ملخص الرسالة

يعتبر صدأ حديد التسليح من أكبر المشاكل التى تواجه العالم، وتحدث هذه المشكلة بسبب تعرض الخرسانة المسلحة لاملاح الكلوريدات أو حدوث الكربنة للغطاء الخرسانى. وتكون تكلفة الإصلاح كبيرة حيث تبلغ حوالى 500 مليون جنيه استرلينى سنويا فى المملكة المتحدة وحوالى 50 بليون دولار سنويا فى الولايات المتحدة الأمريكية . ولقد أظهرت بعض الدراسات بأن حوالى 74% من المنشات الخرسانية الموجودة بالشرق الأوسط تعاني من مشكلة صدأ حديد التسليح خلال أول عشرون عام من الإنشاء. وتعتبر أملا ح الكلوريدات هى المسبب الرئيسى لهذه المشكلة حيث أنه لو زادت تركيزها سواء كانت داخلية أو خارجية عن حدود المواصفات سوف تؤدى إلى مهاجمة الطبقة الواقية (الحماية) الملاصقه لحديد التسليح وتكسيرها وبالتالى تحدث ظاهرة صدأ حديد التسليح بسهولة .

توجد طرق مختلفة لعلاج تلك المشكلة وتنقسم الى طرق متلفة مثل طريقة الترقيع وطرق غير متلفة مثل استخدام موانع الصدأ كإضافات ودهان حديد التسليح بالزنك قبل الاستخدام واستخدام موانع الصدأ الكيميائية بتركيزات مختلفة على الأسطح الخرسانية واستخدام الطريقة
الكهروكيميائية لنزع الكلوريدات بعيداً عن حديد التسليح .طريقة الترقيع تعتمد على تكسير الغطاء الخرسانى وتنظيف سطح الحديد ثم دهانه بمواد مانعة / مؤخرة للصدأ ثم يلى ذلك إعادة الغطاء الخرسانى وذلك باستخدام مونة اسمنتية بمحتوى أسمنت عالى .هذه الطريقة لها آثار سلبية على حديد التسليح الموجود بالأماكن المجاورة حيث أنها تسرع من نشاط صدأه وهذه الطريقة تتطلب وقت ومجهود كبير ممأدى الى استخدام الطرق الغير متلفة لعلاج تلك المشكلة .

أوضحت الدراسات السابقة بأن تأثير إضافة موانع الصدأ الكيميائية على خواص الخرسانة سواء الطازجة او الميكانيكية غير واضح بعمق كما أن ميكانيزم هذه الإضافات غير مفهوم لذا يوجد حاجة ماسة لدراسة تأثير موانع الصدأ كإضافات على الخصائص الطازجة والمتصلدة للخرسانة ومحاولة فهم دور هذه الإضافات من خلال تأثير هذه الإضافات على الخواص الانتقالية والتكوين الداخلى للخرسانة .

كما أظهرت الأبحاث السابقة بأن طريقة دهان أسطح الحديد بمواد من الزنك لها تأثيرإيجابى على نشاط صدأ حديد التسليح وأنها تؤثر على قوى التماسك بين الحديد والخرسانة بالسلب بينما

أظهرت أبحاث أخرى أن هذه المواد تؤدى إلى زيادة قوى التماسك بين الحديد والخرسانة لذلك هناك حاجة لمعرفة تأثير هذه المواد على قوى التماسك بين الحديد والخرسانة وكذلك دور هذه المواد على نشاط حديد التسليح المدهون بتلك المواد.

كما أظهرت الأبحاث السابقة الدور الايجابى بالمعالجات السطحية للأسطح الخرسانية باستخدام موانع الصدأ الكيميائية كعلاج لظاهرة صدأ الحديد ولكن الابحاث غير كافية للتأكد من جدوى استخدامها لذا نحن بحاجة ملحة لدراسة تأثير هذه المواد كموانع للصدأ على نشاط صدأ حديد التسليح من خلال دراسة فرق جهد الصدأ وكذلك شدة تيار الصدأ وكذلك معرفة تأثيرها على التكوين الداخلى للخرسانة وتأثير كفاءة ودور هذه المواد فى تقليل / وقف نشاط صدأ الحديد بعينات مصنعة من الأسمنت البورتلاندى العادى أو باستخدام مواد إحلالية للأسمنت من غبار السليكا والرماد المتطاير وكذلك تحديد العوامل التى قد تؤثر على كفاءة هذه الطريقة من المعالجة .

بالنسبة للطريقة الكهروكيميائية لنزع الكلوريدات بينت الأبحاث السابق دور هذه الطريقة على نشاط حديد التسليح من خلال قياس شدة تيار الصدأ على المدى القصير وكذلك تأثير هذه الطريقة على قوى التماسك بين الحديد والخرسانة وعلى التكوين الداخلى للخرسانة لذلك هناك حاجة لدراسة تأثير هذه الطريقة الكهروكيميائية على نشاط حديد التسليح عن طريق قياس كل من فرق جهد وشدة تيار الصدأ على المدى القصير والطويل وتحديد العوامل المؤثرة على هذه الطريقة وتأثير هذه الطريقة على سطح التلاصق بين الحديد والمونة وكذلك التكوين الداخلى للخرسانة.

ولقد تم تحديد الأهداف الرئيسية للرسالة وهى كما يلى :-

1- دراسة دور موانع الصدأ كإضافات على خواص الخرسانة الطازجة مثل (الانسياب ومعدل فقد الانسياب والسلوك تحت تأثير الاجهادات) وكذلك تأثير هذه الإضافات على مقاومة الخرسانة للضغط، الشد وقوى التماسك بين الحديد والخرسانة وكذلك على الخواص الانتقالية والتكوين الداخلى للخرسانة .

2- دراسة تأثير الزنك كدهان لحديد التسليح قبل الاستخدام على نشاط حديد التسليح المدفون فى المونة الأسمنتية المحتوية على أسمنت بورتلاندى عادى أو باستخدام مواد إحلالية مثل غبار السليكا والرماد المتطاير وكذلك قوى التماسك بين الحديد والمونة .

3- توضيح كفاءة ودور موانع الصدأ المستخدمة بتركيزات مختلفة على الأسطح الخرسانية فى تقليل/ وقف نشاط صدأ حديد التسليح بعينات مصنعة من الأسمنت البورتلاندى العادى أو مواد إحلالية للأسمنت مثل غبار السليكا والرماد المتطاير وكذلك تحديد العوامل التى قد تؤثر على كفاءة هذه الطريقة من المعالجة ومنهم تأثير هذه المواد على التكوين الدقيق للخرسانة الموجودة عند أسطح التلاصق بين حديد التسليح والعجينة الأسمنتية (بدلالة تكوينها البلورى والمكونات الداخلية).

4- تقييم تأثير الطريقة الكهروكيميائية لنزع الكلوريدات على نشاط حديد التسليح المدفون فى المونة الأسمنتية على المدى القصير والطويل وكذلك تحديد العوامل المؤثرة على كفاءة هذه الطريقة و توضيح تأثير الطريقة الكهروكيميائية لنزع الكلوريدات على سطح التلاصق بين الحديد والمونة وكذلك التكوين الداخلى للخرسانة .

ثم تقسم هذه الرسالة إلى سبعة فصول بالإضافة إلى المراجع والملحقات وملخص باللغة العربية وكانت الفصول على النحو التالى :

الفصل الأول : يحتوى على المقدمة وبيان بأهداف الرسالة الرئيسية .

الفصل الثانى :يشتمل على مراجعة الدراسات السابقة التى تمت على ديمومة الخرسانة وأسباب صدأ الحديد والعوامل المؤثرة عليه والطرق المختلفة لعلاج صدأ حديد التسليح المدفون فى الخرسانة مثل استخدام الإضافات كموانع للصدأ واستخدام الزنك كدهان لسطح حديد التسليح قبل الاستخدام واستخدام الإضافات بتركيزات مختلفة لمعالجة سطح الخرسانة وأخيرا الطريقة الكهروكيميائية لنزع الكلوريدات ومراجعة الأبحاث السابقة فى هذا الشأن .

الفصل الثالث : يحتوى على شرح وافى للبرنامج العملى الذى تم إجراؤه ويشمل كذلك وصف للمواد المستخدمة ونسب الخلط وطرق الدمك والمعالجة وتجهيز العينات وكذلك

خطوات الاختبارات كما يشمل وصف تفصيلى للطرق المختلفة لعلاج صدأ حديد التسليح .

الفصل الرابع : يحتوى على دراسة تأثير موانع الصدأ الكيميائية كإضافات على الخصائص الطازجة (مثل الانسياب ومعدل فقد الانسياب والسلوك تحت تأثير الإجهادات) وكذلك زمن الشك الابتدائي والنهائي للأسمنت لخلطات مختلفة من المونة الاسمنتية المصنوعة من الأسمنت البورتلاندى العادى وقد تم استخدام نسب مختلفة من نيتريت الكالسيوم وبنزوات الصوديوم تتراوح بين صفرالى 5 % من وزن الأسمنت الجاف. كذلك تم دراسة تأثير هذه الإضافات على الخواص الميكانيكية للمونة (مقاومة الضغط – مقاومة الشد– قوى التمسك بين الحديد والمونة الأسمنتية) والتكوين الدقيق والخصائص الانتقالية للمونة المحتوية على هذه الإضافات حيث تم دراسة نواتج الأماهة لعينات العجينة الأسمنتية المحتوية على موانع الصدأ باستخدام التحليل الحرارى الوزنى وكذلك تم قياس النفاذية الكلية والشعرية لنفس العينات باستخدام اختبار الامتزاز. واخيرا تم تقييم تأثير هذه الإضافات على نشاط حديد التسليح المدفون فى المونة الأسمنتية عن طريق قياس فرق جهد وشدة تيار الصدأ على فترات زمنية متعاقبة (كل أسبوعين) خلال 52 أسبوع ، كما يحتوى الباب على دراسة تأثير دهان حديد التسليح باستخدام الزنك على نشاط حديد التسليح المدفون فى المونة الأسمنتية التى تحتوى على نسب كلوريدات مختلفة (صفر ، 0.6 ، 1.2 %) وتم قياس فرق جهد الصدأ كل أسبوعين خلال عشرة شهور . وتم أيضا دراسة تأثير الزنك على قوى التماسك بين الحديد والمونة الأسمنتية وكذلك التكوين الدقيق عند سطح التلاصق بين الحديد والمونة الأسمنتية (بدلالة التكوين البلورى والمكونات الداخلية) وذلك باستخدام الميكروسكوب الإلكترونى والأشعة السينية المتفرقة.

الفصل الخامس : يشمل دراسة تأثير موانع الصدأ المستخدمة على أسطح الخرسانة كمعالجة سطحية بتركيزات مختلفة مثل أحادى فلوروفوسفات الصوديوم ونيتريت الكالسيوم بتركيزات (صفر، 5% ، 10% ، 20%) لأحادى فلوروفوسفات الصوديوم)، (5% ، 10%) لنيتريت الكالسيوم على نشاط حديد التسليح المدفون فى المونة الأسمنتية المحتوية على نسب كلوريدات مختلفة (صفر ، 0.6 ، 1.2 ، 2.4%) وتم قياس فرق جهد الصدأ وشدة تيار الصدأ كل أسبوعين حتى نهاية الفترة

(26أسبوع). كما أنه تم دراسة تأثير هذه المواد على الخواص الانتقالية للمونة الأسمنتية وكذلك التكوين الدقيق عند سطح التلاصق بين الحديد والمونة الأسمنتية (بدلالة التكوين البلورى والمكونات الداخلية) وذلك باستحدام الميكروسكوب الإلكتروني والأشعة السينية المتفرقة.

الفصل السادس: يشتمل على دراسة تأثير الطريقة الكهروكيميائية لنزع الكلوريدات على نشاط حديد التسليح المدفون فى المونة الاسمنتية المحتوية على نسب كلوريدات 1% ، 2% والمعرضة لكلوريدات خارجية 3% ، 5% وذلك على المدى القصير والطويل وذلك بقياس فرق جهد وشدة تيار الصدأ كل أسبوعين لمدة 52 أسبوع وتم تم دراسة تأثير بعض العوامل مثل نوع الأسمنت (عادى ومقاوم للكبريتات) وشدة التيار (1، 2 أمبير /م ^{2}) ومدة المعالجة بالطريقة الكهروكيميائية (2، 4، 8 أسابيع) وكذلك سوائل التوصيل الكهربى (ماء ، هيدروكسيد الكالسيوم) على كفاءة هذه الطريقة على المدى القصير والطويل. كذلك تم دراسة تأثير هذه الطريقة على قوى التماسك بين الحديد والمونة الأسمنتية وكذلك التكوين الدقيق باستخدام الميكروسكوب الإلكترونى. كذلك يحتوى نهاية الباب على دراسة مقارنة بين الطرق المختلفة المستخدمة فى وقف نشاط صدأ حديد التسليح من حيث التكلفة وسهولة الاستخدام والكفاءة.

الفصل السابع: يشتمل على مجموعة من الخلاصات والتوصيات المقترحة حيث أنه تم التوصل إلى الخلاصات الآتية:

1 -يتناسب الإنسياب الابتدائى للمونة الأسمنتية تناسبا عكسيا مع محتوى بنزوات الصوديوم المستخدمة كمانع للصدأ فى المونة فتؤدى بنزوات الصوديوم إلى تقليل الانسياب الابتدائى وهذا التأثير يزداد بزيادة محتوى بنزوات الصوديوم كما أن معدل فقد الانسياب للمونة يزداد نتيجة استخدام نيتريت الكالسيوم كمانع للصدأ.

2 -استخدام نيتريت الكالسيوم كإضافة لمنع الصدأ يؤدى إلى تحسين التكوين الدقيق والنفاذية للخرسانة حيث انها تؤدى إلى تحسين معدل الاماهة وتقليل الفراغات المتصلة ولقد أظهرت النتائج بأن تأثير بنزوات الصوديوم أقل من تأثير نيتريت الكالسيوم على الخواص المدروسة .