

## الباب الخامس

### الخلاصة والتوصيات

#### 1.5 : الخلاصة

تناول البحث دراسة معملية حول تأثير استخدام المضافات الملدنة المتفوقة (SP) على مقاومة انضغاط الخرسانة من خلال استخدام خلطات خرسانية تم تغيير نسب المضاف الملدن المتفوق مع حالتي تثبيت وتغيير نسبة الماء للاسمنت و اجراء الاختبارات المعملية على مكعبات الخلطات الخرسانية أبعاد (15×15×15) سم بالطرق الاختبار الاتلافي باستخدام جهاز الكسر و بالطرق الاختبار غير الاتلافية باستخدام جهازي مطرقة شميدت وقياس سرعة الموجات فوق الصوتية وأظهرت النتائج ما يلي:-

1. وجود تناسب طردي بين نسبة المضاف الملدن ومقدار الهبوط عند ابقاء نسبة الماء للاسمنت ثابتة عند (0.55) فبلغ عند الخلطة المرجعية (1) التي لاتحتوي على المضاف SP 0% مقدار الهبوط 50 مم و بلغ الهبوط 200 مم للخلطة (2) عند اضافة الملدن المتفوق 1%، وبلغ الهبوط 230 مم للخلطة (3) عند اضافة الملدن المتفوق 3%. عند اضافة الملدن المتفوق 1% وتقليل نسبة الماء للاسمنت الى (0.46) أي بتقليل محتوى الماء 15% للخلطة (4) وصل مقدار الهبوط 140 مم، وعند زيادة نسبة المضاف الملدن المتفوق 3% وتقليل نسبة الماء للاسمنت الى (0.38) أي بتقليل محتوى الماء 30% للخلطة (5) نقص مقدار الهبوط الى 70 مم مما يدل على تناسب عكسي بزيادة نسبة المضاف ومقدار الهبوط عند تخفيض نسبة الماء للاسمنت.

2. اظهرت النتائج وجود تناسبا طرديا بين مقاوم انضغاط الخرسانة في جميع الخلطات مع تقدم عمر معالجة الخرسانة وكذلك مع رقم الارتداد بجهاز مطرقة شميدت وسرعة الموجات فوق الصوتية.

3. اظهرت النتائج ومن خلال الجداول و الاشكال ان اضافة الملدن المتفوق بنسبة 1% في الخلطة (2) يزيد قوة الانضغاط عند المقارنة بالخلطة المرجعية (1) والتي لاتحتوي على المضاف بينما تقل الزيادة للخلطة (3) عند زيادة المضاف الملدن المتفوق الى 3% وهذا ينطبق في كل انواع الاختبارات و لكل الاعمار التي استخدمت في الدراسة وهذا عندما تكون نسبة الماء للاسمنت w/c ثابتة في (0.55) وكانت قيم مقاومة الانضغاط للخلطة (2) هي (30.6، 23.1، 35 و 38.35) MPa للاعمار 56، 28، 7 و 91 يوم على التوالي في الاختبار الاتلافي بجهاز الكسر اما في اختبار مطرقة شميدت فهي (34.4، 29.7، 38.56 و 44.83) MPa بينما في اختبار الموجات فوق الصوتية فهي (37.32، 31.8، 41.5 و 43.67) MPa .

4. اظهرت النتائج ان زيادة نسبة المضاف الملدن المتفوق بنسبة 3% في الخلطة (5) وتقليل نسبة الماء للاسمنت الى (0.38) يزيد قوة الانضغاط عند المقارنة بالخلطة المرجعية (1) والخلطة (4) والتي تحتوي على المضاف بنسبة (1%) ولنسبة ماء للاسمنت (0.46) وهذا ينطبق على كل انواع الاختبارات ففي الاختبار الاتلافي كانت قيم مقاومة الانضغاط للخلطة (5) هي ( 40.5 و 48 ) MPa للاعمار 7 و 28 يوم على التوالي اما في اختبار مطرقة شميدت فهي ( 38 و 43.67 ) MPa بينما في اختبار الموجات فوق الصوتية فهي ( 39.2 و 44.86 ) MPa .

5. اظهرت النتائج ان الخلطة (5) اعطت اعلى زيادة في قيم مقاومة الانضغاط مقارنة مع باقي الخلطات عند تخفيض نسبة الماء للاسمنت الى (0.38) بعد تقليل محتوى الماء (30%) و زيادة نسبة المضاف الملدن المتفوق SP 3% للاعمار 7 و 28 يوم مما يدل ان زيادة نسبة المضاف وتخفيض نسبة الماء للاسمنت لحد معين يعطي افضل مقاومة انضغاط للخرسانة.

6. الخلطة (1) المرجعية التي لا يوجد فيها مضاف ملدن متفوق اعطت نتائج اكثر تقارباً عند استخدام اجهزة الاختبار الثلاثة مقارنة مع باقي الخلطات التي فيها مضاف وكانت القيم لا تتجاوز ( 0.61، 0.74، 2.33 و 1.58 ) MPa للاعمار 7، 28، 56 و 91 يوم على التوالي بين اعلى واقل قيمة، وكانت للخلطة (2) القيم لا تتجاوز ( 6.5، 6.72، 8.7 و 6.48 ) MPa ، وكانت لا تتجاوز ( 8.9، 5، 2.86 و 8.9 ) MPa للخلطة (3) اما الخلطة (4) كانت القيم لا تتجاوز ( 4.14 و 2.2 ) MPa للاعمار 7 و 28 يوم على التوالي، اما الخلطة (5) كانت القيم لا تتجاوز ( 2.5 و 4.33 ) MPa مما يدل على حساسية اجهزة الاختبار للتغيرات الداخلية في العنصر الخرساني.

## 2.5 : التوصيات

1. اجراء دراسة موسعة في تأثير اضافة مواد ملدنة متفوقة ولنسب جديدة على خلطات متغيرة في محتوى الاسمنت و الاستفادة الاقتصادية منها.
2. الاختبارات غير الاتلافية اختبارات حساسة للغاية عند حدوث أي تغيير في نسب ونوع مكونات الخلطة الخرسانية وكذلك في تغيير شكل حبيبات الركام وتدرجها ،ونوصي بأجراء دراسة مقارنة لقيم مقاومة الانضغاط مع تغيير نوع الاسمنت وتغيير نوع وشكل ومقاس حبيبات الركام عن طريق الاختبارات الاتلافية وغير الاتلافية.
3. اجراء دراسة موسعة لخلطات خرسانية اخرى وينسب جديدة للمضاف الملدن المتفوق SP في حالات الحفاظ على نسبة W/C وحالات تغييرها بتقليل محتوى الماء او زيادة المواد الاسمنتية الناعمة في الخلطات واخذ المقارنات بقيم مقاومة الانضغاط بالاختبارات الاتلافية وغير الاتلافية. و اجراء دراسة اقتصادية للاستفادة من قيمة مقاومة الانضغاط المكتسبة عند اضافة SP في تقليل محتوى الاسمنت.
4. اجراء دراسة على انواع عديدة من الخرسانات بانواعها العادية والخفيفة وذاتية الدمك وغيرها وايجاد العلاقات والمقارنات بطرق الاختبار الاتلافي وغير الاتلافي عند تغيير في المكونات وعند التعرض للظروف القاسية.
5. الاختبارات غير الاتلافية باستعمال جهاز مطرقة شميدت وجهاز قياس سرعة الموجات فوق الصوتية تكون حساسة جدا لدرجة تشبع العنصر الخرساني معمليا وعمر معالجته،لذا يتطلب اجراء الاختبارات غير الاتلافية بالاجهزة المذكورة واجراء اختبارات شبه اتلافية (اختبار القلوب الخرسانية Core Test) على عناصر خرسانية موقعيا في ابنية مشيدة مسبقا وايجاد العلاقات بين قيم مقاومة الانضغاط في كل طرق الاختبار .
6. اجراء دراسة موسعة والاستفادة من جهاز قياس سرعة الموجات فوق الصوتية في الكشف عن عيوب الخرسانة في الكشف عن الفجوات وتشققات الخرسانة وفي قياس مدى تدهور مقاومة الانضغاط للخرسانة وقياس المتبقي منها عند تعرض الخرسانة لظروف خارجية قاسية مثل تأثير الحريق وتأثير التفاعلات الكيميائية ومهاجمة الكبريتات والاملاح عليها لعناصر خرسانية معملية و موقعية مشيدة .