جمهورية العراق
جامعة بابل
قسم سيراميك ومواد البناء

جامعة بابل

أعادة تدوير الخرسانة وحماية البيئة

تحت اشراف المدرس المساعد

وسام عبد الكاظم حسين

تم بواسطة

آية ماجد محسن

(1443-2022)

الاهداء

أرى رحلتي الجامعية قد انتهت اليوم بالفعل ، من بعد تعب ومشقة لوقت طويل، ها أنا اليوم أختم بحث تخرجي بكل ما لدي من همة،

وبداخلي كل التقدير و الأمتنان لكل شخص كان له الفضل في مسيرتي ، وقدم لي المساعدة.

إلى رفيقة دربي (أمي الغالية) و إلى نور عيني (والدي العزيز)

و إلى صديقاتي..

ولأستاذي (وسام الاسدي)..

أهدي لكم بحث تخرجي و أتمنى أن ينال رضاكم، واتمنى من الله أن يطيل في أعماركم ويرزقكم بالخيرات.

المحتويات

العنوان	رقم الصفحة
1 الخلاصة	1
1.1 المقدمة	3
1.2 المحافظة على البيئة	5
2 الجزء النظري	6
2.1 الخرسانة	7
2.2 المواد الاولية للخرسانة	9
2.3 مقاومة الخرسانة	12
2.4 العوامل المؤثرة على المقاومة	13
3 الجزء العملي	16
3.1 خطوات التحضير	17
3.2 خطوات الخلط	18
3.3 القالب والصب	19
4 فحص المقاومة والانضغاط	23
4.1 الفحص	24
المناقشة	25
المراجع	27

الخلاصة :-

بسبب كثرة مخلفات البناء وتهديم المنشآت، تنتج الخرسانة، وتأثيرها السلبي على تشوه منظر المدينة والبلد بالإضافة الى التلوث البيئي واستنزاف مواد هذا الكوكب من رمل وحصى والاسمنت وغيرها، وما يصاحبه ازدياد البشرية وحاجتها في زياده عدد المباني والبناء، وهذا يتطلب استهلاك اعداد كبيره من المواد الأولية وعليه فأن اعادة تدويرالخرسانة هو استخدام مخلفات البناء (الخرسانة) يساعد في التقليل من صرف او استهلاك المواد الاولية الداخلة في الخرسانة بشكل كبير جدا و تقليل التلوث البيئي الحاصل من تحطيم هذه المنشآة والمباني، بالإضافة الى التخلص من الانقاض التي تشوه منظر المدينة وتكون عائق امام التطور العمراني، أن العالم بصورة عامه يتجه منذو سنين الى اعاده تدوير جميع المخلفات سواء كانت مخلفات البناء او المنتجات الصناعية بسب النمو الحاصل في عدد السكان و تقليل الاخطار والاثار الجانبية لهذه المخلفات وما بها. وهنا اعاده تدوير الخرسانة الناتجة من تهديم المنشأة والمباني والاستفادة منها في تصنيع منتجات كونكريتية تساعد في بناء المنشأة ومباني جديده صديقه للبيئة

النتائج التالية :-

- انه يمكن اعادة تدوير الخرسانة بشكل ناجح. نسبيآ، ويمكن ان تتم عملية اعادة التدوير واستخدامها بعد التدوير كركام خشن (الحصى) او تصنيع خرسانة طازجة.
- يمكن الحصول على الخرسانة التي يمكن اعادة تدويرها اما من مخلفات انقاض الابنية المتهدمة او من مخلفات اعمال الانشاء والبناء.
- من وجهة نظر تقنية؛ فان الخرسانة الناتجة عن استخدام المخلفات الخرسانة. المدوره كركام خشن (حصى) في الخلطة الخرسانية، اعطت نتائج جيدة جيدة بمقارنة مع خرسانة الناتجة عن استخدام ركام خشن (حصى) خام من مصادر طبيعية.
- طورت العديد من الدول قواعد الممارسات الافضل لعملية تدوير المخلفات ودعمت استخدام المخلفات المعاد تدويرها من خلال وضعها العديد من الحوافز والقيود،
- تتأثر الجدوى الاقتصادية لمشاريع اعادة تدوير مخلفات الانشاء والهدم الخرسانية بعدة عوامل وتشمل التوفير والنقل ومعتري الكسر و المعالجة بالاضافة الى القوانين حكومية.

ان الجدوى من استخدام المواد المعاد تدويرها تصبح اكبر من اجل المشاريع الواقعة داخل المدن، في المناطق التي تبعد او ليس. فيها ركام خشن (حصى) مناسبة للاستخدام في البناء.

*الهدف من الدراسة.

هو دراسة تأثير استخدام الركام الخشن (الحصى) المعادة وكيفية الاستفادة منها وتدويرها من محتويات الركام المحلي المتصلبة سابقا على انتاج خرسانة حديثة، من حيث المقاومة وقابلية التشغيل، وكذلك رفع الوعي العام في المجتمع اثر استخدام الموارد الطبيعية، ومدى تاثيرها على البيئة، وتقلل من استهلاك المواد الاولية مثل الحصى والحفاظ عى جمالية البيئة ومحاولة الحفاظ عليها للاجيال القادمة.

الفصل الاول

المقدمة

1.1 المقدمة :-

في ظل الاستنزاف المخيف للموارد الطبيعية على كوكب الارض برزت الحاجة إلى العديد من التقنيات التي من خلالها اما يقلل استخدام هذه الموارد او يعاد استخدامها او إعادة تدويرها إلى مواد اخرى صالحة للاستخدام سواء في نفس المجال الذي اخذت منه او في مجال اخر. و إذا ما علمنا أن مخلفات البناء و الهدم عند انتهاء العمر النافع للمباني والمنشآت تمثل 10 – 30 % من كمية المخلفات التي ترمى إلى اماكن الطمر الصحي فبذلك سيتضح حجم الاثر البيئي التي تمثله هذه المخلفات وقد وجد أن 65 % من هذه المخلفات هي عبارة عن مخلفات خرسانية و ركام خشن (حصى). و هذا يعني توجيه الاهتمام إلى ايجاد طريقة أو طرق للحد من استنزاف المواد الأولية لصناعة الخرسانة، و التي ستكون بإحدى الطرق الثلاثة: تقليل استخدام الخرسانة؛ إعادة استخدام نفس الخرسانة.

و أخيراً إعادة تدوير الخرسانة ، وتعد عملية المحافظة على البيئة وحمايتها من أهم الأمور التي يجب على الإنسان أخذها بعين الاعتبار، وذلك للحد من تدمير النظم البيئية بشتى أنواعها، والتدهور البيئي الذي يهدد بدوره كلا من الصحة ، والبشرية على المدى الطويل وبهذا فإن جميع القرارات المتخذة من قبل البشر تؤثر على البيئة وتسبب كوارث، من مخلفات عديده وصعبه التحلل لهذا لجئ إلى تدوير هذا المخلفات حتى تقلل من تلوث البيئي. ايضا له دور مهم من ناحيه الاقتصادية للبلد هو موضوعنا هنا. من الملاحظ أن الموضوع يأخذ أهمية استثنائية للدول التي تعاني من الحروب و الأزمات التي تنتج أطنانا من مخلفات البناء و الهدم نتيجة القصف بمختلف الأسلحة و حيث أن منطقتنا العربية أخذت من الحروب حصة الأسد كان لزاماً علينا أن نفكر بالحلول السليمة لمثل هذه المشاكل.

وجد من خلال الدراسات أنه يمكن إعادة تدوير 80 - 90 % من مخلفات الهدم و منها مخلفات الخرسانة. حيث ان عملية * إعادة تدوير الخرسانة توفر الآتي :

- تقليل استخدام الموارد الطبيعية
- تقليل كلفة انتاج و نقل هذه المواد الأولية
- تقليل المواد التي تحول إلى أماكن الطمر

ان عملية إعادة التدوير تكتنفها بعض المحددات الاقتصادية و بالتالي يجب الأخذ بنظر الاعتبار القيمة الاقتصادية للتدوير و أيضاً تحتاج إلى توفر التقنية اللازمة لإعادة التدوير بالإضافة إلى خواص المادة المراد اعاد تدويرها.

1.2 المحافظة على البيئة

1- زيادة نوعية المواد الاولية من خلال تقليل انبعاثات ثائي اوكسيد الكربون المنبعث من مصانع الاسمنت.
2- تقليل الاستنزاف للمواد الاولية و الخامات من خلال استخدام مخلفات الخرسانة .
3- تقليل حجم النقل من خلال اعادة التدوير في الموقع .
4- خلق مخرجات ذات قيمة عالية لمخلفات الخرسانة .

1.3 - إعادة استخدام ركام الأبنية الخرسانية

نلاحظ هناك سباق في جميع دول العالم حوله اعاده تدوير المخلفات البناء والاستفادة منها في تصنيع منتجات بناء جديدة، التي تقلل من استهلاك المواد الاولية وتقلل التلوث البيئي، و اعطاء جمالية للمدن من هذه الامثلة كما في منطقه الخليج العربي.

•منطقة الخليج العربى

تشير الدراسات الاقليمية بأن **دول الخليج** مجتمعة تنتج أكثر من 120 مليون طن من النقابات سنويا، والتي يتكون 18.5 % منها من مخلفات الإنشاء الصلبة، فعلى سبيل المثال ووفق احصائيات أجريت من قبل بلدية **دبي** مؤخرا ترى أن نسبة مخلفات البناء والهدم تشكل 75 % من اجمالي 10.000 طن من الفضلات العامة التي تنتجها المدينة سنويا، وتشكل أنقاض الهدم حوالي 70 % من هذه الكمية. تنبهت حكومة **الكويت** إلى المشاكل التي تسببها مخلفات هدم المنشآت، ولكي يتم تقليل مساحة الأراضي اللازمة لوضع هذه المخلفات، فقد وافقت حكومة الكويت لشركةEnvironment Protection

وبالنسبة **للمملكة العربية السعودية** فقد تم إنشاء محطة لإعادة التدوير في جدة، والتي تملك طاقة فرز تبلغ (1,200 طنا) في اليوم، ولكن هذه المحطة تقوم بإعادة تدوير أي مواد إنشائية.

• **وتعد الإمارات العربية المتحدة** أحد أكثر البلدان النشيطة في منطقة الخليج العربي عندما نتحدث عن تطبيقات إعادة تدوير الخرسانة. فقد وقع مختبر دبي المركزي اتفاقية مع هيئة تدوير الإمارات والبلدية، فإن المشروع يهدف لإيجاد تطبيقات مفيدة لاستخدام أنقاض البناء. وفي أبو ظبي، تم دعم العديد من. المشاريع المتعلقة بالبناء الأخضر ومواد الإنشاء الصديقة للبيئة.

كمية المخلفات (Mt)	اوربا	الولايات المتحدة	اليابان
مخلفات الانشاء والهدم	510	371	77
المخلفات العامة	241 241	228	53

الجدول (1) كمية المخلفات سنوياً في ثلاث مناطق رئيسية

الفصل الثانى
الجزء النظري

2.1 الخرسانة :-

هي مخلوط من مواد اولية مكونة من الرمل والحصى. (كسر الاحجار)

والاسمنت مع اضافة الماء اليهما. عند خلطهم جيدا تتم عملية التماسك بينهم.

* أنواع الخرسانة

1- الخرسانة السادة

2- الخرسانة المسلحة

3- الخرسانة سابقة الاجهاد

4- الخرسانة سابقة الصب

5- الخرسانة عالية القوة

6- خرسانة بوليمر

7- كتلة الخرسانة

* فوائد وسلبيات الخرسانة .

ت	الفوائد Advantages	السلبيات Disadvantages
1-	إمكانية الخرسانة للصب بالشكل والهيئة المطلوبة (الاقواس ، الاعمدة ، الدعامات).	ذات مقاومة شد Low Tensile Strength واطئة
2-	تكون اقتصادية لتوفر المواد الاولية لها.	ذات قابلية سحب وطرق واطئة Low Ductility.
3-	ذات ديمومة عالية حيث تبقى لفترة طويلة لا تحتاج الى صيانة عند تصميم الخلطة بصورة مناسبة للظروف الخدمية وعند صبها بصورة جيدة.	غير ثابتة حيث تتعرض للانكماش Shrinkage والزحف Creep.
4-	لا تحتاج الى تغطية إلا في بعض الاجواء القاسية .	صعوبة السيطرة على عملية انتاج و وضع لخرسانة على عكس المواد الاحرى كالحديد.
5-	مقاومتها عالية للنار Fire Resistance	يجب استعمال القوالب الساندة لحين التصلب.

شكل (2.1) إعادة تدوير مخلفات الهدم في ابو ضبي.

المواد الاولية للخرسانة

1-الأسمنت

2-الرمل

3-الحصى

4-الماء

2.2.1 الاسمنت

وهي المادة التي تمتلك خواص تماسكية (Cohesive) و تلاصقية (adhesive) كما في الشكل رقم (2.2) بوجود الماء مما يجعله قادرا على ربط مكونات الخرسانة بعضها ببعض و تماسكها مع حديد التسليح وتحويلها الى وحدة كاملة مترابطة ليتم تصنيع الإسمنت عن طريق كسر وطحن الحجر الكنسي والنضار (وهي مواد تحتوي على أكاسيد الكالسيوم والسليكون والألمنيوم والحديد)،

ثم يتم تسخين الخليط حتى درجة حرارة حوالي (1500) درجة مئوية في افران خاصة وتحصل على ماده تسمى لكلينكر، بعد الحصول على مادة الكلينكر لا يمكن أستعادة المواد الداخلة في تركيبه، وتعتبر هذه العملية غير معكوسة.

إن أكثر أشكال الإسمنت المعروفة في الإسمنت هو البورتلاندي، ولكن يوجد أنواع أخرى مختلفة من الإسمنت بخصائص متنوعة، ويتشكل حوالي 5% وحتى 20% من الحجم الكلي للخرسانة من الاسمنت، يستخدم حوالي 95% من الإسمنت الذي يصنع في العالم لصناعة الخرسانة، أما النسبة الدافية تستخدم بشكل أساسي لاستقرار التربة وتعديل نسبة حموضة النفايات الناتجة عن التفاعل.

ومركبات الأسمنت الأساسية هي أربعة:-

1-سليكات ثنائي الكالسيوم - C2S

2- سليكات ثلاثي الكالسيوم -C3S

3-الومينات ثلاثي الكالسيوم -C3A

4-الومينات جديد رباعي الكالسيوم -C4A

شكل رقم (2.2) الاسمنت

2.2.2 الرمل

هو ركام الذي يتكون مت حبيبات صغيرة الحجم بحيث يمكن ان تمر من المنخل القياسي 4.75 أما رمل طبيعي او رمل الحجر المكسر او الحصى المكسرة. كما في الشكل رقم 2.3

شكل رقم (2.3) الرمل

2.2.3 الحصى

الركام الكبير الذي تتراوح حجم حبيباته ما بين 4.75 الى 150 مم مثل الحصى الغير مكسر او المكسر جزيئآ اخذه من الانهار والمجاري الانهار او كسرالصخور مثل الطين والخبث الحديد وغيرها، كما في الشكل رقم (2.4)

شكل رقم (2.4) الحصى

2.2.4 الماء

يجب ان يكون نظيفا خاليا من المواد الضارة. يُشّكل الماء الحياة بالنسبة للخلطة الخرسانيّة وهو ضروري جداً لخلط المكّونات معاً، وللحصول على عجينةٍ إسمنتية مناسبة للعمل،

وهو أساس التّفاعل الكيميائي الذي يحصل بين مكّوناتها، فتمتصه حبيبات الإسمنت والحصى، ويمُد الخرسانة باللّيونة ويجعلها قابلةً للتّشكيل والّصب.

يُضاف الماء بنسِب معيّنة، وبعد صّب الخرسانة وتشكيلها يُعطي الماء الخرسانة حجماً مضاعفا بنسبة 15% ويُفقَد الجزء المتبقّي بتبخره، ومن الأمور المهّمة سقي الخرسانة بالماء بعد صبّها وجفافها تماماً ليزيد من قوتها.

*الخلط

يجب التأكد من نظافة الرمل والحصى ولذلك يجب تنظيفهم من اي مواد عضوية عالقة بها وذللك يعبر عبر منخل وغسلهم بالماء قبل استعمالهم لان وجود نسب كبيرة من الطين او المواد العضوية او الاملاح او الفوسفات في الخرسانة بسب تأكل وصدى الحديد الموجود فيها

2.3 مقاومة الخرسانة Strength of Concrete

تعتبر مقاومة الخرسانة من أهم خواصها الأخرى كالمتانة وعدم النفاذية فهي تعطي صورة شاملة عن نوعية الخرسانة ودليل جيد لمعظم خواصها الأخرى.

إن مقاومة الخرسانة تنتج من:-

1- مقاومة الملاط (Mortar)

2- قوة التلاصق بين الملاط والركام الخشن.

3- مقاومة حبيبات الركام الخشن للإجهادات المسلطة .

2.4 العوامل المؤثرة على المقاومة :-

نسبة الماء / الأسمنت1-

يُفترض أن قوة الخرسانة في عمر معين ومعالجتها عند درجة حرارة محددة تعتمد بشكل أساسي على الأسمنت عاملين فقط: نسبة الماء / الأسمنت ودرجة الضغط. عندما يتم ضغط الخرسانة بالكامل ، تؤخذ قوتها لتكون متناسبة عكسياً مع نسبة الماء / الأسمنت. تحدد نسبة الماء / الأسمنت مسامية معجون الأسمنت المتصلب في أي مرحلة من مراحل الترطيب. وبالتالي فإن نسبة الماء / الأسمنت ودرجة الضغط كلاهما يؤثران على حجم الفراغات في الخرسانة.

العلاقة بين نسبة الماء / الأسمنت وقوة الخرسانة موضحة في الشكل .2

يمكن ملاحظة أنه يمكن استخدام نسبة الماء / الأسمنت المنخفضة عندما تهتز الخرسانة لتحقيق قوة أعلى في حين أن نسبة الماء / الأسمنت الأعلى نسبيًا مطلوبة عند ضغط الخرسانة يدويًا. في كلتا الحالتين عندما تكون نسبة الماء/ الاسمنت اقل من الحد العلمي فأن قوة الخرسانة تسقط بسرعة بسبب إدخال فراغات الهواء.

هلام / نسبة الفضاء 2-

يمكن أن تكون القوة أكثر ارتباطا بالمنتجات الصلبة لترطيب الأسمنت بالمساحة المتاحة لتشكيل هذا المنتج.

يوضح الشكل 3 العلاقة بين نسبة الهلام / الفراغ وقوة الخرسانة، وأظهر أن القوة تزداد مع زيادة نسبة الهلام / الفراغ.

3- الماء الفعال في الخلطة

الماء الفعال هو الماء الذي يشغل حيزاً خارج جزيئات الركام عندما يستقر الحجم الإجمالي للخرسانة.

تضخم الركام الخشن 4-

تم العثور على أن استخدام الركام الأكبر حجما يؤدي إلى انخفاض القوة بسبب

* الركام الأكبر ذو الحجم الأقصى يعطي مساحة سطحية منخفضة لتطور روابط الهلام المسؤولة عن القوة المنخفضة للخرسانة.

* يؤدي حجم الركام الأكبر إلى مزيد من عدم التجانس في الخرسانة مما يمنع التوزيع المنتظم للحمل عند الإجهاد.

*عند استخدام الركام كبير الحجم ، بسبب النزيف الداخلي ، ستصبح المنطقة الانتقالية أضعف بكثير بسبب تطور الشقوق الدقيقة التي تؤدي إلى قوة ضغط أقل.

5- تأثير محتوى الأسمنت

بالنسبة لقابلية التشغيل المعطاة ، تزداد القوة مع محتوى الأسمنت ، وتعتمد الزيادة على نوع الركام المستخدم، على الرغم من أن الزيادة في القوة مقابل زيادة معينة.

6- جودة المياه

لكي تكون دائما في الجانب الآمن ، يتم استخدام الماء المناسب للشرب البارد للخرسانة، المياه الملوثة بالكلوريدات والكبريتات ضارة بالخرسانة والكبريتات ضارة بالخرسانة وتؤثر بشكل مباشر على قوتها.

7- عمر الخرسانة

الخرسانة تحت ظروف المعالجة العادية ، ستزداد القوة مع تقدم العمر.

8- درجة الحرارة

كلما ارتفعت درجة الحرارة ، زادت قوة الخرسانة بسرعة ، وإلا كانت بطيئة. عند درجة (-5) درجات ، يجب أن تتوقف أعمال صب الخرسانة إذا كنت ترغب في الاستمرار في صب الخرسانة ثم يجب اتخاذ الإجراءات المناسبة.

• المشكلة التي تسببها الخرسانة ومواد البناء الناتجة عن هدم الأبنية.

CO2إن إنتاج الإسمنت يساهم في 5% من الإنبعاث السنوي العالمي لثاني أكسيد الكربون حيث تساهم الصين وحدها وبسبب ازدهار الصناعات الإنشائية فيها بحوالي 3% من كمية الانبعاث السنوي العالمي. وستصبح المشكلة أسوأ في المستقبل حيث تم انتاج حوالي 2 بليون طن من الإسمنت عام 1950 ويتوقع أن يتضاعف هذا الرقم حوالي ثلاثين مرة بحلول عام 2050.

• الفوائد الناجمة عن إعادة استخدام ركام الأبنية الخرسانية

ونعني هنا إعادة استخدام جزء من الخرسانة بشكلها الأصلي أو من خلال تقطيعها الى كتل أصغر، وتعتبر هذه الطريقة قليلة الاستخدام لأنها على الأغلب تعتمد على قدرة تحمل العناصر الأصلية كما أنها صعب الحصول عليها بحالة جيدة.

• أما عن فوائد إعادة استخدام ركام الأبنية الخرسانية فهي متعددة :

- من الناحية الإقتصادية يتم توفير فرص عمل واستثمار جديدة.
- كما يزيد من الجدوى الاقتصادية لهذه المصانع أن تتم عملية إعادة تدوير حديد التسليح أيضا.
- وفي حال تم فتح مناطق الردم القديمة من أجل إعادة تدوير المخلفات الخرسانية فيها فإن ذلك يساعد على إعادة تأهيل هذه المساحات من الأراضي.
- وأما فيما يتعلق بالبيئة فسيتم تقليل استخدام مساحات للتخلص من المخلفات.
- حماية البيئة من الآثار السيئة المخلفات البناء المتراكمة في مكبات النفايات.

الاستخدامات الرئيسية للخرسانة المعاد تدويرها•

يتم استخدام الخرسانة المعاد تدويرها اليوم في بناء البنى التحتية، العامة والخاصة على حد سواء، مع ازدهار كبير في السنوات الأخيرة، ففي بعض المدن الأوروبية 50% من الخرسانة المستخدمة في المباني الجديدة هي بالفعل خرسانةُ معاد تدويرها، ومن الاستخدامات العظيمة الأخرى للخرسانة المعاد تدويرها صيانة الطرق، ويمكن استخدامها في كل من طبقة الأساس.

الفصل الثالث

الجزء العملى

3.1 خطوات التحضير

1- تم وزن 7.52 من الاسمنت.

2- تم وزن 15.04 من الرمل. كما موضح في الشكل (3.1)

3- تم وزن 30.08 من الحصى. كما في الشكل (3.2)

4- أضيف الماء 3760 الى الخلط.

*** علماً أن نسبة الخلط هى 1:2:4**

شكل(3.1) وزن الرمل

شكل (3.2) وزن الحصى

3.2 خطوات الخلط

خلط كل المكونات. كل من الرمل والاسمنت والحصى والماء وعمل خليط متجانس.

* خطوات خلط الخرسانه :

1- الخلط اليدوي.
2- الخلط الميكانيكي. كما في الشكل (3.3)

الشكل (3.3) الخلط الميكانيكي

3.3 القالب والصب The casting

تعتبر عملية الصب من اهم العمليات التي تمر بها الخرسانة.

القالب :- مكعب الشكل ابعاده (15*15) مصنوع من الحديد يتم تنظيف القالب جيدا لغرض ازالة الشوائب القديمة ويتم استخدام الزيت يتم تزييد القالب. كما في الشكل التالي (3.4).

شكل (3.4) قالب (15 * 15)Ml

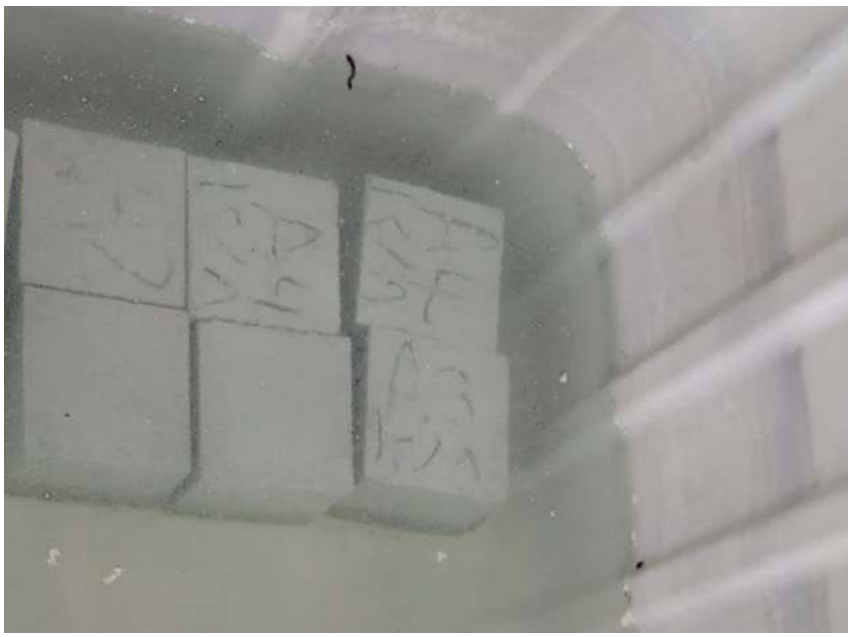
بعد خلط المكونات، كل من الرمل والحصى والاسمنت والماء بدون اي اضافه بعد عمل غربله للرمل، تحويل هذه المواد الى خليط متجانس لتصبح ماده قويه بعد ذلك يضع الخليط في القالب بعمل ثلاث طبقات تدق كل طبقة بواسطة القضيب المعدني ب(35) دقة وتكديسها جيداً، بعدها يتم ازاله البقايا لغرض تساوي السطح، لحصول تجانس وصلابة القالب.

كما موضح في الشكل التالي. (3.5)

الشكل (3.5)(a) الشكل قبل الصب

الشكل (3.5)(b)بعد الصب

يتم عمل ثلاث مكعبات بعمر (7) ايام وبعمر (28) يوم مكعبات. بعد مرور (24)ساعات يتم ازالة من القالب و وضعها في الماء (حوض الانضاج) عند درجة حرارة (27_21) الى يوم الاختبار وبعد 28 يوم في الماء. كما في الشكل (3.6)



شكل (3.6) الخرسانة في الماء

يتم عمل خلطة جديدة بنفس النسب يتم اضافة اليها خرسانه مكسرة بنسة 5% 10% 15%من نسبة الحصى. يتم صب المكعبات بعمر 7 ايام وبعمر 28 يوم. غمرها بالماء وبعد ذلك يتم اخراج المكعبات بعمر 7 ايام.

أدناه جدول (3.1) يوضح نسبة الخلط:

ت	معدل الخلط	وزن الاسمنت (kg)	وزن الرمل (kg)	وزن الحصى (kg)	خرسانة مكسرة (g)	الماء (Ml)
1	control	7.52	15.04	30.08	0	3760
2	5%	7.52	15.04	28.576	1,504	3760
3	10%	7.52	15.04	27.072	3.008	3760
4	15%	7.5	15.04	25.568	4,512	3760

جدول (3.1) نسبة الخلط

الفصل الرابع

فحص مقاومة الانضغاط

4.1 الفحص The examination

بعد اخراج المكعبات من حوض الانضاج و وضعها في جهاز الانضغاط لغرض فحص مقاومة الانضغاط للحصول على قرارات يؤخذ المتوسط. (3)مكعبات.

فحص (7) ايام و(28) يوم باستعمال جهاز الانضغاط.

لضهر جهاز الانضغاط في الشكل ادناه:

شكل (3.7) جهاز الانضغاط

*المناقشة، النتائج :-

نقارن القيم، نلاحظ نسبة 5% معدلها 32. وبعد الاطلاع على النتائج التي حصلنا عليها للنماذج الاربعة (A1) و (A2) و (A3) و (A4) نلاحظ ان مقاومة الانضغاط لنموذج رقم (2) التي نسبتها 5% تكون جيده وقريبة الى نموذج رقم (1) والقياسي، لان قيم مقاومة الانضغاط متقاربة بشكل جيد، مما يؤيد الى امكانية استخدام حطان (خرسانة مكسرة) معادة التدوير بديل بنسبة 5% عن الحصى، ليساعدنا من الاستفادة في التقليل من مخلفات الخرسانة التي تشوه منظر المدن ويكون لها تأثير سلبي على الجو، بكونها تلوثه بالغازات المضرة، لان ملوثات البيئة تزيد من نسبة ثاني اوكسيد الكاربون.

- اما النسب الاخرى يتم الاستفادة منها في خلطات،

1- صب الارضيات (كراجات ومخازن)

2- يمكن عمل صبات كونكريتية والاستفادة منها في عمل طابوك كونكريت (بلوك)

خلط نسبة 10% اقل من standard. فرق 10% بسبب فجوات والفراغات التي تضعف من قابلية الخرسانة ممكن استخدام هذه الخلطات في صب ارضيات ومخازن وصبات كونكريت وارصفة.

* كما قلنا قبل قليل ان 5% مقاومتها، نستفاد منها في عمل صب، أما النسب الاخرى نستفاد منها في ارضيات السيارات، والمخازن، وعمل جدران، وصبات كونكريتية .

الصبات الكونكريتية (الفاصلة بين الطرق) يمكن عمل منها طابوق خرساني (بلوك) لبناء الجدران.

*كل هذا العمل يستخدم الاستفادة منه في:

- تقلل من نسب التلوث، اي التخلص من مواد البناء وتهيئة مواقع لاستخدام المخلفات.
- تقلل من نسبة استهلاك المواد الاولية مثل الحصى.
- اضافة الى التخلص من تلوث المدينة ايضاً وتوفير طاقة بجميع الانواع المستهلكة في تصنيع مواد البناء.
- تقليل كلفة انتاج البناء الجديدة او المستخدمة، والحفاظ على المواد الطبيعية الخام المستخدمة لانتاج مواد البناء.
- خلق فرص عمل جديدة.

وكانت النتائج كما في الجدول التالي:

The concrete Sample 1	The weight Of sample	The examination Compressive strength in 7 days	The examination Compressive strength in 28 days
The control concrete	S1= 8.3 kg S2= 8.1 kg S3= 8.1 kg	S1= 22.5mpa S2= 21.2mpa S3= 23.3mpa	S1= 34.5mpa S2= 33.3mpa S3= 31.4mpa
		Average = 22.3	Average = 33.1

The conc Sample 2	The weight Of sample	The examination Compressive strength in 7 days	The examination Compressive strength in 28 days
Add (5%) Concrete crushed	S1= 8.7 kg S2= 8.1 kg S3= 8.3 kg	S1= 23.4mpa S2= 20.3mpa S3= 19.5mpa	S1= 30.3mpa S2= 32.5mpa S3=33.1mpa
		Average =21.1	Average =32.1

The concrete Sample 3	The weight Of sample	The examination Compressive strength in 7 days	The examination Compressive strength in 28 days
Add (10%) Concrete crushed	S1= 8.3 kg S2= 8.2 kg S3= 8.7 kg	S1= 20.3mpa S2= 17.6mpa S3= 15.2mpa	S1= 34.5mpa S2= 33.3mpa S3= 31.4mpa
		Average = 17.7	Average = 21.2

The concrete Sample 4	The weight Of sample	The examination Compressive strength in 7 days	The examination Compressive strength in 28 days
Add (15%) Prom concrete crushed	S1= 8.5 kg S2= 8.1 kg S3= 8.4 kg	S1= 27.5mpa S2= 21.3mpa S3= 2.1mpa	S1= 26.6mpa S2= 29.3mpa S3= 30.1mpa
		Average = 15.3	Average = 28.7

* المراجع

(1) Concrete…….by Mahmoud Imam.

(2) Erik K. Laurizen "Sustainable recycling of concrete - challenges and opportunities CEMENTOS. PII2 May 2016

(3) Concrete……D .Mohammed Abdullah AL- Raidi

(4) Tong T. Kien - "Recycling Construction demolition waste in the world and Vietnam"- National University of Civil Engineering, Hanoi, Vietnam - P3-2013

(5) Design of Concrete structures……. D. Jamal Eabd Alwahid Farhan.

(6). HISER International Conference - Advances in Recycling and Management of Construction and Demolition Waste Delft, The Netherlands - June 2017.

7. محمد عادل طيب - دراسة حول حماية البيئة من خلال إعادة تدوير الركام الخرساني في الخلطات الأسفلتية – جامعة تكريت 2012.