استراتيجيات تدوير وإعادة استخدام مخلفات الهدم والتخلص من الركام البيتوني

م. نور محمود المرعي[1]
أ. د.غسان برجس عبود[2]

الملخص

بسبب الحاجة الملحّة إلى إعادة الإعمار في كثير من المدن المدمرة بفعل الأوضاع الاستثنائية التي تمر بها البلاد كان من الضروري التفكير في كيفية التخلص من مخلفات الهدم كونها تؤثر سلباً على البيئة المحيطة إضافة إلى الكلفة الاقتصادية الباهظة في حال نقلها وازالتها من تلك المناطق، وبالتالي يعتبر تدوير وإعادة استخدام المخلفات الناتجة عن الهدم والركام البيتوني بشكل خاص هو الحل الأمثل والأساس الذي يجب أن تطبق عليه المشروعات التنموية والعمرانية للوصول إلى مواد بناء تلبي المتطلبات المعمارية وتكون ذات أداء جيد تساعد على نهوض المدن والقرى المهدمة واعادة بناءها بشكل أسرع.

وبناءً على ماسبق فقد بدأت الدراسة بفهم مبسط لعملية إدارة مخلفات الهدم وفوائد وصعوبات تدوير وإعادة استخدام تلك المخلفات والعوامل التي تؤثر على تلك العملية.

ومن ثم تطرق البحث إلى تطوير إدارة تدوير وإعادة استخدام مخلفات الهدم وآلية العمل الواجب إجراؤها لاعادة الاستخدام لتلك المخلفات بالشكل التي يتطلبه كل موقع وحسب الظروف المكانية والزمانية والاقتصادية، بالاضافة إلى وضع الطرق التي تخدم اعادة استخدام وتدوير مخلفات الهدم والتعمق بها لمعرفة طرقها وفوائدها ومساوئها.

وبنهاية المطاف تم التوصل الى طرق ادارة الركام البيتوني بشكل خاص وتحويله لمنتجات فعالة على المستوى المكاني من خلال تحليل تواجده بالموقع وتقنيات العمل بالركام للوصول الى منتج بالامكان استخدامه في اعادة الاعمار.ومن خلال ما ذكر تم تحديد استراتيجيات لاعادة استخدام الركام البيتوني حسب المتطلبات المعمارية وذلك ضمن الموقع من خلال عدة أنظمة ممكن إعادة التفكير بها لوضعها ضمن خدمة إعادة استخدام الركام بوضعه الحالي دون الحاجة لتحويله في عدة عمليات معقدة وذات كلفة اقتصادية كبيرة.

الكلمات المفتاحية: الركام البيتوني– مخلفات الهدم– الأحجار ضمن الأقفاص– حصويات معاد تدويرها

[1] طالبة دكتوراه في قسم علوم البناء والتنفيذ، كلية الهندسة المعمارية، جامعة دمشق.

[2] أستاذ في قسم علوم البناء والتنفيذ، كلية الهندسة المعمارية،جامعة دمشق

Strategies for recycling and reusing demolition waste and disposal of concrete aggregates

A.Noor Mahmood al-Meraie[(1)]

Ph.A.Gassan Aboud[(2)]

Abstract

Because of the urgent need for reconstruction in many of the destroyed cities due to the exceptional conditions that the country is going through, it was necessary to think about how to get rid of demolition waste, as it negatively affects the surrounding environment in addition to the high economic cost in the event of its transportation and removal from those areas. Reusing the waste resulting from demolition and concrete aggregates in particular is the ideal solution and the basis on which development and urban projects must be applied to reach building materials that meet architectural requirements and have good performance that help in the advancement of destroyed cities and villages and rebuild them faster.

Based on the foregoing, the study began with a simplified understanding of the demolition waste management process, the benefits and difficulties of recycling and reusing that waste, and the factors affecting that process.

Then the research touched on the development of the management of recycling and re-use of demolition waste and the mechanism of work that must be done to re-use that waste in the manner required by each site and according to the spatial, temporal and economic conditions, in addition to setting up policies that serve the reuse and recycling of demolition waste and delving into it to find out its methods, benefits and disadvantages.

In the end, the methods of managing the concrete aggregate in particular and converting it into effective products at the spatial level were reached by analyzing its presence on the site and the techniques of working with the rubble to reach a product that can be used in reconstruction. And through what was mentioned, strategies were identified to reuse the concrete according to the architectural requirements, within The site through several systems that can be rethought to put it within the service of reusing the rubble in its current state without the need to convert it into several complex operations with great economic cost..

Key word: Concrete aggregate - demolition waste – Gabion wall - recycled gravel

[(1)] PhD student in Faculty of Architecture, University of Damascus.

[(2)] Professor in Faculty of Architecture, University of Damascus.

المقدمة:

أصبح إعادة استخدام وتدوير الركام البيتوني الناتج عن أعمال الهدم لإنتاج مواد جديدة توجّهاً عالمياً يحظى باهتمام بالغ وخاصة في الدول المتقدمة التي قطعت شوطاً واسعاً في عملية التدوير وإعادة الاستخدام لمكونات الإسمنت لما في ذلك من فوائد مهمة من خلال توفير المواد الخام وتقليل استهلاك الطاقة والانبعاث الحراري.

أما في معظم الدول النامية ومنها الدول العربية، فلم تعط هذه القضية الاهتمام الكافي حتى الآن، وغالباً ما يكون مصير هذه المخلفات للطمر أو في وضعها في مكبات بشكل غير قانوني. تمثل مخلفات الهدم حوالي 60 –75% من مجموع المخلفات الصلبة بشكل عام في العالم حيث التوسع العمراني وتأسيس البنى التحتية في كثير من المدن، بالإضافة إلى الحاجة الملحّة إلى إعادة الإعمار في كثير من المدن المدمرة بفعل الأوضاع الاستثنائية التي تمر بها البلاد. 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.

إشكالية البحث:

تتطلب الأزمة الراهنة إدارة طرق ووضع خطط لألية تدوير وإعادة استخدام نفايات الهدم بشكل عام والركام البيتوني بشكل خاص للوصول لمواد بناء واكساء تساعد بإعادة الإعمار بشكل أسرع وكلفة اقتصادية أقل، اضافة لذلك قلة ومحدودية الدراسات المطبقة على تلك النفايات لاستخدامها بالأعمال المعمارية وحصر تلك الدراسات للأعمال الانشائية فقط.

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى تحديد الاستراتيجية الأمثل لإعادة تدوير مخلفات الهدم بشكل عام والركام البيتوني بشكل خاص وربطها مع المتطلبات المعمارية ضمن معطيات الواقع المحلي في الجمهورية العربية السورية.

منهجية البحث:

اعتمدت منهجية البحث على رصد وتحليل المعلومات حول كيفية إدارة مخلفات الهدم وأساليب استخدامها وإعادة تدويرها واسقاطها على المتطلبات المعمارية لإعادة بناء الأبنية المهدمة.

1- مدخل إلى إدارة مخلفات الهدم.

تعتبر مخلفات الهدم مخلفات صلبة غير خطرة تتولد من نشاط البناء والصيانة وهدم المنشآت والأبنية، الطرق والجسور، إنشاء الصرف الصحي وهذه المخلفات تختلف من موقع بناء إلى آخر، ومن ناحية أخرى من الممكن تواجد مواد خطرة وخاصة في حال الحروب كالألغام.

1-1- عملية إدارة مخلفات الهدم[1-13]

إن إدارة مخلفات الهدم تعني تدوير وإعادة استخدام هذه المخلفات بطريقة ممكن الاستفادة منها في الأعمال الانشائية والمعمارية وتعتبر أحد أكبر مكونات التنمية المستدامة.

- يتنوع تركيب المخلفات الخاصة بالبناء والهدم بشكل ملحوظ بالاعتماد على نوع المشروع والذي تتولد منه فعلى سبيل المثال : تحتوي الأنقاض الناتجة عن الأبنية القديمة على الجص واللبن والخشب وأنابيب رصاصية للصرف الصحي بينما من المحتمل أن تحوي أنقاض المباني الحديثة على كمية ملحوظة من البلاستيك والمعادن والألواح الجصية الجاهزة.

- وحسب وكالة حماية البيئية الامريكية فإن نسب مواد المكونة في مخلفات الهدم تكون على الشكل التالي[13]:

خرسانة وكسر حجارة	%50-40
خشب	%30-20
قواطع جاهزة	%15-5
اسفلت	%10-1
معادن	%5-1
بلاستيك	%5-1

2-1 فوائد ومعوقات استخدام وإعادة تدوير مخلفات الهدم:

لابد من وجود مميزات وصعوبات لكل عمل من الأعمال الانشائية والمعمارية وخصيصاً للأعمال التي تظهر نتيجة وضع استثنائي كالوضع التي تمر به المدن والقرى السورية التي تحوي على كميات كبيرة من نفايات الهدم وخصيصاً الركام البيتوني، وبالتالي من الواجب تحديد الفوائد المرجوة والمشاكل المتوقعة لتوضيح تلك العمليات لدى المجتمع المحلي بشكل خاص وأصحاب القرار بشكل عام.

1-2-1-الفوائد المتوقعة من إعادة استخدام مخلفات الهدم:[2-5-6]

يعتبر إعادة تدوير مخلفات الهدم مهماً جداً مما له فوائد ومنافع كبيرة وخصوصاًعلى الصعيد البيئي والاقتصادي وتتجسد هذه الفوائد بالنقاط التالية:

1-تقليل من تكاليف النقل إلى مدافن المخلفات(المكبات – المطامر) وتكلفة الأيدي العاملة للنقل والترحيل.

2-تقليل استخدام الموارد الطبيعية والتأثيرات السلبية على البيئة.

3-من الممكن أن تتولد منتجات يمكن بيعها مكونة من مخلفات بيتونية بشكل بسيط لحد ما أو من مخلفات أخرى كالحديد والألمنيوم والبلاستيك وهو شائع جداً بما يحقق من أرباح مادية.

4-محدودية المساحات المخصصة لمواقع رمي نفايات الهدم وبالتالي الحفاظ على البيئة والمساحات التي من الممكن أن تستغل بمرافق أخرى.

1-2-2-معوقات إعادة التدوير لمخلفات الهدم:[5-7]

1-صعوبة جلب المعدات وكفاءة المشغلين، حيث في بعض الأحيان نحتاج إلى يد عاملة خبيرة أو تدريب فريق العمل وهذه يتطلب مجهوداً كبيراً ومدة زمنية طويلة.

2-تحتاج لكلفة كبيرة نسبياً من خلال توريد المعدات اللازمة لإعادة التدوير.

3-عدم وجود دراسات متكاملة تربط بين الوضع الاقتصادي والمعدات والتجهيزات اللازمة لإعادة الاستخدام والتدوير المفروض تطبيقها.

4-عدم تقبل المجتمع المحلي لفكرة إعادة التدوير وعدم وجود جهات ترعى هذا الأسلوب من العمل.

2-تطوير إدارة تدوير وإعادة استخدام مخلفات الهدم:

تتطلب إدارة مخلفات الهدم جهوداً حثيثة للوصول إلى خطة وآلية للعمل للتخلص منها من خلال الاستفادة من المواد بإعادة استخدامها وتدويرها أو استردادها واسترجاعها بطرق وسياسات على جميع الأصعدة من حكومات ومؤسسات وأفراد، تهتم بالكلفة الاقتصادية للمشروع ومدى كفائته وجودة المواد المنتجة بالدرجة الأولى وتنظيف الموقع من خلال التخلص من تلك النفايات بالدرجة الثانية

للإتاحة لعملية إعادة الإعمار بالحركة بشكل أسرع وإعادة الحياة للمواقع المهدمة كونها العائق الأساسي لعملية إعادة البناء.

2-1- الخطط المتبعة لإعادة استخدام وتدوير مخلفات الهدم {15-14-5}:

تقسم المخلفات الانشائية "مخلفات الهدم" إلى ثلاثة أصناف

مخلفات معدنية وبلاستيكية وخشبية.

- مخلفات تسوية المنسوب(التربة).
- الركام البيتوني ويعتبر مخلفات هامدة غير نشطة.

يجب الوضع بالحسبان أن كل الخيارات ممكن تعديلها لتناسب الاحتياجات الخاصة وعليه بالإمكان خلق عمليات جديدة تناسب الزمان والمكان والعوامل التي تتطلب التعديل، ومن العمليات المحتملة لإدارة هذه النفايات:

2-2-1- تقليل كمية مخلفات الهدم ضمن الموقع :

<u>الطريقة:</u>

يتم تنظيف الموقع من المواد التي يتوجب ترحيلها للمطامر والأشجار المتقطعة. ومن الممكن البدء بفرز مخلفات الهدم لترحيلها إلى الأماكن الموصى بها، وبالتالي سيتم تقسيم الموقع إلى عدة قطاعات لفصل وفرز مخلفات الهدم والتخلص منها حسب الخطة المرجوة.

كما بالإمكان تحسين الدراسة الخاصة بتعديل منسوب الأرض لاختصار أكبر كمية ممكنة من كمية التربة المراد التخلص منها وإعادة تنفيذها ضمن الموقع.

الفوائد الرئيسية لهذه العملية:

- تعتمد هذه العملية على توفير في الكلفة الاقتصادية نتيجة قلة كلفة المواد وأجور اليد العاملة.
- التقليل من أجور النقل بسبب استخدام ثاني أهم مخلفات بالموقع "طبقة التربة" ضمنه بدون الحاجة إلى نقله للمكبات.
- التخلص من مخلفات الهدم بشكل أسرع من خلال عملية الفصل والفرز.
- يعمل تقسيم الموقع لعدة قطاعات إلى التسريع بإعادة البناء في القطاع المعد للبناء حسب المخطط المقدم من قبل المعماري.

مساوئ العملية :

- الكلفة المستقطعة من المشتري فمن الممكن أن تكون أقل بكثير من الكلفة المطلوبة.
- توفير فنيين للأعمال الزراعية ولمراقبة العمل.

2-2-2- إعادة الاستخدام لمخلفات الهدم:

الطريقة:

من الممكن إعادة استخدام المواد التي من الممكن استردادها مثل الفرش الثابت كالمغاسل وخزن المطابخ...الخ والألمنيوم والحديد والخشب والبلاستيك.

وأيضا بالامكان إعادة استخدام الكتل البيتونية الكبيرة التي تتجاوز أقطارها 30سم في أعمال البناء للجدران أما الكتل الأخرى فيمكن تحطيمها إلى حصويات بأقطار مختلفة تستخدم في الرصف الطرقي وأعمال أخرى. أما بالنسبة للمواد الطينية فيمكن إعادة استخدامها كمواد لملئ الأسقف مثلاً "حشوات".

الفوائد الرئيسية لهذه العملية:

- توفير كلفة التخلص من المواد ونقلها إلى المكبات.
- التقليل من الكلفة الأولية للبناء الجديد وخاصة في حال استخدام المواد المستردة من مخلفات الهدم.
- تشجيع كفاءة الاستخدام في المواد المستردة كما هي دون الحاجة لتمريرها ضمن عمليات تقنية ذات كلفة عالية.

مساوئ العملية:

إن أهم صعوبة قد تواجهها هذه العملية هي تدريب طاقم العمل كونها تحتاج إلى متخصصين بفك المواد المطلوب استردادها بطرق حرفية دقيقة للحصول عليها بالشكل المطلوب وبدون أية عيوب وقدرتهم على إعادة تشغيلها ضمن العمليات المطلوبة.

2-2-3- عملية استرداد المواد الموجودة في مخلفات الهدم:

الطريقة:

يتم في هذه العملية فصل المواد المطلوبة من مخلفات الهدم لإعادة استخدامها، ويتم ذلك عن طريق وضع كل مادة ضمن قطاع مخصص لها ضمن الموقع بحيث يتواجد في هذا الموقع حاويات لنقلها للمكان المخصص.

الفوائد الرئيسية لهذه العملية:

لاتحتاج عملية الفصل والنقل لأيدي عاملة خبيرة وبالتالي يحتاج فريق العمل لتدريب قليل للانتقاء والنقل.

مساوئ العملية:

من خلال عملية استرداد المواد يتم الانتقاص من قيمة المواد كونها معرضة للتخريب أثناء الفصل والنقل ووجود شوائب ضمن المواد المستردة.

2-2-4- عملية فرز مخلفات الهدم ضمن موقع العمل:

الطريقة:

بالبداية يتم تقسيم الموقع إلى قطاعات وتحديد أحدها لوضع كل نوع من المخلفات على حدى، ومن ثم يتم تجهيز حاويات لنقل كل المواد المطلوب تدويرها.

ويعتبر طاقم العمل هو المسؤول عن وضع المواد في الحاويات الخاصة لكل مادة والتأكد من جاهزيتها.

الفوائد الرئيسية لهذه العملية:

تضيف هذه العملية قيمة أعلى للمواد المعاد تدويرها كون تم فرزها بالشكل المطلوب والتخلص من الشوائب داخلها. وتحدد هذه العملية نوعية المشتريين لهذه المخلفات كونها فرزت ضمن حاويات مخصصة يتم نقلها للوجهة المطلوبة. ومن خلال عملية الفرز لمخلفات الهدم يتم جدولة جميع أنواع المخلفات الموجودة في الموقع، وبالتالي يتم وضع هذه المخلفات ونقلها حسب الحاجة للموقع أو لخارج الموقع.

مساوئ العملية:

تتطلب عملية الفرز لتدريب أكثر لطاقم العمل كونه يتم الفرز بعناية لحماية المادة من التخريب وازالة الشوائب العالقة. كما تحتاج العملية إلى حاويات كثيرة لضمان عملية الفرز بالشكل الأمثل.

كمايؤدي تلوث وتخريب قسم من المواد وعدم القدرة على ازالة الشوائب منها بشكل كامل إلى التقليل من قيمتها الشرائية والتسويقية.

2-2-5- سياسة استرجاع المخلفات إلى الجهة المصنعة:

الطريقة:

يمكن أن تسترجع الجهة المصنعة مخلفاتها من مخلفات الهدم، حيث تمثل مخلفات الألمينوم والحديد والأثاث الحصة الأكبر في إمكانية استعادة موادها إلى الجهة المصنعة ليعاد تدويرها للحصول على منتج جديد كونها الجهة الوحيدة التي تستطيع إعادة تدويرها ضمن خط الإنتاج لديها.

الفوائد الرئيسية لهذه العملية:

يتم من خلال هذه العملية تقليل مخلفات الموقع وكلفة النقل التي من الممكن أن تتكفل بنقلها الجهة المصنعة وبالتالي تتحمل القيمة المالية لأجور النقل والأيدي العاملة. كما يلقى مسؤولية جودة المواد المعاد تدويرها وعمليات الفصل والفرز والنقل على الجهة المصنعة.

مساوئ العملية :

عادة ما تتضمن عملية استرجاع المواد للجهات المصنعة لكميات كبيرة فقط ويجب أن تكون جودتها ذات قيمة عالية نسبياً من خلال عملية الفرز والفصل في حال القاء هذه المهمة على طاقم العمل الموجود في الموقع لتخفيف العبء المالي على الجهة المصنعة.

3-استراتيجيات إعادة استخدام الركام البيتوني للمتطلبات المعمارية الراهنة.

من الممكن إعادة استخدام الركام البيتوني ضمن الموقع من خلال عدة أنظمة ممكن إعادة التفكير بها لوضعها ضمن خدمة إعادة استخدام الركام بوضعه الحالي دون الحاجة لتحويله في عدة عمليات معقدة وذات كلفة اقتصادية كبيرة، أي من الممكن استخدامه بعد الفرز والتنظيف وتكسيره ضمن الكسارات المتواجدة في السوق المحلية وذلك حسب الأقطار المطلوبة.

3-1-نظام Gabion wall :{3-6-11}

بدايةً تم اعتماد هذا المبدأ كنظام للمواقع العامة land scape ومن ثم كجدران استنادية كمظهر للجدران العشوائية والاختلاف الواضح بين ألوان وملمس الكتل البيتونية أو الصخرية والضوء والظل التي تشكله فيما بينها ويعتبر نموذجاً جديداً في الشكل المعماري المتميز.

الفكرة المعمارية لهذه الجدران هو التخلص من المخلفات البيتونية ضمن الموقع وبأقل كلفة ممكنة حيث يمكن تعبئة هذه الأقفاص إما بأحجار من الموقع أو مخلفات بيتونية وهي ذات كلفة منخفضة للتكسير والتعبئة كونها تنفذ بأيدي عاملة لقاطني المكان وبدون الحاجة إلى معدات وآليات ضخمة.

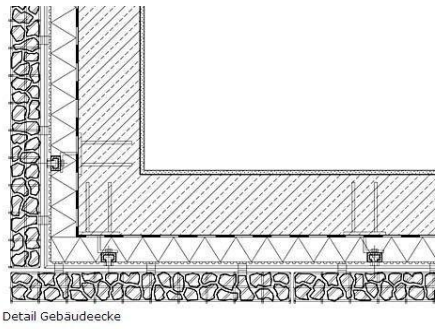
يمكن أن يصل قطر الركام المراد تعبئته حتى 30 سم، وبالتالي نكون قد أضفنا وفورات على الكلف الاقتصادية الناشئة عن عملية التحطيم الآلي والتخلص من مشاكل بيئية للمنطقة المستهدفة.

تكمن تطبيقات الركام ضمن الأقفاص gabion wall في عدة اتجاهات سنذكر منها التالي:

1- استخدام نظام الركام ضمن الأقفاص gabion wallكمادة اكساء خارجية :

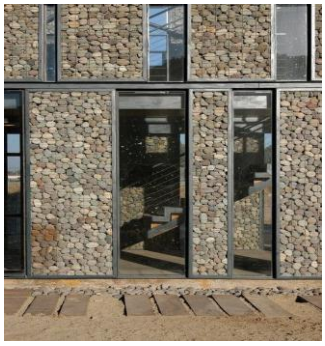
يمكن استخدام هذا النظام كمادة اكساء خارجي بحيث من الممكن أن تطبق على أقفاص بأبعاد صغيرة وملئها بركام ذات أقطار متوسطة الحجم كما هو مبين في الصورة رقم/ 1/.

الشكل(1) تبين استخدام gabion wall للإكساء الخارجي بأبعاد صغيرة للقفص



مخطط (1) يبين آلية تثبيت gabion wall للاكساء الخارجي

ومن الممكن استخدامها بأبعاد تصل إلى ارتفاع الطابق كامل كما هو موضح في الصورة رقم/2/ وتعطي كلا الحالتين شكلاً جديداً ومظهراً مختلفاً للمباني مغاير لأنظمة الاكساء المعتمدة لدينا في البيئة المحلية.

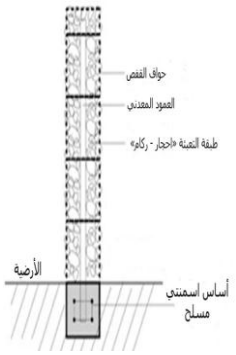


الشكل (2) تبين استخدام gabion wall للاكساء الخارجي بأبعاد كبيرة للقفص.

2- استخدام نظام الركام ضمن الأقفاص gabion wallكعناصر انشائية حاملة :

بالإمكان استخدام هذا النظام كجدران حاملة للمباني ذات ارتفاع الطابق الواحد أو كأعمدة حاملة للمظلات أو سطح أخير فقط كونها تطبق بسماكات تصل إلى 40 سم وتستطيع فقط حمل وزنها الذاتي وحمولات بسيطة مطبقة عليها. ونذكر من الأعمال التي تمت بهذه الطريقة فندق في جزيرة IOS في اليونان[12] حيث تم إعادة تأهيل الفندق الموجود على الجزيرة بالركام المحيط بها وتم بناء جدران حاملة لغرف النزلاء بالاضافة إلى أعمدة مكونة من قفص بأبعاد العمود المقترح موضوع بداخله ركام من الموقع المحيط وذلك لتحميل المظلات المحيطة بغرف النزلاء.

الشكل (3) تبين استخدام gabion wall كعناصر انشائية حاملة



مخطط (2) تبين مقطع في عمود مكون من الركام ضمن الأقفاص

كما نذكر تجربة هايتي[8] في إعادة بناء المدينة بعدما خلف الزلزال حوالي 3 مليون م 3 من نفايات الهدم.

بدأ العمل بمطلع عام 2012 وذلك بتنفيذ جدارن من أقفاص سلكية معدنية مبطنة بشبك عين دجاج ومن ثم تم وضع الركام البيتوني، حيث كانت أبعاد القفص 60*30*30 سم وتم وصل الأسلاك مع بعضها البعض بالاتجاه الشاقولي والأفقي لتعزيز القوة والمتانة بين القفص والذي يليه من خلال أسلاك ملولبة بقطر 12 ملم على طول 200 سم.

تم العمل بنسبة ثابتة على كامل الجدران بحيث يكون نسبة الطول للعرض 1:3 ونسبة الطول للارتفاع 1:1.

أعطت هذه المنازل قيمة مضافة للمكان من خلال إعطاء القاطنين الأمان والحماية من السكن الجديد وذلك بسبب سماكة الجدار الكبير والمتلاصق مع المنازل المجاورة التي وصلت لحدود 40 سم.

3- استخدام نظام الركام ضمن الأقفاص gabion wallلأسوار المباني والمواقع العامة{8-6-3} :

بدأ ظهور تنفيذ نظام GABION WALL بالمواقع العامة والحدائق كأسوار للحدائق بارتفاعات منخفضةلامكانية الانسجام مع الطبيعة والموقع بشكل عام وعدم حجب الرؤية.

تحولت الفكرة التصميمية من أقفاص ذات شكل متوازي مستطيلات إلى جدران بأشكال منحنية أو دائرية منخفضة الارتفاع للاحتفاظ بالرؤية المحيطة ويمكن أن تكون خليطاً من خطوط مستقيمة مع أشكال منحنية للسياج ضمن الموقع العام للمنزل أو الموقع العام.

الشكل (4) تبين استخدام gabion wall كسور للمباني

صورة (5) تبين استخدام gabion wall كسور منخفض الارتفاع وبشكل منحني

4- استخدام نظام الركام ضمن الأقفاص gabion wallللتصميم العمراني (الخارجي) :

تطرق تنفيذ هذا النظام في عمليات الفرش العمراني من مقاعد وطاولات للاستعمال الخارجي وأحواض زراعية ونصب دلالية أو تذكارية للمكان.

فمن الممكن استخدام هذه الطريقة ضمن الحدائق العامة والخاصة والزام هذه الطريقة ضمن المدن المهدمة من خلال تشريعات مناسبة للاستفادة قدر الامكان من تلك النفايات والانتهاء منها بشكل كامل بصبغة جديدة ومبتكرة تساعد على تشكيل رؤية جديدة للمدن بمنظار مواد متوفرة في المكان

الشكل (6) تبين استخدام gabion wall كنصب دلالي

صورة (7) تبين استخدام gabion wall كحوض للنباتات

الشكل (8) تبين استخدام gabion wall كفرش خارجي

5- استخدام نظام الركام ضمن الأقفاص gabion wallفي التصميم الداخلي:

توجهت الأنظار باستعمال نظام الركام ضمن الأقفاص إلى الاستعمالات الداخلية في التصميم الداخلي ولاقت رواجاً واسعاً لذلك مما تضفيه من صبغة مبتكرة والاحساس ببساطة المكان والانتماء للمحيط ونذكر مثالاً عنه مقهى أتو في كوريا الجنوبية [8]الذي عمل على وضع لمسات بسيطة ضمن هذا المقهى بواسطة نظام GABION WALL كما هو موضح بالصورة رقم /9/.

الشكل (9) تبين استخدام gabion wall في التصميم الداخلي

4-2- استخدام الركام البيتوني في الأعمال المعمارية.

من الضروري ادراج الركام البيتوني الناعم والخشن في عدة أعمال معمارية وهي متتمة لأعمال الاكساء الخارجي والداخلي للمباني، حيث تتيح عملية استبدال المواد البكر بالمواد المعاد تدويرها خاصة للحصويات الطبيعية وفورات اقتصادية في احضارات المواد لتنفيذ الأعمال المعمارية والتخلص من الركام البيتوني بشكل بسيط والحفاظ على الموارد الطبيعية قدر الامكان.

ويمكن أن تصنف هذه الاستخدامات على النحو التالي:

1- استخدام الركام البيتوني في الأعمال المعمارية ضمن طبقات الأرضيات للمباني:

يمكن استخدام الركام البيتوني الذي يزيد قطره عن 15سم لطبقة البلوكاج في اكساء الأرضيات السفلية.

كما يمكن استخدام الركام في أعمال تسوية ميول الأرضيات تحت طبقة البلاط وذلك حسب الأقطار اللازمة لذلك، مع الأخذ بعين الاعتبار قابلية امتصاصها للماء الذي يؤدي إلى تشقق وانكماش في الطبقة المنفذة.

2- استخدام الركام البيتوني في الأعمال المعمارية ضمن طبقات الأرضيات للمواقع العامة:

بالامكان استخدام الركام البيتوني بكافة أحجامه في عملية تسوية المنسوب ضمن المواقع العامة والحدائق وذلك حسب التصميم المقترح من قبل المعماري، بالاضافة لذلك نستطيع جلب التربة الموجودة ضمن نفايات الهدم التي من الممكن أن تلحق بهذا البند لتنفيذيها بالمكان المطلوب.

كما من الممكن استخدام الركام البيتوني على شكل حصويات بأقطار تتراوح من 2 إلى 4 سم في الأعمال التزينية كبديل عن الحصويات الطبيعية بما لها من ألوان مختلفة ممكن انتقاءها حسب التصميم المطلوب.

3- استخدام الركام البيتوني في الأعمال المعمارية ضمن مكونات الطينة للجدران الداخلية والخارجية والأرضيات الداخلية:

يمكن استخدام المسحوق الناعم بدلاً من الرمل الطبيعي ومع ذلك يمكن أن يؤثر محتوى الخلطة على قابلية التشغيل والقوة والانكماش بسبب ارتفاع امتصاص الماء والذي يمكن أن يزيد من خطر التكسير والانكماش الجاف، ولذلك من الواجب البدء بدراسات عملية لمعرفة النسبة الممكنة ادخالها من المواد المعاد تدويرها للخلطات لتلافي حدوث أية مشكلة تنفيذية والوصول إلى جودة عالية بالتنفيذ.

4- استخدام الركام البيتوني في الأعمال المعمارية ضمن تعبئة الفراغات:

بالامكان استخدام الركام الخشن في أعمال تعبئة الفراغات الناشئة إن كانت على شكل حصويات متوسطة الحجم لتعبئة الفراغات الكبيرة أو ضمن الخلطات المستعملة لملئ الفراغات وذلك ضمن أعمال الاكساء، وبالتالي تخفف أيضاً من التكاليف الاقتصادية على المشروع.

النتائج والتوصيات:

1- التوصل لإعادة استخدام مخلفات الهدم بشكل شبه كامل دون الحاجة لنقلها إلى المطمر بطرق بسيطة وذات كلف منخفضة نسبياً.

2- يمكن تلخيص الاستفادة من نفايات الهدم حسب المتطلبات المعمارية من خلال الجدول التالي:

جدول رقم (1) يوضح امكانيات استخدام نفايات الهدم للمتطلبات المعمارية

المادة المستهدفة	طريقة المعالجة	المواد المطلوبة للمتطلبات المعمارية	امكانية توفرها في سورية
المنيوم	إعادة تدوير ضمن مصانع الألمنيوم	منجور معدني (نوافذ وأبواب)- صفائح للاكساء الخارجي- عناصر للتصميم الداخلي	متاحة
الحديد	إعادة تدوير ضمن مصانع الحديد والصلب	شبكات التقوية والتحميل لمواد اكساء الواجهات- عناصر تدعيمية- عناصر للتصميم الداخلي والخارجي	متاحة
البلاستيك	إعادة تدوير ضمن مصانع البلاستيك	خزن المطابخ -اكساءات خارجية للأسقف - أعمال التصميم الداخلي	متاحة
الركام البيتوني	ضمن الموقع	سيتم ذكره في الجدول رقم 2	متاحة

3- تساعد عملية تدوير نفايات الهدم إلى وفورات اقتصادية في كلفة المواد المستخدمة في اكساء المباني وخاصة المواد الداخل بها المواد المعدنية (كالمنجور المعدني- شبكات التقوية المعدنية لتحميل مواد الاكساء) كون المواد الأولية في صناعتها ذات كلفة شبه معدومة كونها من النفايات، اضافة لذلك تؤمن للصناعة المحلية مواد أولية التي أصبح من الصعوبة توافرها بسبب الحصار الاقتصادي الذي نعاني منه.

4-بالامكان الاستفادة من الركام البيتوني بشكل كامل وحسب كل حجم بعد آلية التحطيم المتوفرة في سورية وذلك حسب الجدول التالي:

جدول رقم (2) يوضح امكانيات استخدام نفايات الهدم للمتطلبات المعمارية

حجم الركام البيتوني	امكانية الاستعمال
عناصر أكبر من 40سم	أحجار رصف /بلوكاج.
عناصر بقطر 7-40 سم	أحجار رصف – نظام gabion wall- للجدران الحاملة وغير الحاملة وأعمال التصميم الخارجي وأسوار المباني –مصدات أمواج- مياه الانهار –بلوكاج تحت الأرضيات في الأعمال المعمارية لتسوية المناسيب
أقل من 5سم	طبقة ما تحت الأساس للطرق- نظام GABION WALL
أقل من 4سم	حصويات خشنة في الخلطات الاسفلتية والخرسانية والأعمال المعمارية (طبقات تحت طبقات الاكساء للأرضيات)
مسحوق رملي	مادة للملئ في الخلطات الاسمنتية المتممة للأعمال المعمارية(طينة اسمنتية للجدران – روبة للبلاط – مونة اسمنتية للتبليط)

5-تتحقق زيادة الثقة في عملية إدارة مخلفات الهدم وفي جودة المواد المعاد تدويرها من خلال:

- تحسين تحديد المخلفات وفصل المصادر وجمعها.
- تحسين المكان اللوجستي لنفايات الهدم.
- تحسين معالجة نفايات الهدم وخاصة المخلفات البيتونية.
- إدارة الجودة.

6-الافتقار إلى الثقة في جودة المواد المعاد تدويرها وعدم ادراك المخاطر الصحية المحتملة للعمال الذين يستخدمون المواد المعاد تدويرها مما يؤدي إلى تقليل وتقييد الطلب على المواد المعاد تدويرها ويعيق تطوير إدارة مخلفات الهدم وإعادة التدويرها.

7-التأكيد على وضع استراتيجية شاملة لكل منطقة لمخلفات الهدم الخاصة بها وإعادة استخدامها ضمن الموقع.

8-تشجيع أصحاب المصلحة والجهات المعنية وذوي الاختصاص على اتخاذ خطوات عملية تتمثل في:

- تحديد وقياس الآثار البيئية المرتبطة بالتخلص والقاء مخلفات الهدم.
- وضع الأطر القانونية والموارد المالية وإعداد القوى البشرية المدربة لتعزيز الإدارة المستدامة لمخلفات الهدم والركام البيتوني بشكل خاص.
- وضع تشريعات لتقليل تلك المخلفات وإعادة استخدامها وتدويرها بدلاً من التخلص النهائي منها في مدافن ومكبات المخلفات.

References المراجع

1- AXIS, Koji Sakai ,the new century of concrete technologies ,introduction of environmental, Kagawa University, Japan 2008.

2- Environmental Guideline on Demolition of buildings, no 6,2017

3- Gwyneth Newman Leigh, international Asla, The rock, Sydney.

4- H. McWilliams, C.T. Griffin, A critical assessment of concrete and masonry structures for reconstruction after seismic events in developing countries, Portland State University, Portland, Oregon, United States, 2010.

5- Hurley, J.W., McGrath, C., Fletcher, S.L. and Bowes, H., Deconstruction and re-use of construction materials. BR418. CRC Ltd., London.

6- Cited in WRAP 2003 A Strategy for construction, demolition and excavation waste recycled aggregates, Banbury, WRAP, 201.

7- Jianzhuang ,Xiao- Long, Li ,Review on Recycled Aggregate Concrete in the Past 15 Years in China, Department of Building Engineering, Tongji University, Shanghai, 200092, P.R. China.

8- Regan Potangaroa , THE GABION HOUSE REVISITED., Department of Architecture, UNITEC, New Zealand.

9- www.enviromeshgabions.com،p15-18-20-23, Garner Street Business Park, Etruria, Stoke-on-Trent, Staffordshire, ST4 7BH.

10- www.pursuitist.com/seouls-unforgettable-stone-cage-wall-display-at-cafe-ato.

11- www.gabionbaskets.co.uk.

12- www.contemporist.com/a-2-star-hotel-in-greece-has-been-transformed-into-a-4-star-boutique-hotel.

13- Yomg, P.C. & Teo, ,UNIMAS E-Journal of Civil Engineering, Utilization of Recycled Aggregates as coarse Aggregate in Concrete University Malaysia Sarawak, Sarawak, Malaysia, Vol. 1: issue 1 / August 2009, P355.

14-الساعدي، م.عبدالله محمد، إعادة استخدام مخلفات المواد، درنة، ليبيا،2018.

15-عبد نور.علي فيصل،غليم.صلاح مهدي، إدارة المخلفات الانشائية، وزارة البيئة، قسم إدارة المخلفات الصلبة،2006،ص4~8.

Received	2021/6/29	إيداع البحث
Accepted for Publ.	2021/8/24	قبول البحث للنشر