إعادة استخدام مخلفات مواد البناء

Re-use of construction waste materials

مقدم من قبل

م.. عبدالله محمد عنصيل الساعدي

مهندس مدني

وباحث في مجال الهندسة والعلوم

نرجوا ان تعم الفائدة

وشكراً

الفصل الأول

المقدمة

1.1 المقدمة :

بسبب التزايد السريع لعدد السكان والانشاءات تتولد في البلد ملايين الاطنان من مخلفات الانشاءات والهدم وان هذه المخلفات تتزايد طبقا الى المعلومات المتوفرة من امانة بغداد ووزارة البلديات والاشغال العامة ويجب التخلص منها وان السماح لهذه المواد التي من الممكن اعادة استخدامها او تدويرها ان تذهب الى المدافن ليس فقط فقدان في الموارد وانما زيادة الانفاق في الاموال ، البناءون والمقاولون ينفقون مرتين مرة عندما يجهزون المواد واخرى عندما يزيلون الانقاض للتخلص منها وطبقا للمعلومات الخاصة بالجمعية الوطنية لبناء المساكن في امريكا (National Association of home Builders (NAHB فان معدل اجور التخلص من النفايات الناتجة عن بناء (100) مسكن تقدر بـ50000 دولار امريكي هذا الرقم من المتوقع زيادته بسبب غلق موقع الطمر الصحي وانشاء موقع طمر صحي جديد .

بالرغم من كفاءة وخبرة البناؤون في استخدام المواد فان هنالك زيادة في كلفة التخلص من مخلفات الهدم مما تتطلب الحاجة لوضع خطة فعالة لادارة المخلفات باستخدام خيارات التقليص واعادة التدوير.

نطمح ان تقدم هذه الدراسة اهتمام مميز في ادارة مخلفات البناء والهدم مع معلومات عن كفاءة التقليل واعادة الاستخدام والتدوير في الموقع . ان الدراسة لم تعرض كل الحلول وانما تعطي افكار في تقليص المخلفات واعادة تدويرها قبل ذهابها الى مواقع الطمر الصحي .

2.1 أهداف الدراسة :

مخلفات المباني (: Construction waste) هي المواد الغير مرغوب بها والناتجة عن أعمال الإنشاء والصناعة بشكل مباشر أو غير مباشر. تتضمن مواد البناء مثل مواد العزل، المسامير، الأسلاك الكهربائية، حديد التسليح، وغيرها. يمكن لهذه المخلفات أن تحوي على الرصاص، الأسبستوس، أو مواد خطرة أخرى

وتهدف هذه الدراسة الى :

- التعرف على نوعية مخلفات البناء والهدم والاساليب والاسس المعتمدة في ادارتها .
- اعطاء فكرة عن تقليل واعادة استخدام وتدوير مخلفات البناء والهدم .
- التعرف على الانظمة الخاصة بادارة مخلفات الهدم والانشاء .
- الطرق التي يمكن بواسطتها تقليل كمية نفايات البناء والهدم في الموقع .
- اعطاء العاملين او المهتمين في مجال البناء والانشاء توعية ومعرفة لمفتاح موضوع التنمية المستدامة وعلاقته مع تجهيز وادارة المواد الانشائية.

الفصل الثاني

المخلفات الانشائية

1.2 تعريف المخلفات الانشائية :

تعرف المخلفات الانشائية : بانها مخلفات صلبة غير خطرة تتولد من نشاطات البناء ،الهدم ،الانشاء والتطوير والتصليح ، هدم المنشات والابنية ، الطرق ، الجسور ، تنظيف الارض ، انشاء المجاري ، المبازل ،وان المواد المتخلفة في المواقع تتضمن: اسفلت ، كونكريت ، طابوق ، خشب ، زجاج ، المنيوم ، حديد ، عبوات الصبغ ، عوازل انابيب المراجل ، اسلاك ، سقوف ثانوية وغيرها.

هذه المخلفات تختلف من موقع بناء الى اخر ولكن المنافع في التقليل واعادة الاستخدام واعادة التدوير تبقى كما هي.

اجريت دراسات على كمية النفايات المدورة التي تتولد من مشاريع انشاء المنشات والبنايات السكنية في الولايات المتحدة الامريكية وكانت نتائجها ان انشاء (500) قدم مربع يولد (12344) باوند من المخلفات اي بمعدل (2.46) باوند/قدم مربع هذه المخلفات تتضمن المواد التالية: خشب(7440) باوند، ورق مقوى (1.414) باوند ، جبس (الواح جبسية) (500) باوند

ان ادارة المخلفات الانشائية والهدم يعني تدوير واعادة استخدام هذه المخلفات بطريقة ممكن الاستفادة منها في اعمال انشائية اخرى ، وهي ممارسة لتقليل كمية المخلفات المتولدة .

ان اعادة استخدام او تدوير المخلفات الانشائية والهدم هي احد اكبر مكونات اتنمية المستدامة.

قدرت وكالة حماية البيئة الامريكية بان (136) مليون طن من الانقاض الخاصة بالبناء والهدم تولدت في الولايات المتحدة خلال عام 1996وان الجزء الاعظم من هذه المخلفات ياتي من هدم المباني وترميمها (Building Demolition and Renovation) ،المتبقي ياتي من البناء الجديد .

- تقدر كميات مخلفات البناء المتولدة عن قطاعات انشاء الابنية التجارية والسكنية بنسب متساوية تقريبا وقدرت كمية مخلفات البناء بالنسبة لعدد السكان لعام 1996 بـ2.8 باوند /شخص /يوم .

يتنوع تركيب المخلفات الخاصة بالبناء والهدم بشكل ملحوظ بالاعتماد على نوع المشروع الذي تتولد منه . على سبيل المثال تحتوي الانقاض الناتجة من الابنية القديمة على مادة البناء بالجص وانابيب رصاصية ، بينما من المحتمل ان تحتوي انقاض الابنية الحديثة على كمية ملحوظة من البلاستك وصفائح جبسية جاهزة.

بالنسبة لمخلفات البناء ، قدرت وكالة حماية البيئة الامريكية (US environmental protection agency EPA) نسب المواد في مخلفات البناء والهدم بالمعدلات التالية :

جدول (1) يبين نسب المواد في مخلفات البناء والهدف

خرسانة وخيط كسر حجارة	**%50-40**
خشب	%30-20
قواطع جاهزة	%15-5
اسفلت السطوح	%10-1
معادن	%5-1
طابوق	%5-1
بلاستك	%5-1

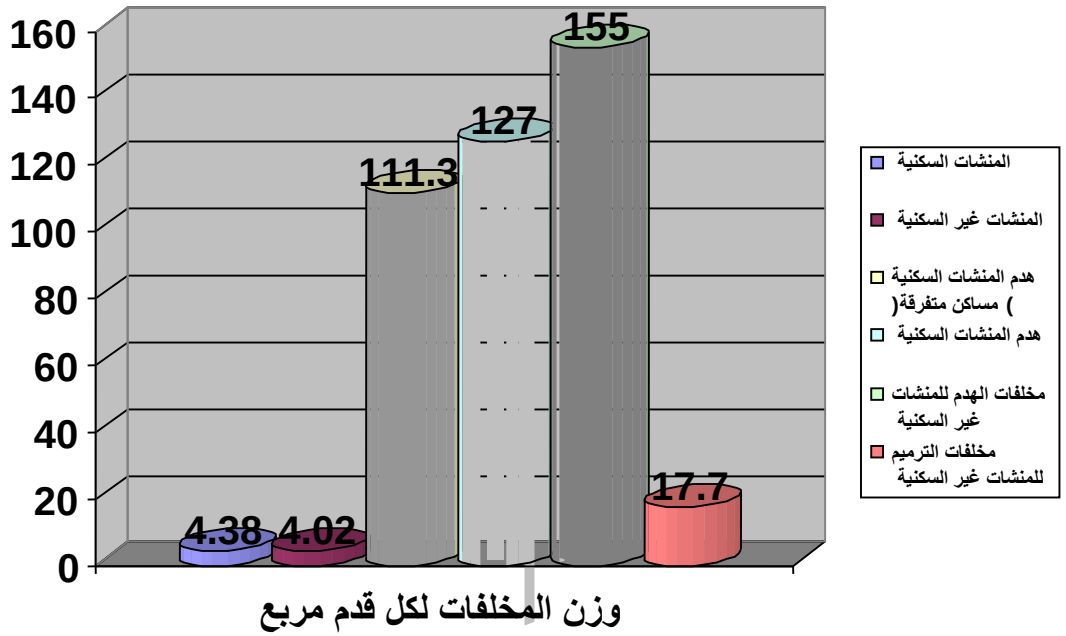
هنالك جزء اضافي مهم من انقاض الهدم والبناء يتولد من انشاءات الطرق والجسور وكذلك تنظيف المواقع الخاصة بالمنشات والمواقع الحربية او العسكرية

ويوضح الجدول رقم (2) معدل كمية المخلفات الناتجة عن الانواع المختلفة من المنشات[1].

جدول رقم (2)يوضح معدل كمية مخلفات البناء والهدم المتولدة حسب نوع المشروع

ت	نوع المشروع	وزن المخلفات باوند /قدم مربع	طن لكل 5000قدم مربع من المشروع
1	بناءالمنشات السكنية	4.38	10.95
2	بناءالمنشات غير السكنية	4.02	10.05
3	هدم المنشات السكنية (مساكن منفردة لكل عائلة)	111.3	278.25
4	هدم المنشات السكنية(لابنية تحتوي على مساكن متعددة)	127	317.5
5	مخلفات الهدم للمنشات غير السكنية	155	387.5
6	مخلفات الترميم للمنشات غير السكنية	17.7	44.25
7	مخلفات ترميم ألمنشأت السكنية	تختلف حسب نوع المشروع	غير محددة

[1] المصدر us environmental protection agency EPA



شكل رقم (1) يبين وزن مخلفات البناء والهدم لكل قدم^2 المتولدة موزعة

حسب نوع المشروع

2.2 لماذا يشكل حطام الانشاءات والهدم مشكلة ؟

تسبب مخلفات البناء والهدم ملئ مواقع الطمر الصحي وفي حالة غلق المواقع في المستقبل القريب فمن المستحسن ايجاد خيارات اخرى غير دفن مخلفات الهدم والانشاءات فيها اضافة الى ان الطمر غير النظامي لمخلفات الانشاءات والهدم قد يسبب مخاطر صحية في المستقبل او تقليل قيمة الاراضي اوتترتب كلف عالية لازالتها وتنظيفها .

ان الادارة المناسبة لتقليل كمية مخلفات الانشاءات والهدم المتولدة تساعد في توفير اموالا ، وكذلك تصون الموارد وتحافظ على البيئة.

3.2 المنافع المتوقعة من اعادة استخدام او اعادة تدوير مخلفات البناء والهدم :

- تقليل الكلف المدفوعة لمدافن النفايات واجور النقل والاجور الاخرى .
- تقليل نسبة نضوب الموارد والتاثيرات السلبية على البيئة.
- ادخار في تجهيز الطاقة وتوفير الكلف
- عملية اعادة التدوير موقعيا شائعة في تنفيذ مشاريع الانشاء الكبيرة كطريقة لتجنب كلف النقل والتخلص من المواد المتخلفة .
- عوائد مادية تتولد من بيع مواد مختارة يعاد تدويرها .
- الحفاظ على مواقع الطمر الصحي ذات القيمة في المساحات وكذلك الحفاظ على البيئة .

4.2 معوقات اعادة التدوير

- التصميم غير الملائم وكذلك المعدات وكفاءة المشغلين.
- قصور في التجهيز بما ينسجم مع تغذية الموقع بالمواد الانشائية.
- راس مال عالي.
- اسناد عام غير متلائم .
- نوعية الادراك اوالمشاكل .

5.2 العوامل التي تؤثر على اعادة تدوير مواد البناء

- حجوم المواد المنتجة .

- تصميم العمليات .

- العمالة.

- مصدر تجهيز المواد .

- الطاقة .

- طبيعة البنى التحتية .

- مواصفات المواد المدورة المنتجة .

6.2 تطوير خطة ادارة مخلفات الانشاءات والهدم

هناك خمسة خطوات للمساعدة في تطوير خطة ادارة مخلفات الانشاءات والهدم ، ولكن ليست كل الخطوات من الممكن تطبيقها وبامكان البنائين والمقاولين اختيار افضل الحالات .

بعض هذه الخطوات تتطلب تغيير كبير في الطريقة في المكتب او في مقر العمل بينما باقي الخطوات بالامكان تتغيرها ولكن بشكل قليل.

الخطوة الاولى: المواد المستهدفة التي يتطلب استرجاعها ، هي مواد كمياتها كبيرة وثمينة ويتطلب ما يلي:

✦تحديد كمية المواد المستهدفة في الموقع والمواد المطلوب تدويرها لاعطاء فكرة عن تلك المواد.

✦يجب تحديد المواد المستهدفة ويتم اختيار احدها يمكن وضع برنامج لاعادة تدويرها لعدة منشات يتم بناءها في نفس الوقت .

✦ تحديد متى تتولد هذه المواد ، مثلا تتولد مخلفات اكثر خلال عملية الانهاءات (اللبخ) .

✦ معرفة نوعية المخلفات وهل هي بحالة تسمح باعادة استخدامها وتدويرها .

الخطوة الثانية: تحديد الاوجه الاقتصادية لتقليل اواعادة تدوير المواد المستهدفة وذلك من خلال ما يلي :

- وضع برنامج لاعادة التدوير مثل البرنامج المتبع في التخلص من النفايات الاعتيادية وهل يحتاج الامر الى عمالة اضافية او عمالة قليلة .
- الاتصال بمن يقوم باعادة التدوير لتحديد الكلف والقيمة للمواد المستهدفة
- طرح كمية المواد التي يعاد تدويرها من الكلف الكلية الخاصة بالتخلص من النفايات لتحديد مقدار الادخار .

الخطوة الثالثة: تقييم التوقيتات لتولد المواد المستهدفة خلال البناء او الهدم وذلك عن طريق

تطوير برنامج اعادة التدوير بحيث يكون مطابقا مع الزمن الذي تتولد فيه هذه النفايات مثلا الكارتون يتولد في فترة قريبة من نهاية الانشاء عندما يتم نصب التجهيزات والتاثيث .

الخطوة الرابعة: التعرف على حدود المواد المستهدفة حيث ان بعضها يتطلب تحديد ما يلي :

- مساحة الخزن .
- مقدار المسافة المطلوبة لنقل المواد المطلوب لاعادة تدويرها .
- المواد التي تطمر بطريقة غير مشروعه من قبل السكان العاديين او غير المقاولين (باعتبار ان طريقة المقاول معروفة) .

الخطوة الخامسة: تطوير خطة تقليص النفايات وهذا يتم عن طريق

جمع المعلومات التي تخص المواد المستهدفة من الناحية الاقتصادية ووقت تولد المواد ونوعيتها لغرض تنفيذ وتطوير خطة عمل لتقليص النفايات في المستقبل.

7.2 اعادة استخدام واعادة تدوير مخلفات البناء والهدم

هنالك عدة خيارات لادارة مخلفات البناء والهدم من الممكن اعتمادها قبل تنفيذ الخطة الخاصة بالتنفيذ ولكل خيار متطلبات خاصه وكذلك فوائد ومحاسن ويوضح الجدول رقم (2) الخيارات الممكنة لادارة المخلفات.

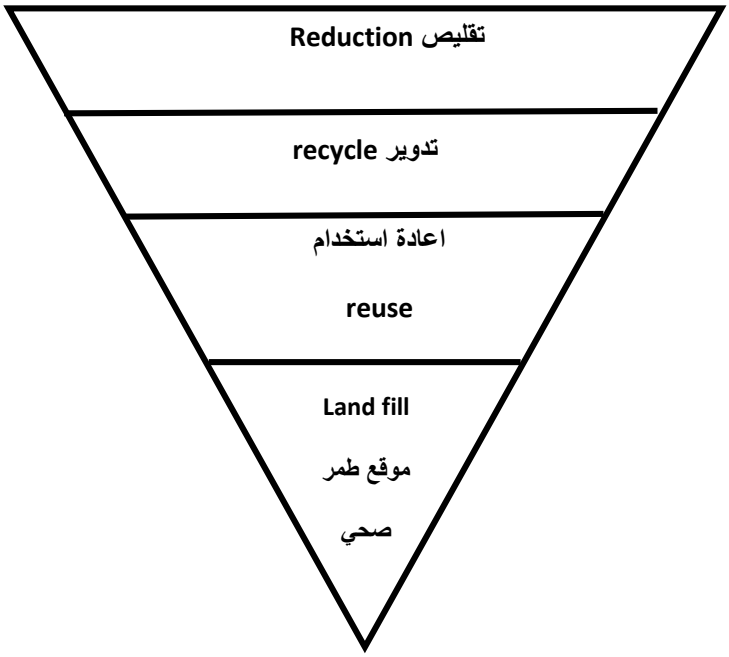
يجب ان نضع في الحسبان ليس كل تقنية ممكنة التطبيق لاي مقاول او بناء وان كل الخيارات ممكن تعديلها لتناسب الاحتياجات الخاصة ، وعليه بالامكان خلق خيارات جديدة .

جدول رقم (3) يمثل الخيارات الممكنة لادارة المخلفات الانشائية

الخيارات	الطرق	المحاسن	المساوئ
تقليص من المصدر	*تنظيف الموقع :من اوراق الاشجار وعدم قطع الاشجار كلما امكن * تحسين الخطة الخاصة بتعديل الارضيات لتناسب زيادات القطع	*توفير في الاموال نتيجة لتقلص كلف المواد ، وتقليص اجور العمالة والتخلص من المخلفات	***الكلف المستقطعة من المشترين** ***توفير فنيين في اعمال الزراعة الديكور ومراقب عمل**
اعادة الاستخدام	* اعادة استخدام القطع في البناء للجدران . * اعادة استخدام الطابوق كمواد لاملاءات السقوف . *المشاريع التي تهدم قد تحتوي مواد يمكن انقاذها مثل مغاسل المطبخ ، الانابيب اخشاب الارضيات وغيرها.	*توفير كلف التخلص المواد * تقليل الكلف الاولية للمواد * تشجيع كفاءة الاستخدام في المواد	**تدريب طاقم البناء**
استرجاع المواد المخلوطة	*فصل المواد المستهدفة من المخلفات لاعادة استخدامها * وضع كل المواد المطلوب تدويرها في حاوية واحدة لنقلها . * وضع حاويات عديدة في الموقع .	*علاقة البناؤون قليلة *يحتاج الى تدريب قليل لطاقم العمل.	***نقصان في قيمة المواد.**
الفصل في موقع العمل	*تجهيز حاويات لنقل كل المواد المطلوب تدويرها. * طاقم البناء يجب ان يكون مسؤول عن وضع المواد في الحاوية الخاصة لكل مادة .	*قيمة اعلى للمواد المعاد تدويرها . *منظورة للمشترين المتوقعين . * جدول جمع المخلفات يوضع على اسس الحاجة.	***يتطلب تدريب اكثر لطاقم البناء .** ***حاويات كثيرة في الموقع.** ***تلوث قسم من المواد في الحاويات يقلل من تسويقها .**
سياسة الاسترجاع	الجهة المصنعة تسترجع المخلفات مثل الكاربت ، والاثاث ، والحشوات ليعاد تدويرها في انتاج جديد.	* تقليل المخلفات من الموقع. *المسؤولية تتحملها الجهة المصنعة .	* عادة تكون على الكميات كبيرة فقط. * المواد يجب ان تكون لها قيمة عالية.

8.2 كيفية ادارة حطام الهدم والانشاءات ؟

عند ادارة مخلفات الهدم والانشاءات فان الخيار الاول الذي يؤخذ بنظر الاعتبار هو التقليص والخيار الاخير هو الطمر الصحي ويوضح المخطط رقم (2) الخيارات الخاصة بادارة المخلفات الانشائية والهدم .



مخطط رقم (2) يوضح الخيارات الخاصة بادارة مخلفات الانشاءات والهدم

1.8.2 كيفية تقليل النفايات الانشائية من المصدر ؟

بالامكان تقليل كمية حطام الانشاءات والهدم التي تتولد من المصدر وذلك بواسطة الاهتمام بتقدير كمية المواد الخام التي نحتاجها لانشاء النشاط في الموقع بعد التاكد من كمية المواد التي تجلب الى الموقع.

ان تقليل كمية النفايات المتولدة (تقليل من المصدر) يؤدي الى :

- تقليل في كلف التخلص من النفايات

- تقليل اجور العمل المصروفة بسبب قلة المواد المستعملة والمتقطعة.

- تقليل المبالغ المصروفه على المواد بسبب قلة في المواد المتخلفة .

* **التصميم**: يتم تبليغ مصمم البناية باستخدام مواد ذات حجوم قياسية على سبيل المثال مقاطع للجدران الجاهزة (8x4) قدم وغير ذلك من المواد.

* **التخطيط** : وضع خطة مستقبلية بحيث تقلل المسار الموضوع للمجهزين المحليين عن طريق:

- التجهيز عن طريق المجهزين المحليين.

- بالامكان خزن التجهيزات او المواد الفائضة الى المشاريع اللاحقة .

* **تقليل التغليف** : يتم ابلاغ المجهز بازالة التغليف عن التجهيزات والمواد قبل نقلها واستعمالها في الموقع واستخدام قطع من قماش معاد استخدامها او اعادة مواد التغليف بعد تسليم المواد الى المجهز.

* تضمين كلف التخلص من النفايات في المناقصات والمزايدات

الطلب من المقاولين والمتعهدين لتضمين كلف ازالة المخلفات في المناقصات لتحفيزهم على تقليل انتاج تلك المخلفات.

2.8.2 كيفية اعادة استخدام حطام الانشاءات والهدم؟

تتضمن مخلفات الهدم والانشاء المواد النظيفة التالية :

- الكونكريت المكسر بدون حديد التسليح .
- الطابوق
- حجر
- صخر
- الاسفلت الاكساء المسترجع

- الاوساخ والرمل المتولد من نشاط الانشاء والهدم

يتم تقليل المخلفات الانشائية والهدم عن طريق اعادة الاستخدام وكما يلي:

- ✦ مخلفات الهدم والانشاء النظيفة بالامكان استخدامها كمواد في طبقات الاملاء اذ يتم تغطيتها بتربة غير ملوثة كافية لزراعة مناطق خضراء بعد ثلاثين يوما من الاملاء.
- ✦ الكونكريت المكسر بدون حديد تسليح بالامكان استخدامه لمنع تاكل التربة . اضافة الى ان مواد الهدم ، الابواب ، الطابوق تجهيزات بالامكان اعادة استخدامها
- ✦ مواد الانشاء والهدم بالامكان فصلها وتصنيفها لغرض اعادة استخدامها في مشاريع اخرى او بالامكان تصنيفها لاستخدامات اخرى .

3.8.2 كيفية تدوير مخلفات الهدم والانشاءات ؟

ان عملية اعادة تدوير مخلفات الهدم والانشاءات تقلل المصروفات المالية وتقلل كمية المواد التي يتطلب التخلص منها في موقع الطمر الصحي .

بالامكان اعادة تدوير الخشب والالمنيوم والمعادن الاخرى ، الاسفلت ، الكونكريت والالواح الكارتونية .

هنالك ثلاثة طرق ممكنة للمقاولين في حقل الانشاءات لاعادة تدوير المخلفات متضمنة الاتي:

- جمع المواد المخلوطة :المواد التي بالامكان اعادة تدويرها تنقل من موقع العمل ، وتفصل حسب نظافتها وترسل الى عمليات اعادة التدوير.
- فصل عند المصدر : المواد نفسها تفصل من المخلفات الاخرى في موقع العمل وحسب نوعيتها (مثل : الخشب ،المعادن ،الكونكريت) ترسل الى عمليات اعادة التدوير .
- التصنيع في الموقع : المواد التي يعاد تدويرها يتم تصنيعها في موقع العمل فتكون جاهزة لاعادة الاستخدام .

4.8.2 كيفية طمر مخلفات الانشاءات والهدم ؟

مخلفات الانشاءات والهدم تنقل الى الاماكن المرخصة بواسطة الناقل مع مراعاة ما يلي:

- يجب الحصول على الموافقة المبدئية على القيام بالتخلص من هذه المخلفات في الموقع.

- اذا كانت هناك اصباغ ورصاص يتم ازالتها من مخلفات غير منزلية (على سبيل المثال الاصباغ المزالة من طبقات الاساس في المواد المصبوغة) كما يجب فحص مخلفات الاصباغ بالمختبر بطريقة الخاصية السمية للراشح .

Toxicity characteristic leachate procedure (TCLP) قبل عملية الدفن حيث تدار هذه المخلفات بطريقة خاصة[2] .

[2] Iuinois Environmental Protection Agency

9.2 انظمة او تعليمات لادارة مخلفات الانشاءات والهدم

بعض السلطات تشترط بان تفصل مخلفات الانشاءات والهدم من المخلفات الاخرى وتعزل في موقع الطمر الصحي ، لتشجيع اعدة التدوير او اعادة الاستخدام.

التعليمات تقسم مسار المخلفات الانشائية الى اربعة اصناف :

1- نفايات الهدم

2- نفايات قشط التربة

3- مخلفات هامدة (غير نشطة)

4- مخلفات الحدائق

وتوصي باتباع الطرق التالية في التصرف بهذه المواد:

- مخلفات البناء والهدم يجب فصلها الى مواد يمكن اعادة تدويرها ومواد من غيرالممكن اعادة تدويرها .

- مخلفات هامدة (كونكريت ، طابوق ، كتل كونكريتية ، تربة غير ملوثة ، حصى ، صخور) وهذه يمكن اعادة استخدامها او اعادة تدويرها كمواد للاملاءات

مخلفات الحدائق وتنظيف الارضيات (قشط الارضيات) يجب اعادة تدويرها او اعادة استخدامها كمواد فراش للفواكه او تحت الاشجار او استخدامها كسماد .

الفصل الثالث

دراسة ميدانية توثق بالصور

مخلفات البناء في مدينة درنه

1.3 المقدمة :

مع زيادة السكان الذى تبعة زيادة فى معدلات البناء وكذلك النمو الاقتصادى الذى شهدتة البلاد وزيادة معدل الاستثمار ادى الى طفرة فى انشاء البنية الاساسية من طرق وعمليات رصف وكذلك حفر الانفاق واقامة الكبارى . ادى ذلك الى انتاج ملايين من الاطنان من مخلفات البناء كذلك عمليات الهدم حيث ثبت ان 50% من مبانى جمهورية مصر العربية الية للسقوط خلال الثلاثين السنة القادمة مما يترتب علية ملايين الاطنان من مخلفات الهدم . ان عمليات الصيانة والتجديد هى من اكبر مصادر مخلفات مواد البناء .

ومع ارتفاع اسعار مواد البناء وارتفاع اسعار الطاقة وكذلك تفاقم المشاكل البيئية نتيجة التخلص الخاطىء من هذة المخلفات الذى لة علاقة بالصحة العامة الحوادث

وكذلك التأثير السلبى على الذوق العام وحركة السياحة .

فيجب ان ينظر الى هذة المخلفات على انها مواد خام يتحتم علينا اعادة تدويرها مرة اخرى واعادتها لصناعة البناء انها كنوز سوف تدفع الاقتصاد وتؤدى بتدويرها الى التغلب على المشاكل البيئية وكذلك نحافظ على الخامات الاصلية فى مناجمها للاجيال القادمة .

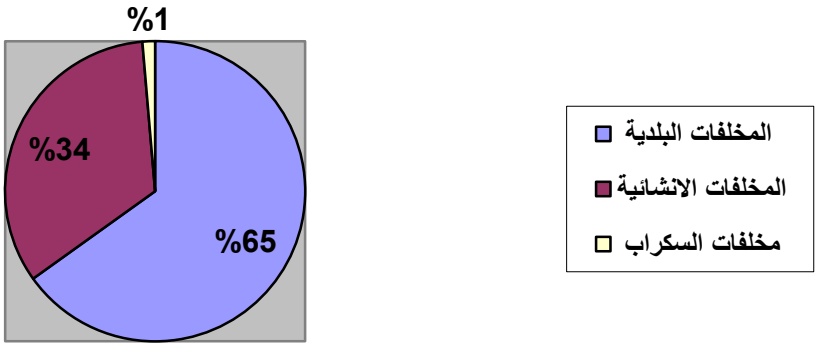
ان التطور التكنولجى قد مكننا من اعادة حوالى 85% من هذة المواد مرة اخرى لصناعة البناء.

2.3 عرض حول الطرق المتبعة لادارة المخلفات الانشائية في ليبيا :

ان الظرف الراهن الذي يعيشه البلد يجعل من الصعوبة الحصول على معلومات دقيقه حول كميات ونوعية مخلفات الانشاءات والهدم في بغداد والمحافظات وان عدم وجود قاعدة معلومات عن الموضوع المذكور يجعل من الصعب اعطاء صورة واضحة عن الواقع البيئي لادارة تلك المخلفات ،ان المعلومات المتوفرة تشير الى ان الطرق المتبعة لادارة مخلفات البناء والهدم هي طرق بدائية لا ترتقي الى الطرق العلمية الحديثة في التعامل مع تلك المخلفات حيث يعتمد الطمر الصحي لتلك النفايات كطريقة رئيسية اضافة الى هامش بسيط من اعادة تدوير او اعادة استخدام لتلك المخلفات ويوضح الجدول رقم (3)و(4) نسب كمية مخلفات البناء والهدم الى الكمية الكلية للنفايات لعام 2005 والنصف الاول لعام 2006.

جدول رقم(4) يمثل كميات المخلفات الناتجة عن جميع محافظات ليبيا لعام 2005* عدا امانة طرابلس

كمية النفايات (طن)	المخلفات البلدية	المخلفات الانشائية	مخلفات السكراب
	2158367	1111788	44932



شكل رقم (3) يبين النسب المئوية لتوزيع المخلفات الناجمة عن جميع محافظات القطر لعام 2005 عدا امانة طرابلس

جدول (5) يمثل كمية المخلفات الناتجة عن جميع محافظات ليبيا عدا امانة طرابلس للفترة من 1/1-2006/6/30[3]

كمية النفايات (طن)	المخلفات البلدية	المخلفات الانشائية	مخلفات السكراب
	2149301	**793**	**21246.5**

من خلال المقارنة بين كميات المخلفات الانشائية المفرزة لعام 2005 والنصف الاول من عام 2006 تبين وجود فارق كبيرفي كمية المخلفات الانشائية كون الكميات الكبيرة من هذه المخلفات في عام 2005هي ما متراكم من مخلفات انشائية تولدت خلال العامين السابقين وكذلك بسبب الارتفاع النسبي في مستوع المعيشة ادى الى حصول رغبة لدى السكان في ترميم الدور السكنية القديمة والاضرار .

* المصدر وزارة البلديات والاشغال العامة

[3] المصدر وزارة البلديات والاشغال العامة / مديرية البلديات العامة

3.3 مخلفات البناء :

تشكل مخلفات البناء والهدم اكثر من 22 % من المخلفات التى تنتجها المدينة يومبا .

ان هذة المخلفات اها تأثير سلبى على البيئة والصحة العامة وتسبب الحوادث عند القائها على جانبى الطريق وتأثيرها بالسلب على الذوق العام والسياحة ملايين من الاطنان تلقى فى الصحراء او على جانبى الطرق .

ان هذة المخلفات هى فى الحقيقة مواد خام ذو قيمة اقتصادية عالية يمكن اعادة تدورها وادخالها فى صناعة البناء مرة اخرى .

وهذة بعض الصور التى تعكس نوع هذة المخلفات ونوعيتها :

الفصل الرابع

أعادة استخدام مخلفات البناء

" المشكلة والحل "

1.4 مقدمة:

الأنقاض هى مجموعة من المواد الزائدة عن الحاجة لا تنفع للإستعمال ويكون تجمعهاعادة من البناء، وتتكون من عدة أصناف من مواد البناء سواءا من طابوق أو من أخشاب أو من رمل و أمن خرسانة أو من كاشى و أمن ديكور أو من سيراميك و غيرها من المواد التى تتعلق بالبناء وهى ناتجة من أعمال الهدم والإزالة والبناء والترميم فى المناطق السكنية والتجارية وكذلك أعمال الطرق التى تتطلب التوسعة وغيرها من متطلبات الطرق .

2.4 المشكلة التى تسببها أنقاض البناء :

تكون المشكلة عندما تتجمع هذه المواد أى مواد البناء التى بقيت بعد نهاية كل بند من بنود البناء وتكون زائدة متلفة عديمة النفع فى الموقع فيكون تأثيرها على المكان والبيئة والمال وغيرها من التأثيرات التى تلحق بالعمل ولنأخذ فكرة تفصيلية عن التأثير والمشاكل التى تحدثها :

أولا- المكان وذلك لأخذها حيزا" كبيرا" يمكن الإستفادة منه سواءا فى الساحات أو فى الشوارع أو فى الممرات.

ثانيا- بيئيا حيث يؤدى ذلك الى الضرر الصحى على الروح البشرية من تلوث البيئة بسببها.

ثالثا- قد تكون عرضة لعبث الأطفال المجاورين لمواقع البناء بحيث تشكل خطرا عليهم.

رابعا- صرف الأموال الكثيرة لشراء مواد زائدة عن الحاجة يؤدى فى النهاية الى وقف العمل عن البنود الأخرى من البناء بسبب عدم وجود المال فى آخر المشروع.

خامسا- قد تجمع الأنقاض فوق خطوط الصرف الصحى أو الكهرباء فتعيق العمل .

1.2.4 أنواع أنقاض البناء:

1-**أنقاض الرمل :-** وهى الناتجة عن أعمال حفر المواطنين أو الشركات فى بداية المشاريع والقسائم فيتم بعد ذلك الإستغناء عن هذا الرمل فى حالة الدفان.

2- أنقاض الخلطات الخرسانية :- وهى الناتجة عن عمليات الخلط الخرسانى سواءا التى تتم فى مصانع الخلطات الجاهزة أو فى الموقع والتى تسمى الخلطة الإيرانية وهذه أنقاضها أكثر من التى قبلها.

3-**أنقاض أعمال الترميم :-**وهى الناتجة عن أعمال الهدم والإزالة من الديكور والكاشى والسيراميك والمنجور ويتم بعدها الترميم وهذا النوع من الترميم تكون فيه الأنقاض كثيرة

4- **أنقاض الأعمال الأسفلتية :-** وهى الناتجة عن العمليات فى توسعات الطرق أو إعادة صب الطبقات أو إزالتها من الشوارع.

5- **أنقاض أعمال الخشب :-** وهى الناتجة عن أعمال المنجور فى الأبواب الخشبية والديكورات الخشبية والطوبارات الخشب للأسقف والأعمدة والقواعد والشناجات وللعلم فهى تخلف ورائها أيضا المسامير.

6- أنقاض الألمنيوم :- وهى الناتجة عن أعمال أبواب الألمنيوم والشبابيك والقواطع والأسقف الصناعية .

7- أنقاض الحديد :- وهى الناتجة عن الحديد الزائد فى الأسقف والزوايا التلبيس الخارجى للجيرى والحجر.

8- أنقاض الصلبوخ :- وهى الناتجة عن أعمال التكسير فى المناطق الصخرية التى تسمى الكسارات .

2.2.4 حجم أنقاض البناء فى ليبيا:

ولنرى دراسة أعدت فى المقارنة بين أنقاض البناء فى الدول الأوربية وليبيا حيث ذكرت الإحصائية أن معدل أنقاض البناء فى الدول الأوربية الناتجة من الإزالة تقدر ب 1,3– 1,6طن/م2 من مساحة الطابق الأرضى ؛أما فى ليبيا فتقدر أنقاض البناء ب 1,5 طن/م2 من مساحة الطابق الأرضى وهذه الأرقام تبين مدى أثر الإزالة .

أما فى البناء فأنقاض البناء الناتجة منها فى الدنمارك تقدر ب 10-50 كجم/م2 من مساحة الطابق الأرضى بينما نجدها فى ليبيا تقدر بحوالى 100 كجم/م2 من مساحة الطابق الأرضى .

لحل هذه المشكلة :

ولحل هذه المشكلة يجب تكاتف الجهود من قبل جميع الأطراف سواءا كان من الشركات المنفذة أو البلدية أو الجمعيات المتخصصة فى البيئة أو الأفراد للحد من تلوث الأماكن التى يقام عليها البناء وللمساهمة الشخصية فى حل هذة المشكلة رأيت هذه المحاور التى قد تساهم فى حل المشكلة:

1-المحور الإقتصادى :-

ا- فصل مكونات الأنقاض التى يمكن إستخدامها مرة أخرى.

ب-إعادة تدوير الأنقاض التى يمكن إستخدامها مرة أخرى.

ج-الإستفادة المالية من بيع بعض الأنقاض التى تستخدم باستمرار.

د-عمل خطة سنوية لدراسة الحلول وتطبيقها وتطويرها مع تطور العلم.

ه- تشجيع الشركات الصناعية فى مجال إعادة تدوير الأنقاض.

2-المحور الصحى والبيئى :-

ا-معرفة خطورة هذه الأنقاض بيئيا وموقعيا على الأفراد.

ب- إقامة مؤتمرات طبية متخصصة لدراسة مدى خطورة أنقاض البناء على النفس البشرية.

ج- تشجيع البلدية على مخالفة المقاول الذى يترك ورائه أنقاض فى الأماكن الموقعية.

3-المحور الإعلامي :-

ا- التعاون مع الإعلام السمعى والمرئى لتوعية المواطنين بخطورة الأنقاض بيئيا وموقعيا.

ب- عمل دورات تدريبية للمواطنين متخصصة فى مجال البناء الصحيح الغير مكلف.

ج- عمل إستراتيجية عامة لحل المشكلة.

3.2.4 تجربة عملية فى الإستفادة من أنقاض البناء :

فى تجربة تعتبر مفيدة على المستوى الإنشائى تم إستخدام مكسر الطابوق المرمى من مخلفات البناء ومصانع الطابوق والأنقاض كركام خشن فى صناعة الخرسانة وأحيانا كركام خشن وناعم وهذه التجربة تمت فى عدد من مناطق العراق حسب ما ذكره المهندس الباحث محمد أيوب، وبعد إجراء الفحوصات تبين بأن الخرسانة المنتجة باستعمال الركام الخشن إحتاجت الى نسبة ماء أكثر من الخرسان الإعتيادية مما قلل من مقاومة إنضغاطها ، أما الركام الناعم والخشن فقد إزداد الحاجة الى زيادة الماء وتعتبر الخرسانة المنتجة باستعمال مكسر الطابوق كركام خرسانة متوسطة وخفيفة الوزن ، وأستنتج بعد هذه التجربة بإمكاننا الحصول على بناء

المنشئات بكلفة قليلة جدا وذلك بسبب الخرسانة التى كثافتها خفيفة الوزن الناتجة من الركام المكسر من الطابوق .

هذه فكرة عامة عن مخلفات البناء من الأنقاض التى يجب أن ينتبه لها ولخطورتها .

3.4 إعادة تدوير مخلفات الخرسانة :

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 و هو موضوعنا هنا.

من الملاحظ أن الموضوع يأخذ أهمية استثنائية للدول التي تعاني من الحروب و الأزمات التي تنتج أطناناً 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.

يمكن إعادة تدوير الخرسانة بإحدى طريقتين، الأولى: باستخدامه كركام خشن و ناعم في صناعة خرسانة جديدة، و هذا يحتاج بالضرورة إلى تكسيره بكسارات حسب حالة الخرسانة و من ثمّ استخدامه في الخرسانة الجديدة. و تشير البحوث الحالية إلى امكانية قبول 30% من الركام المصنوع من مخلفات الخرسانة في الخرسانة الجديدة من أجل التماشي مع مواصفات جيدة للخرسانة. أما الطريقة الثانية: فهي استخدامه في طبقة أساس الطرق، كونه يمثل حالة أفضل من الحصى الخابط. و على خلاف الطريقة الأولى فإن استخدام مخلفات الخرسانة في الطرق هو أكثر شيوعاً من استخدامه في الخرسانة الجديدة. و يوضح الجدول أدناه طرق الاستفادة من مخلفات الخرسانة بحسب حجم القطع الناتجة.

4.4 مشروع C2CA

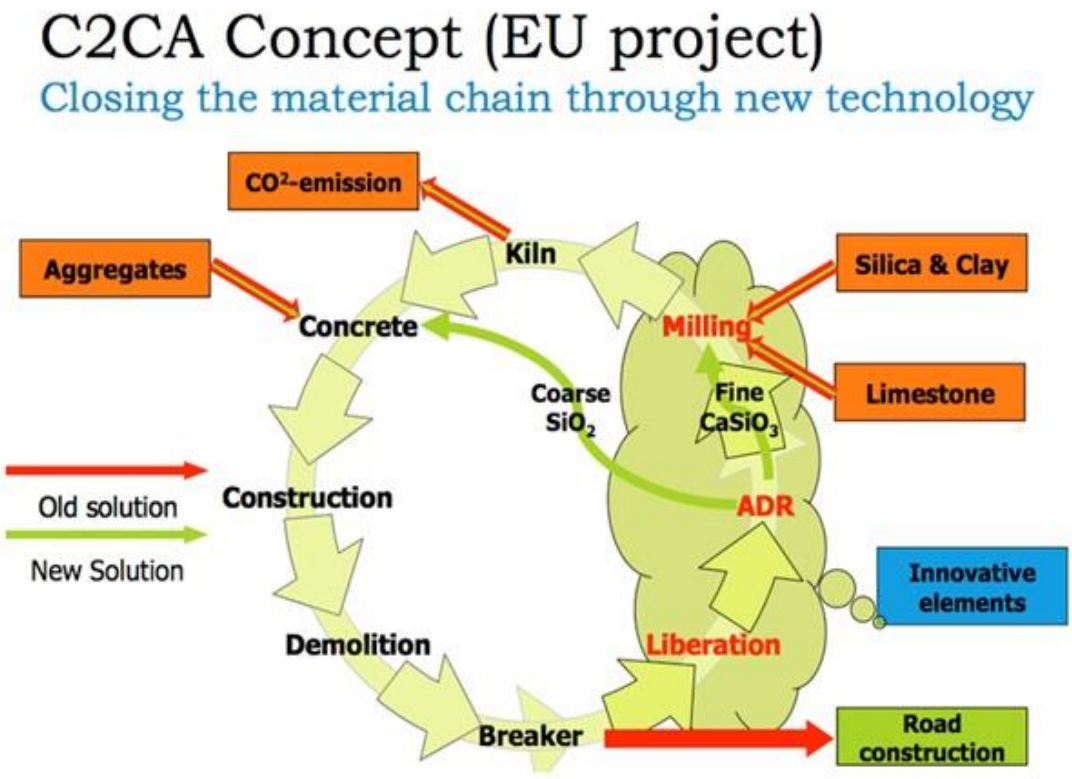
المشروع هو عبارة عن تقنية متقدمة لإنتاج الإسمنت و الركام النظيف من مخلفات الهدم، و هذا هو المختصر Clean Aggregates from Construction and Demolition Waste, in short C2CA ، و هو قائم على شراكة قوية بين المؤسسات الأكاديمية و المؤسسات الصناعية في معالجة المخلفات الصلبة و إعادة التدوير بما في ذلك كيمياء الإسمنت مع تقنيات المتحسسات من أجل السيطرة العالية على الجودة. و هذا سيضمن للمشروع تغطية مختلف المناطق و الاسواق في العالم. يقوم المشروع تحديداً على تقنية فصل المواد و السيطرة بالمتحسسات و نمذجة العمليات و تحليل الكلفة. المشروع يضم عدداً من الخبراء الرائدين من الجامعات و شركات الإسمنت بحيث تقوم الشركات الصناعية بتحويل الافكار و النماذج إلى من حيز البحث إلى معدات و عمليات انتاجية.

حجم القطع	امكانية الاستعمال
عناصر خرسانية نتيجة الهدم (عتبات اعمدة .)	احجار رصف او غيرها
مكسرة إلى احجام 200مم –400مم	احجار ساندة او حماية
مكسر اقل من 50مم	طبقة ما تحت الاساس للطرق، الاملائيات الترابية
مكسر اقل من 40مم	املائيات ترابية ركام خشن في الخلطات الاسفلتية والخرسانةية
مسحوق	مادة مالئة في الخلطات الاسفلتية، مواد تستخدم في ترسيخ التربة

5.4 عملية إعادة التدوير

بدلاً من استخدام مخلفات الخرسانة في في املائيات الطرق سوف يصار إلى فصل مكونات الخرسانة إلى حصى رمل و إسمنت، و بالتالي سوف يتم رفع قيمة مخلفات الخرسانة و يوضح الشكل أدناه مراحل عملية إعادة التدوير مع مقارنة بالطرق القديمة.

يوضح الشكل أدناه كلا من الطريقتين القديمة و الحديثة، حيث ن القديمة تعتمد على إعادة استخدام مخلفات الخرسانة كإملائيات أو ركام، أما الطريقة الحالية في المشروع فهي تعتمد على تحويل الخرسانة إلى مكوناتها الأساسية: الكالسيوم و السيليكا. حيث تمر مخلفات الخرسانة أولاً بمرحلة التكسير و التي سابقاً كان يستفاد منها في إملائيات الطرق أما في الطريقة الحالية فتدخل مرحلة ثانية من المعالجة و هي ADR: Advanced Dry Recovery و التي يتم من خلالها تحويل مكونات الخرسانة إلى المكونات الأساسية لكل من الركام و الإسمنت المتمثلة بالحجر الجيري الطباشيري و السيليكا و التي بدورها تطحن من جديد لتدخل الفرن مكونة إسمنت معاد تدويره يمكن استخدامه كخرسانة باضافة ركام من نفس مخلفات الخرسانة السابقة، و بالتالي نلاحظ أن العملية تبدأ بالخرسانة و تنتهي بخرسانة معاد تدويرها.



_____ ADR: Advanced Dry Recovery

تتم عملية السيطرة النوعية في هذا المشروع من خلال النمذجة و الفحص المختبري، لكن في هذه الطريقة المبتكرة التي تحتاج إلى أداء عالي جداً و الذي من خلاله يتم انتاج إسمنت أو ملاط mortar تبرز الحاجة إلى سيطرة ثابتة لا تعاني من الاحتمالات. خاصة و أن منتجات مخلفات الخرسانة الحبيبية تبدي درجة عالية من الانحراف عن المعدل في النوعية اذا ما قورنت بالحبيبات الطبيعية كالحصى و الرمل، و هذا يحتم الحاجة إلى السيطرة النوعية المستمرة. هذا فضلاً عن أن امكانية السيطرة النوعية المستمرة تسمح بالتوثيق الصحيح لمختلف المواد الناتجة من مخلفات الهدم، و عليه يمكن السيطرة على أحد الأهداف المهمة و هي رفع الأداء البيئي لمخلفات الهدم و الجدوى الاقتصادية لها.

أساس هذه التقنية يقوم على أساس ارجاع الخرسانة إلى مكوناتها الأصلية من سمنت وركام على اعتبار ان المخلفات هي مواد غنية بالكالسيوم و السيليكا الذين يشكلان العنصرين الأساسيين لكل من الركام و الإسمنت. حيث تركز على فكرة التكسير – التصنيف لمخلفات الخرسانة الغنية بالسيليكا والكالسيوم و بكلفة واطئة. حيث ان الأجزاء الغنية بالكالسيوم تحول إلى مواد رابطة بالمعالجة الحرارية لتخلط بعدها مكونة ملاط اسمنتي. تم تطوير هذه التقنية في جامعة دلفت للتكونلوجيا و تم اختبارها في موقع ستراكتون في كورننكين.

ان هذا المشروع سيقوم بزيادة الطلب على مخلفات الخرسانة و التي ستكون عالية القيمة من خلال اعادة الخرسانة إلى موادها الأولية و استخدامها في تطبيقات عالية الاداء من حيث ان الركام المنتج سيكون صالحاً للاستخدام كركام جديد و كذا الحال للإسمنت المنتج من خلفات الخرسانة.

1.5.4 الفوائد البيئية

- زيادة النوعية البيئية من خلال تقليل انبعاثات ثاني اوكسيد الكربون المنبعث من مصانع الإسمنت.
- تقليل استنزاف الموارد الأولية و الخامات من خلال استخدام مخلفات الخرسانة.
- تقليل حجم النقل من خلال إعادة التدوير في الموقع.
- خلق مخرجات ذات قيمة عالية لمخلفات الخرسانة.

6.4 اعادة تدوير الركام الخرساني في الخلطات الاسفلتية:

1.6.4 نموذج اقيم في مدينة طرابلس يبين الحسابات والتجارب المعملية :

قبل خمسين عاماً تقريباً ازداد الطلب بصورة كبيرة على استخدام الخرسانة المسلحة لبناء ليبيا الحديثة، وكان ذلك مصاحباً لازدياد تصدير النفط والنمو الاقتصادي للدولة. فأصبحت الخرسانة هي مادة البناء الرئيسية لأكثر المباني. وفي نهاية العقد الأخير من القرن العشرين تزايدت حركة هدم وإعادة إعمار المباني مما أدى إلى تراكم كميات كبيرة من المخلفات التي تشكل الخرسانة جزءاً كبيراً منها، فأصبح ذلك تحدياً جديداً للبيئة المحلية.

وبالإضافة إلى ذلك فإن الحركة العمرانية المستمرة وإنشاء وصيانة الطرق بدولة ليبيا يمثل طلباً متزايداً على الركام، مما أدى إلى ازدياد حركة التنقيب عن الصخور في المقالع الصحراوية المحلية. فأصبح ذلك تحدياً وتهديداً آخر للبيئة والموارد المحلية.

وازدادت الصحوة البيئية في دولة ليبيا وأنشئت الهيئة العامة للبيئة، وسنت العديد من القوانين لحماية بيئة ليبيا الصحراوية والبحرية. ولعل من أوضح أمثلة ذلك قانون مجلس الوزراء بمنع استخراج الركام من المقالع المحلية، وإعفاء الركام المستورد من الرسوم الجمركية.

وقد أجريت أبحاث ودراسات لإعادة تدوير مخلفات البناء واستعمالها مجدداً في صناعة التشييد. بل هناك دول بدأت بوضع المواصفات لإعادة استخدام المخلفات الخرسانية، ومنها الولايات المتحدة الأمريكية واليابان وهولندا والمملكة المتحدة وألمانيا والدانمرك .

أما بالنسبة لصناعة الطرق فقد قطع شوط كبير في مجال إعادة تدوير مخلفات الرصف. ففي جنوب كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية، يستعمل ما نسبته 15% من الأسفلت المدور في الخلطات الأسفلتية الجديدة [3]. وفي دولة ليبيا يخلط ناتج قشط الأسفلت (Milling) في تربة القاعدة لتزيد من قوة تحملها، بالإضافة إلى استخدامه كطبقة تكسية مؤقتة لمواقف السيارات والساحات المكشوفة للحد من تطاير الأتربة وقد أجريت أيضاً عدة دراسات لإعادة تدوير المخلفات في إنشاء الطرق ،ومنها الإطارات المستهلكة .

وهذه المثال يعرض نتائج إعادة استخدام نفاية خرسانية كركام لخلطة أسفلتية مطابقة للمواصفات المحلية وهي ما يسمى "Type III" والتي تستخدم كطبقة تكسية لمعظم أنواع الطرق بدولة ليبيا.

2.6.4 أهداف الدراسة :

إن الهدف الرئيسي لهذه الدراسة هو تقييم إمكانية إعادة استخدام الركام الخرساني المدور في الخلطات الأسفلتية بدلاً من الركام الجديد، وتحديداً في نوع "Type III" من هذه الخلطات وذلك حسب المواصفات المحلية لوزارة الأشغال العامة [20]. وسبب اختيار هذه الخلطة هو أنها الطبقة السطحية لمعظم أجزاء شبكة طرق ليبيا (عدا الطرق السريعة) والتي تتعرض دائماً لأعمال الصيانة المتمثلة غالباً في قشط وإعادة فرش نفس الطبقة السطحية [4]. لذا يتوقع أن يكون أكثر الطلب على هذا النوع من الخلطات الأسفلتية.

3.6.4 فوائد إعادة استخدام الركام الخرساني المدور

إن إعادة تدوير المخلفات لها فوائد اقتصادية وبيئية واضحة وعديدة. وإعادة استخدام الركام الخرساني تحديداً في الخلطات الأسفلتية لها فوائد منها:

- تقليل الحاجة إلى مساحات ردم النفايات، وذلك لأن نسبة كبيرة من مخلفات هدم المباني يتم إعادة استخدامها. وهذا من شأنه توفير هذه المساحات لأغراض أخرى، وحماية البيئة من آثار هذه المخلفات.
- توفير بديل محلي أقل تكلفة من الركام الجديد الذي يتم استيراده من الدول المجاورة.
- توفير فرص عمل واستثمار من خلال إنشاء مصانع إعادة تدوير المخلفات الخرسانية. وبالإضافة إلى ذلك فإن إعادة تدوير حديد التسليح قد يزيد من الجدوى الاقتصادية لهذه المصانع.
- إذا صار الطلب على المخلفات الخرسانية أكبر من مخلفات المباني المهدومة، فإنه يمكن فتح مناطق الردم القديمة وإعادة تدوير المخلفات الخرسانية فيها. وذلك من شأنه المساعدة على إعادة تأهيل هذه المناطق.

4.6.4الخلطة الأسفلتية ومصدر الركام الخرساني المدور :

تم الحصول على الركام الخرساني المدور من أعمال هدم مبنى عمره 28 سنة بمدينة طرابلس. وقد تم أخذ عينات خرسانية من ناتج تكسير جسر خرساني في المبنى (شكل 1). وتراوحت العينات الخرسانية في حجمها من 20-50 سم، وتم نقلها إلى مصنع تدوير خرسانة حيث تم إدخالها إلى الكسارة وأخذ ناتج التكسير إلى المختبر لفصل حجمي الركام ¾ بوصة و⅜ بوصة المطلوبين للخلطة الأسفلتية نوع "Type III".

شكل1.4 : تم أخذ العينات من جسر خرساني.

أما بالنسبة للرمل المكسر (Crushed Sand) والرمل الطبيعي (Natural Sand) والمادة المالئة (Filler) والبيتومين فقد تم الحصول عليها من وزارة الأشغال العامة حيث كانت هذه المواد مطابقة للمواصفات المحلية للخلطات الأسفلتية.

ويبين الشكل 2.4 خليط الركام المستخدم وذلك قبل مزجه بالبيتومين وعمل العينات الأسفلتية.

شكل 2.4: خليط الركام المستخدم.

ثم تم عمل الخليط الأسفلتي واختباره عند نسب بيتومين مختلفة وذلك للوصول إلى المحتوى البيتوميني الأمثل حسب متطلبات طريقة مارشال القياسية المعتمدة محلياً لعمل تصميم الخلط الأسفلتي.

5.6.4 اختبارات الخلطة الأسفلتية

بعد الحصول على الركام الخرساني المدور ونوعي الرمل المعتمد (الطبيعي والمكسر) والمادة المالئة، فقد تم تجهيز خليط الركام الكلي حسب التدرج الحجمي المطلوب لخلطة أسفلتية "Type III". ويبين الجدول 1 التدرج الحجمي لأجزاء الركام المستخدم، كما يبين التدرج الحجمي لخليط الركام الكلي (Combined Gradation) وذلك بعد اعتماد نسب الخلط التالية:

- 40% : ¾ بوصة (ركام خرساني مدور)
- 30% : ⅜ بوصة (ركام خرساني مدور)
- 15% : رمل مكسور (Crushed Sand)
- 12% : رمل طبيعي (Natural Sand)
- 3% : مادة مالئة (Filler)

لعمل خليط ركام يقع ضمن حدود مواصفات التدرج الحجمي لخلطة أسفلتية "Type III" كما هو مبين في الجدول. ويلاحظ أن الركام الخرساني المدور يمثل نسبة 70% من خليط الركام المستخدم. وتم عمل الخليط الأسفلتي حسب طريقة مارشال القياسية، والتي تم الحصول منها كذلك على خواص الخلطة عند المحتوى الأمثل للبيتومين كما سيتبين لاحقاً.

وقد تم اختبار الخليط الأسفلتي (عند محتوى البيتومين الأمثل) بثلاثة اختبارات قياسية أخرى هي اختبار نسبة الضغط بعد الغمر، واختبار فقدان الثبات، واختبار مسار العجلة.

جدول 4.1 : التدرج الحجمي لخليط الركام المستخدم

Sieve Size	¾" (40%)	⅜" (30%)	Crushed Sand (15%)	Natural Sand (12%)	Filler (3%)	Combined Gradation	Specification Range
3/4"	96	100	100	100	100	98.4	100
1/2"	73	100	100	100	100	89.2	66-95
3/8"	54	70.4	100	100	100	72.7	54-88
No. 4	28	26.4	99.9	99.6	100	48.9	37-70
No. 8	17	13	97.4	95	100	39.7	26-52
No. 16	12	8.4	76	84.4	100	31.8	18-40
No. 30	8	6	53	62	100	23.3	13-30
No. 50	4	3.3	30.5	23	95	12.6	8-23
No. 100	2.4	2.1	15.5	6	90	7.2	6-16
No. 200	1.5	1.4	7.5	4	85	5.1	4-10

1.5.6.4 اختبار مارشال (Marshall Test)

وقد تم إجراء هذا الاختبار حسب الطريقة القياسية المعتمدة في مواصفات أعمال الرصف بدولة ليبيا ومن الاختبار تم تعيين المحتوى البيتوميني الأمثل وهو 7.2% لخلطة أسفلتية "Type III". ويبين الجدول 2 نتائج اختبار مارشال للخلطة الأسفلتية مقارنة بالمواصفات المحلية.

جدول 2.4 : نتائج اختبار مارشال

	At optimum bitumen content	**Specification limits**
Bulk Density (g/cm^3)	2.267	-
Marshall Stability (kg)	2014.4	1800 minimum
Marshall Flow (0.01")	14.25	8-16
Air Voids (%)	4.0	4-6
Voids filled with bitumen (%)	76	70-85
Voids in mineral aggregate (%)	19	15 minimum

2.5.6.4 اختبار نسبة الضغط بعد الغمر (Immersion Compression Ratio Test)

ويستخدم هذا الاختبار لقياس نسبة فقد تماسك أجزاء الخلطة الأسفلتية المدمكة بسبب الماء وذلك بحساب ما يسمى بمؤشر القوة المتبقية (Index of Retained Strength) . ويقاس هذا المؤشر بمقارنة قوة الضغط لخلطة أسفلتية مدمكة قبل وبعد الغمر بالماء تحت ظروف قياسية. ويبين الجدول 3 نتائج هذا الاختبار على خلطة "Type III" الأسفلتية المستخدمة.

جدول 3.4: نتائج اختبار نسبة الضغط بعد الغمر

Average stability of dry specimens, S_1	2530.2 kg
Average stability of wet specimens, S_2	2322.5 kg
Loaded area of specimen, A	81.749 cm^2
Index of retained strength = $\frac{S_2}{S_1} \times 100\%$	91.7%
Net retained strength = $\frac{S_2}{A}$	28.4 kg/cm^2

وتتطلب المواصفات المحلية [20] أن لا يقل مؤشر القوة المتبقية عن 70% للركام العادي، و90% للركام المغلف بالأسمنت. لذلك يتبين أن خليط الركام المستخدم قد أوفى بمتطلبات المواصفات بالنسبة لهذا الاختبار.

كما أن المواصفات المحلية تتطلب أن لا تقل القوة المتبقية (Net Retained Strength) عن 14 كجم/سم^2، ويلاحظ من الجدول 3 أن القوة المتبقية للخلطة المختبرة (28.4 كجم/سم^2) قد أوفت بهذه المتطلبات.

2.5.6.4 اختبار فقدان الثبات (Loss of Stability Test)

هذا الاختبار شبيه بالاختبار السابق مع بعض الاختلاف في طريقة تنفيذه وطريقة حساب مؤشر فقدان الثبات. ويبين الجدول 4 نتائج هذا الاختبار على خلطة "Type III" الأسفلتية المستخدمة.

جدول 4.4 : نتائج اختبار فقدان الثبات

Ave. stability of specimens submerged for ½ hr, S_1	1938.4 kg
Ave. stability of specimens submerged for 24 hrs, S_2	1468.3 kg
Loss of stability = $\frac{S_1 - S_2}{S_1} \times 100\%$	24.2%

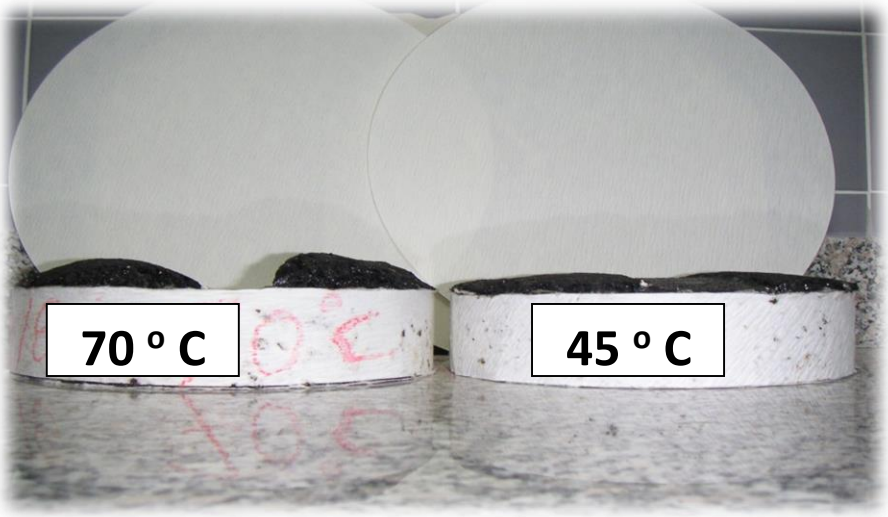
ومقدار فقدان الثبات المحسوب (24.2%) أقل من الحد الأعلى المسموح به في المواصفات وهو 25%.

3.5.6.4اختبار مسار العجلة (Wheel Track Test)

يستخدم هذا الاختبار لقياس مدى انضغاط الخليط الأسفلتي (بعد دمكه) تحت تأثير الأحمال المرورية [22]، وذلك بوضع العينات الأسفلتية تحت عجلة محملة تمر عليها مرات متتالية مع قياس مقدار الانضغاط (التخدد) كما في الشكل 3.

شكل 5.4 : اختبار مسار العجلة

وقد أجري هذا الاختبار عند درجتي حرارة 45 و 70 درجة مئوية. وبعد انتهاء الاختبار تكون العينات الأسفلتية كما في الشكل 6.4.



شكل 6.4: اختلاف درجة انضغاط العينات الأسفلتية باختلاف درجة حرارة الاختبار.

والجدول 5 يشمل نتائج هذا الاختبار على خلطة "Type III" الأسفلتية المستخدمة، والذي يبين أن كل العينات المختبرة لم يتجاوز فيها الانضغاط (Maximum Depth) عن الحد الأعلى المسموح به وهو 15 مم.

جدول 5.4: نتائج اختبار مسار العجلة

Test Temperature	Test No.	Maximum Depth (mm)
45°C	1	3.5
	2	2.3
	3	1.9
	4	2.8
	5	1.7
	6	2.0
70°C	1	11.7
	2	13.7
	3	9.8
	4	12.0
	5	14.9
	6	14.0

4.5.6.4 النتائج والتوصيات

إن أكثر مخلفات هدم المباني عبارة عن خرسانة تحتوي في الجزء الأكبر منها على ركام بحالة جيدة. وهذه الدراسة تبين أنه يمكن اعتبار هذا النوع من المخلفات سلعة يمكن إعادة استخدامها في مشاريع تتطلب كميات كبيرة من الركام كإنشاء وصيانة الطرق.

وصيانة الرصف الأسفلتي في ليبيا غالباً ما يشمل قشط الطبقة السطحية وفرش طبقة جديدة. فإذا علم أن 95% تقريباً من الخليط الأسفلتي هو عبارة عن ركام، فإن التوفير في هذه المادة ينتج عنه توفير كبير في مشاريع إنشاء وصيانة الرصف.

وبالإضافة إلى ذلك فإن المخلفات الخرسانية تحتوي عادة على كميات من حديد التسليح الذي يمكن إعادة تدويره كذلك مما قد ينتج عنه مصدر إضافي للربح.

وكذلك فإن إعادة تدوير المخلفات الخرسانية لها إيجابيات بيئية واضحة تتمثل في تقليل الحاجة لمواقع الردم وبالتالي تقليل التلوث البيئي.

وهناك وفر إضافي أيضاً من ناحية أن الخلطات الأسفلتية تكون أقل تكلفة بسبب أن نسبة كبيرة من الركام فيها هو ناتج إعادة تدوير وليس ركاماً جديداً. وهذا بدوره سيقلل الحاجة إلى مواقع مقالع الأحجار مما يؤدي إلى زيادة المحافظة على هذه الموارد الطبيعية.

وقد تم في هذه الدراسة إجراء أربعة اختبارات قياسية على خلطة أسفلتية "Type III" كانت نسبة الركام المدور فيها 70%، وقد اجتازت الخلطة الأسفلتية كل هذه الاختبارات بنجاح.

وبناءاً على هذه الدراسة يمكن التوصية بالتالي:

- إجراء اختبارات مماثلة على خلطات أسفلتية أخرى لجمع خبرة أكبر في التعامل مع الركام المدور في صناعة الرصف الأسفلتي، وخاصة تلك الخلطات المستخدمة في طبقات الربط والقاعدة.
- يمكن اختبار مصادر متعددة للخلطات الخرسانية مثل أحجار الرصيف (Curbstone)، والرصف الخرساني، والحواجز الخرسانية.
- إنشاء مقطع طريق تجريبي باستخدام خلطات أسفلتية ذات ركام مدور لاختبار أدائها تحت ظروف مناخية ومرورية حقيقية.

- يمكن تكسير مخلفات الطابوق الأسمنتي وإعادة تدويره في الخلطات الأسفلتية كبديل للجزء الناعم من خلطة الركام.
- يجب الاستعداد لإعادة تدوير الخرسانة الناتجة من مخلفات الهدم وذلك بوضع المواصفات والمقاييس التي تقيم وتحكم استخدام هذه المادة. ويمكن اعتبار هذه الدراسة كخطوة في هذا الاتجاه.
- البدء باستخدام نسب أقل من الركام المدور في الخلطات الأسفلتية (10 أو 20% مثلاً) ثم زيادتها مستقبلاً بعد أن يتم قبولها والاطمئنان إليها من قبل متخذي القرار.
- النتائج الأولية في هذه الدراسة مشجعة وتحث على إجراء دراسات مشابهة لتقييم إعادة تدوير مخلفات البناء وخاصة الخرسانية منها.

الفصل الخامس

النتائج والتوصيات

1.5 النتائج :

كثير من الأبنية ينتج عنها مواد مثل الطوب (الطابوق)، الخرسانة، والخشب غير المستخدمة أو المتضررة لأسباب كثيرة خلال عملية الإنشاء. وتشير الأبحاث الرقابية إلى أن هذه المواد قد تصل نسبتها إلى 10 - 15% من المواد المستخدمة في البناء. وتُعتبر المكونات الحالية لمخلفات الأبنية مثل الألواح الجصية (جبسم بورد) خطيرة عند عملية الطمر، حيث تنتج كبريتيد الهيدروجين، وهو غاز سام. يمكن إعادة تدوير الكثير من عناصر مخلفات البناء، وغالبا ما يتم استخدام حاويات الكابسات لنقلها. أما الأنقاض، فيمكن طحنها وإعادة استخدامها في مشاريع البناء. ويمكن أيضا أن تُستعاد النفايات الخشبية عبر إعادة تدويرها.

غالبا ما تسن السلطات الحكومية والمحلية قوانين حول كمية المخلفات التي يجب أن تُخزّن قبل دفنها أو معالجتها. بعض المواد الخطرة قد لا يتم نقلها قبل أن تقوم السلطات بالتأكد من أن إرشادات السلامة والقيود قد تم اتباعها، حيث يجب التخلص من بعض هذه العناصر السامة كالرصاص والأسبستوس أو المواد المشعة.

كمثال : في الوطن العربي، منحت وزارة المالية في ليبيا عقد بناء وتشغيل ونقل ملكية (BOT) للشركة الصناعية لحماية البيئة، لبناء أول محطة لمخلفات البناء في منطقة الشرق الأوسط، حيث يبلغ إنتاجها اليومي 2500 طن. تدفع الحكومة رسوم إلى الشركة لإزالة النفايات كحافز للتخفيف من الضغط على البيئة. يتم إعادة تدوير مخلفات البناء إلى عدة أحجام كالحصى التي يمكن إعادة استخدامها في البناء بجانب الرمال وغيرها من استخدامات البناء.

2.5 التوصيات

على ضوء ما ورد في الدراسة نوصي بما يلي :

1-5 تنفيذ نظام نوعي لادارة مخلفات البناء والهدم لضمان وتطوير تقنيات مختارة لفصل المخلفات من المصدر .

2-5 تنفيذ سياسة البحوث والتدريب اضافة الى تطوير ادارة المخلفات الانشائية

3-5 تطوير وتنفيذ انظمة معلوماتية تقوم على تجميع وتحليل المعلومات عن كمية ونوعية واماكن تولد النفايات بصورة مستمرة وذلك للاستفادة منها في عمل مشاريع ذات طبيعة مستدامة تقوم على اساس الاستفادة من هذه المخلفات في شتى المجالات .

4-5 تطوير ادوات تخطيط محددة بالاضافة الى معرفة كافية لسير المخلفات لاستخدامها في وضع ستراتيجية لادارة مخلفات البناء والهدم .

5-5 اعتماد مبدا الاستدامة والبناية الخضراء لكل عمليات البناء من اختيار الموقع الى المراحل النهائية مع التاكيد على اخذ الاستدامة بالحسبان وذلك باختيار مواد تصنع من مواد معاد تدويرها بدلا من اختيار مواد تذهب الى مواقع الطمر الصحي والتي تحتل مساحة في موقع الطمر الصحي وتستنفذ الموارد وبالامكان استخدام هذه المواد مرة اخرى .

المصادر :

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

2- Iuinois Environmental Protection Agency(2002), Constriction and Demolition Debris, File://L:\Debris7htm

3- Contra Costa County Community Development Department 2004, construction and Demolition Debris Recovery Program.

4- Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance 2002, Construction and Demolition Debris Management, file:L:\ Construction and Demolition Debris Management.

5- North Carolina Cooperative Extension Service 2002, Managing Construction and Demolition Debris A guide for Builders, Developers, and Contractors, file://L:\Debris 10htm.

6- S.C. Energy Office & S.C Department of Health & Environmental Control's Office of Solid Waste Reduction and Recycling, 1999, Construction & Demolition Debris Guide Book.

7- Al-Sabbagh, N., “Utilization of recycled aggregates in concrete mixes”, Ms.C. Project Report, Department of Civil Engineering, Kuwait University, Kuwait, 2002.

8- Hansen, T., “Recycling of Demolished Concrete and Masonry”, E & FN Spon, London, UK, 1992.

9- Amirkhanian, S., J. Burati, Jr., “A study of re-use of moisture-damaged asphalt mixtures – Final Report”, Federal Highway Administration, 1992.

10- Tuncan, M., A. Tuncan, A. Cetin, “The use of waste materials in asphalt concrete mixtures”, Waste Management and Research, v. 21, p. 83-92, Anadolu University, Turkey, 2003.

11- Mallick, R., W. Mogawer, M. Teto, J. Siegel, “Recycling of manufactured waste shingles in asphalt paving mixes”, Environmentally Conscious Manufacturing, The International Society for Optical Engineering, v. 4193, p. 352-363, Worcester Polytechnic Institute, MA, USA, 2001.

12- Chajkin, V., V. Myasfovskij, Yu. Vysotzkij, N. Chajkina, “Preparation of mineral powder for asphalt concrete from molding sand wastes”, Litejnoe Proizvodstvo, no. 4, p. 23-24, Final MGOU, Russia, 2002.

13- Ali, Nouman, N. Wasiuddin, M. Islam, “Use of offshore drilling waste in hot mix asphalt (HMA) concrete as aggregate replacement”, 2000 Engineering Technology Conference on Energy (ETCE 2002), v. 1, p. 451-458, American Society of Mechanical Engineers, Petroleum Division, Texas, 2002.

14- Zoorob, S., L. Suparma, “Laboratory design and investigation of the properties of continuously graded asphaltic concrete containing recycled plastics aggregate replacement (plastiphalt)”, Cement and Concrete Composites, v. 22, no. 4, p. 233-242, University of Leeds, UK, 2000.

15- Katamine, N., “Phosphate waste in mixtures to improve their deformation”, Journal of Transportation Engineering, v. 126, no. 5, p. 382-389, Mu’tah University, Jordan, 2000.

16- Mansurov, Z., E. Ongarbaev, B. Tuleutaev, “Pollution of soils with oil and drilling mud - Waste utilization to produce road-building materials”, Khimiya i Tekhnologiya Topliv i Masel, no. 6, p. 41-42, Russia, 2001.

17- Page, G., B. Ruth, R. West, “Florida’s approach using ground tire rubber in asphalt concrete mixtures”, Transportation Research Record, no. 1339, p. 16-22, Transportation Research Board, Washington, DC, 1992.

18- Celik, O., “The fatigue behavior of asphaltic concrete made with waste shredded tire rubber modified bitumen”, Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences, v. 25, no. 5, p. 487-495, Turkey, 2001.

19- Chung, K., Y. Hong, “Scrap tire/aggregate composite: Composition and primary characteristics for pavement material”, Polymer Composites, v. 23, no. 5, University of Suwon, South Korea, 2002.

20- Jorgenson, “Asphalt rubber pavement construction”, Public Works, v. 134, no. 1, California, 2003.

21- Choubane, B., G. Sholar, J. Musselman, G. Page, “Ten-year performance evaluation of asphalt-rubber surface mixes”, Transportation Research Record, no. 1681, p. 10-18, Transportation Research Board, Washington, DC, 1999.

22- Radziszewski, P., M. Kalabinska, J. Pilat, “Polish experience with application of waste rubber to road pavement constructions”, Proceedings of the International Conference on Solid Waste Technology and Management, p. 427-433, Philadelphia, 1999.

23- Way, G., “Flagstaff I-40 asphalt rubber overlay project: Nine years of success”, Transportation Research Record, no. 1723, p. 45-52, Transportation Research Board, Washington, DC, 2000.

24- MPW, “General specifications for Kuwait motorway/expressway”, Ministry of Public Works, Kuwait, 1987.

25- AASHTO, “Standard specifications for transportation materials and methods of sampling and testing”, American Association of Highway and Transportation Officials, Washington, DC, 1990.

26- BS, “British Standards”, British Standards Institution, London, England, 1996.

27- عبدالعزيز الكليب، شريدة العازمي، السيد متولي، أحمد حمود عبداللطيف الجسار، "نظام صيانة الطرق بدولة ليبيا"، المؤتمر الخليجي الأول للطرق، ليبيا 11-13 مارس 2002، ص 488-501.

28- عبدالعزيز عبدالرحمن الكليب، شريدة العازمي، أحمد حمود عبداللطيف الجسار، فواز الشمري، السيد متولي، "استخدام ناتج قشط الأسفلت لتحسين خواص تربة طبقة القاعدة لطرق دولة ليبيا"، المؤتمر الخليجي الثاني للطرق، أبوظبي، دولة الإمارات العربية المتحدة، مارس 2004.

29- وزارة البلديات والاشغال العامة / قسم البيئة .