

تحسين ديمومة القصب في الوسط السمنتي Improvement of Durability of Reed in Cement Media

د. عادل محمود عبد اللطيف/ قسم الهندسة المدنية/ كلية الهندسة/ جامعة كربلاء

الخلاصة:

تواجه المحاولات الساعية لاستخدام القصب وغيره من المواد النباتية في تسليح الخرسانة مشكلة تعفن هذه المواد بسبب السلوك القاعدي للخرسانة. تتضمن هذه الدراسة محاولة التغلب على هذه المشكلة وذلك باستخدام طلاءات معينة للقصب وكذلك تغطيس القصب في محاليل ملحية لمدة من الزمن قبل استخدامه. وقد تم اختبار الماسك السائل وصبغ الايبوكسي والمادة المعروفة تجارياً بـ (S B R) والمادة المعروفة تجارياً بـ (P V A) لطلاء الخرسانة. وكذلك تم استخدام أملاح كلوريدات الصوديوم وأملاح كبريتات الصوديوم وأملاح نترات الصوديوم في تشبييع القصب. لقد توصل البحث الى ان استخدام ملح كلوريد الصوديوم هو افضل انواع الاملاح المستخدمه في هذا المجال أي في معاملة القصب لغرض تقليل التدهور في الاوساط القاعدية في اطار المواد المستخدمه في هذا البحث. وان اصباغ الايبوكسي هي افضل انواع الطلاءات المستخدمه في هذا البحث لغرض طلاء القصب لتقليل التدهور في الوسط القاعدي. لكنه لا توجد مؤشرات على ان الاجراءات المستخدمه لحماية القصب هي فعاله بما فيه الكفايه لتشجيع استخدام القصب في تسليح الخرسانة. وبذا يبقى استخدام القصب في تسليح المواد الجصيه هو الاستخدام الواعد لهذه الماده كمادة تسليح

Abstract:

It is well-known that the durability of vegetable fibres, such as reed , in concrete media is very low because of high PH value of concrete. The improvement of the durability of reed in concrete media is investigated. Many coatings(namely epoxy paint, SBR, PVD, and liquid mastic) were used as well as many types of salts (sodium chloride, sodium sulfates and sodium nitrite). It is concluded that epoxy paint is the best coating in this respect. Sodium chloride is the best salt. It is, also, reported that no one of these measures is sufficiently effective in improvement of the durability of reed in concrete media. It seems that using reed with gypsum plaster is more practical.

١ - المقدمة:

من المعروف ان الخرسانة مادة قسيمة وهي أيضا ضعيفة في تحمل قوى الشد رغم مقاومتها الجيدة لقوى الانضغاط لذلك برزت فكرة تسليحها باللياف أو قضبان من مواد أخرى للتغلب على خواصها القسيمة وتحسين مقاومتها لقوى الشد . ان نجاح هذه الفكرة على الصعيد التطبيقي جعل الخرسانة في مقدمة مواد التشييد في الوقت الحاضر. واصبح الحديد بإشكاله المختلفة (قضيب ، مشبك ، ألياف) مادة التسليح الأولى للخرسانة. ولسوء الحظ فان العديد من مناطق العالم تشهد نقصاً حاداً في الحديد من حين لآخر (وخاصة في أوقات الحروب و الأزمات) إضافة إلى انه مادة مكلفة وشحيحة وغالباً ما يكون مستورداً . ومع تزايد متطلبات الإسكان بشكل استثنائي نتيجة لزيادة السكان وحركة الهجرة من الريف الى المدن فان هناك حاجة ماسة الى مواد تسليح بديلة وتمتاز بكونها فعالة ورخيصة . ومن بين المواد التي تم تجربتها في هذا المجال الياق الزجاج والاسيست والياق الكربون و ألياف البولي بروبيلين (١). يعد الخيزران والقصب والبردي وما شابه ذلك من مواد التشييد الرخيصة والتي عرفها الإنسان منذ القدم وهي مواد شائعة في تشييد أكواخ السكن في الكثير من بلدان العالم. ولقد استخدم القصب في تقوية مواد البناء التقليدية كالطابوق الطيني والجص قبل آلاف السنين ولعل اكبر دليل على ذلك زقورة عفرقوف في بغداد والتي تعود الى ١٤٠٠ سنة قبل الميلاد حيث يتخلل بناء الطابوق الطيني غير المحروق طبقات من القصب المنتظمة بالاتجاه الافقي كل ستة سوف من الطابوق ومازالت حوائط القصب تستخدم في بناء السقوف في البيوت الريفية ويطلق على هذه الحوائط كلمة (بارية) وهي كلمة سومرية في الاصل مما يدل على قدم استخدام هذا النمط من بناء السقوف . ولأن القصب يتواءم بشكل جيد مع الجص فقد استخدم في تسليح الرفوف والشناسيل والزخارف العربية في البيوت التراثية والجوامع والمناير . ومع كل هذا فان مقاومة هذه المواد و خواصها الميكانيكية الجيدة و إمكانية استخدامها كمادة تسليح لم يتم تشخيصها حتى بداية القرن الماضي عندما قام (جو Chu) سنة ١٩١٤ بإعداد أطروحة حول استعمال الخيزران لتسليح الخرسانة. وقد أعقب ذلك تطبيقات عملية عديدة في الصين بحدود عام ١٩١٩ . وفي سنة ١٩٣٩ تجدد الاهتمام بهذه المادة مرة أخرى حيث قام داتا (datta) بالعديد من الدراسات في ألمانيا حول هذا الموضوع . كما ان جيوش البلدان المتحاربة قامت خلال الحرب العالمية الثانية باستخدام خيزران التسليح في المنشآت العسكرية المؤقتة لتلافي العجز الكبير في حديد التسليح. كما أن الخيزران قد استخدم في تسليح الخرسانة في البلدان النامية منذ عدة عقود إلا أن هذا الاستخدام اقتصر على المنشآت الثانوية وفي الأوقات التي يشح فيها حديد التسليح... (٢) . إلا ان اكبر المشاكل التي تواجه انتشار الخيزران وغيره من المواد النباتية (كالقصب) كمادة تسليح في المنشآت الخرسانية هو تدهورها في الاوساط القاعدية ومن ضمنها الخرسانة ومونة السمنت . يهدف هذا البحث الى دراسة إمكانية تحسين ديمومة القصب في الوسط الخرساني من خلال معاملته بمواد كيميائية معينة أو طلائه بأنواع مختلفة من الطلاءات .

٢- مشاكل استخدام المواد النباتية لتسليح الخرسانة او مونة السمنت :

إن استخدام الخيزران او القصب وغيرها في تسليح الخرسانة ترافقه عدة مشاكل أهمها:

١ – إن هذه المواد تمتص الماء أو تتخلل عنه اعتماداً على البيئة. إن هذه العملية ينتج عنها تغييرات بعدية كبيرة حيث يميل الخيزران و القصب إلى امتصاص كميات كبيرة من الماء ويمكن ان يمتص خلال فترة طويلة نوعاً ما كمية من الماء تزيد على ١٠٠ % (من وزنه الجاف) ويكون معدل امتصاص الماء عالياً جداً في البداية بحيث يتم امتصاص كمية كبيرة خلال الأيام القليلة الأولى وفيما بعد يهبط معدل الامتصاص بسرعة. ان عملية امتصاص الرطوبة من قبل الخيزران و القصب تكون مصحوبة بانتفاخ يزداد بازدياد نسبة الرطوبة الممتصة حتى تصل الى حد يسمى نقطة تشبع الألياف بعد هذا الحد يكون التغيير في الأبعاد قليلاً جداً . لقد أظهرت الدراسات ان التمدد في الاتجاه الطولي يكون واطناً بشكل ظاهر (ويتراوح بين ٠.٠١٢ إلى ٠.٠٥) مقارنة بالتمدد القطري (الذي يتراوح بين ٢ – ٥ %) . ومن ناحية أخرى فانه بعد معالجة وتصلب المادة المالئة السمنتية وحين يستنفذ كل الماء تقريباً تبدأ المواد النباتية بفقدان الرطوبة الممتصة ويحصل انكماش ينتج عنه تكون فجوة حول المادة النباتية تؤثر بشكل كبير على قوة الترابط بينها وبين المادة المالئة السمنتية وعلى هذا الأساس يعتبر انتفاخ وانكماش المادة النباتية من المشاكل الكبيرة التي تحدث استخدامها كتسليح للمواد السمنتية (٢) .

٢- من المعروف ان السمنت البورتلاندي ينتج هيدروكسيد الكالسيوم عند تفاعله مع الماء مما يؤدي الى زيادة رقم الية PH الى مقدار يقرب من ١٣ . ولسوء الحظ فان الألياف النباتية المكونة اساساً من مادة اللكئين والسليلوز لاتستطيع مقاومة الوسط القاعدي الذي يساعد على تدهور الخواص الميكانيكية لهذه الالياف . الا ان تأثير الوسط القاعدي على الالياف النباتية يختلف باختلاف التركيب الكيميائي والبناء الفيزيائي لهذه الالياف.

ان تحلل السليلوز في الوسط القاعدي يمكن تفسيره على اساس واحدة من الآليات التالية : (٣)

أ – آلية التقشر التي تحدث في حافة السلسلة الجزيئية حيث تتفاعل هذه الحافة مع ايون الهيدروكسيل (OH-) مكونة حامض الساجرين CH_2OH الذي ينفصل عن السلسلة الجزيئية . ان تحرر المجاميع النهائية يستمر مع الزمن . وتجدر الإشارة إلى أن هناك احتمال لتكون حامض المينا ساجرين بدل من حامض الساجرين وهذا الاول مستقر في الوسط القاعدي الا ان هذا الاحتمال ضعيف جداً لا يتجاوز ٢ % . ان ظاهرة التقشر تحدث في مدى واسع من درجات الحرارة الا ان وتيرتها تزداد بشكل مؤثر في درجات الحرارة العالية التي تزيد على ٧٥ م° .

ب – آلية التحلل القلوي والتي تسبب انقسام السلاسل الجزيئية ونقصان في درجة التبلر . ان الية التحلل المشار إليها لا تحدث بشكل مؤثر الا في درجات الحرارة التي تزيد على ١٠٠ م° .

اما تحلل الهميسيليلوز في الوسط القاعدي فهو مشابه لتحلل السليلوز وفقاً للآليات المشار إليها أعلاه إلا أن آلية التقشر هي السائدة. اما اللكئين فهو يتألف من جزيئات كبيرة ثلاثية الابعاد لكن البناء الهيكلي لللكئين غير معروف لحد الان ويتكون اللكئين من مواد عطرية (اروماتيه) تتحلل بسرعة في الوسط القاعدي وتتلون بلون اصفر او بني عندما يتأكسد . ان اللكئين يصبح ليناً بدرجة حرارة ٧٠ – ٨٠ م° وفي درجة ١٢٠ م° يتحول جزئياً الى سائل. إن السبب الأساس لتدهور الالياف النباتية في الوسط القاعدي هو التحلل الكيميائي لمادة اللكئين والهميسيليلوز . ان الماء الموجود في فراغات الخرسانة يعمل على تحلل اللكئين والهميسيليلوز وبالتالي تكسير الأواصر بين خلايا الالياف.

٣- لكي يمكن استخدام أية مادة بصورة فعالة كمادة تسليحية ، فمن الضروري توفير ترابط جيد بينها وبين المادة المالئة السمنتية . ان سطح هذه المواد بسبب طبيعته الملساء بضعف من الترابط بينها وبين المادة المالئة ، وكذلك فان التبدلات البعدية للمواد النباتية نتيجة التغيرات في الحرارة والرطوبة تؤثر بصورة كبيرة على خواص الترابط . الا ان وجود العقد في سيقان الخيزران والقصب يكون مفيداً في تحسين الترابط مع المادة المالئة . لذا فان قوة الترابط بين القصب والخرسانة هو العامل الحاسم في التصميم (٤)

٤- ان تباين معامل التمدد الحراري للمواد النباتية قياساً بالمادة المالئة السمنتية قد يسبب تشقق الأخيرة ونقصان في مقاومة الترابط .

٥- ان الخيزران معرض لفطريات التعفن والى هجوم الحشرات والارضة على الرغم من كافة الاحتياطات المتخذة بما في ذلك استخدام السموم (٤) وعلى الرغم من ان خيزران التسليح يكون مغلفاً بداخل الخرسانة قد يتعرض للتفسخ نتيجة لوجود الرطوبة وبسبب الحشرات والكائنات الحية التي تهاجمه عبر الشقوق الانشائية داخل الخرسانة .

٣- المعالجات:

لقد تم سابقاً اقتراح العديد من الإجراءات لحل المشاكل المشار إليها آنفاً ومن هذه الحلول:

١- استخدام الالياف النباتية على شكل حزم (bundle) بدلاً من استخدامها على شكل منفرد إن ذلك يجعل الالياف الخارجية فقط معرضة إلى تأثيرات الوسط القاعدي بينما تكون الالياف الداخلية في مأمن من ذلك (٣).

٢ – استعمال سيقان مجففة بحيث يقل الامتصاص او فقدان الرطوبة بعض الشيء وهذه الطريقة في احسن الأحوال لا تقلل من شدة التشقق والتقلص إلا جزءاً يسيراً (٢).

٣ – استعمال سيقان مسبقة التشبيع وهذا يزيل انتفاخ الخيزران و القصب وما يصاحبه من تشقق في المادة المالئة السمنتية ولكن فقدان الترابط نتيجة الانكماش اللاحق للخيزران يبقى محتمل الحدوث ، ويعتبر التشبيع المسبق لمدة ٧ الى ١٠ ايام وافياً بالغرض (٢).

٤- تشبيع الالياف النباتية بمواد كيميائية لها القابلية على التفاعل مع بعض مكونات الالياف وتكوين مركبات لاتتحلل في الوسط القاعدي ومن هذه المواد (٣)

-كبريتات اونترات او سليكات الصوديوم

- كبريتات المغنيسيوم وغيرها من مركبات المغنيسيوم والحديد والنحاس .

- أملاح الباريوم

- أملاح هيدروكسيد الأميل

- كبريتيد الهيدروجين

- حامض السلفمايت

٥ - تشبييع السيقان المجففة في سائل مانع للتبخر أو طلاء السيقان بمادة مقاومة للماء ان هذا الأجراء يؤدي الى عزل الالياف عن الوسط القاعدي وبالتالي يمنع أو يؤخر تحللها ومن هذه المواد:

-الوارنيش ومستحلب الإسفلت ومحلول كبريتات النحاس (٤) والأصباغ وخليط راتنج القلونية والكحول وخليط (شمع البرافين راتنج القلونية ودهن الكتان) وخليط القار والكبروسين (٢) إلا ان استخدام هذه المواد قد يؤدي الى تقليل قوة الترابط بين المادة النباتية والخرسانة كما انه قد يؤدي الى منع انتقال الرطوبة بشكل كلي مما يفاقم من ظاهرة التعفن .

-ألأبوكسي أو راتنج البولستر مع رش الرمل على طبقة الراتنج الطري للحصول على سطح خشن ومقاوم للماء وقد تم الوصول الى امتصاص رطوبة لا تزيد عن ٠.٤١ % بواسطة المعالجة بالأبوكسي وهذه الطريقة فعالة جداً لكنها مكلفة نتيجة للكلفة العالية للراتنج المستعمل .

-الكبريت مع تخشين سطح الخيزران بواسطة العصف الرملي (sand blasting) ولف السيقان بسلك رفيع وتشبيع الخيزران بالكبريت المصهور بدرجة حرارة ١٤٥ م لمدة ساعة واحدة ثم ذر الرمل على طبقة الكبريت وتركه ليحجف في الهواء .

٦ - تقليل قاعدية الخرسانة يمكن تحقيق ذلك بإحدى الإجراءات لاحقاً (٣):

- تسريع عملية الكربنة حيث ان هذه العملية تقلل قيمة pH الى ٩ : كما سبق الاشارة فان قاعدية الماء في فراغات الخرسانة المصنعة من السمنت البورتلاندي الاعتيادي تزيد على ١٣ وان تدهور الالياف النباتية يحدث عندما تكون القاعدية اكثر من ١٢ لذا فان من الإجراءات الممكنة لوقف عملية التدهور هذه هو تقليل قاعدية ماء الفراغات في الخرسانة . ويتم تقليل قاعدية ماء الفراغات في الخرسانة بواسطة عملية الكربنة حيث يتم وضع النماذج الخرسانية وهي في عمر من ١٤ - ٢٨ يوم في وعاء محكم الغلق ويتم ضخ غاز ثاني أو أكسيد الكربون الى هذا الوعاء وتترك النماذج لعدة ايام في داخل الوعاء وبذلك تحدث عملية الكربنة حيث يتفاعل ثاني أكسيد الكربون مع هيدروكسيد الكالسيوم مكونا كاربونات الكالسيوم وبذلك يحصل نقصان كبير في قاعدية المحلول. لكن هذه العملية اثبتت عدم كفاءتها على الصعيد العملي.

- وضع الألياف في المناطق السطحية فقط للعناصر الإنشائية حيث ان هذه المناطق تتعرض الى عملية الكربنة بصورة طبيعية خلال مدة قصيرة من عمر المنشأ وبذلك تتوفر حماية لهذه الالياف من التدهور.

-استخدام انواع خاصة من السمنت مثل:

أ- سمنت خبث الأفران : حيث وجد ان استخدام خبث الأفران كبديل عن ٧٠% من السمنت البورتلاندي الاعتيادي يؤدي الى تقليل قاعدية المحلول بمقدار ٠.٢ .

ب- السمنت الألوميني : ان قاعدية ماء الفراغات في الخرسانة يمكن تقليله بشكل مؤثر عند استخدام السمنت الألوميني بدلاً من السمنت البورتلاندي الاعتيادي حيث تقل القاعدية الى مقدار يتراوح من ١١.٥ - ١٢ .

ج- السمنت المغنيسي .

- خلط السمنت مع الجص .

- احلال مواد اخرى بشكل جزئي محل السمنت مثل:

ا- الرماد المتطاير: لقد اثبتت الابحاث ان استبدال ٦٦% من السمنت بالرماد المتطاير يؤدي الى تقليل القاعدية من ١٣.٢ الى ١٢.٨

ب-المايكرو سليكا وهي اكثر فعالية حيث اثبتت الابحاث ان اضافة المايكرو سليكا بنسب تساوي ١٧ % و ٣٣% تؤدي الى تقليل رقم القاعدية الى ١٢.٩ و ١٢ على التوالي

٧ - طلاء المنشأ الخرساني بمواد مانعة للماء لغرض عزل الالياف .

٨- اما بالنسبة لحماية الخيزران من الحريق فيوجد تركيب مقاوم للحريق ورخيص نسبياً يتضمن فوسفات الامونيوم وحامض البوريك وكبريتات النحاس وكلوريد الزنك وثاني كرومات الصوديوم (٢).

٤- البحوث السابقة:

في عام ١٩٨٨ درس عبد الرحمن و آخرون (٥) ديمومة جريد النخيل المستخدم في تسليح الخرسانة وذلك بتغطيس نماذج من هذه المادة في خليط الماء والسمنت لفترات زمنية معينة ثم إجراء فحص مقاومة الشد ومقارنتها مع مقاومة الشد الأصلية لمعرفة مقدار التناقص الحاصل في مقاومة الشد نتيجة التفاعل مع الوسط القاعدي . كما لجأ الباحثون الى تحضير نماذج خرسانية مسلحة بجريد النخيل وتعريض هذه النماذج الى عدد من دورات الترطيب لمدة (٢) ساعة تعقبها دورات تجفيف لمدة (١٠) ساعات بدرجة ١٠٠ م ثم يتم استخراج شرائح جريد النخيل من داخل النماذج وتفحص لتحديد مقاومة الشد المباشر ومقارنتها مع مقاومة الشد الأصلية . ودرس عبد الرحمن كفاءة الطلاء القيري في تقليل التغيرات البعدية الحاصلة في شرائح الجريد نتيجة امتصاص الماء وتوصل الى ان طلاء النموذج بشكل كامل يؤدي الى تقليل امتصاص الماء من (١٠٠% - ١٠%) بعد تغطيس النموذج الى (٢٠) يوم . اما Gram (٣) فقد اقترح طريقة اخرى لتحديد ديمومة الالياف النباتية في الوسط القاعدي وتتلخص هذه الطريقة بعمل نماذج من الخرسانة المسلحة بالالياف وتعريض هذه النماذج الى دورات من التجفيف والترطيب في ظروف معجلة حيث تكون دورة الترطيب لمدة (٣) ساعات في ماء بدرجة حرارة (٥٠) م بينما تكون دورة التجفيف في درجة حرارة (٢٠) م وتحت رطوبة نسبية مقدارها ٩٥ % . وبعد عدد معين من الدورات يتم فحص النماذج الخرسانية تحت الانشاء لمعرفة مقدار التناقص في مقدار مقاومة الانشاء نتيجة التعرض للظروف المشار اليها . لقد درس سنك (٤) مقاومة بعض الالياف النباتية للوسط القاعدي وتحديد الياف الموز والجوت والسيزال والقنب Hemp، وجوز الهند Coir وذلك بوضع هذه الالياف في محلول مشبع

لهيدروكسيد الصوديوم والنورة ودراسة تأثير مقاومة الشد لهذه الالياف نتيجة غمرها في هذه الاوساط القاعدية لعدة دورات من التجفيف والترطيب (٦٠ دورة) . وكذلك تم دراسة بعض الالياف المستخدمة في تسليح الخرسانة المستخدمة في التسقيف بعد تعريضها للاجواء الخارجية لمدة عشر سنوات (٤). لقد اثبت الباحث ان الياف جوز الهند تمتاز بمقاومة جيدة للقلويات بينما اظهرت الياف الجوت والموز والسيزال اضمحلالاً سريعاً في الوسط القاعدي . اشار (دوها لباتي) في عام ١٩٨٦ الى ان استخدام الخيزران كبديل للحديد في تسليح الخرسانة قد تم تجربته لمدة ثلاثة عقود من الزمن دون تحقيق نجاح ملموس ولكنه يذكر ان خزان المياه المصنع من الخرسانة المسلحة بشرائح الخيزران المطلي بالإسفلت لن يظهر أي تشققات لمدة عقد كامل من الزمن مم يدل على ديمومة الخيزران وصلاحيته لتسليح الأبنية الموقته وللأسكان واطيء الكلفة (٤) . ويضيف الباحث المشار اليه ان الخيزران يمتلك مقاومة شد جيدة (٦٠ – ٨٠ ميكا باسكال) لكن معامل المرونة له قليل جداً وبحدود (٢٠٠٠٠ ميكا باسكال) اي حوالي عشر معامل المرونة للحديد مما يجعل الاعضاء الانشائية المسلحة بالخيزران تعاني من هطول كبير (٤). لقد اوضح (جيمير) و (كوكس) (٢) ان هناك عدة اجراءات قد تم تجربتها لتحسين سلوك الخيزران داخل الخرسانة وهذه الاجراءات هي :

- فصل قطعة الخيزران الى شريحتان لكن هذا الاجراء لم يؤدي الى تحسين مقاومة الربط بين الخيزران والخرسانة وكذلك ادى الى حصول تشققات في الغطاء الخرساني .

- طلاء الخيزران بمواد اسفلتية او اصباغ او وارنيش ان هذه الاجراء قد قلل من المشاكل الناجمة عن التغير الحجمي للخيزران لكنه لم يحل مشكلة الترابط بين الخرسانة والخيزران .

- طلاء الخيزران بمواد ايبوكسي او بوليمرية مع نشر دقائق الرمل على السطح . ان هذا الاجراء قد حقق نتائج ممتازة بالنسبة لمشكلة التغير الحجمي وكذلك لمشكلة الربط لكنه مكلف من الناحية الاقتصادية ولا يتلائم مع الهدف المنشود وهو انشاء ابنية سكنية واطنة الكلفة .

اما (ماساني) وجماعته فقد حاولوا استخدام خليط من الرصاص الابيض مع (١٠ %) من مادة الوارنيش في طلاء الخيزران المستخدم في تسليح الخرسانة وقد اعطت هذه المحاولة نتائج جيدة حيث ازداد العمر الخدمي للخيزران بمقدار ١٦ سنة (٤) .

٥- الاعمال المختبرية

٥-١- المواد :-

٥-١-١- السمنت : تم جلب السمنت من معمل كبيسة وهو سمنت بورتلاندي إعتيادي وقد تم فحصه كيميائياً وفيزيائياً ويوضح الجدول رقم (١) نتائج تلك الفحوصات .

٥-١-٢- النورة : تم استخدام محلول النورة لغرض توفير محيط قاعدي مشابه للمحيط القاعدي داخل الجسم الخرساني وقد تم تحليل النورة المستخدمة كيميائياً بموجب الجدول رقم (٢) وقد تم فحص قيم (pH) المحلول للنورة المستخدمة وقد ظهر (١٢.٧) وهو مقارب للقيمة المناظرة لمحلول السمنت المستخدم في هذا البحث والتي ظهر إنها تساوي (١٢.٩) .

٥-١-٣- القصب : تم جلب مادة القصب من ثلاث مصادر متفرقة في بغداد وتحديداً منطقة الكاظمية (شمال بغداد) ومنطقة الرضوانية (غرب بغداد) ومنطقة اللطيفية (جنوب بغداد)

٥-١-٤- مواد الطلاء: تم استخدام المواد التالية في عملية طلاء القصب:-

١- الماسنك السائل : تم جلب هذه المادة من الأسواق المحلية وهي متوفرة في السواق المحلية بعلب صغيرة ويستخدم الماسنك السائل كمادة مانعة للرطوبة ويكون بشكل سائل في درجات الحرارة الإعتيادية . حيث تم استخدامه في طلاء القصب .

ب- مادة (SBR) : تم جلب هذه المادة من الأسواق المحلية وهي من إنتاج شركة الصناعات الكيماوية المصرية – السويسرية وهي متوفرة في السواق المحلية بعلب صغيرة.

ج- مادة (PVA) : تم جلب هذه المادة من الأسواق المحلية وهي من إنتاج شركة هادل السورية – الإيطالية وهي متوفرة في الأسواق المحلية بعلب صغيرة .

د- مادة صبغ الإيبوكسي : تم جلب هذه المادة من الأسواق المحلية وهي من إنتاج شركة الأصباغ الحديثة العراقية قطاع مختلط حيث تستخدم كمادة طلائية وبنسب معينة بموجب تعليمات الشركة المنتجة .

هـ – الأملاح : تم جلب هذه الأملاح من الأسواق المحلية حيث تم غمر القصب بمحلول الأملاح المذكورة لاحقاً لمدة (٥) أيام للسماح بحصول حالة الإشباع التام وهي كما يلي :

-أملاح كلوريد الصوديوم

-أملاح كبريتات الصوديوم

-أملاح نترات الصوديوم

جدول رقم (١) نتائج الفحوصات الكيماوية والفيزيائية للسمنت

نوع الفحص	نتائج الفحص	حدود المواصفة القياسية العراقية
النعومة بطريقة بلين	٣١٦٠ سم ^٢ / غم	٢٣٠٠ سم ^٢ / غم الحد الأدنى للسمنت الاعتيادي
زمن التصلب البدائي دقيقة	١٧٠	٤٥ دقيقة الحد الأدنى
زمن التصلب النهائي ساعة	٤٠ : ٤	١٠ ساعات الحد الأعلى
معدل مقاومة الانضغاط: ٣ يوم ٧ يوم	١٦٨ ٢٥١	١٥٠ كغم / سم ^٢ الحد الأدنى ٢٣٠ كغم / سم ^٢ الحد الأدنى
الثبات بطريقة اوتو كليف	٠.١٤ %	٠.٨ % الحد الأعلى
CaO	٦١ %	
SiO ₂	٢٢ %	
Al ₂ O ₃	٥.٥ %	
Fe ₂ O ₃	٣.٢٨ %	
MgO	٣ %	٥ % الحد الأعلى
SO ₃	١.٨ %	٢.٨ % للسمنت الاعتيادي
الفقدان بالحرق	١.٧٤ %	٤ % الحد الأعلى
المواد غير القابلة للذوبان	١.١٥ %	١.٥ % الحد الأعلى
C ₃ S	٣٤.٢٨٩ %	
C ₂ S	٣٧.٤٣ %	
C ₃ A	٩.٠٣ %	
C ₄ AF	٩.٩٧ %	

جدول رقم (٢) التركيب الكيماوي للنورة

نوع الفحص	نتائج الفحص
او كسيد الكالسيوم	٧٠.١٦ %
او كسيد المغنيسيوم	٠.٤٦ %
او كسيد الالمنيوم	٠.٦٠ %
او كسيد السليكا	١.٢٤ %
الفقدان بالحرق	٢٥.٩٤ %

٢-٥- الفحوصات المختبرية :-

٢-٥-١- فحص الإمتصاص : تم أخذ ثلاث نماذج من القصب ومن كل مصدر حيث تم تجفيفها بدرجة حرارة ٦٥م ثم اخذت أوزانها لعدة مرات لحين ثبات الوزن. وبعد ذلك تم طلاء كل مجموعة بنوع معين من الطلاء وعلى النحو التالي

١- المجموعة الأولى : الطلاء بمادة (PVA)

٢- المجموعة الثانية : الطلاء بمادة (SBR)

٣- المجموعة الثالثة : الطلاء بمادة الماستك السائل

٤- المجموعة الرابعة : الطلاء بمادة صبغ الإيبوكسي

٥- المجموعة الخامسة : بدون طلاءات

بعد ذلك تم غمرها في الماء ولمدة (٤٨) ساعة وبعد تجفيف السطح للنموذج اخذت الاوزان مرة أخرى وبعد ذلك تم احتساب الإمتصاص بموجب المعادلة التالية :

$$\text{نسبة الإمتصاص} = \frac{\text{الوزن بعد الغمر} - \text{الوزن الجاف}}{\text{الوزن الجاف}} \times 100$$

٢-٥-٢- فحص تأثير الوسط القاعدي على مقاومة الشد لشرائح القصب : تم أخذ شرائح من القصب وطلاء كل مجموعة معينة بطلاء من الطلاءات المشار إليها سابقاً وكذلك تم إشباع مجاميع أخرى من النماذج بالأملاح المذكورة آنفاً وبعد ذلك تم غمرها في محلول النورة ولمدة ٩٠ يوماً ثم تم إجراء فحص مقاومة الشد لهذه النماذج .

٢-٥-٣- فحص معايير الكسر : تم تحضير نماذج من مونة السمنت على شكل مواشير بأبعاد (٧٠×١٥×٥) سم مسلحة بالقصب وبشكل شرائح عدد أربعة لكل نموذج وبعرض (١.٥) سم أي إن مساحة التسليح المتوفرة في المقطع هي (٨ ملم^٢) وهذا يعني إن نسبة التسليح هي (١ %) من مساحة المقطع . تم تحضير عدة مجاميع من النماذج وعلى النحو التالي

- المجموعة (١) تسليح دون طلاء

- المجموعة (٢) ١ : تسليح بالقصب المطلي بالماستك السائل

- المجموعة (٣) : تسليح بالقصب المطلي بمادة (PVA)

- المجموعة (٤) : تسليح بالقصب المطلي بمادة (SBR)

- المجموعة (٥) : تسليح بالقصب المطلي بمادة صبغ الإيبوكسي

- المجموعة (٦) : تسليح بالقصب الغير مطلي مع طلاء الوجه الخارجي للنموذج الخرسانى بالماستك السائل
- المجموعة (٧) : تسليح بالقصب المشبع بملح كلوريد الصوديوم
- المجموعة (٨) : تسليح بالقصب المشبع بملح كبريتات الصوديوم
- المجموعة (٩) : تسليح بالقصب المشبع بملح نترات الصوديوم
- المجموعة (١٠) : طلاء القصب بمادة الوارنيش.

وقد تم فحص معير الكسر النماذج المرجعية (غير المسلحة والمسلحة بالقصب بدون طلاء) في عمر ٢٨ يوم فيما تم تعريض بقية النماذج الى ٣٠ دورة من دورات الترطيب والتجفيف . وبعد هذه الدورات تم فحص معايير الكسر لهذه النماذج كما تم استخلاص قصب التسليح من النماذج المشار اليها للتعرف على التأثيرات التي تعرض لها خلال دورات الترطيب والتجفيف داخل الجسم الخرسانى

٥-٣- دورات الترطيب والتجفيف:

تتضمن دورات الترطيب غمر النماذج بشكل كامل بالماء الاعتيادي الصالح للشرب لمدة ٤٨ ساعة يعقب ذلك إخراج النماذج وتعريضها للهواء ولمدة ٤٨ ساعة أيضا وقد تم تكرار هذه العملية لمدة ٣٠ مرة كما ذكرنا ذلك سابقاً . ان الغاية من تعريض النماذج لدورات الترطيب والتجفيف هو توفير ظروف تسارعية للتغيرات الفيزيائية والكيميائية المتوقع حدوثها في القصب ومونه السمنت مما يعطي فكرة عن ديمومة هذه المواد .

٦- النتائج والمناقشة:

يمثل الجدول رقم (٣) نتائج فحص نسبة الامتصاص للقصب مع وبدون الطلاءات ونلاحظ من هذا الجدول ان طلاء القصب بأصباغ الايبوكسي قد ادى الى تقليل نسبة الامتصاص في القصب من ٧٠% الى ٢٦% وهي افضل النتائج التي تم الحصول عليها قياساً ببقية الطلاءات يلي ذلك الماستك السائل الذي قلل الامتصاص الى ٣٠% ثم مادة الـ SBR وأخيراً مادة الـ PVD. ويمثل الجدول رقم (٤) نتائج فحص مقاومة الشد ومعامل المرونة لشرائح القصب بعد غمرها في وسط قاعدي (محلول النوره) لمدة ٩٠ يوماً وتظهر النتائج ان الشرائح المطلية بمادة الايبوكسي والغراء اعطت اعلى مقاومة شد لكنها ليست افضل كثيراً من الشرائح المرجعية(أي غير المطلية وغير المعاملة باية مادة كيميائية) وهذا يشير الى عدم كفاءة هذه الاساليب في حماية القصب من التدهور في الوسط القاعدي. لكن هذه النتائج تشير الى ان المعاملة بملح كلوريد الصوديوم اعطى افضل النتائج يليه نترات الصوديوم ثم كبريتات الصوديوم. فيما اظهر الطلاء بمادة الـ PVA واصباغ الايبوكسي افضل النتائج بالنسبة للطلاءات المستخدمة. ويوضح الجدول رقم (٥) نتائج فحوصات معايير الكسر للنماذج الخرسانية المسلحة بالقصب ولمختلف انواع العالجه ويظهر الجدول ان افضل النتائج قد تحققت عن طريق طلاء السطح الخارجي للنموذج بمادة الماستك فيما اعطت المعاملة بمادة كلوريد الصوديوم افضل النتائج بالمقارنة مع بقية انواع الاملاح فيما اعطى الطلاء بمادة صبغ الايبوكسي افضل النتائج بالنسبة لبقية انواع الطلاءات.

٧- الاستنتاجات:

- ١- ان استخدام ملح كلوريد الصوديوم هو افضل انواع الاملاح المستخدمة في هذا المجال أي في معاملة القصب لغرض تقليل التدهور في الاوساط القاعديه في اطار المواد المستخدمة في هذا البحث.
- ٢- ان اصباغ الايبوكسي هي افضل انواع الطلاءات المستخدمة في هذا البحث لغرض طلاء القصب لتقليل التدهور في الوسط القاعدي.
- ٣- لا توجد مؤشرات على ان الاجراءات المستخدمة لحماية القصب هي فعاله بما فيه الكفايه لتشجيع استخدام القصب في تسليح الخرسانه .

٨- التوصيات:

- ١- التوجه لدراسة استخدام القصب في تسليح الاعضاء الانشائية المصنعه من مادة غير قلوبه (الجص مثلاً).
- ٢- دراسة امكانيه استخدام القصب المعامل بملح كلوريد الصوديوم المطلي باصباغ الايبوكسي في تسليح الخرسانه المستخدمه في الابنيه المؤقته.

جدول رقم (٣)
إيجاد نسبة الإمتصاص للقصب بعد الطلاءات

التسلسل	نوع الطلاء	الوزن الجاف	الوزن الرطب	نسبة الإمتصاص %	معدل %
١	SBR	١٦.٦	٢٤.٦	٤٨.١٩	٤٦.٢٦٣
٢	SBR	١٦.٤	٢٤.٥	٤٩.٣٩	
٣	SBR	١٧.١	٢٤.٩	٤٥.٦١٤	
٤	SBR	١٥.٩	٢٣.١	٤٥.٢٨	
٥	SBR	١٧.٤	٢٥.٢	٤٤.٨٣	
٦	SBR	١٩.٢	٢٧.٧	٤٤.٢٧١	
٧	PVA	١٦.٧	٢٦.٠	٥٥.٦٨	٥٢.١٥٤
٨	PVA	١٦.٥	٢٦.١	٥٨.١٨	
٩	PVA	١٨.٢	٢٧.٦	٥١.٦٥	
١٠	PVA	١٦.٣	٢٤.٢	٤٨.٤٦	
١١	PVA	١٨.٢	٢٧.٤	٥٠.٥٥	
١٢	PVA	١٨.٨	٢٧.٩	٤٨.٤٠٤	
١٣	ماستك	١٨.٥	٢٤.٩	٣٤.٥٩	٣٠.٨١٧
١٤	ماستك	١٧.٩	٢٣.٩	٣٣.٥٢	
١٥	ماستك	١٩.١	٢٤.٣	٢٧.٢٢٥	
١٦	ماستك	١٧.٤	٢٢.٢	٢٧.٥٨	
١٧	ماستك	١٩.٥	٢٤.٧	٢٦.٦٦٦	
١٨	ماستك	١٨.٤	٢٤.٩	٣٥.٣٢٦	
١٩	إيبوكسي	١٤.٥	١٨.٧	٢٨.٩٦	٢٦.١١٧
٢٠	إيبوكسي	١٣.٩	١٨.٥	٣٣.٠٩	
٢١	إيبوكسي	٢٠.٢	٢٤.٩	٢٣.٢٦	
٢٢	إيبوكسي	١٨.٩	٢٢.٨	٢٠.٦٣	
٢٣	إيبوكسي	١٦.٦	٢٠.٥	٢٣.٤٩٤	
٢٤	إيبوكسي	١٧.٦	٢٢.٤	٢٧.٢٧	
٢٥	بدون طلاء (المرجعيه)				٧٠.٧

جدول رقم (٤)
إيجاد مقاومة الشد ومعامل المرونة للقصب المعامل ببعض الطلاءات والمواد والكيميائية

الفحص	بدون طلاء (المرجعيه)	طلاء PVA	طلاء بالماستك	طلاء إيبوكسي	طلاء SBR	معامل - SO ₄	معامل - CL	معامل - NO ₃
مقاومة الشد MPa	١٧١.٤	١٩٦.٥	١٥٤.٩	١٨٦.٢	١٣٧.٥	١٤٥.٨	١٦٩.٤	١٥٥.٩
الشد في منطقة العقدة MPa	١٢٦.٨	١٤٥.٨	١١٩.٠	١٣٦.٠	٩٩.٨	٨٣.٣	----	٨٧.٢
معامل المرونة GPa	١٢.٥٦٧	١٤.٦٩	٨.٠٤٠	١٢.٤٩٠	٦.٧٣٣	٥.٣٥٧	١٠.٧٥	٥.٨٢

جدول رقم (٥)
نتائج فحص معايير الكسر للنماذج المسلحة بالقصب *

نوع الطلاء	معايير الكسر (MPa)
قصب بدون طلاء (المرجعيه)	٢.٦
الطلاء بمادة P. V. A	٢.٤
الطلاء بمادة الماستك	٢.٣
الطلاء بمادة الالبوكسي	٢.٨
الطلاء بمادة SBR	٢.٦
غمر باملاح (NaNO_3)	٢.٨
غمر املاح (NaSO_4)	٢.٧
غمر باملاح (NaCl)	٣.٢
طلاء السطح الخارجي بالماستك	٣.٣
طلاء القصب بالوارنيش	٢.١

* كل نتيجة تمثل معدل نموذجين

المصادر

- 1-Raouf,Z.A.,(Mechanical Properties of Fibers)Ph.DThesis,U.K.,1974
- ٢- محمد علي عبد الرزاق الاوسي وباسل طه العلي (خرسانة مسلحة جديدة) مترجم.الجامعة المستنصرية. بغداد. ١٩٨٩
- 3-Gram .H.E (Durability of Natural Fibers in Concrete),Sweden.1983
- 4-NCCL,Pro. of (Use of Vegetable Plants and Their Fibers as Building Materials Symposium),Baghdad,1986
- 5-Abdel – Rahman ,H.H. (Physical ,Mechanical and Durability Characteristics of Date Palm Frond Stalks as Reinforcement in Structural Concrete),The International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete ,Vol.10,No.3,1988,PP.175-181