الجدول-4).

جدول-4: التركيب الكيمائي للماء الجوفي وماء الحنفية

الخصائص	ماء الحنفية	الماء الجوفي
PH	7.3	8.34
الموصلية الكهربائية DS.m-1	0.52	4.98
الصوديوم %	0.003	0.048
البوتاسيوم%	0.002	0.003
الكالسيوم%	0.010	0.037
المغنسيوم%	0.008	0.045
الكلوريد%	0.008	0.059
البيكاربونات%	0.001	0.010
الكبريتات%	0.0131	0.301

عملية خلط ورص المونة:

تم خلط الاسمنت والرمل خلطا ميكانيكيا لمدة دقيقة واحدة بعدها تمت إضافة البوليمر وخلطت لمدة دقيقتين بعد ذلك أضيف الماء ببطء حتى الحصول على القوام القياسي المطلوب.

القوالب المستخدمة:

تم استخدام قوالب حديدية بأبعاد (5*5*5) سم لإجراء فحوصات مقاومة الانضغاط والموجات فوق الصوتية والامتصاص.

الإنضاج وأسلوب المعالجة:

بعد إكمال عملية صب النماذج ثم تركها في جو المختبر لمدة 24 ساعة ثم فتح القوالب الحديدية وإخراج النماذج وتغطيسها بالماء الجوفي لمدة (7 ، 14 ، 28) يوم وثم إجراء الفحوصات.

الخلطات المستعملة:

جدول – 5: خلطات المونة الإسمنتية المستخدم

اسم الخلطة	سمنت : رمل : بوليمر	نسبة أل(الماء : الأسمنت)
A	1 : 3 : 0	0.42
B	1 : 3 : 0.05	0.39
C	1 : 3 : 0.07	0.39
D	1 : 3 : 0.10	0.39

الفحوصات:

1- فحص مقاومة الانضغاط:

تم إجراء فحص مقاومة الانضغاط استنادا إلى (1971,B.S.12 Part 2) باستخدام مكعبات (5*5*5) سم.

2- فحص الموجات فوق الصوتية:

تم استخدام جهاز الباندیت لقياس سرعة الموجات فوق الصوتية تردد جهاز الباندیت المستخدم مساوي إلى54 كيلو هرتز وحساسيته لزمن القياس مساوية إلى 0.1 مايكرو -ثانية واستخدم بموجب (1983,ASTM-C-597) التي أوصت باستخدام تردد (54) كيلو هرتز لإعطاء قراءات أكثر دقة.

سرعة الموجات فوق الصوتية تم احتسابها من المعادلة التالية :

$$V=L/T$$

حيث:-

V : سرعة الموجات فوق الصوتية (كم/ثانية)

L : طول الموجة (مم)

T : زمن اختراق الموجة (مايكرو ثانية)

3- فحص الامتصاص:

تم إجراء فحص الامتصاص في المختبر وقد تم احتسابه حسب المعادلة التالية:

نسبة ألامتصاص (الوزن الرطب-الوزن الجاف/الوزن الجاف)*100

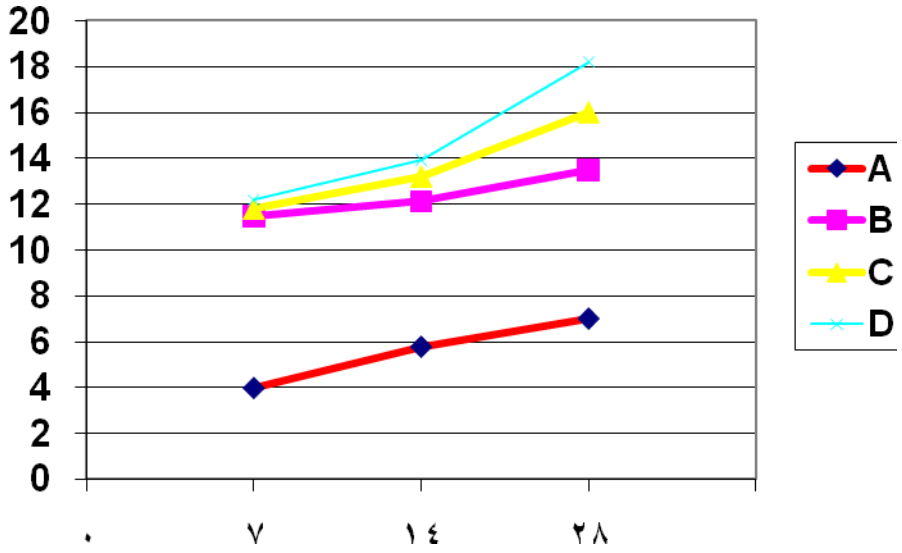
مناقشة النتائج مع الاستنتاجات:

1- مقاومة الانضغاط:

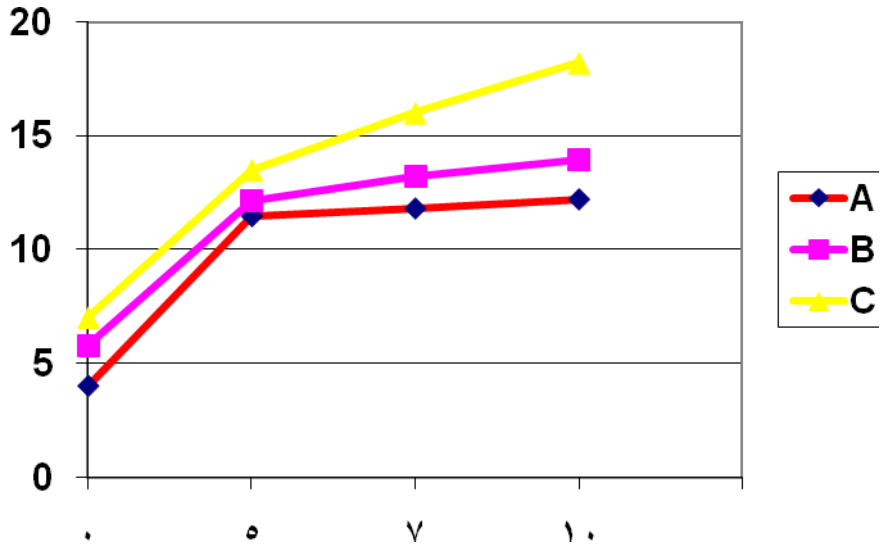
يوضح (الجدول 6) وكل من (الإشكال 4 و 5) أن مقاومة الانضغاط تزداد بتقدم العمر وتعزى هذه الزيادة إلى اكتمال عمليات الاماهة بنسبة (80-85)% في عمر 28 يوم وان نواتج عملية الاماهة وجسيمات الجل تملا الفراغات تدريجيا وهذا يؤدي إلى زيادة مقاومة الانضغاط. وعند زيادة نسبة (البوليمر/الأسمنت) تؤدي إلى الزيادة في مقاومة الانضغاط هذه الزيادة تعزى إلى استخدام البوليمر (S.B.R) الذي يمكن أن يكون غشاء رقيق يملا الفراغات الموجودة في المونة هذا الغشاء يمكن أن يزيد قوة الترابط بسبب الخواص الجيدة لهذا النوع من البوليمر حيث إن هذا البوليمر يملا الفراغات الموجودة في المزيج وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة الكثافة وبالتالي تحسين مقاومة الانضغاط والتقليل من تأثير المياه الجوفية.

جدول -6: معدل مقاومة الانضغاط لنماذج المونة المستعملة

اسم الخلطة	نسبة الخلط سمنت:رمل: بوليمر	مقاومة الانضغاط (MPa) عمر 7 يوم	مقاومة الانضغاط (MPa عمر 14 يوم	مقاومة الانضغاط (MPa) عمر 28 يوم
A	0 : 3 : 1	4	5.78	7
B	0.05 : 3 :1	11.46	12.12	13.49
C	0.07 : 3 : 1	11.8	13.2	16
D	0.10 : 3 : 1	12.2	13.94	18.2



الشكل -4: العلاقة بين العمر ومقاومة الانضغاط



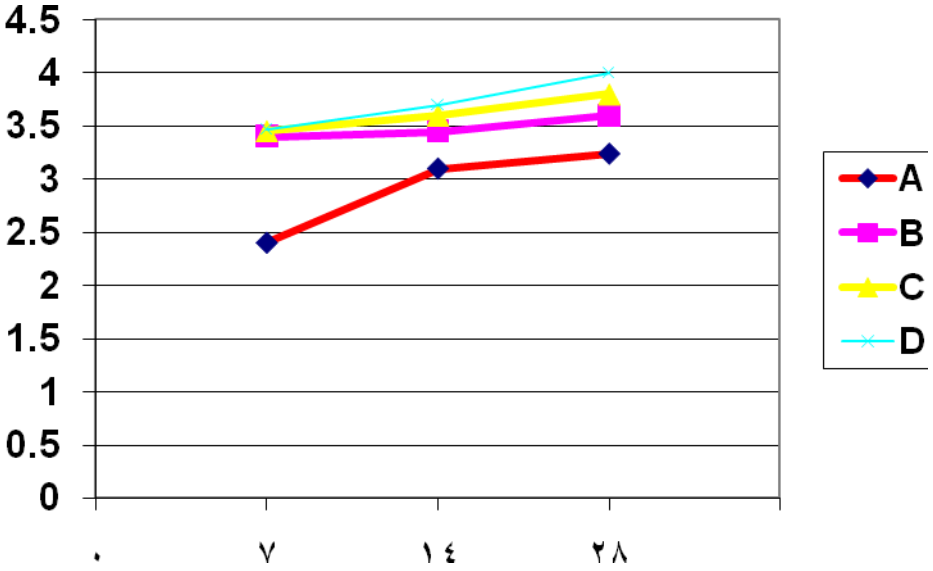
الشكل -5: العلاقة بين نسبة البوليمر ومقاومة الانضغاط

2- **سرعة الموجات فوق الصوتية**:

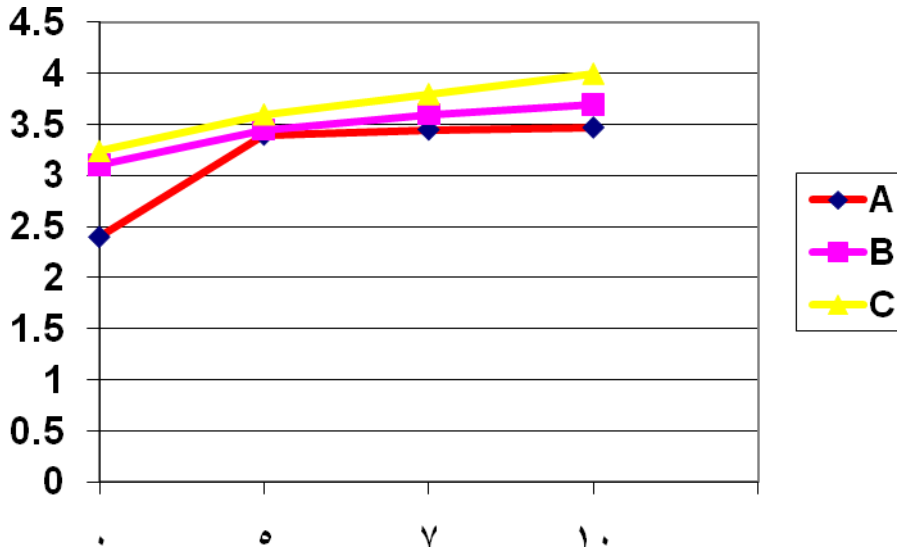
يبين (الجدول 7) و(الأشكال 6 و7) نتائج فحص سرعة الموجات فوق الصوتية لكافة الخلطات المستخدمة في هذا الفحص حيث تبين هذه النتائج إن سرعة الموجات فوق الصوتية تزداد بازدياد العمر نظرا لتطور عمليات الاماهة بتقدم العمر وتزداد أيضا بازدياد نسبة (البوليمر/الاسمنت) كون غشاء البوليمر يشغل الفراغات الموجودة في المزجة فيقل الزمن الذي تستغرقه الموجة في اختراق المزجة فتزداد سرعة الموجات فوق الصوتية.

جدول -7: معدل سرعة الموجات فوق الصوتية للنماذج المستخدمة

اسم الخلطة	نسبة الخلط سمنت:رمل:بوليمر	سرعة الموجات فوق الصوتية (Km/sec) عمر 7 يوم	سرعة الموجات فوق الصوتية (Km/sec) عمر 14 يوم	سرعة الموجات فوق الصوتية (Km/sec)عمر 28 يوم
A	0 : 3 : 1	2.4	3.1	3.24
B	0.05 : 3 :1	3.4	3.45	3.6
C	0.07 : 3 : 1	3.45	3.6	3.8
D	0.10 : 3 : 1	3.47	3.7	4



الشكل -6: العلاقة بين العمر وسرعة الموجات فوق الصوتية



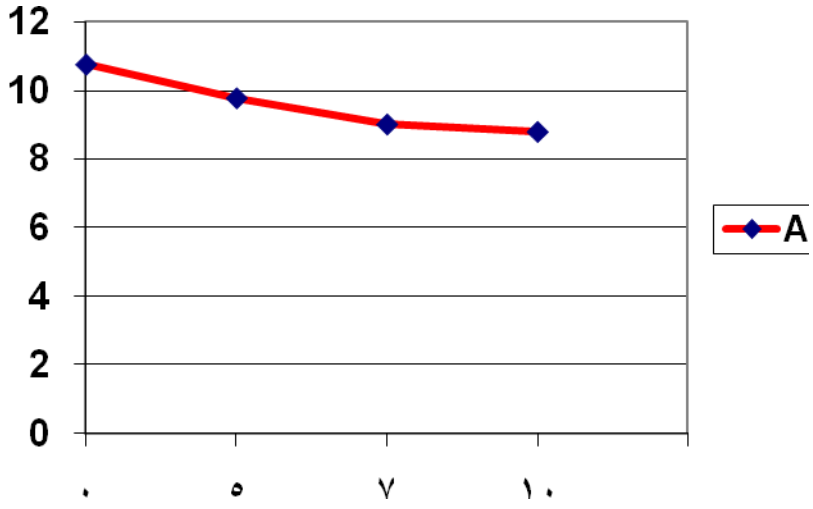
الشكل -7: العلاقة بين نسبة (البوليمر/الاسمنت) وسرعة الموجات فوق الصوتية

3- نسبة الامتصاص

تم إجراء فحص الامتصاص للمزجات الأربع في عمر 28 يوم وقد تم الحصول على النتائج المبينة في الجدول رقم (8) و(الشكل 8) أدناه ومن خلال ملاحظة النتائج أعلاه يتضح بان نسبة الامتصاص للخلطات البوليمرية اقل منها في الخلطة العادية وان هذه النسبة تقل بزيادة نسبة البوليمر/الاسمنت والسبب في ذلك يعود إلى إن غشاء بوليمر (S.B.R) يملا الفراغات الموجودة في المونة مما يقلل النفاذية للماء فتقل نسبة الامتصاص وتتحسن خواص المونة.

جدول -8: نتائج فحص الامتصاص لجميع المزجات بعمر 28 يوم

ت	نوع الخلطة	نسبة الامتصاص %
1	مونة عادية نسبة (البوليمر/الاسمنت)=0%	10.76
2	مونة نسبة (البوليمر/الاسمنت) =5%	9.77
3	مونة نسبة (البوليمر/الاسمنت) = 7%	9
4	مونة نسبة (البوليمر/الاسمنت)=10%	8.78



الشكل- 8: العلاقة بين نسبة البوليمر/الاسمنت ونسبة الامتصاص

الاستنتاجات:

يمكن تلخيص بعض الاستنتاجات من هذا البحث وهي :

1- مقاومة انضغاط مونة البوليمر / ألاسمنت 10% أعلى منها لنسبة بوليمر/ اسمنت = (10. 7) % والمونة العادية أي أنها تمتلك مقاومة أعلى من باقي الخلطات للمياه الجوفية وهذه المقاومة تزداد بازدياد نسبة البوليمر/الاسمنت.

2- سرعة الموجات فوق الصوتية تنحو منحى مقاومة الانضغاط وبنفس الطريقة المذكورة في النقطة رقم 1 أعلاه أي أنها تزداد بزيادة نسبة البوليمر/الاسمنت.

3- البوليمر (S.B.R) ذو تأثير كبير على النفاذية حيث يقلل حجم الفراغات في الخلطة فيحسن من مقاومتها للمياه الجوفية.

التوصيات:

1- تقليل مستوى المياه الجوفية الزائد عن طريق التصريف بالضخ أو بالسواقي أو نظام نقاط البئر.

2- استخدام الأسمنت المقاوم للكبريتات في الأماكن التي يوجد فيها تماس مع المياه الجوفية لقلة نسبة المركب C3A فيه كونه قابل للتفاعل مع الكبريتات.

3- الأساس الملامس للتربة الحاوية على كبريتات والمياه الجوفية يجب أن يكون متين وغير نفاذ .

استخدام بوليمر S.B.R للتحسين من مقاومة الخلطة الخرسانية للمياه الجوفية.

REFERENCE:

Aimin Xu,Ahmad Shayan and Pud Baburamani .,1998." Test methods for sulfate resistance of concrete and mechanism of sulfate attack " , National Interest service program NIS.

Al-Amoudi , O.S.B.,1995 " Durability of reinforced concrete in Aggressive sabkha Environments ", ACI Technical paper,vol.92,No.3.

ASTM 1983-C-597.

B.S. 1971.12 Part 2.

R.Doug Hooton and Michael D.A Thomas,2002." The Use of Limestone in Portland Cement : Effect on Thaumasite Form of Sulfate Attack " , Portland Cement Association.

Mehta, Z.G.,1993." Deterioration of concrete structures in Arabian Gulf", Concrete International.

M.M Amin , S.B.Jamaluldin,F.CPa and K.K Chuen ,1990. " Effects of Mortars " , School of Materials Engineering , University Malaysia ,Perlis,Malaysia,.