Method of Making the Decision to Find the Optimal Technological Alternative to Treat the Demolition Waste in the Syrian Case

Dr. Bassam Hassan*
Dr. Jamal Omran**
Hassan Ali***

(Received 25 / 8 / 2019. Accepted 19 / 1 / 2020)

□ ABSTRACT □

One of the worst consequences of the war on Syria is significant destruction of infrastructure and urban buildings. That requires deep investigation and needs to think seriously how to deal with the rubble from the destroyed buildings and to separate the ruins of these buildings for several categories according to the types; concrete, masonry, stones, iron, wood and aluminum.

It is very important to benefit as possible as the most of these materials in the reconstruction to prevent booking large landfill to store them useless and pose an economic and environmental impact and distort the general view of the country, so it's very important to use it in good manner in future.

This study presents method of estimation expected debris size in some Syrian cities and the components of these debris and the cost of recycling and expected profits by proposing a plan of action in the field of management of recycling debris,

And select the appropriate technological alternative to implement this plan.

Keywords: Recycle concrete waste (RCA) – the waste of construction and demolition (D&C).

*Professor, Department of Construction and Engineering Management, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

**Associate Professor, Department of Construction and Engineering, Management Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

***Master Student, Department of Construction and Engineering Management, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

طريقة إتخاذ القرار لإيجاد البديل التكنولوجي الأمثل لمعالجة أنقاض الهدم في الحالة السورية

د. بسام حسن*

د. جمال عمران**

حسان علي***

(تاريخ الإيداع 25 / 8 / 2019. قُبِل للنشر في 19/ 1 / 2020)

□ ملخّص □

أدت الحرب التي شنت على سورية إلى دمار كبير في البنى التحتية و المباني العمرانية وهذا الأمر رتب علينا التفكير الجاد بطريقة التعامل مع الأنقاض الناتجة عن الأبنية المهدمة و فرز أنقاض المباني لعدة أصناف حسب النوع من كتل خرسانية و بلوك و حجارة و حديد و خشب و ألمنيوم....؛ وضرورة الاستفادة القصوى من هذه المواد في مرحلة إعادة الإعمار منعا لحجز مساحات كبيرة من الأراضي لتخزينها بلا فائدة ممايسبب أعباء إقتصادية وبيئية وتشوه المنظر العام للبلد، هذا ما يحتم علينا التعامل مع هذه الأنقاض و الإستفادة منها في المرحلة القادمة.

تعرض هذه الدراسة طريقة تقدير حجم الإنقاض المتوقعة في بعض المدن السورية ومكونات هذه الأنقاض وكلفة إعادة تدويرها والأرباح المتوقعة من خلال إقتراح خطة عمل في مجال إدارة عملية إعادة تدوير الأنقاض وإقتراح البديل التكنولوجي المناسب لتنفيذ هذه الخطة.

الكلمات المفتاحية: أنقاض البناء والهدم، تدوير أنقاض الأبنية.

* أستاذ في قسم هندسة وإدارة التشييد في كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية. Bassamh@tishreen.edu.sy

** أستاذ مساعد في قسم هندسة وإدارة التشييد في كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.
j-omran@tishreen.edu.sy

*** طالب ماجستير في قسم هندسة وإدارة التشييد في كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
Engmangment999@gmail.com

مقدمة:

في ظل الاستنزاف الكبير للموارد الطبيعية على كوكب الارض برزت الحاجة إلى العديد من التقنيات التي يمكن من خلالها إعادة 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 20 – 80 % من كمية المخلفات التي ترمى إلى اماكن الطمر الصحي حسب النشاط العمراني في المنطقة 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 ضرورة توجيه الاهتمام إلى ايجاد طريقة أو طرق للحد من استنزاف المواد الأولية لصناعة الخرسانة، و التي يمكن أن تكون بإحدى الطرق الثلاثة: تقليل استخدام الخرسانة؛ إعادة استخدام نفس الخرسانة و أخيراً إعادة تدوير الخرسانة و هو نطاق العمل في بحثنا.

أهمية البحث وأهدافه:

مشكلة البحث:

حجم الأنقاض الكبير الناتج عن الأبنية والمنشآت المتراكم نتيجة الحرب على سورية وضعف التقانات المحلية المتبعة في معالجتها بالإضافة إلى التحديات الاقتصادية والبيئية الناجمة عن متطلبات مرحلة إعادة الإعمار.

هدف البحث:

دراسة وتحليل كمية ومكونات الأنقاض في سورية وتحديد المؤشرات التقنية والإقتصادية لعملية التدوير ونمذجة عملية إتخاذ القرار لإختيار الطريقة المناسبة.

طرائق البحث ومواده:

تم إعتماد المنهجين الوصفي والتحليلي في هذا البحث حيث تم القيام بدراسة تقديرية لحجم الأنقاض في عدد من المدن وإقتراح خطة عمل لمعالجة هذه الأنقاض بحيث يتم تحقيق إستفادة أكبر من كافة مكوناتها وتحليل المؤشرات الاقتصادية لعملية إعادة التدوير ومقارنة البدائل التكنولوجية المقترحة لمعالجة الأنقاض وإقتراح البديل الأكثر ملائمة.

ماهي أنقاض البناء:

تعرف المخلفات الإنشائية بأنها مخلفات صلبة غير خطرة تتولد من نشاطات الهدم، والإنشاء، والتطوير، والترميم، وهدم المنشآت والأبنية ومن الطرق والجسور ومن تطوير الساحات والمجاري ومن المواد الناتجة:

1- خرسانة 0 2- إسفلت 0 3-بلوك 0 4- خشب 0 5- زجاج 0 6-حديد 0 7- ألمنيوم 0 ومواد أخرى [1].

يقوم مبدأ إعادة التدوير على التقليل من استخدام الموارد الجديدة في إنشاء المباني بحيث يتم تصميم المباني بطريقة تكون هي نفسها في نهاية العمر الافتراضي لها مصدرا وموردا لمباني اخرى 0

المشاكل التي تسببها الخرسانة ومواد البناء الناتجة عن هدم الأبنية:

إن إنتاج الإسمنت يساهم في 5 % من الإنبعاث السنوي العالمي لثاني أكسيد الكربونCO_2 [2] ، حيث تساهم الصين وحدها وبسبب ازدهار الصناعات الإنشائية فيها بحوالي 3 % من كمية الانبعاث السنوي العالمي. وستصبح المشكلة

أسوأ في المستقبل حيث تم انتاج حوالي 2 بليون طن من الإسمنت عام 1950 ويتوقع أن يتضاعف هذا الرقم حوالي ثلاثين مرة بحلول عام2050 .

كما تشكل المطامر العشوائية خطرا بيئيا حيث تشير دراسة معدة من قبل الجمعية الوطنية لبناء المساكن national association of home builders (NAHB) أن كلفة التخلص من 100 مسكن ب 50000 دولار أميركي –[3] وهذه التكلفة قابلة للزيادة في حال غلق المطمر الصحي وإنشاء مطمر جديد.

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

–تقلل كلف إنشاء المكبات وتكاليف النقل والاجور الاخرى.

–المحافظة على الموارد وحماية البيئة من التخريب.

–إدخار الطاقة وتوفير في الكلفة.

–عملية إعادة التدوير المترافقة مع خطط المشاريع توفر في كلفة المواد وتكاليف النقل.

–عوائد مادية متوقعة من بيع مواد منتجة بمواصفات خاصة–[4] .

تجارب بعض الدول في مجال إعادة استخدام ركام الأبنية الخرسانية:

منطقة الخليج العربي:

تشير الدراسات الإقليمية بأن دول الخليج مجتمعة تنتج أكثر من 120 مليون طن من النفايات سنويا، والتي يتكون 18.5 % منها من مخلفات الإنشاء الصلبة .فعلى سبيل المثال ووفق احصائيات أجريت من قبل بلدية دبي مؤخرا فإن نسبة مخلفات البناء تشكل% 5 من اجمالي 10,000 طن من الفضلات العامة التي تنتجها المدينة يوميا، وتشكل أنقاض الهدم حوالي % 70 من هذه الكمية –[5] .

تنبهت حكومة الكويت إلى المشاكل التي تسببها مخلفات هدم المنشآت .ولكي يتم تقليل مساحة الأرضي اللازمة لوضع هذه المخلفات، فقد وافقت حكومة الكويت لشركة Environment Protection(EPIC) Industrial Co أن تبدأ بإنشاء محطة لإعادة تدوير مخلفات الإنشاء وذلك بطاقة يومية حوالي 20 – 7 ألف طنا من مخلفات الإنشاء.

وبالنسبة للمملكة العربية السعودية فقد تم إنشاء محطة لإعادة التدوير في جدة، والتي تملك طاقة فرز تبلغ 1,200 طنا في اليوم، ولكن هذه المحطة لا تقوم بإعادة تدوير أية مواد إنشائية .وقد تمت المطالبة بدعم التنفيذ المحدود لعمليات إعادة تدوير الخرسانة في المملكة عن طريق بعض الفعاليات مثل قيام رئيس المجموعة المؤسسة لمجلس البناء الأخضر الخليجي Saudi Green Building Council بدعوة البلديات في جدة والمدن الأخرى لإطلاق معامل لإعادة التدوير.

وتعدالإمارات العربية المتحدة أحد أكثر البلدان النشيطة في منطقة الخليج العربي عندما نتحدث عن تطبيقات إعادة تدوير الخرسانة .فقد وقع مختبر دبي المركزي اتفاقية مع هيئة تدوير الإمارات وبلدية دبي لدراسة وتقييم مخلفات الهدم الإنشائية .وحيث أن هذه المخلفات يتم إهمالها عادة من قبل المتعهدين، فإن المشروع يهدف لإيجاد تطبيقات مفيدة لاستخدام أنقاض البناء.

هنغاريا : أجريت أبحاث عدة لطرائق دعم القرار في عملية إيجاد البديل التكنولوجي الأكثر ملائمة للأنقاض وقد أعتمد البحث على تحديد الخطوات التكنولوجية الواجب إتباعها في عملية إعادة التدوير وذلك بالإعتماد على تحليل للكلفة وخصائص الركام المدور المراد إنتاجه –[7]

اليابان: يتم في اليابان استخدام الأراضي بشكل فعال جدا، ولتجنب الحصول على مساحات من الأراضي التي تحتوي على المخلفات، فقد عمل اليابانيون على تدوير مخلفات الهدم .وفي عام 1981 تم كتابة مقتر لمعايير استخدام الحصويات المعاد تدويرها من الخرسانة من قبل Building Contractors Society في اليابان .وتابعت اليابان استثمارها في مجال بحوث إعادة التدوير بشكل واسع .وقد وجد أن قدرة تحمل الخرسانة الناتجة عن حصويات معاد تدويرها بشكل كامل على الضغط كانت أقل بحوالي % 20 –% 7 من الخرسانة الناتجة من الحصويات التقليدية.–[6]
ويظهر الجدول (1) نسبة المخلفات الإنشائية مقارنة بالنفايات العامة في بعض الدول [1]:

الجدول (1) كمية المخلفات المقدرة سنويا في ثلاث مناطق من العالم

(Mt) كمية المخلفات.	أوروبا	الولايات المتحدة	اليابان
النفايات الإنشائية	510	317	77
النفايات العامة	241	228	53

ألمانيا: أنتجت ألمانيا في عام 2004 ما مقداره حوالي 201 مليون طن من مخلفات الإنشاء والهدم وقد تم إعادة تدوير حوالي % 89 منها.يوضح الجدول (2) نسب إعادة التدوير في ألمانيا –[1].

الجدول (2) النسب المئوية لإعادة تدوير مخلفات الإنشاء والهدم في ألمانيا.

نوع مخلفات الانشاء والهدم C&DW	النسبة المئوية المعاد استخدامها او تدويرها /من أنقاض الهدم	الكمية المنتجة 2004 MT
حفر التربة	88%	158
مخلفات الإنشاء ومواقع البناء	91%	51
أعمال الطرق	99%	20

تحليل الدراسات السابقة:

تظهر الدراسات السابقة أن إعادة تدوير أنقاض الهدم هو جزء أساسي من دورة حياة المنشأ في معظم دول العالم لمافيه من فوائد إقتصادية وبيئية تدعم تحقيق الإستدامة للموارد وفي بحثنا هذا سنظهر المؤشرات الاقتصادية لعملية إعادة تدوير الكميات الكبيرة من الأنقاض الموجودة في بعض المدن السورية و إقتراح الحل التكنولوجي الأكثر ملائمة لمعالجة هذه الأنقاض.

محطات ومصانع المعالجة وإعادة التدوير لإنتاج الركام المدور RCA:

يوجد عدة تقنيات مختلفة لمعالجة أنقاض البناء والهدم يُمكن استخدامها لإنتاج ركام مدوّر ذو مواصفات عالية يمكن استخدامه في صناعة البناء كمنتج مسترد أو مواد خام، وذلك بمواصفات فنية مُقاربة للركام الطبيعي، إن تكنولوجيا المعالجة يمكن أن تكون في المصانع الثابتة أو المتنقلة وذلك لتلبية المتطلبات المختلفة.

وتصنف محطات إعادة تدوير المخلفات الإنشائية الى ثلاثة أنواع من محطات ومصانع المعالجة وإعادة التدوير لإنتاج الركام المدوّر (RA) وهي محطات متنقلة (mobile plan)، محطات ثابت (stationary plan)، محطات مختلطة (semi mobile).

المحطات الثابتة:

تستخدم عادة عند وجود كميات كبيرة من الأنقاض وفي المدن التي تعرضت للكوارث من حروب وزلازل وأعاصير وتتميز بقدرتها على العمل المتكامل وغالبا ما تستخدم عند الرغبة في إنتاج ركام ذو مواصفات عالية وتحوي المحطات الثابتة عادة مجموعة من المعدات الرئيسية وذلك حسب الخطط الموضوعة لاستخدام الركام المدور وتحوي كسارة رئيسية ذات قدرة تكسير عالية وكسارة ثانوية ومعدات إثراء للفصل والفرز والغربلة والغسل وسيور متحركة وأجهزة فصل مغناطيسي وغيرها من المعدات اللازمة لإنتاج الركام بالمواصفات المطلوبة [8].

محطات ومصانع المعالجة وإعادة التدوير المتنقلة(MOBILE PLANT):

تُستخدم لمعالجة كميات غير كبيرة بما يتناسب مع استطاعتها وذلك خلال فترة زمنية محددة، حيث تتم عمليات المعالجة في موقع المنشأ المراد إعادة تدويره دون أي نقل للمخلفات والأنقاض، تكون هذه المحطات ذاتية الحركة أو تُنقل من موقع لآخر على مركبات خاصة لنقل الآليات والمعدات الثقيلة [8].

وغالباً ما تتألف من كسّارة واحدة بالإضافة إلى بعض أجهزة الفرز، ويتم إزالة الملوثات والمعادن بشكل رئيسي بالفرز اليدوي وبالمخلصات الكهرومغناطيسية، كما يمكن أن تحوي المصانع المتنقلة على كسّارتين في بعض الحالات.

محطات ومصانع المعالجة وإعادة التدوير المختلطة:

إن مزيجاً من الخيارين السابقين يُمكن تطبيقُه وذلك باستخدام مصنع متنقل للمعالجة في موقع مركزي، حيث يمكن من وقت لآخر أن يُنقل إلى موقع الهدم إذا ما كانت الحاجة ملحّة لذلك، وتشير الدراسات أن نسبة الركام المدور في المحطات المتحركة (mobile) ونصف المتحركة (مختلطة–semi mobile) تشكل 60%من حجم الركام المدور في ألمانيا في عام 2002 – [9].

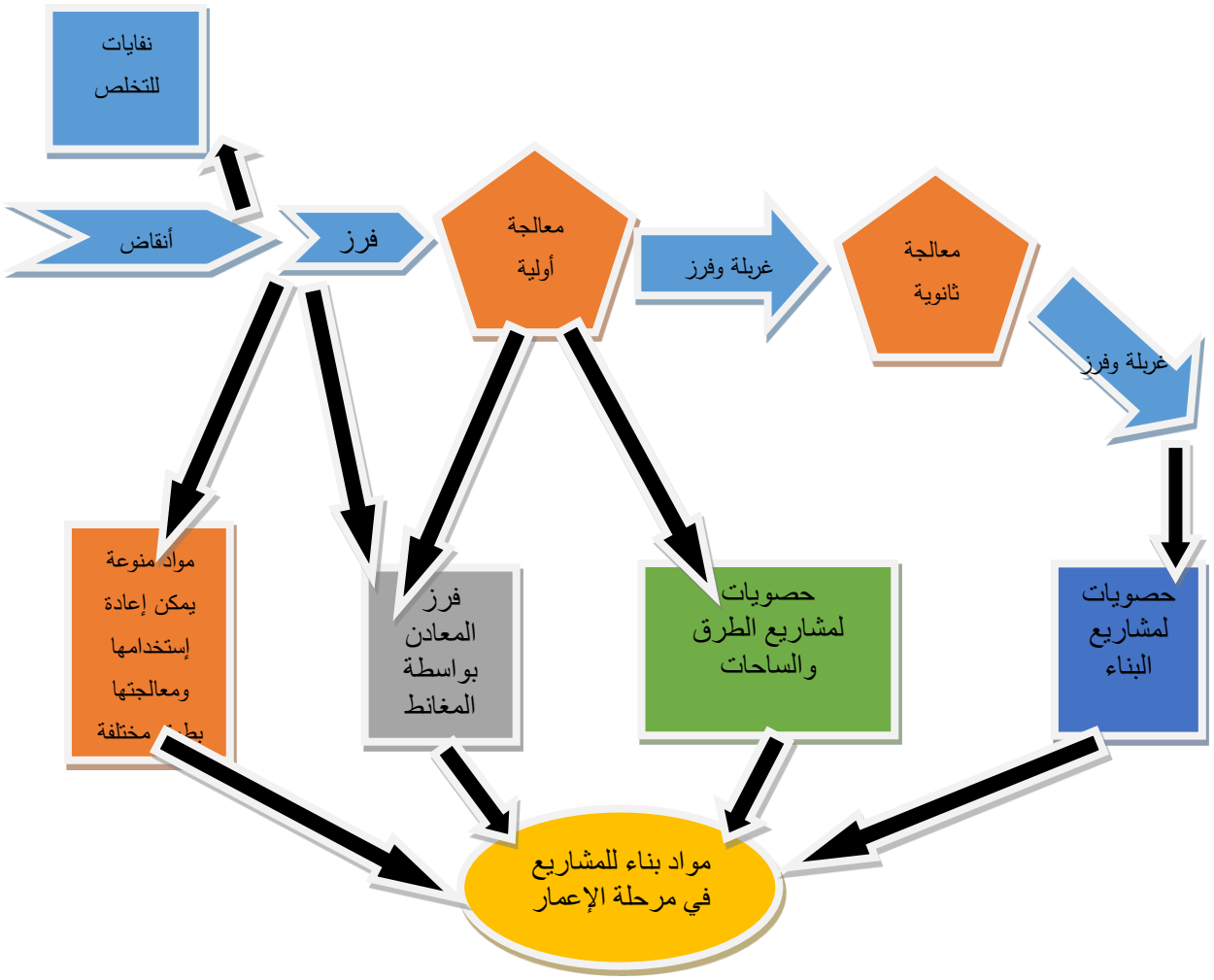
خطوات العمل الأساسية لمشروع تدوير أنقاض نموذجي:

نتيجة حجم الأنقاض الكبير وتوزعه على أجزاء واسعة من بعض المدن الرئيسية وتنوع مكونات الأنقاض كان لابد من وضع خطة عمل لتحقيق أكبر فائدة ممكنة من الأنقاض من خلال الفرز الأولي للمواد كالحديد والألمنيوم والخشب والزجاج والبلاستيك وغيرها ضمن خطوط فرز معدة مسبقا مما يحقق فوائد متعددة منها:

1- زيادة الفوائد المتوقعة من الأنقاض وإمكانية إعادة إستخدام بعض المكونات مباشرة.
2- خفض كلفة إعادة التدوير من خلال التخلص من كميات من المواد بالفرز الاولي.
3- خفض المدة الزمنية لمشاريع إعادة التدوير.
4- خفض كلفة مشاريع إعادة التدوير وتكاليف إعادة الإعمار.

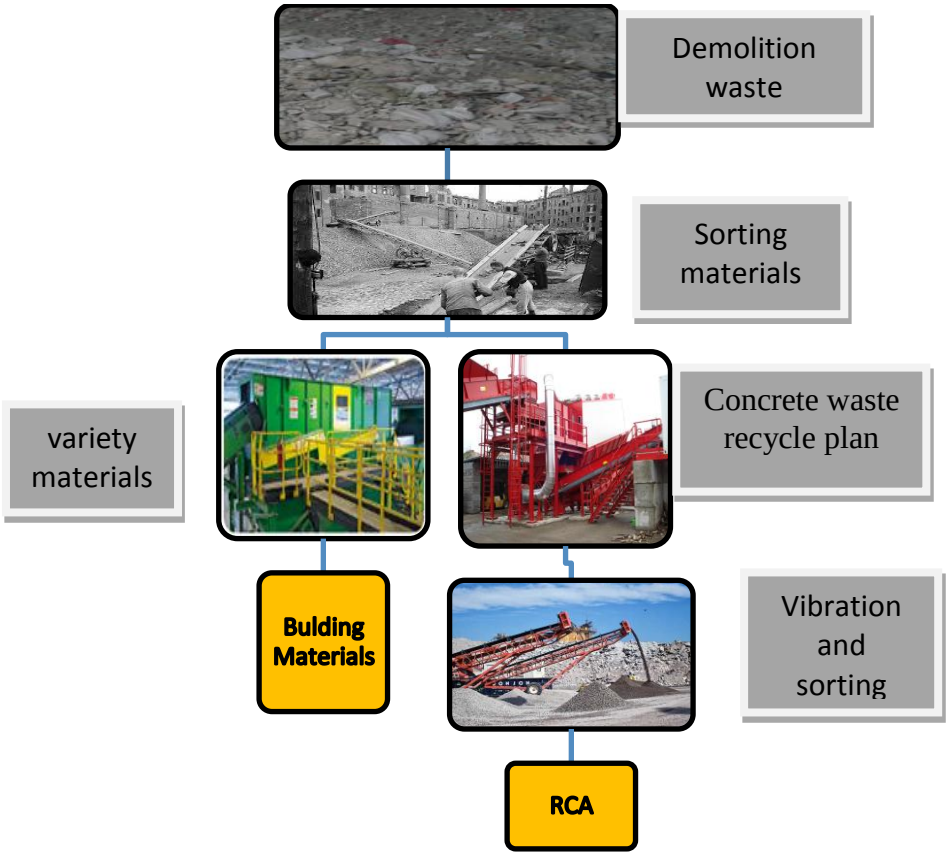
لذا تم إقتراح خطة العمل التالية التي تمكن من تحقيق ما تم ذكره أعلاه:

التي تعتمد على مبدأ الفرز المتكرر للأنقاض من مرحلة ما قبل الهدم وتفكيك الأجزاء القابلة للإستعمال مجددا في حالة الأبنية المتضررة وفي حالة وجود كتل من الأنقاض تحتاج هذه الأنقاض إلى فرز يدوي وألي وذلك بعد القيام بإجراءات السلامة والتأكد من خلوها من مواد ضارة حيث تعتمد المنهجية على تحقيق الإستفادة القصوى من مكونات الأنقاض وتحويلها إلى موارد ومواد تستخدم مجددا كما يظهر الشكل :(1)



الشكل(1) خطوات عمل مقترحة لمعالجة الأنقاض.

ويمكن التعبير عن المخطط السابق من خلال الشكل (2) الذي يوضح نموذج لمراحل معالجة وتدوير وفرز أنقاض بمكونات متعددة إضافة إلى البيتون:



الشكل (2) مراحل معالجة أنقاض بمكونات متعددة.

دراسة تقديرية لحجم الأنقاض في بعض المدن السورية.

تم تحليل بعض الدراسات والأبحاث والطرائق المعتمدة من قبل الجمعية الوطنية لبناء المساكن في أمريكا (NHAB) .[10] وتم الإستناد على هذه الدراسات في تقدير كمية الأنقاض في عدة مدن منها ريف دمشق وسنقوم بدراستنا الحالية دراسة كميات الانقاض المقدرة في مدينة ريف دمشق وحلب وحمص ودير الزور بالإعتماد على المؤشرات السكانية والعمرانية في هذه المدن قبل عام 2011 وتشير بيانات المكتب المركزي للأحصاء أن الغوطة الشرقية في محافظة ريف دمشق كان عدد سكانها بحدود 2.2 مليون نسمة ولحساب عدد المساكن على متوسط عدد أفراد الأسرة السورية والبالغ 5.2 .[10] فرد يكون عدد المنازل =2.200.000\5.2= 423.000 وحدة سكنية وتم تقدير نسبة الأضرار في الأبنية من حيث حاجتها للهدم أو مهدمة وخاصة بعد أن ثبت أن ترميم المنازل المتضررة بنسبة أكثر من 30% غير ذي جدوى إقتصادية مما سيؤدي إلى إرتفاع نسبة الوحدات السكنية التي ستعالج بالهدم وكوسطي عام تعتبر نسبة 55% من المنازل مهدمة أو سيتم هدمها وذلك من خلال تحليل للصور الجوية للمدن حيث تمت مقارنة مساحة المناطق المتضررة في كل مدينة إلى المساحة الكلية إضافة إلى الزيارات الميدانية والإطلاع على واقع هذه المناطق حيث ينتج عن كل وحدة سكنية وسطي مساحتها 100 م2 كمعدل وسطي 60 م^3 من الأنقاض [10] وفقا لما هو معتمد لدى الجهات العاملة في مجال تدوير الأنقاض وما أوصت به الوكالة الامريكية للأبنية (NAHB) أي ما يعادل 132 طن من الانقاض على اعتبار ان المتر المكعب يعادل 2.2 طن وتعتمد المعادلة التالية:

[10] DW=ND×ANF×AS×V×D.

DW : كمية الأنقاض بالطن.

ND: عدد المباني.

ANF: معدل عدد الطوابق.

AS : مساحة الطابق الوسطي وتعتمد 100 م2.

V : حجم الانقاض ب م3 في 100 م2 من المساحة.

D : الوزن النوعي أو الكتلة الحجية للأنقاض وتقدر با لطن / م^3.

ويمكن من خلال تعداد الوحدات السكنية إختصار المعادلة السابقة ليتم حساب كمية الأنقاض الناتجة عن كل وحدة سكنية بالإعتماد على عدد السكان إذ أن المعدل هو5.2 مواطن لكل بناء مساحته 100 م2 .[11] وتقدير وجود نسبة مضافة تعادل حوالي 7 % من الأنقاض ناتجة عن المرافق العامة والخاصة والطرق وغيرها فيكون لدينا في الغوطة الشرقية كمية الأنقاض الناتجة عن الوحدات السكنية البالغة :423.076 وحدة سكنة وتكون كمية الأنقاض الناتجة عن الوحدات السكنية يساوي 132×0.55×423.076=30.715.317 طن تقريبا يساوي 31 مليون طن ويضاف أيها نسبة تقدر بين 5to10% _ [11] من الأنقاض الناتجة عن المراكز الحكومية والطرق والأرصفة والمرافق العامة الأخرى في حال أعتمد 7% كمعدل فأن الحجم الإجمالي سيصبح كالتالي : 31×1.07=33 مليون طن وهذه الكمية هي تقديرية وذلك بتطبيق المعادلة السابقة علما أن هذه الكمية قابلة للزيادة مع عودة المؤسسات الحكومية والمجالس المحلية للعمل حيث منحت هذه المجالس صلاحية حصر وتقدير الأنقاض كما ونوعا وفي حال أتبعت ذات الطريقة والأسلوب في حساب كميات الأنقاض المقدرة سينتج لدينا خارطة يمكن الاعتماد عليها في وتقدر كمية الانقاض في الغوطة الغربية وباقي محيط بدمشق بنسبة 40% من الكميات المقدرة في الفوطة الشرقية وتعادل 0.4×33=13 مليون طن ليصبح مجموع كميات الأنقاض في محيط العاصمة الحيوي يبلغ : 33+13 =46 مليون طن.

كميات الأنقاض المقدرة في مدينة حلب:

بإتباع المنهجية السابقة تبين لنا ان عدد سكان مدينة حلب في نهاية عام 2010 بلغ حوالي 2.8 مليون نسمة وقد تم حصر المناطق التي تعرضت للأعمال الحربية كنسبة 55 % من مساحة المدينة وفي المناطق التي تحوي كثافة سكانية وعشوائيات وبإتباع الأسلوب السابق في تقدير كمية الانقاض في مدينة حلب علما أن التدمير تقدر نسبته بحدود 65% يكون لدينا حجم الأنقاض يبلغ: (5.2\2.800.000) ×0.65×60×2.2×1.07=49.400.000 طن 0

كميات الأنقاض المقدرة في مدينة حمص:

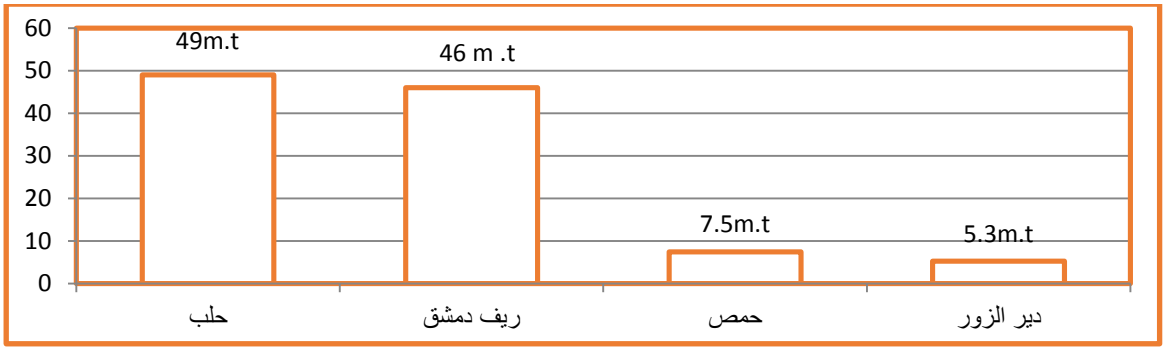
يشكل السكان في مدينة حمص حوالي 45 % من إجمالي عدد السكان في المحافظة اي ما يعادل تقريبا :0.45×1.736.000=793.350 نسمة ويقدر وجود نصف هذا العدد في المناطق التي تعرضت للدمار الكلي والجزئي وبلغت نسبة الدمار للأبنية حوالي 70% فيكون لدينا عدد الوحدات السكنية المهدمة والتي بحاجة للهدم :0.7×0.5×793.350\5.2=53.389 وحدة سكنية ويكون إجمالي الأنقاض المقدر هو:53.389 ×60×2.2×1.07=7.542.000طن 0

كميات الأنقاض المقدرة في مدينة دير الزور:

يبلغ عدد سكان مدينة دير الزور حوالي 350.000 نسمة ما يعادل 40% من اجمالي سكان المحافظة وبلغت نسبة المناطق المعرضة للهدم حوالي 60% من المدينة فيكون عدد الوحدات السكنية المقدرة هو:

40.348=5.2/350.000×0.6 وحدة سكنية فيكون حجم أنقاض الهدم المقدرة كالتالي :40.348×60
5.326.000=2.2× طن.

وهذه الكميات تقديرية ويمكن الإعتماد عليها كمؤشر لإقتراح التكنولوجية المناسبة لمعالجتها.



الشكل (3) توزع الانقاض في عدد من المدن السورية.

يظهر الجدول التالي عدد الوحدات السكنية المقدرة في بعض المدن:

الجدول (3)

المدينة	عدد الوحدات السكنية– (N)N=D/60*2.2
حلب	350000
ريف دمشق	325768
حمص	53398
دير الزور	40348
المجموع	769514

المؤشرات الاقتصادية لتدوير الأنقاض:

سيتم تقييم ودراسة معالجة النفايات والتعامل معها بما يحقق الاستفادة اقتصاديا منها بالشكل الأمثل بما يوفر مبالغ كبيرة عموما، حيث سيتم تحديد الجدوى الاقتصادية من خلال القياسات المعيارية، وهو تحليل التكاليف والمنافع.

من خلال تحليل نموذج لوحدة سكنية بمساحة /100/م2 والانطلاق منها لمعرفة الكلفة التقديرية لمعالجة الأنقاض في بعض المدن من خلال دراسة تقديرية لعدد الوحدات السكنية المتوقعة.

تم إعداد دراسة لكلفة إعادة تدوير مكونات شقة سكنية بمساحة 100 م2 من بيتون وبلوك وحديد وغيره من مكونات وذلك من خلال دراسة للكلفة الفعلية لكل مكون من مكونات الانقاض في السوق إضافة إلى مقابلات مع المدراء المختصين في مجال إعادة تدوير الأنقاض حيث تبين أن كلفة إعادة تدوير المتر المكعب من الأنقاض عموما حوالي 1440 ل س وتنخفض الكلفة من خلال فرز المواد المختلفة من معادن وغيرها قبل بدء عملية أعادة تدوير الركام بسبب خفض تكلفة عملية فصل المعادن بواسطة المغانط والمواد العالقة الأخرى بواسطة أجهزة الفصل المختلفة.

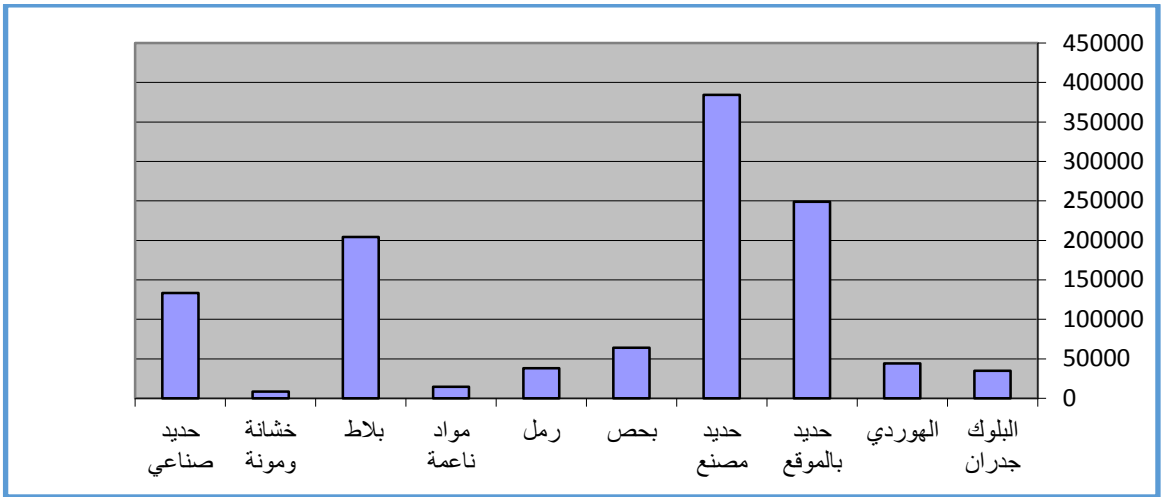
يظهر الجدول (3) الفوائد المتوقعة من معالجة أنقاض في شقة سكنية واحدة مساحة 100متر مربع :

الجدول (4) عوائد الأنقاض في وحدة سكنية مساحة 100متر مربع:

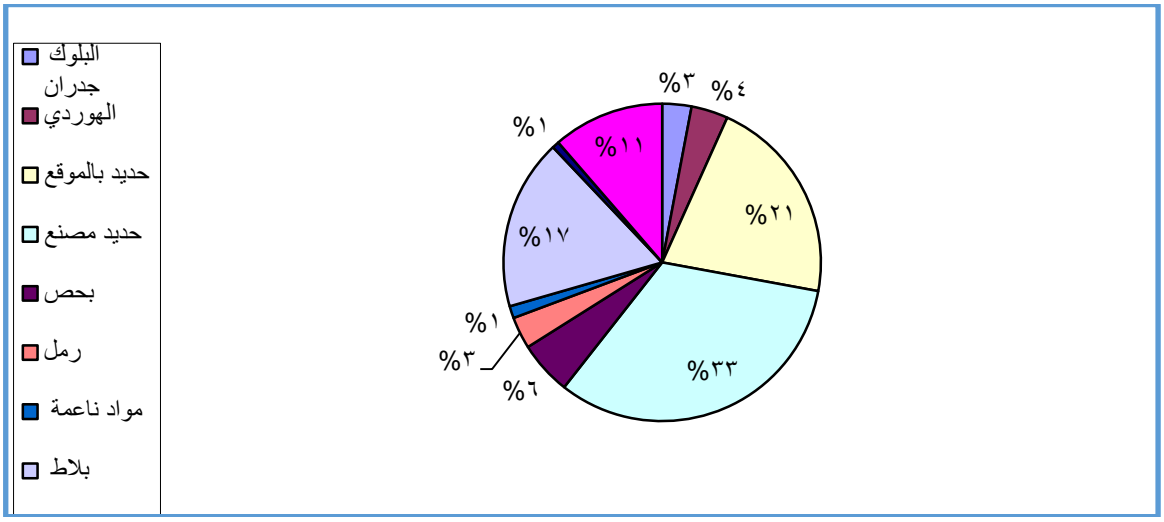
المادة	نوعها	الوحدة	الكمية	كلفة تدوير وفرز وتصنيع	السعر الرائج ل. س	الوفر لحاصل ل س	الربح الكلي
				ل س	ل س	ل س	ل س
بلوك	البلوك جدران	م3	7	7,600	12,600	5,000	35,000
	الهوردي	م3	6	7,535	14,875	7,340	44,040
حديد	حديد يستخدم بالموقع	كغ	800	19	330	311	248,800
	حديد يعاد للمصنع	كغ	1700	104	330	226	384,200
يبتون	بحص	م3	18	1,440	5,000	3,560	64,080
	رمل	م3	8.5	1,700	6,200	4,500	38,250
	مواد ناعمة	م3	3.5	1850	6000	4,150	14,525
أرضيات	بلاط أرضيات	$م^3$	2.5	23,300	105,000	81,700	204,250
أرضيات وإكساءات	خشانة ومونة	م3	6.5	1,700	3,000	1,300	8,450
إكساءات معدنية	حديد صناعي	كغ	300	155	600	445	133,500
1.175.095							

يمكننا الجدول (4) من وضع تصور لقيمة الفائدة المادية المتوقعة من إعادة تدوير الأنقاض وذلك من خلال تقدير لكميات الأنقاض أو عدد الوحدات السكنية والمرافق العامة التي نتج عنها أنقاض بسبب التدمير والهدم الكلي أو الجزئي وتشير الدراسات الحالية أن كلفة المتر المربع من البناء الجاهز في سورية حاليا بإكساء مقبول حوالي 65.000 ل س أي أن كلفة بناء بمساحة 100متر مربع هي 6.5 مليون ليرة سورية وأن قيمة الوفر بالمواد المدورة من الأنقاض الناتجة عنها هي بحدود 1175095 ل س وبنسبة 1175095/6500000=18 %

وهي نسبة مشجعة وداعمة لفكرة إعادة التدوير علما أن هذه النسبة قابلة للزيادة مع إستخدام طرائق تكنولوجية عالية الأداء وإعتماد الفرز الأولي للمواد مما يخفض من كلفة إعادة الإعمار مع الحاجة إلى كميات كبيرة من مواد البناء علما أن هناك نسبة إهتلاك يمكن أن تخفض من المنفعة المتوقعة ويمكن أن تختلف من مبنى لأخر حسب عمر البناء وظروف إستثماره.



الشكل (4) المنفعة المتوقعة من تدوير أنقاض شقة واحدة



الشكل (5) النسبة المئوية للعوائد من عملية التدوير.

تحليل المؤشرات الاقتصادية / كلفة – فائدة/ لعملية إعادة تدوير الأنقاض وفقا للخطة السابقة:

يمكن من خلال ما توصلنا إليه من تقدير لعدد المنازل وفق الجدول –(3) وتقديرات للكلفة الإجمالية لإعادة تدوير مكونات الأنقاض المتعددة والفوائد المتوقعة منها وفقا للجدول–(4) يمكن معرفة المؤشرات الأولية للكلف والفوائد المتوقعة في المدن موضع بحثنا كما يظهر الجدول –(5)

الجدول (5) – الكلفة والعوائد المتوقعة من معالجة الأنقاض في بعض المدن :

المدينة	عدد الوحدات السكنية	كلفة تدوير ب مليار . ل س	الوفر الحاصل مليار. ل س
حلب	350000	7.736	411.250
ريف دمشق	325768	7.200	382.777
حمص	53398	1.180	62.742
دير الزور	40348	891.8	474.09
المجموع	769514	17.008	904.179

إختيار البديل التكنولوجي الأكثر ملائمة للحالة في سورية:

إن تحليل البيانات المتعلقة بالأنقاض وفقا للواقع في سورية يظهر مجموعة من العوامل يجب أخذها بعين الإعتبار عند إختيار الخيار التكنولوجي المناسب لمعالجة وإعادة تدوير الأنقاض:

1: حجم الأنقاض الكبير.

2: المساحات الواسعة التي تشغلها الأبنية المهدمة / مدن – أحياء /

3: تكاليف النقل المرتفعة للركام الناتج عن الهدم.

4: عدم توفر التمويل الكافي لحل مشكلة الأنقاض.

5: المدة الزمنية التي تحتاجها عمليات الهدم والتدوير والتجميع.

لذا تم تحليل البيانات الخاصة للبدائل الثلاث المقترحة:

1. محطات تدوير دائمة.
2. محطات متنقلة (mobile).
3. مختلطة(semi mobile) .

وتم تحديد المعايير بالإعتماد على تحليل دراسات سابقة –[8] إضافة إلى مقابلات مع المدراء المختصين في مجال إعادة تدوير الأنقاض في في الشركة العامة للطرق والجسور وتم

والمعايير الخاصة بالبدائل وهي كالتالي:

1–كلفة المحطة –2– كلفة التشغيل –3– كلفة الصيانة –4– الإنتاجية –5– الديمومة –6– المعيار البيئي.

وتعتبر كلفة تشغيل المحطة المعيار الأكثر أهمية بسبب وجود كميات أنقاض كبيرة مما يترتب تكاليف كبيرة في عملية إعادة التدوير وضورة مراعاة كلفة التشغيل وعلاقتها بالإنتاجية المطلوبة لإنجاز الاعمال أخذين في الإعتبار وجود كميات كبيرة من الأنقاض ويبين الجدول التالي شرحا للعوامل التي يرتبط بها كل معيار:

الجدول (6) البارامترات المؤثرة في عمل محطات تدوير الانقاض

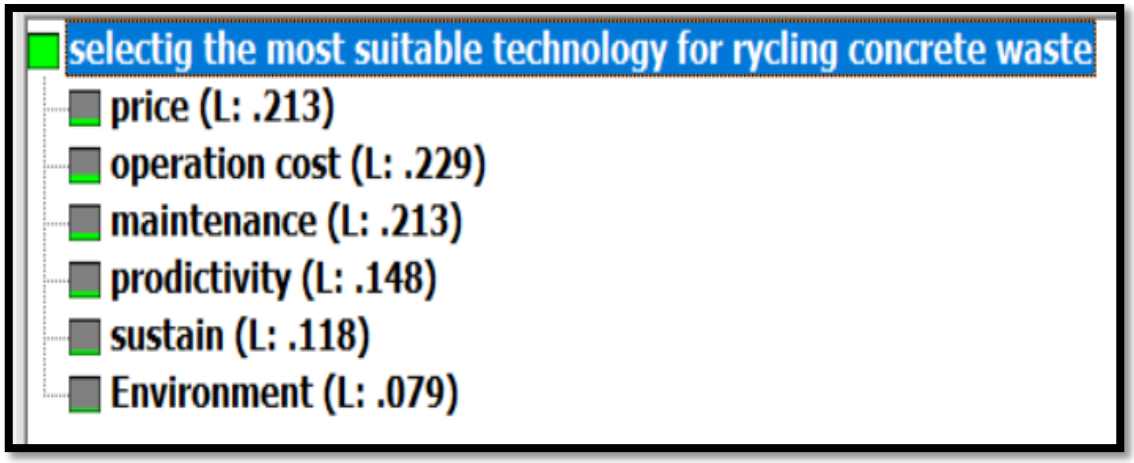
المعيار Criteria's	ثمن المحطة Investment	كلفة التشغيل Operation cost	كلفة الصيانة Maintenance	الإنتاجية Productivity	الديمومة Sustain	العوامل البيئية Environment
العوامل المتعلقة بالمعيار	يتضمن ثمن المحطة مع أجور التركيب وكافة الرسوم المتعلقة بها بحيث تصبح جاهزة للعمل	يتضمن كلفة تشغيل المحطة وكلفة الطاقة اللازمة للتشغيل والعمالة ونقل الأنقاض وتجميعها قبل وبعد التدوير	وتشمل التكاليف المتعلقة بأعمال الصيانة للمحطة وصيانة المعدات المرتبطة بها من أليات وتركسات	وهي كميات الأنقاض التي تعالجها المحطة بـt/h	وهي قدرة المحطة على العمل بمعدلات مرتفعة من إمكانيات التجديد وبكلفة منخفضة لعملية التجديد الواحدة	وهي القدرة على العمل بكفاءة عالية تخفض من انبعاثات الغبار والنواتج الاحتراق إضافة الى العمل باستهلاك طاقة منخفض

تم تحليل المعايير السابقة وفقا للواقع الحالي بالإعتماد على خبراء في مجال إتخاذ القرار و بالإعتماد على دراسات سابقة في مجال دعم القرار –[12] مع مراعاة الكميات الكبيرة والإنتشار الواسع للأنقاض وفيما يلي جدول يظهر قيم هذه المعايير وفقا للبدائل الثلاث وذلك وفقا لتحليل دراسات مرجعية –[7] ومواقع بعض من شركات تصنيع محطات التدوير مثل شركة (SBM) و (MW) إضافة إلى إعتمادنا في تحليل الأثر البيئي على دراسات–[13] وتم إعتماد القيمة الوسطية لكل معيار كما يظهر الجدول التالي:

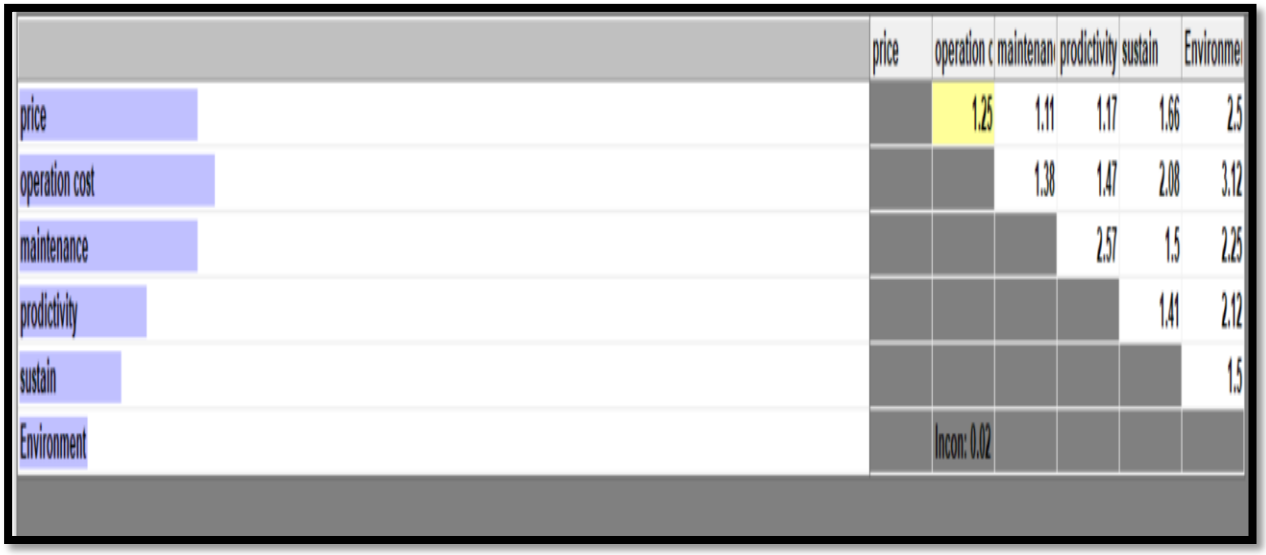
الجدول (7) قيم المعايير وفقا للبدائل الثلاث

معايير	العوامل البيئية كمية t /kg co2	الديمومة year	الإنتاجيةt/h max –min	كلفة الصيانة $/t	كلفة التشغيل $/t	كلفة المحطة $ .th Max –min
بدائل						
ثابتة	1.7	30–50	50–9000	50$/50.000.t	0.6–5$/t	300–10000
متحركة	1.26	25–35	50–9000	46$/50.000.t	0.5–4$/t	250–7500
مختلطة	1.35	25–35	50–9000	48$/50.000.t	0.6–4.5$/t	300–8500

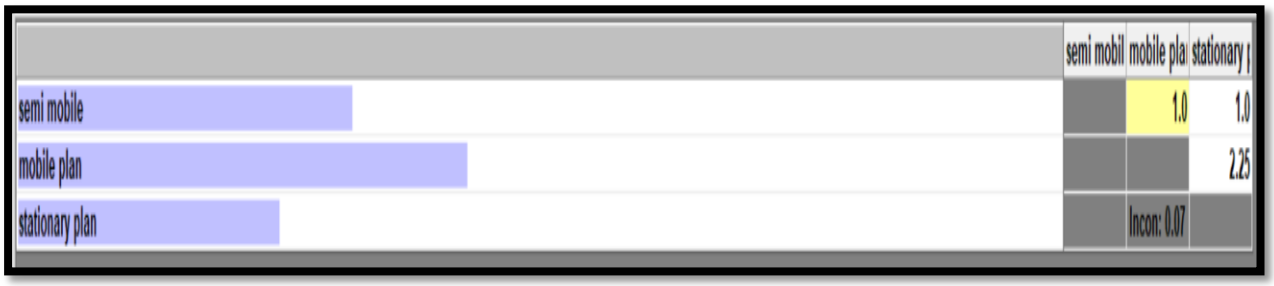
وتم معالجة البارامترات الخاصة بهذه العناصر بأحد البرامج المتخصصة بإتخاذ القرار (Expert choice) وذلك موضح بالشكل من الشكل رقم (6) إلى الشكل رقم (14):



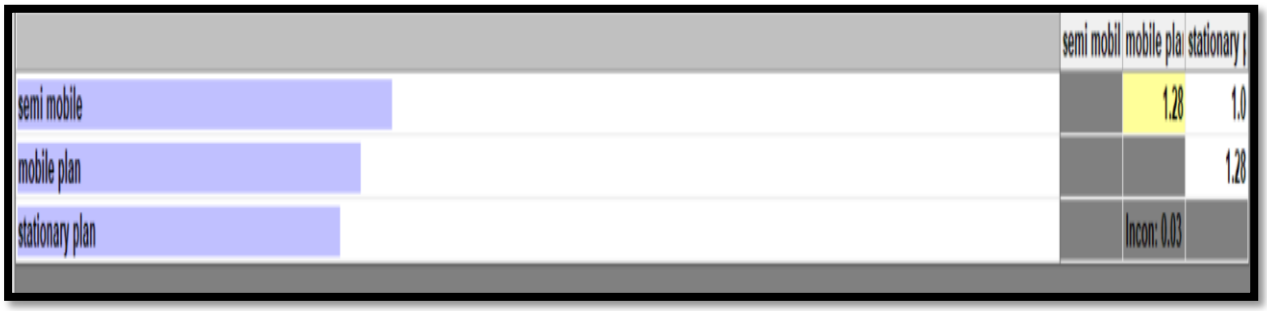
الشكل(6) أوزان المعايير الرئيسية



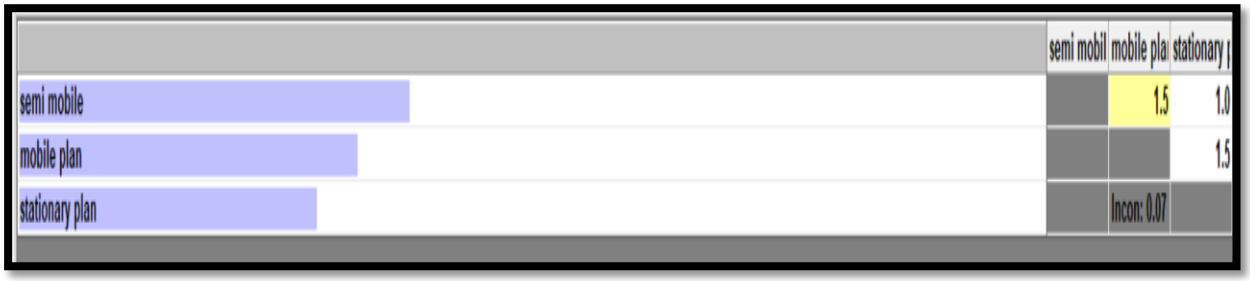
الشكل(7) مصفوفة المقارنة للمعايير



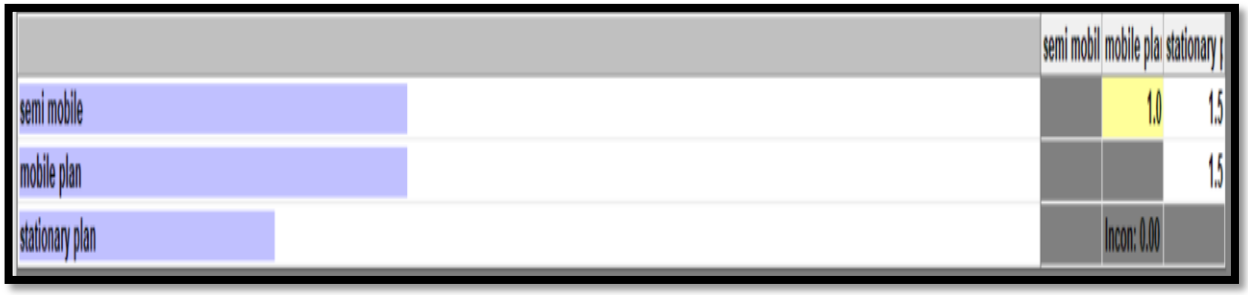
الشكل(8) مصفوفة مقارنة البدائل بالنسبة لمعيار السعر



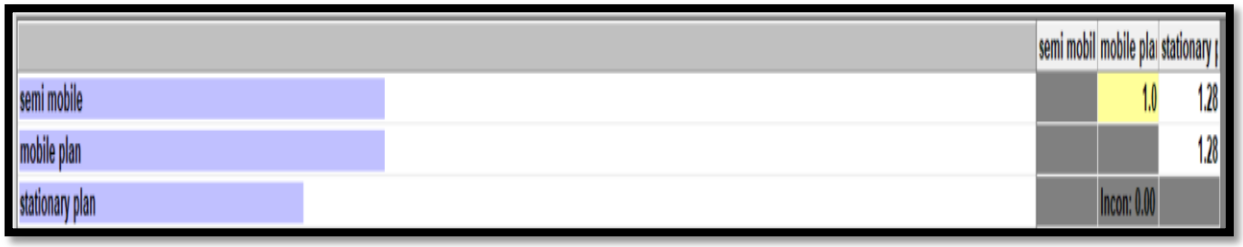
الشكل(9) مصفوفة مقارنة البدائل بالنسبة لمعيار كلفة التشغيل



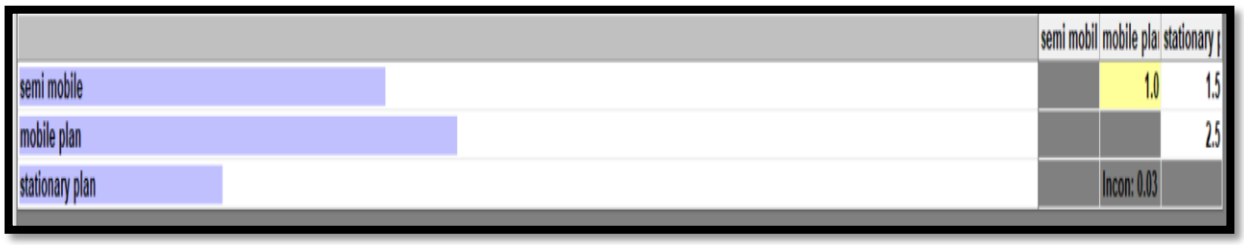
الشكل(10) مصفوفة مقارنة البدائل بالنسبة لمعيار الصيانة



الشكل(11) مصفوفة مقارنة البدائل بالنسبة لمعيار الانتاجية



الشكل(12) مصفوفة مقارنة البدائل بالنسبة لمعيار الديمومة



الشكل(13) مصفوفة مقارنة البدائل بالنسبة لمعيار البيئة

الشكل (14) اختيار البديل الأمثل باستخدام التحليل الهرمي

تم معالجة البدائل السابقة من خلال إعادة ترتيب أهمية المعايير وكانت النتائج متقاربة وبقي البديل الثاني الأكثر ملائمة من بين البدائل الثلاث.

ومن خلال النتائج السابقة تبين أن البديل الثاني هو الأكثر ملائمة للحالة السورية للأسباب التالية:

1- تخفيض كلفة التشغيل بشكل كبير بسبب المرونة التي تتمتع بها هذه المحطات وإمكانية نقلها بسهولة في جبهات العمل مما يخفض كلفة نقل الركام وتوفر محطات بطاقة إنتاجية عالية.

2- المحطات المتنقلة تحقق المعايير البيئية من خلال خفض إنبعاث الغازات الناتجة عن عمليات نقل الركام.

الاستنتاجات والتوصيات:

1- المحطات المتنقلة تشكل حلا تكنولوجيا مناسبا لمعالجة أنقاض الهدم في سورية.

2- يساهم إعادة تدوير الأنقاض في الحفاظ على الموارد المحلية ويحقق معايير الإستدامة والسلامة البيئية.

3- يشكل خطوة متقدمة في خلق صناعة صديقة للبيئة وذات مردود إقتصادي.

4- يساهم إعادة تدوير الانقاض في تخفيض كلفة إعادة الإعمار من خلال إمكانية إستخدام الركام المدور بأعمال الخرسانة المسلحة وطبقات الرصف للطرق والساحات.

5- يمكن خفض المدة الزمنية لإعادة تدوير الأنقاض من خلال وضع عدة محطات في العمل.

References:

[1] TOMAS, U; GANIRON, Jr *Recycling Concrete Debris from Construction and Demolition Waste*, International Journal of Advanced Science and Technology, Vol,77, P1, 2015.
[2] World Business Council for Sustainable Development, *The Cement Sustainability Initiative*, Recycling Concrete, P4, P13, 2009.
[3] ABD ALNOOR, A; ABD ALSATER, Management of construction waste, Ministry of Municipalities and public works in Iraq,2006.
[4] ADEL ALTAEB, M "*Study about the environmental protection through recycling concrete rules in the asphalt stakeholders*" Tikrit University,p.5.ad.20123.
[5] ALFATAH, A; TABASH, S, *Review of Research on and Implementation of Recycled Concrete Aggregate in the GCC*, Hindawi Publishing Corporation, 10,1155, P2,4, 2011.
[6] MAHONY, M, Recycling *of Materials in Civil Engineering*, A Thesis submitted to the University of Oxford for the Degree of Doctor of philosophy, P2,21,1990.
[7] Pavlovich, A: Daniela, T, *Evaluation and choosing of recycling technologies of using FAHP*, Act polytechnic of Hungarian, P4,7,2016
[8] KIEN, T, *Recycling Construction demolition waste in the world and Vietnam*, National University of Civil Engineering, Hanoi, Vietnam, P3 ,2013.
[9] GMBH, Z; WEISLEDE, S; NASSRI, D, *construction and demolition waste management in Germany*, the Indian Ocean Tsunami on 26 December 2004. Website: www.zebau.de.
[10] Chehab, G, *Construction Demolition Waste Management in Lebanon*,2011, sn tamraz,2012,www.aub.edu.lb.
[11] The central office of Statistics in Syria.
[12] Omran, G, *Technical decision and mathematical modeling*, Tishreen University journal for studies and scientific research, Engineering science series vol. (27) NO (3) 2005. P.9.
[13] Sakai, K, *The new century of concrete technologies*, Kagawa university, Japan,2004. P.14, www.jsce.or.jp.