مخلفات صناعة مواد البناء

استخدامها وإعادة تدويرها

د. م. نعمان محمد احمد عامر

أستاذ مواد البناء والإنشاءات المساعد، كلية الهندسة والعمارة ، جامعة اب

ملخص البحث:

يمثل تراكم مخلفات صناعة مواد البناء وتجمعها بعد رميها على جوانب الشوارع الرئيسية والفرعية ووسط الأحياء السكنية للمدن وعلى مداخلها ظاهرة تعاني منها معظم المدن اليمنية نظراً لتأثيرها سلباً على البيئة والمظهر العام والحضاري لهذه المدن. ومدينة إب واحدة من هذه المدن اليمنية التي تعاني كثيراً من وجود هذه المخلفات التي يتم التخلص منها برميها في أماكن مختلفة من شوارعها وأراضيها الزراعية ومجاري السيول التي تمر في وسط وأطراف المدينة.

هذه المخلفات مصدرها مصانع وورش وكسارات مواد البناء بمختلف أنواعها إلى جانب محارق الإسفلت للطرقات والتي غالباً ما تتواجد على مداخل المدينة.

المقدمة :

تعد المناشير المستخدمة في قص وتشكيل الأحجار ومصانع الرخام ومصانع الطوب الإسمنتي ومصانع البلاط الإسمنتي أيضاً جميعها تترك مخلفات عدة تتمثل في الرمل والحصى والتراب والاسمنت وقطع وكسر الطوب والبلاط الناتجة من عملية الطبع والرفع في مصانع الطوب والبلاط الإسمنتي وقصاصات الأحجار والرخام ومادة رملية مهترية كل هذه ناتجة من أعمال القص والتشكيل لأحجار البناء المختلفة والرخام والبري والجلي للبلاط الإسمنتي.

أما مخلفات صناعة مواد البناء الإسمنتية (الاسمنت البورتلاندي) كأتربة المسارات الجانبية لأفران حرق المواد الأولية للإسمنت والتي تتراكم بجانبها والمعروفة باسم (التراب الإسمنتي) وكذلك مادة الغبار الإسمنتي المتطاير والعالق في الهواء نتيجة عملية الطحن لمكونات مادة الإسمنت (الكلنكر). كل هذه المخلفات تسبب عدة مشاكل بيئية و صحية لسكان المدن الموجودة فيها أكوام هذه المخلفات السابق ذكرها وكذلك سكان المدن المتواجدة فيها مصانع الإسمنت والتي تستخدم الطريقة الجافة في عملية الإنتاج كمصنع إسمنت مدينة عمران فضلاً عما يسببه إهمال هذه المخلفات بمختلف أنواعها من هدر للطاقة واستنزاف للمواد الخام الأولية وزيادة معدل هالك المعدات المنتجة.

2 - أهداف البحث:

1- التعرف على الأنواع المختلفة لمخلفات صناعة مواد البناء ومصادرها.

2-معرفة الآثار السلبية لهذه المخلفات الصناعية على البيئة والإنسان.

3- إيجاد طرق ووسائل لاستخدام أوإعادة تدوير مخلفات صناعة مواد البناء.

4- خفض الاستهلاك للمواد الخام المحلية وادخارا لطاقة والتقليل من هالك معدات خطوط الإنتاج.

5- معرفة الأسباب التي تحول دون استخدام هذه المخلفات وإعادة تدويرها.

6- الاطلاع على العوامل التي تقف عائقاً أمام عملية النقل والترحيل لهذه المخلفات إلى مقالب النفايات.

3 - حدود البحث:

نطاق البحث مدينة إب عاصمة المحافظة باعتبارها المستهدفة في هذا البحث إلى جانب بعض مراكز وخطوط إنتاج أخرى خارج المدينة(مصنع اسمنت عمران) لغرض التوسع والإثراء للبحث.

4 - منهجية البحث:

يتبع البحث الدراسة التحليلية والنزول الميداني إلى أماكن و مصادر هذه المخلفات وخطوط ومصانع الإنتاج وجمع البيانات وإعدادها وتسجيلها ومن ثم القيام بدراستها وتحليلها بصورة دقيقة تطلعنا بشكل أوسع على مصادر هذه المخلفات ومشاكلها وطرق استخدامها أواعادة تدويرها وتصنيعها.

5 - مقدمة البحث:

تهتم هذه الدراسة بالبحث عن طرق ووسائل مختلفة في استخدام مخلفات التصنيع لمواد البناء المنتجة وكيفية الاستفادة والتخلص منها أو تدويرها في إنتاج مواد بناء جديدة وكذلك المحافظة على المواد الخام الطبيعية بعدم استنزافها والحد من الاستهلاك للطاقة والتقليل من عامل هالك المعدات بإيجاد خطوط إنتاج إضافية والتقليص لعملية النقل والترحيل لهذه المخلفات وتجنب تأثيرها السلبي على البيئة.

1.5 مخلفات صناعة مواد البناء:

لابد من الإشارة إلى أن هناك غياباً وقصوراً ونقصاً واضحاً في تقدير حجم مخلفات صناعة مواد البناء في الجمهورية اليمنية سواءً تلك الناتجة في مواقع المشاريع الإنشائية أو التي يتم التخلص منها في

مقالب النفايات العمومية أو حتى التي يتم التخلص منها بطرق غير نظامية، وللأسف لاتوجد إي إحصاءات أو أرقام دقيقة توضح حجم مخلفات صناعة مواد البناء حتى في أمانة العاصمة وكذلك المدن الأخرى لا يوجد لديها أي إحصائية أو معرفة بحجم هذه المخلفات التي تنتج والموجودة فيها .

من خلال الزيارات والنزول الميداني إلى مصانع البلاط و الطوب الإسمنتي ومصانع الرخام الموجودة في مدينة اب على سبيل المثال مصنع الخير ومصنع اللواء الأخضر لصناعة مواد البناء المختلفة كونهما اكبر مصنعي إنتاج مواد البناء في عاصمة المحافظة والى معظم المصانع(الورش)الصغيرة الموجودة في أماكن متفرقة من أحياء المدينة وهذه الأخيرة تتشابه في التجهيزات والإنتاج حيث معظمها يقتصر إنتاجها على نوع واحد من مواد البناء دون أن يكون لها مبانٍ لممارسة الأعمال المكتبية أو مرفقات خدمية اوحتى عمالة مدربة ومؤهله وعليه فإنها لاترقى إلى اسم أو تسمية مصنع وقد اتضح أن هذه المصانع والورش عند إنتاجها لمواد البناء والتشييد المختلفة مثل البلاط والطوب الإسمنتي بأنواعه المختلفة والرخام تتكون نتيجة لذلك مخلفات مواد التصنيع والتي يلاحظ أنه يتم تجميعها بالجانب الخلفي أو المساحة المجاورة للمصنع أو الورشة على شكل أكوام وهذه المخلفات لها أنواع عدة مثل الرمل، الركام ، الحصى، التراب، كسر الطوب والبلاط ، بقايا بودرة صناعية (يتم إضافتها عند صناعة البلاط).

بعض هذه المصانع والورش المتواجدة في المدينة تقوم بعملية النقل والترحيل لهذه المواد كمخلفات للمواد المصنعة إلى أماكن مقالب القمامة والنفايات الموجود في منطقة السحول شمال المدينة(اب) أما البعض الآخر من هذه المصانع فإنها تقوم بالتخلص من هذه المخلفات بإلقائها على مجاري السيول أو بجوانب الطرق الفرعية ، أو بالقرب من الأراضي الزراعية المجاورة لها والشيء الذي يدعوهم لعمل مثل هذه التصرفات إلى جانب غياب الرقابة كذلك هو أن كمية النفايات والمخلفات في بعض هذه الورش تعتبر قليلة لا يدعي الأمر أن يقوموا بترحيلها ونقلها إلى مقلب النفايات والمخلفات الموجود خارج المدينة.

إن طريقة التخلص من مخلفات صناعة مواد البناء والتشييد بإلقائها في مجاري السيول وعلى التربة الزراعية يكون له مردود سلبي على البيئة والتي بدورها تؤثر على صحة وحياة السكان في المدينة سواء كان ذلك على المدى القريب أو البعيد بطرق مباشره أو غير مباشره.

في ورش قص وتشكيل أحجار البناء ومصانع الرخام والبلاط الإسمنتي يتم استخدام الماء كعامل مساعد لتسهيل عملية القص للأحجار والرخام والجلي للبلاط بواسطة مكائن كهربائية

(المنشار- الجلاية) ونتيجة لذلك يكون الماء الراجع (بعد الاستخدام) ذا كثافة عالية مختلطاً بمواد رملية (مخلفات البري والقص) ويميل إلى اللون الأبيض اللبني وأحياناً إلى الرمادي حسب لون المواد الخاضعة للقص والتشكيل والبري ويتم تجميعه في عدة أحواض (3أحواض على الأقل) قريبة من هذه المناشير لغرض الاستخدام ،لمرات عديدة لهذه المياه والترسيب للمواد الرملية كمخلفات من عملية القص والبري للأحجار والرخام في قاع الأحواض بنسب مختلفة التي تتراوح كمياتها من 0،75 - 1 طناً للمنشار الواحد خلال الشهر أما مخلفات الجلي (البري) للبلاط فتصل كمية هذه المواد الرملية المهترئة والمترسبة من عملية الجلي للجلاية الواحدة من 2 إلى 3 أطنان شهرياً حيث تصل سماكة الجلي والبري في البلاطة الواحدة إلى 3mm بينما في الرخام تصل إلى 1mm. وما إن تشارف هذه الأحواض على الامتلاء بهذه المواد الرملية المتعارف عليها محلياً (بالجمخة) حتى يتم إفراغها و إخراجها إلى جانبها لتكون أكواماً بجوارها أو يتم التخلص منها بوضعها على مجاري السيول أو بجانب الطرقات الترابية وأحياناً تُملأ بها الحفر الموجودة في الطرقات الإسفلتية ببعض الشوارع داخل المدينة. وأياً كانت الطريقة التي تجمع بها أو يتم التخلص منها فإن لهذه المخلفات أضراراً بالغة على البيئة بحالتيها السائلة أو الصلبة (المبللة أو الجافة) ومن ثم على الإنسان. وبشكل عام فإن المخلفات الصلبة بما فيها مخلفات مواد البناء بلغت كميتها في عام 2006 في مدينة إب طبقاً للإحصاء السنوي الذي أصدره الجهاز المركزي للإحصاء إلى 46096 طناً [1].

الكميات الكبيرة لهذه المخلفات الرملية (الجمخة) والأحجارالصغيرة المقصوصة في مصانع الرخام والبلاط وورش زخرفة وتشكيل أحجار البناء هذه الأخيرة تتصدر مواد البناء في أعمال الإنشاء والتشييد في مركز المحافظة ويرجع ذلك لأسباب أهمها توفر المحاجر وقربها من المدينة وجود الإمكانيات المادية لدي أصحاب الأعمال والمستفيدين تفضيل هذه المادة البنائية(الأحجار) كذلك لضروف مناخية وبيئية خاصة بالمدينة هذا الكم من المخلفات يترتب عليه تشويه للمظهر العام والحضاري للمدينة وإعاقة الحركة المرورية بشوارعها وكذلك تلوث البيئة في أحيائها، الأمر الذي يتحتم من نقلها وترحيلها إلى مقلب القمامة والنفايات خارج المدينة أو استخدامهاأواعادة تدويرها لإنتاج مادة بناء جديدة منها.

الكسارات وخلاطات الإسفلت المتواجدة في ضواحي المدينة (منطقة ميتم) التابعة لأصحاب شركات المقاولات سببت مخاطرواضراراصحية ناتجة عن التلوث الذي طال مناطقهم. انعكس على أبناء المنطقة بالأمراض جراء استنشاقهم للهواء الملوث بالا تربه

والأدخنه الناتجة عن خلاطات الإسفلت وكسارات الأحجار. ظهور هذه الأمراض لم تكن موجودة قبل إقامة الكسارات في منطقتهم وأهم تلك الأمراض الالتهابات الصدرية الحادة والمزمنة والأمراض الجلدية إلى جانب تأثر الأراضي الزراعية (وادي ميتم) والمزروعات.

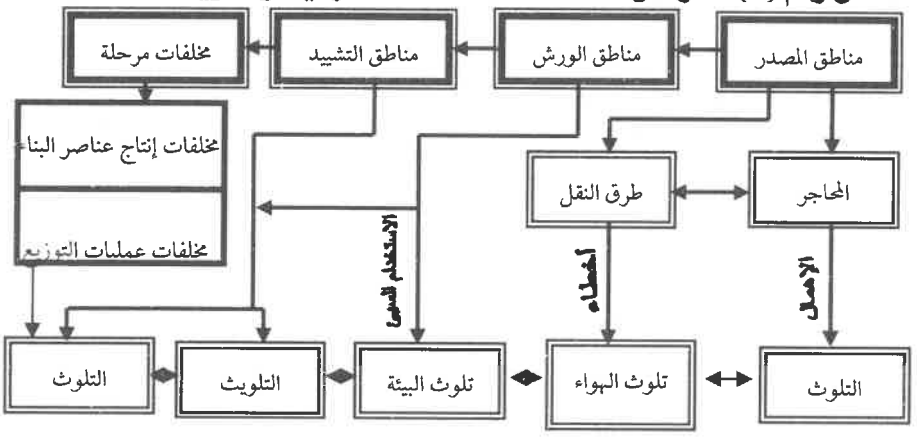
إقامة الكسارات في المنطقة المذكورة فقط حتى يتم إنهاء العمل في خط إب الضالع ولكن استمر تشغيلها(في إنتاج الكري والرمل) بعد الانتهاء من أعمال السفلتة لهذا الخط من أجل إنجاز مشاريع طرقات في مناطق أخرى دون الانتباه إلى ماتحدثه مخلفات انتاجها (الغبار والأدخنة) من تلوث وأضرار في المنطقة. هذه المنطقة ليست الوحيدة كتجمعات سكانية تعاني من الكسارات فهناك أيضا منطقة السحول القريبة من مركز المحافظة وكذلك منقطة الدليل التي تجثم بالقرب منها كسارة منذ عقود. ناثرة غبارها وأدخنتها على الطبيعة والإنسان في التجمعات السكانية القريبة منها والبعيدة والتي تطالها هذه المخلفات بحسب اتجاه الرياح إليها .

من المعروف أن شهادات الجودة "ISO" الممنوحة للصناعات والمصانع بمختلف أنواعها(كا ايزو 9001 أو ايزو 14001) تشترط في إدارة وجمع وتصريف ومعالجة النفايات والمخلفات الصلبة أن توجد محارق خاصة وإعادة تدوير واستخدام لهذه المخلفات الصلبة في كل مصنع أو منشأة صناعية متوسطة أو صغيرة مع ضرورة التنبيه إلي عدم الإضرار بالبيئة في كل هذه المعالجات [2].

أدنى هذا مخطط يوضح المراحل المختلفة للأنشطة العمرانية والتلوث المصاحب لها [2] والذي بدوره

يقوم بتقليل الكلفة والوقت ويحافظ على البيئة ويقلل من المخلفات والتلوث البيئي كما هو موضح في الشكل رقم (1). والذي لابد من الاستفادة منه والنظر إليه بعين الاعتبار عند إقامة أي نشاط صناعي يخص مواد البناء أو عمراني في أي منطقة ما.

شكل رقم (1) المراحل المختلفة للأنشطة العمرانية والتلويث المصاحب لها



2.5 - الاستخدام والتدوير لمخلفات صناعة مواد البناء.

ولأن التخلص من مخلفات صناعة مواد البناء والتشييد المحلية بجميع أنواعها تكلف من الناحية المادية وذلك في عملية النقل والترحيل والشحن إلى جانب دفع الرسوم بالإضافة إلى تأثيرها السلبي على البيئة ، ولتجنب كل هذا لا بد من استخدامها في أعمال البناء أو أعمال أخرى يمكن الاستفادة منها أو إعادة تدويرها في إنتاج مواد بناء أو استخدامها كبدائل عن مواد يتم شراؤها لإنتاج مواد البناء والتشييد.

المخلفات لمواد البناء الناتجة من تصنيع الطوب الإسمنتي الخفيف أو الثقيل بجميع مقاساته من رمل وركام واسمنت، وقطع كسر الطوب الإسمنتي التالف يمكن تجميعها وخلطها مرة أخرى وإعادة تصنيعها وتدويرها في إنتاج الطوب الإسمنتي المصمت المستخدم في جوانب الطرقات. ويمكن كذلك استخدام هذه المخلفات بصورتها الجماعية في أعمال تثبيت التربة في الطرق الفرعية الرملية اوالطينية.

المخلفات الناتجة من عملية تشكيل وقص أحجار الرخام والناتجة على شكل قطع كسر من الرخام يمكن استخدام الكبيرة والمتوسطة منها في صناعة البلاط الإسمنتي المطعم وذلك في تكسية واجهته. ويجب أن يكون كسر الرخام المستخدم في طبقة الوجه للبلاط الإسمنتي المطعم مدرجاً صلداً وخالياً من الطمي وأكاسيد الحديد والشوائب الأخرى وغير منتظم الشكل وتفضل الأشكال شبه المكعبة ويوضح الجدول رقم (1) التدرج الحبيبي المفضل لكسر الرخام[3].

جدول رقم (1) يوضح التدرج الحبيبي لكسر الرخام

فتحة المنخل	النسبة المئوية المارة من المنخل بالوزن
mm.	كسر الرخام
9.5	95-100
4.75	25-60
2.36	5-30
1.7	0-10

القطع الصغيرة من الرخام والناتجة عن قصة وتشكيله بالإمكان إعادة تدويرها وذلك بطحنها للحصول علي بودرة ناعمة يتم استخدامها كبديل للبودرة الصناعية التي تدخل في تكسية أوجه البلاط الأسمنتي عند تصنيعها لتكسيه اللون الأبيض الناعم والمظهر المطلوب لهذه البلاطات.

أما المخلفات المختلطة مع الماء والناتجة من عملية القص للأحجار وعملية الجلي للبلاط الأسمنتي فيمكن استخدامها في أعمال الطرق وتعرف باسم (الجمخة) محلياً.

في عملية قص وتشكيل أحجار البناء بجميع أنواعها في الورش المعدة لذلك(المناشير) فإن المخلفات الناتجة من ذلك هي أحجار ذات أحجام مختلفة و سماكة صغيرة عند الأطراف تبدأ مثلاً من 3cm فأكثر ولها غالبا وجه واحد مستوٍ فيمكن استخدامها في أعمال الرصف للساحات العامة والميادين والأرضيات والأرصفة وهي ذات طلب من قبل المواطنين بالذات إذا كانت من مخلفات قص الأحجار البازلتية والحجر السوداء (الحبش) خاصة وذلك يعود إلى صلادتها وقوة تحملها ولونها إضافة إلى وجود ندبات وثغور (فراغات) صغيرة مما يكسبها مظهراً مقبولاً ولائقاً حتى عند استخدامها ليس فقط في أعمال الرصف بل في أعمال بنائية جمالية أخرى. أما الأحجار الصغيرة التي سماكتها اقل من 3 cm فتستخدم في أعمال البناء كمواد مالئة داخل السوف (المدماك) للمبنى. إن إضافة خطوط إنتاج في مصانع مواد البناء لإنتاج مواد بناء أخرى اعتمادا على استخدام مخلفات صناعة مواد البناء لهذه المصانع أصبح ممكناً مثل : :

1- إقامة خطوط إنتاج للبلاط الإسمنتي في مصانع السيراميك للاستفادة من عجائن مخلفات السيراميك في تصنيع البلاط الإسمنتي .

2- مخلفات المحاجر والكسارات فتعد ثروة مهدرة رغم وجود عدد من المجالات الواعدة لاستخدام هذه المخلفات مثل صناعات الطوب الإسمنتي باستخدام نسب اقتصادية من الاسمنت (12-15٪) والطوبات والحوائط الجبسية وخلافها. فيجب تيسير وتشجيع هذه المخلفات في صناعة مواد البناء[4]. إن حجم و كميات هذه المخلفات الناتجة من صناعة مواد البناء المحلية تتفاوت من مصنع

إلى آخر ومن ورشة إلى أخرى بدرجة رئيسية يتوقف هذا الكم على سعة وحجم المصنع أو الورشة وطاقتهما الإنتاجية من مواد البناء والتشييد وقدرة المكائن المنتجة ونوعية العمالة ماهرة ومدربة كانت أم غير ذلك وعدد فترات العمل. وبحسب الدراسة الناتجة من النزول الميداني إلى هذه المصانع والورش فانه في المتوسط تتراوح كميات هذه المخلفات من صناعة مواد البناء المختلفة فيها على شكل رمل وركام وإسمنت مخلوط بمواد أخرى وكسر طوب وبلاط إسمنتي تالف ومخلفات القص والتشكيل لأحجار البناء المختلفة والرخام ومن عملية الجلي للبلاط تتراوح من 12-14٪ من حجم المواد المنتجة في هذه المصانع والورش.

وكما جاء في الإحصاء السنوي الذي يصدره الجهاز المركزي للإحصاء نلاحظ زيادة الإنتاج في مواد البناء المحلية من عام إلى آخر كما يوضح ذلك الجدول (2) وذلك ناتج عن الطلب المتزايد لهذه المواد، وهنا بدوره يعطي مؤشراً واضحاً على أن مخلفات صناعة مواد البناء كذلك في تزايد هي الأخرى [1].

جدول (2) يوضح كميات الإنتاج لبعض سلع مواد البناء المحلية المنتجة خلال الفترة(2004-2006) .

م	السلع المنتجة	وحدة القياس	الأعوام Years		
			2004	2005	2006
1	بلاط إسمنتي	مليون وحدة	109	132	173
2	بلوك وطوب إسمنتي	مليون وحدة	142	171	224
3	رخام	ألف م٢	127	154	202
4	أحجار منشورة	مليون وحدة	55	79	104

3.5- المصانع والورش وعيوب الإنتاج

طبقاً للتقرير الصادر عن هيئة المساحة الجيولوجية، كشف تقرير رسمي حديث عن إهدار كبير للخامات المعدنية الخاصة بأحجار البناء والزينة بنسبة تتراوح بين (70 و 90٪)، وهو ما يؤدي إلى قلة الإنتاج وزيادة مصاريف التشغيل واللجوء إلى رفع الأسعار وإنتاج كتل غير منتظمة الشكل، بالإضافة إلى التسبب في فاقد كبير في المناشير نتيجة محاولة تقطيع الأحجار إلى أشكال منتظمة.وأرجع التقرير السبب في ذلك إلى استخدام آلات

ومعدات قديمة في المناشير والمصانع يؤدي إلى إنتاج منتجات لا توافق مع المواصفات العالمية ولا مع أذواق المستهلك، والأهم عدم القدرة على التصدير والمنافسة، على الرغم من جودة الخامات، موضحاً أن عدم وجود عمالة ماهرة ومدربة وعدم امتلاك المناشير العاملة لمعدات حديثة يؤدي إلى هدر نسبة كبيرة من خامات أحجار البناء والزينة عند عملية التقطيع والتشذيب بالطرق التقليدية واستخدام معدات أولية غير حديثة.

وجد أن عدد المصانع والورش المنتجة لمواد البناء الإسمنتية المختلفة وكذلك على شكل أحجار بناء تصل في جميع أنحاء المدينة (إب) إلى ما يقارب 40 مصنعاً وورشة مفعَّلة تتواجد على مداخل المدينة وأحيائها السكنية بالذات في منطقة السبل شارع العدين وعلى شارع تعز من الجهة الجنوبية باتجاه مفرق جبلة وكذلك على الخط الدائري الجديد. يزداد او يتراجع عدد هذه المصانع والورش نتيجة افتتاح جديد أو إغلاق قد يم منها .

بعض مصانع مواد البناء في مدينة إب وبالأخص مصانع الطوب الإسمنتي توقفت عن العمل من ذات نفسها (وليس إجراء قامت به الجهات المعنية) وذلك بسبب تدني ورداءة الإنتاج لمواد البناء المصنعة كالطوب الإسمنتي وهذا بدوره له عدة عوامل وممارسات جعلت من هذه المواد المصنعة قاصرة ورديئة في إنتاجها لاتلبي الطلب اوتحقق أدنى المواصفات ومن أهمها :

1- استخدام المكابس اليدوية في عملية الضغط عند تصنيع هذا الطوب الإسمنتي.

2- الخلط اليدوي للمكونات باستخدام الجاروف (الكوريك) مما تتكون لدينا خلطة إسمنتية غير متجانسة.

3- زيادة نسبة الرمل أو الركام على حساب نسبة مادة الاسمنت مخالفاً لنسب المواصفات.

4- زيادة نسبة الفراغات في الطوب عن النسبة المسموح بها.

5 - التقليل من الأبعاد والمسافات الأساسية للطوب الإسمنتي (الطول، العرض، الارتفاع) عن تلك التي تنص عليها المواصفات والمقاييس المعمول بها في الجمهورية اليمنية.

6- سوء التخزين والتجفيف وكذلك تقليل فترة المعالجة (الرش بالماء) للمنتج من الطوب الأسمنتي.

هذه الممارسات الخاطئة والمخالفة في التصنيع جعلت المواد المنتجة من الطوب الإسمنتي بأنواعه المختلفة(مواد البناء الأسمنتية الأكثر شيوعا في الاستخدام ومخالفة لمواصفات التصنيع) ذات صلادة ضعيفة وقوة تحمل هشة وقليلة لا تلبي أدنى المعايير للمواصفات والمقاييس الخاصة بمواد

البناء والإنشاءات المعمول بها في بلادنا والتي تعتبر إلى يومنا هذا هي المواصفات والمقاييس لدول مجلس التعاون الخليجي بموجب القرار الذي أصدره مجلس الوزراء رقم (100) لعام 2002م والخاص بتبني المواصفات القياسية الخليجية واعتمادها كمواصفات قياسية يمنية كان هو الخطوة الأولى في انضمام اليمن إلى هيئة التقييس لدول مجلس التعاون الخليجي وبدأت الهيئة اليمنية للمواصفات والمقاييس بعد ذلك بتبني المواصفات القياسية الخليجية واعتمادها كمواصفات قياسية يمنية دون إدخال اية تعديلات تذكر عليها حتى الوقت الحاضر بالذات لمواد البناء والإنشاءات وبالتالي متابعة تطبيقها على المواد والمنتجات المحلية [5] . بحسب المواصفات والمقاييس المعمول بها في الجمهورية اليمنية والتي تعتبر حتى اليوم هي المواصفات والمقاييس لدول مجلس التعاون الخليجي والتي تحدد نسبة الفراغ في الطوب الخرساني(الأسمنتي) المفرغ وأنواع الطوب، وأبعاده الفعلية ومقاومة الانضغاط له.

الطوب الكبير المفرغ : طوبة كبيرة فيها نسبة الفراغات لا تزيد عن 25٪ من حجمها . ويصنف الطوب الكبير الإسمنتي المفرغ من حيث استعماله في الحوائط إلى مايلي :

- طوب حامل : طوب منتج للاستعمال في الحوائط الحاملة وهو صنفان يطلق عليهما صنف ٤ وصنف ٦.
- طوب غير حامل : طوب منتج للاستعمال في الحوائط غير الحاملة[6].

وطبقاً للمواصفات والمقاييس السابقة الذكر والتي تنص على أن الأبعاد للطوب الكبير الإسمنتي المفرغ الحامل والغير حامل كما هو موضح في الجدول رقم (3) .

جدول رقم (3) يوضح الأبعاد الفعلية للطوب الإسمنتي المفرغ الحامل وغير الحامل.

الأبعاد الفعلية بالمليمتر					
طوب حامل			طوب غير حامل		
طول	ارتفاع	عرض	طول	ارتفاع	عرض
490	290	200	390	190	200
490	190	200	390	190	150
290	190	150	390	190	100
290	190	100	—	—	—

أما مقاومة الضغط للطوب الحامل وغير الحامل كما تنص عليه المواصفات والمقاييس المعمول بها في الجمهورية اليمنية فنجدها موضحه في الجدول رقم (4)

جدول رقم (4) يوضح مقاومة الانضغاط للطوب الاسمنتي الحامل والطوب الاسمنتي الغير حامل .

صنف الطوب	مقاومة الانضغاط للطوبة الواحدة	
	ن/مم٢	كجم/سم٢
طوب غير حامل	2	20
طوب حامل صنف 4	4	40
طوب حامل صنف 6	6	60

4.5- *مخلفات صناعية الاسمنت وإعادة استخدامها وتدويرها :*

ينتج التلوث البيئي في صناعة الإسمنت عن مصدرين: طرق التصنيع واستهلاك الوقود.

ويعتبر الغبار والأتربة المنطلقة من المداخن في مصانع الاسمنت المشكلة البيئية الأهم والأخطر في صناعة الاسمنت، لكن ومنذ أواخر الثمانينات وبداية التسعينات اتسعت قائمة الملوثات الواجب أخذها بعين الاعتبار والسيطرة عليها في صناعة الاسمنت لتشمل ما يلي:

- انبعاث الغبارالاسمنتي (جسيمات صغيرة بحجم - ١٠ ميكرون تقريبا).
- أكاسيد الآزوت NOx أكاسيد الكبريت Sox أول أوكسيد الكربون CO المركبات لهيدروكربونية hydrocarbons الديوكسين والفورانز Dioxins and Furans ثاني أكسيد الكربون CO2 ... وغيرها من الملوثات الصلبة.

أتربة الممرات الجانبية هي مادة ثانوية متغيرة التركيب تتطاير أثناء عملية تصنيع الأسمنت وحيث إن طبيعة الخامات التي تستخدم في هذه الصناعة في اليمن وهي الحجر الجيري والتربة(الطين) ومواد أخرى كما اضافات الجبس مثلا يحتوي بعضها علي كميات عالية نوعاً ما من أملاح القلويات "أكاسيد الصوديوم والبوتاسيوم" وكذلك أملاح الكلور والكبريت لذا فإنها تسبب بعض الإضرارللانسان والنبات والحيوان وتقدر كميات الأتربة الناتجة والتي تحمل الأملاح غير المرغوبة بحوالي ١٠٪ من الإنتاج.

إن الكم الكبير والمتزايد من أتربة المسارات الجانبية لأفران الاسمنت البورتلاندي وإيجاد حلول إيجابية للحد من هذه المشكلة البيئية والاقتصادية أمر ملح وفي غاية الأهمية وذلك حفاظاً على البيئة إلى جانب الحد من استنزاف المواد الطبيعية وذلك باستخدامه في إنتاج نوع محدد لمواد البناء هي نفسها التي يستخدم الاسمنت البورتلاندي العادي في إنتاجها ومن أهمها:

1- المونة الأسمنتية.

2- الطوب الاسمنتي.

المونة الإسمنتية: هي عبارة عن مونة البناء الإسمنتية المحتوية على تراب الاسمنت والتي يمكن استخدامها في أعمال المباني للحوائط أو الجدران وتبليط الأرضيات [7].

في نتائج دراسة سابقة توصلت أنه بالإمكان إحلال 20٪ من الاسمنت البورتلاندي العادي المستخدم بالمونة بتراب الاسمنت مع الاحتفاظ بمقاومة الضغط دون تغيير.

أما ما يخص الطوبات الأسمنتية والمنتجة في المعمل والمستخدم في تكوينها تراب الاسمنت البورتلاندي العادي تحتم زيادة مقاومة الضغط عند إحلال 20٪ من الاسمنت البورتلاندي العادي حيث بلغت 324كجم/^{3}سم بزيادة قدرها 15٪ عن خلطة التحكم. وسجلت عينات الطوبات الخرسانة المنتجة بمرحلة التصنيع التجريبي المحتويةعلى 20٪ ، 30٪ تراب اسمنت مقاومة ضغط قدرها 556كجم/^{3}سم و 490 كجم/^{3}سم على لتوالي[7]

وتوجد استخدامات أخرى لتراب المسارات الجانبية لأفران حرق الاسمنت أهمها:

1- استخدام نسبة من تراب الاسمنت في تحسين خواص التربة الإنهيارية.

2-إعادة تدوير نسبة بسيطة من تراب الاسمنت في صناعة الإسمنتات المخلوطة والتي يقتصر استخدامها على الأعمال التكميلية للمباني والتشطيبات فقط.

3 - استخدام نسبة من تراب الاسمنت بصورته الطبيعية الناعمة في إنتاج الخلطات الإسفلتية المستخدمة في الرصف المرن بديلاً عن بودرة الحجر الجيري.

4- الاستفادة من تراب الاسمنت في تثبيت التربة.

المخلفات الناتجة عن صناعة مادة الاسمنت بمختلف أنواعه والمتمثلة في مادة الغبار الإسمنتي المكون من جسيمات متناهية الصغر تقاس بالميكرون المتصاعدة والمتطايرة من أبراج مصانع الإسمنت العالية إلى طبقات الجو وذلك عند عملية حرق وطحن مادة الكلنكر الإسمنتي (كريات من الاسمنت ذات حجم صغير 2- 5سم.). التركيب الكيميائي لهذا الغبار الإسمنتي نفسه هو التركيب الكيميائي لمادة الاسمنت والتي تتكون من أكاسيد معدنية أهمها: $CaO, Si_2O_3, Al_2O_3, Fe_2O_3, SO_3$. أما خاصيتها الفيزيائية من حيث النعومة فإن نعومتها تفوق نعومة الاسمنت المنتج نفسه مما يجعلها مادة شديدة التطاير وعالقة في الهواء وطبقات الجو وخطورتها هنا تحدث عند تساقطها على الأرض ويتم ذلك بسرعة عند اختلاطها برطوبة الهواء فتصبح متميئة وذات حجم

أكبر مما يسهل سرعة سقوطها على الأرض ، وقد يتساقط هذا الغبار الأسمنتي بصورة بطيئة جزئيا اوكليا بحالته الجافة (يتوقف ذلك على نسبة الرطوبة في الجوء) وتؤثر هذه المادة (بشكلها المتميئ أو الجاف) على أوراق الأشجار والنبات فتعمل على سد الثغور وكذلك تحجر وتصلب هذه الأوراق مما تمنع حدوث عملية التمثيل الضوئي لها فتذبل وتموت هذه الأحياء النباتية. أما تأثيره على الإنسان فيكون مباشر وذلك باستنشاق هذا الغبار العالي النعومة مع الهواء فيسبب له مشاكل صحية في الجهاز التنفسي مثل تلف (تحجر) الرئة وتحسس (مرض الربو) وكذلك حساسية جلدية للسكان القاطنين في منطقة تناثر وتطاير هذا الغبار الإسمنتي، وبدرجة أولى يكون تأثير هذا الغبار المتطاير على العاملين بالمصانع الذين يقومون بأعمال مراحل الطحن وأعمال التفريغ والتعبئة لمادة الاسمنت الجاهزة للاستخدام.

توجد نتائج تأثير هذا الغبار الإسمنتي على السكان في بعض المدن اليمنية التي توجد بها مصانع إسمنت تستخدم الطريقة الجافة في عملية الإنتاج والتصنيع على سبيل المثال بعض من سكان مدينة عمران ، فتأثير هذا الغبار الإسمنتي المتطاير من أبراج مصنع إسمنت عمران سبب لهم أمراض الجهاز التنفسي وأمراضاً أخرى التي يعاني منها بعض من سكان المدينة والتي يصل إليها هذا الغبار الإسمنتي بحسب اتجاه الرياح التي تقوم بنقله حتى لو كانت الأحياء بعيدة عن المصنع الموجود في المدينة (عمران) التي تبعد ٤٨ كيلومتراً إلى الشمال من العاصمة صنعاء. المصنع بدأ في الإنتاج في أكتوبر ١٩٨٢ ويعمل بالطريقة الجافة وذات تكنولوجيا متقدمة ووفق المواصفات البريطانية BSS12.

في السنوات العشر الأخيرة بعض الذين أصيبوا بأمراض خطيرة من سكان المدينة اوبعض العاملين في المصنع تقدموا بطلب إلى إدارة مصنع اسمنت عمران للتعويض بدفع مبالغ مقابل ما فقدوا جزءاً من صحتهم أو لغرض علاجهم جراء ذلك الغبار الإسمنتي الذي دائماً يغمر جزءاً من سماء المدينة وجزءاً كبيراً تأخذه الرياح باتجاه قاع البون إحدى القيعان الزراعية المشهورة في بلادنا.

إن الشيء الذي لا بد من ذكره هنا وخاصة أنه حالياً وفي السنوات الأخيرة يوجد توجه من القطاع الخاص بإنشاء مصانع الاسمنت الأمر الذي يجب على الجهات ذات العلاقة من عمل خطط ودراسات مسبقة تحدد فيها أماكن التمدد العمراني وسرعته واتجاهه في المدن وتحديد معدل النمو السكاني فيها بدقة، وإيجاد حصر شامل ودقيق للأراضي الزراعية فيها والمجاورة لها ومعرفة اتجاه وسرعة الرياح في اجوائها ؛ كل هذا يجب أن يكون في المدن والمناطق التي تتواجد فيها محاجر

المواد الأولية اللازمة لقيام صناعة الاسمنت وكذلك تلك التي تخطط لها حالياً أو مستقبلاً بإقامة مصانع إنتاج الاسمنت عليها. وهذا بدوره سوف يجنب المحاصيل الزراعية التلف والسكان خطر الإصابة بالأمراض المسبب لها الغبار الإسمنتي.

وعليه تتخلص المصانع المنتجة من دفع التعويضات للمصابين بسبب تواجد هذه المصانع في نطاق مدنهم أو مناطقهم السكنية أو في مناطق اتجاه الرياح المثقلة بالغبار الإسمنتي والمتساقط عليها.

والشيء الآخر الذي هو ذو أهمية بالذكر هنا يتعلق بإيجاد تقنية في هذه المصانع لغرض استغلال واستخدام هذا الغبار الإسمنتي تحول أو تمنع تطايره وفقدانه وأول وأهم خطوة في هذه التقنية جذبه وتكثيفه وتجميعه (أي الغبار الإسمنتي) بواسطة مراوح خاصة إلى مسالك ومجاري هوائية معدة لذلك ومن ثم تعبئته في أكياس. بوجود هذه التقنية سوف يكون هناك خط إنتاج إضافي للمصنع والذي بواسطته يتم الحصول على إسمنت يتمتع بجودة أفضل من ناحية قوة التحمل والصلادة وذلك بسبب نعومة هذا الغبار الإسمنتي التي تعتبر أكبر من نعومة الاسمنت المنتج والمصنع بواسطة خط الإنتاج التقليدي الموجود في المصنع مع التقليل من هالك المعدات المنتجة في المصنع وتوفير الطاقة والحد من استهلاك المواد الخام المحلية كذلك تختفي كل الملوثات المحدقة بالبيئة والعاهات المرضية التي تصيب بالأخص العاملين في المصنع والذين بدورهم كذلك يطالبون بتعويضات كتأمينات صحية أو طلبهم بتقليل فترة العمل والخدمة في المصنع مما يحمل المصانع المنتجة مبالغ مادية إضافية كبيرة قد تعيق العمل والإنتاج فيها . وبتوفير هذه التقنية أيضا قد نتجنب عمل بعض الخطط والدراسات(التي سبق ذكرها) المتواجدة فيها المواد الأولية أو مراكز وخطوط إنتاج الاسمنت والتي تتطلب إلى مبالغ كبيرة من المال لعملها وإنجازها .

كل هذه الآثار المدمرة للبيئة والمؤثرة على صحة وحياة الإنسان من جراء تصنيع الاسمنت باستخدام الطريقة الجافة في مصنع اسمنت عمران عندما كانت طاقته الإنتاجية المصممة تصل إلى 500,000 طن وقد زادت عن ذلك بالفعل. وبالتأكيد أن مادة الغبار الإسمنتي المتطايرة في هواء وأجواء المدينة (عمران) قد تضاعفت كمياتها نتيجة أعمال التوسعة للمصنع بإضافة خط جديد لتصنيع الاسمنت البورتلاندي أي مصنع آخر يضاف إلى المصنع الأول وتصل طاقة المصنع الإنتاجية المصممة مع التوسعة الجديدة إلى 1500,000 (مليون ونصف) طن سنوياً [8] ولكنها اكبر بواقع الحال عن ذلك الرقم. الأمر الذي يترتب على ذلك زيادة تأثير الغبار الإسمنتي على البيئة والسكان في نطاق المنطقة المتواجد فيها المصنع.

توجد على الواقع عدة أسباب وعوامل التي تحول من استخدام المخلفات الصناعية لمواد البناء أو إعادة تدويرها و تتمثل في التالي :

1- غياب الفكرة بمدى أهمية استخدام أو تدوير مخلفات تصنيع مواد البناء والتشييد وما ينتج عن ذلك من تفادي وتجنب لمشاكل اقتصادية وبيئية.

2- معظم مصانع وورش مواد البناء تفتقر إلى وجود العمالة المدربة والمؤهلة.

3- قلة كميات المخلفات في معظم مصانع وورش إنتاج مواد البناء والتشييد.

4- غياب التوعية والإعلام بفوائد هذا الاستخدام والتدوير لهذه المخلفات من الجهات ذات العلاقة.

5-عدم التشجيع والتحفيز بأهمية تدوير واستخدام هذه المخلفات على سبيل المثال إلغاء رسوم أو ضرائب الإنتاج المعتمدة أساساً على مخلفات صناعة مواد البناء والتشييد.

6- ندرة وغياب الدراسات و الأبحاث في هذا المجال من قبل الأخصائيين من علماء وباحثين .

كما انه توجد عوامل تعيق عمليات النقل والترحيل لمخلفات صناعة مواد البناء من مصانع وورش الإنتاج إلى مقلب القمامة والنفايات خارج المدينة من أهمها :

1-عدم توفر مقلب خاص لهذا النوع من المخلفات بحيث يكون مجهزاً ومعداً لذلك مطابقاً لمواصفات الطمر أو الردم لهذه المواد من المخلفات.

2-غياب المتابعة والرقابة لمراكز الإنتاج والتصنيع لمواد البناء في ترحيل ونقل مخلفاتها وذلك من قبل الجهات ذات العلاقة والاختصاص (مكتب الأشغال العامة بالمدينة).

3- لا توجد طرق خاصة سهلة ومختصرة إلى مقلب القمامة الموجود حالياً خارج المدينة.

4-فرض ودفع رسوم حتى ولو كانت قليلة مقابل وضع هذه المخلفات في مقلب القمامة تجعل أصحاب المصانع والورش المنتجة لمواد البناء يعيدون حساباتهم بنقلها وترحيلها إلى مقلب القمامة والنفايات.

5-وجود مقلب القمامة الحالي والوحيد في المكان الخطأ له بالقرب من أحياء وقرى مأهولة بالسكان تنقل الرياح روائحه المنفرة إليهم وقد يصل تأثيرها إلى ضواحي المدينة (إب) من جهة مقلب القمامة وبحسب اتجاه الرياح الآتية منه.

موقع مقلب النفايات (القمامة) في مدينة إب لم يكن موفق بالاختيار كما ذكرنا قبل هذا وذلك لأنه لم يُراعى في اختيار موقع المقلب المذكور اتجاه الرياح السائدة التي تنقل الملوثات الجوية

نتيجة استخدام طريقة الحرق والدفن بالمقلب وتنقلها إلى المناطق السكنية في القرى المجاورة وأطراف المدينة. مما سبب إيذاء وإزعاج لسكان هذه المناطق والذي بدوره كذلك كان احد الأسباب التي عملت على شبه توقف للتمدد العمراني في الجهة الشمالية من المدينة (القريبة من المقلب) وبالعكس من ذلك ازدادت سرعة ذلك التمدد في المناطق الجنوبية والغربية من المدينة.لذلك يجب أن تتوفر شروط في مقالب النفايات والقمامة و التي من أهمها :

1-اختيار موقع لها بعيد عن التجمعات السكانية والزراعية.

2-أن لا تكون المقالب واقعةً في منطقة تغذية للمياه السطحية والجوفية كمجاري الوديان والسيول.

3-أن يراعى سهولة الوصول إليها من حيث وجود طرق خاصة ، سهلة ومعبدة.

4-تحديد أبعاد ومساحة المقلب والكميات المطلوب تصريفها في هذا المقلب (حجم وكمية النفايات اليومية والشهرية والسنوية) أي معرفة السعة الاستيعابية المتوقعة والمستقبلية للمقلب.

5-يجب معرفة خصائص الموقع المقترح لموقع المقلب من حيث الوضع الجيولوجي والتركيبي وكذلك الظروف المناخية لمنطقة المقلب واتجاه الرياح السائدة في المنطقة.

6- التوصيات والبدائل المقترحة:

1- الاهتمام بنشر الوعي البيئي في المجتمع من خلال تفعيل الوسائل الإعلامية والدينية والتربوية المختلفة .

2- توعية الناس و أرباب العمل والمصانع والورش بأهمية إعادة تدوير مخلفات مواد البناء والتشييد اقتصادياً وبيئياً وصحياً على المجتمع.

3- إلزام ومراقبة أصحاب المصانع والمعامل والورش بالقيام بعملية النقل والترحيل للمواد المتبقية والناتجة من عملية صناعة مواد البناء والتشييد من قبل مكاتب الأشغال العامة في المدينة.

4- ضرورة إيجاد موقع لمقلب النفايات من ضمنها المخلفات الإنشائية خاص للمدينة كبديل للموقع الحالي بعيدا عن التجمعات السكانية والأراضي الزراعية وأحواض المياه الجوفية يخضع للمواصفات الإنشائية والصحية وتسهل إليه حركة النقل والترحيل .

5- تحويل مواقع كسارات الأحجار(الكري والرمل) وخلاطات الإسفلت من مواقعها وأماكنها الحالية القريبة من التجمعات السكانية إلى مناطق بعيدة تماما عن هذه التجمعات .

6 - تخفيض الرسوم المفروضة على أصحاب المصانع والورش مقابل وضع المخلفات في هذه المقالب الخاصة للقمامة والنفايات.

7 - توفير حاويات خاصة بمخلفات مواد البناء والتشييد من قبل الجهات ذات الاختصاص أو إلزام أصحاب المصانع والورش باقتنائها بحيث تكون ذات مواصفات معدة لهذا النوع من المخلفات.

8 - نقل المعامل والمصانع والورش الموجودة داخل المدينة والأحياء السكنية إلى أماكن بعيدة عنها غير مأهولة بالسكان تحمل اسم مايعرف بالمنطقة الصناعية بحيث يتم دراسة وتحديد حركة الرياح في هذه الأماكن البعيدة والجديدة.

9 - فرض غرامات تأديبية على مراكز الإنتاج من المصانع والورش في حالة بدرت منهم أية مخالفة في عملية التجميع للمخلفات والتخلص منها أو تأخير ترحيلها ونقلها إلى الأماكن المعدة لها.

10- عدم فرض ضرائب أو رسوم إنتاج من قبل الجهات المختصة في الدولة على المنتجات البنائية المصنعة اعتماداً على مخلفات صناعة مواد البناء والتشييد وذلك تشجيعاً للمنتج والمستهلك مما يساعد على اتساع هذا النوع من تقنية الإنتاج.

11 - توعية المجتمع من قبل أجهزة الإعلام والجهات ذات العلاقة والاختصاص بمدى أهمية المحافظة على المواد الطبيعية في البلاد وخاصة المستخدمة في صناعة مواد البناء وما هي المخاطر المترتبة على شحتها أو نفاذها.

12 - منع المركبات والشاحنات الناقلة لمواد البناء أو موادها الأولية من التحميل الزائد لضمان عدم تناثرها على طوال الطريق من و إلى المصنع أو من المحاجر والورش وحتى منطقة الإنشاء والبناء وتغطية هذه الناقلات المكشوفة بأغطية خاصة (طرابيل) ويكون ذلك بإلزامهم ومراقبتهم من الجهات ذات العلاقة في إدارة السلامة المرورية.

13 - عمل حلول أو تقنية خاصة تقلل أو تمنع انبعثات الغبار الأسمنتي المتصاعد من مصانع الاسمنت خاصة الموجودة أو القريبة من المدن (مصنع اسمنت عمران) وذلك من قبل الإدارة أو المؤسسة التابعة لها هذه المصانع.

14-ضرورة بان تقوم الجهات ذات العلاقة محليا في البدء بعمل قاعدة بيانات وإحصاء لحصر كميات مخلفات صناعة مواد البناء والتي تتزايد بصورة مستمرة الأمر الذي يعقد بل يجعل التعامل معها مستقبلا شبه مستحيل خاصة في غياب الإحصائيات والأرقام الخاصة بهذه المخلفات .

15-تشجيع القطاع الخاص ودفعه للقيام بدوره في الاستثمار بمخلفات تصنيع مواد البناء سواء في صناعة التدوير أو القيام بعمليات الجمع والترحيل .

المراجع والمصادر المستخدمة :

1-كتاب الإحصاء السنوي – الجهاز المركزي للإحصاء - ٢٠٠٥/٢٠٠٦م.

2- النفايات الصلبة وإعادة التدوير في مدينة تعز- الباحث الجامعي، يناير- ٢٠٠٧م- جامعة إب د/ عبدا لوهاب صالح العوج.

3- الهيئة اليمنية للمواصفات والمقاييس وضبط الجودة . البلاط الإسمنتي مواصفات رقم 2005/1390.

5- - مجلة المواصفات والمقاييس" تصدر عن الهيئة اليمنية للمواصفات والمقاييس اليمنية (العددان الحادي عشر والثاني عشر) يناير- أغسطس- ٢٠٠٨م .

6-الهيئة اليمنية للمواصفات والمقاييس وضبط الجودة . الطوب الخرساني المفرغ مواصفات رقم 2005/1391.

7- استخدام تراب الاسمنت في صناعة مواد البناء (دراسة). أ.د/ حلمي مسلمي – المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء - جمهورية مصر - ٢٠٠٥.

8- صناعة الاسمنت في الجمهورية اليمنية – المؤسسة العامة لصناعة وتسويق الاسمنت - يناير ٢٠٠٣.