ENGINEERING RESEARCH JOURNAL (ERJ)

Vol. 1, No. 49 Jul. 2021, pp 253-268

Journal Homepage: http://erj.bu.edu.eg

إعادة تدوير مخلفات المباني من أجل بيئة مستدامة في جمهورية مصر العربية

م. شيماء أحمد سيد بكر حمودة

جامعة بنها - كلية هندسة شبرا - قسم الهندسة المعمارية، القاهرة، مصر

E-mail: ENG_SHIMA2010@YAHOO.COM

إشراف: أ. د: وجيه فوزي / أ. د: إيمان هانم عفيفي

أستاذ العمارة والتصميم العمراني، كلية الهندسة بشبرا، جامعة بنها

مقدمة :-

أصبحت إعادةُ تدوير مخلفات الهدم من أهم أهداف الدول، حيث صارت المخلفاتُ من أكبر مشاكل العالم الملحة التي يجب مواجهتُها، حيث تتراكم ملايين الأطنان من المخلفات - كالمخلفات الناتجة عن الحروب والتنمية العمرانية وهدم المباني القديمة- التي لا يتم الاستفادة منها، ولتلك المخلفات أثارٌ سلبيةٌ على البيئة المحيطة والإنسان، ومن هنا كانت الحاجةُ ملحةٌ للبحث عن حلول تتناسب مع تلك المشكلة.

ولقد لعبت التكنولوجيا دورًا كبيرًا في العمارة منذ أوائل القرن العشرين، وكان لها انعكاسٌ مباشرٌ على العمارة بشكل عام، وخاصة على مواد البناء، ونظم الإنشاء، وطرق التنفيذ، وقد مَكّنتِ المعماريين من العمل بحرية؛ نتيجة الإمكانيات التكنولوجيا المتاحة.

ولقد قامت بعض الدول باستخدام أنواع معينة من التكنولوجيا في إعادة تدوير مخلفات المباني، وإنتاج مواد بناء جديدة؛ لتوفير واستغلال الموارد الطبيعية، ولتحقيق مبدأ الاستدامة للأجيال القادمة، وتوفير مواد بناء ناتجة عن إعادة التدوير بأسعار اقتصادية.

وتواجه الدولةُ المصرية سلبياتٍ متعددةً نتيجة مخلفات الهدم وتأثيرها على البيئة والمجتمع والدولة، كذلك توصل البحث إلى استراتيجيات مقترحة لمنظومة إعادة التدوير في مصر من أجل بيئة مستدامة.

المشكلة البحثية :-

تعاني جمهورية مصر العربية من تراكم كميات كبير من المخلفات الناتجة عن هدم المباني، وأعمال البناء الجديدة، مما يؤثر على تلوث البيئة؛ نتيجة الانبعاثات الناتجة عن عدد من التفاعلات، وكذلك إشغال مساحات واسعة من الأراضي بالمخلفات التي تُشَوّهُ الصورةَ الجمالية والبيئة، وتتنافى مع مبادئ الاستدامة.

وتَكْمُنُ المشكلةُ البحثيَّةُ في مدي إمكانيّة إعادة تدوير تلك المخلفات، والاستفادة منها كمواد بناء جديدة، وتوفير بيئة صحية للأفراد بما يتناسب مع مبادئ الاستدامة.

الهدف :-

يتمثل في كيفية استخدام مخلفات المباني لابتكار مواد جديدة، حيث إن هذه المخلفات ثروة مُهْمَلة، لا يتم استغلالها بالطريقة الصحيحة.

وكذلك دراسة التغيرات التي تحدث بسبب إعادة التدوير، وتأثيرها على كل من: (الاستدامة - الإنسان - التخطيط - التصميم - المواد الخام).

يتناول البحث الإجابة عن الأسئلة التالية:-

- ما المواد التي يمكن إعادة تدويرها من المخلفات واستخدامها في البناء مرة أخرى؟
- ما تأثير التكنولوجيا على إعادة التدوير؟
- ما تأثير إعادة التدوير على الاستدامة و التصميم والتخطيط؟
- ما إيجابيات إعادة التدوير بالنسبة للإنسان والبيئة العمرانية ؟
- ما خطوات مصر في إعادة التدوير؟

منهجيّة البحث :-

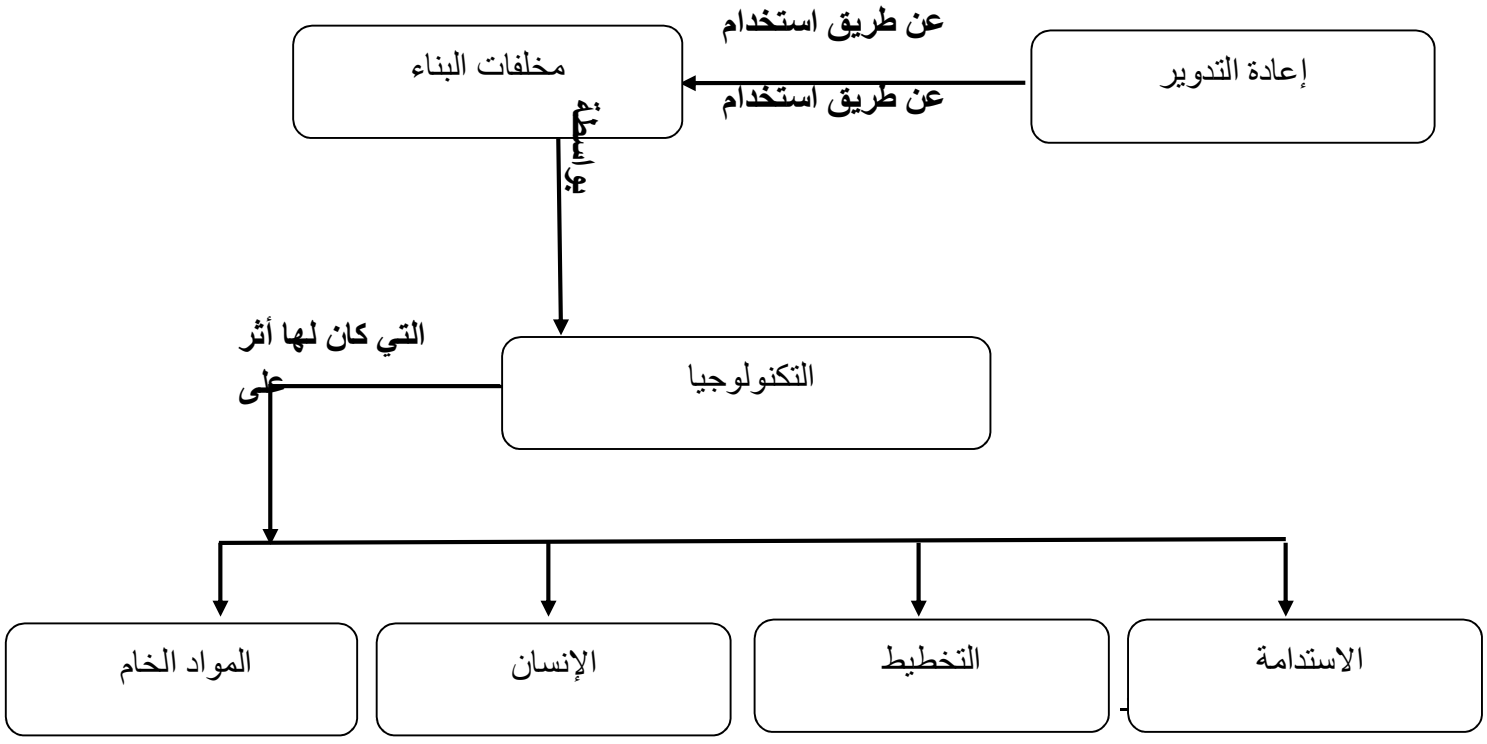
ينقسم البحث إلى ثلاثة أجزاء:-

الجزء الأول: يتناول دراسةً نظريةً لِكيفيةِ استخدام مخلفات المباني، وتمكينها من ابتكار موادٍ جديدة باستخدام التقنيات والمعدات، واستعراض دور التكنولوجيا في إعادة التدوير، وبشكل خاص دراسة ثلاثة أنواع من مخلفات البناء؛ وهم: (خرسانة - حديد - بلاستيك)، وكذلك دراسة أسس ومعايير الاستدامة (معماريًّا وعمرانيًّا)، ويتبع هذا الجزءُ المنهجَ الاستقرائي.

الجزء الثاني: يتم فيه دراسة مخلفات الهدم في مصر، وتحليل نوعياتها، وطريقة تعامل الدولة معها، ومقترحات التعامل معها، ويتبع هذا الجزءُ المنهجَ التحليلي.

الجزء الثالث: يتناول اقتراحِ منظومةٍ لإعادة تدوير المخلفات فى مصر بناءً على الدراسات والتحليلات السابقة، ويتبع هذا الجزءُ المنهجَ الاستنباطي.

مخطط البحث



(1-1) إعادة التدوير: عملية تحويل المخلفات الصلبة إلى مواد وأشياء جديدة، وهى بديل للطريقة التقليدية في التخلص من المخلفات التي يمكن أن توفّر المواد، وتساعد على استدامة وتحسين البيئة [1].

وتُقدَّر المخلفاتُ الصلبة عامةً في مصر سنة 2013م بحوالي: 95 مليون طن تقريبا ، كما هو مُوضّح في الشكل (1):-

شكل (1) المخلفات الصلبة:

المصدر: تقرير "حالة البيئة في مصر 2013 م"، جهاز شئون البيئة، وزارة الدولة لشئون البيئة، مصر، 2013 م.

(2-1) مخلفات البناء:-

أو الصناعة، ومصادرها تتكوَّنُ مخلفاتُ البناء من مواد غير مرغوب فيها، يتم إنتاجها إما بشكل مباشر، أو بشكل عرضي نتيجة عمليات البناء يشمل ذلك مواد البناء والعزل متعددة؛ حيث تنتج عن أعمال الهدم، والإزالة، والترميم في المناطق السكنية والتجارية، وكذلك أعمال الطرق وغيرها، والأسلاك الكهربائية... إلخ.[2] والأرضيات (السيراميك - البلاط - الرخام)،

(3-1) متوسط نسبة مخلفات الهدم في المبنى حَسْب إحصائيات وكالة حماية البيئة الأمريكية:-

يَتَراوحُ متوسطُ نِسَب المواد في مخلفات البناء والهدم بين: 3% معادن، 5% الطوب، 8% القواطيع، 9% عناصر معمارية، 20% ورق مقوي، 30 % خشب، 25% مواد أخري، كما هو موضح في شكل (2). (لا توجد إحصائية لنسب المواد في مخلفات الهدم في مصر) .

شكل (2) مخلفات الهدم في المبني

المتوسط العام لمخلفات المبني عام 2013، إحصائية (وكالة حماية البيئة الأمريكية - US environmental protection agency EPA).

المصدر : سيد مرعي منصور، "نحو منظومة متكاملة لتطوير استخدام مواد البناء 2010م. كمدخل لتحقيق العمارة المستدامة فى مصر"، ص 39 ,

[1] Villalba, G., Segarra, M., Fernandez, A. I., Chimenos, J. M., & Espiell, F. "A proposal for quantifying the recyclability of materials" (2002)

[2]' Mark Lennon , "Recycling Construction And Demolition Wastes A Guide for Architects and Contractors", April 2005.

2- أنواع مخلفات البناء

(2-1) : الخرسانة:-

تعتبر الخرسانة أكثر مادة صنعها الإنسان على الإطلاق، حيث يتم استخدام الخرسانة بكمية تعادل ضعف استخدام الخشب والفولاذ والبلاستيك والألومنيوم مجتمعة.

عندما يتم هدم أو تجديد الهياكل المصنوعة من الخرسانة فإن إعادة تدويرها تُعد وسيلة شائعة بشكل متزايد للاستفادة من الأنقاض، ولإعادة تدويرها عددٌ من الفوائد التي جعلتها خيارًا أكثر جاذبية في هذا العصر، الذي يزداد فيه الوعي البيئي.

(2-1-1) إعادة تدوير الخرسانة:-

يوجد أكثر من طريقة للاستفادة من مخلفات الخرسانة، من أهمهما:

استخدام مخلفات الخرسانة كركام خشن أو ناعم في صناعة خرسانة جديدة، وحتى يتم ذلك يجب تكسيره بكسارات حسب حالة الخرسانة، ومِن ثَمّ استخدامه في الخرسانة الجديدة، بشرط ألّا يزيدَ الركام المُستخدَم في الخرسانة الجديدة عن 30% كما أشارت البحوث؛ للحفاظ على مواصفاته الجيدة. [3]

الخرسانة[4]: تدوير إعادة عملية في المستخدمة (2-1-2)التقنيات

طريق عن التدوير تقنية الميكانيكي التكسير التقليدية) التقنية(

يتم وضع الكتل الخرسانية التي يتم جمعها من مواقع الهدم في آلة السحق، التي تنقسم إ ى نوعين: (محطة تكسير ثابتة – محطة تكسير متنقلة) كما هو موضح في الصورة (1).

المصدر: ليلي اللحام (تقنية الخرسانة استخدام إعادة الأبنية)، هدم عن الناتجة ص 10. 2017.

صورة (1) توضح: محطة تكسير متنقلة - محطة تكسير ثابتة

فصل مخلفات الهدم المختلفة باستخدام تقنية تحريك الهواء النبضي

تعمل هذه الطريقة دون الحاجة إلى ماء، وهى تعمل علي إعادة تدوير مخلفات هدم مختلفة المواد والأوزان و الكثافة.

طريقة العمل :-

يعمل عن طريقة تحريك الهواء النبضي؛ حيث يتم تعريض المخلفات إلى حركات هواء ترددية (نبضية)، وبعد عدة نبضات تنفصل الموادُ؛ الموادُ الثقيلة بالأسفل والخفيفة بالأعلى، كما هو موضح في الصورة (2).

[3] موزة بنت محمد الربان / محمد المحسن ،

الحصى المدورة. مكونات لفصل النبضي الهواء تحريك صورة (2) توضح نظام
الأبنية)، ص 13 , 2017. هدم عن الناتجة الخرسانة استخدام إعادة المصدر: ليلي اللحام، (تقنية

(2-2) البلاستيك :-

البلاستيك: مادة عالية الأداء متنوعة الخصائص، بتنوع السلاسل المكونة، وهو سهل التشكيل، وبإمكاننا مشاهدته بأشكال متعددة وتطبيقات متنوعة من حولنا.

(2-2-1) مثال : قراميد من البلاستيك:-[5]

يعد السقف جزءًا أساسيًا من المنزل، وتتعدد الابتكارات في منهجيات التسقيف، وتستخدم المواد البلاستيكية المعاد تدويرها في بناء قرميد وبلاط التسقيف.

مراحل تصنيع قراميد من البلاستيك[6]:

أ - التجميع

جمع كمية مناسبة من بلاستيك ذات كثافة عالية من البوليمرات؛ مثل: علب مستعملة، حاويات كمبيوتر... إلخ.

الرمال هي العنصر الثاني الأكثر أهمية لإتمام العملية، ويتم تجميع الرمال من: (قاع النهر أو المحاجر).

ب- التصنيع: المرحلة الأولى:

مراحل عملية التصنيع:- كما هو موضح في الصورة (3):

- آلة تقطيع البلاستيك، وهي تعمل على: (تقطيع البلاستيك إلى أجزاء صغيرة).
- آلة الطارد، وهي تعمل على: (اندماج النفايات البلاستيكية المقطعة لتصبح متجانسة مع بعضها البعض).
- معدة الخلاطة: وهي تعمل على: (مزج الخليط المكون من البلاستيك و الرمل والصبغة).

[6] https://www.linkedin.com/pulse/start-making-roofing-tiles-out-waste-plastic-heres-guide-biashara

معدة الخلاطة معدة الطارد معدة التقطيع البلاسيك

صورة (3) توضح شكل المعدات المطلوبة للمرحلة الأولى

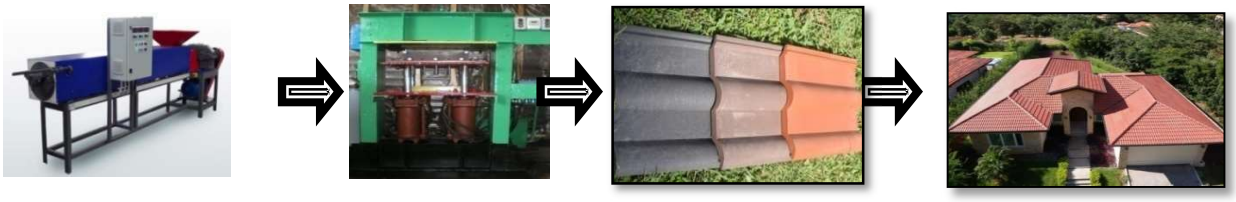
المصدر : https://www.slideshare.net/pstile/pse1, Accessed (4/5/2020)

ج- التصنيع : المرحلة الثانية:

آلة التسخين، وهي تعمل على (تحويل كتلة البلاستيك الصلب إلى شكل يمكن استخدامه، كما تم إنتاجه أو تحويله إلى منتجات قابلة للاستخدام).

- آلة المطحنة، وهي تعمل على (ضغط كتلة البوليمر التي ينتج عنها منتج نهائي) [2].

معدة التسخين معدة المطحنة وحدات البلاستيك المستخدمة في الأسقف



صورة (4) توضح شكل المعدات المطلوبة للمرحلة الثانية

المصدر :

https://www.tanktopsflipflops.com/icon-teja-costa-rica-expats-in-paradise, Accessed (4/5/2020)

(2-2-2) وكذلك يتم تدوير البلاستيك لتصنيع الآتي:-[7]

[7] Lisa Calovini, " 10 Ways Recycled Plastics Are Used in Construction | Shini USA

1. العزل الداخلي: بدأت العديد من شركات العزل في استخدام البلاستيك المعاد تدويرُه؛ حيث إنّ نسبةً قليلة من البلاستيك تحافظ على مستوى الطاقة في المنزل.

2. الخشب الإنشائي: تم استخدام البلاستيك المعاد تدويره كمُكوّنٍ رئيسٍ في الخشب الإنشائي، وكبديل للمواد الأخرى مثل الفولاذ.

3. الطوب: بدأ استخدام البلاستيك المعاد تدويره كطوب؛ حيث إنه سَهْلُ التركيب، ومُقاومٌ للكوارث الطبيعية، وأرخصُ ثمنًا، وقوة تحمله أكثر من الطوب العادي بمعدل مرة ونصف.

(2-3): حديد التسليح:-

، وهو معدن ينتمي إلى السلسلة الانتقالية الأولى، والمجموعة 8 من الجدول الدوري، وهو الأكثر شيوعًا على Fe**الحديد**: عنصر كيميائي، برمز الأرض؛ حيث يشكل جزءًا كبيرًا من اللب الخارجي والداخلي للأرض.[8]

(2-3-1)الحديد في مجال البناء:-

تعتبر صناعة الحديد والصلب من أهم الصناعات الإستراتيجية؛ حيث تقوم بدور رئيس في التنمية الصناعية والاقتصادية بشكل عام، وبشكل خاص يعتبر الحديد المادة الأكثر أهمية في البناء؛ حيث يقوم على أساسها عمل الأساسات والأسقف والأعمدة والكمرات ومبانٍ كاملة مُعتمِدَة على الحديد كمادة أساسية.

(2-3-2)إعادة تدوير حديد التسليح:-[9]

الحديد (الفولاذ) هو معدن قابل لإعادة التدوير، بنسبة 100٪؛ حيث تُقدَّر أكبر نسبة مستخرجة للحديد من طن الخردة الخارجة من مخلفات البناء بطن حديد صلب، ويمكن أن يتم تكرار هذه العملية أكثر من مرة، من خلال التكنولوجيا الحالية ودون أي تدهور في خصائصه أو أدائه.

مع العلم أن كل طن حديد جديد = 50% حديد خردة + 50% حديد خام (للحفاظ على خواص الحديد كمقاومة للشد).

(2-3-2-1) مراحل إعادة تدوير مخلفات الحديد[10]:

أ - الجمع

تختلف عملية جمع المعادن عن تلك المستخدمة في المواد الأخرى بسبب ارتفاع قيمة المعادن، ولذلك يتم نقل مخلفات الحديد إلى ساحات الخردة بدلًا من إرسالها إلى المكب، والتي تشمل كل من الهياكل الفولاذية مختلفة الأنواع والأحجام.

[8] https://en.wikipedia.org/wiki/Iron

[9] RICK LEBLANC," AN INTRODUCTION TO METAL RECYCLING " , (2019)

[10] RICK LEBLANC," AN INTRODUCTION TO METAL RECYCLING " , (2019)

ب ـ الفرز

يشمل الفرز فصل المعادن عن تيار المعادن الخردة المختلطة، أو مجرى النفايات المختلطة متعددة المواد، ولكي نُسهِّل عملية فصل المواد المُختلَطة بالحديد يتم استخدام المغناطيس وأجهزة الاستشعار.

الرفع المغناطيس

ج ـ المعالجة

تُقطّع المعادن إلى قطع صغيرة؛ لتبسيط عملية الانصهار، ولأن المعادن الأصغر حجما يمكن إذابتها باستخدام طاقة أقل نسبيًا عن القطع الأكبر حجما.

معدات للتقطيع

د ـ الذوبان

عملية صهر لتحويل المواد المراد إعادة تدويرها إلى شكل يمكن من خلاله إعادة تصميمه مرة أخرى، مع العلم: أنه يتم أخذ كل معدن إلى فرن محدد مصمم لإذابة هذا المعدن بعينه، ومع ذلك فالطاقة اللازمة لإذابة وإعادة تدوير المعادن أقل بكثير من الطاقة اللازمة لإنتاج المعادن باستخدام المواد الخام الأولية.

معدة الفرن لذوبان الحديد

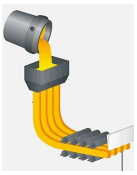
ه ـ التنقية

تشمل التنقية ضمان المنتج النهائي بجودة عالية وخالية من الملوثات بواسطة فرن التكرير

فرن التكرير

و- الترسيخ

بعد التنقية، يتم تنفيذ المعادن الذائبة بواسطة حزام النقل لتبريد المعادن وتَصلُّبها، في هذه المرحلة تتشكل المعادن الخردة على أشكال محددة، مثل: القضبان والألواح التي يمكن استخدامها بسهولة لإنتاج مختلف المنتجات المعدنية .



حزام تبريد

س- المنتجات

هي منتجات صلب شبه جاهزة تحتاج إلى مزيد من المعالجة قبل الانتهاء، وهى المرحلة الأخيرة قبل التشكيل .

ألواح

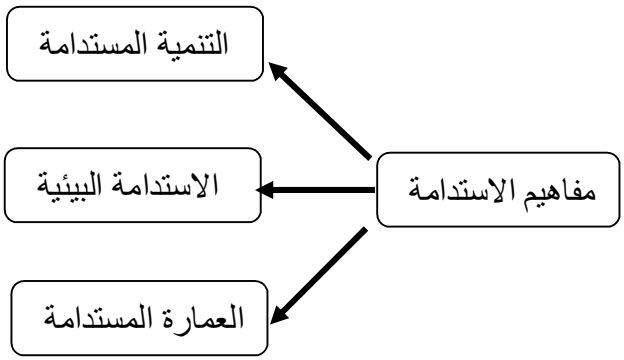
بليت

صورة (5) توضح مراحل إعادة تدوير مخلفات الحديد

المصدر :

https://www.newsteelconstruction.com/wp/an-introduction-to-steelmaking, Accessed (8/5/2020)

3- الاستدامة:



هي التنمية التي تفي بمتطلبات الحاضر دون الحد من قدرة الأجيال المستقبلية في تلبية متطلباتهم .

الحفاظ على المواد الطبيعية والأنظمة الإيكولوجية للبيئة من أجل مصلحة الأجيال القادمة.

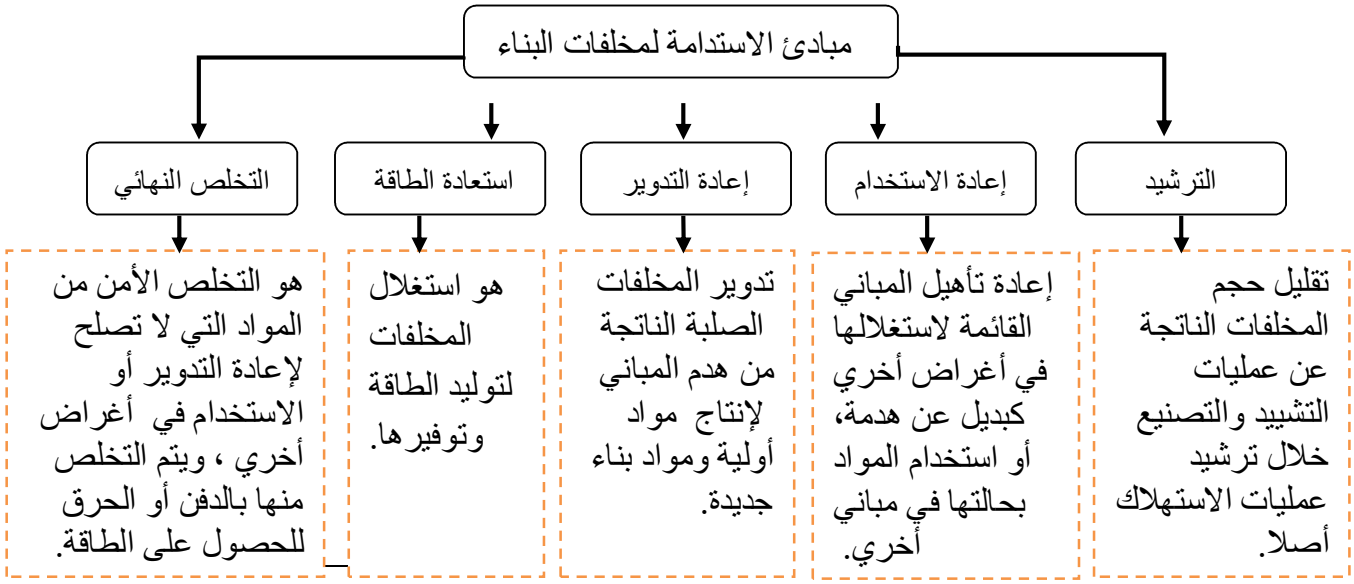
مدخل شامل لتصميم المباني، حيث إن كل الموارد تأتي في صورة مواد أو طاقات، يجب أخذها في الاعتبار إذا أردنا تحقيق العمارة المستدامة.

شكل (3) توضحي للمفاهيم الاستدامة

المصدر : سيد مرعي منصور، "نحو منظومة متكاملة لتطوير استخدام مواد البناء كمدخل لتحقيق العمارة المستدامة فى مصر"، 2010م.

(3-1) استراتيجيات تحقيق إدارة المخلفات[11]:

تعتمد استراتيجيات تحقيق إدارة المخلفات على تطبيق مبادئ الاستدامة التي تعتمد على عدة نقاط كما هو مُبيَّن فى الشكل التالي:



[11] سيد مرعي منصور "نحو منظومة متكاملة لتطوير استخدام مواد البناء كمدخل لتحقيق العمارة المستدامة فى مصر"، 2010م.

(4-2) الإنسان:

1- تقليل الغازات السامة الناتجة من تفاعلات المخلفات.

2- الراحة النفسية؛ نتيجة تقليل التشوُّهات الجمالية التي كانت تسببها المخلفات في الطريق، وزيادة المسطحات الخضراء، وبالتالي تحسين الصحة العامة.

(4-3) المواد الخام:

1- انخفاض أسعار المواد الخام الأولية نظرا لوجود البدائل، وبالتالي يؤدي إلى تقليل أسعار المباني.

2- توافر المواد الخام نظرًا لتقليل الاستهلاك.

5- تجارب عالمية

(5-1) مشروع (Marion County Senator Block)

أوريغن[12] بولاية سالم مدينة في

الهدف: تخفيض نسبة المخلفات وإعادة تدويرها.

أولًا: كان من المخطط إعادة 90 % من مخلفات الهدم، ولكن تم تدوير 92% بسبب التخطيط الجيد.

بنسبة الهدم مخلفات نسبة ثانيا: تم تخفيض ٨٢%، أو ما يعادل: 13.700 طن، و: 10%

البدء أوائل 1997 تاريخ	الانتهاء نهاية 1997 تاريخ
المشروع: 178.780 قدم مربع. مساحة	الناتجة: 16.649طن. الإجمالية المخلفات
2.923 طن.:منها التخلص تم التي المخلفات	الرديمات: 1.345 طن.
كوقود: 1.578 طن. خشب شرائح	%تدويرها: 82 تم التي المواد نسبة
تدويرها: 13.726 طن. تم التي المواد كمية	المدورة: 13.006 طن. المواد كمية
طن. 720استخدامها: المعاد المواد كمية	متوفرة. الكلية: غير الهدم تكلفة
الردم: متنوعة. لأماكن والترحيل النقل كلفة	لتوفير حرقها تم التي للمواد النقل كلفة طن. $الطاقة: 28
صفر $.:والتطوير التخطيط كلفة	.$العمالة: 22.500 كلفة
.$المعدات: 35900 كلفة	.$والتدوير: 96.500 النقل وأجور تكاليف
المواد. تدوير من العائد: التوفير	.$المواد: 36.000 بيع من العائد
والترحيل: النقل أجور توفير من العائد 283.000$.	**:التدوير من الكلي التوفير** 165.700$.

.$مبلغ: 160.000 توفير تم من الخشب الذي يزن: 1.600 طن، الذي تم استخدامه كوقود للمراحل الصناعة، حيث

ويوضح الجدول (2) التالي ملخص المشروع .

(5-2) مثال الأبنية التي تم استخدام الحصويات الخرسانية المعاد تدويرها في بنائها:

مبنى lbeler Weg office building[13]

بلد المنشأ: ألمانيا.

[12] ليلي اللحام، (تقنية إعادة استخدام الخرسانة الناتجة عن هدم الأبنية)، 2017 .

بسام أبو النعاج، (استثمار المخلفات الإنشائية وفق معايير علمية، أول مراحل إعادة الإعمار)، 2019م.[13]

سنة الإنشاء: 1997-1998 .

تم استخدام ما يقارب من: 480 م، و: 3 من الحصويات المعاد تدويرها.

صورة رقم (8) توضح مبنى lbeler Weg office building

المصدر:
https://www.researchgate.net/figure/The-BRE-office-building-in-Watford-UK-1995-96-Figure-23-Vilbeler-Weg-office_fig3_283494839 , Accessed (18/8/2020)

صورة (9) توضح مبنى The BRE Office building

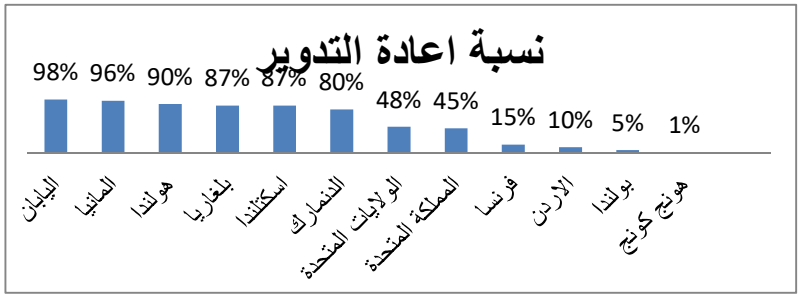
المصدر:
http://www.sgaconsulting.co.uk/projects/bre-offices, Accessed (18/8/2020)

ملاحظة :-

إن الأمثلة التي تم فيها استخدام إعادة تدوير المخلفات (الخرسانات) نلاحظ أن التصميم جيد؛ أي: إن استخدام مواد البناء المعاد تدويرها لا يعرقل العملية الإبداعية للتصميم المعماري .

(3-5) إعادة تدوير ا مخلفات عالميًا ومحليًا:

تحاول دول العالم المختلفة اتباع إستراتيجيات إعادة التدوير لمخلفات الهدم، كما هو موضح بالشكل (4):-



شكل (4) نسبة إعادة التدوير
المصدر: أحمد عاطف الدسوقي فجل / م. مي محمود صلاح عزام، (دوير مخلفات التشييد وا بناء والحفاظ على البيئة "إمكانية التطبيق بمصر")، 2018م.

يوضح البيان أنّ اليابان تحتل المركز الأول في إعادة التدوير بنسبة: 98%، أما بولندا تحتل المركز الأخير بنسبة: 5%، أما الأردن -وهي الدولة العربية الوحيدة التي تقوم بإعادة التدوير- بنسبة: 10%، حسب إحصاءات 2002م، أما مصر فلم تتبنَّ إستراتيجية إعادة التدوير في ذلك الوقت.

6- مخلفات التشييد والبناء في مصر:-

تعاني الدولة المصرية من مئات الأطنان من مخلفات الإنشاء، حيث تقدر كمية المخلفات بقيمة: 42 مليون طن، وهي: 44% من القيمة الإجمالية للمخلفات.

وتنقسم مصادر هذه المخلفات إلى:-

- مخلفات عمليات التشييد الجديدة: متمثلة في كسر الطوب، والخرسانة، وفائض الركام، والحديد، وبعض الأخشاب.

- مخلفات المنشآت القائمة: فعند هدم أي مبنى نجد كسر الخرسانات، والمباني، و الأبواب، والشبابيك، والأدوات الصحية، وكل ما يمكن استخدامه في المبنى، أو مخلفات انهيار المنشآت نتيجة كوارث طبيعية (زلازل).

(6-1) دور مصر في إعادة التدوير:-

بدأت مصر الخطوات الأولى لإعادة التدوير، حيث بدأت الدولة للتخطيط ودراسة مشروعات مختلفة.

(6-1-1): مصنع الأمل 5 المقاولون العرب بمدينة 6 أكتوبر:-

يعتبر مصنع الأمل أول مصنع للتخلص الآمن وإعادة تدوير مخلفات البناء والهدم في مصر.

1. أُنشِئَ سنة: 2015، على مساحة 10 أفدنة.
2. اخْتِيرَ الموقع بمنطقة 6 أكتوبر والشيخ زايد؛ فيوجد في هذه المناطق حوالي 2 مليون طن مخلفات بناء وهدم (علي إحصائيات 2015م).
3. يشمل المخطط للمصنع التخلص من 800 طن يوميا من مخلفات البناء والهدم؛ وكان من المقرر أن مصنع الأمل يكون أول خط للمصانع المتفرقة في جمهورية مصر العربية.[14]

ويهدف المصنع إلى:

إعادة استخدام مخلفات البناء والهدم في مختلف المجالات بالأخص إعادة تدوير الخرسانة والطوب، حيث يتم استخدام مخلفات الهدم من داخل المدينة، وإدخالها على كسَّارات الخرسانة والطوب؛ كي يتم تحويلها إلى سن، والذي يُعاد استخدامه في الخلاطة الخرسانية مرة أخرى، وأيضا يتم استخدامه كفواصل للطرق، والبلدورات، والبلاط، كما هو موضح في صورة (10). (مع العلم أن المصنع متوقف حاليا)[15]

صورة (10) توضح منتجات مصنع الأمل 5 المصدر : https://www.youtube.com/watch?v=oLGRq5P2yok , Accessed (8/5/2020)

كسارات مخلفات الخرسانة فواصل الطريق

(6-1-2) دراسة (إدارة وإعادة التدوير ومخلفات الهدم والبناء القاهرة الجديدة):

يهدف المشروع إلى:-

- خلق نظام إداري؛ لتدوير مخلفات الهدم والبناء بمدينة القاهرة الجديدة، بحيث تتحول المخلفات من قمامة إلى مواد يتم استخدامها مرة أخرى في البناء.
- عمل منظومة متكاملة تشمل كل من مراحل إعادة التدوير من جمع ونقل للمخلفات، وفرز وتصنيف لها من حيث الاستخدام.[16]

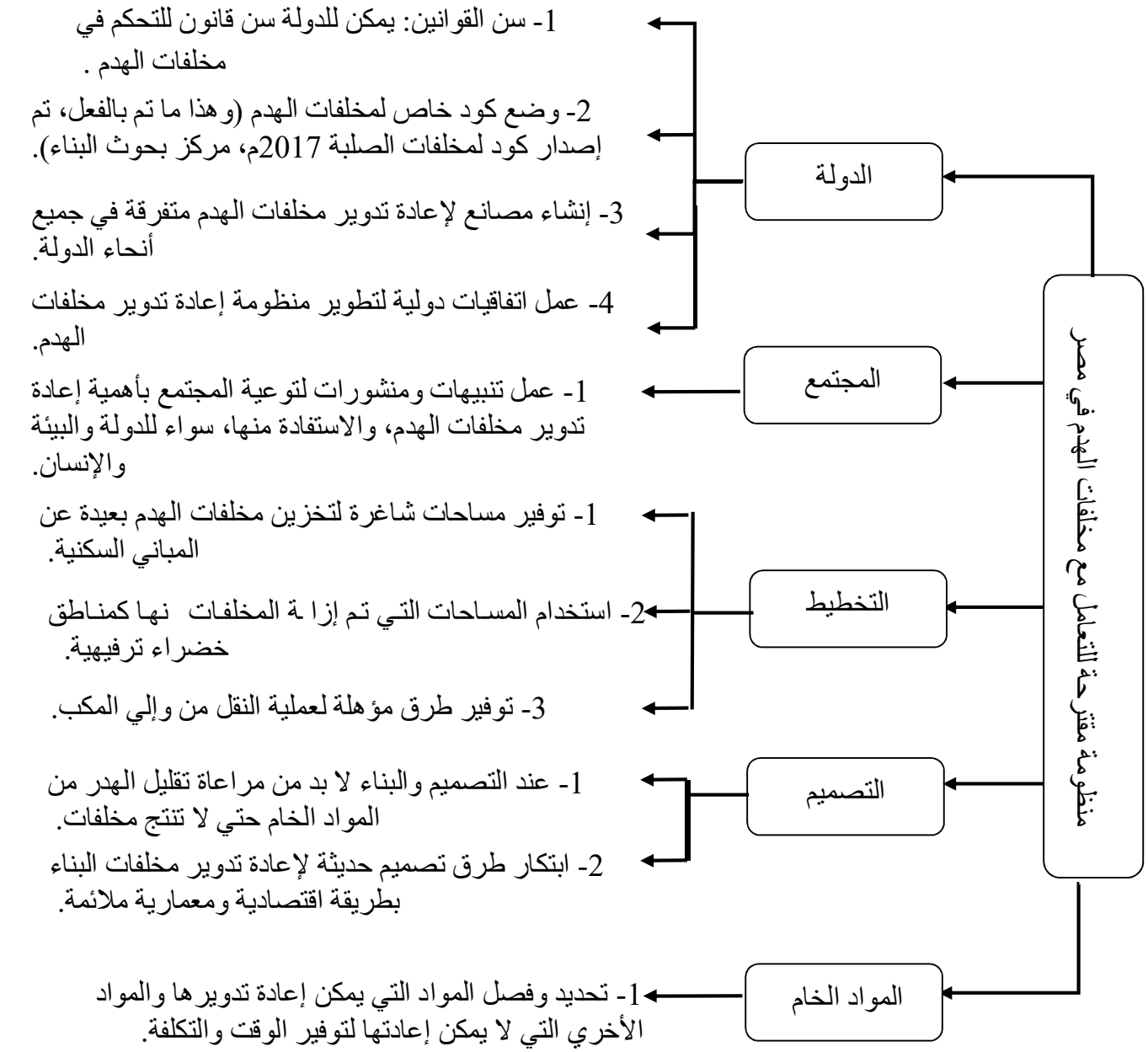
(مجرد مجموعة دراسات لم يتم تفعيلها، ولكن يوجد مجموعة من التوصيات الخاصة بإدارة المخلفات)

[14] https://www.arabcont.com/magala/details-921-3-3.aspx

[15] زيارة الباحث لمقر المقاولون العرب بتاريخ (25-5-2020)

[16] https://www.vetogate.com/1854183

من خلال الدراسة السابقة نستنتج الآتى :



ملاحظة :-

الشكل السابق من استنتاج الباحث من خلال معرفة مشكلة مصر والاطلاع على الحلول الأخري التي قامت بها بعض البلاد المتطورة في مجال إعادة التدوير.

7- دراسة تفصيلية للمخلفات الناشئة عن موقع هدم (بتصرف الباحث):-

حساب كمية مخلفات الهدم الناتجة عن هدم عمارة سكنية بمساحة 405 م2، تتكون من: (بدروم + أرضي + ثلاثة أدوار متكرر+ رووف).

(7-1) كمية الخرسانة في المبنى:-

تشمل الخرسانة كل من: (القواعد + الأعمدة + الأسقف + الكمرات+ أرضيات)، ويتم تقسيم الخرسانة إلى نوعين:

أ- خرسانة مسلحة (هي التي تشمل الحديد):

- حساب نسبة الخرسانة المسلحة:-

- نفترض أن الخرسانة المسلحة في المبنى حوالي: 1010 م3 (تشمل الحديد).
- للتحويل من المتر المكعب إلى الكيلو جرام (على فرض إن المتر المكعب من الخرسانة المسلحة يزن: 2500 كيلو جرام).
- وزن الخرسانة المسلحة = 1010*2500 = 2525000 كيلو جرام.
- (للتحويل إلى طن يتم القسمة على: 1000) = 1000/2525000= 2525 طنا.

- حساب نسبة الحديد في الخرسانة المسلحة:-

- بفرض إن متوسط وزن الحديد في المتر المكعب الخرسانة: 100 كيلو، (يختلف وزن الحديد على حسب مكان تواجده).
- وزن الحديد = 1010 (حجم الخرسانة المسلحة بالمتر المكعب) * 100 (وزن الحديد في المتر المكعب) = 101000 كيلو جرام.
- (للتحويل إلى طن يتم القسمة على 1000) =1000/101000= 101 طن.

ب- حساب نسبة الخرسانة العادية:-

- بفرض إن الخرسانة العادية في المبنى حوالي: 200م3.
- وزن الخرسانة العادية = 200*2200 (متوسط وزن المتر المكعب في الخرسانة العادية) = 440000 كليو جرام.
- (للتحويل إلى طن يتم القسمة على: 1000) = 1000/440000= 440 طن.

(7-2) : كمية المباني في المبنى:-

- بفرض أن المباني في المبنى حوالي: 645 م3 (تشمل كل من الطوبة والنصف طوبة والمونة).
- المتر المكعب من الطوب يزن في المتوسط حوالي: 2.450 طن.
- وزن الطوب في المبنى= 2.450* 645 = 1581 طن.

(7-3): كمية السيراميك والبلاط والرخام في المبنى:-

- بفرض إن السيراميك والبلاط والرخام في المبنى حوالي: 2430م2.
- المتر المربع من السيراميك يزن في المتوسط: 15 كيلو جرام.
- وزن السيراميك في المبنى= 2430* 15= 36450 كيلو جرام، بالطن= 36.450.

(7-4)النسبة التقريبية لمخلفات هدم عمارة سكنية:-

- النسبة التقريبية للحديد (الخردة)= 101 طن (يُباع الحديد خردة: 30 - 50 % من قيمة الحديد الأصلي على حسب حالاته، ويتم إعادة تصنيعه مرة أخرى كما هو مذكور سابقا).
- النسبة التقريبية لمخلفات الخرسانة = 2525 (الخرسانة المسلحة) - 101 (الحديد) + 440 (الخرسانة العادية) = 3066 طن.
- النسبة التقريبية لمباني الطوب= 1581 طن.
- النسبة التقريبية للسيراميك والبلاط =36.450 طن.
- نسبة مخلفات الهدم في المبنى من المواد الأساسية فقط هي: 4785 طن.

(من الحسابات السابقة اتَّضَحَ إن متوسط المخلفات الأساسية لمبنى بمساحة: 405 م2، هي: 4785 طن، وذلك بدون الإضافات الأخرى الخاصة بالبناء (كالعوازل - بياض - محارة - أسقف معلقة - كرانيش - أخشاب - أدوات صحية ... إلخ). مما يوضح أهمية إعادة تدوير المخلفات بيئيًا وماديًا وصحيًا وجماليًا؛ لأن هذا الكم من المخلفات يضر بالبيئة والشكل الحضاري للدولة، وكذلك صحة أفراد المجتمع).

نتائج البحث :-

1- التكنولوجيا هي عنصر أساسي في نجاح إعادة تدوير مخلفات البناء لإعادة استخدمها مرة أخرى؛ لأنه يمكن إعادة تدوير حوالى: 85% من المخلفات.

2 - أكثر مخلفات هدم المباني هي خرسانة بنسبة: 40% من المنشأة المهدمة.

3- يعتبر الحديد من أنجح المواد التي يتم إعادة تدويرها، حيث يتم إعادته بنسبة 100 %.

4- البلاستيك من المواد المرنة، حيث يتم تحويله لمنتج آخر من استخدامه الأصلي، مثل (القراميط في الأسقف، الطوب البلاستيك،... إلخ).

5- عملت إعادة التدوير على تحقيق مبادئ الاستدامة؛ كترشيد الطاقة في الحديد، وإعادة الاستخدام في الخرسانة، وتحويل مادة من استخدام إلى آخر كالبلاستيك.

6- أدَّتْ إعادة التدوير إلى تقليل المخلفات والتشوهات الجمالية، وتقليل التلوث الناتج عن تراكمات مواد البناء، وزيادة المساحات الخضراء، التي انعكست إيجابيًّا على صحة ونفسية الإنسان.

7- تأثر تخطيط المدن بأعاده التدوير في حالتين، وهما:

أولا: في حاله التخطيط لإعادة التدوير يجب توفير مساحات لتخزين مخلفات الهدم، وطرق مؤهلة لنقل الهدم من وإلي الأماكن المحددة لها، وفي نفس الوقت بعيدة عن المباني السكنية، لذلك فإن الشكل التخطيطي للمدن سيختلف لتحقيق الهدف.

ثانيا: في حالة عدم التخطيط؛ إخلاء أماكن التراكمات من المخلفات، وإعادة المساحات الشاغرة لوظائفها السابقة.

8- أدت إعادة التدوير لخلق أفكار تصميمة جديدة تتوافق مع المواد والمباني المتوجدة؛ كالحظائر التي أضافت بعض الأفكار، وتحولها لمبني "، الذي استخدم البلاستيك كمادة بناء، واستغلال مزايا البلاستيك من الشفافية، وإضافاتها مع التصميم لابتكار فكرة EcoArkساكني، ومبني " تصميمة جديدة.

9- لقد نجحت بعض الدول في إعادة تدوير مخلفات الخرسانة، واستخدامها مرة أخري في البناء؛ كمبنى

بإنكلترا. The BRE Office buildin بألمانيا، ومبنى lbeler Weg office building

10- بدأت مصر في وضع مخططات لإعادة التدوير، كعمل كود المخلفات الذي تم إصداره سنة 2017م، من معهد البحوث، وعمل مصنع الأمل 5 لإعادة تدوير المخلفات، وعمل دراسات في الأجهزة المحلية، لكن لا يوجد حتي الآن شيءٌ مملوس من الاستفادة من مخلفات المباني.

11- الناتج من هدم عمارة سكنية واحدة 4785 طنا، (مواد أساسية فقط، يمكن إعادة تدويرها).

لذلك سنعرض بعض التوصيات لتحسين كفاءة إعادة التدوير في مصر (وتشمل توصيات خاصه بالدولة والمهندسين والعمال الفنيين):-

التوصيات الخاصة بالدولة:-

1- عمل نظام نوعي لإدارة مخلفات البناء والهدم؛ لضمان تطوير تقنيات ومعدات فصل المخلفات من المصدر.

2 - تخصيص عمل أماكن من السهل الوصول إليها لجمع مخلفات الهدم، وعمل قاعدة بيانات، وأنظمة تعمل على تجميع وتحليل المعلومات عن كميات ونوعيات وأماكن تواجد تلك المخلفات.

تدوير إعادة عمليات وتدعم وتشجع تنظم التي والأنظمة القوانين رادعة لإلتزام المقاول بنقل المخلفات إلى الأماكن المخصصة لها وضع 3- يجب مخلفات الهدم.

الأخضر في إعادة التدوير حيث تتم العملية بأقل تلوث ممكن. والبناء الاستدامة مبدأ 4- اعتماد

5- يجب توفير مساحات مخصصة للطرق اللازمة لأعمال النقل وتوفير أماكن للتخزين ودفن المخلفات.

6- يجب على الدولة سن قوانين خاصة بمخلفات الهدم، تقلل من أماكن مخلفات الهدم إلا في الأماكن المخصص لها.

7- يجب التعاول بين وزارة الإسكان ووزارة البيئة لوضع مخطط وإستراتيجية قومية للاستفادة من مخلفات الهدم الناتجة من النشيد والبناء .

8- يجب إقامة شراكة بين الحكومة والشركات الخاصة لإقامة مصانع ومحطات لتدوير المخلفات، ووضع معايير وأسس لكيفية استغلالها بالطريقة الصحيحة.

9- إدراج نقل المخلفات للمقالب الصحية والنموذجية لتكون جزءًا من تصاريح إصدار رخصة تشغيل المشروعات لتصبح واجبة النفاذ.

التوصيات الخاصة بالمهندسين:-

10- يجب على المهندسين تقليل نسبة الهالك بدء من مرحلة التصميم، ثم مرحلة التنفيذ. (بالتوعية والفهم الجيد للمواد المستخدمة وإمكانياتها ومقاساتها).

11- يجب على المهندسين استغلال كل ما هو موجود بالموقع لتقليل استخدام مواد الخام (الاستدامة).

التوصيات الخاصة بالعمال الفنيين:-

12- عمل تدريب مهني للعمال على كيفية البناء بالطريقة الصحيحة حتى لا يَنتُجَ هالكٌ.

13- يجب التدريب جيدا على التقنيات والمعدات المختلفة؛ لإنتاج مواد جديدة سهلة التشغيل.

المراجع و المصادر:

1. سيد مرعي منصور, رسالة ماجستير، "نحو منظومة متكاملة لتطوير استخدام مواد البناء كمدخل لتحقيق العمارة المستدامة في مصر"، جامعه حلوان، 2010م.
2. ليلي اللحام، رسالة ماجستير، "تقنية إعادة استخدام الخرسانة الناتجة عن هدم الأبنية "، سوريا، 2017 م.
3. Ali Akbarnezhad , "Microwave-Assisted Production of Aggregates from Demolition Debris ", A Thesis Submitted for the Degree of Doctor of Philosophy , National University of Singapore , 2010

مقالات عربية منشورة:

4. بسام أبو النعاج، "استثمار المخلفات الإنشائية وفق معايير علمية أول مراحل إعادة الأعمار"، سوريا، يوليه، 2019 الموقع : http://damaspost.com/archives/2672 , Accessed (18/8/2020)
5. موزة بنت محمد الربان / محمد المحسن، "الخرسانة إعادة التدوير والاستعمال، منظمة المجتمع العلمي والعربي"، يناير 2016 م. الموقع: http://www.arsco.org/article-detail-383-4-0 , Accessed (25/4/2020)
6. مجلة المقاولون العرب، عدد ابريل ومايو، 2015 م. الموقع: https://www.arabcont.com/magala/details-921-3-3.aspx, Accessed (20/5/2020)

مقالات وأبحاث أجنبية منشورة:

7. Lisa Calovini, " 10 Ways Recycled Plastics Are Used in Construction | Shini USA" , (2018), Site: https: www.shiniusa.com/2018/01/29/recycled-plastics-construction, Accessed (4/5/2020).
8. Mark Lennon "Recycling Construction And Demolition Wastes A Guide For Architects And Contractors", April 2005 (Pdf). Site: https://www.mass.gov/doc/recycling-construction-demolition-wastes-a-guide-for-architects-contractors/download, Accessed (1/5/2020).
9. RICK LEBLANC," AN INTRODUCTION TO METAL RECYCLING " , (2019). Site: https://www.thebalancesmb.com/an-introduction-to-metal-recycling-4057469, Accessed (4/5/2020).
10. Villalba, G., Segarra, M., Fernandez, A. I., Chimenos, J. M., & Espiell, F. "A proposal for quantifying the recyclability of materials", Resources, Conservation and Recycling 37, (2002). Site:https://www.academia.edu/36179993/A_proposal_for_quantifying_the_recyclability_of_materials, Accessed (14/8/2020).

المواقع الإلكترونية:

11.https://www.linkedin.com/pulse/start-making-roofing-tiles-out-waste-plastic-heres-guide-biashara, Accessed (4/5/2020).
12.https://en.wikipedia.org/wiki/Iron, Accessed (8/5/2020).
13.https://www.vetogate.com/1854183/ Accessed (10/5/2020).