الخرسانة .. إعادة التدوير والاستعمال

د. موزة بنت محمد الربان

2016-01-18

الخرسانة في كل مكان حولنا، في البيوت، المدارس، المشافي، الجسور، الطرق، الأسواق، المكاتب، المصانع، وكل مكونات الحياة العصرية. وهي مادة ممتازة للبناء حيث تتميز بقوة تحملها وبقائها و كفاءتها واقتصاديتها، كما أنها تتحمل العوامل الجوية وتحمي منها.

مع زيادة النمو الاقتصادي وزيادة عدد السكان واتساع المناطق الحضرية، أعيد ترسيم المدن وشق الطرق وزادت الحاجة للبناء والتوسع العمراني وتشييد المباني الجديدة، وأدى ذلك إلى زيادة كبيرة في استعمال الخرسانة، حيث يقدر استعمال الخرسانة بحوالي 30 بليون طن متري في السنة في العالم، وعلى هذا فهي تلعب دوراً هاماً في تطور اقتصاد الدول. ولكن يقابل تلك الزيادة في الطلب لاستعمال وانتاج الخرسانة، نقص في المواد الأولية الجيدة المحدودة على أرضنا. فصناعة الخرسانة تستهلك كمية كبيرة من المواد الخام الطبيعية وهذا له تأثير مباشر على البيئة واستهلاك الطاقة والاقتصاد. أضف إلى ذلك، تزامن التطور العمراني مع الهدم للمباني والمنشآت القديمة وبالتالي تكديس وانتاج كميات هائلة من المخلفات التي تمثل الخرسانة القديمة منها الجزء الأكبر بالإضافة إلى المعادن والخشب والزجاج والسيراميك وغيرها.

ونتيجة لذلك، أصبح لدينا مشكلتان، الأولى تتمثل في نقص للمواد الخام اللازمة لإنتاج خرسانة جديدة، والثانية في كيفية التخلص من الركام ومخلفات الخرسانة القديمة. من هنا نشأت فكرة إعادة تدوير وإعادة استعمال الخرسانة القديمة في انتاج الخرسانة الجديدة، والتي أصبحت توجّه عالمي يحظى باهتمام بالغ وخاصة في الدول المتقدمة، التي قطعت شوطاً واسعاً في عملية التدوير وإعادة الاستعمال لمكونات الخرسانة القديمة لما في ذلك من فوائد جمّة ذات مردود كبير على توفير المواد الخام وتقليل استهلاك الطاقة والانبعاث الحراري. وقد كان ولا يزال الباحثون يجرون التجارب للوصول لأفضل التقنيات المستخدمة والواعدة وحل المشاكل العملية والتقنية في التطبيق وإعادة التدوير للركام الناشئ عن مخلفات البناء والهدم.

أما في معظم الدول النامية ومنها الدول العربية، فلم تعط هذه القضية الاهتمام الكافي حتى الآن، وغالباً ما يكون مصير هذه المخلفات في أعمال الدفن للأراضي المنخفضة أو في التكديس بشكل غير قانوني في الأراضي الخالية ومكبات النفايات، وتمثل مخلفات الخرسانة حوالي 60 -75% من مجموع النفايات الصلبة بشكل عام. في الوطن العربي حيث التوسع العمراني وإعادة التخطيط وتأسيس البنى التحتية في كثير من المدن العربية، بالإضافة إلى الحاجة الملحّة إلى إعادة الإعمار في كثير من المدن المدمرة بفعل الأوضاع الاستثنائية التي يمر بها وطننا العربي. ورغم هذه الأهمية إلا أن الموضوع لم يعط الاهتمام الكافي لا من قِبل الشركات المصنعة ولا متخذي القرارات وواضعي السياسات البيئية والمدنية ولا حتى من الباحثين والمهندسين.

من هنا، جاءت هذه الورقة لتشجيع أصحاب المصلحة والجهات المعنية وذوي الاختصاص على اتخاذ خطوات عملية تتمثل في: تحديد وقياس الآثار البيئية المرتبطة بالتخلص والقاء النفايات؛ واستخدام منهجية دورة الحياة لتحديد طرق المعالجة التي تقدم أفضل الحلول والتحسينات على البيئة والاقتصاد؛ ووضع الأطر القانونية والموارد المالية وإعداد القوى البشرية المدربة لتعزيز الإدارة المستدامة لنفايات البناء والهدم؛ بناء سياسات لتقليل تلك النفايات وإعادة استعمالها وإعادة تدويرها وتثمينها بدلاً من التخلص النهائي منها في مدافن ومكبات النفايات.

نفايات البناء والهدم

في مواقع البناء وتصنيع الخرسانة تتكون نفايات مثل بقايا الخرسانة الجديدة وعينات الاختبار والأحجار والطوب والرمل والحصى والحديد وغيرها، وهي تمثل الجزء الأقل حجماً والأقل تلوثاً في نفايات" البناء والهدم"، أما الجزء الأكبر فهو الناتج عن عمليات الهدم والتي تتكون من مواد أخرى غير الخرسانة القديمة مثل الخشب والبلاستيك والاسفلت والجبس والأوساخ والحديد القديم وبقايا النوافذ والشبابيك والتوصيلات الكهربائية والمائية والصرف الصحي وغير ذلك مما هو معلوم. ورغم أن نفايات البناء ونفايات الهدم تشترك في بعض الخصائص والمكونات، إلا أنها تختلف كثيراً من حيث الكمية والنوعية، ومع ذلك يمكن الحديث عنهما هنا كمكون واحد هو "نفايات البناء والهدم". هذه النفايات وإن لم يتم تدويرها أو إعادة استعمالها لا بد من نقلها من موقع نشأتها إلى موقع آخر بعيد، وعملية النقل هذه مكلفة مادياً وبيئياً. كما أنها تتكون من مكونات مختلفة وبالتالي إذا ما أريد إعادة تدويرها وإعادة استعمالها لابد من عمليات فصل لتلك المكونات ومعالجة كل منها على حدة ولكل منها تقنيات مختلفة لإعادة التدوير والاستخدام.

صناعة الخرسانة

صناعة الخرسانة تستهلك كمية كبيرة من المواد الخام الطبيعية والطاقة المستخدمة في التسخين والتكسير والخلط والنقل وتنتج كميات كبيرة من الانبعاثات الحرارية والتلوث والنفايات. والخرسانة هي خليط من عجينة تعمل كمادة لاصقة لمجموعة من المكونات يمكن تسميتها بالركام aggregate. العجينة تتألف من الأسمنت والماء، تغلف وتحيط بالمكونات الناعمة مثل الرمل، والخشنة مثل الحصى والحجارة المكسرة. من خلال تفاعل كيميائي تتصلب العجينة وتقوم بلصق المكونات الأخرى ببعضها ويكون الخليط مادة صلبة تشبه الصخر تسمى الخرسانة.

الأسمنت مسحوق مادة كيميائية مركبة من الكالسيوم والسليكون والألومنيوم والحديد وغيرها من المكونات، يحصل عليها من خلال خلط وتسخين مواد أولية طبيعية إلى درجات حرارة عالية جداً ثم سحقها لتكون مادة ناعمة تتفاعل مع الماء لتكون عجينة لصق الخرسانة. خواص الخرسانة تختلف باختلاف نوعية المكونات ونسب الخلط بينها. ويؤدي ذلك إلى اختلاف في الخواص الميكانيكية والفيزيائية لها وتستعمل حسب الحاجة إليها. نتيجة لاختلاف المكونات ونسبها في الخلطة تنشأ أنواع كثيرة من الخرسانة، منها الخفيفة والثقيلة والجاهزة، والخرسانة البوليميرية وغيرها، ولكل منها خواص تناسب أغراض ومواضع مختلفة. هذه الخلطات تجرى عليها التجارب والاختبارات لمعرفة مدى مناسبتها وتحقيقها للمواصفات المطلوبة، ولابد من وجود مختبرات في مواقع العمل ومعامل تصنيع الخرسانة من أجل ذلك ومن أجل تطوير أنواع أخرى أيضاً.

إعادة تدوير واستعمال الخرسانة

من الأساليب الشائعة في إعادة تدوير واستعمال الخرسانة، يكون عن طريق تكسير الخرسانة القديمة وإعادة استعمالها بنسب معينة كركام المواد الناعمة والخشنة في خلطة الخرسانة الجديدة. ولهذا فوائد وأيضاً محاذير وشروط لابد من أخذها بالحسبان عند إعادة التدوير والاستعمال. إن الأولوية لدى مهندسي الخرسانة، هي في زيادة عمر الهياكل الخرسانية وقوة تحملها، وكما نعلم أن مواصفات وخصائص الخرسانة تعتمد على مكوناتها نوعاً وكماً، وعليه فلابد من تأثر خصائص الخرسانة الجديدة إذا ما أضيف لها مكونات من خرسانة قديمة، وهنا مجال واسع للبحث والتجربة لتحديد نوع وحجم ونسبة هذا المكون في الخلطة. وفي المقابل، لا تحتاج كل المواضع والهياكل الهندسية لنفس المواصفات من الخرسانة، فاستعمال هذه الأنواع التي تستخدم الخرسانة المعاد تدويرها في أساسات الطرق ومدارج الطائرات والأرضيات وممشى الناس والدراجات ونحوها له الكثير من الفوائد والتوفير. مرة أخرى أتمنى أن تشجع هذه المقالة الباحثين والمهندسين وذوي العلاقة على الاهتمام بهذا الموضوع الجدير حقاً بالاهتمام.

هنا مجموعة من الأوراق البحثية العربية في مجال إعادة استعمال المواد المعاد تدويرها في خلطة الخرسانة وتأثير ذلك على خواصها.

1 **Evaluation of incorporating oil shale filler aggregate into hot mix asphalt using Superpave mix design**

By: Azzam, Mohammed O. J.; Al-Ghazawi, Ziad

CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS

Volume: 101 Pages: 359-379 Part: 1 Published: DEC 30 2015

2 **Assessing the effects of recycled asphalt pavement materials on the performance of roller compacted concrete**

By: Settari, Chafika; Debieb, Farid; Kadri, El. Hadj; et al.

CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS

Volume: 101 Pages: 617-621 Part: 1 Published: DEC 30 2015

3 **Failure characteristics of self-compacting concretes made with recycled aggregates**

By: Gesoglu, Mehmet; Guneyisi, Erhan; Oz, Hatice Oznur; et al.

CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS

Volume: 98 Pages: 334-344 Published: NOV 15 2015

4 **Shear-Friction Behavior of Recycled and Natural Aggregate Concrete-An Experimental Investigation**

By: Rahal, Khaldoun N.; Al-Khaleefi, Abdul-Lateef

ACI STRUCTURAL JOURNAL

Volume: 112 Issue: 6 Pages: 725-733 Published: NOV-DEC 2015

Effect of Recycled Coarse Aggregate Type on Concrete

By: Abdulla, Nwzad Abduljabar

5

JOURNAL OF MATERIALS IN CIVIL ENGINEERING

Volume: 27 Issue: 10 Article Number: 04014273 Published: OCT 2015

Recycled cathode ray tube and liquid crystal display glass as fineaggregate replacement in cementitious materials

6 By: Rashad, Alaa M.

CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS

Volume: 93 Pages: 1236-1248 Published: SEP 15 2015

Performance of concrete containing crushed brick aggregateexposed to different fire temperatures

By: Hachemi, Samia; Ounis, Abdelhafid

7

EUROPEAN JOURNAL OF ENVIRONMENTAL AND CIVIL ENGINEERING

Volume: 19 Issue: 7 Pages: 805-824 Published: AUG 9 2015

8 **Strength and Durability Evaluation of Recycled Aggregate Concrete**

By: Yehia, Sherif; Helal, Kareem; Abusharkh, Anaam; et al.

INTERNATIONAL JOURNAL OF CONCRETE STRUCTURES AND MATERIALS

Volume: 9 Issue: 2 Pages: 219-239 Published: JUN 2015

9 **Laboratory Investigation of Cement-Treated Reclaimed Asphalt Pavement Material**

By: Khay, Saloua El Euch; Ben Said, Sawssen El Euch; Loulizi, Amara; et al.

JOURNAL OF MATERIALS IN CIVIL ENGINEERING

Volume: 27 Issue: 6 Article Number: 04014192 Published: JUN 2015

10 **Fresh and hardened properties of self-compacting concretecontaining plastic bag waste fibers (WFSCC)**

By: Ghernouti, Youcef; Rabehi, Bahia; Bouziani, Tayeb; et al.

CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS

Volume: 82 Pages: 89-100 Published: MAY 1 2015

11

Use of shredded rubber tire aggregates for roller compacted concretepavement

By: Meddah, Abdelaziz; Beddar, Miloud; Bali, Abderrahim

JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION

Volume: 72 Pages: 187-192 Published: JUN 1 2014

The use of steel slag aggregate to enhance the mechanical properties of recycled aggregate concrete and retain the environment

12 By: Qasrawi, Hisham

CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS

Volume: 54 Pages: 298-304 Published: MAR 15 2014

Strength prediction model and methods for improving recycledaggregate concrete

13 By: Younis, Khaleel H.; Pilakoutas, Kypros

CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS

Volume: 49 Pages: 688-701 Published: DEC 2013

Influence of moisture conditioning of recycled aggregates on the properties of fresh and hardened concrete

14 By: Mefteh, Houria; Kebaili, Oussama; Oucief, Hocine; et al.

JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION

Volume: 54 Pages: 282-288 Published: SEP 1 2013

15 **Closed-loop recycling of recycled concrete aggregates**

By: Marie, Iqbal; Quiasrawi, Hisham

JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION

Volume: 37 Pages: 243-248 Published: DEC 2012

16 **Influence of recycled sand and gravel on the rheological and mechanical characteristic of concrete**

By: Tahar, Zine-el-abidine; Kadri, El Hadj; Tien-Tung Ngo; et al.

JOURNAL OF ADHESION SCIENCE AND TECHNOLOGY

Volume: 30 Issue: 4 Pages: 392-411 Published: FEB 16 2016

17 **Assessing the effects of recycled asphalt pavement materials on the performance of roller compacted concrete** ; By: Settari, Chafika; Debieb, Farid; Kadri, El. Hadj; et al. CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS ; Volume: 101 Pages: 617-621 Part: 1 Published: DEC 30 2015.

18 **Failure characteristics of self-compacting concretes made with recycled aggregates**

By: Gesoglu, Mehmet; Guneyisi, Erhan; Oz, Hatice Oznur; et al.

CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS Volume: 98 Pages: 334- 344 Published: NOV 15 2015

19 **Shear-Friction Behavior of Recycled and Natural Aggregate Concrete-An Experimental Investigation**

By: Rahal, Khaldoun N.; Al-Khaleefi, Abdul-Lateef

ACI STRUCTURAL JOURNAL Volume: 112 Issue: 6 Pages: 725-733 Published: NOV-DEC 2015

20 **Effect of Recycled Coarse Aggregate Type on Concrete**

By: Abdulla, Nwzad Abduljabar

JOURNAL OF MATERIALS IN CIVIL ENGINEERING

Volume: 27 Issue: 10 Article Number: 04014273 Published: OCT 2015

بريد الكاتب الإلكتروني: mmr@arsco.org