مجلة العلوم البحتة والتطبيقية
Journal of Pure & Applied Sciences
www.Suj.sebhau.edu.ly ISSN 2521-9200
Received 25/06/2019 Revised 22/08/2019 Published online 11/12/2019

التنبؤ بالفقد في مقاومة الضغط للخرسانة نتيجة تأثير الكلوريدات والكبريتات باستخدام برنامج ماتلاب

*ابوالقاسم يحيى ابوصبيع[1] و الطيب حسن أونسه[2]
[1]قسم الهندسة المدنية–كلية الهندسة صبراتة–جامعة صبراتة، ليبيا
[2]كلية الهندسة–جامعة أم درمان الإسلامية، السودان
*للمراسلة: abulgasemyaha@yahoo.com

ملخص شهد قطاع البناء والتشييد طفرة ونهضة حضارية وصناعية شملت الكثير من المجالات والقطاعات التنموية في المباني السكنية ونظراً لوجود اغلب هذه المنشآت في المناطق الساحلية وبالقرب منها البحر وكذلك المجمعات الصناعية ووجود هذه المباني بالأراضي في بيئات مختلفة وبالتالي معرضة هذه المنشآت إلى التلف والتآكل وكثرت في الآونة الأخيرة المشاكل للخرسانة في هذه المباني الناتجة من تأثير الكلوريدات والكبريتات خاصة في المناطق المعرضة إلى الرطوبة ودرجات الحرارة المرتفعة والغازات الصادرة من المجمعات الصناعية. تؤدي هذه الظروف مجتمعة إلى زيادة فقدان مقاومة الخرسانة للضغط وزيادة معدل إماهة الإسمنت وتآكل الخرسانة وبالتالي يتسببان في الإضرار بجودة الخرسانة الطرية والمتصلدة. بما أن مقاومة الضغط للخرسانة تقيم جودة الخرسانة دون اعتبار إلى تأثير أملاح الكبريتات والكلوريدات والغازات المضرة عليها أصبح من الضروري إيجاد علاقة أخرى تربط مقاومة الضغط في الخرسانة عندما تتعرض للأوساط المخربة ومنها الهواء المعرض للغازات ومناطق الأسباخ أو بالقرب من شاطئ البحر لمعرفة الأوساط التي تؤثر على الفقد في المقاومة. تم في هذا البحث دراسة معملية من أجل معرفة مدى تأثير الغازات والرطوبة والأوساط المخربة الأخرى التي تؤثر على الفقد في مقاومة الخرسانة نتيجة هذه الأوساط. لذلك فقد تم تحضير عينات من مكعبات خرسانية من الإسمنت البورتلاندي العادي ولإجراء الإختبارات عليها في أزمنة 28 يوم و60 يوم و90 يوم و365 يوم وتعريضها لظروف مماثلة لظروف المخربة ومقارنة النتائج مع بعضها من حيث مقاومة الضغط للخرسانة وإجراء التحاليل الكيميائية عليها لمعرفة محتوى نسبة الكلوريدات والكبريتات. بعد إجراء الإختبارات المعملية تم ربط علاقة بين محتوي الكلوريدات والكبريتات في الخرسانة مع مقاومة ضغط الخرسانة باستخدام برنامج ماتلاب (MATLAB) بغرض التنبؤ بالفقد في مقاومة الضغط. وتم استنباط معادلة تربط بين محتوى الكلوريدات أو الكبريتات مع مقاومة الضغط للحصول على الفقد في مقاومة الضغط عند كل حالة معرضة لها الخرسانة.

الكلمات المفتاحية: مقاومة الضغط، الكلوريدات، الكبريتات، الفقد، الغازات، برنامج ما تلاب.

Predicting the loss in compressive strength concrete as a result of the effect of chlorides and sulfates using the Matlab program

*Aboulqasim yahya abuisbaya[1] ,Altayab eonsah[2]
1 Department of civil ,college of engineering sabreth ,sabrath university -libya
2 Department of civil ,college of engineering ,Omdurman Islamic university-sudan
*Corresponding author: abulgasemyaha@yahoo.com

Abstract The building and construction sector witnessed a civil and industrial boom and renaissance that included many areas and development sectors in residential buildings and given the presence of most of these installations in coastal areas and near the sea as well as industrial complexes and the presence of these buildings in the lands in different environments and therefore these installations are exposed to damage and erosion and recently increased problems The concrete in these buildings resulting from the influence of chlorides and sulfates, especially in areas exposed to moisture, high temperatures and gases released from industrial complexes. Combined, these conditions increase the loss of concrete's compressive strength, increase the rate of cement hydration and corrosion of concrete, and consequently damage the quality of hard and hard concrete. Since the compressive strength of concrete assesses the quality of concrete without regard to the effect of sulfates, chlorides, and harmful gases on it, it is necessary there fore to find another relationship that connects the compressive strength in concrete when it is exposed to sabotage media, including air exposed to gases and fossil areas or near the seashore to know the media that affects the loss In the strength. In this study, a laboratory study was conducted in order to know the effect of gases, moisture, and other sabotage causes that affect the loss of concrete strength as a result of these media. Therefore, samples of concrete cubes from ordinary Portland cement were prepared and tested in 28 days, 60 days, 90 days, and 365 days, subjected to conditions similar to the conditions of sabotage, compare the results with each other in terms of compressive strength of concrete, and perform chemical analyzes on them to find out the content of chlorides and sulfates. After performing laboratory tests, a relationship was linked between the content of chlorides and sulfates in the concrete with the compressive strength concrete

using the MATLAB program for predicting the loss in compressive strength concrete An equation was developed linking the content of chlorides or sulfates with compressive strength to obtain the loss in compressive strength in each case exposed to concrete.
key words: compressive strength concrete, chlorides, sulfates, losses, gases, Matlab program.

المقدمة

تعتبر مقاومة الضغط للخرسانة هي الصفة الأولي المقيمة لجودة الخرسانة حيث أن الديمومة العالية للخرسانة وهي إحدى الصفات التي أعطت الخرسانة مكانتها كما أن الديمومة المنخفضة هي أهم مشكلة تواجه الخرسانة عند ظهور مشاكل في مقدرة الخرسانة على التحمل وذلك لعدة أسباب منها البيئة الضارة المحتوية على نسب من أملاح الكبريتات والكلوريدات[1] والملوثات الغازية من المجمعات الصناعية. وبما أن المباني السكنية لها أهمية كبيرة في المجتمعات وهذه المباني مكونة من الإنشاءات الخرسانية المسلحة ويجب إن تقاوم العوامل الطبيعية والتشغيلية التي توثر على جودة ومتانة المباني والخرسانة المسلحة دون الحاجة إلى إصلاحات رئيسية عندما تكون منفذة في تربة سبخية أو في المناطق الساحلية وقد تحدث إضرار من تآكل الخرسانة وفولاذ التسليح وذلك لتغلغل المحاليل والكلوريدات والكبريتات ووجود الشروخ في الخرسانة يساعد على دخول الرطوبة والأكسجين.

حيث سابقاً كان يعتمد على الوقت كعامل أساسي لإيجاد الفقد في مقاومة الضغط لمعرفة قيمة الفقد في مقاومة الخرسانة عليه في هذا البحث سيتم استخدام برنامج ماتلاب لإيجاد علاقة رياضية للحصول على الفقد في المقاومة.

جودة الخرسانة

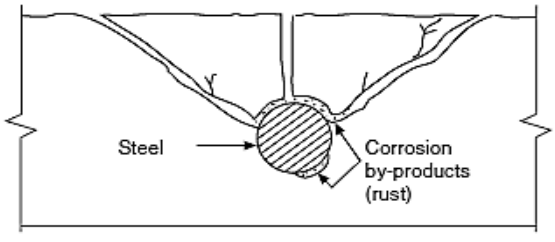
تعتبر مقاومة الضغط الخاصية الأساسية للخرسانة بافتراض خلو مكوناتها من الشوائب بالإضافة إلى معالجتها وتصلدها بصورة كافية لمقاومة المؤثرات البيئية المحيطة وللأسف هذا الافتراض غالبا يكون غير صحيح خاصة عند ظهور مشاكل في قدرة الخرسانة على التحمل والديمومة[2] حيث تواجه المنشآت الخرسانية في قدرتها على التحمل والديمومة وذلك لعدة أسباب منها البيئة المحيطة أو من المواد الداخلة في الخرسانة وبالرغم من أن المواصفات القياسية الدولية توفر المتطلبات الأساسية لإنتاج خرسانة عالية المقاومة والقدرة على التحمل والديمومة إلا أن البيئة العدائية المحيطة تستدعي تطوير معايير تحديد الفقد في مقاومة الضغط للخرسانة.

وتحمل الخرسانة هو مقاومتها للظروف التي صممت لها وتعمل في محيطها مدة طويلة من الزمن دون حدوث تلف أو تفتت بها أي تفقد مقاومة الخرسانة جزء منها.[3]

أسباب تدهور الخرسانة

الخرسانة هي عبارة خلط الركام الخشن والناعم والمادة الرابطة الإسمنت والماء وهي من أهم المواد الإنشائية لسهولة الحصول عليها ورخص تكلفتها وتحملها للظروف البيئية المختلفة وبين المكونات الرئيسية للإسمنت والركام التي تتكون من المواد الماغنيسيوم والبوتاسيوم وأكسيد الصوديوم وأكاسيد أخرى وتؤثر هذه النسب من الأكاسيد على جودة الإسمنت وظهور تشقق بنسب متفاوتة في الخرسانة التي تساعد على دخول الأبخرة المائية والأحماض والكلوريدات والكبريتات إلى الخرسانة فيبدأ في فقد مقاومة الضغط فتبدأ عملية تلف الخرسانة وبهذه التفاعلات الكيميائية والفيزيائية الحاصلة بعد خلط المواد المكونة للخلطة الخرسانية تتحل مكونات الإسمنت. إن زيادة الأملاح الكبريتية مع وجود الرطوبة يؤدي إلى حصول تفاعل مع مركبات الإسمنت أو نواتج أماهته لتكون مواد تدعى الاترنجايت Ettringite على شكل بلورات تحتل الفراغات الموجودة في الخرسانة وتحدث بها تشققات كما في الشكل رقم (1) وبالتالي تفقد الخرسانة مقاومة الضغط.

وذلك لعيوب الخلطات الخرسانية أو بسبب الظروف الجوية أثناء الصب، والكثير من هذه التشققات لا تجد الاهتمام الكافي من طرف الجهات المنفذة أو المشرفة على السواء، وذلك بسبب عدم استدراك خطورتها وتأثيرها على تحملية الخرسانة في المدى الطويل، فتكون هذه الشقوق منفذاً سهلاً للأكسجين والرطوبة والغازات الضارة التي تؤدي إلى التآكل وتدهور حالة مقاومة الخرسانة.



الشكل رقم (1)

البرنامج العملي

تصميم الخلطة الخرسانية

تم تصميم الخلطة الخرسانية بعد إجراء إختبارات على المواد الدخلة في الخلطة باستخدام الإسمنت البورتلاندي العادي كما في الجدول رقم(1) والجدول (2)والجدول رقم(3) للركام

الخشن والجدول رقم(4) والجدول رقم (5) للركام الناعم وتم التصميم وفق المواصفة الدولية ISO19338:2007 وكانت نسبة الماء إلى الإسمنت تساوي w/c=0.4 ومقاومة الضغط المطلوبة 40 N/mm² وكانت النسب على النحو الاتي:

الإسمنت: ركام خشن: ركام ناعم 1: 3 : 1.5

$c = 417 kg/m^3$

$w = 0.4 \times 417 = 166.8 kg/m^3$

$Ac = 3 \times 417 = 1251 kg/m^3$

$As = 1.5 \times 417 = 625.5 kg/m^3$

جدول رقم (1) إختبارات الإسمنت البورتلاندي

الإختبار	نتيجة الإختبار	حدود المواصفات الليبية رقم 1997/340 (BS4550part 3:78)
زمن الشك الابتدائي	120دقيقة	ليست اقل من 45دقيقة
زمن الشك النهائي	150دقيقة	لا تزيد عن 10 ساعات
ثبات الحجم للإسمنت	0.5مم	لا يزيد عن 10مم
إختبار مقاومة الضغط		
بعد 3يوم MPa	32.1	MPa (21)
بعد 28يوم MPa	49.9	Mpa(39)
SO_3	%0.55	%2.5
CL^-	%0.01	%0.1
pH	12.56	–

جدول رقم (2) الإختبارات الميكانيكية للركام الخشن

الإختبار	نتيجة الاختبار	رقم المواصفة البريطانية	رقم المواصفة الليبية	حدود المواصفات
معامل الصدم	%8.4	BS812	/255 2006	حد أقصى %25
الوزن النوعي	2.7	BS812.2:75	/256 2006	2.7–2.6
الامتصاص	%1.7	BS812.2:75	/256 2006	لا يزيد عن %3
وزن وحدة الحجوم	kg/m³ 1603	BS812.2:75	/250 2006	1400-1800kg/m³
معامل التهشيم	%14	BS812.110:90	–	حد أقصى %25

جدول رقم (3) الإختبارات الكيميائية للركام الخشن

المواد	إختبار الأس الهيدروجيني pH	إختبار أملاح الكلية T.D.S	نسبة الكلوريدات في الركام الخشن %	نسبة الكبريتات في الركام الخشن %
ركام خشن	10.3	225	0.041	0.0265

جدول رقم (4) الإختبارات الكيميائية للركام الناعم

المواد	إختبار الأس الهيدروجيني pH	إختبار أملاح الكلية T.D.S	نسبة الكلوريدات في الركام الناعم %	نسبة الكبريتات في الركام الناعم %
الركام الناعم	9.35	132	0.036	0.0065

جدول رقم(5)الإختبارات الميكانيكية للركام الناعم

الاختبار	نتيجة الاختبار	رقم المواصفة الليبية	حدود المواصفات
الوزن النوعي للرمل	2.63	2006/256	2.7–2.6
الامتصاص	%0.17	2006/256	لاتزيد عن 2%
وزن وحدة الحجوم	1681kg/m3	82/250	1400-1800 kg/m³

إختبار مقاومة الضغط للخرسانة

تم تجهيز المكعبات الخرسانية كما في الصورة رقم (1) وبعد خلط الخرسانة وصب هذه المكعبات بالخرسانة وبعد الصب يتم فك المكعبات وبعد 24ساعة يتم وضعها في الماء كما بالصورة رقم (2) ويتم إختبارها في 7 أيام و28 يوم وبعد ذلك يتم وضعها في المعالجات الهواء وماء البحر وتربة السبخة كما في الصورة رقم (3) ويتم اختبارها كما في الصورة رقم (4) عند أزمنه 60 يوم90 يوم و180و365 يوم والنتائج وفق الجدول رقم (6).

الصورة رقم 1

الصورة رقم 2

الصورة رقم 3

الصورة رقم 4

جدول رقم (6)نتائج اختبار مقاومة الضغط عند معالجة المكعبات في الأوساط المختلفة

الأيام	معالجة في الشرب **MPa**	معالجة في الهواء **MPa**	معالجة في السبخة **MPa**	معالجة في البحر **MPa**
28	45.10	44.83	–	46.62
60	55.97	55.5	50.83	45.07
90	55.88	49.73	51.63	55.41
360	63.01	61.10	63.00	59.90

إختبار محتوى الكلوريدات في الخرسانة

معرفة محتوى الكلوريدات طبقا لما ورد بالمواصفات القياسية البريطانية رقم BS1881part6-1971[4]حيث تم اخذ عينات من الخرسانة طحنها كما في الصورة (5) عند كل فترة معالجة28 يوم و60 يوم و90 يوم و180 يوم و365 يوم لمعرفة نسبة الكلوريدات في الخرسانة وهي تمثل مجموع الكلوريدات الوردة من الركام والماء والإسمنت.

تؤخذ من الخرسانة عينة تزن 2جرام كما في الصورة (6) ويضاف إليها 25مل من الماء المقطر ويتم الرج ويتم ترشيح العينة كما في الصورة رقم (7) واخذ عينة ثم يضاف 10 مل من حامض النيتريك المركز يضاف 50 مال ماء ساخن ويترك المحلول ساخنا من 10–15 دقيقة اذا ظهر راسب يرشح من الورق ترشيح وتغسل ورقة الترشيح بالماء يبرد المحلول ويضاف زيادة 0.1 من محلول عياري نترات الفضة (16.969جرام من نترات الفضة في لتر ماء مقطر يضاف 1 مل من الكاشف (100مل محلول بارد من كبريتات الحديديك الامونيومية مع 10 مل من حامض النيتريك المركز) يعاير المحلول مع 0.1عياري من ثيوسيانات الامونيوم حتى ظهور اللون الأحمر كما في الصورة رقم (8) تعاير ثيوسيانات الامونيوم 7.6جرام من NH_4CNS في لتر من الماء المقطر مع نترات الفضة

يتم حساب نسبة الكلوريدات الكالسيوم % $CaCl_2$

$$\frac{(V-V1)N(0.555\times100}{0.1(w)(M)}=$$

ويتم حساب نسبة الكلوريدات %=0.318×%$CaCl_2$

وكانت النتائج لمحتوى الكلوريدات لكل الأزمنة كما في الجدول رقم (7)

الصورة رقم 5

الصورة رقم 6

الصورة رقم7

الصورة رقم 8

جدول رقم (7) نتائج محتوى الكلوريدات في الخرسانة المتصلدة عند المعالجة لكل الأزمنة

الايام	CL% معالجة في ماء الشرب	CL% معالجة في الهواء	CL% معالجة في السبخة	CL% معالجة في ماء البحر
28	0.050	–	–	–
60	0.034	0.020	0.046	0.030
90	0.058	0.067	0.101	0.029
360	0.069	0.069	0.101	0.040

إختبار محتوى الكبريتات

حيث يعين محتوى الكبريتات في الخرسانة لمعرفة ما اذا كانت الخرسانة تعرضت للكبريتات مهاجمة وفق المواصفة القياسية رقم 375.4"الطرق القياسية للإختبار ماء الصرف الصحي standard methods for examination of water and wastewater to (United States Environmental Protection Agency) USEPA method 375.4)[5](الصادرة من وكالة حماية البيئة الأمريكية.

خطوات الإختبار

- يستخدم جهاز المطياف الضوئي كما في الصورة (9)

الصورة رقم 9

- يتم تجهيز العينات كما في الشكل رقم (10) بعد طحن العينة وترشيحها
- يتم وضع العينات في أنبوب خاص 0.1 جرام من العينة مع 10 مل من ماء المقطر وضع الأنبوب في المكان المخصص له وأخذ القراءات مباشرة من الجهاز وكانت النتائج وفق الجدول رقم (8)

الصورة رقم (10)

جدول رقم (8)نتائج محتوى الكبريتات للخرسانة المتصلدة المعالجة المختلفة لكل الأزمنة

مكعب الخرسانة معالجة في	30 يوم % SO_3	60 يوم% SO_3	90 يوم% SO_3	365 يوم% SO_3
معالجة في الماء	0.041	0.0560	0.068	0.074
معالجة في الهواء	–	0.0495	0.024	0.103
معالجة في تربة سبخة	–	0.0535	0.044	0.099
معالجة في ماء البحر	–	0.0450	0.063	0.075

برنامج ماتلاب MATLAB

تم عمل برنامج ماتلاب باستخدام الحاسوب. ومعلوم أن برنامج ماتلاب يستخدم في كثير من المجالات العلمية لأنه يقوم بعمليات تحليل وتمثيل البيانات من خلال معالجة تلك البيانات تبعاً لقاعدة البيانات الخاصة به، فمثلاً يستطيع البرنامج عمل التفاضل والتكامل وحل المعادلات الجبرية والتفاضلية ذات الدرجات العليا بكل سهولة. هذا من الناحية الأكاديمية، أما من الناحية التطبيقية فيستطيع البرنامج العمل في جميع المجالات الهندسية وتم إيجاد قيمة مقاومة الضغط عند أي تغير في نسبة الكلوريدات اوالكبريتات.

حساب الفقد في مقاومة الضغط للخرسانة Compressive Strength Loss **CSL**

مقاومة الضغط المفقودة للخرسانة في نوعين من الإسمنت البورتلاندي و تتم معرفة الفقد بدلالة عينة المقاومة الموضوعة في الماء العادي ويتم حساب قيمة الفقد في مقاومة الخرسانة Compressive Strength Loss[6] (CSL%) مقارنة مع المغمورة في الماء العادي لكل نوع من المعالجة للحصول على القيمة المفقودة عند كل فترة زمنية كما في الجدول رقم (9) حتى الجدول رقم (11) تبين الفقد في مقاومة الضغط

وفق القانون التالي

$$100 \times \frac{A-B}{A} = \textbf{CSL (\%)}$$

حيث

A=متوسط مقاومة الضغط في الماء العادي MPa

B= مقاومة الضغط في أي نوع من المعالجةMPa

جدول رقم (9)حساب الفقد في مقاومة الخرسانة مقارنة المعالجة بالماء مع السُبْخَة

نوع المعالجة	عمر خرسانة يوم	مقاومة الخرسانة (MPa)		الفقد في مقاومة الخرسانة CSL (%)
		T.Wفي الماء	S.Aفي تربة السبخة	
السبخة	60	55.9	50.8	9.18
	90	55.8	51.6	7.60
	365	63.0	63.0	0.015

جدول رقم (10) حساب الفقد في مقاومة الخرسانة مقارنة المعالجة بالماء مع الهواء

نوع المعالجة	عمر الخرسانة يوم	مقاومة الخرسانة (MPa)		الفقد في مقاومة الخرسانة CSL (%)
		T.W	A.C	
الهواء**AC**	60	55.97	55.5	0.85
	90	55.88	49.73	10.57
	360	63.01	61.106	3.00

جدول رقم (11) الفقد في مقاومة للخرسانة المعالجة في ماء البحر

عمر باليوم	مقاومة الخرسانة (MPa)		الفقد في مقاومة CSL (%)
	T.W	S.W	
60	55.97	45.07	0.16
90	55.88	55.41	0.85
360	63.01	59.90	5.00

نتائج البحث

1- من برنامج ماتلاب تم الحصول على قيمة الفقد في مقاومة الضغط $CSL\%$

تم التوصل إلى التنبؤ بقيمة الفقد في مقاومة الخرسانة بدلالة محتوي الكبريتات أو الكلوريدات

حيث استخدام برنامج ماتلاب للحصول على الفقد في مقاومة الضغط بدلالة نسبة الكلوريدات أو الكبريتات x للإسمنت وظروف معالجة مختلفة والبرنامج المستخدم هو التالي:

```
clear all;
close all;
clc;
%%
syms x;
%Data
%Input data
n=input('Enter no. of node points:');
  %no. of node points
%enter x values
a=input('Enter the values of x in braces:');
if length(a)==n
b=input('Enter the values of y in braces:');
end
plot(a,b,'linewidth',3)
grid
xlabel('w/c .')
ylabel('comp MPa.')
%[x,y]=ginput(3)
p=polyfit(a,b,1)
p=poly2sym(p)
p= vpa(p,3)
l=input('Enter a value to compute the b value:');
disp('The result is  : ')
subs(p,l)
%subs(p,.07)
```

وكانت النتائج من البرنامج لكل حالة كما يأتي:

أ- الفقد في مقاومة الخرسانة ومحتوى الكلوريدات لخرسانة من إسمنت بورتلاندى عادى ومعالجة في الهواء تكون

$$CSL\% = 104x_{cl} - 0.443$$

ب- الفقد في مقاومة الخرسانة ومحتوى الكلوريدات لخرسانة من إسمنت بورتلاندى عادى ومعالجة في السبخة

$$CSL\% = 16.3x_{cl} + 3.2$$

ج- الفقد في مقاومة الخرسانة ومحتوى الكلوريدات لخرسانة من إسمنت بورتلاندى ومعالجة عادى في ماء البحر

$$CSL\% = 90.8x_{cl} - 0.766$$

ح- الفقد في مقاومة الخرسانة ومحتوى الكبريتات لخرسانة من إسمنت بورتلاندى عادى ومعالجة في الهواء

$$CSL\% = 3.84 - 5.39x_{so}$$

خ- الفقد في مقاومة الخرسانة ومحتوى الكبريتات وإسمنت من البوتلاندي والمعالجة في السبخة

$$CSL\% = 0.346x_{so} + 4.18 \text{ و}$$

د- الفقد في مقاومة الخرسانة ومحتوى الكبريتات وإسمنت من البوتلاندي والمعالجة في ماء البحر

$$CSL\% = 49.5x_{so} - 0.763 \text{ و}$$

x_{cl}= *النسبة المئوية للكلوريدات في الخرسانة*

x_{so} = النسبة المئوية للكبريتات في الخرسانة

2- يتبين من الفقد في مقاومة الضغط مقارنة مع المعالجة في الماء العادي فقد كانت أكبر قيمة فقدت في الخرسانة كانت الخرسانة المعرضة إلى الهواء الأعلى حيث فقدت المقاومة 10.57%في الخرسانات في المدة 90 يوم ويتضح من هذا لوجود تأثير الملوثات الغازية وتأثير الكلوريدات والكبريتات.

المراجع:

[1]- عمر العموري ،وليد القطي، شامشاه احمد ،محمد مصلح ، "نحو معايير محددة لتقييم جودة الخرسانة "مجلة تقنية البناء ،السعودية، 2008.

[2]- محمد عبدالرزاق ،علاء رشاد، ،"تأثير الإضافات الكيميائية ونوع الركام الكبير على الأعمدة الخرسانية

المحملة والمعرضة لدرجات حرارة مرتفعة" مجلــة تقنيــة البناء،2008.

[3]– "الكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية" مصر 2007،

[4]- BS 1881 part 6:1971 "determination of chloride salt "1971

[5]- USEPAmethod375.4 determination examination

[6]- Dr. IhabS. S."Effect of External and Internal suiphate on compressive strength of concrete", Internatio Journal of Applied Engineering Research ISSN0973-4562, Volume 12, India, 2017.