تأثير الإضافات البيئية على مقاومة الضغط للمنشآت البحرية في الكويت

[٦]

سونيا الصيرفى[١]– خالدالعنزى[٢]– سعود السبيعى

١) قسم الهندسة الساحلية، كلية الهندسة، جامعة عين شمس ٢) قسم الكيمياء، كلية الدراسات والعلوم التكنولوجية، الكويت

المستخلص

نظرا لأهمية المنشات البحرية فى دولة الكويت، بدأت هذه الدراسة بهدف زيادة مقاومتها للكلوريدات. حيث تمت مراجعة الدراسات في هذا المجال. وتم اقترح اضافات من البيئة للخرسانة؛ وأعدت ١٦ عينة وتم غمرهم في المياه المالحة بنسبة ٤٥،٠٠٠ ppm (لتماثل مياه الخليج) لمدة ٢٤ شهر، هذا على عكس الدراسات السابقة التى تحققت من مدة لا تزيد عن عام. كما تم اختبارها وأخذ القياسات لتحديد أجهاد الضغط بعد ١ ، ٨ ، ١٦ و٢٤ شهر. وتم تحليل القياسات وعمل رسوم بيانية ومناقشتها وإجراء تحليل إحصائى لاستنباط معادلات لأجهاد الضغط والزمن للتوصل للوضع الأكثر كفاءة. وتم استنتاج الأضافة المثلى للممارسة العملية وهى رقائق الألياف البلاستكية وكذلك اقترحت الدراسة ببعض التوصيات للتطبيقات الهندسية وكذلك للبحث العلمى.

الكلمات المفتاحية: الإضافات البيئية، مقاومة الضغط، المنشأت البحرية، الكويت

المقدمة

إن تآكل حديد التسليح هو السبب فى تدهور المنشآت الخرسانية الساحلية لارتفاع نفاذيتها وتسرب الأملاح والرطوبة. ولذا تم البدأ فى هذه الورقة البحثية بهدف دراسة اجهاد الضغط بعد وضع أضافات بيئية لمدة عامين على عكس الدراسات السابقة التى قامت بمراقبة الخرسانة لمدة لا تزيد عن العام لأرتفاع تكلفة البحث واستنفاذ الوقت.

وقد تم تجميع العديد من التقارير المنشورة والدوريات والمقالات في المجلات العلمية، واستعراضها وتحليلها وقد وجدت أبحاث كثيرة فى هذا المجال. ومنها على سبيل المثال (Tarek Rady *et al*. 2017). وهذه الدراسة تحققت من سلوك الخرسانة تحت تأثير الكلوريدات بعد وضع أضافات وناقشت الدراسة كيفية زيادة عمر الهياكل البحرية الخرسانية

فى الأراضى المنخفضة فى مصر (دلتا نهر النيل). كما أن الدراسة El-Serafy *et al.* (2017a) قامت بفحص خصائص الخرسانة للكلوريدات وهذه الدراسة تعتبر أحدى الدراسات فى مجال حماية خرسانة المناطق الساحلية. وأيضا الدراسة (El-Serafy *et al*. (2017b حيث تم فحص خصائص الخرسانة للكلوريدات فى الأنفاق وهذه الدراسة أيضا تعتبر أحدى الدراسات فى مجال حماية الأنفاق.

وتقدم هذه الورقة النتائج والتوصيات بالأضافة الى أهداف الدراسة ومنهجيتها والدراسة المعملية والتحليلية.

أهداف الدراسة

المنشآت البحرية عمرها قصير لتعرضها لظروف بيئية قاسية فتتحلل وتنهار بعد فترة قصيرة. ففي الخليج العربي يتراوح عمرها ما بين ١٠ و ١٥ عاما وذلك لتركيز مياهه لتصل الى ٤٥,٠٠٠ppm وهى أعلى ملوحة على سطح الأرض. وهذا أحدى الدوافع للبدء فى هذه الدراسة للتحقق من سلوك الخرسانة لمدة عامين. فالهدف الرئيسي دراسة تأثير الأضافات البيئية على مقاومة الضغط للمنشأت البحرية في دولة الكويت. والأهداف التبعية هى اقتراح أضافات مثل برادة الحديد ومادة السيكا وشرائح الألياف البلاستيكية وإعداد عينات بالأضافات المقترحة وغمرها في الماء المالح بنسبة ملح ٤٥,٠٠٠ ppm لأزمنة مختلفة ١ ، ٨ ، ١٦ و ٢٤ شهرا لتماثل مياه الخليج العربى وقياس أجهاد الضغط بعد تلك الأزمنة. وعمل رسوم بيانية تربط مابين المتغيرات لتحديد كفاءة كل اضافة ثم تحليل النتائج ومناقشتها لأختيار الأضافات المثلى. وفى النهاية إجراء تحليل إحصائى لاستنباط معادلات تربط مابين نوع الأضافة والزمن وأجهاد الضغط.

منهجية الدراسة

وبالتعرف على الأهداف المحددة للدراسة، تم تخطيط مراحل التحقيق البحثى أي المنهجية لتشمل المرحلة النظرية حيث يتم مراجعة الدراسات السابقة في مجال الخرسانة المعرضة للكلوريدات. والمرحلة المعملية، حيث يتم اقتراح ٣ اضافات من البيئة ووضع برنامج

معملى، واعداد العينات وغمرها في المياه المالحة لمدة ٢٤ شهر واجراء القياسات لتحديد إجهاد الضغط، بعد ١، ٨ ، ١٦ و ٢٤ شهر. والمرحلة التحليلية، حيث يتم تحليل القياسات وتوضيحها بالرسومات البيانية لتربط مابين المتغيرات وتناقش النتائج ويتم اجراء تحليل احصائى لاستنباط معادلات مابين إجهاد الضغط والزمن ونوع الأضافة. أخيرا المرحلة الاستنتاجية، حيث يتم استنتاج كيفية نفيذ المعالجة الأكثر كفاءة في الممارسة العملية. وأعطاء توصيات لممارسة الهندسية والبحث العلمى.

الدراسة المعملية

فقد تم تخطيط للبرنامج المعملى ليشمل الأختبار ١٦ عينة. تم تقسيمهم إلى ٤ مجموعات لفحصها بعد غمرها في المياه المالحة لمدة ١ ، ٨ ، ١٢ و ٢٤ شهر. وأعدت كل مجموعة من خلطة خرسانية مختلفة فمجموعة (خ١) ذو خلطة تقليدية أى بدون أضافات لتكون بمثابة قيم مرجعية للمقارنة مابين قيم النتائج المعملية لأختبار العينات ذو الأضافات ومجموعة (خ٢) ذو خلطة بأضافة برادة الحديد ومجموعة (خ٣) ذو خلطة بأضافة السيكا ومجموعة (خ٤) ذو خلطة بأضافة الرقائق البلاستيكية. وكل المجموعات تم غمرها في المياه المالحة ذو تركيز ٤٥,٠٠٠ جزء في المليون. والجدول (١) يقدم تصميم للبرنامج المعملى للمجموعات الأولى والثانية والثالثة، والرابعة. وتم إعداد العينات ذو الأضافات والعينات بدون أضافات في المعمل وتمت إجراءات الخلط في خلاط المعمل حيث تم خلط المواد الجافة لمدة دقيقتين "٢" دقيقة وأضيفت المياه تدريجيا إلى المزيج الجاف وتم تقليبها حتى تم الحصول على لون موحد وتم دمك الأعمدة الخرسانية ميكانيكيا لمدة دقيقة واحدة فى قوالب مؤقتة وأزيلت الشدات المعدنية بعد ٢٤ ساعة ووضعت في خزان المعالجة، لمدة ٢٨ يوما. ثم وضعت العينات في خزانات المياه المالحة، وانتشالها بعد ١ ، ٨ ، ١٦ و ٢٤ شهرا وبعد أختبار المواد وإعداد العينات، فى معمل كلية الهندسة بجامعة الكويت، المجهز بآلة تحميل وهى مكونة من إطار التحميل وآلة تحميل هيدروليكية، وضعت في خزانات المياه المالحة. وبعدها تمت القياسات وحيث أن أجهاد الضغط يتأثر كثيرا فى الخرسانة المعرضة للكلوريدات لأنها تؤدي إلى ظهور شروخ شديدة، وبالتالي تتشقق ويقل أجهاد الضغط. ولذا فبعد انتشال العينات بعد

الفترة المحددة لها، طبقا للبرنامج المعملى، وضعت على إطار التحميل وتم تحميل العينات واستخدمت أجهزة قياس الأجهاد حيث تم ربط جميع أجهزة القياس لمسجل البيانات لقراءة القياسات.

الدراسة التحليلية

وبعد الأنتهاء من القياسات تم تحليلها وعمل رسومات بيانية، لتربط مابين المتغيرات، ومناقشة النتائج ومقارنتها واستنباط معادلات لاختيار المعالجة الأكثر فاعلية لتلبية الاحتياجات المطلوبة وذلك للحصول على أفضل هذه الأضافت الخاصة لدولة الكويت. ومن القياسات تبين أن أجهاد الضغط ومعدله يتأثر كثيرا فى الخرسانة المعرضة للكلوريدات لأنها تؤدي إلى ظهور شروخ شديدة، وبالتالي تتشقق ويقل أجهاد الضغط. ولذا فبعد انتشال العينات وانقضاء الفترة المحددة طبقا لجدول الخطة المعملية تم اختبارها وقياس إجهاد الضغط وتم رسم علاقات بيانية لتلك القيم المقاسة، حيث يتم عرضها فى الشكل (١) ، (٢) ، (٣) و (٤) حيث يوضح معدل تغير إجهاد الضغط للعينات الغير معالجة و للعينات المعالجة (ببرادة الحديد) والعينات المعالجة (بمادة السيكا) والعينات برقائق الألياف البلاستيكية حيث يتضح أن اجهاد الضغط يقل بنسبة ٣٧ ، ٣٤ ، ٢٨ و ١٦% على التوالى. وبناء على ماسبق تم عمل تحليل إحصائي regression analysis لتلك النتائج والرسومات لأستنتاج معادلات أسية exponential equations لتربط مابين إجهاد الضغط والزمن بحيث يكون معامل التحديد قريب من الواحد الصحيح ليضمن أن البيانات تتوائم بشكل جيد، أى R2=١. فالمعادلات (١) الى (٤) تستخدم للخرسانة الغير معالجة والمعالجة بوضع برادة الحديد أومادة السيكا أورقائق الألياف البلاستيكية، فى حالة غمرها فى المياه المالحة ذو تركيز يساوى ٤٥,٠٠٠ ppm، على التوالى. حيث t هى الزمن وC: إجهاد الضغط بعد مضى هذا الزمن وe هى عدد أويلر ويساوي ٢,٧١٨ وهى كالأتى:

$$C=٢٢٠.٠٦\ e^{-0.018t} \quad (1) \qquad C=٢٢٩,٨٩\ e^{-0.013t} \quad (2)$$

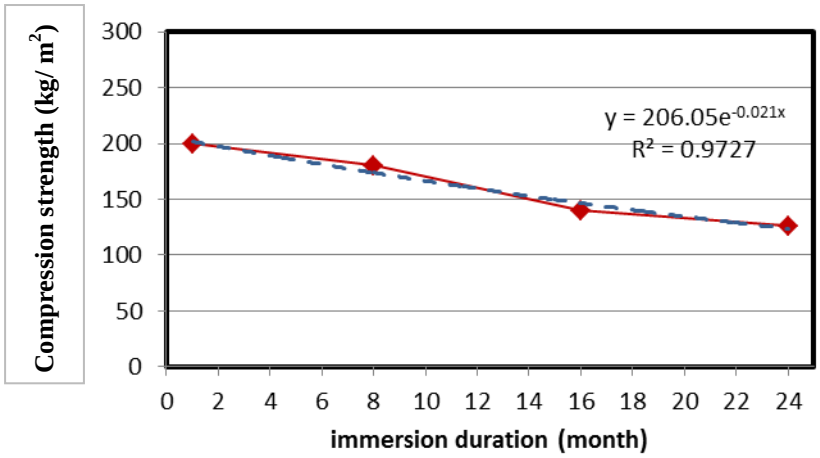
$$C=٢١٨,٢٢\ e^{-0.08t} \quad (3) \qquad C=٢٦٨,٢٩\ e^{-0.006t} \quad (4)$$

الاستنتاجات

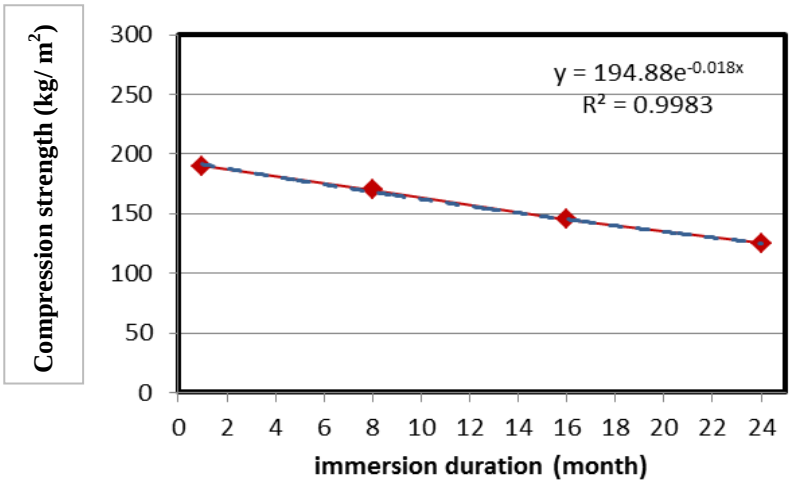
وبناء على النتائج التى تم التوصل اليها، تم استنتاج أن إجهاد الضغط للعينات تدهور بعد مرور عامين من غمرهم فى المياه المالحة، وخاصة بالنسبة للعينات الغير معالجة حيث أظهرت تدهورا ملحوظا أما العينات المعالجة (ببرادة الحديد) والعينات المعالجة (بمادة السيكا) فأظهرت تدهورا أقل نسبيا من نظيرتها الغير معالجة. أما العينات المعالجة (برقائق الألياف البلاستيكية) فقد أثبتت تحملها لتلك الظروف. وبناء على التحاليل إحصائية ، تم استنباط معادلات تربط مابين الخصائص الفيزيقية والزمن. وهى تتوائم بشكل جيد مع القياسات، أى أن R2 أقتربت من واحد صحيح. كما أثبتت التجارب أن رقائق الألياف البلاستيكية تزيد من إجهاد الضغط بنسبة كبيرة.

جدول(١): جدول خصائص العينات عند الاختبار

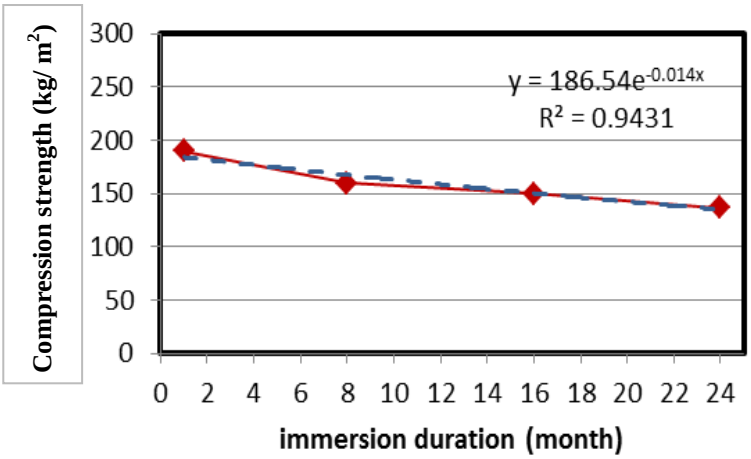
رقم العينة	أسم العينة	نوع الخليط	تركيز المحلول الملحى	زمن الغمر
١	ع ١،١	تقليدية	٤٥,٠٠٠	١
٢	ع ١،٨			٨
٣	ع ١،١٦			١٦
٤	ع ١،٢٤			٢٤
٥	ع ٢،١	برادة الحديد		١
٦	ع ٢،٨			٨
٧	ع ٢،١٦			١٦
٨	ع ٢،٢٤			٢٤
٩	ع ٣،١	السيكا		١
١٠	ع ٣،٨			٨
١١	ع ٣،١٦			١٦
١٢	ع ٣،٢٤			٢٤
١٣	ع٤،١	رقائق الألياف البلاستيكية		١
١٤	ع ٤،٨			٨
١٥	ع ٤،١٦			١٦
١٦	ع ٤،٢٤			٢٤



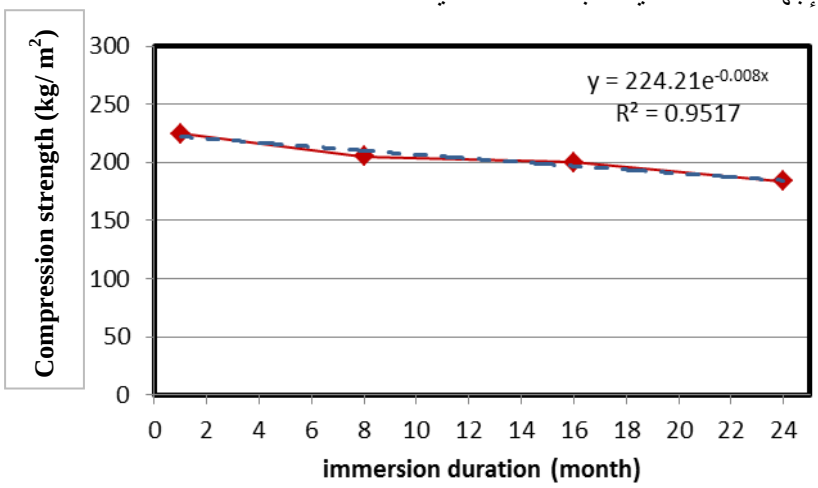
شكل(١): إجهاد الضغط للعينات الغير معالجة



شكل(٢): إجهاد الضغط للعينات بعد أضافة برادة الحديد



شكل(٣): إجهاد الضغط للعينات بعد أضافة السيكا



شكل(٤): معدل تغير إجهاد الضغط بعد أضافة رقائق الألياف البلاستيكية

التوصيات

وبناء على الاستنتاجات السابقة فقد أوصت الدراسة بالأرشادات الأتية: بخصوص الممارسة الهندسية فيجب وضع رقائق الألياف البلاستيكية وذلك للمحافظة على إجهاد الضغط

للمنشأت البحرية. كما أوصت باستخدام المعادلات المستنبطة للتنبؤ بالخصائص الفيزيقية وذلك لأنها تتوائم بشكل جيد مع القياسات، حيث أن R2 أقتربت من الواحد الصحيح. أما بالنسبة للدراسات المستقبلية، فقد أوصت الدراسة بإجراء دراسات مماثلة لمعالجات جديدة مبتكرة أو بدمج المعالجات مثل السيكا ورقائق الألياف البلاستيكية وذلك لتحسين إجهاد الضغط وأيضا إجراء دراسات مماثلة بمعالجات جديدة وأختبارها على مدة زمنية أطول من ٢٤ شهر.

المراجع

El-Serafy, S. *et al.* (2017 a). Enhancing the Concrete Behavior Exposed to Chlorides in Tunnels, IJCSE.

El-Serafy, S. *et al.* (2017 b). Improving Concrete Characteristics Exposed to Chlorides in Coastal Zones, IJCSE.

Tarek Rady *et al.* (2017) Increasing the lifespan of coastal concrete structures in low-lying lands in Egypt (Nile Delta), unpublished Ph.D thesis, submitted to Ain Shams University.

EFFECT OF ENVIRONMENTAL ADDITIVES ON PRESSURE RESISTANCE OF MARINE STRUCTURES IN KUWAIT

[6]

Al-Sirafi1, Sonya[(1)]; Al-Enzi, Kh.[(1)] and Al-Subaie, S.
1) Department of Coastal Engineering, Faculty of Engineering, Ain Shams University 2) Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Kuwai.

ABSTRACT

In terms of importance of coastal structures in Kuwait, the study was started to investigate compressive strength. A review to previous studies was achieved. Environmental additives were proposed, 16 samples were prepared and immersed in 45.000 ppm salty water for 24 months. Tests and measurements were executed after 8 months intervals. Diagrams were plotted to relate the investigated parameters and statistical analysis was achieved. Plastic fiber sheets were found to achieve the best results. Recommendtins for practice, such as implementig plastic sheets, were suggested. Recommendations for research, innovating other additives, were suggested.

Keywords: Environmental additives, pressure resistance, marine structures, Kuwait