تأثير الماء المعرض للمجال المغناطيسي على بعض خواص الخرسانة

علي محسن زياد[1،*]، سليمان إسماعيل الصافي[2]، محمد قاسم المتوكل[3]

الملخص

تم تحضير ماء الخلط بتسليط ثلاث مجالات مغناطيسية من النوع الثابت، حيث تم تمرير الماء في أنبوب قطره 5 mm وضع على جانبية قطع مغناطيسية بالشده المطلوبة و بسرعه جريان للماء تراوحت بين (0.2 – 0.25 m/s).

تضمن البحث دراسة تأثير الماء المعرض للمجال المغناطيسي المار عبر(نقطه مغناطيسية واحدة) مغناطيسه ، وتم عمل اربع خلطات خرسانية الخلطة المرجعية بالماء العادي إضافة إلى ثلاث خلطات بماء معرض لمجالات مغناطيسية بشده (470 mT, 700 mT , 900 mT).

يركز هذا البحث على دراسة بعض الخواص الميكانيكية للخرسانة كـ (مقاومة الضغط ، معامل المرونة، مقاومة الشد) ، وكذا بعض الخواص الفيزيائية مثل (الكثافة ،الامتصاص، المسامية) ، وأظهرت الدراسة تحسنا ملحوظا في الخواص الميكانيكية للخرسانة عند تمرير ماء الخلط بمجال مغناطيسي شدته 900 mT ، حيث كانت نسبة الزيادة في مقاومة الخرسانة للضغط (25.3% ، 23.3%) عند عمر(1 ، 28) يوم على التوالي ، وبلغت نسبة الزيادة لقيم معامل المرونة ومقاومه الشد عند عمر 28 يوم (22% ، 13.2%) على التوالي. كما أظهرت الدراسة كذلك تحسناً في الخواص الفيزيائية حيث كانت نسب الزيادة في كثافة الخرسانة بالماء المعرض لمجال مغناطيسي (1.6 %) بينما قلت نسبة الامتصاص والمسامية إلى (–9.5%، – 8.1%) على التوالي.

The effect of water exhibited to magnetic field on some properties of concrete

Abstract

Was prepared mixing water shed three magnetic fields of the fixed type, where the water has been passed in a tube diameter of 5 mm on a side put magnets severity required and speeds the flow of the water ranged between (0.2 - 0.25 m / s).

[1] قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة العلوم والتكنولوجيا، اليمن، صنعاء

[2] قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة صنعاء، صنعاء، اليمن

[3] قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة صنعاء، اليمن، صنعاء

[*] عنوان المراسلة: ali_zeyad@yahoo.com

DOI: 10.20428/JST.20.1.6

The research includes the study of the effect of water exposed to the magnetic field passing through (a point magnetic), was the work of four concrete mixes mixture of reference with tap water in addition to the three mixes with water exposed to magnetic fields strongly (470 mT, 700 mT, 900 mT).

Been the focus of this research study , as has been the study of some mechanical properties such as (compressive strength, modulus of elasticity, tensile strength), and some of the physical properties such as (density, absorption, porosity).

The study showed a significant improvement in the mechanical properties of concrete when passing water mixing magnetic field intensity of 900 mT, where the rate of increase in the compressive strength of concrete (25.3%, 23.3%) at the age of (1,28) Day respectively, and the percentage increase of the values of the modulus of elasticity and tensile strength at the age of 28 days (22%, 13.2%), respectively.

The study also showed an improvement in the physical properties where rates were the difference in the results of density, porosity and absorption (1.6%, -22.4%, -21.2%), respectively.

1.المقدمة

1.1 مدخل

تعتبر الخرسانة من اكثر المواد استخداما في بناء المنشآت لما لها من خواص تنفرد بها عن بقيه المواد (الأحجار، الطين، . الخ) رغم ما تمتلكه هذه المواد من ميزات جيده في بعض الجوانب إلا أن مميزات الخرسانة من حيث مقاومتها وقدرتها العالية لمقاومة الظروف المحيطة بها وقابلية تشكلها وديمومتها .... الخ، جعلت كثير من الباحثين يسعى نحو تطويرها من خلال إجراء التجارب والأبحاث المستمرة بهدف الوصول

إلى مباني مناسبة للسكن بمقاومة عالية وكلفة اقتصادية مناسبة.

كما أن نوعية الماء المستعمل في الخلط يلعب دوراً مهما في تأثيره على مقاومه الخرسانة حيث يؤثر سلبا على مقاومة الخرسانة عند احتوائه على شوائب وقد يؤدي إلى صدا الحديد. [1]، ولهذه الأسباب لابد من الأخذ بعين الاعتبار مدى ملائمة الماء المستعمل للخلط أو المعالجة.

ولأهمية هذ العنصر (الماء) في التأثير على الخرسانة وخواصها المختلفة كان لزاماً أن يعطى هذا العنصر اهتماما من البحث والدراسة ، ومن هنا جاءت فكره استخدام الماء المعرض للمجال المغناطيسي في الخرسانة لتحسين مقاومتها بدلاً عن الإضافات المرتفعة الكلفة ، اذا تعتبر كلفه الماء المعالج مغناطيساً قليله جدا اذا ما تم مقارنتها بالطرق الأخرى وبالتالي تركز معظم اهتمام الباحثين على إنتاج خرسانة اقتصادية بمقاومة عالية باستخدام فلسفات جديدة في أساليب التصميم من خلال استخدام التقنيات الحديثة ولعل من أهمها استخدم (المجال المغناطيسي) في التأثير على خواص الماء وبالتالي التأثير على خواص الخرسانة المختلفة.

DOI: 10.20428/JST.20.1.6

2.1 المجال المغناطيسي

يعود استخدام المغناطيس إلى زمن بعيد، إذ استخدمه الفراعنة والصينيون والهنود في مجالات مختلفة، ولقد تطورت العلوم المغناطيسية مشيرةً إلى أن الخواص المغناطيسية ليست حكراً على عناصر بعينها، بل هي خاصية ترتبط بجميع المواد الصلبة والسائلة والغازية والأحياء كافة [2].

ان هذه التقنية ليست حديثة إلا على البلدان النامية، إذ سُجلت أول براءة اختراع لمعالجة المياه مغناطيسياً والتخلص من الترسبات الكلسية التي تتشكل على الأنابيب في أوروبا عام 1890م وجوبهت الأبحاث المبكرة بين عام 1960م– 1980م الخاصة بالمغناطيسية والتي أجريت في المعاهد الروسية ودول اوربا والصين بالدهشة والتشكيك لعدم توفير تفسيرات مقنعة لهذه المشاهدات المذهلة أما الأن أصبحت العديد من مفاهيم المغناطيسية حقائق علمية يمكن الدفاع عنها [12].

3.1 مشكلة البحث

نظراً لأهمية الخرسانة في البناء كونها من اكثر المواد الإنشائية شيوعاً واستعمالاً في عصرنا الحالي كان لزاما أن ينصب اهتمام الباحثين إلى استخدام وسائل وأساليب غير مكلفة اقتصاديا لإنتاج خرسانة ذات مقاومة جيدة وكفاءه عالية لمقاومة الظروف البيئية المحيطة بها ومن هذا المنطلق جاءت هذه المحاولة للتعرف على أثار الماء المعرض للمجال المغناطيسي على بعض خواص الخرسانة وفي ضوء ذلك تحددت مشكله البحث الحالي في التساؤل الرئيسي الاتي:

هل سيسهم الماء المعرض للمجال المغناطيسي في تحسين خواص الخرسانة؟

ولدراسة ذلك ينبغي الإجابة على التساؤلات الفرعية التالية:

1. ماهي التغييرات الفيزيائية والكيميائية التي تحصل للماء أثناء تعرضه للمجال المغناطيسي؟
2. ما تأثير الماء المعرض لمجالات مغناطيسية مختلفة الشده على بعض الخواص الميكانيكية للخرسانة؟
3. ما تأثير الماء المعرض لمجالات مغناطيسية مختلفة الشده على بعض الخواص الفيزيائية للخرسانة؟

4.1 أهمية البحث

نظراً للتطور العمراني في بلادنا وخاصة فيما يتعلق بإنشاء المباني العالية والجسور والأنفاق وغيرها من المنشئات الخاصة والعامة التي تتطلب إنتاج خرسانة بمقاومة وكفاءة عالية وكلفة اقتصادية منخفضة كل **ذلك أدى إلى اهتمام الباحثين بدراسة إنتاج مثل هذه الأنواع من الخرسانة، ومن هنا تمثلت أهمية هذا البحث فيما يأتي**

1. محاولة لرفع كفاءة الخرسانة لتكون قادره على مقاومة الظروف المحيطة بها بأقل كلفة ممكنة.
2. يستشرف المستقبل وما يمكن أن يترتب عليه من متغيرات في مجالات الإنشاء من حيث رفع كفاءتها من خلال استخدام تكنولوجيا الماء المعرض للمجال المغناطيسي في البناء والتشييد.
3. يضيف لبنة إلى بنيان المكتبة اليمنية خصوصاً والعربية عموماً التي تعاني من ندرة البحوث في هذا المجال
4. يسهم في تزويد أصحاب القرار والمسئولين بأهمية استخدام التكنولوجيا والأساليب الحديثة في إنتاج الخرسانة.

DOI: 10.20428/JST.20.1.6

5.1 أهداف البحث: يهدف موضوع البحث الرئيسي إلى

(دراسة تأثير الماء المعرض للمجال المغناطيسي على بعض خواص الخرسانة)

من خلال تعريض ماء الخلط إلى مجالات مغناطيسية مختلفة الشده ومعرفة تأثير هذه المجالات على بعض خواص الخرسانة ومقارنة نتائجها مع نتائج الخلطة المرجعية، إذ يمكن التوصل إلى معرفه هدف البحث الرئيسي من خلال التعرف على أهداف البحث الجزئية من خلال الاتي:

1. معرفة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للماء المعرض لمجالات مغناطيسية مختلفة الشده.
2. معرفة تأثير الماء المعرض لمجالات مغناطيسية مختلفة الشده على بعض **الخواص الميكانيكية للخرسانة.**
3. معرفة تأثير الماء المعرض لمجالات مغناطيسية مختلفة الشده على بعض الخواص الفيزيائية للخرسانة.

5.1 حدود البحث

تقتصر الدراسة في هذا البحث على معرفة تأثير الماء المعرض للمجال المغناطيسي على بعض خواص الخرسانة، حيث تم تمرير ماء الخلط عبر مجالات مغناطيسية ثابتة مختلفة الشده عبر نقطة واحده وتم عمل خلطة مرجعية بالماء العادي إضافة إلى ثلاث خلطات بماء خلط معرض لمجالات بشدة مغناطيسية (470MT, 700 mT , 900 mT) على أن يتم غمر عينات كل نوع على حده (خزان مستقل) في الماء العادي ، وتم دراسة الخواص الميكانيكية (الضغط ، الشد ، معامل المرونة)الخواص الفيزيائية(الكثافة ، المسامية، الامتصاص).

2.الدراسات السابقة

1.2 التركيب الجزئي للماء

يتركب الماء من ذرتين هيدروجين وذره أوكسجين مرتبطتان مع بعضهما برابطه تساهميه ذات خاصيه قطبيه إلى حد ما ، كما أن الذرات الثلاث المكونة لجزيء الماء لا تقع على خط واحد حيث أن ذرتي الهيدروجين تقعان على جانب واحد فقط من ذرة الأوكسجين ويصنعان زاوية مقدارها 105°. [3]

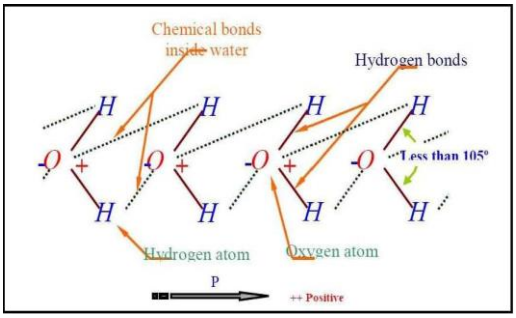
تعتبر الروابط الهيدروجينية قويه بين جزيئات الماء ونتيجة لذلك فانه يستلزم مقداراً كبيراً من الحرارة لفصل جزيئات الماء بعضها عن بعض والدليل على ذلك انه عند تحويل الماء إلى بخار فان ذلك يتطلب تفكيك الروابط الهيدروجينية ولا يتم ذلك إلا بتسخين الماء إلى حد الغليان بدرجة حراره 100 ° . [3]

يوضح الشكل (2–1) الشكل الجزيئي للماء وكيفية ارتباط ذرة الأوكسجين مع ذرتي الهيدروجين ومقدار الزاوية بينهما [7].

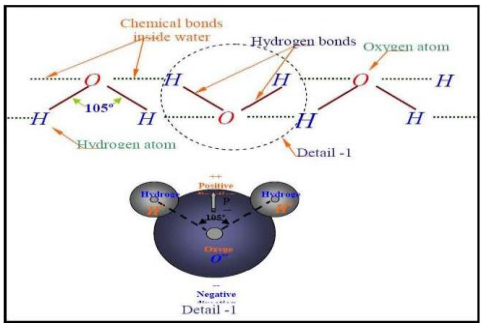
DOI: 10.20428/JST.20.1.6

2.2 ميكانيكية تأثير المجال المغناطيسي على جزئي الماء

تؤثر الطاقة المغناطيسية على الماء بسبب طبيعة تركيب ذرات الماء نفسه فعند وضع جزيئات الماء داخل مجال مغناطيسي فإن الروابط الهيدروجينية بين الجزيئات إما تتغير أو تتفكك ، مما يؤدي إلى امتصاص الطاقة فيقلل من مستوى اتحاد أجزاء الماء فيما بينها ، ويزيد من قابلية التحليل الكهربائي ، ويؤثر على تحلل البلورات [12] [13]. يوضح الشكل (2–2) كيف تتجه جزيئات الماء في اتجاه واحد بعد أن يمرر الماء من خلال مجال مغناطيسي بكثافة فيض معينة [7].



الشكل (2- 2) ترتيب جزيئات الماء بعد تعرضها لمجال مغناطيسي (Ahmad ، 2009).



الشكل (2- 1)جزئيات الماء قبل تعرضها لمجال مغناطيس (Ahmad ، 2009)

ينشأ المجال المغناطيسي للماء من ذرات الهيدروجين التي تعمل كمجال مغناطيسي دائم نتيجة دوران الإلكترونات حول نفسها وحول النواه وكذا دوران البروتونات حيث ينشأ عن دوران هذه الشحنات مجالات مغناطيسيه تكون محصلتها مجال مغناطيسي لذره الهيدروجين الموجود في الماء.

أوضح [13] انه عند مرور الماء في المجال المغناطيسي فأن جزيئات الماء سوف ترتبط في اتجاه واحد وهذا الترتيب يدفع إلى إضعاف الروابط الهيدروجينية بفعل طاقة المجال المغناطيسي التي تعمل إلى تغيير زاوية الارتباط عن الطبيعي (أقل من $^{\circ}$ 105) كما أن التوازن الحركي سوف يضعف بالتالي المجاميع الجزيئية حيث تتحطم إلى مجاميع اصغر مع زيادة الجزيئات المفردة.

3.2 تأثيرات المجال المغناطيسي على خواص الماء

تم إجراء العديد من الدراسات لمعرفه تأثير المجال المغناطيس على خواص الماء الفيزيائية

والكيميائية حيث اثبت [17] أن الماء المعرض للمجال المغناطيسي تكون خاصيتي الشد سطحي والزوجة له أقل مقارنه بالماء العادي، وقد اكد ذلك [12] [13] عندما بينوا أن اللزوجة الماء المعالج مغناطيسياً قد انخفضت بمقدار 30 – 40%.

وأوضح [4] أن مرور الماء خلال القمع المغناطيسي بقوة مجال مغناطيسي 500 G أدى إلى انخفاض الكثافة وانخفاض الشد السطحي للماء بنسبة 4%، أما اللزوجة فانخفضت بمقدار 0.0067 ستوك فيما انخفضت كمية الماء المتبخرة من 0.72 –0.69 غرام / ساعة.

DOI: 10.20428/JST.20.1.6

لاحظ [5] حصول زيادة في pH للماء المار من خلال مجال مغناطيسي قدره 2000 G بنسبة قدرها 2.857%، كما لاحظ زيادة في التوصيل الكهربائي بنسبة 13.3%.

وأوضح [12] أن معاملة الماء بالمجال الكهرومغناطيسي يعمل على زيادة سمك هدرجة الماء حول أسطح الأيونات وبالتالي يزيد من قوة تداخل هذه الأيونات بالماء.

كما بين [13] أن المعالجة المغناطيسية للماء يجعله مشبعاً بالأوكسجين، ويزيد من أيونات الهيدروكسيل التي تكون بيكربونات الكالسيوم والجزيئات القاعدية الأخرى.

4.2 تأثير المجال المغناطيسي على الخرسانة

أشارت الأبحاث إلى ان تطبيق المجال المغناطيسي لتصنيع وإنتاج الخرسانة بدأ في روسيا عام 1962 م حيث تم تطبيقها على المنشآت العسكرية والمطارات والأرصفة البحرية، هذه التقنية تحدث تغييرات على أيونات الماء المارة خلال المجال المغناطيسي، حيث يسبب المجال في انخفاض كتلة جزئيات الماء، هذا الانخفاض في الجزيئات يودي زياده مشاركة الماء في عمليه أماهه الإسمنت حيث يحيط الماء بجزئيات الإسمنت وتكون الجزئيات في الماء الممغنط بحجم وسماكه اصغر وبكثافه اقل مما كانت عليه في الماء العادي [8] [9]

هذه الحقيقة تؤدي إلى تقليل الطلب على كميه المياه اللازمة لخلط الخرسانة وتخفيض نسبه الماء إلى الإسمنت ويكون لها تأثير إيجابي على عمليه التصلب وخصائص الخرسانة [14] [18]

درس الباحث[7] تأثير الماء الممغنط على الخواص الهندسية للخرسانة حيث درس الباحث مقاومة الانضغاط وقابلية التشغيل للخرسانة الممزوجة بالماء الممغنط ومقارنتها بالخرسانة المرجعية الممزوجة بالماء العادي استخدم الباحث مجالاً مغناطيسياً تم توليده بواسطة التيار الكهربائي مقداره (T 1.2) لمعالجة الماء كما درس تأثير تغير سرعه الماء المار خلال المجال المغناطيس حيث استخدم سرع مختلفة ، خلصت النتائج إلى أن مقاومة الضغط للخرسانة بالماء الممغنط تحسنت بنسبة زياده مقدارها %(20- 10) مقارنة بالخرسانة العادية عند سرعه جريان الماء 0.71 m/s كما تحسنت قابلية التشغيل للخرسانة الممزوجة بالماء الممغنط

ودرس الباحث[6] وآخرون تحسين الخواص الميكانيكية للخرسانة عالية المقاومة باستخدام تكنولوجيا المياه الممغنطة ، حيث درس تأثير الماء الممغنط على مقاومة الانضغاط للخرسانة عالية المقاومة وكذا قابليه التشغيل من خلال اختبار الهطول ، استخدم الباحث مغناطيس مصنع في المانيا لمعالجة الماء حيث كانت كميه تصريف الماء المارة من الجهاز 2.26 L/min ، استنتج الباحث أن استخدام هذه التكنولوجيا تؤدي إلى تحسين خصائص الخرسانة عالية المقاومة ، حيث أظهرت النتائج تحسنا في نتائج الهطول للخرسانة المصنعة بالماء الممغنط بنسبة زياده بلغت اكثر من 45% مقارنة بالخرسانة المرجعية ، كما أظهرت النتائج زيادة في مقاومة الضغط للخرسانة المصنعة بالماء الممغنط بلغت 18% مقارنة بالخرسانة العادية ، كما توصل الباحث إلى أن استخدام هذه التقنية يؤدي إلى تخفيض محتوى الإسمنت بنسبة 28% مقارنة بنفس مقاومة الانضغاط للخرسانة العادية .

DOI: 10.20428/JST.20.1.6

درس الباحثان [16] تأثير الماء المعالج بالمجال المغناطيسي (MFTW) على مونه الإسمنت والخرسانة المحتوية على flash ، وتناول البحث دراسة مقاومة الانضغاط للخرسانة ومونة الإسمنت وكذا قابليه التشغيل لمونة الإسمنت ، وتم إضافة الرماد المتطاير إلى الخلطة الخرسانية بنسب مختلفة %(0.5.10.15)،وتم الحصول على الماء الممغنط عن طريق تمرير ماء الحنفية بأنبوب قطره 25 mm عبر مجالات مغناطيسية مختلفة حيث أظهرت النتائج زياده في مقاومه الضغط للمونة الإسمنتية بنسبة %(15-20) ، كما لاحظ الباحثات أن الهطول للمونة المعدة بالماء الممغنط أعلى بقليل من المونة التي أعدت بالماء العادي واستنتج الباحث أن افضل زياده في مقاومة الخرسانة للضغط تحققت في المجالات المرتفع. T (1.2 – 0.8)

وتناول الباحث [11] تأثير الماء الممغنط على خواص المونة الإسمنتية في الأعمار المبكرة حيث تناول البحث بعض خواص المونة الإسمنتية كزمن التجمد الابتدائي والنهائي والقوام ومقاومة الانضغاط باستخدام نسب مختلفة لـ (ماء / إسمنت) عند الأعمار المبكرة (1,7) أيام ، استخدم الباحث المواد المحلية وكانت نسبة الإسمنت : الرمل (1 : 3) واستخدم نوعين من المياه ، الماء العادي والماء الممغنط ، وكان تصريف الماء المار خلال المجال المغناطيسي 0.015 L/S نسب مختلفة حيث كانت نسبه (الماء : الإسمنت) (0.4,0.45,0.5,0.55,0.6 ، استخدم الباحث جهازاً محلي الصنع يحتوي على اربع دوائر في كل دائرة 500 جاوس. وخلص البحث إلى ان استخدام الماء الممغنط في الخلط يؤدي إلى زياده مقاومة الانضغاط لمونة الإسمنت ونقصان في زمن التجمد الابتدائي والنهائي بالمقارنة مع استخدام الماء العادي وخلص البحث إلى ان افضل نسبة (ماء / إسمنت) تعطي اعلى مقاومة للانضغاط هي 0.45 حيث كانت مقاومة الانضغاط للماء الممغنط والعادي 32 Mpa ، علي التوالي 27 Mpa

درس الباحثين [15] وأخرون تحسين بعض الخواص الميكانيكية للخرسانة بواسطة تكنولوجيا الماء الممغنط ، تتطرق البحث إلى خاصيتي مقاومة الانضغاط وقابلية التشغيل للخرسانة العادية والخرسانة المجهزة بماء ممغنط بمجالات مغناطيسية مقدارها G(4000,6000.9250) ، وتم تمرير الماء عبر هذا المجالات بسرع مختلفة m/s (0.8 , 0.6) وتم فحص مقاومة الانضغاط عند ثلاثة أعمار (28 , 14 , 7) يوم وأظهرت النتائج تحسناً في مقاومة الخرسانة للانضغاط للخرسانة بماء الخلط الممغنط تراوحت الزيادة بين % (22 – 10) مقارنة بالنتائج للخرسانة العادية ، وحصلت اعلي زياده عند المجال المغناطيسي 9250G وبسرعه للماء مقدارها 0.8 m/s ، كما تراوحت نتائج الهطول بين (7 - 6.25) سم لمختلف نسب الماء إلى الإسمنت، واستنتج الباحثين إمكانية تخفيض نسبة الماء إلى الإسمنت والحصول على نتيجة مقبولة لقابلية التشغيل.

درس [10] تأثير الماء الممغنط على الخرسانة وتناول دراسة مقاومة الانضغاط والهطول عن طريق تمرير الماء عبر آلة لمعالجة الماء تولد مجالاً مغناطيسياً ، أظهرت النتائج زيادة في مقاومة الخرسانة بالماء الممغنط للانضغاط بنسبة مقدارها 23%مقارنة بالخرسانة التي تم خلطها بالماء العادي ،كما أظهرت النتائج تحسناً في الهطول للخرسانة بالماء الممغنط بفارق مقداره 7 سم.

و أشارت دراسة [16] التي تناولت تأثير الماء الممغنط على الخصائص الهندسية للخرسانة التي تحتوي على حبيبات خبث الفرن Granulated Blast-Furnace Slag حيث تم إضافة (GBFS) بنسب %(5,15 ,25)

DOI: 10.20428/JST.20.1.6

كنسبة بدلاً عن الإسمنت، أظهرت النتائج زيادة في مقاومة الخرسانة بالماء الممغنط للضغط بنسبة % (10 - 23) مقارنة بالخرسانة العادية عند مجال مغناطيسي مقداره T (1.2- 0.8)، كما أظهرت النتائج زياده في مقاومه مونة الإسمنت للضغط مقدارها (19 - 9)% عند مجال مغناطيسي مقداره T(1.35- 0.8) ، وأظهرت تحسناً في قابلية التشغيل للخرسانة.

3.تحضير المواد المستعملة

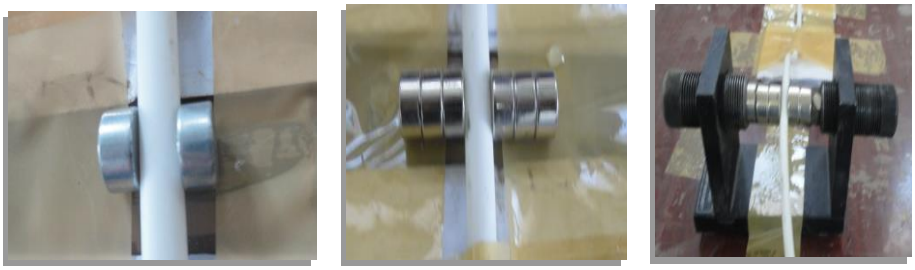
1.3 المواد المستعملة

1.1.3الإسمنت: تم استعمال الإسمنت البورتلاندي الاعتيادي (Type 1) المنتج من مصنع عمران.

2.1.3 الركام الناعم : تم استعمال الركام الناعم المستخرج من صنعاء ونوعه (زجان)، والمار من منخل ذو قطر 4.75 mm ، لإجراء تجارب هذا البحث حيث تم نخل الكميه الكافية لكل حاله من الحالات على حده وتم وضعها على شكل مخروط بحيث تتوزع الأحجام على الجوانب وتم تقسيمها بحسب عدد الخلطات المستخدمة في كل حالة .

3.1.3 الركام الخشن: تم استعمال الركام البازلتي المستخرج من صنعاء، والمار من منخل ذو قطر 19 mm، لإجراء تجارب هذا البحث حيث تم غمر الكمية المطلوبة من الركام في الماء كي يتم غسل الركام من الأتربة الناعمة وكذا الحصول على ركام مشبع جاف السطح لكل حاله من الحالات على حده وتم وضعها على شكل مخروط بحيث تتوزع الأحجام على الجوانب وتم تقسيمها بحسب عدد الخلطات المستخدمة في كل حاله.

4.1.3 ماء الخلط :ماء الخلط المستعمل هو المتغير الرئيسي في هذا البحث حيث تم استخدام الماء العادي (مرجعي) في الخلط ، كما تم استخدام الماء المعرض للمجال المغناطيسي بمجالات مختلفة الشده حيث تم استخدام المجالات المغناطيسية التالية (470 mT, 700 mT , 900 mT) ما في الشكل (3–1).



مجال مغناطيسي بشده 900 mT | مجال مغناطيسي بشده 700 mT | مجال مغناطيسي بشده 470 mT

الشكل (3 – 1): ماء الخلط المعرض لمجالات مغناطيسية مختلفة الشده عبر نقطة واحده

DOI: 10.20428/JST.20.1.6

2.3 الماء المعرض للمجال المغناطيسي

تم تجهيز الماء المعرض للمجال المغناطيسي عن طريق تمرير الماء في أنبوب قطره 5 mm وضع على جانبية قطع مغناطيسية بالشده المطلوبة ،ونظراً لأهمية سرعة جريان الماء في الأنبوب وتأثيرها على المدة الزمنية المعرضة للمجال المغناطيسي فقد تم تثبيت سرعة جريان الماء حيث تراوحت بين (0.2 – 0.25 m/s) ، ومن ثم يتم تعبئة الوعاء بالكمية المطلوبة من الماء المعرض للمجال المغناطيسي وتستخدم مباشره في الخلط قبل أن يفقد الماء بعض الخصائص التي اكتسبها ،كما تم تعبئة عينات في نفس اللحظة لإجراء الفحوصات الفيزيائية والكيميائية لعناصر الماء المختلفة في اسطوانات بلاستيكية وتم حفظ العينات لحين موعد فحصها بدرجة حرارا الغرفة.

3.3 فحوصات الماء

تم فحص خصائص الماء الفيزيائية والكيميائية عند الأعمار (0,1,7) يوم للماء المعرض لمجال مغناطيسي شدته (900 MT) وتم مقارنه النتائج مع الماء العادي (المرجعي).

4.3 قياس المجال المغناطيسي

تم قياس المجال المغناطيسي بواسطة جهاز (Teslameter) الموضحة صورته في الشكل (3–2–a) ، يتم توصيل هذا الجهاز بالتيار الكهربائي ويتم وضع قطعتي المغناطيس على الحساس (Teslameter Probe) الموضح في الشكل (3–2–b) حيث تظهر قيمة المجال المغناطيسي على شاشة الجهاز ، يصل مدى قياس هذا الجهاز من (0 – 2000 mT) ، تم استخدام ثلاثة مجالات مغناطسية (470 mT, 700 mT , 900 mT) من النوع الثابت في هذا البحث موضحة في الشكل (3–2–c) .

a

c b

الشكل (3 – 2): جهاز قياس المجال المغناطيسي

DOI: 10.20428/JST.20.1.6

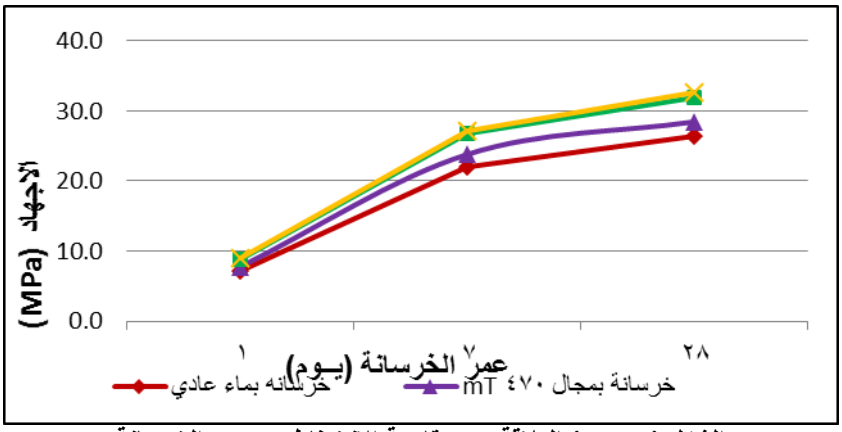
4.النتائج

1.4 نتائج اختبار مقاومة الخرسانة للانضغاط

تعتبر مقاومة الضغط من أهم الخواص الميكانيكية ويمكن بمعرفتها تقدير الخواص الميكانيكية الأخرى مثل مقاومة الشد ومقاومة القص ومعاير المرونة الاستاتيكي وتتوقف مقاومة ضغط الخرسانة على العديد من العوامل منها خواص ونسب المكونات ، شكل العينة ومقاساتها بالإضافة إلى ظروف الاختبار ومعدل التحميل وكذلك ظروف المعالجة والتخزين قبل الاختبار وعمر العينة، تم دراسة أربعة أنواع من الخلطات الخرسانية هي الخلطة الخرسانية بماء عادي(الخلطة المرجعية) ، وثلاث خلطات معرضة لمجالات مغناطيسية مختلفة الشده (470 MT، 700 MT، 900 MT) ، للأعمار التالية (1–7–28) يوم ، وتمثل كل نتيجة متوسط القيم لثلاث عينات خرسانية .

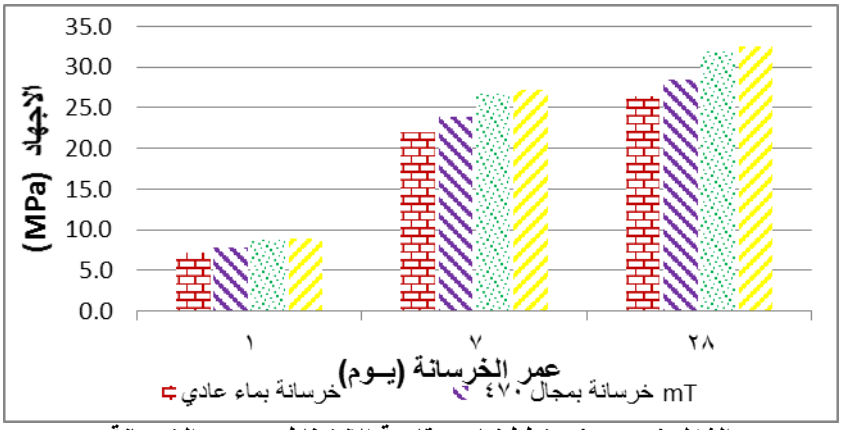
جدول (4 –1): نتائج تأثير المجال المغناطيسي على مقاومة الانضغاط للخرسانة

عمر الخرسانة (يوم)	مقاومة الخرسانة (الإجهاد) بـ (MPa)			
	خرسانة عادية	خرسانة بمجال 470 MT	خرسانة بمجال 700 MT	خرسانة بمجال 900 MT
	7.1	7.8	8.8	8.9
7	22.0	23.8	26.8	27.2
28	26.4	28.5	31.9	32.6



الشكل (4 - 1) العلاقة بين مقاومة الانضغاط مع عمر الخرسانة

DOI: 10.20428/JST.20.1.6



الشكل (4 - 2) مخطط نتائج مقاومة الانضغاط مع عمر الخرسانة

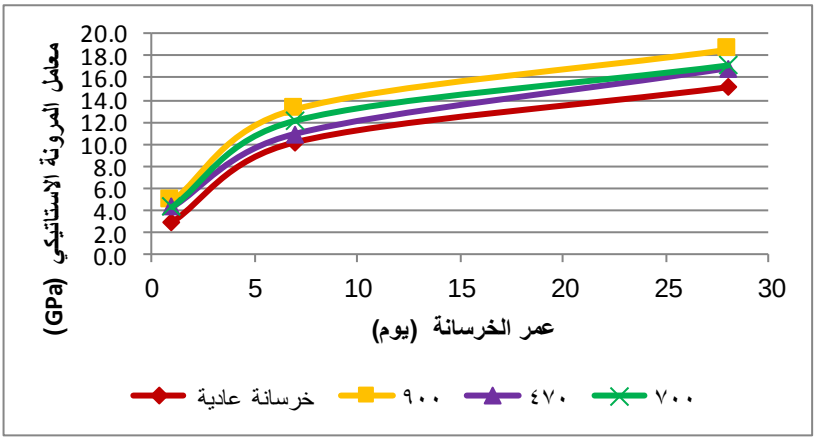
2.4 نتائج اختبار معامل المرونة الاستاتيكي

يعتبر معامل المرونة الاستاتيكي احد الخواص المميزة للخرسانة ومنة يتم التعرف على صلابة الخرسانة و مقاومة المادة للتشوه ، يتأثر معامل المرونة غالباً بالعوامل المؤثرة على مقاومة الضغط للخرسانة تقريباً ومن اهم العوامل نسبة الماء إلى الإسمنت ونوع وتدرج الركام وحالة المعالجة و درجة الرطوبة ومعدل التحميل ، يعرف معامل المرونة بانة ميل معاير القاطع لمنحنى الإجهاد والانفعال ، تم دراسة أربعة أنواع من الخلطات الخرسانية هي الخلطة الخرسانية بماء عادي (الخلطة المرجعية) ، وثلاث خلطات معرضة لمجالات مغناطيسية – مختلفة الشده(470 MT، 700 MT، 900 MT) ، للأعمار التالية (1–7–28) يوم ، وتمثل كل نتيجة متوسط القيم لثلاث عينات خرسانية .

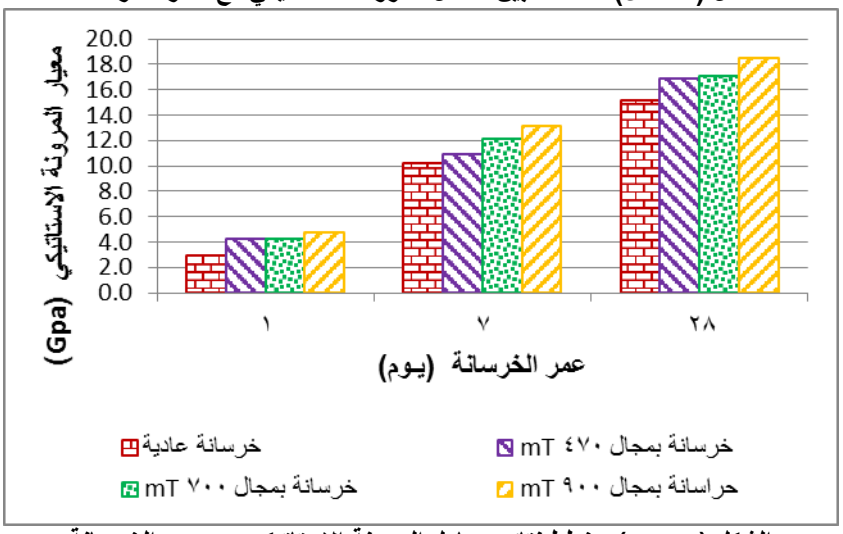
جدول (4 – 1): نتائج تأثير المجال المغناطيسي على معامل المرونة للخرسانة

عمر الخرسانة (يوم)	معامل المرونة للخرسانة بـ (GPa)			
	خرسانة عادية	خرسانة بمجال 470 MT	خرسانة بمجال 700 MT	خرسانة بمجال 900 MT
1	2.9	4.3	4.3	4.8
7	10.2	10.9	12.1	13.2
28	15.1	16.9	17.1	18.5

DOI: 10.20428/JST.20.1.6



الشكل (4 - 3) العلاقة بين معامل المرونة الاستاتيكي مع عمر الخرسانة



الشكل (4 - 4) مخطط نتائج معامل المرونة الاستاتيكي مع عمر الخرسانة

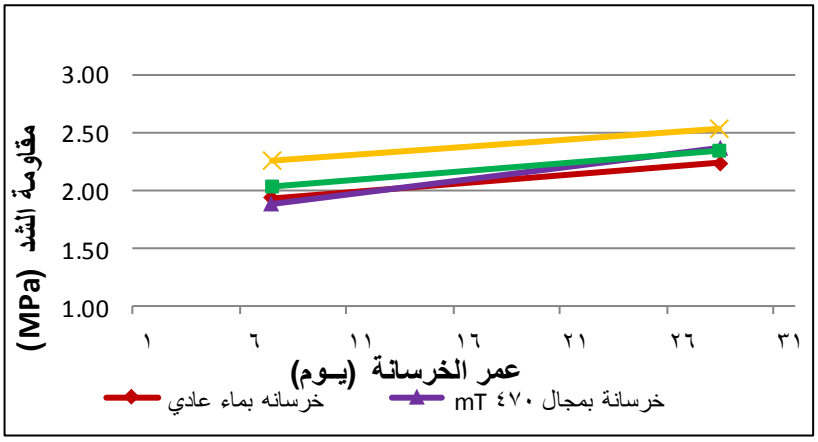
3.4 نتائج اختبار مقاومة الخرسانة للشد

يتم تصميم الخرسانة أساسا باعتبارها تقاوم إجهادات الضغط، حيث أن مقاومتها لقوى الشد تعتبر ضعيفة اذا ما قورنت بمقاومتها للضغط ويرجع ذلك لكونها ماده قصفة، تم دراسة أربعه أنواع من الخلطات الخرسانية هي الخلطة الخرسانية بماء عادي (الخلطة المرجعية)، وثلاث خلطات معرضة لمجالات مغناطيسية مختلفة الشده (470 MT، 700 MT، 900 MT) ، للأعمار التالية (7–28) يوم ، وتمثل كل نتيجة متوسط القيم لثلاث عينات خرسانية .

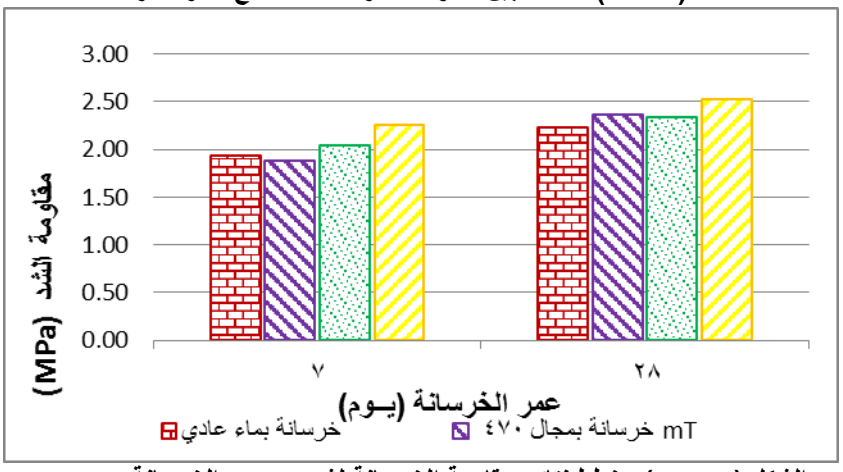
DOI: 10.20428/JST.20.1.6

جدول (4 –2) : نتائج تأثير المجال المغناطيسي على مقاومة الخرسانة للشد

عمر الخرسانة (يوم)	مقاومة الخرسانة للشد بـ (MPa)			
	خرسانة عادية	خرسانة بمجال 470 MT	خرسانة بمجال 700 MT	خرسانة بمجال 900 MT
7	1.94	1.88	2.04	2.3
28	2.23	2.37	2.33	2.5



الشكل (4 - 5) العلاقة بين مقاومة الخرسانة للشد مع عمر الخرسانة



الشكل (4 - 6) مخطط نتائج مقاومة الخرسانة لشد مع عمر الخرسانة

DOI: 10.20428/JST.20.1.6

4.4 نتائج اختبار الخواص الفيزيائية للخرسانة

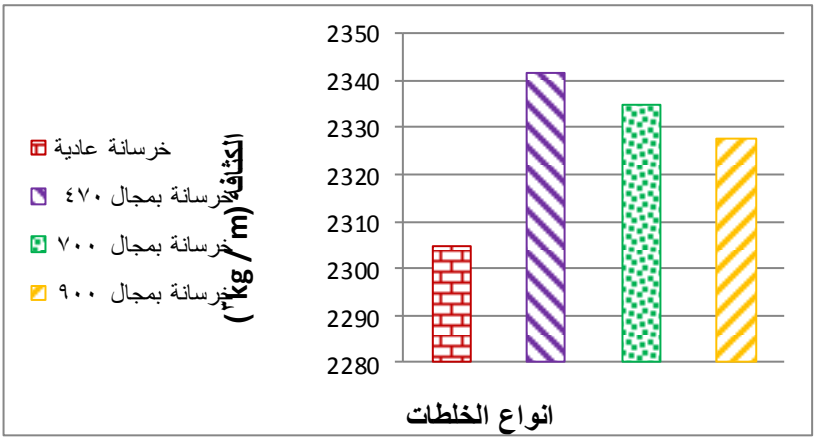
تعتبر الخصائص الفيزيائية للخرسانة من اهم الخصائص إذ أنها تعطي مؤشر على تحمل الخرسانة للظروف التي صُممت من أجلها كي تعمل في محيطها دون حدوث تلف أو تفتت على المدى البعيد (الزمن الافتراضي للمنشأ) وهو ما يطلق عليه مصطلح المتانة.

تم التطرق في هذا البحث إلى ثلاث خصائص (الكثافة، الامتصاص، المسامية)، حيث تعتبر الكثافة إحدى خصائصها الطبيعية والتي يمكن بمعلوميتها إعطاء مؤشر عن الخواص الأخرى مثل المسامية والمقاومة وغيرها، بينما تكمن أهمية خاصيه الامتصاص للخرسانة في الظروف الجوية المتقلبة مما يجعلها عرضة لحالات التجمد والذوبان الأمر الذي ينتج عنه تلف وانهيار الخرسانة.

تم دراسة أربعة أنواع من الخلطات الخرسانية عند عمر (28) يوم، حيث تم دراسة تأثير الخواص الفيزيائية للخلطة الخرسانية بماء عادي (الخلطة المرجعية)، وثلاث خلطات معرضة لمجالات مغناطيسية مختلفة الشده (470 MT، 700 MT، 900 MT)، وكانت النتائج كما يلي :

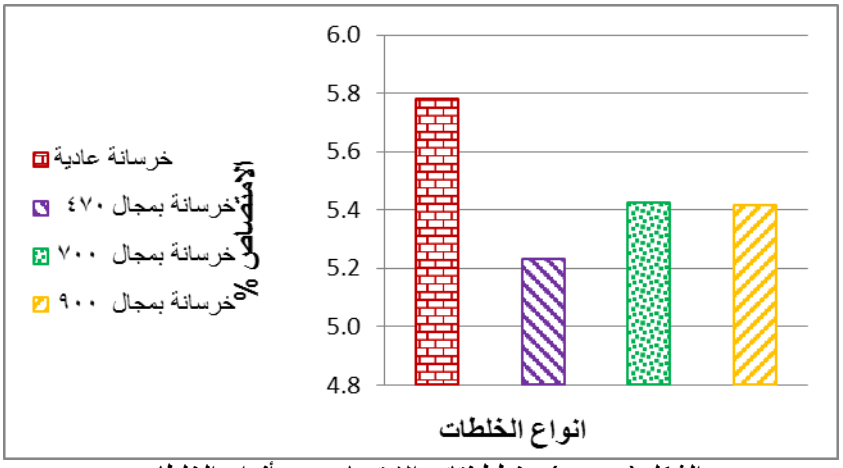
جدول (4-3): نتائج تأثير المجال المغناطيسي على الخواص الفيزيائية للخرسانة

نوع الخرسانة	الخواص الفيزيائية للخرسانة		
	الكثافة (kg/m^3)	الامتصاص %	المسامية %
خرسانة عادية	2305	5.8	13.3
خرسانة بمجال 470	2342	5.2	12.3
خرسانة بمجال 700	2335	5.4	12.7
خرسانة بمجال 900	2328	5.4	12.6

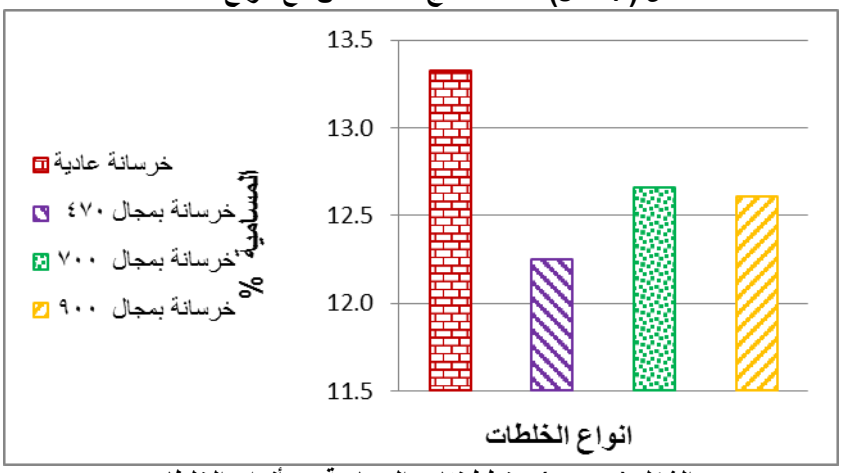


الشكل (4 - 7) مخطط نتائج كثافة الخرسانة مع أنواع الخلطات

DOI: 10.20428/JST.20.1.6



الشكل (4 - 8) مخطط نتائج الامتصاص مع أنواع الخلطات



الشكل (4 - 9) مخطط نتائج المسامية مع أنواع الخلطات

5.4 نتائج اختبار الخواص الفيزيائية والكيميائية للماء المستعمل في الخلط .

تم دراسة تأثير المجال المغناطيسي على الخواص الفيزيائية والكيميائية لماء الخلط للتعرف على تأثير المجال المغناطيسي على هذه الخواص وانعكاس هذا التأثير على خواص الخرسانة ، إذ أن نوعيه الماء المستعمل في الخلط أو المعالجة قد يؤثر على مقاومه الخرسانة سلباً أو إيجاباً تبعاً لنوعيه الماء المستخدم . نهدف من خلال هذه الفحوصات إلى معرفه التغيرات الحاصلة لعناصر الماء المختلفة نتيجة تعريض الماء لمجالات مغناطيسية مختلفة الشده ومتابعة التغير الحاصل في عناصر الماء مع الزمن .

تم دراسة تأثير مجال مغناطيسي شدته (900 MT) على الماء المستعمل في الخلط خلال ثلاث فترات زمنيه (0 – 1 – 7) أيام ومقارنة هذه النتائج من عينة الماء العادية (مرجعية) عند زمن (0) يوم ، وكانت النتائج كما هي موضحة في الجداول (4 –5) .

DOI: 10.20428/JST.20.1.6

جدول (4–4):نتائج الفحوصات لماء الخلط للأعمار (0 – 1 – 7) يوم

Parameter	nit	نتائج الفحوصات للماء العادي	نتائج الفحوصات لمجال شدته 900 MT بعمر			نسبة التغير % لمجال شدته 900 MT بعمر		
			0	1	7	0	1	7
PH- Value	---	7.98	8.06	8.16	8.24	1.0%	2.3%	3.3%
Electrical conductivity	µ S/cm	443	454	456	454	2.5%	2.9%	2.5%
Total Dissolved Solids	mg/L	287	294	296	296	2.4%	3.1%	3.1%
Calcium	mg/L	47.7	46.1	48	46	-3.4%	0.6%	-3.6%
Magnesium	mg/L	10.5	11.4	10	14	8.6%	-4.8%	33.3%
Chloride	mg/L	27.4	28.7	27.3	28	4.7%	-0.4%	2.2%
Sodium	mg/L	32.1	36.6	30	37	14.0%	-6.5%	15.3%
Potassium	mg/L	2.65	5.32	6.14	5.4	100.8%	131.7	103.8%
Iron	mg/L	0.022	0.026	0.03	0.052	18.2%	36.4%	136.4%
Sulfate	mg/L	26.8	31.9	23	38	19.0%	-14.2%	41.8%
Nitrate	mg/L	10.5	21	23	14	100.0%	119.0	33.3%

5.المناقشة

1.5 تأثير المجال المغناطيسي على نتائج اختبار مقاومة الخرسانة للانضغاط

نلاحظ نتائج هذه الحالة من الجدول (4–1) والأشكال (4–1) و (4–2) حيث يمكن ملاحظة ما يلي:

1. الحصول على نسبة زياده واضحة في مقاومة الخرسانة للضغط عند كل الأعمار حيث كانت نسبة الزيادة في الخرسانة المعرضة لمجال مغناطيسي شدته MT(470 – 700 – 900)عند عمر (1) يوم هي (9.2% – 23.1% – 25.3%) على التوالي.
2. المحافظة على نسبة الاستقرار في النتائج بعد مرور 28 يوم من عمر الخرسانة لكل الانواع.
3. ارتفاع معدل الزيادة في مقاومه الخرسانة للضغط بزياده المجال المغناطيسي .

ويمكن ملاحظة مقدار التغير في النتائج وعدم استقرارها في الجدول (5–1) .

جدول (5–1): نسبة التغير في مقاومة الخرسانة للضغط (%)

عمر الخرسانة (يوم)	التغير في مقاومة الخرسانة للضغط (%)			
	خرسانة عادية	خرسانة بمجال 470 MT	خرسانة بمجال 700 MT	خرسانة بمجال 900 MT
1	---	% 9.2	%23.1	%25.3
7	---	% 8.1	%21.6	%23.5
28	---	% 7.7	20.7	%23.3

DOI: 10.20428/JST.20.1.6

ويمكن تفسير النتائج كما يلي:

نلاحظ بأنه في كل الحالات السابقة حصول تحسناً في نتائج مقاومة الضغط للخلطات الخرسانية المعرضة لمجالات مغناطيسية بمختلف شدتها عند مختلف الأعمار، وهذا يعني أن المجال المغناطيسي قد أثر على عناصر وخواص ماء الخلط مما نتج عنه هذا التحسن المتفاوت في خواص الخرسانة.

ونتيجة لعدم توفر الأجهزة التي تعمل على تكبير جزيئات الخلطات الخرسانة ومراقبة ما يحدث من تفاعلات كيميائية بين ماء الخلط المعرض للمجال المغناطيسي وبين الإسمنت، لذا تم اللجوء إلى فحص عناصر الماء الفيزيائية والكيميائية ومراقبة ما يحدث لهذه العناصر من تغيرات أثناء تعرضها لمجالات مغناطيسية ومحاولة ربط هذه التغييرات في خواص الماء بالتحسن الحاصل في خواص الخرسانة.

يمكن ملاحظة التغييرات الحاصلة في خواص الماء من الجداول (5-5)،حيث يمكن تسجيل الملاحظات التالية زياده تركيز عناصر المغنسيوم، الصوديوم، والبوتاسيوم، والحديد والنترات في الماء المعرض لمجال مغناطيسي شدته 900 mT عند تمرير الماء خلال نقطة مغناطيسية واحده لعمر(0) يوم بنسب (8.6%، 14%، 100.8%، 18.2%، 100%) على التوالي، واستمرار نفس السلوك تقريباً عند عمر (7) أيام، حيث تعتبر هذه العناصر من مركبات الإسمنت المهمة.

1. كما يمكن ملاحظة زياده تركيز الكبريت في الماء المعرض لمجال مغناطيسي شدته 900 mT عند تمرير الماء خلال نقطة مغناطيسية واحده لعمر (0 ،1، 7) يوم بنسبة (19%، 14.2%، 41.8%)على التوالي.
2. زيادة تركيز الكلوريد إلى4.7 % عند استخدام مجال شدته 900 mT .

التغير الحاصل في تركيز عناصر الماء أسهم بشكل أو بآخر في تحسين خواص الخرسانة ، ما عدم إهمال ما تطرقت إليه الأبحاث والدراسات السابقة من أن تعريض الماء لمجال مغناطيسي يؤدي إلى تفكيك جزيئة الماء إلى جزيئات صغيره وهذا يؤدي إلى مشاركة أكبر كمية ممكنه من الماء في عملية إماهة الإسمنت وبالتالي حدوث تحسن في خواص الخرسانة.

2.5 تأثير المجال المغناطيسي على نتائج اختبار معامل المرونة

يتأثر هذا الاختبار بالعوامل التي تؤثر على مقاومة الانضغاط لذا سنجد تشابه إلى حدٍ ما بين حالات هذا الاختبار وحالات اختبار الضغط، حيث تم مناقشة الحالات التالية:

من الجدول (4-2) والأشكال (4-3)، (4-4) يمكن ملاحظة وجود زيادة في مقدار التغير في قيم معامل المرونة عن عمر (1) يوم وسلوكها سلوكاً واضحاً مع تقدم عمر الخرسانة ويعود ذلك لتأثير المجال المغناطيسي وكذا بسبب ظروف المعالجة حيث تم غمر كل نوع بمعزل عن النوع الأخر بما يضمن عدم انتقال المجالات ويمكن ملاحظه نسب التغير في هذه الحالة في الجدول (5-2).

DOI: 10.20428/JST.20.1.6

جدول (5–2): نسبة التغير في قيم معامل المرونة الاستاتيكي (%)

عمر الخرسانة (يوم)	التغير في معامل المرونة للخرسانة بـ (%)			
	خرسانة عادية	خرسانة بمجال 470 MT	خرسانة بمجال 700 MT	خرسانة بمجال 900 MT
1	---	47%	47%	66%
7	---	8%	19%	29%
28	---	11%	13%	22%

3.5 تأثير المجال المغناطيسي على نتائج اختبار مقاومة الخرسانة للشد

من الجدول (4–3) والأشكال (4–5) ، (4–6) يمكن ملاحظة وجود تحسن واضح في مقدار التغير في مقاومة الخرسانة للشد مقارنة بالخرسانة العادية واستقرار هذه النسب ويعود ذلك لتأثير المجال المغناطيسي وظروف المعالجة (الغمر المنفصل) ، مما أدى إلى عدم تداخل المجالات وبالتالي الحصول على النسب الموضحة في الجدول (5–3)

جدول (5–3): نسبة التغير في مقاومة الخرسانة للشد (%)

عمر الخرسانة (يوم)	التغير في مقاومة الخرسانة للشد بـ (%)		
	خرسانة بمجال 470 MT	خرسانة بمجال 700 MT	خرسانة بمجال 900 MT
7	% 7.3	% 5.1	% 16.7
28	% 6.0	% 4.5	% 13.2

4.5 تأثير المجال المغناطيسي على نتائج اختبار الخواص الفيزيائية للخرسانة

من الجدول (4–4) والأشكال (4–7) ، (4–8) ، (4–9) يمكن ملاحظة وجود تحسن في نتائج الامتصاص والمسامية للخلطات المعرضة لمجالات مغناطيسية حيث أظهرت النتائج انخفاض واضح في قيم كلاً من الامتصاص والمسامية مقارنة مع الخلطة المرجعية ، بينما أظهرت النتائج زيادة بسيطة في كثافة الخلطات المعرضة للمجال المغناطيسي مقارنة مع الخلطة المرجعية ، يمكن ملاحظة مقدار التغيير في القيم في الجدول (4–5)

جدول (5– 4): نسبة التغير في نتائج الخواص الفيزيائية للخرسانة (%)

	الخواص الفيزيائية للخرسانة		
	الكثافة (kg/m^3)	الامتصاص %	المسامية %
خرسانة عادية	---	---	---
خرسانة بمجال 470 MT	1.6	-9.5	-8.1
خرسانة بمجال 700 MT	1.3	-6.2	-5.0
خرسانة بمجال 900 MT	1.0	-6.3	-5.4

DOI: 10.20428/JST.20.1.6

ويمكن تفسير النتائج فيما يلي:

1. المجال المغناطيسي يعمل على تفتيت جزئيات الماء وبالتالي تشترك أغلب جزئيات الماء في عملية الإماهة مع الإسمنت وهذا بدوره يؤدي إلى ملئ الفراغات الصغيرة، وبالتالي تقليل نسبة المسامية والامتصاص وزيادة في كثافة الخرسانة.
2. من خصائص المجال المغناطيس انه يعمل على تجاذب جزئيات الإسمنت الممغنطة مما يؤدي إلى تقليل عدد الفرغات في كتله الخرسانة وبالتالي نلاحظ الانخفاض الحاصل في نسبة المسامية والامتصاص وكذا الزيادة الحاصلة في الكثافة.

6.الاستنتاجات

من خلال النتائج التي تم التوصل إليها ومناقشتها يمكن استنتاج ما يلي: –

1. استخدم الماء المعرض للمجال لمغناطيسي يؤدي إلى تحسين خواص الخرسانة المختلفة.
2. تزداد مقاومة الخرسانة للانضغاط بزيادة المجال المغناطيسي المستخدم ضمن مجالات البحث
3. زياده تركيز عناصر (المغنسيوم ، الصوديوم ، والبوتاسيوم ، والحديد والنترات)بنسب (8.6% ، 14% ، 100.8% ، 18.2% ، 100%)على التوالي ، في الماء المعرض لمجال مغناطيسي شدته 900 MT عند تمرير الماء خلال نقطة مغناطيسية واحده لعمر(0) يوم، اسهم في تحسين خواص الخرسانة.
4. تم الحصول على افضل النتائج عن استخدام مجال مغناطيسيي شدته 900 MT حيث كانت نسبة الزيادة في مقاومة الخرسانة للضغط ومعامل المرونة ومقاومه الخرسانة للشد عند عمر 28 يوم (23.3%، 22%،13.2%) على التوالي.
5. وجود تحسن واضح في نتائج الامتصاص والمسامية للخلطات المعرضة لمجالات مغناطيسية حيث أظهرت النتائج انخفاض نسب كلاً من الامتصاص والمسامية مقارنة مع الخلطة المرجعية في كل حالات هذا البحث.
6. أظهرت النتائج زيادة بسيطة في كثافة الخرسانة للخلطات المعرضة للمجال المغناطيسي مقارنة مع الخلطة المرجعية.

7.التوصيات

من خلال ملاحظة النتائج التي تم التوصل إليها فإنه يتطلب من الباحثين تقديم مزيد من الأبحاث حول تأثير المجالات المغنطيسية على الخرسانة نظراً لندره الأبحاث حول هذا الموضوع حيث يمكن بحث ودراسة المواضيع التالية :

1. تأثير المجالات المغناطيسية عالية الشده على الخواص الميكانيكية والفيزيائية للخرسانة .
2. في حال اذا ما تم استخدام ماء عادي في الخلط تركيز عناصره تشبه عناصر الماء المعرض للمجال المغناطيسي هل سنحصل على تحسن في خواص الخرسانة بنفس النسب ، أم أن هناك عوامل أخرى لا تقل أهمية عن اختلاف تركيز العناصر.

DOI: 10.20428/JST.20.1.6

3. في حال اذا ما تم غمر العينات في ماء معرض لمجال مغناطيسي هل سنلاحظ تحسناً في النتائج أم سيكون لها تأثير سلبي.
4. تأثير المجالات المغناطسية المتولدة من محولات الشبكة الكهربائية على المباني والمنشئات المجاورة لها.
5. دراسة الكلفة الاقتصادية التي سيتم توفيرها الناتجة من تقليل نسبة الإسمنت عند استخدام خرسانة بماء معرض لمجال مغناطيسي.

8.المراجع

[1] الخلف، مؤيد نوري، يوسف، هناء عبد،1984" تكنولوجيا الخرسانة" الجامعة التكنولوجية، بغداد.

[2] هلال، مصطفى حسن. 2005، "المغناطيسية – تطورها – تقنياتها ، والاستفادة بها في مجالات الزراعة والري والبيئة"، دبي – الإمارات.

[3] ثابت، احمد عبد الله، 2002،" أساسيات الكيمياء الحيوية "، القاهرة ، الدار العربية للنشر.

[4] الناصري ، عبد المجيد ناصر . 2006 ،" تأثير استخدام الماء الممغنط في بعض مظاهر الأداء في الفئران"، رسالة ماجستير. معهد الهندسة الوراثية والتقنيات الأحيائية للدراسات العليا. جامعة بغداد. العراق.

[5] بابكر،منذر.2002،"أثر الماء الممغنط على الملاريا"، رسالة ماجستير، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، السودان.

[6] Afshin ,H .Gholizadeh ,M and Khorshidi , N, Improving Mechanical Properties of High Strength Concrete by Magnetic Water Technology , Sharif University of Technology, February 2010 , Transaction A: Civil Engineering ,Vol. 17, No. 1, pp. 74.

[7] Ahmed, S.M. (2009). Effect of Magnetic Water on Engineering Properties of concrete. University of Mosul / Iraq , Al-Rafidain Engineering. 17(1): 71-82.

[8] Al-Qahtani, H. \Effect of Magnetic Treatment on Gulf Seawater", Desalination, 107, pp. 75-81 (1996).

[9] Gabrielli, C., Jaouhari, R., Maurin, G. and Keddam, M. \Magnetic Water Treatment for Scale Prevention", Wat. Res., 35(13), pp. 3248-3259 (2001).

[10] Gholizadeh .M , Arabshahi . H , The Effect of Magnetic Water on Strength Parameters of Concrete , Journal of Engineering and Technology Research Vol. 3(3), pp. 77-81, March 2011

[11] Hassan.A.F, Effect Of Magnetized Water On The Properties Of Cement Mortars At The Earlier Ages,Qadisiya University , Al-Qadisiya Journal For Engineering Sciences Vol. 1 No. 1 Year 2008

[12] Hilal, M. H.; and M.M. Hilal. (2000a). Application of Magnetic Technology in Desert Agriculture. I. Seed Germination and Seedling Emergence of Some Crops in a Saline Calcareous Soil. Egypt J. Soil Sci. 40 (3): 413-422.

DOI: 10.20428/JST.20.1.6

[13] Hilal, M.H.; and M.M. Hilal. (2000b). Application of magnetic technology in Desert Agriculture. II- Effect of Magnetic Treatments of Irrigation Water on Salt Distribution in Olive and Citrus Field and Induced Changes of Ionic Balance in Soil and Plant. Egypt. J. Soil Sci. 40(3): 423-435.

[14] Nan Su and Chea-Fang Wu \ Effect of Magnetic Field Treated Water on Mortar and Concrete Containing Fly Ash", Yunlin University of Science and Technology. J. of Cement and Concrete Composites, 25, p. 269 (2003).

[15] Shynier.A , Abed.M , Fouad.Z , Kazim.A , Isse.R , Reheem.N , Chaloob.A , Mohammad.H , Jamal.N , Jasim.H , Sadeq.J , Salim .A, Improving Some of Mechanical Properties of Concrete , Magnetic Water Technology , Ministry of Science and Technology

[16] Su N., Wu Y. H.; Mar C. Y, 2003 “Effect of Magnetic Water on the Engineering Properties of Concrete Containing Granulated Blast-Furnace Slag” Cement and Concrete Research, Vol. 30, No. 4, pp. 599-605

[17] Takachenko , Y. P. 1997. Hydro magnetic Aero ionizers in the System of Spray , Method of Irrigation of Agricultural Crops. Hydro magnetic Systems and their Role in Creating Micro – Climate . Chapter from Prof. Tkatchenko's book , Practical magnetic technologies in Agriculture , Dubai , 1997.

[18] Yuanbao, Z. et al. \Physical and Chemical Properties of Magnetized Water", Journal of Hunan University, 26(1), p. 290 (1990).

DOI: 10.20428/JST.20.1.6