كيفية الاستفادة من مخلفات الخرسانة في حالتها الطازجة

م. محمد ميلاد الأشتر [1] ، م. علي عثمان مسعود [2]
[2]aothmanem@gmail.com, [1]mohammedmtaz@gmail.com
[1]مدير عام، شركة معايير الاستدامة، الجبل الغربي، ليبيا
[2]مساعد مدير مكتب ضمان وضبط الجودة، شركة الاتحاد العربي للمقاولات، طرابلس، ليبيا

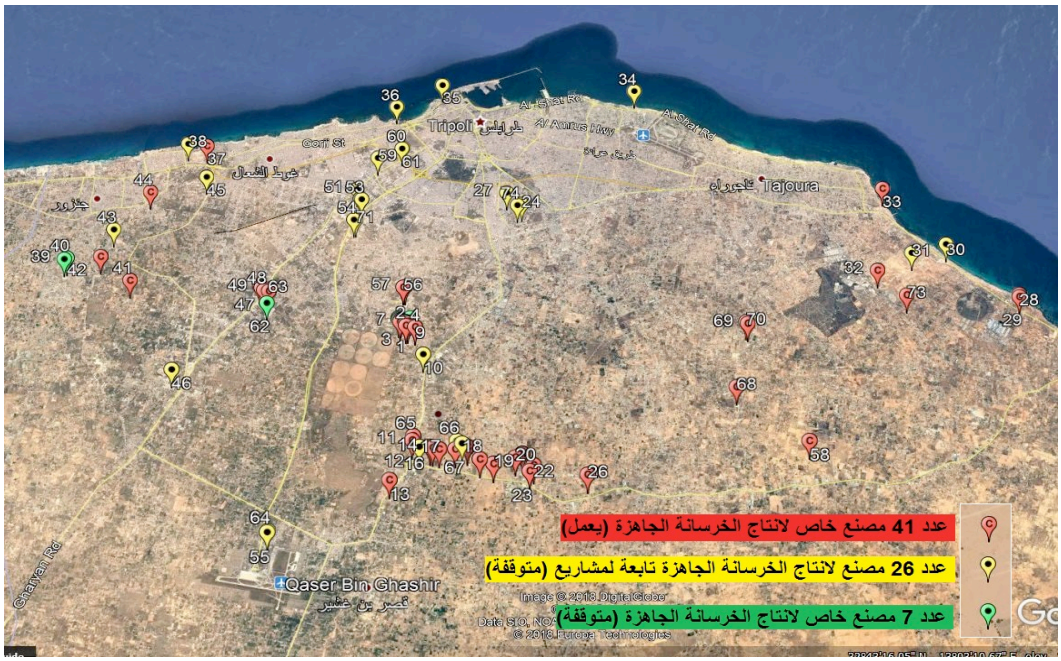
الملخص

جزء كبير من الخرسانة في حالتها الطازجة والزائدة عن الكميات الفعلية المراد صبها تتحول إلى مخلفات صلدة مما يترتب عليه تكلفة عالية لإعادة تدويرها في هذه الحالة، وإذ تعتبر الخرسانة ثاني أكثر مادة استهلاكاً بعد الماء عليه فمن المهم الاستفادة منها قبل تصلدها أو إعادة تدويرها وهي في حالتها الطازجة. حيث تشير اغلب الدراسات إلى ضرورة الاستفادة من مخلفات الخرسانة سواء كانت في حالتها الطازجة أو حالتها المتصلدة، ولكن اغلب مصانع الخرسانة الجاهزة في مدينة طرابلس لا يقومون بالاستفادة من هذه المخلفات أو إعادة تدوير نتيجة لعدم درايتهم دراية كافية بتقنيات إعادة تدوير الخرسانة في حالتها الطازجة أو عدم اقتناعهم بها، بل يتم وضعها في الأماكن المخصصة للمخلفات ومن تم التخلص منها بنقلها إلى المقالب العمومية، مما يترتب عليه إهدار في الموارد وزيادة في تكاليف التشغيل ناهيك عن الأضرار البيئية الناجمة عن ذالك.
عليه فإن الهدف من هذه الورقة هو تحديد أفضل الأساليب للاستفادة من مخلفات الخرسانة في حالتها الطازجة سواء استخدامها مباشرة أو في إنتاج بعض المنتجات الخرسانية الأخرى أو إعادة تدويرها لإنتاج ركام خشن واستخدامه فيما بعد في إنتاج الخرسانة، وتشمل الورقة دراسة الجدوى الاقتصادية من إعادة استخدام مخلفات الخرسانة في حالتها الطازجة ومقارنتها بطرق التخلص من هذه المخلفات. وبناءً عل ذلك فإن إعادة تدوير أو استخدام مخلفات الخرسانة في حالتها الطازجة قد يوفر في تكاليف إنتاج الخرسانة الجاهزة وكذلك الحفاظ على الموارد الطبيعية والتقليل من الإضرار بالبيئة.

الكلمات الدالة:
الخرسانة في حالتها الطازجة، مخلفات، إعادة تدوير، أساليب الاستفادة.

1 المقدمة

تعتبر الخرسانة من المنتجات الأساسية التي تستخدم في قطاع الإنشاءات حول العالم حيث يتم إنتاجها بكميات كبيرة سنوياً تصل إلى 3.8 مليار متر مكعب [1]. وحيث أن نسبة المخلفات تقدر بـ 1.5% من إجمالي الإنتاج حسب ما تشير له بعض الدراسات [3]، وأن كمية مخلفات الخرسانة وهي في حالتها الطازجة تصل إلى 253 مليون متر مكعب سنوياً. وبالنظر إلى هذه الكمية فانه يجب الاستفادة من مخلفات الخرسانة وهي في حالتها الطازجة أو إعادة تدويرها لما لها من نتائج ايجابية تساهم في خفض مستوى التلوث البيئي والحفاظ على الموارد الطبيعية وغيرها. إن اغلب الدراسات السابقة والمتعلقة بموضع الدارسة تشير إلى ضرورة الاستفادة أو التقليل من المخلفات، وحيث أن أغلب مصانع الخرسانة في مدينة طرابلس لا يقومون بالاستفادة من هذه المخلفات أو إعادة تدويرها، وأن اغلبهم لا يستفيدون الاستفادة المثلى من مخلفات الخرسانة في حالتها الطازجة نتيجة لعدم درايتهم دراية كافية بطرق الاستفادة أو عدم اقتناعهم بها أو لعدم وجود الجدية للتقليل من التأثيرات البيئية. إن كل مصانع الخرسانة الجاهزة داخل نطاق الدراسة يتخلصوا من المخلفات إما مباشرة بمواقع الصب في حال الكميات الصغيرة أو بوضعها في الأماكن المخصصة للمخلفات داخل المصانع ومن تم التخلص منها بنقلها إلى المقالب العمومية في حال الكميات الكبيرة، مما يترتب عليه تكاليف تشغيل زائدة وتأثيرات سلبية وإهدار للموارد المحلية غير المتجددة (اسمنت، ركام خشن،ركام ناعم، ماء) ناهيك عن التلوث البيئي. عليه فإن الهدف من هذه الورقة تحديد أفضل الأساليب للاستفادة من مخلفات الخرسانة في حالتها الطازجة سواء استخدامها مباشرة في بعض الأعمال أو المنتجات الخرسانية أو تدويرها لإنتاج ركام خشن واستخدامه بعد ذلك في إنتاج الخرسانة، والجدوى من إعادة استخدام مخلفات الخرسانة في حالتها الطازجة ومقارنتها بالأساليب الحالية المستخدمة للتخلص من هذه المخلفات، وقد قمنا بإجراء مسح لمواقع مصانع إنتاج الخرسانة الجاهزة، والشكل (1) يوضح صورة جوية لعدد وأماكن مصانع إنتاج الخرسانة بمدينة طرابلس.



شكل (1) صورة جوية توضح عدد وأماكن مصانع إنتاج الخرسانة بمدينة طرابلس

2 منهجية البحث

تم تقسيم هذا البحث إلى خمسة مراحل:
المرحلة الأولى: زيارة ميدانية لمصانع إنتاج الخرسانة لحصرها وجمع المعلومات والبيانات.
المرحلة الثانية: دراسة المعلومات والبيانات المتحصل عليها وتحليلها ومقارنتها بالدراسات السابقة.
المرحلة الثالثة: حصر الأساليب المثلى للاستفادة من مخلفات الخرسانة في حالتها الطازجة.
المرحلة الرابعة: الجدوى الاقتصادية من الدراسة ومقارنة الأساليب المتبعة.
المرحلة الخامسة: الخلاصة والتوصيات.

3 مصادر مخلفات الخرسانة في حالتها الطازجة بمدينة طرابلس

للخرسانة مخلفات تنتج عند كل عملية إنتاج، ابتداء من عملية الخلط تم النقل وانتهاء بعملية الصب، ففي كل مرحلة من هذه المراحل قد ينتج بعض المخلفات للأسباب التالية:

1.3 كميات الخرسانة المرفوضة من الزبائن: نتيجة لعدم مطابقة الخرسانة الموردة للزبون للمواصفات المطلوبة أو المتفق عليها ي تم رفض الشحنة وإعادتها إلى المصنع، وهذه الكمية تمثل نسبة صغيرة من إجمالي كمية المخلفات الطازجة في هذه الفترة باعتبار أن اغلب كميات الخرسانة تورد للمواطنين حيث أن اغلبهم لا يقومون بإجراء الاختبارات عليها، وان جل المشاريع الإسكانية والخدمية وغيرها متوقفة، إذ أن اغلب الخرسانة الموردة لهذه المشاريع تخضع للاختبار قبل صبها من قبل المهندسين.

2.3 كميات الخرسانة التي زادت عن الكمية الفعلية المراد صبها للزبون: اغلب هذه الكميات ناتجة إما لصعوبة تقدير الكمية المطلوبة أو لطلب كمية اكبر من الكمية الفعلية عن قصد، نتيجة لبعد المسافة وخوفاً من تأخر الشحنات الأخيرة وحدوث فواصل في الصب، وتمثل هذه الكميات النسبة الأكبر إذ تحدث عند كل عملية صب تقريباً مع التفاوت في الكمية من عملية إلى أخرى.

3.3 إرسال الخرسانة إلى موقع الصب لسوء التنسيق مع الزبون: تنتج كميات من المخلفات لعدم جاهزية العناصر المراد صبها أو إرسال مضخة خرسانة لا تصل إلى العناصر المراد صبها وكذلك نتيجة عدم صلاحية موقع الصب أو عوارض أخرى وهذا السبب يعزى لعدم التنسيق الجيد.

4.3 أعطال ميكانيكية وحوادث مرورية عارضة: للأعطال الميكانيكية والحوادث المرورية نصيب في التسبب بوجود كميات من مخلفات الخرسانة في حالتها الطازجة، تحدث هذه الأعطال والحوادث بشكل قليل جداً، إذ قد تحدث مرة أو مرتين في العام الواحد إلا أن حدوتها يتسبب في إنتاج كمية كبيرة من مخلفات الخرسانة وهي في حالتها الطازجة، وقد يتسبب حدوثها في تلف حلة الشاحنات الناقلة للخرسانة.

5.3 كميات متبقية في حوض مضخة الخرسانة: في جميع الحالات التي تتطلب استخدام مضخة الخرسانة لعملية الصب يتبقى جزء صغير من الخرسانة في حوض المضخة تتراوح كميته من 0.1 إلى 0.125 م^3 على حسب حجم الحوض وطول خرطوم المضخة.

6.3 كميات ناتجة عن أخذ عينات الاختبارات: للتأكد من جودة الخرسانة يتم اخذ عينات منها لإجراء الاختبارات عليها وهي في حالتها الطازجة ومن تم التخلص منها كمخلفات.

7.3 مصادر أخرى: قد تنتج مخلفات لعدة أسباب أخرى كالأسباب الأمنية والاجتماعية وجراء العوامل الطبيعية كالأمطار الغزيرة وغيرها.

4 الأساليب الحالية المستخدمة للتخلص من مخلفات الخرسانة في حالتها الطازجة بمدينة طرابلس

1.4 الاستفادة المباشرة:

1.1.4 إعادة توجيهها لمواقع أو عناصر أو أصناف أخرى: جزء صغير من الكميات الراجعة إلى المصانع يتم إعادة توجيهها إلى مواقع أخرى قريبة من موقع الصب، إذ لا يوجد تواصل وتنسيق كافي مع مصانع الخرسانة بعضها البعض. وإن أغلب مصانع الخرسانة لا يقومون بعمليتي صب في وقت واحد، نظراً لأن أغلب المصانع لا تمتلك إلا مضخة واحدة. حيث يتم الاستفادة من هذا الأسلوب جزئياً نوعاً ما لحل مشكلة المخلفات إذ لم يتم استغلاله بالصورة الصحيحة التي تضمن عدم تكون المخلفات.

2.1.4 تصنيع بعض المنتجات الخرسانية: القليل من المصانع التي تمت زيارتهم يقومون بتصنيع بعض المنتجات الخرسانية مثل بردورات الطرق وبردورات الحدائق وبلاطات تغطية القبور وحواجز خرسانية كما هو موضح بالشكل (2). إلا أن هذه المنتجات لم ترتقي للمستوى المطلوب الذي يغطي كميات كبيرة من المخلفات الزائدة عن الحاجة، إذ يلجأ اغلبهم لعمل قوالب صغيرة الحجم كمحاولات خجولة من بعض المهندسين أو المشرفين القائمين على التشغيل. إلا أن هذه القوالب لا تكفي ولا تلبي المتطلبات أو لا ترتقي للمستوى المطلوب من حيث الجودة. إذ أن المخلفات الصلدة بالمصانع تكاد تكون هي نفسها عند الذين يتبعون هذا الأسلوب أو الذين لا يتبعونه.

استخدام الخرسانة في تصنيع بردورات الطرق والحدائق

استخدام الخرسانة في تصنيع بلاطات تغطية القبور

استخدام الخرسانة في تصنيع حواجز خرسانية

شكل (2) استخدام الخرسانة في تصنيع بعض المنتجات الخرسانية

2.4 الاستفادة غير المباشرة "إعادة التدوير بالطرق الميكانيكية":

من خلال زيارة مصانع الخرسانة الجاهزة تبين استخدام مصنعين للطرق الميكانيكية لإعادة تدوير الخرسانة في حالتها الطازجة كما هو موضح بالشكل (3)، حيث أن محطات التدوير المستخدمة تنتج ركام خليط بين الخشن والناعم ولا يمكن استخدامه إلا في الخرسانات العادية، وهي شبه متوقفة عن العمل أو تعمل بنصف طاقتها لعدم وجود الصيانة والمتابعة الدورية.

شكل (3) محطة تدوير الخرسانة الطازجة بالطريقة الميكانيكية في احد المصانع

3.4 التخلص من مخلفات الخرسانة الطازجة

كل مصانع إنتاج الخرسانة الجاهزة بما فيهم المصانع التي تستفيد جزئياً من المخلفات الطازجة تقوم بالتخلص منها بنقلها بعد تصلدها إلى المقالب العمومية كما هو موضح بالشكل (4)، وبالنظر إلى هذه العملية ودراسة نتائجها على الجانب الاقتصادي والبيئي والاجتماعي يتضح أن لها تأثيرات سلبية كبيرة من جميع النواحي، حيث أثبتت بعض الدراسات أن تكلفة التخلص من مخلفات الخرسانة بنقلها إلى المقالب العمومية ضعف تكلفة إعادة استخدامها أو تدويرها [3].

شكل (4) التخلص من مخلفات الخرسانة الطازجة وذلك بوضعها على الأرض حتى تصلدها ومن ثم نقلها إلى المقالب العمومية

5 نتائج المسح لكميات مخلفات الخرسانة في حالتها الطازجة في مدينة طرابلس:

تم حصر مصانع إنتاج الخرسانة الجاهزة في مدينة طرابلس حيث يوجد عدد حوالي 74 مصنع لإنتاج الخرسانة الجاهزة، وبناء على المسح الميداني (الاستبيان والمقابلة الشخصية) الذي تم إجراءه على عشرين مصنع لإنتاج الخرسانة الجاهزة تم حصر كل من كميات الإنتاج وكميات مخلفات الخرسانة الطازجة حسب مصدرها لعدد 20 مصنع كما هو موضح بالجدول رقم (1). وتم تقدير كميات مخلفات الخرسانة الطازجة في مدينة طرابلس وفق المصادر المشار إليها سابقاً لعدد 74 مصنع كما هو موضح بالجدول رقم (2).

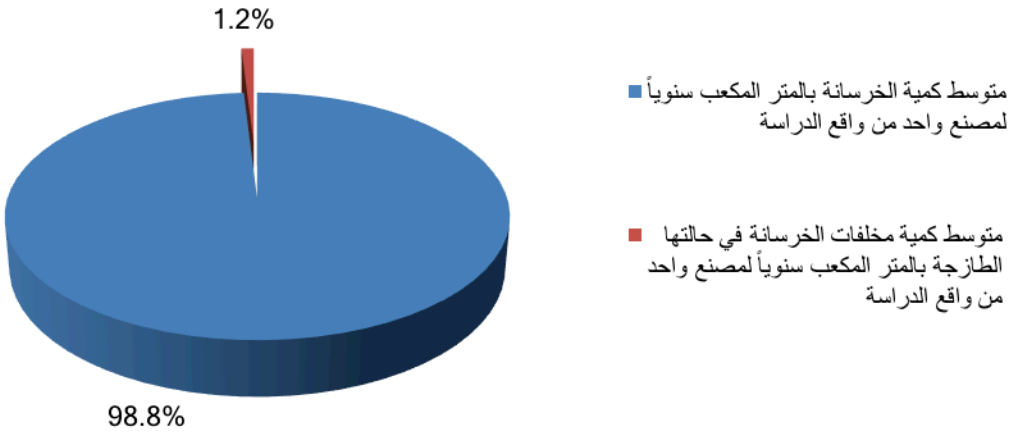
الجدول رقم (1) كميات مخلفات الخرسانة في حالتها الطازجة لعدد 20 مصنع بمدينة طرابلس

ر.م	الموقع	متوسط كمية إنتاج الخرسانة	كميات الخرسانة المرفوضة من الزبائن	كميات الخرسانة التي زادت عن الكمية الفعلية	كميات ناتجة عن إرسال الخرسانة إلى موقع الصب لسوء التنسيق	كميات ناتجة عن أعطال ميكانيكية وحوادث مرورية	كميات متبقية في حوض المضخة	كميات ناتجة عن أخذ عينات الاختبارات	إجمالي كمية المخلفات لكل مصنع	نسبة المخلفات من إجمالي الإنتاج
		م^3/سنوياً	م^3/سنوياً	م^3/سنوياً	م^3/سنوياً	م^3/سنوياً	م^3/سنوياً	م^3/سنوياً	م^3/سنوياً	%
1	طريق الكريمية - السواني	78000	67.5	936	15	22.5	130	58	1229	1.6
2		54000	0	360	7	8	90	38	503	0.9
3		42000	7	96	3	9	70	9	194	0.5
4		24000	0	180	4	9	40	9	242	1.0
5	مشروع الهضبة - شارع الخلاطات	54000	15	624	16	16	90	26	787	1.5
6		48000	0	312	8	7	80	9	416	0.9
7		27000	0	720	3	4	45	9	781	2.9
8		30000	0	156	4	7	50	9	226	0.8
9		39000	8	360	3	8	65	9	453	1.2
10	سوق الأحد	45000	16	312	3	3	75	9	418	0.9
11	طريق وادي الربيع	21000	0	156	3	8	35	9	211	1.0
12		36000	0	720	7	9	60	15	811	2.3
13		24000	0	312	3	4	40	9	368	1.5
14		46200	9	120	16	16	77	19	257	0.6
15		36000	9	360	4	7	60	2	442	1.2
16	عين زارة	24000	108	120	7	8	40	19	302	1.3
17	الغيران - جنزور - النجيلة	28800	0	312	4	8	48	9	381	1.3
18		42000	0	360	4	8	70	9	451	1.1
19		36000	0	180	3	9	60	9	261	0.7
20		60000	0	360	4	8	100	25	497	0.8
الإجمالي (م^3/سنويا)		795000	239.5	7056	121	178.5	1325	315	9235	%1.2
المتوسط (م^3/سنويا)		39750	12.0	352.8	6.1	8.9	66.3	15.7	461.7	

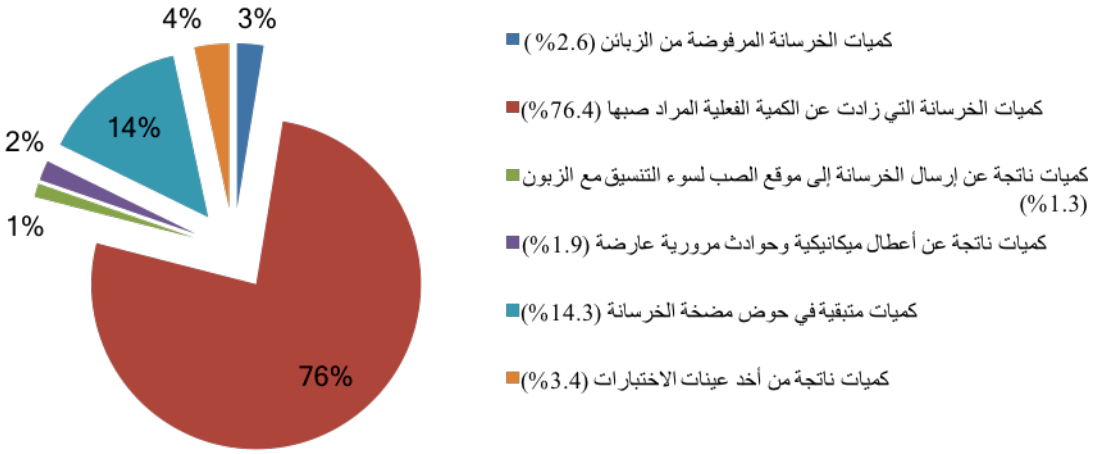
الجدول رقم (2) تقدير كميات مخلفات الخرسانة الطازجة في مدينة طرابلس لعدد 74 مصنع

مصادر مخلفات الخرسانة في حالتها الطازجة	عدد مصانع إنتاج الخرسانة الجاهزة في مدينة طرابلس	متوسط كمية مخلفات الخرسانة الطازجة سنوياً لمصنع واحد من واقع الدراسة	إجمالي الكمية التقديرية لمخلفات الخرسانة الطازجة السنوية في مدينة طرابلس
		م^3 / سنوي	م^3 / سنوي
كميات الخرسانة المرفوضة من الزبائن	74	12.0	886.2
كميات الخرسانة التي زادت عن الكمية الفعلية المراد صبها		352.8	26107.2
كميات ناتجة عن إرسال الخرسانة إلى موقع الصب لسوء التنسيق مع الزبون		6.1	447.7
كميات ناتجة عن أعطال ميكانيكية وحوادث مرورية عارضة		8.9	660.5
كميات متبقية في حوض مضخة الخرسانة		66.3	4902.5
كميات ناتجة من أخذ عينات الاختبارات		15.7	1164.5
الكمية التقديرية لمخلفات الخرسانة في حالتها الطازجة في مدينة طرابلس (م^3/سنوي)		461.7	34169

تشير الدراسات إلى أن نسبة مخلفات الخرسانة في حالتها الطازجة حوالي 1.5 % من نسبة الإنتاج [3]، وفي بعض الدراسات الأخرى 0.4-0.5 % [5] من إجمالي إنتاج الخرسانة. ومن خلال هذه الدراسة تبين أن متوسط نسبة مخلفات الخرسانة في حالتها الطازجة في مدينة طرابلس بلغت 1.2 % من إجمالي إنتاج الخرسانة، والشكل (7) يوضح نسبة كمية مخلفات الخرسانة الطازجة من إجمالي إنتاج الخرسانة، كما يوضح الشكل (8) نسب كميات مخلفات الخرسانة الطازجة حسب مصدرها من إجمالي المخلفات.



شكل (7) نسبة كمية مخلفات الخرسانة الطازجة من إجمالي انتاج الخرسانة



شكل (8) نسب كميات مخلفات الخرسانة الطازجة حسب مصدرها من إجمالي المخلفات

6 الأساليب الواجب إتباعها للاستفادة من مخلفات الخرسانة في حالتها الطازجة

1.6 إعادة توجيه الخرسانة لمواقع أو عناصر أو أصناف أخرى: يجب الاستفادة من هذه الكميات إما بإعادة توجيهها إلى عناصر أخرى في نفس الموقع أو إلى مواقع أخرى قريبة إن أمكن، فهذا الأسلوب لا يحتاج إلا لإدارة منظمة تتبع أساليب الإدارة

الحديثة للتواصل، باستغلال جميع وسائل الاتصال المتاحة للحد من المخلفات قدر الإمكان، وإنشاء الخطط البديلة للمخاطر بالاستعانة بأحد الأساليب المشار إليها أدناه كخطط بديلة.

2.6 تصنيع بعض المنتجات الخرسانية: على مصانع الخرسانة تجهيز قوالب لبعض المنتجات الخرسانية ذات أحجام مختلفة لاستخدامها في تصنيع بعض المنتجات الخرسانية مثل المقاعد الخرسانية والطاولات وبردورات الطرق والحدائق وممرات المشاة والحواجز الخرسانية وأغطية غرف التفتيش وغيرها. وعدم الاقتصار على المنتجات الصغيرة فقط، وزيادة الاهتمام بالقوالب والاستعانة بالمهندسين المعماريين لخلق أشكال ونماذج ترتقي للمستوى العالمي. إذ أن سعر تكلفة طاولة القهوة المصنوعة من الخرسانة حسب موقع الأمازون يقدر بـ 880 دولار أمريكي [4]، إذ لا تستهلك أكثر من 0.125 م^3 من الخرسانة لتصنيعها.

3.6 استخدام الإضافات الكيميائية لضبط عملية التميوء: تطورت صناعة الإضافات الكيميائية المحسنة لخواص الخرسانة والتي من بينها إضافات تستخدم لإعادة الاستفادة من الخرسانة الزائدة عن الحاجة بتبطئة زمن الشك لفترة تصل إلى 72 ساعة [5]، لاستخدامها فيما بعد بخلطها مع كميات من الخرسانة المنتجة حديثاً، وهذه الإضافات لا تؤثر سلباً على الخواص الميكانيكية للخرسانة وتعطي زمن شك أطول ومقاومة أعلى [7,6,5]. قد تحدث هذه الإضافات فارق كبير في كمية المخلفات إذا ما تم أخذها بعين الاعتبار واستغلالها الاستغلال الأمثل.

4.6 استخدام الإضافات الكيميائية لإنهاء عملية التميوء: احد الأساليب الواجب إتباعها لإعادة التدوير للاستفادة من المخلفات، بعمليات رطبة حيث يتم إضافة المواد الكيميائية إلى شاحنات نقل الخرسانة بدون الحاجة إلى أي معدات أخرى، وتخلط لزمن محدد حسب نوع المادة المضافة ومن تم تفريغ الشحنة ومعالجتها، حيث تقوم هذه المواد بإيقاف التفاعل بين الاسمنت والماء وتحويل 1 م^3 من الخرسانة إلى 2400 كجم من الركام الجاف [8,5]، وهذا الركام يمكن استخدامه بنسبة 100% في الخرسانة غير الإنشائية وبنسب أقل في الخرسانة المسلحة، حسب درجة الخرسانة بدون تأثيرات سلبية على خواص الخرسانة [8] كما هو موضح بالشكل (5).

شكل (5) استخدام الإضافات الكيميائية لإنهاء عملية التميوء لإنتاج ركام خشن

5.6 إعادة التدوير بالطرق الميكانيكية: هذا الأسلوب احد الأساليب المهمة للحد من تكون المخلفات الخرسانية، فإذا لم يتم الاستفادة من المخلفات بتطبيق الأساليب المشار إليها أنفاً فإنه لا خيار إلا اللجوء إلى الأسلوب الميكانيكي لفصل مكونات الخلطة إما كلي وإما جزئي، لاستخدام ما قد تم فصله من ركام خشن لإنتاج خرسانات جديدة وبنفس كفاءة الركام العادي وإما الاستفادة من الركام الناعم في إنتاج خرسانات ذات جودة منخفضة، أو الاستفادة من الماء مباشرة للخلط أو بخلطه بكميات أخرى. ومن خلال الدراسة يتضح أن عملية التدوير الميكانيكية مكلفة ولكنها أقل تكلفة من التخلص من مخلفات الخرسانة بنقلها إلى المقالب العمومية. والشكل (6) يوضح بعض محطات تدوير الخرسانة في حالتها الطازجة.

شكل (6) إعادة تدوير الخرسانة في حالتها الطازجة بالطرق الميكانيكية

7 الخلاصة:

كما اشرنا سابقاً أن اغلب مصانع الخرسانة الجاهزة تتخلص من مخلفات الخرسانة في حالتها الطازجة بنقلها بعد تصلدها إلى المقالب العمومية مما يترتب عليه مجموعة من التأثيرات الاقتصادية والبيئية والاجتماعية، حيث أن متوسط التكلفة التقديرية لنقل مخلفات الخرسانة إلى المقالب العمومية حوالي 5,550 د.ل/سنوي لكل مصنع كما هو موضح بالجدول (3)، وبالرغم من أن هذه القيمة ليست كبيرة إلا أن الاستفادة من المخلفات في حالتها الطازجة بأحد الأساليب المشار إليها ينتج عنه أرباح إضافية كبيرة كما هو موضح بالجداول (4،5،6،7،8).

الجدول رقم (3) تكلفة نقل مخلفات الخرسانة بعد حالة تصلدها إلى المقالب العمومية في مدينة طرابلس

مصادر مخلفات الخرسانة في حالتها الطازجة	كمية مخلفات الخرسانة الطازجة في مدينة طرابلس	متوسط تكلفة تشوين المخلفات	متوسط تكلفة نقل المخلفات الخرسانة الطازجة من المصنع إلى المقالب العمومية	ضريبة المقالب العمومية	إجمالي التخلص من المخلفات	إجمالي تكلفة نقل المتر المكعب من المخلفات الخرسانة الطازجة من المصنع إلى المقالب العمومية
	$م^3$	د.ل / $م^3$	د.ل / $م^3$	د.ل / $م^3$	د.ل / $م^3$	د.ل
كميات الخرسانة المرفوضة من الزبائن	12	0.455	11.111	0.455	12.020	143.942
كميات الخرسانة التي زادت عن الكمية الفعلية المراد صبها	353					4240.727
كميات ناتجة عن إرسال الخرسانة إلى موقع الصب لسوء التنسيق مع الزبون	6					72.722
كميات ناتجة عن أعطال ميكانيكية وحوادث مرورية عارضة	9					107.280
كميات متبقية في حوض مضخة الخرسانة	66					796.338
كميات ناتجة من أخذ عينات الاختبارات	16					189.159
التكلفة التقديرية لنقل مخلفات الخرسانة في حالتها الطازجة إلى المقالب العامة						**5,550.169**

الجدول رقم (4) قيمة الأرباح من إعادة توجيه الخرسانة كأحد أساليب الاستفادة من مخلفات الخرسانة الطازجة

كمية الخرسانة	سعر البيع	صافي التوفير *
$م^3$	د.ل/$م^3$	د.ل/سنوي
371	150	60,081

* صافي التوفير عبارة عن إجمالي قيمة بيع الخرسانة المعاد توجيهها بالإضافة إلى توفير تكلفة نقل المخلفات إلى المقالب.

الجدول رقم (5) قيمة الأرباح من تصنيع المنتجات الخرسانية كأحد أساليب الاستفادة من مخلفات الخرسانة الطازجة

كمية الخرسانة	تكلفة تصنيع المنتج	سعر البيع	عدد البردورات المنتجة	صافي التوفير *
م^3/سنوي	د.ل/قطعة	د.ل/قطعة	قطعة/سنوي	د.ل/سنوي
462	1.813	6	8795	42,378

* صافي التوفير عبارة عن إجمالي قيمة بيع المنتجات الخرسانية بالإضافة إلى توفير تكلفة نقل المخلفات إلى المقالب.

الجدول رقم (6) قيمة الأرباح من استخدام الإضافات الكيميائية لضبط عملية التميوء كأحد أساليب الاستفادة من مخلفات الخرسانة الطازجة

كمية الخرسانة	تكلفة الإضافات الكيميائية	سعر البيع	صافي التوفير *
م^3/سنوي	د.ل/سنوي	د.ل/م^3	د.ل/سنوي
380	4,747	150	56,780

* صافي التوفير عبارة عن إجمالي قيمة إعادة بيع الخرسانة بالإضافة إلى توفير تكلفة نقل المخلفات إلى المقالب.

الجدول رقم (7) قيمة الأرباح من استخدام الإضافات الكيميائية لإنهاء عملية التميوء كأحد أساليب الاستفادة من مخلفات الخرسانة الطازجة

كمية الخرسانة	تكلفة الإضافات الكيميائية	كمية الركام المتحصل عليه	قيمة المتر المكعب من الركام الخشن المعاد تدويره	صافي التوفير *
م^3/سنوي	د.ل/سنوي	م^3/سنوي	د.ل/م^3	د.ل/سنوي
380	1,899	380	20	10,261

* صافي التوفير عبارة عن إجمالي قيمة الركام الخشن الناتج من إعادة تدوير الخرسانة بالإضافة إلى توفير تكلفة نقل المخلفات إلى المقالب.

الجدول رقم (8) قيمة الأرباح من إعادة التدوير بالطرق الميكانيكية كأحد أساليب الاستفادة من مخلفات الخرسانة الطازجة

كمية الخرسانة	تكلفة الاستثمار	مصاريف الصيانة	كمية الركام المعاد تدويره		قيمة الركام المعاد تدويره		صافي التوفير *
			الركام الخشن	الركام الناعم	الركام الخشن	الركام الناعم	
م^3/سنوي	د.ل/سنوي	د.ل/سنوي	م^3/سنوي		د.ل/م^3		د.ل/سنوي
453	8,000	800	362	181	25	12	7,980

* صافي التوفير عبارة عن إجمالي قيمة الركام الخشن والناعم الناتج من إعادة تدوير الخرسانة بالإضافة إلى توفير تكلفة نقل المخلفات إلى المقالب.

8 الاستنتاجات والتوصيات:

تبين من خلال الدراسة أن الاستفادة من مخلفات الخرسانة وهي في حالتها الطازجة سواء باستخدامها مباشرة أو استخدامها في تصنيع المنتجات الخرسانية الأخرى أو بتدويرها له العديد من النتائج الايجابية التي يمكن تضمينها في النقاط التالية:

- المحافظة على الموارد الطبيعية غير المتجددة عن طريق الحد من الحاجة إلى إنتاج الاسمنت واستخراج الركام.
- خلق المزيد من فرص العمل.
- التقليل من تكلفة شراء المواد الخام، وبذلك التقليل من تكلفة نقل المخلفات إلى المقالب العمومية، مما يترتب عليه توفير في المصروفات.
- المحافظة على البيئة بالتقليل من مساحة الأراضي المستخدمة لدفن المخلفات.
- التقليل من الغبار الناتج عن تدوير مخلفات الخرسانة المتصلدة.
- بالاستفادة من 1 متر مكعب من مخلفات الخرسانة في حالتها الطازجة ينقذ حوالي 200 لتر من الماء.

9 المراجع:

[1] http:// training.ce.washington.edu/wsdot/Modules/03-4 body.htm.

[2] Aynur K, Serdar U, Bayram Er, Volkan A, Murat A, Ahmet A, Fresh Ready Mixed Concrete Waste in Construction Projects: A Planning Approach, Resources, organization, technology and management in construction· an international journal, 2015.

[3] Tam, V.W.Y., Tam, C.M. Economic comparison of recycling over-ordered fresh concrete: a case study approach, Resources, Conservation and Recycling, 2007.

[4] https://www.amazon.com/Lyon-Beton-Rectangular-Coffee-Table/db/B01M659LKS/ref=sr_1_34?ie=UTF8&qid

[5] Aynur Kazaz, Serdar Ulubeyli, Current Methods for the Utilization of the Fresh Concrete Waste Returned to Batching Plants, Resources, World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium, 2016, WMCAUS, 2016.

[6] M. Paolini, R. Khurana, Admixtures for recycling of waste concrete, Cem. Conc. Comp. 20 (1998) 221-229.

[7] C. Lobo, W.F. Guthrie, R. Kacker, A study on the reuse of plastic concrete using extended set-retarding admixtures, J. Res. Nat. Inst. Stand.Tech. 100 (1995).

[8] G. Ferrari, M. Miyamoto, A. Ferrari, New sustainable technology for recycling returned concrete, Const. Build. Mater. 67 (2014).