التنمية المستدامة في المخلفات الإنشائية في الجمهورية اليمنية (أمانة العاصمة أنموذجاً)

د. م. : نعمان محمد أحمد عامر

أستاذ الهندسة المدنية الإنشائية المساعد، كلية الهندسة والعمارة، قسم الهندسة المدنية، جامعة إب

ملخص البحث :

تبحث الدراسة الحالية طرق وأساليب التعامل مع المخلفات الإنشائية في أمانة العاصمة خاصة والمدن اليمنية الرئيسية عامة بهدف الوصول إلى تحقيق وخلق تنمية مستدامة وذلك من خلال إعادة التدوير أو الاستخدام للمخلفات الإنشائية بما يتلاءم مع الحفاظ على البيئة لتبقى نظيفة وخالية من التلوث والحفاظ على الموارد الأولية والحد من استنزافها.ومن خلال هذه الدراسة يتم استعراض أسباب ومصادر المخلفات الإنشائية في أمانة العاصمة والمدن اليمنية والعوامل التي أدت إلى ظهور مشكلة التلوث البيئي فيها وكذلك الخسائر والأضرار للمخلفات الإنشائية والطرق التقليدية الحالية المستخدمة في آلية التعامل مع النفايات و المخلفات الإنشائية في أمانة العاصمة كأنموذج (جمع المخلفات - النقل والترحيل - التخلص النهائي).واستعراض الوضع القائم في مقلب القمامة لأمانة العاصمة. وتخلص الدراسة إلى نتائج توصل إليها الباحث وذكر المعوقات والحلول في تدوير المخلفات الإنشائية في الجمهورية اليمنية وإلى وضع تصور لكيفية التعامل مع هذه المخلفات من خلال توصيات عملية وعلمية لغرض تحقيق تنمية بيئية وصناعية مستدامة في مجال التعامل مع المخلفات الإنشائية في اليمن.

مقدمة البحث :

مع التزايد السريع لعدد السكان ومن ثم زيادة عدد المباني والمنشآت سواء سكنية كانت أو خدمية أو مشاريع البنية التحتية من طرقات وجسور وشبكات الصرف الصحي وغيرها من المشاريع في أمانة العاصمة والمدن اليمنية التي تبعاً لذلك تزداد اتساعاً تتولد في الجمهورية اليمنية آلاف الأطنان من المخلفات الإنشائية وإن هذه المخلفات في تزايد مطرد ثم إن الزيادة السكانية التي وصلت إليها أمانة العاصمة لا يمكن تفسيرها بالزيادة الطبيعية الناجمة عن فرق المواليد من الوفيات فقط ، ولكن لا بد من إرجاعه إلى الهجرة الداخلية المستمرة إليها من عموم محافظات الجمهورية الأخرى إلى جانب عودة المهاجرين اليمنيين من دول الخليج في تسعينيات القرن الماضي وسكن معظمهم في أمانة العاصمة .الأمر الذي يتطلب وضع خطة فعالة لإدارة المخلفات الإنشائية باستخدام أساليب وتقنية حديثة إذ أصبح إيجاد حلول للمخلفات الإنشائية في مقدمة اهتمامات و مسائل التنمية المستدامة

(Sustainable Development) وذلك لاستمرارية الاستفادة منها كبدائل لمواد البناء التقليدية وبنفس الوقت التقليل من خسائرها اقتصادياً وأضرارها بيئياً.

إن تكلفة مواد البناء تشكل ربما أكثر من نحو 50% من التكلفة الكلية للمشروع ومعظم هذه المواد لا تصنع محليا، ومن ثم فمن غير المقبول أن تذهب نسبة كبيرة من هذه المواد كمخلفات يتم التخلص منها. وإن فقدان 20٪ من هذه المواد كمخلفات يتسبب في خسارة اقتصادية تقدر بـ 10٪ من التكلفة الإجمالية للمشروع، وتصبح هذه الحسبة النظرية البسيطة في منتهى الخطورة عند الحديث عن مشاريع ضخمة تتطلب مئات الملايين من الريالات أو عند الحديث عن أعداد كبيرة من المباني مثل المباني السكنية الخاصة على سبيل المثال، وقد قادت هذه الحقيقة أحد المتخصصين للنظر إلى نشوء المخلفات الإنشائية بمعدلات عالية على أنه خسارة لمساكن إضافية كان يجب أن تذهب لأفراد المجتمع. [1]

إن التلوث عموماً هو من المشكلات البيئية الأكثر إلحاحاً في الوقت الحاضر وإن قضايا البيئة هي قضية العصر الحالي فإن بعض المخلفات الإنشائية تدخل في تركيبها الكثير من المواد الكيماوية التي قد تنبعث للهواء أو تتسرب إلى الماء والأرض وتحدث تلوثاً بيئياً لا يحمد عقباه. وحتى مواقع استقبال هذه المخلفات والتي تعرف بالمقالب أو المرادم صارت محدودة في قدرتها على استقبال المزيد من المخلفات في بعض المدن اليمنية فعلى سبيل المثال المقلب التابع لأمانة العاصمة الواقع في منطقة الأزرقين شمال أمانة العاصمة والذي يوشك على الامتلاء بالمخلفات فإن المساحة المتبقية للدفن تساوي ٢٠٪ من المساحة الكلية البالغة مساحته بنحو ٣٤٥.٤٠٠ متر مربع وقدرت طبقات الدفن بحوالي ١٠- ١٤ متراً وتشكل نسبة المخلفات الصلبة(القمامة) ٨٥٪ من كمية المخلفات و١٥٪ مواد الردم والدفن هي عبارة عن مخلفات إنشائية من أتربة ومخلفات بناء.[2] كما إن عمليات النظافة للمناطق التي يتم إلقاء هذه المخلفات فيها بطرق غير نظامية وعشوائية مكلفة جداً وإن تلك الكميات العالية من مخلفات البناء تشكل العبء الأكبر على عمليات النظافة في المدن اليمنية ويظهر ذلك بوضوح بأمانة العاصمة صنعاء.إضافة إلى ذلك فإن الكميات الكبيرة من المخلفات الإنشائية لها تأثير خطير على قاعدة الموارد الطبيعية باعتبار أن صناعة البناء مستهلك أساسي للموارد الأساسية فالكميات الكبيرة من المخلفات الإنشائية تمثل استنزافا وهدرا للموارد الأولية والمصادر الطبيعية ومن ثم فالحد من حدوث كل هذا يعتبر من أولويات هموم ومسائل التنمية المستدامة.

مشكلة البحث:

المشكلة تكمن عندما تتجمع أجزاء من بعض مواد البناء والإنشاء التي تكون باقية ومتلفة وعديمة النفع في الموقع والتي بقيت بعد نهاية كل بند من بنود البناء ومخلفات أعمال التشطيبات الداخلية والحفر لخطوط البنية التحتية وأعمال الصيانة والرصف والتعبيد للطرق والتي كلها تعرف بالمخلفات الإنشائية فيكون تأثيرها على المكان والبيئة والمال وغيرها من التأثيرات السلبية والمشاكل التي تلحق بالعمل على طول فترة البناء والإنشاء والتي يمكن إيجازها في الآتي :

أولا بيئيا : والمتمثل في الهدر والاستنزاف للموارد الطبيعية التي بالحفاظ عليها وترشيد استهلاكها بإيجاد البدائل يعتبر ذلك أحد توجهات التنمية المستدامة فالكميات الكبيرة من المخلفات الإنشائية لها تأثير خطير على قاعدة الموارد الطبيعية باعتبار أن صناعة البناء مستهلك أساسي للموارد الأساسية وأن قطاع البناء يبدد كميات ضخمة من المواد الحجرية التي تستخدم في أنشطة البناء مثل الرمل والحصى والكري و أحجار البناء.وأحيانا توجد صعوبة في توفير الطلبات المتزايدة على مواد البناء من المواقع البيئية الملائمة بسبب استنزافها وتبديدها، هذا بدوره يسيء إلى البيئة المحيطة بالمحاجر وذلك بإزالة وتبديد الغطاء النباتي الموجود عليها وحولها كما هو موجود في مناطق متفرقة على أراضي الجمهورية حيث توجد هذه المحاجر.هذا إلى جانب أن مشكلة المخلفات الإنشائية برزت كواحدة من أهم المشاكل البيئية في المدن اليمنية نتيجة ما تحدثه هذه المخلفات من تلوث للبيئة في أماكن تواجدها فمثلا الخرسانة التي تتكون نتيجة الأعمال الإنشائية و الهدم تشغل كميات كبيرة من المخلفات الإنشائية والتي تشكل عبئا كبيراً في نظافة المدن وتلوثها ويعود السبب في كل هذا إلى ارتفاع معدلات النمو السكاني في المدن اليمنية وأمانة العاصمة على وجه الخصوص والحاجة لإنشاء مشاريع إنشائية سكنية وخدمية وبنى تحتية جديدة.

ثانيا اقتصاديا : بإنفاق الأموال الكثيرة لشراء مواد بناء زائدة عن الحاجة في بعض بنود البناء إضافة إلى تكلفة النقل والترحيل للمخلفات إلى مواقع الردم.وفي مجمل هذا تزداد التكلفة الاقتصادية للمشروع.

ثالثا المظهرالعام : تجمع المخلفات الإنشائية فوق خطوط الصرف الصحي أو خطوط الهاتف أوعلى الأرصفة فتأخر العمل والإنجاز في المشاريع وتعيق الحركة كما إن بقاء هذه المواد على جوانب الشوارع يقلل إلى درجة كبيرة من جمالها ومظهرها ويشوه المظهر العام والحضاري للمدن اليمنية وقد يتم ترحيلها إلى أطراف وخارج المدن وترمى على جوانب الطرقات الإسفلتية الرئيسية أو الفرعية وتشاهد أكوام هذه المخلفات مرمية على مداخل كلٌ من أمانة العاصمة ومدينة إب عاصمة المحافظة ومعظم

المدن اليمنية دون أن يمنع أو يحظر رميها في هذه الأماكن من الجهات ذات العلاقة و المسئولة عن ذلك.

رابعا.المكان: وذلك لأخذها حيزاً" كبيراً" يمكن الاستفادة منه سواء في الساحات أو الشوارع أو الممرات داخل المدن اليمنية.أو تواجد هذه المخلفات على الخلاء أو الأراضي الزراعية (كما ترى تجمعاتها في منطقة سواد حزيز جنوب أمانة العاصمة) فتعمل على تلوثها وتقلل من قيمتها بالإضافة إلى ذلك فإنها تعمل على سرعة ملء المقالب للنفايات هذه المقالب أو المرادم صارت محدودة في قدرتها على استقبال المزيد من المخلفات في بعض المدن اليمنية ومقلب نفايات أمانة العاصمة الواقع في الأزرقين شمال الأمانة مثال على ذلك ناهيك بالاضافة الى ماتسببه هذه المخلفات من مضايقات للتجمعات السكانية القريبة من المقالب والمرادم الغير موفقة في اختيار مواقعها والغير مدروسة مسبقا .

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى الأتي :

1- حل مشكلة المخلفات الإنشائية في المدن اليمنية الرئيسية وبالخصوص أمانة العاصمة.

2- تعريف المجتمع وبالأخص المقاولين والمستفيدين بمدى خطورة المخلفات الإنشائية وانسب الطرق الحديثة في التعامل معها للاستفادة منها.

3 - توضيح عيوب الطرق التقليدية المتبعة في التعامل مع المخلفات الإنشائية في بعض المدن اليمنية خاصة أمانة العاصمة.

4- إتباع الطرق الحديثة لإدارة المخلفات الإنشائية والمتمثلة في : التقليص من المصدر، إعادة الاستخدام، التدوير، الردم الصحي.لتحقيق تنمية صناعية مستدامة .

5- المحافظة على البيئة وعدم استنزاف الموارد الطبيعية الأولية في أراضي الجمهورية اليمنية وذلك من أجل تحقيق تنمية بيئية مستدامة.

6 ـ الاستفادة من المخلفات الإنشائية وبنفس الوقت التخلص من الأضرار والمخاطر التي تسببها على البيئة وصحة الإنسان.

7- التقليل من التكلفة الإجمالية الاقتصادية في مشاريع البناء والتشييد من خلال إعادة الاستخدام والتدوير للمخلفات الإنشائية.

منهجية البحث :

أستخدم الباحث في هذه الدراسة المنهج التحليلي لتحديد الأسباب التي أدت إلى تزايد ظاهرة المخلفات الإنشائية في أمانة العاصمة والتعريف بأضرارها وخسائرها كما اعتمد الباحث على النزول

الميداني والتواصل مع المعنيين إلى جانب التجربة الشخصية للباحث في المشاركة في الأنشطة المرتبطة بهذا الجانب. وكذلك على نتائج البحوث والدراسات الأخرى ذات الصلة والمرتبطة بموضوع البحث.

نطاق البحث :

يقتصر هذا البحث بشكل أساسي على بعض المدن اليمنية معتبراً أمانة العاصمة أنموذجاً. في مرحلة زمنية توسعت فيها أمانة العاصمة عمرانياً وكذلك معظم عواصم المحافظات في مرحلة ما بعد تسعينات القرن الماضي. مع الأخذ بالاعتبار تجارب بعض الدول التي سبقتنا بهذا المجال لغرض الاستفادة في توفير الوقت وتقليل التكلفة.

1- المخلفات الإنشائية أنواعها ومكوناتها (Wastes of Construction) :

المخلفات الإنشائية هي المخلفات التي لها علاقة مباشرة أو غير مباشرة بقطاع البناء والإنشاء وتمثل نسبة كبيرة من مجموع المخلفات الصلبة . إحدى الدراسات [3] ذكرت أن المخلفات الإنشائية تقسم إلى: ١- مخلفات الهدم - وهي مخلفات يجب فصلها وتصنيفها إلى مواد يمكن إعادة تدويرها ومواد من غير الممكن تدويرها واسترجاعها حتى يمكن التخلص منها بوسائل وطرق آمنة وتوفر السلامة البيئية. ٢- مخلفات البناء (المخلفات الهامدة وغير النشطة) - مثل الطوب والخرسانات والتربة غير الملوثة والحصى والرمل والصخور وهذه المواد يمكن تهذيبها وإعادة استخدامها بعد المعالجة كمواد وخامات مساعدة في البناء. ٣- مخلفات الحدائق وتنظيف الأرضيات - وهذا النوع من المخلفات يمكن إعادة استخدامه كمواد فراش للفواكه أو الأشجار والنباتات وتحويله إلى سماد. وبشكل عام تتكون المخلفات الإنشائية من: الرمال والصخور والحجارة والحصى والركام وحديد التسليح والأسمنت والخرسانة والمونة والبلاط والسيراميك والرخام ومواد التكسية والطابوق والطوب والزجاج والألمنيوم والمعادن والألواح والأخشاب بأنواعها والبلاستيك والورق المقوى والعوازل والقواطع والدهانات وبقايا التمديدات الكهربائية والميكانيكية وأجزاء السباكة والمواد الصحية الأخرى ومخلفات الحفر وتنظيف الشوارع والساحات [4].

مكونات مخلفات البناء والهدم(Construction & Demolition Wastes) فهي تضم بين جنباتها قائمة عريضة من عناصر ومكونات المباني التي يتم هدمها والمواد التي يتم استهلاكها في عمليات البناء الجديد مثل الخرسانة وحديد التسليح والطوب بالإضافة إلى المواد غير المستهلكة التي

تستخدم كمواد مساعدة في عمليات البناء مثل الخردوات وقوالب الصب والدعائم الخشبية والمثبتات والمسامير والأوتاد، إن جميع المواد-التي يتم إحضارها لموقع المشروع بمختلف وظائفها الأساسية والمساندة جميعها معرضة لأن يصبح جزء منها لسبب أو لآخر في نطاق المخلفات التي يتم التخلص منها عادة عند نهاية المشروع، وقد تدخل ضمن هذه المواد مواد جديدة لم يتم استخدامها من قبل نتيجة لعدم الحاجة إليها أو بسبب ففقدانها في موقع المشروع،.

2- مصادر المخلفات الإنشائية وعوامل التلوث في أمانة العاصمة والمدن اليمنية:

المخلفات الإنشائية برزت كواحدة من أهم المشاكل البيئية والنظافة في أمانة العاصمة والمدن اليمنية نتيجة الحاجة لإنشاء مشاريع إنشائية جديدة هذه المشكلة لها آثار صحية واقتصادية.....الخ وما يزيد ويفاقم من هذه المشكلة أنه لا تتوفر لدى وزارة الأشغال العامة ومكاتب الأشغال في المدن الرئيسية وأمانة العاصمة تصور دقيق عن حجم مخلفات البناء والهدم والتشييد للطرقات والحفر لبعض مشاريع البنية التحتية وغياب الإدارة السليمة للتعامل معها.الباحث اعتبر أن أهم الأسباب التي أدت إلى تزايد وتراكم المخلفات الإنشائية في شوارع وساحات وأطراف المدن اليمنية وأمانة العاصمة تتمثل في الآتي :

1- التنفيذ السيئ لشركات مقاولات القطاع الخاص والمقاولين الأفراد خاصة لمشاريع رصف الطرقات داخل المدن فلا يزال نشاط المقاولات بصفة عامة في أدنى مستويات الأداء والإنجاز، فقد دخله أعداد كبيرة من غير المختصين من المجتهدين أو من الذين بنوا درايتهم من خلال عملهم كحرفيين في أعمال البناء ممن لا يستطيعون القراءة أو الكتابة وهم يمثلون الغالبية العظمى التي تعمل في قطاع التشييد والبناء وتهبط به إلى أدنى المستويات، سواء من خلال ممارستهم للعمل كمقاولين دون تصريح أو لوائح تنظيم، أو من خلال ممارستهم للعمل كمقاولين باطن لشركات القطاع العام أو من خلال الوساطة، فهم في مزاولتهم لمهنة المقاولات لا يخضعون لأي قيم فنية أو تنظيمية، الأمر الذي أدى إلى تدني مستوى تنفيذ المشروعات وإلى الخلل الكبير في قطاع التشييد والبناء وخدمة الطرقات المنفذة من قبلهم.مما يؤدي إلى وجود كميات كبيرة من المخلفات الإنشائية ناتجة عن عمليات الإزالة أو البناء والترميم لهذه المشاريع.

2- السياسات الاقتصادية التي انتهجت في البلد لغرض الإسراع بعجلة التنمية في العمران والبنية التحتية دونما الأخذ بالاعتبار الجانب البيئي في التقليل من الاستنزاف للموارد الأولية أو تحقيق أدنى

معيار تنمية مستدامة في ذلك.

3- نقص الوعي لدى صانعي القرار والجمهور على حد سواء بأهمية هذه المخلفات. للمجتمع ومخاطرها على البيئة.

4- قدم التكنولوجيا المستخدمة في قطاع ومجال البناء والإنشاء مما يؤدي إلى إنتاج كم هائل من هذه المخلفات.

5- غياب المكننة لمعظم أعمال البناء والإنشاء والاعتماد بدرجة أساسية على الأيادي العاملة البشرية في تنفيذها وإنجازها.

6- عدم توفر مراكز معلوماتية لرصد كميات المخلفات الإنشائية كما إن المعلومات المتوفرة حالياً غير دقيقة وتعد من ضمن النفايات الصلبة..

7- نقص الخبرات المدربة والمهارات الكافية والعمالة المؤهلة في مجال البناء والإنشاء فهناك احتياج إلى عمالة مؤهلة بدرجة جيدة لتشغيل الأجهزة وبعض الآلات والمعدات المرتبطة بالتصاميم المكتبية والأعمال التنفيذية في مواقع البناء والإنشاء.

8- عدم فاعلية التنسيق بين الأجهزة الحكومية المختلفة سواء المركزية منها أو المحلية مما يؤدى إلى تضارب القرارات.

9- عدم كفاية الإمكانات المادية والبشرية والتكنولوجية لصناديق النظافة ومكاتب الأشغال في المدن اليمنية وأمانة العاصمة والتي تكفل لهم القيام بدور فعال في عملية الرصد والجمع والنقل وكذلك المتابعة والتقييم البيئي للمشروعات المختلفة.

10- غياب دور المشاركة المجتمعية حيث إنه من المهم جداً إشراك العامة في حل المشاكل الناتجة عن المخلفات الإنشائية ورفع مستوى الوعي البيئي العام وكذلك تعزيز التعليم البيئي الذي يضمن توفر العمالة ذات المهارة على المدى البعيد.

11- عدم تطبيق العقوبات علي المخالفين للوائح المهنية والمخالفين لتطبيق أسس ومواصفات الأعمال وأصول التنفيذ في البناء والتشييد وكذا على المخالفين في عدم الالتزام بقوانين النظافة والأشغال.

12- لا توجد سياسات وطنية أو برامج حكومية مدعمة لإعادة استخدام المخلفات الإنشائية الناتجة عن البناء والهدم أو أنظمة وقوانين وتشريعات تشجع وتدعم جهود إعادة استخدام مخلفات البناء وإعادة تدويرها.

13- ظروف البيئة الطبيعية للمدينة، حيث تسهم هذه الظروف في حدوث ظاهرة التلوث بصورة مباشرة وأخرى غير مباشرة، فالمظهر التضاريسي الحوضي للمدينة وإحاطتها بالجبال من معظم الجهات يجعلها عرضة لحدوث الانعكاسات الحرارية، التي تعمل على تمركز الملوثات في هواء المدينة.فقد ذكرت دراسة[5] ميدانية أجرتها الهيئة اليمنية لحماية البيئة الحكومية كشفت عن أن نسبة كثافة الملوثات التي تعانيها أمانة العاصمة تزيد على ما هو مقرر في المعايير العالمية، وذلك نتيجة وضع المدينة وموقعها وسط الجبال الجرداء التي تمنع تشتت الملوثات. غير أن المصدر الرئيسي للتلوث الذي تعانيه صنعاء يعود إلى قطاع النقل، تليه مخلفات البناء والكسارات ومناشير الأحجار ومحارق أحجار "الآجور" المنتشرة في المدينة وحولها.

14- الزيادة السكانية، حيث إن النمو السكاني في أمانة العاصمة حدث بصورة عشوائية تفتقر إلى أي نوع من التخطيط مثلت الهجرة الداخلية السبب الرئيسي لهذا النمو إلى جانب عودة معظم المغتربين إليها، وقد رافق هذا النمو السكاني نمو عمراني عشوائي أيضا مرتبط ارتباطاً مباشراً بتلبية حاجات السكان المتزايدة، وقد صاحب النمو السكاني زيادة الطلب على الخدمات الأساسية من خدمات المياه والصرف الصحي والطرقات وغيرها من الخدمات.

15 - النمو العمراني العشوائي حيث أدى سوء وغياب التخطيط إلى نمو المدينة عمرانيا بصورة عشوائية، فظهرت كثير من المناطق العشوائية والمتدهورة التي تظهر فيها كافة صور التلوث لصعوبة تنميتها، كما أدى النمو العشوائي أو التخطيط قصير المدى إلى أن تضم المدينة أحياءً غير مخططة كانت في فترات سابقة خارج حدود المدينة، وظلت محتفظة بشكلها السابق وشكلت صورة أخرى من صور العشوائية، كما إن العشوائية في النمو انعكست على شبكة الطرق داخل المدينة، فظهرت في معظمها ضيقة، وغير منتظمة الاتساع والاتجاه، وهذا أدى إلى إرباك الحركة المرورية داخل المدينة.

16- عدم اكتمال البنية التحتية للأمانة فعدم اكتمال رصف جميع الطرق في المدينة كان سبباً رئيسياً لتلوث الهواء بالغبار والجزيئات العالقة التي تثيرها السيارات من هذه الطرق، إضافة إلى عدم انسياب الحركة المرورية عليها، مما يعمل على زيادة كمية العوادم الملوثة للهواء، كما إن عدم اكتمال شبكة الصرف الصحي واستخدام الحفر الامتصاصية لتصريف المياه العادمة (البيارات) أدى إلى تلوث خزانات المياه الجوفية بها، وإن عدم وجود وسيلة لتصريف المياه العادمة المنزلية في بعض

الأحياء العشوائية، وتصريفها إلى الأرض مباشرة أدى إلى تلوث الأرض بهذه المخلفات.

17- سوء الإدارة حيث كان لسوء الإدارة لمكاتب الأشغال العامة دور في ظهور صور التلوث المختلفة بصورة مباشرة وأخرى غير مباشرة، كما أدى التداخل في الاختصاصات مع هيئات أخرى و عدم التنسيق بين الجهات الخدمية في أمانة العاصمة إلى تراكم المخلفات والنفايات فترة أطول وتأخير في تنفيذ مشاريع البنية التحتية داخل المدينة.

18 - ضعف الوعي البيئي لدى السكان أدى ذلك إلى ظهور عدة ممارسات ينتج عنها تلوث بيئة المدينة، مثل حرق القمامة والتخلص منها في أماكن غير مخصصة لذلك ورعي الأغنام على حاويات القمامة وغيرها من الممارسات التي تنعكس على بيئة المدينة.

19- حداثة الاهتمام بالبيئة فقد كان نتيجة لذلك أن قامت كثير من الأنشطة الملوثة للبيئة في سنوات سابقة دون أي دراسة لآثارها البيئية، فجميع المصانع تقوم بتصريف مخلفاتها السائلة في حفر امتصاصية (بيارات) دون أي معالجة تذكر و أصبحت مصدراً مهما لتلوث خزانات المياه الجوفية، كما إن معظمها أقيم بالقرب من المناطق السكنية [6].

في بعض المدن اليمنية الرئيسية توجد كذلك أسباب تعمل وتساعد على تلوث البيئة الداخلية لهذه المدن فنجد في العاصمة الاقتصادية عدن أن للتقدم الاقتصادي والعمراني السريع الذي حققته المدينة في العقدين الماضيين،آثاراً سلبية على البيئة بدرجة تنذر بوجود مخاطر تعرض الانسجام المطلوب بين السكان والطبيعة إلى الخلل، وكان له أثره أيضاً في بروز مشكلة المخلفات التي باتت تهدد السكان والبيئة بأخطار متزايدة.كما إن مشكلة التصريف أو المعالجة لهذه المخلفات تواجه الكثير من الصعوبات من حيث الآلات والمعدات التي تحتاج إلى صيانة مستمرة أو من ناحية توفير مقالب صحية ومناسبة لتصريف هذه المخلفات التي أصبحت في الفترة الأخيرة غير صالحة للتصريف إليها.ونتيجة لعدم توفر الأرض المناسبة لإقامة مثل هذه المقالب فإنه يتم الاستمرار في تصريف القمامة إلى هذه المقالب رغم انتهاء عمرها الزمني ومن ثم أصبحت بؤرة للتلوث البيئي وخاصة للمناطق المجاورة لهذه المقالب.كذلك فإن صعوبة جمع وتصريف هذه المخلفات بانتظام يؤدي إلى اضطرار المواطنين من حرقها في المناطق العامة والمجاورة للمساكن مما يؤدي إلى تصاعد غازات ضارة بالبيئة.إن من أهم الصعوبات التي تواجه إدارة النظافة عدم وجود موازنة خاصة لأعمال النظافة مما يعيق الإسراع في تنفيذ خدمات نقل وجمع وتصريف القمامة الذي يتطلب عدم التأخر في جمعها وتصريفها حتى لا تكون بؤرة لتوالد الحشرات والقوارض. كما إن النقص في القوى العاملة في مجال

النظافة و قدم ونقص عدد سيارات وآليات جمع المخلفات لا يفي بتغطية التوسع الكبير في المجال العمراني والسكاني، إضافة إلى التأخر في صرف رواتب العاملين وحوافزهم الذي يؤدي إلى توقف العاملين عن العمل مطالبين بحقوقهم، ويؤدي ذلك إلى تراكم المخلفات بشكل كبير في أحياء المدينة هذا بالإضافة إلى أن بعض المصانع تقوم بنفسها بالتخلص من النفايات حيث ترميها في مناطق بعيدة عن السكان وتتركها مكشوفة دون ردم أو ترميها في البحر مسببه في تلوثها.

في مدينة تعز التي تحتوي على بعض المصانع (صناعات كيميائية وبعض الصناعات التحويلية) إلى جانب توسعها و تمددها عمرانياً في العقدين الماضيين فهي الأخرى تعاني من التلوث البيئي خاصة من بعض نفايات المصانع والتصريف السيئ للنفايات الصلبة حيث يتم تصريف النفايات الصلبة (SolidWasteDisposal) في مقلب واحد يقع غرب المدينة على بعد ثمانية كيلومترات على طريق تعز- الحديدة فرع طريق شرعب، تلقى فيه أنواع النفايات الصلبة للمدينة، دون وجود أدنى معالجة له مما يعرض الصحة العامة والبيئة للخطر. والمقلب بحالته الحالية أصبح مشبعاً خاصة وأن النفايات على هيئة أكوام يصل ارتفاعها إلى أكثر من عشرة أمتار بطريقة تقليدية دون الاستفادة منها في التدوير. ويبلغ مساحة المقلب حوالى (٣) هكتارات وهو غير مسور مما يسمح بدخول الحيوانات (الكلاب والأغنام) والنباشين هم أشخاص يقومون بنبش النفايات ونثرها بحثاً عن مراد بلاستيكية ومعدنية ومواد أخرى مما يعرضهم للإصابة بأمراض عديدة تهدد صحتهم.ولا يوجد تغطية بالرمال للنفايات وهي عبارة عن ركامات مبعثرة ولا يوجد أي خدمات مجتمعية(كهرباء، ماء، تلفون) في مرافق المقلب ماعدا الميزان لوزن النفايات الصلبة في غرفة صغيرة جداً. ومن الدراسات الميدانية تبين أن بعض مياه الآبار الجوفية المحيطة بالمقلب أصبحت ملوثة بسبب الرشح الصادر عن المقلب ووجود بركة للنفايات السائلة لمصنعي السمن والصابون المجاورين للموقع وهما يصرفان يومياً ما بين (٩٠ - ١٠٠) متر مكعب. وأشار السكان المحليين إلى وجود مرارة في طعم المياه الجوفية في الآبار المجاورة للمقلب نتيجة ذلك. فضلاً عن تصاعد أدخنة النيران المستمر والروائح الكريهة التي تضايق السكان المحليين المجاورين للمقلب الذين لا يبعدون عنه إلا بضعة أمتار [7].

إضافة إلى ما سبق ذكره فإنه توجد عدة عوامل تعمل على التلوث البيئي في المدن اليمنية وفي نفس الوقت تعتبر مصادر لهذه المخلفات والتي من أهمها :

1- الكسارات والمحاجر ومصانع الاسمنت.

2- الورش المختلفة كمناشير قطع أحجار البناء ومصانع البلاط وغيرها.

3- المصانع والمعامل المنتشرة في المدينة ومحيطها والمنتجة للأبخرة والغازات بأنواعها.

4- الرياح والعواصف كعوامل طبيعية.

5- كثرة الطرق الترابية في المدن ومحيطها.

6- وسائل نقل مواد البناء وعدم الالتزام بقواعد النقل (الحمولة- التغطية للمواد السائبة..الخ).

3- حجم المخلفات الإنشائية :

تشير بعض الدراسات إلى أنه ينتج نحو ٢٠ كيلو جرام من المخلفات الإنشائية لكل متر مربع واحد من البناء وهناك دراسات علمية أخرى خلصت إلى أن نحو ٣٠ في المائة من مواد البناء الجديدة لا تستخدم في البناء ، إنما ينتهي بها الأمر إلى أن تكون مخلفات يتم التخلص منها لتتراكم مع بعضها في محال الردم المنتشرة حول المدن، وهذه النسبة الكبيرة من المخلفات لها تبعات اقتصادية وبيئية كثيرة، فهذا الفاقد من مواد البناء له قيمة مالية تضاف إلى التكلفة الكلية للمشروع [4].

3.1- حجم المخلفات الإنشائية في الجمهورية اليمنية :

لا بد من الإشارة إلى أن هناك نقصاً واضحاً في تقدير حجم المخلفات الإنشائية في المدن اليمنية وعدم وجود أي إحصائيات أو أرقام دقيقة في هذا المجال سواءً تلك الناتجة في مواقع المشاريع الإنشائية أو التي يتم التخلص منها في المقالب أو المرادم العمومية أو حتى التي يتم التخلص منها بطرق عشوائية وغير نظامية باستثناء وجود بعض الإحصائيات والأرقام غير الدقيقة التي تذكر حجم المخلفات الإنشائية من ضمن المخلفات الصلبة كإحدى مكوناتها ونادراً وفي حالة استثنائية في أمانة العاصمة نجد بعض الإحصائيات فقط لمخلفات البناء التي تم رفعها من مديريات الأمانة والتي قدرت ب ٢٦٨٦٠٠ طن كان ذلك خلال عام٢٠١٠. وتقدر كمية النفايات الصلبة يومياً في مدينة عدن حوالى (٣٥٠) طناً/يوم بما فيها مخلفات البناء والهدم.ويبلغ معدل إفراز الفرد في حدود ٠.٧ كجم/ يوم. [8]. كذلك الحال بالنسبة للمدن اليمنية الأخرى فإن المخلفات الإنشائية تعتبر جزءاً من النفايات الصلبة ليس إلا.

3.2 - حجم المخلفات الإنشائية في بعض البلدان العربية والعالمية :

كذلك هو الحال في بعض البلدان العربية فقد أشارت إحدى الدراسات [9] إلى عدم وجود إحصاءات دقيقة توضح حجم مخلفات البناء في جمهورية مصر العربية ، كما أوضحت دراسة أخرى

[4] أن الأمانات والبلديات في المدن الكبرى في المملكة العربية السعودية لا يوجد لديها تصور دقيق ومعرفة بحجم مخلفات البناء التي تنتج في المدن التي تشرف على إدارتها، وقد أشارت دراسة أجراها المعهد العربي لإنماء المدن [10] إلى أن مخلفات البناء تشكل العبء الأكبر على عمليات النظافة في المدن العربية ووصل المجموع الكلي لجميع المخلفات بمختلف أنواعها في (٤٢) مدينة عربية إلى ٧٤٢٢٧٤٦طناً سنويا.

أوضحت إحدى الدراسات أن معدل المخلفات الإنشائية في المدينة العربية يوازي ٦٩.٤٪ من المجموع الكلي للمخلفات وتقدر نسبة المخلفات الإنشائية بدول الخليج مابين ٤٠٪ - ٥٥٪ من مجمل النفايات الصلبة.وأضافت إحصائية أخرى أن حجم المخلفات الإنشائية في المدن السعودية يصل إلى ٤٥٪ من المجموع الكلي للمخلفات بجميع أنواعها بينما تتراوح كمياتها في كثير من الدول الصناعية المتقدمة بين ١٥٪ - ٣٠٪ من المجموع الكلي للمخلفات، ومع ذلك فإن هذه المشكلة تحظى بعناية واهتمام في الدول المتقدمة التي تسن الأنظمة والتشريعات وتتبنى تأسيس البرامج والخطط وتوفير الموارد للحد من هذه المشكلة.[4]

إحصائيات مختلفة سجلت أن مخلفات البناء في مدينة دبي بالإمارات العربية المتحدة وحدها تقدر بنحو ٦.٣ ملايين طن سنوياً، حيث يرمى يوميا مخلفات بناء بواقع ٣٥ ألف طن يومياً، ووفقاً لتقرير إدارة النفايات في دبي فقد بلغت النفايات الصلبة المتولدة عن عملية تطوير المشاريع العقارية لعام ٢٠٠٧ نحو ٣.٣ ملايين طن. دراسة أخرى ذكرت أن نسبة مخلفات البناء في إمارة دبي تمثل ٧٥ ٪ من مجموع النفايات الصلبة [1]. أما في إمارة (أبو ظبي) فإن مخلّفات الهدم والبناء تشكل نحو ٨٥٪ من حجم النفايات الصلبة التي تتكون من الحصى، الطابوق، والأخشاب، والحديد نتيجة لهدم المباني القديمة فقد تم خلال عام واحد هدم ٤٤ بناية في أبو ظبي، منها ٢٣ من قبل البلدية، و٢١ من المُلاك.وتنتج أبو ظبي حسب بيانات هيئة البيئة نحو ٣٣٤ ألف طنٍ من مخلّفات الهدم والبناء سنوياً، وتشمل أعمال بناء ونفايات معدنية، وتجهيزات داخلية، وتجديد شقق ومنازل ينتج عن بناء المنشآت السكنية.

وفي إحصائية أعدتها أمانة محافظة جدة في العام ١٩٩٨م [11] بلغ حجم مخلفات البناء السنوي في الأمانة (٧١٨٧٠٨) أطنان وفي عام ١٩٩٩م تم تقدير مخلفات البناء التي تنتج يومياً ويتم التخلص منها بشكل نظامي في المرادم العمومية في مدينة الرياض بكمية تصل إلى ٢٠٠٠ طن و١٩٠٠ طن يتم التخلص منها يومياً في مرادم محافظة جدة وهما من كبريات المدن السعودية. وفي إحصائية أخرى

[12] أجرتها وزارة الشئون البلدية والقروية في المملكة العربية السعودية. ذُكِرَ أنَّ كميات المخلفات في مواقع المشاريع الإنشائية لا تتوفر معلومات دقيقة عنها إلا أنها على أقل تقدير أقرب لأن تكون مشابهة للوضع القائم في المواقع الإنشائية في البرازيل التي يصل حجم الفاقد من المواد فيها إلى ٣٠٪ من مجموع المواد التي يتم شراؤها وإحضارها لموقع المشروع.

وأشارت إحدى الدراسات [13] إلى أن حجم مخلفات البناء السنوي في أوروبا الغربية يبلغ تقريباً ضعفي حجم المخلفات الصلبة الأخرى التي تنتج سنوياً، وقدرت نفس الدراسة حجم مخلفات البناء في دول أوروبا الغربية في العام ٢٠٠٠م بأربعين مليون طن. أما وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA- (environmental protection agency) [14] فقد أوردت في تقرير لها أن حجم مخلفات البناء والهدم في الولايات المتحدة الأمريكية يبلغ حوالى ٢٤٪ من مجموع المخلفات التي يتم التخلص منها في المقالب المعالجة وقدرت وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA) نسب المواد في مخلفات البناء والهدم بالمعدلات التالية كما هو موضح بالجدول رقم (1).

جدول رقم (1) بعض المواد ونسبتها في مخلفات البناء والهدم [14].

نوع مواد المخلفات	نسبة المواد في مخلفات البناء والهدم ٪
خرسانة وخليط كسر حجارة	٤٠- ٥٠٪
خشب	٢٠- ٣٠٪
قواطع جاهزة	٥- ١٥٪
أسفلت السطوح	١- ١٠٪
معادن	١- ٥٪
طابوق	١- ٥٪
بلاستك	١- ٥٪

وأوضحت دراسة أخرى [15] أن نسبة مخلفات البناء من مجموع المخلفات التي تدخل المرادم في الولايات المتحدة تتراوح بين ٢٠- ٢٩٪، وفي أستراليا تتراوح بين ٢٠- ٣٠٪، وفي هولندا ٢٦٪، وفي ألمانيا ١٩٪، وفي فنلندا تتراوح بين ١٣- ١٥٪. إحدى الدراسات الميدانية التي أجريت في المملكة المتحدة [16] قدرت كمية مخلفات البناء بما يوازي نسبة ١٠٪ بالوزن من حجم جميع المواد التي يتم شراؤها وإحضارها لموقع المشروع، وهي نفس نسبة الفاقد من المواد في مواقع المشاريع

الإنشائية في هولندا هذه النسب تم تقديرها في بعض الدول المتقدمة مثل الدنمرك وألمانيا.....إلخ ويوضح الجدول رقم (2) حجم مخلفات البناء في بعض الدول الأوروبية.دراسات عالمية [15] ذكرت أن حجم المخلّفات الناتجة عن هدم المنشآت غير السكنية يبلغ ٣٨٧ طناً لكل ٥٠٠٠ متر مربع، و٤٤ طناً لمخلّفات الترميم، والمساكن المنفردة ٢٧٨ طناً، والمنشآت التي تحتوي على مساكن متعددة ٣١٧ طناً.

جدول رقم (2): يوضح حجم مخلفات البناء في بعض الدول الأوروبية [16].

الدولة	مخلفات البناء المنتجة (طن)
الدنمارك	٤ ملايين
هولندا	٧ ملايين
ألمانيا	٤٣ مليون
المملكة المتحدة	٢٤ مليون

مخلفات البناء في الدول المتقدمة تتراوح نسبتها من ١٠ - ٣٠٪ من المجموع الكلي للمخلفات ومع ذلك فإن البلديات وإدارات المدن وصناعات البناء والهيئات البيئية في الدول المتقدمة تبذل جهوداً كبيرة على جميع المستويات للتغلب على هذه المشكلة وتقليص آثارها البيئية والاقتصادية من خلال خفض كمياتها وإعادة استخدامها وتدويرها بينما نجد أن حجم هذه المخلفات في المدن اليمنية لا يزال أعلى بكثير من المعدلات العالمية، كما تشكل النسبة الأكبر من مكونات المخلفات الإنشائية بل هي المسبب الأساسي في تلوث البيئة داخل أمانة العاصمة وعواصم المحافظات وفي ملء المقالب العامة للنفايات والمرمية على جانب الطرقات ومع هذا يتعامل معها في بلادنا بعكس ما هو عليه الحال في الدول المتقدمة وذلك بسبب غياب دور مكاتب الأشغال ومؤسسات صناعات البناء وهيئات وجمعيات البيئة في المدن اليمنية التي تعاني بدرجة أولى من مشكلة مخلفات البناء ولا تبذل الجهود المطلوبة لمعالجتها والتحكم بها وإدارتها بشكل فعال وسليم لغرض التخلص من أضرارها والاستفادة منها وبهذا نضمن تحقيق تنمية مستدامة بالمحافظة على الموارد الأولية والتقليل من استنزافها.

4- المخلفات الإنشائية الخسائر والأضرار:

إن الإهمال للمخلفات الإنشائية سبب الكثير من الخسائر فقد أوضح كثير من المتخصصين والباحثين أن نشوء المخلفات الإنشائية بمعدلات عالية والتخلص منها يمثل خسارة كبيرة لموارد ثمينة، باعتبار هذه المخلفات هي الجانب الأكثر تكلفة في موقع أي مشروع إنشائي وأن فقدان الموارد في مواقع مشاريع البناء يقلص الأرباح ويزيد من التكاليف على المالك والمجتمع، وعلى الرغم من الأموال الطائلة التي تنفق لشراء مواد البناء ذات التكاليف الباهظة فإن الواقع يشير إلى أن هذه الأموال تلقى وتبدد بسهولة في مواقع مشاريع البناء نتيجة للتحطم والكسر والهدر في مواد البناء، وإذا كانت مواد البناء وفقاً لبعض التقديرات المتخصصة [1] تمثل نسبة تتجاوز ٥٠٪ من إجمالي تكلفة المشروع فإن فقدان ٢٠٪ من هذه المواد كمخلفات يتسبب في خسارة تقدر بـ ١٠٪ من التكلفة الإجمالية للمشروع، وتصبح هذه الحسبة النظرية البسيطة في منتهى الخطورة عند الحديث عن مشاريع ضخمة تكلف مئات الملايين من الريالات أو عند الحديث عن أعداد كبيرة من المباني مثل المدن السكنية وغيرها على سبيل المثال، وقد قادت هذه الحقيقة أحد المتخصصين للنظر إلى نشوء المخلفات الإنشائية بمعدلات عالية على أنه خسارة لمساكن إضافية كان يجب أن تذهب لأفراد المجتمع.

إن تكاليف مواد البناء المفقودة نتيجة لنشوء المخلفات في مواقع المشاريع الإنشائية ليست المشكلة الاقتصادية الوحيدة إذ إن التخلص من المخلفات الإنشائية لم يعد فقط قضية بيئية بل أصبح أيضاً قضية اقتصادية هامة، وإن أعمال تنظيف مواقع المشاريع الإنشائية وتحريك ونقل مخلفات البناء والتخلص منها ذات تكاليف عالية، كما إن عمليات النظافة للمناطق التي يتم إلقاء هذه المخلفات فيها بطرق غير نظامية مكلفة جداً وإن تلك الكميات العالية من مخلفات البناء تشكل العبء الأكبر على عمليات النظافة في المدن اليمنية ويظهر ذلك بوضوح في أمانة العاصمة.

إن الكميات الكبيرة من المخلفات الإنشائية لها تأثير خطير على قاعدة الموارد الطبيعية باعتبار أن صناعة البناء مستهلك أساسي للموارد الأساسية في معظم دول العالم وأن صعوبة توفير الطلبات المتزايدة على مواد البناء من المواقع البيئية الملائمة بسبب استنزافها وتبديدها، كذلك قطاع البناء يبدد كميات ضخمة من المواد الحجرية التي تستخدم في أنشطة البناء مثل الرمل والحصى ايضا هناك خطورة بسبب تضاؤل بعض الموارد التي تستخدم في البناء مثل الأخشاب والرمل والحصى والطمي وإن المعدلات العالية لمخلفات البناء أصبحت تهدد الفرص المستقبلية للحصول على المواد والطاقة.

تنتج عن مخلفات المباني والإنشاءات تأثيرات بيئية مختلفة فعلى سبيل المثال شغلها حيزاً كبيراً وتأثيرها

على المياه الجوفية إضافة إلى عملية نقلها وما تسببه من تلوث للهواء وكذلك فان عدم إعادة استخدام هذه المواد يعد هدراً للعديد من الموارد الطبيعية وبهذا لا تتحقق التنمية المستدامة التي أصبحت مقصد وهم الكثير من دول العالم في عصرنا الحالي.

كثير من المخلفات الإنشائية التي كانت تصنف على أنها مجرد مواد خامدة (Inert Materials) أصبحت الآن تصنف على أنها مواد سمية يمكن أن تسبب مخاطر جسيمة على صحة الإنسان والبيئة، فقد أوضحت إحدى الدراسات في المملكة المتحدة [1] أن المخلفات الصلبة الناتجة عن أنشطة البناء يجب اعتبارها ملوثات رئيسية، وبينت نفس الدراسة أن عمليات البناء عادة ما تكون مصحوبة بتنوع كبير من البقايا والمخلفات الخطرة والسامة والتي تهدد البيئة وحياة الإنسان، ومن الأمثلة على المواد الموجودة في نطاق مخلفات البناء والتي تصنف على أنها مواد ذات سمية الدهانات والمزيلات وواقيات الأخشاب والمذيبات والأحماض وإضافات الخرسانة ومواد البترول والزيوت والقار والأصماغ والفينول (حامض الكربوليك) والأسبستوس والمعادن الثقيلة وغيرها هذا يعني أن المخلفات التي تصنف على أنها مواد ضارة ليست قليلة وأنها تحتوي على معدلات عالية من المخلفات الكيميائية الضارة بالصحة والبيئة بسب ما تحويه من معدلات عالية من الملوثات كون هذه النفايات تحتوي على مادة الفورمالدهيد والمشتقات الكربونية الأخرى المضرة بصحة الإنسان. أضف إلى ذلك أن مادة الأسمنت بمحتوياتها الكربونية تحتوي على تراب ثانوي مشع يعتبر من أخطر أنواع النفايات نظراً لصعوبة التخلص منها.

المياه الجوفية تتلوث بانتقال الملوثات السطحية على اليابسة مع مياه الأمطار أو السوائل بفعل الجاذبية إلى منسوب المياه الجوفية ولهذا السبب يجب اختيار مناطق جيولوجية ملائمة للمرادم والمقالب الصحية للمخلفات الإنشائية بعيدة عن السكان للمدن والقرى على حد سواء وكذلك عن أماكن مزاولة العمل أو النشاط الإنساني من زراعة ومناطق الرعي وبحسب تقرير البرلمان اليمني الذي حذر من مخاطر تلوث المياه قال: «إن ٧٣٪ من الآبار الجوفية الملوثة تنذر بتلوث حوض صنعاء المائي» وطالبت اللجنة البرلمانية بإلزام الحكومة باعتماد خطة تنفيذية إسعافية عاجلة، كفيلة بالسيطرة على التلوث القائم، ومعالجة آثاره وفقاً لأحكام ومضامين قانون حماية البيئة ولائحته التنفيذية. واعتبر تقرير برلماني آخر [5] أن التلوث المائي في اليمن المصدر الرئيسي للأمراض والأوبئة المنتشرة بين السكان، مشيراً إلى أن ٧٥٪ من اليمنيين يعانون من إصابات تتعلق بتلوث المياه أو بالأمراض ذات العلاقة بالمياه أي ما يقارب ١٢ مليوناً من السكان كشف نفس التقرير الذي أعدته لجنة مختصة بالمياه

والبيئة في مجلس النواب اليمني أن ٥٠٪ من وفيات الأطفال سببها الأمراض ذات العلاقة بتلوث المياه ويذكر أنه تفاجأ أعضاء لجنة المياه والبيئة عند زياراتهم الميدانية أواخر العام ٢٠٠٤ لمديريتي أرحب وبني الحارث م/ صنعاء ووادي ميتم في محافظة إب بارتفاع نسبة التلوث المائي ما جعلها تؤكد في توصياتها «أن قضية التلوث من القضايا الأكثر حساسية وخطورة» وتقتضي بالضرورة التعامل المسؤول والجاد معها ولا تحتمل المماطلة أو التأجيل ولا تقبل بأنصاف الحلول ناهيك عن مخاطرها المتعاظمة مستقبلا.

5- آلية التعامل مع المخلفات الإنشائية والنفايات في الجمهورية اليمنية :

المكونات الأساسية في إدارة للمخلفات الإنشائية بالطريقة التقليدية هي: جمع المخلفات - النقل والترحيل - التخلص النهائي. أما التدوير وإعادة الاستخدام....والخ فهي طرق حديثة واختيارية. وفقاً لرؤيةٍ تستند على الظروف المحلية فإن معظم المدن اليمنية تقوم بإدارة المخلفات الإنشائية وفقاً للمخطط الأساسي التقليدي تقريبا، أي الجمع والنقل للمخلفات، والتخلص النهائي أما مواضع القصور الأساسية في إدارة النفايات في المدن اليمنية فتتمثل في الوضع السيئ لمواقع التخلص النهائي أي المقالب فمعظم هذه المواقع لا تحقق أدنى المتطلبات البيئية والصحية الأساسية.

5. 1- الجمع والنقل للمخلفات :

تشكل عملية جمع ونقل المخلفات نسبة عالية من التكاليف الكلية لهذه الخدمة قد تصل في بعض الأحيان إلى ٩٠٪ لذلك فإن هذه العملية هي موضوع دراسات مختلفة للوصول إلى تطبيق النظام الأمثل للتجميع والنقل وهناك أسلوبان لجمع النفايات هما :

الأول - تتم هذه العملية تحت إشراف البلدية أي مكاتب الأشغال في المدن حيث يكون الاهتمام بالناحية الصحية أكبر ويمكن التخلص منها تحت إشراف مسؤولين متخصصين.

الثاني - الاعتماد على جهات القطاع الخاص الأهلية المتعاقدة مع مكاتب الأشغال المختصة حيث يقومون بفرزها وبيع ما يمكن بيعه من أشياء لها قيمة ونقل ما تبقى منها ولكن تحت إشرافها أيضاً.

الباحث اعتبر أمانة العصمة أنموذجاً للمدن اليمنية تجري عليها الدراسة لما تنفرد به بمستواها المرتفع في السكان عدداً وكثافة وزيادة حركة الإنشاءات والتوسع الجائر في البناء والتشييد فيها والذي يسير بمعدلات عالية جدًا الأمر الذي ينتج عن ذلك كميات هائلة من المخلفات الإنشائية بنسبة قد تفوق الكثير من المدن اليمنية. في أمانة العاصمة لا يكاد المرء يمر من شارع أو حي إلا وواجهته أكوام من المخلفات الإنشائية التي طالما انتقدها الكثير إلا أنها وللأسف لا تزال قائمة ومظهرها ينبئ عن تهاون

في رفع تلك المخلفات أوفي عدم إلزام أصحاب البناء والمقاولين برفعها من الجهات ذات العلاقة.إن الأتربة التي تغطي بها الرياح معظم شوارع وأجواء أمانة العاصمة هي ناتجة عن بقايا ومخلفات البناء التي استعصت على عمال النظافة إذ يقومون بجمعها من جهة فتظهر لهم في جهة أو منطقة أخرى خلال بضع ساعات وهكذا الحال يتكرر في أعمال التجميع لتلك المخلفات يومياً.وإن انتشار بعض مخلفات البناء أمام الكثير من المباني يعود لكونها لا تزال في طور البناء والتشييد، وعدم إلزام أصحابها أو المقاولين المنفذين من قبل مكاتب الأشغال في مديريات الأمانة برفعها وعدم اكتمال مشاريع البنية التحتية وكذا عدم إكمال أعمال تبليط الأرصفة أمام المباني وتنظيفها باستمرار.

يبلغ عدد سكان أمانة العاصمة حوالي ١٧٤٧٨٣٤ نسمة حسب إحصاء ٢٠٠٤م[17] ويشرف على النظافة في أمانة العاصمة (قطاع النظافة) ممثلة في الإدارة العامة للنظافة، وتقسم أمانة العاصمة إلى ١٦ منطقة وإن إجمالي عدد العاملين [18] في مجال النظافة حوالي ٤١١٨ عاملا يمثل الإداريون حوالي ١٠٪ وإن كمية المخلفات الصلبة تقدر بحوالي ٣٢٢٦٦ طناً في الشهر الواحد أي ما يعادل ١٠٧٥.٥٣ طن يومياً وإن إجمالي عدد الآليات التابعة للمشروع تقدر بحوالي ٣٩١ آلية.ويبلغ حجم الدعم الشهري لتشغيل قطاع النظافة بأمانة العاصمة ما بين ١٠٥- ١١٠ ملايين ريال شهرياً.

قاعدة البيانات والمعلومات لأمانة العاصمة التي تم جمعها وتحليلها من خلال المشاكل اليومية في تجميع ونقل المخلفات التي تم على ضوئها تحديد أهم المؤشرات والمحددات لبرامج العمل الميدانية اليومية والتي ترافقت بتفعيل إدارة المتابعة والتقييم والتوعية من خلال الآتي:

- التقسيم الجغرافي للمدينة في إطار المديريات إلى (١٦) منطقة نظافة، في إطار عشر مديريات كما تم تقسيم كل منطقة إلى عدد من القطاعات والمربعات، يتولى مشرف كل قطاع أو مربع مسئولية أعمال النظافة فيها.
- تحديد مواقع العمل، وتحديد خطوط سير المعدات لبرامج الجمع الآلي للحاويات والجمع المباشر للمخلفات، والكنس اليدوي والآلي، ورفع مخلفات البناء والأتربة العشوائية.
- توزيع المعدات والآليات والقوى العاملة لكل منطقة وبموجب برنامج العمل على مستوى كل مربع وحارة وشارع، مع تحديد وإيضاح خارطة توزيع القوى العاملة على مستوى الإدارة العامة للنظافة
- نقل المخلفات إلى مقلب الأمانة المركزي الموجود أو الواقع في "الأزرقين "والذي تقدر مساحته بنحو ٣٤٥.٤٠٠ متر مربع والمساحة المتبقية للدفن تساوي ٢٠٪ من المساحة الكلية ويبعد (١٦) كم

عن مركز أمانة العاصمة [2]. المقلب أصبح قريباً من بعض المساكن و الأراضي الزراعية مسبباً تلوثاً بيئياً للأرض وإزعاجاً للسكان بانبعاث الروائح الكريهة منه بسبب الحجم الهائل للنفايات في المقلب وإن كميات المخلفات الصلبة التي تصل إلى المقلب كبيرة وإن نسبة ما تمثله ٥١٪، وهي نسبة عالية نسبة الورق والكرتون منها حوالى ٩ ٪ ويمكن إعادة تدويرها، أيضا البلاستيك تمثل نسبة ٩ ٪ ويمكن إعادة تدويرها بينما تمثل كل من المعادن والزجاج نسبة ٥ ٪، ٣٪ على الترتيب [18].

وهنا تهدف عملية جمع النفايات والمخلفات ونقلها والتخلص منها إلى نظافة المدن وحماية الصحة العامة وحماية البيئة من الأخطار المباشرة وغير المباشرة الناتجة عن الطرق والوسائل غير الصحيحة المستخدمة في جمع النفايات والتخلص منها ويتضح كما هو مبين من خلال الجدول رقم (3) كميات النفايات بما فيها المخلفات الإنشائية [18] بالوضع الفعلي في أمانة العاصمة للفترة (١٩٩١- ٢٠٠٧) م حيث تراوحت الكمية المنتجة من النفايات للفترة بين حد أدنى بلغ ١١٧ ألف طن عام ١٩٩٦م، وحد أقصى بلغ حوالي ٥٤٦.٦ ألف طن لعام ٢٠٠٧م. وبدراسة التغير السنوي من الكميات المنتجة فقد تبين زيادة الكمية المنتجة وبمستوى معنوي للنموذج المقدر والذي بلغ معدل التغير السنوي حوالى ٣٣.٨ ألف طن، ما يعكس الزيادة السنوية في حجم النفايات المنتجة وما تتكبده الدولة في الزيادة السنوية من التكاليف للتخلص من هذه النفايات.

جدول رقم (3) الكميات المنتجة من القمامة بأمانة العاصمة للفترة (١٩٩١- ٢٠٠٧) م

السنوات	كمية النفايات المنتجة بالطن	تكاليف ترحيل النفايات(مليون ريال)	عدد السكان
١٩٩١	١٩٥٤٨٠.٠	٨٤.٨٧٠	٦٥٠٠٠٠.٠
١٩٩٣	١٤٤٠٠٠.٠	٣٢.٤٠٠	٨٥٨٠٠٠.٠
١٩٩٤	١٢٧٨٠٠.٠	٦٩.١٧٠	٩٨٢٢٦٠.٠
١٩٩٥	١٤٤٠٠٠.٠	٧٨.٧٧٠	٩٧٢٠١١.٠
١٩٩٦	١١٧٠١٣.٠	٦٤.٠٠٦	١٠٥٤٦٣٢
١٩٩٩	١٧٤٠٠٠.٠	٨٠.٤٠٩	١١٤٠٠٩٥
٢٠٠٠	١٥٠٥١٥.٠	٢٢٠.٨٠٦	١٣٩٣٧٧٢
٢٠٠١	٣٦٢٣٣٥.٠	٦٢٣.٩٨٦	١٤٧٤٢٤٢
٢٠٠٢	٣٦٢٣٣٦.٠	٥٣٨.٧٩٤	١٥٨٤٧٥٢
٢٠٠٣	٤٥٣٢٥٦.٠	٦٧٩.٨٨٤	١٨٢٤٥٤٨
٢٠٠٤	٥٢٧١٢٩.٠	٨٦٩.٧٧٤	١٩٩٤٨٩٧
٢٠٠٥	٤٧٢٦٦٣.٠	٦٩٦.٣٣٣	٢٠١٥٨٤٢
٢٠٠٦	٥٠٩٥٥٤.٠	٧٤٨.٧٧٨	٢١٤٠٧٦٧
٢٠٠٧	٥٤٦٦٥٦.٠	٧٧١.٧٠٤	٢٢٦٥٦٩٢
الإجمالي	٤٢٨٦٧٣٧	٥٥٥٩.٦٨٤	٢٠٣٥١٥١٠

يتم جمع المخلفات الصلبة من أحياء وشوارع مديريات الأمانة بعدة طرق تبعاً لظروف كل مديرية وكل حي وكل شارع وتلك الطرق هي :

1- الكنس اليدوي(النظافة العامة للشوارع والساحات).

2- الكنس الآلي.

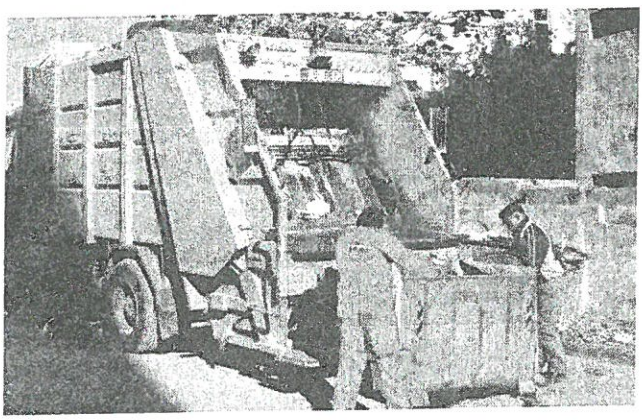
3- الجمع المباشر من المنازل.

4- الجمع الآلي بالحاويات- كما هو موضح في الصورة رقم (1).

5- الجمع بواسطة السياكل (دراجات هوائية بثلاث عجلات).

نضراً لبعد المقلب عن أمانة العاصمة، يتم ترحيل المخلفات الصلبة على مرحلتين هما :

صورة (1) توضح الجمع الآلي بالحاويات في أمانة العاصمة



المرحلة الأولى: يتم فرز بعض المخلفات يدوياً بواسطة عمال إحدى شركات القطاع الخاص.

المرحلة الثانية: يتم فيها نقل المخلفات التي تم تجميعها في المكان الأول ونقلها إلى المقلب الرئيسي بواسطة قلابات وقاطرات كبيرة بالإضافة إلى نقل المخلفات الصلبة مباشرة في الأحياء القريبة من المقلب الرئيسي. وينصب اهتمام الحكومة على عملية جمع مخلفات النفايات دون الاهتمام بعملية المعالجة أو التدوير غير مدركة لمخاطر تراكمها. يتم بعد ذلك نقل المخلفات الصلبة إلى المقلب التابع لأمانة العاصمة الواقع في الأزرقين شمال أمانة العاصمة والذي يوشك على الامتلاء بالمخلفات وإن المساحة المتبقية للدفن تساوي ٢٠٪ من المساحة الكلية البالغة مساحته بنحو ٣٤٥.٤٠٠متر مربع وقدرت طبقات الدفن بحوالى ١٠- ١٤ متراً وتشكل نسبة المخلفات الصلبة ٨٥٪ من كمية المخلفات و١٥٪ مواد الردم والدفن هي عبارة عن أتربة ومخلفات المباني [2].

5. 2 - التخلص النهائي من المخلفات :

إن شيوع ظاهرة التخلص العشوائي من المخلفات الإنشائية على جوانب الطرقات وفي الساحات والأراضي الفضاء وخارج النطاق العمراني لأمانة العاصمة والمدن اليمنية بسبب غياب دور الجهات ذات العلاقة كمكاتب الأشغال وصناديق النظافة فيها بعدم مراقبة وفرض الغرامات والجزاءات الصادرة بحق من يتخلص من هذه المخلفات بطرق غير نظامية فإن هذه الظاهرة تتصاعد نتيجة لنمو أنشطة البناء وقصور أعمال الرقابة الميدانية الناجمة عن عدم توفر الإمكانات المادية والبشرية والفنية الكافية لدى تلك الجهات أو المكاتب المعنية.

صورة (2) توضح التخلص العشوائي من المخلفات الإنشائية على جانبي الطرق الرئيسية

تواجه مسألة تطبيق الإدارة السليمة والمتكاملة للمخلفات الإنشائية في الجمهورية اليمنية تحديات وعوائق على الأصعدة الفنية والمالية والإدارية. فإن ما يزيد المشكلة صعوبة هو عدم وجود بيانات معلوماتية أو إحصائية دقيقة أو جداول بيانية موثقة عن كميات هذه المخلفات التي تنتج في أمانة العاصمة والمدن اليمنية بقطاعاتها المختلفة. وإن وجدت بعض الإحصائيات فقد تكون ناقصة وتفتقر إلى الدقة والتي تشير معظمها بأن المخلفات الإنشائية ما هي إلا جزء من المخلفات الصلبة والتي يمكن استخدامها (المخلفات الإنشائية) في معالجة وردم أو ترميد النفايات الصلبة في بعض المقالب للمدن والتي يوجد بها مقلب واحد فقط ليس أكثر بما في ذلك أمانة العاصمة (مقلب الازرقين).وبسبب الكميات الكبيرة لهذه المخلفات الإنشائية سرعان ما تمتلئ مرادم النفايات ما يجعلنا نبحث عن مواقع جديدة لهذه المرادم او المقالب المشكلة التي تواجه معظم المدن اليمنية. وإن هذا العدد القليل للمرادم أي وجود مقلب واحد في كل مدينة للمخلفات والنفايات وعدم تصنيفها وتخصيصها لا تحل لنا المشكلات المتعلقة بالازدياد المضطرد في كميات المخلفات الإنشائية مع تطور وتزايد أنماط البناء والتشييد للمباني والطرقات.

تعتبر عملية تصريف المخلفات في المقالب هي الطريقة الشائعة المتبعة حالياً في تصريف المخلفات كونها أنسب الطرق الملائمة والممكنة من الناحية المالية في الجمهورية اليمنية على الأقل في الوقت الحالي ونظراً لتباين الظروف المناخية و الطبوغرافية من منطقة إلى أخرى وكذلك التباين في أعداد السكان في التجمعات السكانية (مدن رئيسية ومدن ثانوية) إضافة إلى تباين حجم ومكونات

المخلفات المنبثقة عن تلك التجمعات إلا أنها غير مجدية بيئياً وبحسب إحدى الدراسات [19] فإنه يوجد أربعة أنواع من المقالب أو المدافن التي تستخدم للتخلص النهائي من المخلفات يمكن أن تتوافر فيها المعايير الفنية والظروف والشروط الموضوعية القابلة للتنفيذ ويمكن تطويرها بالتدريج تبعاً للإمكانيات المالية المتاحة في اليمن والتي في نفس الوقت تحقق القدر الكافي من الحماية تجاه الأضرار البيئية والصحية للمدافن وهي :

1- المدفن المفتوح: عبارة عن أرض مفتوحة يتم إلقاء المخلفات فيها عشوائياً و تنتشر فيها الحشرات والقوارض والحيوانات الضالة وتنبعث منه روائح منفرة ويؤدي هبوب الرياح إلى تطاير بعض محتوياته وتشتعل فيه النيران بصورة دائمة وهذا النوع من المدافن لا ينصح باستمراره ويجب تطويره ليصبح أكثر أمناً من الناحية الصحية والبيئية.هذا النوع من المدافن أو المقالب يوجد في معظم المدن اليمنية.

2- المدفن المراقب: عبارة عن أرض تم اختيارها وفقا لأقل الشروط والمعايير الفنية ويتم بناء سور حولها و مراقبة عملية وضع المخلفات اليومية فيها وعدم السماح بدخولها أو نشوب الحرائق فيها بعد امتلائه ويتم تغطيته بطريقة تمنع تجمع المياه بداخله هذا النوع من المقالب في بلادنا محدود الاستخدام.

3- المدفن المجهز هندسياً: عبارة عن مدفن تم اختيار موقعه وفقاً لبعض المعايير والشروط الفنية وتم تخطيطه هندسياً وتجهيزه ليصبح أكثر ملاءمة لاستيعاب المخلفات.

4- المدفن الصحي : عبارة عن مدفن تم اختيار موقعه طبقاً لأعلى المعايير والشروط الفنية والبيئية ويتم إدارته بكفاءة وتقنيات عالية.

وبمقارنة بعض الخيارات المتاحة للتخلص من المخلفات والنفايات كالحرق مثلا يبقى الخيار الأهم والمناسب وهو استعمال المراكز أو المدافن الصحية لتصريف النفايات والمخلفات ويلاحظ هنا أن الخيار المقبول في أنحاء العالم كافة للتخلص من النفايات بشكل أوسع هو استعمال هذه المراكز الصحية و المرادم لتصريف النفايات ، وإن الدفن لا يزال هو الخيار السائد عالميًا كما إن طرح النفايات في مراكز التصريف هي طريقة هندسية للتخلص من النفايات وذلك بتوزيعها في المواقع على طبقات مختلفة وكبس كل طبقة إلى أقصى حد ممكن، وأخيرًا تغطية الموقع بالتربة أو بمخلفات الإنشاء والبناء بشكل يحافظ على جمال البيئة ،ويظهر جمال المدن ونظافتها.

6- الطريقة الحديثة لإدارة المخلفات الإنشائية :

هناك أربعة أساليب شائعة في الدول الصناعية المتقدمة للتعامل مع المخلفات الإنشائية وإدارتها وهي مرتبة حسب أهميتها وأفضليتها، حيث تبدأ بتقليل وتجنب حدوث هذه المخلفات من المصدر من خلال مخاطبة أسبابها ومعالجتها، وحيث إنه ليس بالإمكان دائماً تجنب نشوء المخلفات الإنشائية قبل أن تحدث فإن الخيار الثاني هو إيجاد الطرق والوسائل لإعادة استخدام هذه المخلفات، وعندما لا يكون بالإمكان تجنب حدوث المخلفات أو إعادة استخدامها فإن الخيار الثالث هو تدويرها لتصبح منتجات قابلة للاستخدام، وإن الخيار الرابع والأخير هو الردم الصحي وفيما يلي الأساليب الأربعة المتبعة للتعامل مع المخلفات الإنشائية في الدول الصناعية المتقدمة والدول التي تمتلك قدرات اقتصادية عالية وهي مرتبة حسب أهميتها وأفضليتها.

6.1 - تقليل وخفض المخلفات الإنشائية من المصدر (LITTLE) :

تحتل طريقة خفض المخلفات الإنشائية من المصدر أعلى درجة في هرم أساليب إدارة المخلفات الصلبة، وتتضمن هذه الطريقة أي أسلوب أو طريقة أو نشاط يقود لتجنب نشوء المخلفات أو منع حدوثها أو تقليل كمياتها من المصدر قبل أن تصبح موجودة في حيز الوجود، وتعتبر هذه الطريقة هي الطريقة الأكثر فاعلية من منظور بيئي واقتصادي في ذات الوقت إن المحور الأساسي في طريقة خفض المخلفات الإنشائية من المصدر يتمثل في إيجاد الوسائل والسبل والأدوات والطرق التي من شأنها تقليل نشوء هذه المخلفات أو تجنبها أو حبسها ومنع حدوثها قدر المستطاع، وهذه الوسائل والطرق يمكن استنباطها من خلال مخاطبة مصادر ومسببات حدوث تلك المخلفات ومن ثم معالجتها والتحكم بها، ولذلك فإن التعرف على مصادر ومسببات نشوء المخلفات في مواقع المشاريع العمرانية يعتبر مطلباً أساسياً وهاماً في سبيل خفض وتقليص كميات تلك المخلفات.وقد أوضحت دراسات عديدة أن الأفضلية القصوى هي لخفض نشوء المخلفات قبل حدوثها بدلاً من بذل الجهود وإنفاق الأموال لإدارة هذه المخلفات والتخلص منها بعد أن تصبح في حيز الوجود.[16]

لتقليل كمية المخلفات هناك الكثير مما يمكن عمله لتحقيق هذه الغاية، فالمزيد من التصنيع لوحدات البناء والتشييد ذات المقاسات المختلفة والمطلوبة يساعد كثيراً على ألا تكون هناك مخلفات كثيرة. وللمهندس دور كبير في تقليل المخلفات من خلال تصميم المباني وفق ما هو موجود من وحدات قياسية وباستخدام مثل هذه الوحدات لا تكون هناك حاجة للقطع والتكسير، ومن ثم تقل عندنا المخلفات. أما الدور الأكبر في تقليل المخلفات فهو للمقاول والجهة التي تدير المشروع أثناء

التنفيذ، فإعداد جداول مدروسة لمراحل المشروع والاعتماد على هذه الجداول لشراء وتوريد مواد البناء، بحيث تكون موجودة وقت الحاجة إليها، تقلل عندنا الحاجة إلى تخزينها وكثرة تحريكها من موقع إلى آخر في مكان البناء، وكل هذه ممارسات تؤدي في العادة إلى إنتاج أقل من المخلفات. وكلما استطاع المقاول أن يعتمد بشكل أكبر على المكائن والمعدات في عمليات البناء فإن إنتاج المخلفات أيضاً سيكون أقل، ومن ثم فالمكننة في عمليات البناء تجعل منها عمليات أكثر اقتصادية وأكثر أمانا وأكثر جودة، وهي أيضاً تساعد على تقليل المخلفات. عامل آخر في هذا الشأن هو تنظيم موقع البناء، فمواقع البناء في العادة تعمها الفوضى وعدم الترتيب، ما يؤدي إلى عشوائية في تخزين مواد البناء وهذه عوامل مساعدة تزيد من إنتاج المخلفات. أما مهارة وحرفية عمال البناء فلها أيضاً دور في تقليص المخلفات، لأن عامل البناء غير الماهر والمقتدر في مهنته هو أكثرعرضة للأخطاء في العمل، ما يؤدي بالنتيجة إلى مخلفات أكثر.

بالإمكان تقليل كمية حطام الإنشاءات والهدم التي تتولد من المصدر وذلك بواسطة الاهتمام بتقدير كمية المواد الخام التي نحتاجها لإنشاء النشاط في الموقع بعد التأكد من كمية المواد التي تجلب إلى الموقع إذ إن تقليل كمية المخلفات المتولدة من المصدر يؤدي إلى التقليل في كلف التخلص منها وأجور العمل المصروفة على المواد بسبب القلة في المواد المخلفة كما يمكن الحصول على مخلفات أقل من خلال تحديد التصميم إذ يتم تبليغ مصمم البناية باستخدام مواد ذات حجوم قياسية معينة والتخطيط عن طريق وضع خطة مستقبلية للتجهيز عن طريق المجهزين المحليين حتى يصبح بالإمكان خزن التجهيزات أو المواد الفائضة إلى المشاريع اللاحقة إلى جانب تقليل التغليف بحيث يتم إبلاغ المجهز بإزالة التغليف عن التجهيزات والمواد قبل نقلها واستعمالها في الموقع مثل نقل الأسمنت السائب بدون عبوته القرطاسية الخارجية واستخدام قطع من قماش معاد أو إعادة مواد التغليف بعد تسليم المواد إلى المجهز .بالإضافة إلى حسن الإدارة والتنظيم والتخطيط المسبق لجميع الأنشطة في موقع المشروع والتقدير الدقيق للاحتياج من المواد ونقلها ومناولتها وتخزينها واستخدامها بأساليب ملائمة تقلل من فقدان المواد وهدرها.

6.2 - إعادة استخدام المخلفات الإنشائية(REUSE) :

الطريقة الثانية للتعامل مع مخلفات البناء هي إعادة استخدام تلك المخلفات في موقع المشروع، وإعادة الاستخدام(Reuse) تعني استعمال مادة أو عنصر من مواد البناء أو الهدم مرة ثانية سواءً في وظيفتها الأصلية أو في وظيفة أخرى دون أن تمر هذه المادة بمراحل إعادة التصنيع التي يمكن أن

تغير من خواصها الفيزيائية، وقد يكون هذا الاستخدام في وظائفها الأساسية أو في وظائف أخرى ثانوية، وهذه الطريقة أيضاً اقتصادية ويمكن تطبيقها من خلال إعادة استخدام ما يمكن من المخلفات الناتجة عن عمليات البناء في موقع المشروع، وهنا يمكن أن يلعب المهندس المختص دوراً هاماً في تفعيل هذا الجانب بحيث يضع بعض الأهداف والاستراتيجيات والبنود التي تحث على إعادة استخدام مخلفات البناء بدلاً من التخلص منها ويضمنها في مواصفات ووثائق المشروع وعقد التنفيذ، ويبقى الدور الأهم على عاتق مقاول البناء الذي يستطيع بخبرته وحسن تدبيره العمل على إعادة استخدام أكبر قدر ممكن من مخلفات البناء في وظائف أساسية وثانوية في المشروع.

إعادة استخدام المخلفات الإنشائية (Reuse) هذا الأسلوب يؤدي إلى تقليل حجم هذه المخلفات، ولكنه يستدعي وعيًا كافياً لدى العمال في كيفية التعامل معها واستخدامها وقبل كل ذلك القيام بعملية فرز بسيطة لكل من المخلفات البلاستيكية والزجاجية والمعدنية والخراسانية..... إلخ قبل إعادة استخدامها في المنشأ أو المبنى. ويجب تشجيع استخدام مواد البناء التي تقل فيها النفايات للحد من التلوث البيئي بالإضافة إلى المردود الاقتصادي وكذلك تشجيع المقاولين على استخدام المخلفات والنفايات الإنشائية مرة أخرى في المشروع نفسه ويفضل تصميم وتنفيذ المبنى بحيث تقل فيه المخلفات فالبناء الحديدي يولد أقل كمية من النفايات من المبنى الخرساني وهو ما يطلق عليه بيئياً بالمبنى الأخضر ومن الجدير بالذكر فإن بعض الدول المتقدمة كالولايات المتحدة تقدم جائزة كل سنة لأفضل مبنى تم نشاؤه نتج عن ذلك أقل نسبة من المخلفات الإنشائية ويتم تشجيع إنشاء مشاريع من المخلفات الإنشائية بتقديم حوافز لمثل هذه المشاريع التي تسمى مشاريع التنمية المستدامة.

إذا كان التقليل للمخلفات من المصدر يعني تخفيض كميتها فإن إعادة استخدام حطام الإنشاءات والهدم هو الاستعمال لها بدلا من المواد الخام في الطبيعة وكلتا الحالتين تقللان من المخلفات الإنشائية الذاهبة إلى مواقع الطمر والدفن في مقالب النفايات ومن ثم يكون الناتج هو الادخار المالي والمادي وتوفير للطاقة وتقليل للجهد وحفظ للبيئة وللمظهر العام للمدن. تضمن معظم المخلفات البنائية والإنشائية مواد غير عضوية كالأحجار والخرسانة والحديد والإسفلت والأسلاك والسيراميك والأتربة والأسمنت، والرمل وكسر الطوب يمكن إعادة استخدامها في موقع البناء والإنشاء فمخلفات الهدم والإنشاء النظيفة مثل الأتربة والخرسانة التي لا تحتوي على مواد الدهانات والأصباغ بالإمكان استخدامها كمواد في طبقات الإملاء إذ يتم تغطيتها بتربة غير ملوثة

كافية لزراعة مناطق خضراء بعد ثلاثين يوماً من الإملاء. إضافة إلى أن مواد الهدم، الأبواب، والشبابيك و تجهيزات أخرى بالإمكان إعادة استخدامها ويوضح الجدول رقم (4) أبرزمخلفات البناء والهدم وإمكانية إعادة استخدامها مباشرة [4].

الجدول رقم (4) أبرز مخلفات البناء والهدم التي يمكن إعادة استخدامها

أنواع مخلفات البناء	إمكانية إعادة استخدامها
المواد الأولية كالرمل والحصى والصخور	٣
الخرسانة	٣
الحوائط الحجرية (Masonry)	٣
الطابوق	٣
البلاط	٣
الخشب	٣
الزجاج	١
الورق المقوى	٠
المعادن	١
البلاستيك	١
الكيماويات (الدهانات والمذيبات)	٠
اللياسة والمنتجات الجبسية	٠

(٠): غيرممكن (١): إمكانية منخفضة (٢): إمكانية متوسطة (٣): إمكانية عالية

تتم الاستفادة من المخلفات الإنشائية في أعمال الطرق والردم وتستخدم كذلك في ردم النفايات المنزلية في موقع الدفن الصحي ويمكن استخدامها في ردم الشواطئ أو المنخفضات التي تتجمع فيها المياه وتستخدم كطبقة أساس في تبليط الطرق ويفضل عدم بناء مبان أو منشات في مواقع ردم النفايات الإنشائية لما له من تأثير سلبي على أسس الأبنية.

إن أسلوب إعادة استخدام مخلفات البناء والهدم يعتبر خياراً جذاباً نظراً لكونه يقلص من حجم مخلفات البناء والهدم ويساعد في المحافظة على المواد الأولية والموارد الطبيعية، كما إنه (بعكس أسلوب التدوير) يحتاج إلى كمية ضئيلة جداً من الطاقة والجهد المبذول ومعظم المدن الكبرى في الولايات

المتحدة يوجد بها أسواق ناشطة لتبادل مخلفات البناء وتداولها بين شركات تنفيذ المباني، وهذه التجارة الرائجة تحقق أرباحاً لتلك الشركات من خلال بيع هذه المخلفات وتوفير ضريبة التخلص منها في المرادم، و بأن هناك عدداً كبيراً من الهيئات والمؤسسات التجارية التي تعمل في هذا المجال ولديها معلومات وافية عن منتجي مخلفات البناء والجهات المستهلكة لهذه المخلفات.

في كندا والولايات المتحدة الأمريكية توجد المئات من مخازن مواد البناء المستعملة وتقوم هذه المخازن ببيع مواد البناء المستعملة لكي يتم استخدامها في مشاريع جديدة أو في مشاريع الترميم والإصلاح، وتحتوي هذه المخازن على مواد بناء كثيرة مستعملة مثل الأخشاب والطابوق والأبواب والنوافذ وغيرها من المواد. إحدى الدراسات [20] أشارت إلى أن حوالي ٢٥٠,٠٠٠ منزل في الولايات المتحدة الأمريكية يبلغ حجم الواحد منهم ١,٠٠٠ قدم مربعة يدمر سنوياً. ولا يمكن إعادة استخدام كل شيء في تلك المنازل القديمة، ولكن من الممكن إنقاذ أكثر من مليون قدم من أعمدة البناء الخشبية، وهو ما يكفي لإقامة حوالي ٧٥,٠٠٠ منزل بمساحة ٢,٥٠٠ قدم مربعة.

في بعض الدول الأوربية تقوم بإعادة استخدام نسب كبيرة من مخلفات البناء والإنشاء وتعد المملكة المتحدة البريطانية في مقدمة تلك الدول في هذا المجال ويوضح الجدول رقم (5) حجم المواد المعاد استخدامها في بعض الدول الأوروبية.

جدول (5): حجم المواد المعاد استخدامها في بعض الدول الأوروبية [1].

الدولة	مخلفات مواد البناء المعاد استخدامها (٪)
الدنمارك	٣٤٪
هولندا	٤٣٪
ألمانيا	٣٥٪
المملكة المتحدة	٤٦٪

فدولة غنية ومتقدمة مثل السويد هي اليوم من أكثر دول العالم إعادة لاستخدام مخلفات البناء في مشاريعها الجديدة، فهي بذلك تحمي بيئتها وتتخلص من مهمة التعامل مع هذه المخلفات وضررها على بيئتها الطبيعية فكل المهتمين والفاعلين في قطاع البناء من مهندسين ومقاولين وغرف التجارة وهيئة المهندسين قد اولت هذا الأمر اهتمامها وعنايتها، وهذا بالتأكيد صب لصالح التنمية المستدامة و قطاع البناء والاقتصاد الوطني حاضرا ومستقبلا لهذه الدول.

6.3- التدوير للمخلفات الإنشائية (RECYCLING) :

مفهوم التنمية المستدامة [21] أنها عملية تطوير الأرض والمدن والمجتمعات، بشرط أن تلبي احتياجات الحاضر من دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية حاجياتها بعبارة أدق: لا يجوز للحاضر أن يستهلك المستقبل، أي من غير أن تلوث البيئة أو تستنزف الموارد الطبيعية بما يعرض احتياجات الأجيال المقبلة إلى الخطر.وإن الاستخدام الأمثل للموارد الطبيعية يعتبر أحد محاور التنمية المستدامة. وانطلاقاً من هذا المفهوم فإن الاستهلاك المفرط للموارد الطبيعية سبب مشاكل بيئية واقتصادية ولهذا فإن الاستخدام والتدوير للمخلفات الإنشائية كفيل في تحقيق وخلق تنمية مستدامة.بعض الدول وبالذات الدول المتقدمة صناعياً استخدمت أساليب تقنية حديثة لتدوير هذه المخلفات والاستفادة منها إلى جانب التخلص من أضرارها البيئية فقد تفاعلت صناعات البناء نفسها مع القضايا البيئية فتم تطوير اتجاهات جديدة في البناء والتشييد أطلق عليها الإنشاءات المستديمة (Sustainable Construction) والعمارة الخضراء (Green Architecture)، وجميعها تستهدف خفض الآثار البيئية الناجمة عن أنشطة البناء والتشييد وأبرزها المخلفات الإنشائية.

الطريقة الثالثة للتعامل مع المخلفات الانشائية هي طريقة التدوير (Recycling)، والتدوير اصطلاح مستحدث تتبناه الإدارات البيئية في العالم كأساس من أسس سياسات صون الموارد الطبيعية، التي جارت عليها أنشطة البشر عبر قرن مضى، حيث كان يجري الاغتراف من تلك الموارد، حية وغير حية، بلا حساب لتشغيل المصانع وتتدفق السلع في الأسواق، وينعم بها المستهلكون القادرون وإن تدوير المخلفات الإنشائية والهدم هي أحد أكبر مكونات التنمية المستدامة. والسعي الآن على مستوى عالمي باتجاه أن يصير التدوير فكراً صناعياً، وسلوكاً فردياً، بإيجاد أفضل الطرق للاستفادة من المخلفات بتدويرها خالصةً بذاتها، أو مخلوطةً بخامات أصيلة في خطوط إنتاج خاصة جديدة لإنتاج السلعة الأولى مرةً أخرى أو قد يكون المنتج سلعة مختلفة تماماً.

التدوير يعني ببساطة استخدام منتج أكثر من مرة واحدة واسترجاع المواد غير المرغوب فيها أو المهملة على شكل نفايات بغرض الاستفادة منها مباشرة أو استخدامها كمواد خام في إنتاج مواد جديدة ذات فائدة اقتصادية وبيئية بدلاً من رميها أو دفنها. وعملية التدوير للمخلفات الإنشائية أو مخلفات البناء والهدم يتم معالجتها وتدويرها في الموقع أو في مصانع مخصصة لإنتاج مواد تسويقية جديدة وقد شاع في كثير من الدول المتقدمة في أمريكا وأوروبا تدوير كثير من مخلفات مواد البناء مثل

الحديد والألمنيوم والزجاج والخرسانة والأخشاب والعوازل وبعض المواد الأخرى وفي الآونة الأخيرة انتشرت في تلك الدول الشركات والمؤسسات المتخصصة والمصانع والمعامل التي تعمل في مجال تدوير مخلفات البناء وتقوم بعض تلك الجهات بأعمال متعددة تبدأ بتجميع المواد وفرزها وتصنيفها تمهيداً لتدويرها وتنتهي بإنتاج مواد جاهزة للاستخدام، ومن أسهل تلك الأعمال تدوير مادة الخرسانة وهي المادة واسعة الانتشار في صناعة البناء على مستوى دول العالم حيث يتم تكسيرها إلى قطع صغيرة تستخدم كحصاة لإعداد خرسانة جديدة وتستخدم أيضاً كمادة أساس في إنشاءات الطرق ويمكن تدويرها مع مخلفات إنشائية أخرى كبقايا البلاط والسيراميك وكسر الطوب في موقع البناء والإنشاء وتدوير الخشب والألمنيوم والمعادن الأخرى، والإسفلت، والألواح الكارتونية في المصنع. ولهذا توجد آلات ومعدات سهلة وبسيطة ولا تحتاج لمهارات عالية خاصة للتدوير في موقع التشييد والبناء وهذا بالفعل خلاف ما هو عليه التدوير في المصانع لنفس المخلفات من حيث التقنية والتجهيزات أو الكادر في التأهيل والعدد.

1.3.6- تدوير المخلفات الإنشائية في موقع البناء :

إن غالبية مخلفات البناء تعتبر مواد قابلة للتدوير مثل الأخشاب والخرسانة والعوزال والحوائط المتحركة والورق المقوى والمعادن والبلاستيك وغيرها وإن فرص استرجاع مخلفات البناء وتدويرها لا يمكن أن تتطور ويكتب لها النجاح بجهود مقاولي البناء بمفردهم وإنما يجب أن تتعاون معهم جهات أخرى مثل شركات نقل ومعالجة المخلفات ومصنعي مواد البناء والهيئات الحكومية المعنية بالمخلفات.في ولاية أليونوي الأمريكية تطلب السلطات من مقاولي البناء تسليم خطة تفصيلية لفرز وتصنيف مخلفات البناء قبل الحصول على رخصة البناء، من جهة أخرى فإن عقود تنفيذ المباني في بعض الولايات الأمريكية تتضمن بنوداً وموادا تحفز المقاولين وتشجعهم على تدوير مخلفات البناء وفي الآونة الأخيرة تزايدت المطالبات بأن تصبح هذه البنود إلزامية.

أشارت بعض الدراسات [4] إلى أن تدوير مخلفات البناء في موقع المشروع أفضل وأكثر جدوى من نقلها إلى أحد معامل التدوير خارج الموقع وعملية التدوير في موقع المشروع شائعة الاستخدام في تنفيذ مشاريع الإنشاء الكبيرة كطريقة لتجنب كلف النقل والتخلص من المواد المتخلفة وأشار أحد التقارير المعدة من قبل معهد المهندسين المدنيين في بريطانيا إلى وجود معامل متنقلة لتدوير مخلفات البناء يمكن أخذها إلى موقع المشروع. الفكرة الأساسية في تدوير بعض مخلفات البناء في الموقع [9] تكمن في تحويل هذه المخلفات إلى خليط متجانس يتم إضافة الأسمنت إليه ويتم إعادة

تصنيعه كطوب أسمنتي مصمت بحيث يمكن استخدام هذا الطوب في عمليات البناء الداخلية كفواصل وبرودورات الأرصفة والشوارع ولذا فقد تم تصميم ماكينة بسيطة يسهل تصنيعها ويمكن استخدامها بسهولة في الموقع، ويوضح شكل (3) الماكينة المقترحة ومكوناتها.

الماكينة تتكون من الأجزاء والعناصر الآتية :

1- قمع صب المخلفات من الصاج الأسود بسمك ٢- ٣ مم.

2- مخلفات البناء : رمل – زلط – بقايا أسمنت جاف – بقايا بياض – طوب أسمنتي كسر – طوب أحمر كسر.خرسانة قديمة..... إلخ.

3- قضيب من الحديد الصلب.

4- جسم الماكينة من الصاج الأسود (سمك من ٣- ٤ مم).

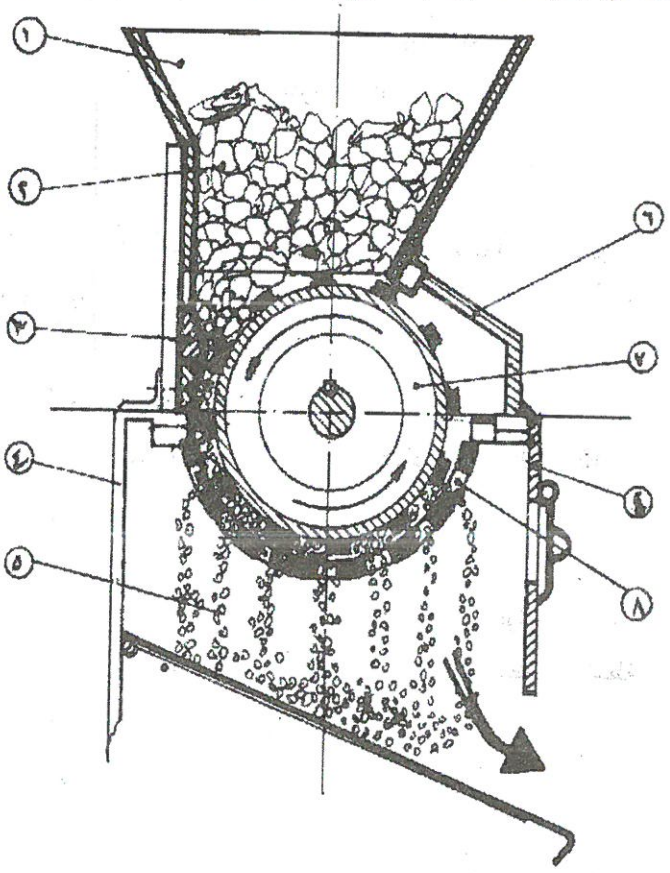
5- نواتج مخلفات البناء بعد عملية التفتيت لحجم يناسب عمليات التشكيل تمر من الفتحات جزء رقم " ٨".

6- غلاف خارجي لعمليات الصيانة.

7- اسطوانة التفتيت بالاشتراك مع الجزء "٣" (ماسورة من الصلب ملحوم على جوانبها قطع من الحديد سمك ١٠ مم بالطول والاسطوانة بقطر ٥ سم من الصلب (يتم إدارة الاسطوانة بواسطة موتور ١.٥ إلى ٢ حصان بسرعة قليلة وتنقل الحركة بواسطة سيور).

8- شبكة من الصاج الملفوف على الساخن يتم ثقبها بالقطر المناسب لمكونات الخليط.

شكل (3) ماكينة تحويل مخلفات البناء إلى خليط متجانس [9]



إن عملية تدوير المخلفات الإنشائية تقلل التكلفة المالية وكذلك كمية المواد التي يتطلب التخلص منها في موقع الطمر الصحي او المرادم التقليدية للمخلفات وتضمن نظافة بيئة موقع البناء والإنشاء. وإن التدوير لهذه المخلفات في الموقع دون نقلها خارجه، وتوظيف ناتج تدويرها في الاستخدام الآمن في الإنشاءات طريقة سهلة وغير مكلفة مقارنة بعملية التدوير خارج موقع الإنشاء في محطات التدوير المعدة لتدوير المخلفات الإنشائية. وقد وضعت مجموعة من المعايير [9] لتحقيق هدف التدوير لمخلفات المباني في الموقع بحيث يعاد استخدامها بنفس الموقع وهي:

1- استخدام أسلوب سهل وبسيط في التعامل مع هذه المخلفات وبحيث يمكن استخدامه في أي موقع.

2- تهيئة استخدام هذه المخلفات في الموقع ومن ثم الحيلولة دون نقلها خارجه بما يسببه من تأثير

على شبكات الطرق والشوارع بالتلويث الناتج عن عمليات النقل.

3- استخدام تقنيات بسيطة وغير مكلفة.

أما مخلفات المباني التي يمكن تدويرها في موقع المشروع فتتمثل في الآتي :

1- الرمال المتخلفة عن عمليات الصب للخرسانة العادية والمسلحة وكذلك الرمال غير الصالحة للاستخدام (كتل رملية).

2- الركام غير الصالح للاستخدام في الخرسانة العادية والمسلحة.

3- كسر الطوب الناتج عن عمليات البناء.

4- المون المهدرة والمتخلفة عن عمليات التشطيبات الداخلية والخارجية بأنواعه المختلفة.

5- بقايا البلاط والسيراميك.

6- مخلفات ناتجة عن تغيير في عمليات التصميم مثل إزالة حوائط أو تغيير أرضيات وخلافه.

7- خرسانة قديمة.

6 -3 -2- تدوير المخلفات الإنشائية في المصنع :

إن الإنجازات التي تحققت في مجال إدارة المخلفات الإنشائية في الدول المتقدمة لم تولد من فراغ وإنما كانت ثمرة لكثير من الخطط والبرامج ، فكثير من تلك الدول لديها أهداف إستراتيجية وخطط وبرامج وطنية تستهدف خفض مخلفات البناء والهدم التي يتم التخلص منها في المرادم من خلال إعادة استخدامها أو تدويرها فدولة متقدمة صناعياً كهولندا كانت في العام ١٩٨٦م استهدف خفض ٩٠٪ من مخلفات البناء والهدم التي تدخل المرادم بحلول عام ٢٠٠٠م بينما سعت الحكومة الفيدرالية في أستراليا في العام ١٩٩١م إلى خفض ٥٠٪ من مخلفات البناء والهدم التي تدخل المرادم بحلول عام ٢٠٠٠م، كما تم البدء منذ بداية التسعينات بتطوير البنى التحتية لتدوير مخلفات البناء في الولايات المتحدة وألمانيا.وكذلك في بعض الدول العربية مؤخرا التي تمتلك قدرات اقتصادية كبيرة.

بحسب أحد التقارير [4] فإنه يوجد في الولايات المتحدة أكثر من (١٠٠٠) مصنع لتدوير مخلفات الخرسانة والإسفلت و(٧٠٠) مصنع لتدوير مخلفات الأخشاب ، و(٣٠٠) مصنع لتدوير مخلفات حطام الهدم ، فالخرسانة والحطام يتم تدويرها لتصبح حصى إنشائية أو منتجات خرسانة جديدة ، والأخشاب يتم تدويرها واستخدامها في بعض المنتجات الخشبية مثل الأثاث ، والمعادن كالنحاس والحديد تعتبر أصنافاً ذات قيمة عالية عند تدويرها ، ووفقاً لنفس التقرير فإنه تتوفر في الأسواق الأمريكية حالياً أنواع ومنتجات بناء كثيرة من مواد البناء المعاد تدويرها مثل العوازل والجدران

المتحركة والمنتجات الجبسية وغيرها. ووفقاً لإدارة حماية البيئة (DEP) في ولاية ماساشوستس في الولايات المتحدة فإن المشاريع الإنشائية حالياً تقوم بتدوير حوالي ٧٥٪ من جميع مخلفات البناء والهدم مثل المعادن والخرسانة والإسفلت، وأوضحت الإدارة بأنها تأمل في إحراز تقدم ملموس في تدوير مخلفات البناء بحيث تصل إلى ٨٨٪ بحلول عام ٢٠١٠ميلادية.

لم تقتصر تدوير المخلفات الإنشائية على الدول المتقدمة صناعياً بل نافستها في هذا المجال الدول التي تمتلك إمكانيات وقدرات اقتصادية كبيرة من تلك الدول دولة الإمارات العربية المتحدة التي اهتمت كثيراً في مجال التدوير للمخلفات الإنشائية و تعتبر إمارة الشارقة هي السباقة على مستوى دولة الإمارات العربية المتحدة في تطوير محطة لتدوير مخلفات البناء والهدم. وتنتج المحطة العديد من المنتجات من خلال إعادة تدوير هذه المخلفات والتي يتم الاستفادة منها كمواد أولية في البناء وتتنوع هذه المنتجات بين الرمل الذي تتراوح سماكته بين ٠,٥ و١٠mm والحصى بسماكة تتراوح بين ١٠ إلى ٤٥ mm التي تستخدم في أعمال الطرق بخلطه مع الإسفلت وبطاقة إنتاجية حوالى ١٥٠٠ طن يوميًّا من الحصى بمعدل ٩ ساعات عمل، حيث يصل إلى المحطة يوميًّا حوالي ٦٠٠٠ طن من المخلفات، واستخدام منتجات الحصى لرصف الشوارع المؤقتة وإدخالها في تصنيع مواد البناء بمعدل يومي يفوق ال (1000) طنٍ كما تم استخدام المنتج من قبل قسم الخدمات العامة التابع للإدارة الفنية لغرض رصف الشوارع المؤقتة وقد استحوذت المحطة على مساحة كبيرة في منطقة "الصجعة" الصناعية. [1]

في إمارة (أبو ظبي) هي الأخرى وفي ظل النهضة العمرانية التي تشهدها الإمارة فقد تزايدت وبشكل ملحوظ كميات مخلفات البناء والهدم في الإمارة بكافة أنواعها علماً أن مدينة "مصدر" بـ (أبو ظبي) وبعد إنهاء المرحلة الأولى من المشروع ، تقوم بإعادة تدوير ٩٨٪ من مخلفاتها الإنشائية.والتي تكون خليطاً من عدد من المخلفات مثل الخرسانة والحديد وجدران القواطع والأسقف الصناعية وبلاط السيراميك والبلاستيك وأسلاك الكهرباء وغيرها.المصنع قام باستخدام طرق حديثة صديقة للبيئة لإنتاج حصى ورمل معاد تدويره بمواصفات تتوافق مع المواصفات الخاصة باستخدام المواد المعاد تدويرها من مخلفات الهدم والبناء والتي تم وضعها اعتماداً على المواصفات العالمية في هذا الشأن ليتم استخدامها في مختلف أنواع المشاريع داخل الدولة كالمشاريع الإنشائية ومشاريع الطرقات ومشاريع الدفان ومشاريع إدارة النفايات بتكلفة أقل من تكلفة المواد الطبيعية. بالإضافة إلى ذلك يعمل المشروع على فرز المواد المرافقة للحصى والرمل كالحديد والأخشاب والبلاستيك.

أشارت دراسة [4] إلى أن غالبية مخلفات البناء تعتبر مواد قابلة للتدوير مثل الأخشاب والخرسانة والعوازل والحوائط المتحركة والورق المقوى والمعادن والبلاستيك وغيرها مركز أبحاث ومعلومات صناعة البناء والتشييد في بريطانيا قام بإعداد قائمة بأبرز مواد مخلفات البناء والهدم مع إيضاح تدويرها كما هو مبين في الجدول رقم (6).

جدول (6) أبرز مخلفات البناء والهدم وإمكانية تدويرها [4].

أنواع مخلفات البناء	إمكانية تدويرها
المواد الأولية كالرمل والحصى والصخور	غير متاح
الخرسانة	٣
الحوائط الحجرية (Masonry)	٣
الطابوق	٣
البلاط	١
الخشب	٣
الزجاج	٣
الورق المقوى	٣
المعادن	٣
البلاستيك	٣
الكيماويات (الدهانات والمذيبات)	٢
اللياسة والمنتجات الجبسية	١

(٠): غير ممكن (١): إمكانية منخفضة (٢): إمكانية متوسطة (٣): إمكانية عالية

التدوير للمخلفات الإنشائية رغم وجود بعض العوائق يعتبر أسلوباً فعالا في التخلص من بعض هذه المخلفات إلى جانب وجود العديد من الفوائد على المستوى الوطني علاوة على ذلك فإن عملية التدوير في عصرنا الحالي أخذت في الحسبان تحقيق عدة أهداف ملازمة لها أهمها الجانب البيئي والعامل الاقتصادي لغرض تحقيق تنمية مستدامة كمحور أساسي في البحث ومهم بل وصل الأمر إلى تحقيق غرض اجتماعي كمكافحة البطالة في المجتمعات وكذلك الحد من الجريمة (بعض مقالب النفايات يتخذها المجرمون ملاذاً ومكاناً يأوون إليه فأصبح من الضروري حالياً في الدول المتقدمة تدوير المخلفات الإنشائية والنفايات الصناعية والبشرية وغيرها من النفايات التي يمكن

تدويرها.

الفوائد المتوقعة من تدوير المخلفات الإنشائية :

1- الحد من تلوث عناصر البيئة الطبيعية (الماء - التربة - الهواء) بهذه المخلفات او بعض مكوناتها .

2- التقليل من الأضرار والمخاطر الصحية والخسائر الاقتصادية الناجمة عن هذه المخلفات.

3- تحقيق تنمية مستدامة وذلك من خلال الحد من هدر واستنزاف الموارد الطبيعية (المواد الخام- المياه – الطاقة) اللازمة لإنتاج السلع والمواد التي تدخل في الدورة الاقتصادية وتخرج منها كنفايات فإعادة تدوير الزجاج مثلا يوفر ٥٠٪ من الطاقة التي نحتاجها لتصنيع الزجاج من المواد الخام. وإن إعادة تدوير طن واحد من الزجاج يوفر أكثر من طن واحد من المصادر الطبيعية أو المواد الخام الذي يصنع منها.

4- تقليل مساحة الأراضي المستخدمة كمواقع دفن المخلفات.

5- إعادة تدوير المخلفات الإنشائية تعتبر عملية مجزية مادياً إلى حدٍّ ما ، حيث إنها تقلل إلى حد كبير من التكاليف اللازمة لاستخراج وتصنيع المواد الخام البكر وتكاليف جمعها ونقلها والتخلص منها.

6- عملية التدوير للمخلفات الإنشائية في موقع التشييد شائعة في تنفيذ مشاريع الإنشاء الكبيرة كطريقة لتجنب كلف النقل والتخلص من المواد المتخلفة. إلى جانب تقليل التكلفة في شراء مواد جديدة.

7- عوائد مادية تتولد من بيع مواد مختارة يمكن تدويرها في مصانع أعدت لذلك.

8- توفير فرص استثمارية وصناعية جديدة في البلد.

9- خلق فرص عمل جديدة ومكافحة البطالة وإيجاد عمالة مدربة.

6.4 - الردم الصحي :

تعتبر مقالب ومرادم المخلفات الإنشائية الصحية ، مرحلة التخلص النهائي في إستراتيجية الإدارة السليمة الحديثة للنفايات هذه المرادم الصحية في الحقيقة هي أنظمة هندسية لمعالجة النفايات والمخلفات ويجب تصميمها وتشغيلها ومراقبتها وفق مواصفات ومعايير علمية تحمي صحة الإنسان والبيئة فالمدفن الصحي يتم اختيار موقعه طبقاً لأعلى المعايير والشروط الفنية والبيئية ويتم إدارته بكفاءة وتقنيات عالية.وإذا كانت المعايير المتبعة في هذا المجال لا تحقق هذه الحماية المطلوبة ، فلا بد من

اتخاذ إجراءات تصحيحية فورية وخطوات وقائية لمنع وقوع مخاطرها في المستقبل. إن الرصد الدقيق والمستمر لمواقع ردم المخلفات من حيث مدخلاتها ومخرجاتها وكذلك مراقبة احتمال تسرب ملوثاتها إلى البيئة المحيطة يمثل العامل الأساسي في إنجاح عمليات المقالب و المرادم الصحية كإحدى التقنيات السليمة والفعّالة ضمن إستراتيجية الإدارة البيئية المتكاملة للمخلفات وكذلك في تحقيق غاياتها في حماية البشر وصحتهم وبيئتهم.

يتم وضع القمامة في مقالب الدفن الصحي على هيئة طبقات تغطى بتربة الموقع وتسوى بحيث تتم عملية التحلل بمعزل عن الهواء مولدة غاز الميثان الذي يتم تجميعه من خلال شبكة أنابيب واستغلاله لمنع حدوث حرائق أو انفجارات بالموقع، وهناك صعوبة في هذه الطريقة فكثير من المدن لا يوجد بالقرب منها أماكن مناسبة لدفن المخلفات وكذلك نجد أن بعض هذه المدن تضطر إلى نقل المخلفات إلى مسافات بعيدة منها لدفنها في أماكن منعزلة وهي عملية ترفع كثيراً من تكلفة التخلص من تلك النفايات، كما إن هذه المدافن تمثل أحد مصادر التلوث البيئي، وكمثال مدينة "القاهرة" تم نقل مقلب الدفن الصحي بمدينة" نصر" نهائيا (لم يعمل سوى عامين) وذلك لحدوث حرائق الاشتعال الذاتي داخله وتكاثر القوارض والحشرات والزواحف مما شكل خطراً على وحدات الجيش القريبة من الموقع وبناء عليه تم اختيار موقع آخر بعيد " في القطامية "كبديل لهذا الموقع. [9]

إن انتشار المخلفات في البيئة الطبيعية وعدم معالجتها [1] أو التعامل معها بطريقة سليمة بالتخلص منها في المرادم قد يؤدي إلى أضرار صحية وبيئية جسيمة فبالإضافة إلى الأضرار والمخاطر الصحية المباشرة التي قد تنجم عن النفايات مثل أمراض الجهاز التنفسي والعيون والجلد وأمراض الدورة الدموية والجهاز الهضمي وأمراض الحساسية المختلفة، هناك مخاطر وأضرار صحية غير مباشرة وأخرى بيئية (ايكولوجية) مثل توالد وانتشار الحشرات والقوارض انتشار الحيوانات الضالة وما تسببه من أمراض معدية تلوث التربة والمياه الجوفية والسطحية. الإضرار بالثروة الحيوانية والزراعية.

7- معوقات أمكانية تدوير المخلفات الإنشائية في اليمن :

إن التدوير للمخلفات الإنشائية بقدر ما له من فوائد أهمها على الجانبين الاقتصادي والبيئي إلا أنه توجد عدة عوامل تساعد وتعمل على إعاقة وعدم ظهور هذا النوع من الإنتاج غير التقليدي في أوساط المجتمع وفي الخطط الصناعية والاقتصادية للجمهورية اليمنية التي من أبرزها :

1- غياب الوعي والفكرة عند الكثير من الناس بأهمية التدوير اقتصادياً وبيئياً.

2- الطاقة غير الكافية وأسعارها المكلفة.
3- عدم التقبل أو عدم الارتياح من المجتمع لمثل هذا النوع من منتجات التدوير.
4- الإعلام المحلي وتهميشه وعدم الترويج لهذا النوع من الإنتاج.
5- الحجم المحدود للمخلفات الإنشائية في معظم المدن اليمنية ما عدا أمانة العاصمة.
6- عدم توفر المواصفات والمقاييس المحلية الخاصة بمواد البناء الناتجة من تدوير المخلفات الإنشائية.
7- عدم تشجيع القطاع الخاص والشركات المستثمرة في البلاد بهذا النوع من الإنتاج.
8- محدودية العمالة المحلية المؤهلة والمدربة في هذا النوع من التصنيع والإنتاج.
9- الدولة لا تعطي الأهمية ولا تشجع أصحاب رؤوس الأموال في الاستثمار بهذا الجانب.
10- غياب القوانين والتشريعات اليمنية الخاصة في هذا النوع من التصنيع .

إن الحل لضمان نجاح تدوير المخلفات الإنشائية في اليمن يكمن في إيجاد أسواق تستقطب المواد التي تم تدويرها، إلا أن وجود هذه الأسواق مرتبط بشكل أو بآخر بوجود عوامل جذب تعزز الإقبال على هذه المنتجات وأهم هذه العوامل الجانب الاقتصادي، فمتى ما كانت هناك أسعار تنافسية مشجعة لمواد البناء التي تم تدويرها فسوف يتم بيعها ومن ثم تتقدم صناعة التدوير خطوات إلى الأمام، كما إن هناك عاملاً آخر قد لا يقل أهمية عن العامل الاقتصادي في التكلفة وهو مستوى جودة المواد التي تم تدويرها فإن بعض هذه المواد تكون أقل جودة من المواد الجديدة وعلية يتحتم وجود مواصفات ومقاييس خاصة بها ولا بد من الإشارة هنا إلا أنه يجب إصدار الأنظمة والقوانين التي تحدد أساليب التعامل مع المخلفات الإنشائية لرصدها من خلال مراكز معلوماتية و تجميعها في أماكن خاصة على أن تتضمن تشجيع التدوير مع الحد من التخلص منها في مقالب النفايات. إلى جانب كل ما سبق لا بد من توفير الطاقة بإتباع أسلوب الاستثمار المحلي في توليد الطاقة وبيعها وتشجيع القطاعات الخاصة لإقامة صناعة التدوير وتوعية المجتمع عن طريق وسائل الإعلام المختلفة بفوائد التدوير. كما إن نشاط التدوير للمخلفات الإنشائية يتطلب التزاماً مؤسسياً وتفاعلاً مجتمعياً واهتماماً من قبل الدولة حتى تحقيق الأهداف المرجوة منه، حيث يجب زيادة معدل مشاركة المجتمع في نشاط أعمال النظافة في المدن وذلك من خلال حملات التوعية البيئية وزيادة مراكز (فرز النفايات) وتوزيعها في مناطق متفرقة من الأمانة والمدن اليمنية الأخرى. ولا بد من إيجاد حوافز اقتصادية من قبل الدولة لدعم أنشطة التدوير وفرض عقوبات على المخلفات التي يتم رميها على الأرض أو الخلاء، ولإنجاح التدوير وزيادة نسبة المواد التي يتم

تدويرها يتوجب الأخذ بالاعتبار العديد من التصورات والخيارات المتاحة تمهيداً للوصول إلى حلول مكتملة وناجحة لهذه المعوقات لتحقيق تنمية مستدامة في مجال صناعة المخلفات الإنشائية في اليمن .

8- نتائج الدراسة:

توصل الباحث إلى النتائج الآتية :

1- معظم المخلفات الإنشائية هي عبارة عن مخلفات البناء والتشييد وإن مخلفات الهدم قليلة مقارنة بالأولى ويرجع ذلك لتوسع المدن وحداثة عمرا لمباني في التشييد واستمرارية تنفيذ مشاريع البنية التحتية (الطرقات الجسور الصرف الصحي وخطوط الهاتف) .

2- المخلفات الإنشائية تستخدم غالباً في أعمال الردم للنفايات الرطبة أو المنزلية في معظم مقالب القمامة في المدن اليمنية.

3- صناعة مواد البناء والإنشاء تعتمد أساساً على الموارد الطبيعية ويتم استخدام هذه الموارد بشكل عشوائي و مفرط .

4- الجهات الحكومية والقطاع الخاص لا يوليان أي اهتمام في تدوير المخلفات الإنشائية أو حتى إعادة استخدامها.

5- إن ارتفاع تكلفة الطاقة إلى جانب ضعف القدرة وتقطع فترات الإمداد سبب رئيسي في سوء الإنتاج والتصنيع لمواد البناء والإنشاء التقليدية ورفع تكلفتها مما جعل المصنعين والمنتجين لا يخرجون عن مفهوم ونطاق تصنيع هذه المواد اعتماداً على الموارد الطبيعية المحلية وبطرق تقليدية و بدائية أحياناً.

6- لا توجد أرقام أو إحصائيات خاصة في حجم وكميات المخلفات الإنشائية في المدن اليمنية ماعدا أمانة العاصمة التي توجد بعض الأرقام المتواضعة لكميات المخلفات الإنشائية يتم رفعها ضمن أعمال النظافة الدورية للأمانة التي تقوم بها مكاتب الأشغال في مديرياتها المختلفة.

7- تصرف نفقات كبيرة وتعد ميزانيات ضخمة (صناديق النظافة) لأعمال النظافة في أمانة العاصمة ومع هذا فإن معظم أحياء وبعض شوارع العاصمة تكدس فيها أكوام من المخلفات. وكذلك الحال في بقية المدن اليمنية. أي إن صناديق النظافة لا تؤدي دورها بصورة سليمة وصحيحة في تحقيق الغرض الذي أنشئت من أجله.

8- المخلفات الإنشائية هي المسبب الرئيسي في تلوث البيئة لأمانة العاصمة والمدن اليمنية مما ينتج عن

ذلك زيادة أعمال النظافة الدورية وتعمل كذلك على تشوه منظرها العام والحضاري.

9- ما تنفقه أمانة العاصمة من الأموال في أعمال النظافة يفوق بكثير ما تنفقه أي عاصمة عالمية مثل (لندن أو روما) ويعود هذا إلى تدني الوعي وعدم المشاركة من قبل المجتمع في أعمال النظافة وعدم وضع الخطط والبرامج المدروسة المجدية واللازمة لأعمال النظافة من قبل مكاتب الأشغال العامة في الأمانة.

10- مقلب نفايات أمانة العاصمة في "الأزرقين" غير موفق في اختيار المكان وموقعه الآن لا يتناسب مع وجود بعض التجمعات السكانية القريبة منه وكونه موقعاً وحيداً لنفايات أمانة العاصمة فإنه لا يكفي. والحال هذا كذلك ينطبق على بعض المدن اليمنية.

11- غياب التشريعات وعدم تنفيذ العقوبات الخاصة في المخالفات البيئية وأعمال النظافة جعل بعض الناس يتخلصون من المخلفات الإنشائية والنفايات الأخرى بطريقة عشوائية سواء داخل أمانة العاصمة أو برميها على ضواحيها وأطرافها.

12- الهدر والاستنزاف لبعض الموارد الطبيعية من قبل الدولة والمجتمع على حد سواء بدون وعي ولا إدراك للمخاطر المترتبة على ذلك اقتصاديا وبيئيا.

9- التوصيات

1- إصدار الأنظمة والقوانين والتشريعات التي تحدد أساليب التخلص من المخلفات الإنشائية في المدن اليمنية على أن تتضمن تشجيع هذه الأنظمة والتشريعات طرق التخلص من مخلفات البناء ذات الخطورة البيئية العالية والمتوسطة وأن تلزم الجهات الصادرة عنها هذه المخلفات بخفضها من المصدر أو إعادة استخدامها في موقع المشروع أو تدويرها إن أمكن.

2- تأسيس مراكز معلومات محلية ووطنية للمخلفات الإنشائية في المدن الكبرى أو الرئيسية، بحيث تكون مسؤولة عن جمع وتحديث المعلومات والبيانات المطلوبة عن حجم هذه المخلفات في كل مدينة يمنية ومصادرها ومكوناتها ودرجة خطورتها على البيئة والأساليب الملائمة للتخلص منها.

3- تأسيس برامج توعوية وإرشادية موجهة لشركات مقاولات البناء ومصنعي وموردي المواد ومكاتب التصميم الهندسي والمعماري بالإضافة إلى عامة المواطنين بحيث تتضمن هذه البرامج إشاعة الوعي المعرفي عبر وسائل الإعلام المختلفة وإقامة الندوات والمحاضرات وتقديم الدورات التدريبية والدعم الفني وطباعة النشرات والكتيبات والأدلة الإرشادية التي تُعرف بتأثيرات مخلفات البناء البيئية والاقتصادية وتوضح الأساليب الملائمة للتعامل معها.

4- إعادة النظر في أساليب وطرق صناعة مواد البناء ومواصفات تصميم المباني وكودات البناء وعقود التنفيذ والإنشاء بحيث تشجع على خفض مخلفات البناء والهدم وإعادة استخدامها وتدويرها، فمصانع مواد البناء يمكن أن تتبنى تصنيع المواد التي تنتج مخلفات أقل وأن تكون هذه المواد قابلة لإعادة الاستخدام والتدوير، كما إن مواصفات وكودات البناء يمكن أن تسمح بإعادة استخدام مخلفات البناء والهدم وإعادة استخدام مواد البناء التي يتم تدويرها وفق ضوابط فنية محددة.

5- توجيه حركة البحث العلمي التطبيقي في الجامعات اليمنية وجهود مراكز الأبحاث ومعاهد البناء التقنية لبحث ودراسة مشكلة المخلفات الإنشائية واستنباط الحلول والتقنيات والأفكار الجديدة للتعامل معها وإدارتها باستخدام الطرق المناسبة والسليمة.

6- تبني إستراتيجية عامة لتنفيذ مبدأ الإدارة المتكاملة للنفايات وذلك بالأخذ بعين الاعتبار الأولويات البيئية في التعامل مع المخلفات الإنشائية ومكوناتها.

7- تشجيع الجهات الحكومية ذات الاختصاص للقطاع الخاص للقيام بأعمال تدوير المخلفات الإنشائية بمنح حوافز مالية وتسهيلات لزيادة معدلات التجميع وإنتاج مواد على مستوى عال من الجودة ومساعدته في ترويج المواد المنتجة باعتبارها مواد صديقة للبيئة.

8- تطوير وتنفيذ أنظمة وبرامج تقوم على تجميع وتحليل المعلومات عن كمية ونوعية وأماكن تولد المخلفات بصورة مستمرة وذلك للاستفادة منها في عمل مشاريع ذات طبيعة مستدامة تقوم على أساس الاستفادة من هذه المخلفات في شتى المجالات للحد من الاستنزاف للموارد الطبيعية.

9- توفير المرادم والمقالب الخاصة بالمخلفات والنفايات من قبل الجهات المعنية في أمانة العاصمة و جميع المدن اليمنية من حيث العدد والنوعية والموقع المناسب والملائم لها بعيدا عن المدن والتجمعات السكانية والزراعية وأحواض المياه الجوفية.

10- اعتماد مبدأ التنمية المستدامة لكل عمليات البناء من اختيار الموقع إلى المراحل النهائية وذلك باختيار مواد تصنع من مواد يمكن تدويرها بدلا من اختيار مواد تذهب إلى مواقع الطمر الصحي والتي تحتل مساحة كبيرة فيها.

11- توفير معدات وناقلات خاصة لنقل المخلفات تكون في عقود أعمال النظافة مع شركات القطاع الخاص التي تقوم بذلك.

12- تطوير صناعة النظافة وذلك من خلال إعطاء الفرصة لمشاركة المقاولين المتخصصين في أعمال

النظافة.

13- إنشاء محطات انتقالية إضافية للشاحنات الخاصة بنقل المخلفات تمهيدا لنقلها والتخلص منها في المقالب في حالة كان موقعها بعيد جداً عن المدن.

14- وضع خطة وطنية شاملة موحدة متعلقة بأجور عمال النظافة في المدن اليمنية تحد من الإضرابات عن العمل من قبل العمال مايترتب على ذلك مشاكل بيئية تراكمية داخل المدن اليمنية.

15- ضرورة رفع الوعي البيئي لدى المجتمع وذلك من خلال التوعية الإعلامية في مختلف وسائل الإعلام المقروءة والمسموعة والمصورة، بتخصيص مساحة كافية للبرامج البيئية في هذه الوسائل تتناول مشكلات البيئة اليمنية وكيفية معالجتها ويجب أن تراعي هذه البرامج مستويات المجتمع الثقافية.

16- العمل على إشراك المؤسسات المجتمعية بمختلف أنواعها في معالجة مشكلة البيئة اليمنية والمساهمة في رفع الوعي البيئي للمجتمع.

17- تنفيذ و تفعيل دور القوانين اليمنية والتشريعات البيئية الموجودة، واستكمال إصدار القوانين التي تراعي البعد البيئي.والصحي معاً.

18- العمل على استكمال البنية التحتية للمدن اليمنية الرئيسية ووضعها على قائمة الأولويات.لضمان عدم تولد مخلفات إنشائية بصورة كبيرة وسريعة في هذه المدن.

19- وضع خطط وبرامج تهدف إلى كيفية مشاركة وتفعيل المجتمع في أعمال النظافة من أجل الحفاظ على بيئة سليمة تحيط في جميع أحياء المدينة اليمنية.

20- إدخال مقررات التدريب البيئي العملية في المناهج والمقررات الدراسية للمدارس والجامعات لنشر وترسيخ الثقافة البيئية في المجتمع وإقامة أسبوع للبيئة في الجامعات والمدارس لنشر الوعي البيئي.

21 - عمل دراسة تسبق عمل أي مشروع صناعي أو إنتاجي للمواد الإنشائية وتجميع المعلومات الأساسية عن البيئة في الموقع واحتمال تأثرها والإجراءات التي يجب أن تتبع لحماية البيئة مستقبلاً من المشروع سواء في الإنشاء أو التشغيل.

22- توعية المجتمع من خلال وسائل الإعلام المسموعة والمقروءة والمرئية ومن خلال الأنشطة الوطنية مثل يوم الشجرة ويوم البيئة بالإضافة إلى المسابقات سواء تلفزيونية أو إذاعية أو صحفية أو مدرسية لرفع الوعي في كيفية التعامل مع المخلفات الإنشائية وضرورة وضع البرامج التي تجذب

المشاهد للتعرف على الطبيعة ومواردها وأهمية المحافظة عليها وخطورة ومساوئ الإفراط من استنزافها .

23- التشجيع من قبل الجهات الحكومية ذات العلاقة للعديد من الجمعيات المحلية بهدف حماية البيئة و تكوين مشاريع إنتاجية وصناعية صغيرة معتمدة أساساً على المخلفات الإنشائية كمواد خام أولية لهذه المنتجات البنائية وإيجاد أسواق خاصة لبيعها وتشجيع المجتمع على شرائها لتحقيق تنمية مستدامة في مجال المخلفات الإنشائية.

10- المراجع والمصادر:

1- مكي حسن " إعادة تدوير النفايات في مدينة دبي..المعوقات والحلول"(خدمات النفايات - بلدية دبي).

2- العبيدي خالد صالح " تجربة أمانة العاصمة (صنعاء) في إدارة المخلفات الصلبة وتطبيق المبادئ العلمية للإدارة على أعمال النظافة"- ٢٠٠٥) م.

3- مهران هشام على " عالم البيئة "- مجلة العلم المصرية – القاهرة.جمهورية مصر العربية.

4- السواط علي بن محمد : " أساليب إدارة المخلفات الإنشائية والفرص المتاحة لتدويرها ".

5- النغماني محمد "التلوث وحماية البيئة " الحوار المتمدن – العدد: ٥٢٠.ص ٦٥- ٢٠٠٦ م.

6 - القحطاني ياسين أحمد عبدالله " تلوث البيئة في مدينة صنعاء دراسة في الجغرافيا التطبيقية "- رسالة ماجستير.

7- صبري أسماء كامل محمود "النفايات الصلبة وأثرها على البيئة اليمنية " (دراسة حالة تعز) –جامعة تعز.

8- العوج عبد الوهاب صالح :"المخلفات الصلبة ومقلب قمامة مدينة تعز"- جامعة تعز– الجمهورية اليمنية.

9- عيد، محمد عبدالسميع "التخلص من مخلفات البناء.. مدخل وتطبيق"، سجل أبحاث ندوة إدارة المخلفات الصلبة، المعهد العربي لإنماء المدن، الرباط، المملكة المغربية. ص٢٣٣- ٢٤٣. - ٢٠٠١م .

10- المعهد العربي لإنماء المدن"التخلص من النفايات في المدن العربية: دراسة استطلاعية"، الرياض، العربية السعودية - ١٩٨٦م.

11- أمانة محافظة جدة " تقرير إحصائي لحجم مخلفات البناء في محافظة جدة"،العربية السعودية

- ١٩٩٨م.

12- وزارة الشئون البلدية والقروية "إحصائية عن حجم مخلفات البناء في المملكة"، العربية السعودية - ١٩٩٤م.

13- مجلة الاقتصاد "موضوع عن قمة جوهانسبيرغ التنمية المستدامة"، مجلة اقتصادية شهرية تصدر عن الغرفة التجارية بالمنطقة الشرقية في السعودية، سبتمبر/أكتوبر ٢٠٠٢م، الدمام، العربية السعودية، .ص ٤٠- ٤٣ - ٢٠٠٢ م.

14- غليم صلاح مهدي و عبدالنور علي فيصل : " إدارة المخلفات الإنشائية ".

15- السواط، علي محمد "مخلفات المشاريع الإنشائية المشكلة والحلول"، تقرير منشور في الملحق الاقتصادي الصادر عن دار اليوم للصحافة والطباعة والنشر، العدد ١٠٤٠٠، الدمام، العربية السعودية - ٢٠٠١م.

16- السواط، علي محمد "خفض مخلفات المشاريع العمرانية المفهوم وأساليب التطبيق"، المؤتمر المعماري الدولي الخامس "العمران والبيئة" كلية الهندسة، جامعة أسيوط، جمهورية مصر العربية.ص ١٣- ٢٧- ٢٠٠٣م.

17- كتاب الإحصاء السنوي "الجهاز المركزي للإحصاء" الجمهورية اليمنية - ٢٠٠٤ م.

18- المغربي نجيب محمد، الشويع فؤاد محمد :" تقليل الأضرار البيئية الناتجة من تراكم القمامة في أمانة العاصمة، صنعاء ومدى الاستفادة من تدويرها "- جامعة صنعاء- كلية الزراعة- قسم الأراضي والمياه.

19- الارياني محمد عبد الواسع :" إدارة المخلفات الصلبة"- الجمهورية اليمنية.

20- سالانت كاثرين" تفكيك منزل قديم يمنحك مواد لبناء منزل جديد " «واشنطن بوست».

21-الغامدي عبدا لله بن جمعان " التنمية المستدامة بين الحق في استغلال الموارد الطبيعية والمسئولية عن حماية البيئة " المملكة العربية السعودية- ٢٠٠٧ م.