

**تأثير المواد المضافة على الخرسانة**

**مشروع تخرج مقدم الى قسم تقنيات البناء والانشاءات**

**المعهد التقني-الكوت /الجامعة التقنية الوسطى**

 **وهو جزء من متطلبات نيل شهادة الدبلوم في قسم البناء والانشاءات**

**2024ــ2023**

**مقدم من قبل:**

**حيدر علي خضير ياسر**

**محمد الباقر جعفر تركي يونس**

**صلاح حسن خريبط خليف**

**مهدي احمد كريم ذبيح**

**بأشراف**

**م.م. مصطفى عبد الغني عبد العزيز**

**1445هـ 2024م**

**بسم الله الرحمن الرحيم**

**وَالرَّاسِخُونَ فِي الْعِلْمِ يَقُولُونَ آمَنَّا بِهِ كُلٌّ مِنْ عِنْدِ رَبِّنَا**

صدق الله العلي العظيم

 (ال عمران / الآية7)

**الاهداء:**

**في مثل هذه اللحظات يتوقف الأبداع ليفكر قبل ان يخط الحروف ليجعلها في كلمات تتبعثر الاحرف وعبثا ان يحاول تجميعها في سطور كثيرة تمر في الخيال ولا يبقى لنا في النهاية المطاف الا قليلا من الذكريات وصور تجمعنا برفاق كانوا الى جانبنا فواجب علينا شكرهم ووداعهم ونحن نخطو خطوتنا الأولى في عمار الحياة ونخص بالشكر الجزيل والعرفان الى كل من أشعل شمعة في دروب عملنا والى من وقف على المنابر وأعطى من حصيلة فكره لينير دربنا الى الأساتذة الكرام والى الأصدقاء الأعزاء.**

**(نقدم لكم البحث، ونتمنى ان ينال اعجابكم)**

**الشكر والتقدير:**

**الحمد لله الذي انزل القران شفاء ورحمة للمؤمنين والصلاة والسلام على من اعطى السبع المثاني والقران العظيم وعلى إله اجمعين الذين رفعوا بهممهم العالية اعلام الدين وعلى أصحابه الذين امنو به وازروه ونصروه واتبعوا النور الذي انزل معه الذين أبلوا البلاء الحسن بنصرته وإقامة دينه**

**نحمد الله والثناء عليه جلت قدرته على توفيقه بإتمام هذا الجهد العلمي المتواضع فيطيب لنا ويبهج أنفسنا ان نتوجه بالشكر والامتنان الى الاهل الذين ساندونا وكانوا نعم العون في كل الظروف والى كافة الأساتذة الافاضل في قسم تقنيات البناء والانشاءات /المعهد التقني الكوت/ الجامعة التقنية الوسطى ونخص بالشكر م.م. مصطفى عبد الغني عبد العزيز الذي وقف معنا لإكمال هذا البحث وكذلك نتوجه بالشكر والعرفان الى كل الزملاء الأعزاء.**

**قائمة المحتويات:**

|  |  |
| --- | --- |
| **الموضوع** | **الصفحة** |
| **الآية القرآنية** | **أ** |
| **الاهداء** | **ب** |
| **الشكر والتقدير** | **ت** |
| **قائمة المحتويات** | **ث** |
| **قائمة الجداول** | **ج** |
| **ملخص البحث** | **6** |
| **الفصل الأول (النظري)** | **7** |
| **مكونات الخرسانة** | **9** |
| **أصناف الخرسانة** | **12** |
| **مميزات الخرسانة** | **13** |
| **المواد المضافة** | **14** |
| **الفصل الثاني(العملي)** | **17** |
| **جدول نتائج تصميم بدون مواد مضافة** | **19** |
| **جدول نتائج التصميم مع مواد مضافة** | **19** |
| **الاستنتاجات والتوصيات** | **19** |

**ملخص البحث:**

المواد المضافة للخرسانة هي مواد كيميائية تضاف إلى خلطة الخرسانة لتحسين خصائصها وأداءها. في هذه الدراسة تم تصميم خلطتين للخرسانية احدهما باستخدام المادة المضافة EUNIFLOW والاخرى بدون مادة مضافة وبمقاومة انضغاط MPA 30حسب المواصفة الامريكية (91ـِ211.1ASTM ACI). تم عمل 6 مكعبات لكل خلطة خرسانية , 3 مكعب لفحص مقاومة الانضغاط للخرسانة بعمر 7 يوم و3 مكعب لفحص مقاومة الانضعاط للخرسانة بعمر 28 يوم. اوضحت النتائج ان مقاومة الانضغاط للخرسانة التي تحتوي على المادة المضافة اعلى من مقاومة الانضغاط للخرسانة بدون استخدام المواد المضافة حسب فحص المكعبات الخرسانية بعمر 7 يوم وكذلك 28 يوم.

**الفصل الأول / النظري**

**المقدمة: ـ**

استخدم الخرسانة منذ قديم العصور في مجال التشييد والبناء، حيثُ تميزت بالسهولة في التشكيل وإمكانية تنفيذها، وتطور مفهوم الخرسانة (الكونكريت) عبر مدار العصور حتى أصبحت أكثر رواجاً واستخداماً، ويمكن تعريفها على أنها مخلوط يتكون من مجموعة من المواد الأولية التي تشمل الاسمنت، الرمل، الحصى، بالإضافة إلى الماء الذي يضاف إليه، وبمجرد خلط هذه المواد تتكون الخرسانة المتماسكة، وتمتاز الخرسانة بمجموعة من الخصائص التي تميزها عن سائر المواد كونها عالية الجودة من حيثُ مقاومة الضغط والمتانة [1].

تعتبر الخرسانة مادة قوية ومتينة وقابلة للتشكيل، مما يجعلها مثالية للاستخدام في بناء المباني والجسور والسدود والطرق والأرصفة والأسوار والأعمدة والأساسات والعديد من التطبيقات الأخرى [2].

ويعتبر الكونكريت (الخرسانة) من أكثر المواد الانشائية استخداما وذلك بسبب توفر المواد اللازمة لصناعتها (الحصى، الرمل، السمنت، الماء) ورخص تكلفتها وصيانتها ولها قدرة عالية على تحمل الاحمال وتعمر طويلا إذا صنعت بطريقة سليمة ولم تتعرض لعوامل تسبب تلفها [1].

تتكون الخرسانه من الركام والأسمنت وماء الخلط وفي بعض الأحيان تستخدم بعض الإضافات الكيميائيه بغرض تحسين بعض الصفات المعينة فى الخرسانه [3].

الإضافات (المواد المضافة) هي مواد (غير الركام والأسمنت والماء) تضاف إلى الخلطة الخرسانيه أثناء عملية الخلط بكميات صغيره جداً بغرض إعطاء الخرسانة المتصلدة خواص معينة مطلوبة مثل تحسين القابليه للتشغيل للخرسانة دون زيادة ماء الخلط وزيادة المقاومة المبكرة للخرسانة والحصول على خرسانة عالية المقاومة [3].

**الخرسانة (الكونكريت):**

كتلة غير متجانسة متكونة من خليط السمنت والرمل والحصى مع الماء ويعتبر السمنت المادة الفعالة في هذا الخليط إذا انه يتفاعل فيزيائيا وكيمياويا مع الماء مكونة المادة اللاصقة ثم يكون كتلة صلبة مشابه للصخور الطبيعية المقاومة للظروف الجوية.

يطلق مصطلح الخرسانة الطرية على الخرسانة المخلوطة حديثا والتي لم تتماسك بعد، وهذه الخرسانة تفقد لدونتها بصورة تدريجية، وعندما تتماسك تماما، تعرف بالخرسانة الخضراء ولكن عند تجاوزها هذه المرحلة ودخولها في مرحلة التصلب، أي اكتساب المقاومة، بحيث تستطيع أن تتحمل الأثقال المؤثرة على المنشأ، تعرف عندئذ بالخرسانة المتصلب. [4]

**مكونات الخرسانة:**

تتكون عادة من مزيج من المواد الأساسية الثلاثة: الإسمنت والرمل والحصى

**1-الاسمنت:**

 وهي المادة التي تمتلك خواص تماسكية وتلاصقية بوجود الماء مما يجعله قادرا على ربط مكونات الخرسانة بعضها ببعض وتماسكها مع حديد التسليح وتحويلها الى وحدة كاملة مترابطة. والاسمنت له خاصية التجمد والتصلب بفعل التفاعلات الكيماوية وبوجود الماء لذلك يعرف بالاسمنت المائي او الهيدروليكي.

كل أنواع الأسمنتات المستخدمة في الخرسانة تكون مطحونة إلى درجة نعومة عالية ولكنها تختلف حسب نوع الأسمنت المنتج، ولها خاصية التفاعل مع الماء (الإماهة)، والتي ينتج عنها -بمرور الوقت – مادة لاحمة لحبيبات الركام، صلدة وقوية، تزيد قوتها ومقاومتها للأحمال مع الزمن، ويحتوي الأسمنت البورتلاندي العادي (الشائع الاستخدام عالمياً) في الخرسانة على أربعة مركبات أساسية، وهي سليكات ثلاث وثنائي الكالسيوم، وألومينات ثلاثي الكالسيوم، والومينات حديد رباعي الكالسيوم. ويعتبر الأسمنت هو المادة الاصقه التي تربط مكونات الخرسانة بعضها ببعض [5].

**2-الركام:**

وهو عبارة عن الحصى والرمل المستعمل في الخرسانة، يتكون الركام من مجموعة من جسيمات ذات مقاسات متباينة، وتكون مادة صلدة بدرجة كافية، وينبغي أن لا يحتوي الركام على مواد ضارة بنسبة أعلى من الحد المبين في المواصفات، وتشمل تلك المواد الأملاح وخاصة الكبريتات والكلوريدات، وغيرها من المواد الكيميائية، وكذلك المواد العضوية والمواد الناعمة جداً، ويشكل الركام أكثر من 75% من حجم الخرسانة، وهو أرخص من الأسمنت، ولهذا فإنه بزيادة كمية الركام نحصل على خرسانة أكثر اقتصاداً، واستعمال الركام يعمل على تحسين التحمل مع الزمن للخرسانة الناتجة.

ومن أهم خواص الركام المؤثرة على تدهور الخرسانة، هي المسامية أو الفراغات داخل الحبيبات، وهي خاصية مهمة، لأنها تؤثر على قوة ونفاذية الخرسانة، فوجود فراغات داخل حبيبات الركام يضعفها، وفي نفس الوقت يزيد من قدرة الركام على امتصاص الماء والنفاذية للسوائل، مما يؤثر على النفاذية الكلية للخرسانة، وهذا يؤثر على تحمل الخرسانة مع الزمن [6].

**2-أ-الركام الخشن (الحصى):**

تكون حبيباته متدرجة الحجم وخالية من المواد الناعمة (الطينية) او العضوية ويكون تركيبه خالي من الاملاح (لأنها تؤثر سلبا على قوة الخرسانة) معظم هذه الحبيبات تحتجز على منخل مقاس mm (5.0) وهذا الركام يكون إما حصى غير مكسر أو حصى مكسر أو حصى مكسر جزئيا".

يمكننا الحصول عليه من الطبيعة مباشرة او بتكسير الصخور في كسارات مخصصة للحصول على التدرج الحجمي المطلوب وهو ان تكون حبيبات الركام غير متساوية في الحجم اي انها متدرجة من الصغير الى الكبير بحيث يحدث لها تداخل بينها وبين بعضها عند عمل الخلطة الخرسانية مما يعطي قوة أكبر للخرسانة [4].

**2-ب-الرمل:**

يجب ان تكون حبيباته متدرجة الحجم وخالية من المواد الناعمة الطينية او العضوية وان يكون تركيبه خالي من الاملاح ومعظم هذه الحبيبات تمر من منخل مقاس mm (5.0) وهذا الركام إما أن يكون رمل طبيعي أو رمل الحجر المكسر أو رمل الحصى المكسر. يعمل الرمل على ملء الفراغات بين حبيبات الحصى والإسمنت ويساعد في زيادة قوة الكونكريت [3].

**3-الماء:**

وهو عبارة عن مكون أساسي يتميز بأنه ذو نسب معيارية ومحددة لا بد من دراستها قبل استخدامها، كما يجب استخدام ماء نظيف وخالي من أي مواد ضارة مثل الأحماض، والقلويات، وكذلك الزيوت والأملاح الأخرى، والتي من شأنها أن تؤثر بشكل سلبي على خواص ومميزات الخرسانة. وان يكون حموضة الماء معادل وان يكون صالح للشرب.

الماء الصالح للشرب هو الماء المناسب لصناعة الخرسانة، ويمنع استخدام الماء الذي به نسبة عالية من الاملاح سواء في الخلطة الخرسانية او حتى في معالجتها (رشها بالماء بعد التصلب) حتى لا تتلف الخرسانة بفعل الاملاح [4].

**خواص الخرسانة:**

تعتمد خواص الخرسانة بصورة أساسية على ما يلي: -

- خواص ونسب خلط المواد الأولية المستعملة في إنتاجها (الركام بنوعيه، الاسمنت، الماء)

- اسلوب خلط المواد الأولية.

- عملية نقل الخرسانة الى موقعها في القالب.

- طريقة رص ومعالجة الخرسانة.

- العامل الاقتصادي.

- الظروف الجوية المحيطة بالخرسانة.

- نوعية المنشأ الذي تستعمل فيه.

- السيطرة النوعية في موقع العمل.

**اصناف الخرسانة بالنسبة الى مقاومة الانضغاط: -**

- خرسانة ذات مقاومة قليلة اقل من (20 MPa).

- خرسانة ذات مقاومة متوسطة تتراوح بين (20 MPa – 40 MPa).

- خرسانة ذات مقاومة عالية أكبر من (40 MPa).

**مميزات الخرسانة (الكونكريت):**

1ـ قوة وتحمل عالي: الكونكريت يتمتع بقوة عالية وقدرة على تحمل الأحمال الثقيلة. يعتبر الكونكريت خيارًا شائعًا للأعمال الإنشائية مثل الأساسات والأعمدة والجسور والأرضيات الصناعية.

2ـ مقاومة الحريق: يتحمل الكونكريت درجات الحرارة العالية ويظل متماسكًا في حالة حدوث حريق، ويعتبر استخدام الكونكريت في البناء مفيدًا لتحقيق السلامة العامة وحماية الممتلكات.

3ـ مقاومة التآكل: الكونكريت يمتاز بمقاومته للتآكل الكيميائي والتآكل الناتج عن العوامل البيئية مثل الرطوبة والملوحة، وهذا يجعله مادة مثالية للاستخدام في بناء المنشآت المعرضة للبيئات القاسية مثل المحطات الكيميائية والصرف الصحي.

4ـ التشكيل المرن: الكونكريت يمكن تشكيله بسهولة ليناسب أشكالًا مختلفة ويمكن صبه في قوالب مختلفة، وهذا يتيح للمهندسين والمصممين إمكانية خلق تصاميم معمارية مبتكرة وفريدة.

5ـ عازلية حرارية وصوتية: الكونكريت يوفر العزل الحراري الجيد، مما يساهم في تقليل فقدان الحرارة وتكاليف التدفئة والتبريد، وكما يعمل الكونكريت كعازل صوتي فعّال، مما يقلل من انتقال الضوضاء بين الغرف والمباني.

6ـ صيانة منخفضة: الكونكريت يتطلب صيانة أقل بالمقارنة مع بعض المواد الأخرى المستخدمة في البناء، ويمكن للكونكريت أن يدوم لفترات طويلة دون الحاجة إلى صيانة مكلفة.

**المواد المضافة للخرسانة:**

هي عبارة عن مواد كيميائية يتم اضافتها لخلطة المكونات الخرسانية خلال عملية الخلط من أجل تعديل خواص محددة في الخرسانة الناتجة [7] [8].

**انواع المواد المضافة:**

توجد أنواع كثيرة من المواد المضافة أكثرها شيوعا الانواع التالية:

**1-اضافات معجلة:**

هي مواد تستخدم لتقليل زمن التماسك واكساب الخرسانة تحملا مبكرا عاليا الا انها قد لا تزيد من تحملها الاقصى (هي مواد تؤدي الى زيادة في سرعة إطلاق حرارة التفاعل).

استخداماتها:

أ -توفير الوقت الازم لتنفيذ المنشات.

ب -ازالة القالب مبكرا.

**2-اضافات مبطئة:**

هي مواد تستخدم لزيادة وقت التماسك لغرض اعطاء وقت اطول لمزج الخرسانة او المادة الرابطة وكذلك تقليل سرعة تصلد الخرسانة وتقليل سرعة انبعاث الحرارة عند صب الخرسانة بكميات كبيرة وفي المناطق الحارة او لاسباب اخرى.

**استخداماتها:**

أ -صب الخرسانة في الاجواء الحارة حيث يكون تماسك الاسمنت سريعا بسبب حرارة الجو التي تسرع من تفاعله مع الماء.

ب -الحاجة الى عمل تشكيلات اضافية لسطح الخرسانة مما يتطلب بقاء الخرسانة لدنة مدة طويلة.

**3-اضافات تحسين القابلية للتشغيل:**

هي مواد تستخدم بغرض تحسين قابلية الخرسانة للتشغيل دون اضافة مياه أكثر من اللازم لان اضافة الماء الكثير للخلطة يقلل من قوة الخرسانة.

استخداماتها:

أ -عند وجود تسليح كثيف داخل القوالب الخشبية.

ب -عند استخدام المضخات في رفع الخرسانة.

**4-اضافات الهواء المحبوس:**

هي مواد تستخدم بغرض احداث فراغات دقيقة داخل الخرسانة وذلك للحصول على خرسانة خفيفة الوزن.

استخداماتها:

- تستخدم عند الحاجة لخرسانة خفيفة الوزن في عمل تشكيلات زخرفية ولا تستخدم في الاجزاء الاساسية من الهياكل الانشائية للمباني (لان الفراغات داخل الخرسانة تقلل من مقاومتها).

**5-اضافة تقليل النفاذية:**

هي مواد تستخدم لغرض تقليل نفاذية الخرسانة للماء وبالتالي تمنع حدوث مشكلة صدأ حديد التسليح في الاجزاء التي تتعرض للرطوبة. وهي اما مواد تضاف للخرسانة اثناء الخلط او مواد تعالج بها الاسطح النهائية للخرسانة فتسد فراغاتها وتكسبها صفة عدم النفاذية للرطوبة.

استخداماتها:

أ -في الجسور الي تنفذ فوق مياه البحار والانهار.

ب -في المنشات الخرسانية المعرضة لنسبة عالية من الرطوبة (القريبة من شواطئ البحار).

ج-في خرسانات الخزانات.

**هناك اضافات اخرى كثيرة منها:**

1-اضافات تقليل الحرارة الناتجة عن الاماهة (تفاعل الاسمنت والماء).

2-اضافات لمقاومة الأكل والبري.

**المادة المضافة (Euniflow 612i):**

EUNIFLOW 612i عبارة عن تلدين فائق عالي الأداء، مخفض المياه عالية المدى مع المثبت الذي تم تطويره لتعزيز تطوير قوة الخرسانة.

منتج متعدد الاستخدامات ومرن للغاية، وهو فعال على مجموعة واسعة من الأسمنت

ويمكن استخدامه في تخفيضات كبيرة من المياه أو نقل قابلية التشغيل القصوى

إلى الخرسانة، مما يتيح عمليات صب كبيرة أو صعبة لصنعه [9].

ومن فوائد هذه المادة هي:

1-تظل الخلطات متماسكة عند استخدام EUNIFLOW 612i للخرسانة ذات قابلية التشغيل العالية.

2-EUNIFLOW 612i مناسب للاستخدام في قابلية التشغيل العالية الخرسانة.

3-يحسن النفاذية والمتانة للأسمنت ومفيد بشكل خاص في الخرسانة الجاهزة.

4-يصنف كمخلوط بارد ومفيد جداً للاستخدام في تطبيق الخرسانة الطقس الحار.

**الفصل الثاني /العملي**

**تصميم الخلطة حسب المواصفة الامريكية (91ـِ211.1ACI):**

تم تحضير الاوزان التالية حسب المواصفة الامريكية c30mba:

|  |  |
| --- | --- |
|  الاسمنت |  Kg 375 |
|  الرمل |  kg730 |
|  الحصى |  kg1075  |
|  الماء |  205لتر |

**تحضير الكميات والمواد:**

1. تم تحضير قوالب على شكل مكعبات أبعادها (150×150ملم) وعددها 12 قالب لكل الخلطة الخرسانية بمواد مضافة وغير مضافة ويتم رشها بمواد دهنية لكي لا تلتصق الخرسانة في القالب.
2. نقوم بتحضير الخلطة الخرسانية حسب المواصفة الامريكية c30mba)) عن طريق خلطها في الخباطة وكانت هذه الاوزان موضحة أعلاه وسوف تكون تصميم الخلطة الخرسانية على 12 قالب 6 قوالب بمواد مضافة و6 بدون مواد مضافة.
3. نقوم بوضع الخرسانة في المكعبات على ثلاث طبقات وكل طبقة 36 رصه وذلك لا استخراج الهواء من الخرسانة.

  

**(صورة للخباطة الميكانيكية) (صورة توضح قوالب المكعبات)**

1. بعد مرور 24 ساعة على القوالب سوف تكون الخرسانة قد تصلبت ونقوم بوضع ثلاث قوالب في حوض الماء لمدة 7 أيام وثلاث قوالب توضع في حوض الماء لمدة 28 يوم وهذه الطريقة تطبق على قوالب 6 بدون مواد مضافه و6 الأخرى بمواد مضافة.
2. بعد انتهاء مدة قوالب 7أيام نقوم باستخراجها من حوض الماء ونضعها في جهاز قياس الانضغاط الخاص بالمكعبات الخرسانية ونقوم بتسجيل المناسيب
3. وبعد انتهاء مدة قوالب28 يوم نقوم باستخراجها من حوض الماء ونضعها في جهاز الانضغاط ونأخذ المناسيب.

 

 **(صورة لجهاز فحص الانضغاط)**

**جدول نتائج التصميم بدون مواد مضافة:**

|  |  |
| --- | --- |
|  3 مكعبات نتائج 7أيام |  3مكعبات نتائج 28 يوم |
|  Mba31.14 |  Mba 33.59 |
|  Mba30.28  |  Mba 35.30 |
|  Mba 31.76 |  Mba 36.81 |

**جدول نتائج التصميم مع مواد مضافة:**

**الماء أصبح هنا (170لتر) لكل متر مكعب:**

|  |  |
| --- | --- |
|  3مكعبات نتائج 7أيام |  3مكعبات نتائج 28 يوم |
|  Mba18.53 |  Mba29.30 |
|  Mba20.44  |  Mba30.18 |
|  Mba 18.22 |  Mba30.78 |

**الاستنتاجات والتوصيات: ـ** كانت الخلطة الخرسانية تحتوي على ماء 205 لتر وأصبحت 170لتر بسبب جود المواد المضافة EUNIFLOW 612i ذات قابلية التشغيل العالية ومواد28 يوم أصبحت اعلى نوصي باستخدام مواد مضافة مع الخرسانة وذلك لتحقيقها نسبة انضغاط اعلى من تصميم الخلطة الخرسانية دون مواد مضافة.

**المصدر:**

1-عصام حامد عبده الديب، "دور المواد المضافة في تقوية ودعم الخرسانة المسلحة"، المجلة العربية للنشر العلمي, 2022.

2-محمد حمود مهنا، "تكنولوجيا الخرسانة"، كلية الهندسة، جامعة الانبار, 2020.

3-ليث الجبوري& سلوى الطائي، "تكنولوجيا الخرسانة"، كلية الهندسة، الجامعة المستنصرية, 2020.

4-ارتين ليفون & زهير ساكو، "انشاء مباني"، كلية الهندسة، جامعة بغداد, 2007.

5-عصام محمد علي، "مقدمة عن الخرسانة"، كلية الهندسة, 2019.

6-ليلى حسن عبيد، "الخرسانة"، كلية الهندسة ,2020.

7-أبجاد محمد البصيري، "دور الإضاف ات الخاصة في تقوية الخرسانة المسلحة"، مجلة العلوم البيئية, 2016.

8-ليث الجبوري& سلوى الطائي، "الاضافات"، كلية الهندسة، الجامعة المستنصرية, 2019.

9-Concrete Admixtures -Polycarboxylate Superplasticizers، <https://www.alfaihaengineering.com/products/euniflow-612i>