نظام مقترح للإدارة البيئية لمخلفات البناء والهدم

د. عبد الحكيم بنود* و د.فاطمة الصالح**

*** قسم الهندسة البيئية في كلية الهندسة المدنية بجامعة حلب**

**** قسم هندسة المواصلات والنقل في كلية الهندسة المدنية بجامعة حلب**

الملخص

تصنف أعمال الإنشاء على أنها إحدى الأعمال التي تستهلك كمية كبيرة من الموارد الطبيعية وتنتج كميات كبيرة من المخلفات. وتشكل مخلفات البناء والهدم نسبة مهمة من مجمل النفايات البلدية. ولقد قدر وزن مخلفات الهدم في نهاية عام ٢٠١٧ نتيجة الحرب على سورية بحوالي ٩٠ مليون طن، وهذه الكمية من مخلفات الهدم كبيرة جداً مقارنة مع دراسة شركة تريفالور التي قدرتها بمليون طن في عام ٢٠٠٤. ويقدر وزن مخلفات الهدم في حلب لوحدها في نهاية عام ٢٠١٧ بأكثر من ٤٠ مليون طن، وبما أنه في مرحلة إعادة الإعمار سيتم إنشاء منشآت ومباني بأعداد كبيرة جداً، لذلك لابد من تقليل مصادر مخلفات البناء خلال تلك المرحلة و تطبيق نظام إدارة فعال لمخلفات البناء كجزء من إدارة مشاريع البناء.

وحيث أن مخلفات البناء والهدم الخاملة تشكل النسبة الأكبر مقارنة مع مخلفات البناء والهدم العادية غير الخطرة وتلك الخطرة، لذلك نقترح تدوير مخلفات البناء والهدمضمن مركز ثابت ينشأ في منطقة الشيخ سعيد بحلب وباستخدام محطات متنقلة أيضا بحيث تتحول هذه المخلفات من كونها عبئاً بيئياً واقتصادي لتصبح مورداً من موارد البناء.

الكلمات المفتاحية: مخلفات البناء والهدم، الإدارة البيئية، مدينة حلب، تدوير مخلفات

نظام مقترح للإدارة البيئية لمخلفات البناء والهدم

أ.د. عبد الحكيم بنود* و د.فاطمة الصالح**

*** قسم الهندسة البيئية في كلية الهندسة المدنية بجامعة حلب**

**** قسم هندسة المواصلات والنقل في كلية الهندسة المدنية بجامعة حلب**

مقدمة:

تعرض أكثر من مليون مسكن للضرر الجزئي أو الكلي بسبب الحرب الظالمة على سورية، مما يتطلب هدم عشرات الألاف من المباني والمساكن. و في مرحلة إعادة الإعمار سيتم إنشاء منشآت ومباني بأعداد كبيرة جداً، لذلك من الضرورة بمكان تقليل معدل انتاج مخلفات البناء عن طريق تطبيق منظومة لإدارة المخلفات كجزء من إدارة مشاريع البناء.

وبما أن عدد المساكن التي بحاجة إلى هدم جزئي أو كلي كبير لهذا الحد لذلك فإن كميات مخلفات الهدم ستكون كبيرة جداً، لذلك لابد من الاستفادة من مخلفات الهدمعن طريق الفرز والتدوير في مرحلة إعادة الإعمار .

١-الهدف من البحث

اقتراح منظومة لإدارة مخلفات البناء والهدم في حلب تشمل جمع الإدارة المركزية ضمن مركز ثابت مع تدوير في موقع انتاج مخلفات البناء والهدم باللجوء إلى محطات تدوير متحركة أو قابلة للنقل. يتضمن المركز الثابت محطة فرز وأخرى

للمعالجة والتدوير للمخلفات الناتجة عن مواقع غير بعيدة عن المركز الثابت، وتشمل هذه المنظومة كل مراحل الإدارة بدءاً من جمع ونقل النفايات ثم فرز وتصنيف حتى عملية التدوير أو التخلص من المخلفات غير القابلة للتدوير في مطامر مخصصة لها.

٢- مكونات مخلفات البناء والهدم

تصنف مخلفات البناء والهدم في فئة واحدة نتيجة تقارب مكوناتهما، و عرفت المفوضية الأوربية (European Commission) مخلفات البناء والهدم بأنها مجموعة متنوعة من المخلفات ناشئة عن تشييد أو هدم المباني أو البنية التحتية المدنية والتربة والصخور والنباتات الناتجة من تجريف للأراضي أو الأعمال المدنية، والمخلفات المرتبطة بصيانة الطرق [١].

وتضم مكونات مخلفات البناء والهدمقائمة عريضة من عناصر ومكونات المباني التي يتم هدمها والمواد التي يتم استهلاكها في عمليات البناء الجديد مثل البيتونوحديد التسليح والحجر والبلوك بالإضافة الى المواد غير المستهلكة التي تستخدم كمواد مساعدة في عمليات البناء مثل الخردوات وقوالب صب البيتونوالدعائم الخشبية والمثبتات والمسامير والأوتاد.إن جميع المواد التي يتم إحضارها لموقع المشروع بمختلف وظائفها الأساسية والمساندة معرضة لأن يصبح جزء منها لسبب او لآخر في نطاق المخلفات التي يتم التخلص منها عادة عند نهاية المشروع[٢]، وتختلف طبيعة المواد المكونة للمخلفات الإنشائية باختلاف طبيعة المبنى، فمثلا قد تحوي المخلفات الناتجة عن هدم المباني القديمة أنابيب رصاصية وأخشاب، بينما تحوي المباني الحديثة البلاستيك والزجاج وحديد التسليح والسيراميك وصفائح التوصيلات الالكترونية وغيرها.

٣- كميات مخلفات البناء والهدم

تختلف كمية ونوعية المواد المكونة للمخلفات الناتجة عن أعمال الهدم والإنشاء حسب نوع المشروع، وأنواع مواد البناء المستخدمة، وسياسة إدارة الأنقاض، ونظام البناء المستخدم، كما وتختلف من منطقة لأخرى ومن بلد لآخر تبعاً للظروف التي قد تكون استثنائية كحدوث كوارث طبيعية أو حروب.

وللتعريف بحجم مشكلة مخلفات البناء والهدمأوضحت إحدى الدراسات التي أجريت في المملكة المتحدة بأن معدل مخلفات البناء والهدموصل لدرجة لا يمكن احتمالها مقارنة بما ينتج من مخلفات عن أنشطة وفعاليات بشرية أخرى [٣]. وأشارت إحدى الدراسات التي أنجزت في عام ١٩٩٤ إلى أن حجم ماينتج عن صناعة البناء والتشييد من مخلفات سنوياً في أوروبا الغربية يبلغ ضعفي حجم المخلفات الصلبة الأخرى التي تنتج سنوياً [٤]. وفي فرنسا بلغت كمية المخلفات في عام ٢٠٠٨ الناتجة عن المباني إضافة للأشغال العامة من طرق وجسور ٢٥٤.٥ مليون طن[٥]. و ذكرت وكالة حماية البيئة الأمريكية EPA-USA بأن مخلفات أعمال الانشاء والأنقاض الناتجة عن المباني تقدر بـ ١.٢٧ كغ/شخص/يوم، وتشكل نسبة ٢٥% إلى ٤٠% من إجمالي النفايات المتولدة في الولايات المتحدة الأمريكية [٦]. وفي الدول العربية نلاحظ نقصاً واضحاً في تقدير حجم مخلفات البناء والهدم، سواء تلك الناتجة في مواقع المشاريع الانشائية أو التي يتم التخلص منها في المطامر الرسمية أو المكبات العشوائية، فقد أشارت إحدى الدراسات إلى عدم وجود إحصاءات دقيقة

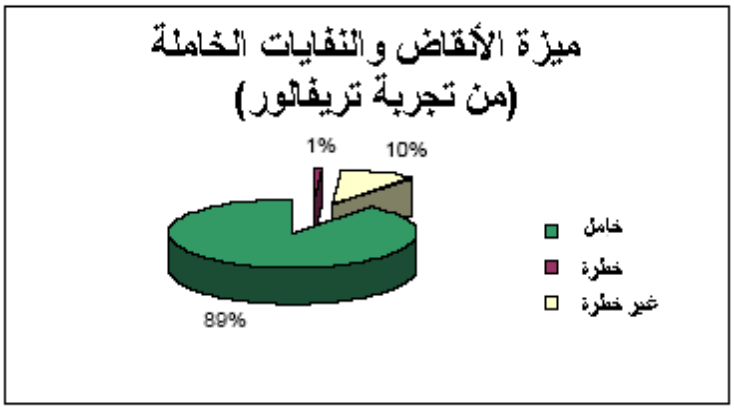
توضح حجم مخلفات البناء والهدم في مصر [٧]. كما أوضحت دراسة أخرى بأن الجهات الرسمية في المملكة المغربية لايوجد لديها تصور دقيق أو مؤشرات حقيقية حول حجم مشكلة مخلفات البناء والهدم في المملكة المغربية[٨]. وبينت دراسة حديثة في المملكة العربية السعودية أن كمية مخلفات البناء والإنشاء تقترب من ٤٠% من المجموع الكلي لجميع النفايات في السعودية[٩]. بينما بينت دراسة أنجزت في سورية عام ٢٠٠٤ وقامت بها شركةتريفالور الفرنسية، إن إنتاج مخلفات البناء والهدمعلى مستوى سورية يقدر بحوالي٧٩٠٠ طن في اليوم (ما يعادل٢.٩ مليون طن/سنة)، وبمعدل 145/365 أي ٠.٤ كغ/ شخص/اليوم كما يظهر في الجدول(١) ، وهي بذلك تمثل ٣٦% من اجمالي كمية النفايات الناتجة [١٠].

الجدول(١):كمية النفايات المتولدة يومياً وسنوياً في سوريا بطن وبـ كيلوغرام/شخص

	نوع النفايات	كمية النفايات اليومية والسنوية			
		طن/يوم	طن/سنة	كغ/ساكن/سنة	النسبة (%)
1	النفايات المنزلية	12400	4584500	226	٥٧
2	النفايات الخضراء الناتجة عن الحدائق	110	40000	20	١
3	النفايات المهنية	1100	400000	20	٥
4	نفايات السيارات الخاضعة للتدوير	230	85	4	٠
5	الأنقاض والأتربة البلدية (الهدم)	2700	1000000	50	١٢
6	نفايات الإنشاء	5200	1900000	95	٢٤
مجموع نفايات الهدم والإنشاء		7900	2900000	145	٣٦

الكمية الإجمالية	21800	8000000	400	١٠٠

وتختلف صفات مخلفات البناء والهدم في سورية حسب خطورتها وفق ما جاء في دراسة تريفالور.وتشكل النفايات الخاملة كالحجارة والبيتون العادي والبلوك ما نسبته ٨٩% من إجمالي هذه النفايات،بينماتشكل النفايات غير الخطرة كالحديد والالمنيوم والبلاستيك والخشب نسبة ١٠% والنسبة ١% المتبقية فتعد خطرة كالدهانات والاسبستوس كما يظهر في الشكل1[10].



الشكل (١): التركيب النوعي لمخلفات الهدم و الإنشاء في سورية.

إن كمية النفايات الخاملة التي تنتج عن المباني المتضررة حالياً في سورية والتي تتطلب الهدم الجزئي أو الكلي تتبع لعدد هذه المنشآت المتهدمة، ولو قبلنا بتقديرات منظمة الأسكوا بان عدد المساكن المتضررة في سورية وصل في بداية عام ٢٠١٥ إلى حوالي ٤٠٠ ألف منزل، فهذا يعني أنه كان حجممخلفات الهدم الخاملة في عام ٢٠١٥ لا تقل عن أربعة وعشرين مليون متر مكعب[11]، و نتيجة لاستمرار الحرب الظالمة على سورية يتوقع وصول عدد المساكن المتضررة في سورية في نهاية عام ٢٠١٧ إلى حوالي مليون منزل وبالتالي كتلة مخلفات الهدم لاتقل عن ٩٠ مليون

طن. وتقدر كتلة نفايات الهدم في حلب لوحدها بأكثر من ٤٠ مليون طن، وتحديد الحجوم والكتل بدقة يتطلب انجاز دراسات أكثر عمقاً.

٤- التأثيرات السلبية للتخلص العشوائي من مخلفات البناء والهدم:

لمخلفات البناء والهدم تأثيرات سلبية عديدة قد لا تكون دائماً واضحة بالنسبة لمدراء المشاريع أو المهندسين المشرفين و التي تتضمن: ضياع في الموارد، هدر المواد الأولية للبناء، هدر و ضياعات في الطاقة، المساهمة في ازدياد غازات الدفيئة وعلى رأسها غاز CO_2 .

وبما أن أغلب مخلفات البناء والهدمتصنف ضمن المواد التي تقبل التدوير أو إعادة الاستخدام لذلك ظهرت الحاجة إلى دراسة آليات معالجة هذه المخلفات و بيان كيفية الاستفادة منها ضمن خطة بيئية و اقتصادية بآن واحد، حيث تشكل هذه المعالجة تحسيناً للواقع البيئي و ترشيداً لاستخدام الموارد الطبيعية.

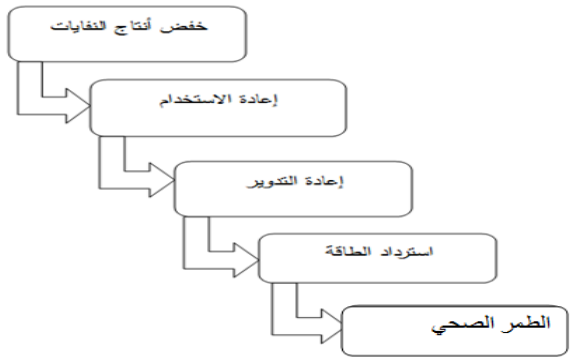
يوجد عاملان يساهمان بقوة في جعل إعادة استخدام وتدوير مخلفات البناء والهدمأكثر نجاعة من التخلص منها: زيادة تكاليف الحصول على المواد الأولية الخام ونقلها، وهذا يؤثر على اقتصادية العملية، وتقليل البصمة البيئية لمواد البناء و الوصول إلى موارد بديلة أقل تكلفة. إن التقييد أو التقليص بخصوص فتح أو توسعة منشآت جديدة للتخلص من النفايات يدفع القائمين على إدارة المخلفات ليكونوا انتقائيين بخصوص المخلفات التي يقبلونها.إن زيادة الضريبة البيئية على طمر المخلفات يزيد من تكلفة التخلص ويسمح بتحويل جزءً كبيراً من كمية المخلفات من المطامر إلى مراكز المعالجة والتدوير. إضافة إلى إن الطمر غير النظامي لمخلفات البناء والهدمقد يسبب مخاطر صحية في المستقبل و يقلل من قيمة الأراضي.

٥- النظام المقترح لإدارة مخلفات البناء والهدم

العنصر الأول في نظام إدارة المخلفات هو الوقاية بالتجنب أو التقليل من إنتاج المخلفات الذي هو من أفضل الحلول وفي أعلى سلم الأولويات،لأن ذلك يجنب المشكلة قبل حدوثها، و بذلك تحقق الناحيتين الإقتصادية والبيئية معاً، وتجنب أو

تقليل إنتاج المخلفات يمكن تطبيقه على مشاريع البناء حيث تترافق عملية بناء وتشييد المباني مع ضياع وهدر في مواد البناء المستخدمة وصلت في مادة الزريقة إلى ١٠% وأكثر وكذلك في مادة مداخن الأسمنت، وتراوح معدل توليد مخلفات البناء في المتر المربع الطابقيبين ٦٦ و١١٠ كغ [12]، وهذا معدل مرتفع مقارنة مع الدول الصناعية حيث بينت دراسة في الولايات المتحدة أن المعدل هو ٢١ كغ/م٢ طابقي، لذلك تم التحري عن مصادر هذه المخلفات وتحليلها والبحث في أسباب نشوئها، وتم تحديد الأولويات، والتوصل للمعايير المناسبة لتقليل إنتاج مخلفات بناء وتشييد المباني. وتحديد بدائل حديثة لأساليب الإنشاء وطرائق التنفيذ ونوعية مواد البناء بحيث تنتج مخلفات أقل[12].

ويمكن الوصول لمفهوم تقليل انتاج النفايات من المصدر بعد فهم واستيعاب أسباب نشوءها وإعادة تصميم وهندسة وبناء عمليات وممارسات للحد من إنتاجها [13]، ويمثل هذا المفهوم توجهاً نحو تغيير طريقة التفكير السائد بمفهوم النفايات وإدارتها باتجاه بداية التسلسل الهرمي للنفايات والذي يبدأ بالمنع أو التقليل.وهذا يعني أن أي نظام إدارة لمخلفات البناء يجب أن يحول التحديات إلى فرص لإيجاد الحلول، وذلك عن طريق إيجاد وسائل مبتكرة تبدأ من المراحل الأولى للمشروع أي من مرحلة الدراسة الأولية ثم مرحلة التصميم ثم التخطيط فالتنفيذ. وانطلاقاً من هذا التوجه تم تطوير مبدأ التسلسل الهرمي للنفايات لتطبيقه في إدارة المشاريع، حيث الأولوية لخفض انتاج النفايات وآخر خيار يفكر بتطبيقه هو الطمر الصحي، كما في الشكل(٢) [14] .



الشكل(٢): مستويات مبدأ التسلسل الهرمي في أعمال البناء.

يمكن التقليل من مخلفات البناء بشكل ملحوظ إذا تم تطبيق إدارة المخلفات كجزء من إدارة المشروع. كما أن تقديم التدريب المناسب للعمال و الطاقم الإداري هي أفضل وسيلة فعالة لتطبيق إدارة مخلفات البناء.

وظهرت توجهات معمارية جديدة نحو إيجاد مدارس جديدة في التصميم، تهدف إلى تخفيض المخلفات الناتجة عن المشروع بالتقليل من مواد البناء المستخدمة في المشروع. أحد هذه التوجهات هو التقليل من الأعمال التي تنتج مخلفات بكميات كبيرة، كأعمال الزريقة والأكساء، و ذلك بالاستغناء عنها نهائياً، من خلال تصميم الواجهات الخارجية والداخلية، بأسلوب لا يحتاج إلى تغطية بالزريقة أو بأي من عناصر الأكساء، مع مراعاة الناحية الجمالية، ويتم ذلك باختيار أسلوب الإنشاء وطريقة التنفيذ اللذين يحققان هذا الغرض، كاستخدام قوالب معدنية لصب العناصر البيتونية، للحصول على سطوح بيتونية ملساء، لاتحتاج إلى تغطية من مواد الأكساء الخارجي أو الداخلي وإنما تعالج بطريقة خاصة. و النتيجة هي التقليل من مخلفات الزريقةوالإكساء والوصول لحالة "النفايات صفر".

وتبين أن مشاريع البناء التي تعتمد أسلوب العناصر مسبقة الصنع تنتج كمية من المخلفات قليلة مقارنة مع حالة المشاريع التي تعتمد الأسلوب التقليدي في الإنشاء لأنه من الصعوبة ضبط هدر المواد في مواقع الإنشاء.

وظهرت أساليب بديلة للإنشاء أو ما يسمى بـ "الطرائق الحديثة في البناء" ويقصد بذلك تصنيع المساكن في المعامل، حيث يتم إنجاز وحدات الإنشاء قبل إرسالها إلى موقع الإنشاء، وتفيد المراجع بأن ٤٠% من المساكن التي تنشأ حديثاً في اليابان تُنشأ بطرائق البناء الحديثة، وهناك عدة أسباب تجعل من التوجه نحو هذا النوع من الإنشاء محبذاً، فهي تحقق فوائد بيئية واقتصادية واجتماعية تتمثل في سرعة الإنشاء والتقليل من العيوب، وتحسين الجودة، والحماية من الظروف الجوية، وكذلك التخفيف من الضجيج المزعج نتيجة الابتعاد في تنفيذ الأعمال عن الورشة، بالإضافة إلى التقليل من الطاقة المستخدمة وتخفيض المخلفات الناتجة عن المنشأة، حيث تتم مراقبة العمل بظروف أفضل تسمح بتحسين أداء العمال والتقليل من الأخطاء التي تحدث في الموقع، وإعادة العمل، بالإضافة إلى الحفاظ على صحة وسلامة العمال وتجنب الحوادث.

ومن الأمثلة عن العناصر المسبقة الصنع التي يتم تنفيذها في مشاريع إنشاء المباني السكنية، استخدام وحدات حجمية مسبقة الصنع كدورات المياه وغرفة الحمامات والدوش والمطابخ، وغرف الملابس[15].

ويبين الجدول (٢) محاسن وعقبات الخيارات الأساسية في إدارة مخلفات البناء والإنشاء.

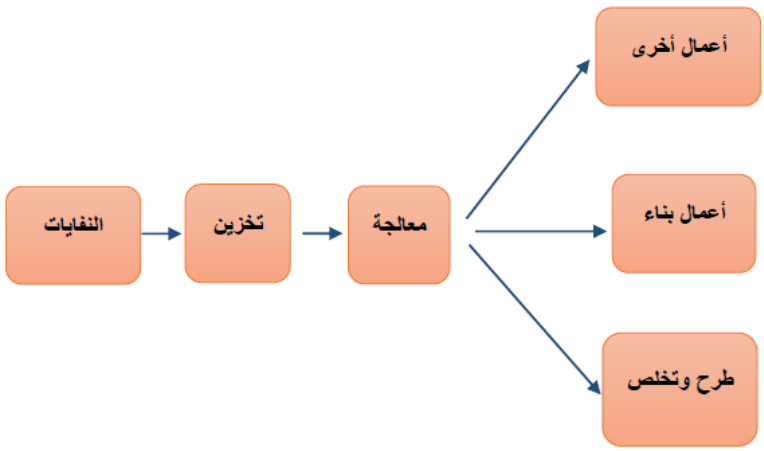
الجدول (٢): محاسن وعقبات الخيارات الأساسية في إدارة مخلفات البناء والإنشاء.

العقبات	المحاسن	الطرائق	الخيارات
الكلف المستقطعة من المشترين *توفير فنيين في اعمال الزراعة الديكور ومراقبة العمل	*توفير في الاموال نتيجة لتقلص كلف المواد ، وتقليص اجور العمالة والتخلص من النفايات	تنظيف الموقع :من اوراق الاشجار وعدم قطع الاشجار كلما امكن * تحسين الخطة الخاصة بتعديل الارضيات لتجنب تولد زيادات نتيجة القص والقطع	تقليل من المصدر
تدريب طاقم البناء	*توفير كلف التخلص من المواد * تقليل الكلف الاولية للمواد * تحسين كفاءة الاستخدام في المواد	اعادة استخدام القطع في البناء للجدران . اعادة استخدام البلوك كمواد لاملاءاتالسقوف . *المشاريع التي تهدم قد تحتوي مواد يمكن انقاذها مثل مغاسل المطبخ ، الانابيب، االأخشاب، الارضيات وغيرها.	اعادة الاستخدام
يتطلب تدريب اكثر لطاقم البناء . *حاويات كثيرة في الموقع. *تلوث قسم من المواد في الحاويات يقلل من تسويقها .	قيمة اعلى للمواد المدورة . منظورة للمشترين المتوقعين . جدول جمع النفايات يوضع على اسس الحاجة.	تجهيز حاويات لنقل كل المواد المطلوب تدويرها. * طاقم البناء يجب ان يكون مسؤول عن وضع المواد في الحاوية الخاصة لكل مادة .	التدوير

إن فصل مواد المخلفات، يمكن أن يتم من مصدر التوليد أثناء أعمال البناء أو الهدم بمعالجة المواد لإزالة المكونات غير المرغوب فيها. و يساهم الفصل من المصدر في توليد المخلفات بكفاءة أكبر بالنظر إلى الفوائد المتعلقة بالوقت والتكلفة والحفاظ على الطاقة. وفي حالات أخرى، هناك حاجة إلى نهج فصل أكثر تخصصاً لضمان إنقاذ وإعادة استخدام وإعادة تدوير مواد معينة مثل ألواح السقف، البلاستر والبلاستيك

والتركيبات والكابلات والأنابيب والزجاج وما إلى ذلك، قبل البدء بالهدم بحيث تكون المنتجات المعاد تدويرها مطابقة للمواصفات والمعايير المطلوبة.

العناصر الأخرى لنظام الإدارة بعد عنصر الوقاية تبدأ منذ تولد المخلفات في مواقع البناء أو الهدم، ثم عملية جمع المخلفات المتولدة وتخزينها مؤقتاً في أماكن تولدها، ثم نقلها لتدويرها أو لمعالجتها ثم تدويرها في أعمال البناء ضمن المركز الثابت للفرز والتدوير أو محطات التدوير المتنقلة، أو التخلص بالطرح في المطامر للنفايات غير القابلة لإعادة الاستخدام ولا للتدوير كما يظهر في الشكل ٣.



الشكل ٣: مخطط تدفق مخلفات البناء والهدم

٥- ١- المتطلبات اللازمة لإنشاء المركز الثابت لفرز وتدوير مخلفات البناء والهدم

يمكن أن ينشأ المركز الثابت لفرز وتدوير مخلفات البناء والهدم ويشغل من قبل القطاع الخاص وتشرف عليه مؤسسة عامة كمديرية الشؤون الصحية في مجلس المدينة أو دائرة النفايات الصلبة في مديرية الخدمات الفنية أو ينشأ ويشغل من قبل القطاع العام. و تتم عمليات فصل المخلفات إلى ثلاث فئات: مخلفات غير خطرة قابلة لإعادة الاستخدام ويتم تسويقها(المنيوم، حديد، خشب، بلاستيك،.)، ومخلفات خاملة قابلة للتدوير (حجارة، بلوك، بيتون، ..) حيث تنقل لمحطة تدوير مخلفات البناء والهدم لتصنيع منتجات يتم تسويقها، ومخلفات غير قابلة لإعادة الاستخدام ولا التدوير (مخلفات مختلطة مع مواد خطرة كالدهانات الحاوية على مذيبات عضوية، لمبات إنارة نيون أو لدات، اميانت..) حيث ينتهي بها المطاف بطمرها في مطامر مخلفات البناء والهدم .

ويلزم توفير الأرض اللازمة لإقامة المركز الثابت والذي نقترح ان يكون في منطقة الشيخ سعيد بحلب نتيجة لوجود المقلب الوسيط للنفايات البلدية في هذه المنطقة، ولقرب الشيخ سعيد من مناطق فيها أعداد كبيرة من المباني المتهدمة كمنطقة صلاح الدين وأرض الصباغ، ويتضمن المركز محطة فرز لمخلفات البناءوالهدم ومحطة التدوير.

ويلزم تجهيز البنية التحتية الضرورية لتشغيل المركز الثابت لإدارة المخلفات وتدويرها(مصدر ماء وكهرباء) على الأرض المخصصة للمركز الثابت، وتأمين كسارات وغرابيل ثابتة وفاصل مغناطيسي، وإنشاء مطمر للتخلص من المرفوضات.

ويبين الجدول ٣ الالتزامات المطلوبة في كل من محطة الفرز والتدوير والمطمر.

الجدول ٣: الالتزامات المطلوبة في كل من محطة الفرز والتدوير والمطمر.

المكان	الالتزامات المطلوبة
محطة فرز وتدوير مخلفات البناء والهدم	تخطيط وإنشاء المحطة
	الإدارة والمتابعة والتحكم
	فصل وفرز نفايات البناء والهدم
	نقل المخلفات إلى محطة المعالجة والتدوير
	نقل المرفوضات إلى المطمر
	عمليات المعالجة والتدوير
	عمليات الاختبار للمنتجات
	تخزين المنتجات
	تسويق وبيع المنتجات
مطمر مخلفات البناء والهدم	إنشاء وتأسيس المطمر
	تدريب العمالة
	الإدارة والمتابعة والتحكم
	طمر المخلفات بطريقة آمنة
	الصيانة الدورية للمطمر

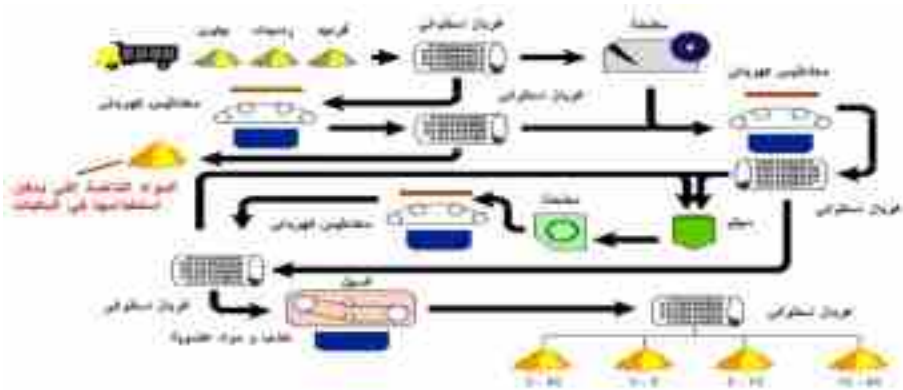
٥-٢-مكونات المراكز الثابتة لمعالجة مخلفات البناء والهدم :

إ ن إنشاء مراكز معالجة و تدوير مخلفات البناء و الهدم بجوار المدن يسمح بتقليل كلفة النقل وكذلك انبعاثات غازات الدفيئة[17] . ومن اهم العوامل المؤثرة على اختيار موقع مركز معالجة نفايات الهدم:

- طريقة المعالجة المختارة.
- الجدوى الاقتصادية.
- المخططات التنظيمية و التخطيط الإقليمي و التوسعات المستقبلية للمنطقة.
- القيمة الإقتصادية للأرض.

يتضمن غالباً المركز الثابت لمعالجة و تدوير مخلفات البناء والهدم على كسارة رئيسة كبيرة تعمل بالتزامن مع كسارة ثانوية، ويشمل أيضاً تجهيزات متنوعة من أجل عمليات الفرز والإزالة كالفاصلات الكهرومغناطيسية والغرابيل وذلك لإنتاج مواد حصوية ذات جودة عالية. أما المنتجات الناعمة كثيرا فيمكن استخدامها كطبقات تغطية مرحلية في مطامر النفايات البلدية.

ويبين الشكل ٤، مكونات محتملة لمركز معالجة وتدوير ثابت لمخلفات البناء والهدم.



الشكل ٤: مكونات محتملة للمركز الثابت لمعالجة نفايات البناء والهدم.

٥-٣-محطات التدوير المتحركة أو القابلة للنقل

إن المحدد في الجدوى الاقتصاديةلمحطات التدوير المتحركةأو القابلة للنقل هو مسافة نقل مخلفات البناء والهدم، فإذا كان موقع انتاج مخلفات البناء والهدمبعيداً عن المركز

الثابت لمعالجة وتدوير النفايات، يكون من الأجدى اقتصاديا اللجوء إلى المحطة المتنقلة خاصة إذا كانت كمية المخلفات تزيد عن ٥٠٠٠ طن.

٥-٤- اختيار نموذج محطات المعالجة والكسارات

يعتمد اختيار محطات المعالجة والكسارات المناسبة لمشروع إعادة تدوير المخلفات الخاملة وعلى رأسها البيتون على عدة عوامل ليكون المشروع ناجحاً. ما الذي يدخل إلى الكسارات، وما الذي يستخدم في تعبئتها (شاحنة تحميل أو مجرفة) وما هي الخصائص المطلوب توفرها في المنتج النهائي. كل هذه العوامل تحدد حجم ونوع وسعة الكسارة أو مجموعة التكسير.

نذكر من الكسارات الأكثر انتشاراً في مراكز ومحطات تدوير مخلفات البناء والهدم:

١-الكسارات الفكية حيث تقوم الفكوك بالضغط على البيتون بين صفيحتين إحداهما ثابتة والأخرى متحركة. تقل أبعاد قطع البيتون أثناء انتقالها على طول المسار المتضيقبين الصفيحتين. يتم استخدام الفكوك ككسارات أولية حيث تعطي عادة منتج بأبعاد من ١٠ سم إلى أقل من ٢٠ سم.

٢-الكسارات الصدمية تتكون من عجلة دوارة لها قضبان أو مطارق تقوم بدفع البيتون باتجاه صفيحة صلبة أو عدة صفائح أو باتجاه قضبان أخرى. يمكن استخدام هذه الكسارات ككسارات أولية أو ثانوية كما يمكن استخدامها في المرحلة الثالثة من عملية التكسير، و ينتج عادة عن هذه الكسارات منتج ذو أبعاد أصغر من ١٠ سم.

٣-أما الكسارات المخروطية التيتعتمد على آلية الضغط أيضاً حيث يتم ضغط البيتون بين صفيحتين مخروطيتي. يكون البيتون الذي يتم ملؤه في هذه الكسارات عادة بأبعاد أصغر من ١٥ سم كون هذه الكسارات تستخدم معظم الوقت ككسارات ثانوية بعد

استخدام الكسارات الفكية أو الصدمية. المنتجات التي يتم الحصول عليها من الكسارات المخروطية عادة ما تكون بأبعاد أصغر من ٣.٢٥ سم.

الكسارات القابلة للنقل تكون موضوعة على هيكل ذو إطارات مطاطية، ويتم نقلها باستخدام شاحنة قطر إلى الموقع المحدد. في موقع العمل يتم تحريك هذه الكسارات باستخدام الرافعات أو القاطرات.

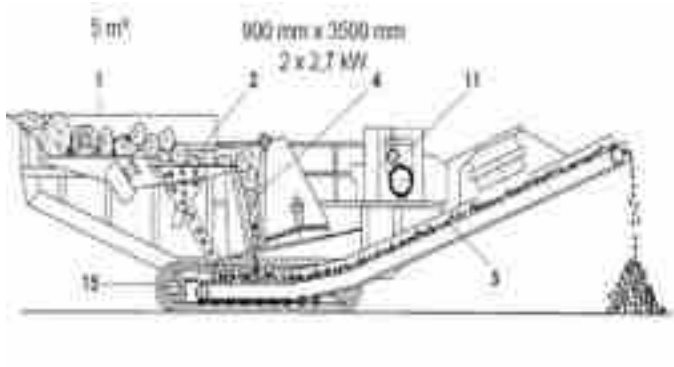
تتطلب أغلب مشاريع إعادة التدوير من العاملين إنتاج منتج نهائي بمواصفات حجمية محددة ووفق التدرج المطلوب، وعند استخدام كسارة صدمية لسحق الخرسانة يمكن الحصول على نسبة عالية من الحصويات الخشنة المعاد تدويرها دون عجينة اسمنتية.

٥-٥-مكونات المحطات المتنقلة لمعالجة مخلفات البناء والهدم:

تتحرك محطات المعالجة متنقلة نحو مواقع تواجد مخلفات الهدم بكميات غير كبيرة، كما في الشكل ٥.

الشكل٥: محطة متنقلة لمعالجة مخلفات البناء والهدم.

وتقوم المحطة المتنقلة بمعالجة مخلفات الهدم وذلك عند وجود كميات من المخلفات تتناسب مع استطاعة المحطة المتنقلة، كما في الشكل ٦.



الشكل ٦: محطة متنقلة لمعالجة مخلفات البناء والهدم.

وتستخدم المحطات المتنقلة لمعالجة مخلفات الهدم في مواقع وجود المخلفات ذاتها، والمواد الناتجة عن المحطة المتنقلة تستخدم في نفس الموقع، لكن جودة المواد الناتجة عن المحطة المتنقلة تكون أدنى من جودة المواد الناتجة عن المركز الثابت للتدوير بسبب صغر حجم المحطة المتنقلة مقارنة بالمركز الثابت. وغالباً ماتتكون المحطات المتنقلة من كسارة واحدة بالإضافة إلى بعض أجهزة الفرز، وإن إزالة الملوثات والمعادن يتم بالفرز اليدوي وبالفاصلات الكهرومغناطيسية.

وتؤدي المحطات المتنقلة إلى عمليات نقل قصيرة، خاصة إذا كانت المخلفات التي تعالج يعاد تدويرها في نفس الموقع الناتجة منه. و من عقبات المحطات المتنقلة مقارنة مع مركز التدوير الثابت، إطلاق تراكيز عالية من انبعاثات الغبار وإصدار مستوى عال من الضجيج قد لايكون مقبولاً في المناطق السكنية. ويمكن استخدام المواد الحصوية الناتجة عن المحطات المتنقلة في صناعة البلوك باستخدام مكابس بلوك قابلة للنقل مع انتقال محطات المعالجة.

٦-جمع و ترحيل الأنقاض ضمن المدينة و البلدات و التجمعات السكانية المختلفة

يتم جمع و ترحيلمخلفات البناء والهدم بعدة طرائق و ذلك حسب كمية الأنقاض المتشكلة و نوعية المشاريع و ذلك على الشكل التالي:

بالنسبة للمشاريع الكبيرة و التي تتشكل فيها كميات من المخلفات أقل من ٥٠٠٠ طن يتم توريد الحاويات الخاصة بنقل المخلفات مباشرة إلى موقع المشروع و تكون الحاويات إما محملة على قاطرات خاصة أو تكون من النوع الذي يتم وضعه على الأرض مباشرة، و بعد امتلاء هذه الحاويات يتم ترحيلها مباشرة إلى مركز المعالجة الثابت الذي نقترح إنشاءه في الشيخ سعيد أو تتحرك لموقع محطات المعالجة المتنقلة و ذلك حسب رأي الإدارة.

بالنسبة لكميات مخلفات البناء والهدم الصغيرة و التي لا تزيد عن ٣ إلى ٥ طن يتم ترحيل هذه النفايات من قبل منتج النفايات إلى مركز المعالجة الثابت المقترح إنشاؤه في الشيخ سعيد أو المحطة المتنقلة الموجودة في أقرب موقع من المشروع.

تتحمل الجهة المنتجة للنفايات كلفة نقل هذه النفايات إلى مركز المعالجة الثابت أو المحطات المتنقلة بالإضافة إلى كلفة معالجة المخلفات ضمن محطات المعالجة.

التوصيات

1–إدارة مخلفات البناء كجزء من إدارة مشاريع البناء في مرحلة إعادة الاعمار.

٢–اصدار القوانين والتشريعات التي تشجع إنشاء صناعة تدوير مخلفات البناء والهدم.

٣– إتباع نظام شامل ومتكامل في إدارة مخلفات البناء و الهدميتضمن إنشاء مركز ثابت في منطقة الشيخ سعيد بحلب واستخدام محطات متنقلة. يضمن هذا النظام التحكم الدائم بهذه المخلفاتت، ويحقق السلامة البيئية.

شكر

تم إنجاز هذا البحث ضمن نطاق "المشروع الوطني لتدوير وإعادة استخدام أنقاض الأبنية والبنى التحتية"،الممول من قبل صندوق دعم البحث العلمي والتطوير التقاني للتعليم العالي، لذلك يشكر الباحثيين وزارة التعليم العالي لتمويلها لهذا المشروع.

المصادر والمراجع

[1] – Paul T .WILLIAMS "Waste treatment and disposal ", John Wileu and sons Ltd, 2005.

[2] – –EPA (U.S. Environmental Protection Agency)(2003) EPA Constriction and Demolition (C&D)Debris, Basic Information. File://G.\ EPA Construction.

[3] – Ferguson, J.; Kermode, N.; Nash, C.; Sketch, W. and Huxford, R. (1995). Managing and Minimizing Construction Waste: *A practical guide. Institution of Civil Engineers (ICE)*. Thomas Telford, London, UK.

[4] – Kibert, C. j. (1994) Sustainable construction: proceedings of the First International Conference of CIB TG 16, November 6–9, Tampa, Florida, U.S.A.

[5] –BRGM (2010)" Caracterisation du gisement des dechets du BTP a l echelle du territoirfrancais, Rapport final, BRGM/RP–59115,Fr ,novembre2010 .

[6] -EPA (U.S. Environmental Protection Agency)(2003) EPA Constriction and Demolition (C&D)Debris, Basic Information. File://G.\ EPA Construction.

]7[- علي محمد السواط (٢٠٠١) مخلفات المشاريع الانشائية، المشكلة والحلول. الملحق الاقتصادي، العدد ١٠٤٠٠، دار اليوم للصحافة والطباعة والنشر، السعودية.

]8[- محمد عبد السميع عيد (2001/) التخلص من مخلفات البناء : مدخل وتطبيق.سجل أبحاث ندوة إدارة المخلفات الصلبة ، ص ٢٣٣-٢٤٣، المعهد العربي لإنماء المدن ، الرباط ، المغرب.

[9]- Al-Ghamdi, O.; Makhdom, B.; Al-Faraj, M. and Al-Akhras, N. (2017). Management and Recycling of Construction and Demolition Waste in KSA. International Journal of Innovative Research in Science, Eng and Technology, Vol. 6, Issue 3, 2017.

[10]- تريفالور،٢٠٠٤- المخطط التوجيهي لإدارة النفايات الصلبة في الجمهورية العربية السورية المرحلة الثالثة. وزارة الإدارة المحلية و البيئة، ١٠٠صفحة.

[11]- د.باسم علي " تدوير الهدم إلى بناء "، موقع طرطوس esyria، ٦/٧/2015.

[12]- مريم طورو،2010" إدارة النفايات الصلبة الناتجة عن مشاريع إنشاء المباني السكنية". رسالة ماجستير جامعة حلب بإشراف د.مصطفى بدرة و د.عبد الحكيم بنود.

[13]-OSMANI,M.2012-Construction Waste Minimization in UK: Current Pressures for Change and Approaches. School of civil Building Engineering, Loughborough University, UK. P.4 www.sciencedirect .com

[14]-KEYS A.,BALDWIN A.& AUSTIN S.,٢٠٠٠" Designing for Encourage Waste Minimization in Construction Industry" ,Department of Civil and Building Engineering ,Loughborough University, Loughborough, UK.P.8.

[15]-Patrick MAYS "Prefacturation and Industrialized construction" Arch, Engineering and construction, 2003.

[16]-Wim.DEBACKER٢٠١٢ "Gestion et prevention des Déchets de construction et de demolition ", publie par BruxellsEnvironnement, IBGE 20.

[17]-Symonds, ARGUS, COWI, PRC Bouwcentrum,1999-"Construction and Demolition, Waste Management Practices and their Economic Impacts" Final Report. DGXI,EuropeanCommission.

Proposed system for the environmental management of construction and demolition waste

Abdul Hakim Bannoud* and Fatima Alsaleh **

*proffosor at Departement at Environmental Enggenering, Faculty of Civil Eng, University of Aleppo
** Associate proffosor at Departement of Transport Enggenering, Faculty of Civil Eng, University of Aleppo

Abstract

Construction includes residential and commercial buildings ….), roads and bridges.Construction activities are classified as activities, which consume plenty amount of row materials and generate plenty amount of waste.Construction and demolition waste constitutes a significant proportion of total municipal waste.

Because of war in Syria, number of damaged buildings were assumed in the end of 2017 about 1 million residence,so weight of demolition waste is more than 90 million tons. This amount of demolition waste is much higher than the study by Trivalor Company in 2004 which assumed weight of demolition waste 1 million ton . Weight of demolition waste is assumed in the end 2017 about 40 million ton in Aleppo. As in rebuilding phase in Syria, high number of buildings and construction will be created. Therefore, sources of construction waste must be minimized during the reconstruction phase and Implement an effective management system for construction and demolition waste.

Since construction waste and inert demolition constitute the largest proportion compared with normal and non-hazardous construction and demolition waste. Therefore, a system for the management of construction and demolition waste is proposed. So that these wastes are transformed from An environmental and economic burden to become another resource of the construction process. It also ensures that waste is not accumulated which leaves a negative impact on the environment and society.

Key Word: Enviromental management, construction and demolution waste, Aleppo city, waste recycling