

الاستفادة من خبرات الدول الأخرى في تدوير نفايات السيراميك Benefiting from the experience of other countries in recycling ceramic waste

م / د نوال احمد ابراهيم
المدرس بقسم الخزف كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان

كلمات دالة Keywords
Recycling إعادة التدوير
Environmental awareness الوعي البيئي
Ecological designs تصميمات إيكولوجية
Eco markets اسواق ايكو
Eco-label علامة ايكولوجية
Carbon emissions الانبعاثات الكربونية
Tiles البلاطات
Sanitary ware منتجات الخزف الصحي
Table ware منتجات ادوات المائدة
Structural concrete الخرسانة الهيكلية
non-structural concrete الخرسانة غير الهيكلية
Mortar الملاط

ملخص البحث Abstract:

يهدف البحث الى نقل تجارب اعادة تدوير نفايات السيراميك من بعض البلدان، للاستفادة منها محليا، فتجربة اليابان في مجال اعادة تدوير المنتجات الخزفية لأدوات المائدة من خلال مشروع الحياة الخضراء 21 تضم منظومة متكاملة تبدأ بإقامة مراكز بحثية (تكنولوجية وتصميمية) في منطقة مينو (منطقة مصانع السيراميك التي يقام فيها المشروع) كدراسات سابقة للمشروع، وفي نفس الوقت عملت على زيادة الوعي البيئي لدى المجتمع، لتهيئته لمثل هذه المشروعات لتحفيزه على المشاركة الفعالة في هذا المشروع، مع حث الحكومة للمشاركة أيضا، عن طريق المحليات، لتجميع نفايات سيراميك ادوات المائدة التي تعتبر الأساس لإقامة هذا المشروع، وايضا سن القوانين التي تساعد في تسويق المنتجات المعاد تدويرها (خلق اسواق ايكو لبيع منتجات ادوات المائدة المعاد تدويرها في المجتمع بمساعدة حكومية ومجتمعية)، وقد انتجت هذه المنتجات السيراميك المعاد تدويرها بإضافة نسبة من نفايات سيراميك ادوات المائدة حوالي 20% بدون مشاكل في الانتاج، وكانت تصميماتها استخداميه وبسيطة وسهلة الانتاج وجذابه، ومنتقل الى تجربة اسبانيا وهي مختلفة عن التجربة اليابانية، فهي تتكلم عن اعادة تدوير نفايات الهدم التي تكون فيها نفايات السيراميك بنسبة كبيرة تصل الى 54% من النفايات ككل، واستخدامها في الخرسانه الهيكلية وغير الهيكلية كبديل كلي او جزئي للاضافات الطبيعية كالحصى او الرمل بنسبة حوالي 20% كإضافة مع الخرسانه، وبنسبة تصل الى 50% مع الملاط، وتستخدم نفايات الهدم ايضا، كطبقة تحت الطبقة الأساسية في رصف الطرق، واعداده تدوير نفايات الهدم في مجال الانشاء والبناء اعطت نتائج جيدة جدا، وأجريت ابحاث على استخدام نفايات السيراميك فقط وخصوصا نفايات منتجات الصحي (منتجات الخزف الحجري)، وجد انه ينتج خرسانه تتمتع بخصائص افضل فهي تكون اخف وزنا قليلا من الخرسانة التقليدية وعمرها الزمني اطول وقوتها الميكانيكية كبيرة ولها قوة ضغط عالية، ونأتي الى تجربة بلاط جونسون المعاد تدويره في انجلترا وهو يصنع بنسبه اضافة من نفايات السيراميك حوالي 28% بدون حدوث اي مشاكل في الانتاج، وبذلك منع اكثر من 20000 طن من نفايات السيراميك بدلا من ارسالها الى مكبات النفايات الى اعادة تدويرها في صناعة البلاط مرة اخرى، ونال على ذلك جائزة الملكة للإنجازات البيئية، والبلاط المعاد تدويره يكون اخف وزنا من البلاط المصنوع بنسبة 100% من الخامات الطبيعية، ولذلك كان تصديره بنسبه اكبر من البلاط العادي، واخيرا مشروع نفايات صفر في سيراميك الحياة في اوربا، وقد قامت فكرته على الاستفادة من نفايات السيراميك في انتاج منتجات جديدة بتكنولوجيا جديدة، بدلا من استهلاكها في الخرسانة والملاط ورصف الطرق، وهذه الاستخدامات بالنسبة لنفايات السيراميك منخفضة القيمة من وجهة نظر القائمين على المشروع، وهدف المشروع ابتكار منتجات جديدة للاستخدام في الهواء الطلق، مثل توكيات للمناطق الحضرية والمدن، كما استخدموا نفايات الزجاج بنسبة 20% في الطلاء الزجاجي لهذه المنتجات، ومن خلال تحليل هذه الخبرات ونتائجها يمكن الاستفادة منها في مشروعات اعادة التدوير للمنتجات السيراميكية محليا.

Paper received 6th of August 2015, accepted 4th of September 2015 published 1st of October 2015

مشكلة البحث Problem:

- نفايات السيراميك الصناعي التي تشمل بلاطات أرضيات وحوائط وصحي وأدوات مائدة وحراريات وغيرها تمثل نسبة كبيرة من النفايات ككل و نجدها في كل مكان من حولنا (مع نفايات الهدم)، وتسبب تلوث بصري كبير، وإعاقة للحركة.
- عملية اعادة التدوير لهذه المنتجات المستهلكة لا يوجد لها مشروعات أو برامج مدروسة ومنظمة، إلا بعض الاجتهادات في بعض المصانع لانخال نسبة ضئيلة منها في الانتاج (من المنتجات التالفة في مراحل الانتاج المختلفة).

أهداف البحث Objectives:

- نقل تجارب بعض الدول في مجال تدوير نفايات السيراميك للاستفادة منها محليا .
- التأكيد على أهمية الدراسات السابقة قبل البدء في أي مشروع.
- التأكيد على أهمية نشر الوعي البيئي في المجتمع للنهوض بمشروعات اعادة التدوير.
- التأكيد على دور الدولة الداعم لهذه المشروعات متمثلا في سن قوانين داعمة لها وتسخير بعض امكانيات الدولة لمساعدتها .

المقدمة Introduction:

قديمًا كان يتم التخلص من النفايات بطريقة بسيطة عن طريق تفريغها في المنخفضات والوديان وأماكن محفورة يدويا بالقرب من اماكن انتاج النفايات، ولم تنشأ برامج اعادة التدوير على نطاق واسع حتى القرن العشرين، وأول هذه البرامج كان من عام (1930-1940) عندما زاد استخدام السلع الاستهلاكية مثل النابليون والمطاط والمعادن المختلفة ثم اعادة تدويرها واستخدامها لإنتاج الأسلحة والمواد الأخرى اللازمة لدعم جهود الحرب، وبدأ ظهور الحركة البيئية مرة أخرى كفكرة شعبية عام (1962)، وظهرت كتابات تزيد من الوعي البيئي لدى الناس، ثم بدأت تظهر في الصناعة في العديد من البلدان المعايير البيئية العالمية الصارمة، واستراتيجية ادارة النفايات التي تركز اولاً على الحد او تقليل انتاج النفايات، ثم تكنولوجيا التخلص والمعالجة، وإعادة تدوير نفايات السيراميك أهمية كبيرة فهي تحافظ على عدم تناقص الموارد الطبيعية غير المتجددة، وتجنب المجتمعات الأضرار البيئية والإيكولوجية الناجمة عن تصريف النفايات في البيئة، وتوفر الطاقة، وتقلل من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وتساهم في ظهور منتجات جديدة ومتنوعة، وتحد من تكاليف الإنتاج، وتوفر الخامات البديلة لمجموعة متنوعة من القطاعات الصناعية . Romualdo ,Rodrigues & (2012)

تجربة اليابان في إعادة تدوير ادوات المائدة :

في منطقة مينو لإنتاج سيراميك ادوات المائدة التقليدي وهي قريبة جدا من العاصمة وتنتج حوالي 60% من إنتاج اليابان من سيراميك ادوات المائدة التقليدي، وهي عبارة عن مصانع صغيرة تنتج ادوات مائدة بكميات كبيرة جدا (إنتاج كمي)، ولذلك اصبح هناك حاجة ملحة لإنشاء منطقة إنتاج مستدامة .

مشروع الحياة الخضراء 21 :

اشترك فيه عدد 30 شركة لإنتاج سيراميك ادوات المائدة طواعيه في منطقة مينو وهذه المنطقة رائده في مجال إعادة التدوير، وتعتبر من اكبر المناطق في البحوث التجريبية للسيراميك، ويسمى المشروع (Re Shokki)، وهو إعادة تدوير النفايات الصلبة لسيراميك ادوات المائدة، وتعتبر هذه النوعية من النفايات السيراميكية جيدة بالمقارنة مع مواد البناء او البلاط فلذلك يجب ان يكون مفهوم إعادة التدوير من ادوات المائدة الى ادوات المائدة.



شكل (1) مراحل الإنتاج و المواد الخام المستخدمة في صناعة ادوات المائدة المعاد تدويرها

والموزعين مع المستخدمين لضمان تدفق المنتجات المعاد تدويرها لأنها أساس صناعة إعادة التدوير، ولذلك يجب خلق قنوات اتصال مع المستخدمين عن طريق المحليات الحكومية كما ذكرنا سابقا، ويتحقق ذلك بشراكة معهم، انطلاقا من فكرة التعاون لخلق مجتمع خالي من التلوث، وكذلك اقيمت شراكة مع موزعين الخضروات والمحاصيل العضوية لجمع منتجات ادوات المائدة لإعادة التدوير أثناء توزيع منتجاتهم، وشبكات جمع المنتجات المعاد تدويرها شبكات غير ربحية، لذلك يجب عمل شراكة مع المجتمع المدني كخدمات عامه، ويجب عند توزيع منتجات ادوات المائدة ان يكون هناك استبيان للمشتريين لحثهم بشكل او بآخر على الرغبة في إعادة تدوير هذه المنتجات بعد استهلاكها، ويجب تقوية العلاقات الاجتماعية بين افراد المجتمع وبين الشركات لحثهم على التعاون في مجال اعاده التدوير، لذلك قامت هذه الشركات بعمل حفلات على انغام الموسيقى للمستخدمين لتشكيل ادوات المائدة المعاد تدويرها للتأكيد على اهمية الموضوع مجتمعيًا.



شكل (2) بعض الصور من حفلات تشكيل ادوات المائدة المعاد تدويرها

لذلك يوجد في مناطق مينو امكان لبيع مثل هذه المنتجات لتشجيع المستخدمين على الدخول في مجال إعادة الاستخدام أكثر من مرة من ناحية، ومن ناحية اخرى لتوفير الطاقة والمال المبذول في إعادة التدوير

الدراسات السابقة Literature Review:

بعض التجارب لإعادة تدوير المخلفات الصلبة لصناعة السيراميك على مستوى العالم :

كل نظم الإنتاج تنتج منتجات ونفايات وهذه النفايات تؤثر على البيئة، وقد يحدث هذا في اي مرحلة من دورة حياة المنتج، سواء خلال المرحلة الاولى من الحصول على المواد الخام أو خلال التحول ومرحلة الإنتاج أو خلال توزيع المنتج أو عند المستخدم النهائي، ويجب التخلص من المنتجات التي لم تعد مطلوبة، ونتيجة لذلك ارتفع القلق الاجتماعي حول مشكلة النفايات وخصوصا النفايات الصناعية والنفايات من عملية البناء والتشييد، وهذه المشكلة اصبحت حادة بشكل متزايد نظرا لازدياد كمية النفايات المتولدة بشكل كبير رغم التدابير التي اتخذت في السنوات الاخيرة، لذلك اصبح لكل بلد جهودا خاصة و متميزة في هذا المجال وسوف نستعرض فيما يلي بعض تجارب البلدان في هذا المجال للاستفادة من خبراتهم وتجاربهم.

مراحل مشروع الحياة 21 :

• خلق وعي بيئي في المجتمع :

من خلال الاتصال المباشر بين الشركات المصنعه وبين المدارس والمنازل وغيرها من الاماكن التي تستخدم السيراميك، وذلك لزياده الوعي البيئي في المجتمع حتى يتم جمع وفصل خرف ادوات المائدة المستهلكة، وذلك من خلال تمكين المحليات و المجتمع المدني، (الحكومات المحلية والمواطنين في مختلف البلاد)، وكذلك إنشاء شبكات إعادة التدوير مسبقا لتجهيز لهذه الصناعة، وإعادة تدوير سيراميك ادوات المائدة له نظام معين وهو عبارة عن عدة عمليات لاستكمال الصناعة، وتقسيم هذه العمليات على كل الشركات (المشاركة طواعيه في إعادة التدوير) في منطقة مينو، لأنه من الصعب على مصنع واحد استكمال عملياته اعاده التدوير بالكامل بمفرده، لذلك فان بعضها يعمل في مجال جمع ونقل ادوات المائدة التي سوف يعاد تدويرها، وبعضها يعمل في مجال تجهيز هذه المنتجات لاعادها بالتكسير والطحن وخلافه، ويجب ان يكون هناك علاقه مدروسة بنظام معين بين المصنعين

• إعادة الاستخدام :

لا يقتصر نشاط إعادة التدوير على الجمع، ولكن يكون من بين المنتجات المعاد تدويرها منتجات يمكن استخدامها مرة اخرى بدون إعادة تدوير

التصنيع يجب أن يكون الشكل بسيط لتحسين الانتاج، والحد من استخدام الاكاسيد المعدنية (الملونات) لكونها ضارة، وتبسيط عمليات التصنيع عن طريق حذف الرسم على المنتجات، ويجب اختيار التصميمات التي تتكيف مع مختلف اساليب تناول الطعام اليابانية، فضلا عن الاستخدام المتكرر، بالاضافة الى سهولة غسلها وتخزينها، والنظر في تمديد دورة حياة المنتج مع دراسة جماليات التصميم .



شكل (3) صور لبعض تصميمات منتجات أدوات المائدة المعاد تدويرها

منتجات أدوات المائدة المعاد تدويرها هو وضع علامات ايكولوجية على المنتجات معناها ان هذه المنتجات تم فحصها وتصديقها من قبل جمعية البيئة باليابان، وهي شهادة ايكو لأدوات المائدة الخزفية وبدأ ذلك عام 2004 بدعم من الحكومات المحلية، وفي عام 2005 وضعت الحكومة اليابانية قانون بشأن تعزيز المشتريات الخضراء، الامر الذي جعل المؤسسات الحكومية تبادر بشراء منتجات أدوات المائدة الخزفية المعاد تدويرها مثل شراء المؤسسات التعليمية هذه المنتجات لخدمات التغذية المدرسية وذلك يعزز بيع هذه المنتجات، أما بالنسبة للأسواق الأخرى التي تستهدف المستهلكين هي سوق واحده بتعاون الشركات المصنعة مع شركة بيع الخضروات العضوية باستخدام نظام عضوية للتسليم بالمنزل، وهي تقوم بجمع المنتجات التي يراد إعادة تدويرها، وكذلك القيام بدور في نقل ردود فعل المستخدمين والآراء للشركات المصنعة ليس في المنازل فقط ولكن في المقاهي والمطاعم التي تقدم وجبات طعام عضوية.

وتقليل الانبعاثات الكربونية الناتجة عن الصناعة .

- التعاون مع المراكز البحثية والجامعات في مجال التصميم : للوصول الى تصميمات ايكولوجية، والشعار المرفوع في التصميمات ايكولوجية لأدوات المائدة المعاد تدويرها هو النقاء والابتاقة والبساطة والجاذبية، وهناك اعتبارات للمصممين عند تصميم أدوات المائدة الخزفية المعاد تدويرها، فليس كافيا إعادة التدوير فقط، ولكن خلال مرحلة

• انشاء اسواق ايكو (Eco-Market) لمنتجات أدوات المائدة الخزفية :

الهدف ليس إعادة التدوير فقط ولكن تسويق المنتجات المعاد تدويرها، وهناك هدف اخر مهم وهو تخفيض الانبعاثات الكربونية اثناء الحريق، لمواكبة هذه المنتجات المعاد تدويرها المتطلبات العامة البيئية وتنافسها مع المنتجات الأخرى في كونها انتجت بطريقة منخفضة الانبعاثات الكربونية، وأسست مبيعات هذه المنتجات عن طريق التعاون بين مجموعة واسعة من من الجهات الفاعلة بما في ذلك المصنعين والمستخدمين وأصبح هناك سوق بيئية لأدوات المائدة الخزفية، ووراء ذلك عده اسباب وهي زيادة الوعي البيئي في المجتمع، وزيادة اهتمام المستهلكين بالمنتجات البيئية، و توسيع الأنشطة الاجتماعية المتعلقة بالشركات المسؤولة عن إعادة التدوير، وفتح اسواق للمنتجات البيئية وشراؤها من قبل المستخدمين بكثافة نتيجة العدد المتزايد للشركات المسجلة في نظم الإدارة البيئية، و ساعد أكثر في تنشيط سوق بيع



شكل رقم (4) نظام إعادة تدوير السيراميك

تقيم الخواص الطبيعية لتراكيبات أدوات المائدة المعاد تدويرها عن طريق قياس نسبة امتصاص الماء والوزن النوعي و قوة الالتئام، وذلك عند اضافة المواد المعاد تدويرها بنسبة 20% وكان ذلك في بدايه عملية اضافة النفايات الى أدوات المائدة الخزفية عام 1997، ووجد ان نسبة الامتصاص اعلى قليلا من تركيبات أدوات المائدة العادية، والوزن النوعي وقوة الالتئام مثلها، اما الان فقد وصلت النسبة الى 50 %، وقوة الالتئام اصبحت 1.5 مرة اكبر عن النسبة السابقة، و بذلك يمكن استخدامها في أدوات المائدة بدون مشاكل في هذه الجزئية، اما تقييم السلامة والامان فيتم باجراء تجارب عملية وهي تجربة خلو الجسم من الكاديوم والرصاص ويستخدم مطحون الاجسام المحروقة والمزخرفة

- تكنولوجيا إعادة تدوير سيراميك أدوات المائدة تتم باجراء عده عمليات لازمة لتغيير المنتجات التي سوف يعاد تدويرها الى مواد خام عن طريق التكسير ثم الطحن وضبط الحجم الحبيبي، ثم اضافته الى مكونات اجسام أدوات المائدة بنسبة معينة كانت في البداية حوالي 20 % او أكثر قليلا، ثم تغيرت النسبة الان حتى وصلت الى 50 % ، ثم يتم خلط المكونات وعجنها او تجهيزها للتشكيل، ثم تجري على الخليط عده اختبارات للتأكد من سلامه الجسم الجديد وهذه الاختبارات كما يلي :
- الخواص الطبيعية والسلامة والامان :

% فإن درجة حرارة الحريق تقل حوالي 200 م⁰ عن حريق ادوات المائدة العادية، وبذلك فإن للمنتج كفاءة بيئية ممتازة.

• إضافات اخرى لتحسين الانتاج :

منتجات ادوات المائدة المعاد تدويرها والمستخدمه في التغذية المدرسية كما ذكرنا سابقا، اضيف الى تركيبها نسبة حوالي 30 % من معدن الالومنيوم لزيادة قوة المنتجات اثناء تناول، وكانت الفكرة هي جمع الالومنيوم المستهلك (اعادة تدوير الالومنيوم ايضا) وذلك وفر اقتصاديا للصناعة وقلت نسبة الانبعاث لغاز ثاني اكسيد الكربون بنسبة 3% عن استخدام الالومنيوم الخام . Others, (2008&Yoshikazu, HASEGAWA)

في التجربة بنسبة 50%، والتجربة تتم على الجسم الاخضر غير المطلي بطلاء زجاجي، وكذلك تجربة التبريد تجرى على فروق في درجات الحرارة تقدر ب 150 م⁰، وفي كلا التجريبتين وجد أنه يمكن استخدام المواد الخام المعاد تدويرها في انتاج ادوات المائدة بدون مشاكل.

• الانبعاثات الكربونية :

عند حساب نسبة انبعاث غاز ثاني اكسيد الكربون لكل طن من المنتجات المعاد تدويرها وجد انها نفس كمية الانبعاثات لنفس الوزن لادوات المائدة بدون اضافات لاعادة التدوير، فبذلك لا تسبب تلوث بيئي بنسبة اكبر من الاخر، وذلك عند اضافة نسبة 20 %، ولكن عند اضافة 50% تقل نسبة الانبعاثات بنسبة حوالي 33%، ووجد انه عند اضافة نسبة 50

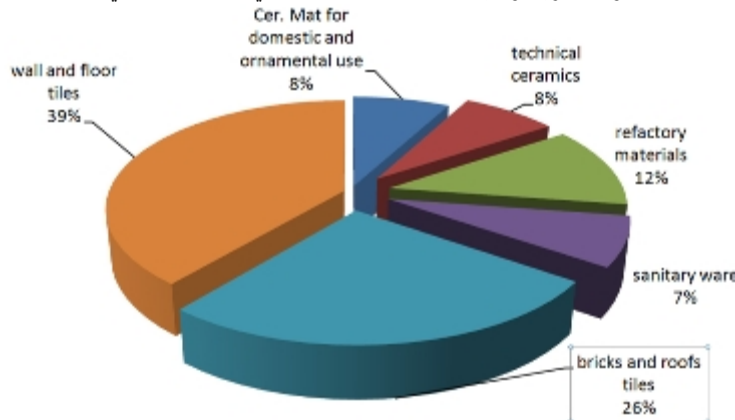


شكل (5) دورة حياة ادوات المائدة المعاد تدويرها

من مميزات كما ذكر سابقا، وتتألف صناعة السيراميك من بلاط الارضيات والجدران والصحي ومنتجات الطوب وبلاط الاسقف والخزف الفني وغيره، ونجد ان أعلى نسبة انتاج من بلاطات الارضيات والحوائط ويلبها الطوب وبلاطات السقف واخيرا المنتجات الاخرى، وتتكون مخلفات البناء والهدم من اثنان من الكسور اولها كسور حجرية وهي الاكثر اهمية وهي التي تضم النفايات السيراميكية بأنواعها، والكسر الثاني للخرسانة والرمل والحصى والركام وغيرها من نفايات الهدم التي تقدر سنويا في الاتحاد الاوروبي ككل 200 مليون طن، وفي اسبانيا اكبر نسبة وتقدر 40 مليون طن سنويا، اي ما يعادل 2 كيلو جرام لكل ساكن يوميا، وفي الاتحاد الاوروبي يتم اعادة تدوير نسبة 28% من هذه النفايات سنويا، والرائدة في هذا المجال هولندا فهي تعيد تدوير 95 % من نفايات البناء، وانجلترا 45 %، وبلجيكا 87 % منها 17% يستخدم في صناعة الخرسانة، وفي اسبانيا مايقرب من 10 % من نفايات الهدم والبناء يعاد تدويرها في التربة التحتية في الطرق وطبقة تحت الاساس .

• تجربة اسبانيا في اعادة استخدام نفايات السيراميك :

شهد العالم في السنوات الاخيرة قلما اجتماعيا كبيرا حول مشكلة النفايات وادارتها بشكل عام، ومشكلة النفايات الصناعية والنفايات من صناعة البناء والتشييد وكذلك الهدم اصبحت حادة ومتزايدة بشكل كبير جدا، نظرا لزيادة كمية نفايات المصانع والبناء والهدم بشكل ضخم جدا نتيجة للتوسع الصناعي والعمراني الكبير، وهناك الكثير من التدابير التي اتخذت في السنوات الاخيرة في اوروبا دولا واتحادا والتي ترمي الى مراقبة وتنظيم وادارة النفايات وفقا للتنمية المستدامة، ونفايات السيراميك تأتي من مصدرين الاول صناعة السيراميك والثاني يرتبط بعمليات الهدم والبناء، والسيراميك يشكل جزءا كبيرا من نفايات الهدم والبناء، وهذه النوعيات من النفايات مصنفة كنفايات غير خطرة (خاملة)، ولكن ضررها يأتي من الكميات الهائلة من النفايات التي من المفروض التخلص منها اولا لنظافة البيئة من الركام لأنها تسبب تلوثا بصريا، وتانيا الاستفادة



شكل (6) يبين نسب انتاج صناعة السيراميك في الاتحاد الاوروبي

بالعالم، ومخلفات السيراميك من بلاط وصحي يمثل 54 % من نسبة مخلفات الهدم، اما نفايات الخرسانة تمثل 12 % من المخلفات، والجداول التالي يبين نسب المخلفات المختلفة في نفايات الهدم .

• جوانب التجربة الاسبانية :

انتجت اسبانيا نحو 30 مليون طن من منتجات السيراميك من بلاط وطوب وبلاط سقف وبلوكات برنيز وغيره عام 2006، وبحلول عام 2009 قل الانتاج بنسبة 30 % نتيجة للآزمة الصناعية التي حلت

ومخلفات السيراميك تحتوي على نسبة عالية من معادن الطين التي لها صفات بوزولانية نتيجة لتأثير الحريق عليها (تتكون هذه الصفات عند درجة حرارة حوالى 900 م⁰)

(2010),Others & Andres, Juan

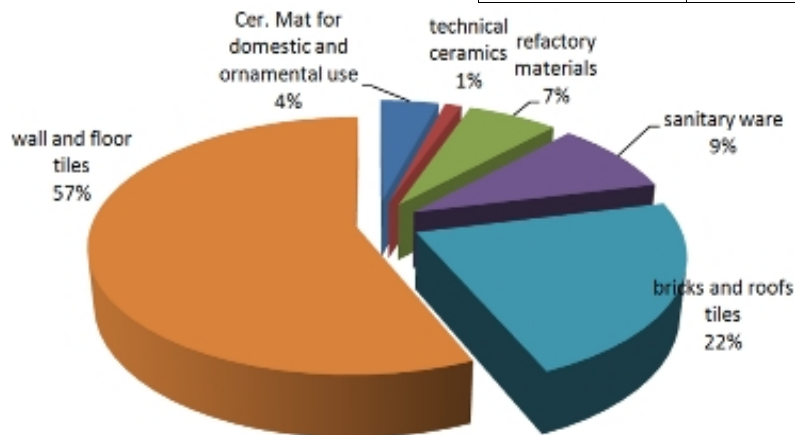
وهذه الصفات البوزولانية لمعادن الطين الموجودة في نفايات السيراميك تسمح باستخدامها مع الاسمنت بنسبة معينة في الملاط والخرسانة، وصفاتها مثل البوزولان وهي طينة أو طفل صفحي محروق ومطحون جيداً، يشبه الاتربة البركانية التي توجد بالقرب من بوزولي بايطاليا، ويستخدم في صناعة الاسمنت الهيدرولي ويمتاز بأنه يتصلد تحت الماء، وايضا البوزولان هو اسمنت مصنوع ومطحون ومخلوط مع الجير المطفاً والبوزولان (طين صفحي) بدون حرق .

عبد الواحد، انور محمود و آخرين , (1981)

ونفايات السيراميك تساهم في تطوير الصفات الهيدروليكية وقوة الاسمنت، نظراً لأنها غنية بمركبات السليكا واكسيد الالومنيوم بنوعه عالية وهي تساعد على خلق مركبات مستقرة ذات صفات هيدروليكية، وعمليات اعادة التدوير في هذا المجال يعتمد على دراسات وابحاث سابقة.

جدول (1) نسب المخلفات المختلفة في نفايات الهدم ،

النسبة المئوية (%)	المواد
75	الاجزاء الحجرية
54	طوب وبلاط ومنتجات سيراميكية اخرى
12	خرسانه
5	احجار
4	الرمل والحصى والركام
25	بواقي
4	خشب
0,5	زجاج
1,5	بلاستيك
2,5	معادن
5	اسفلت
0,2	جبس
7	قمامة
0,3	ورق
4	اشياء اخرى



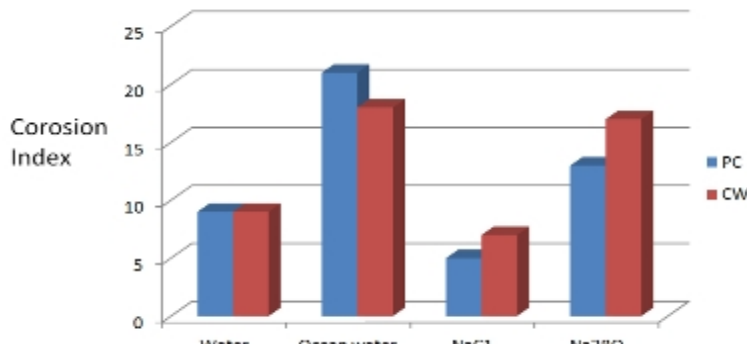
شكل (7) يبين نسبة القطاعات الصناعية من انتاج السيراميك في اسبانيا

والاحماض وبعض الاملاح الذائبة مثل الكبريتات والامونيا والماغنسيوم، وهناك اختبار لقياس المتانة يسمى اختبار (Steininger, 1960 & Koch)، وفيها يجرى الاختبار على اسطوانة من عجينة من الاسمنت بنسبة 100%، واسطوانة اخرى من عجينة الاسمنت مع نفايات الهدم بنسبة 80 اسمنت / 20 نفايات هدم، وتعرض كل اسطوانتين معا من الترتيبين السابقين الى العوامل الآتية : ماء شرب، ماء بحر، محلول كلوريد صوديوم بتركيز (0.5 M) % ومحلول كبريتات صوديوم بتركيز (0.5 M) % وكانت النتيجة كما نرى من الرسم البياني أن مقاومة التركيبة 80/20 اعلى في المقاومة من التركيبة 100% في جميع المحاليل ماعدا ماء الشرب فهي اقل قليلا، والنتيجة ان التركيبة 80/20 مقاومتها اعلى من 0.7%، والتركيبة 100% مقاومتها 0.5%، أي ان تركيبة الاسمنت مع نفايات الهدم أعلى متانه ومقاومة لعوامل التحلل من تركيبة الاسمنت بمفرده.

اسمنت بنسبة 100% اسمنت مع نفايات هدم بنسبة 80 - 20 %

مزايا استخدام نفايات السيراميك في الخرسانة والملاط :

- مزايا اقتصادية : انخفاض الحاجة الى انتاج الكلنكر - استهلاك اقل في الوقود .
- مزايا بيئية : انبعاث اقل لغاز ثاني اكسيد الكربون .
- مزايا تكنولوجية : قوة ميكانيكية على المدى الطويل - مقاومة ثابتة للتمدد نتيجة لوجود الجير الحر والكبريتات و القلويات - مقاومة دائمة للتفاعل مع المياه العادية والحمضية - انخفاض حرارة الماء المضاف - التركيبة تكون غير منفذة نتيجة لقلة المسام والتراص والاندماج الجيد.
- مقاومة التحلل (المتانة) : من العوامل المهمة التي تؤخذ في الاعتبار عند دراسة مواد البناء هو عامل المتانة، ومقاومة التحلل، وهذا التحلل يحدث للخرسانة او الملاط نتيجة لتعرضه لعوامل كيميائية تبدأ على السطح ثم تتوغل الى الداخل عن طريق المسام، ونجد أن النفاذية والتوتر الداخلي يزيد ويسبب فقد في الكتلة وانخفاض في القوة على مدار الوقت، وهناك قائمة طويلة من هذه المواد التي تسبب تحلل الخرسانة او الملاط واكثرها شيوعا هي : المياه الغازية -



شكل (8) رسم بياني يبين نتائج تجربة مقاومة التحلل (المتانه)

نفايات السيراميك الحمراء الناعمة كبديل جزئي أو كلي في الملاط بنسبة من 20-50% يعطي نتائج جيدة في الفحوصات الخاصة بالقوة الميكانيكية. ولكن الدراسات التي أجريت على استخدام مطحون سيراميك الصحي والمنتجات البيضاء من السيراميك في الخرسانة يعطي نتائج أفضل من ناحية القوة الميكانيكية تقدر حوالي (30 N mm²).

- استخدام نفايات سيراميك الصحي في الخرسانة : اسبانيا هي الرائدة في سوق منتجات الصحي والسيراميك فهي تنتج أكثر من مليون قطعة في السنة، وهذا يولد ما يقرب من 24 طن من النفايات في الشهر، ولذلك فإن استخدام نفايات الصحي كبديل جزئي للمجاميع الخشنة التقليدية التي تضاف الى الخرسانة من الأشياء الهامة جدا و تستخدم بعد اجراء معاجات بسيطة لها وهي : اولا تكسير المنتجات الغير صالحة للاستخدام ثم طحنها و غسلها بهدف تنقيتها ثم نخلها لضبط الحجم الحبيبي، ويكون حجمها اذا كان الطحن ناعما اقل من 4 مم، وخصنا اكبر من 4 مم، وهذه المنتجات معظم محتواها حمضي فهي تحتوي على نسبة 93.81 % من السيليكا والالومينا والحديد، والمحتوى القلوي 4.45%، واكسيد الكالسيوم 0.63%، واجرى لها اختبار تحديد التركيب المعدني بواسطة حبوب الأشعة السينية لتقييم مدى ملائمة هذه المواد في انتاج الخرسانة الهيكلية، ووجد أن التركيب المعدني يتكون اساسا من كوارتز و ارتوكليز وموليت وهيماتيت وزركون، وبعد استخدامها في الخرسانة الهيكلية تم تحديد الخصائص الفيزيائية والميكانيكية مقارنة مع تلك المجاميع الخشنة الطبيعية المضافة الى الخرسانة التقليدية، وأكدت هذه الخصائص مطابقتها للمواصفات الواردة في التعليمات الأسبانية بشأن الخرسانة الهيكلية، وبذلك يمكن استخدامها في الخرسانة ومميزاتها هي:
- الخرسانة المصنوعة من ركام السيراميك اخف قليلا من الخرسانة المرجعية (كثافتها اقل) .

- معامل امتصاص الماء لها أعلى من الخرسانة المرجعية ولكن الفرق ليس كبيرا جدا ولا يؤثر تأثيرا كبيرا على خصائصها .
- اعمار الخرسانة المعد تدويرها أعلى من الخرسانة التقليدية .
- اضافة السيراميك المعد تدويره الى الخرسانة ليس له تأثير سلبي على الاسمنت او الماء، وبالتالي يمكن اعتباره مادة خاملة .
- اضافته يعطي نتائج ايجابية بالنسبة للسلوك الميكانيكي للخرسانة الهيكلية، فقوة الضغط بعد الاضافة تتجاوز (25(N mm²). Andres, & Juan, Others (2010).

- اعادة تدوير منتجات السيراميك في اوربا لها أكثر من جانب كما اوضحنا سابقا في صناعة البناء والتشييد، وفي صناعة الحرارية يدخل في الصناعة كإضافة مرة أخرى حوالي 20% من المنتجات الحرارية المعد تدويرها، ويدخل في صناعة مواسير الصرف الصحي المزججة نسبة اضافة حوالي 27% من السيراميك المعد تدويره. Cerame-Unie

بعض تجارب الاتحاد الأوروبي لاعادة تدوير نفايات السيراميك في البلاط :

تجربة جونسون في استخدام السيراميك المعد تدويره في صناعة البلاط (المملكة المتحدة) :

كان جونسون في طليعة المصنعين في لندن في مجال التصنيع المستدام لمدة 20 عاما، وعام 1992 اضفي الطابع الرسمي على الشركة بالترامهم البيئي ووضع سياسات بيئية للشركة والتي تهدف الى تحقيق اعلى مستوى ممكن من المعايير البيئية في الصناعة والمصادر والموردين والنقل، وكانت شركة جونسون افضل الشركات الخضراء عام 2011 ولمدة اربع سنوات متتالية، وجائزة الكفاءة البيئية عام 2011، وغيرها من الجوائز في مجال البيئة، ومن خلال المبادرات المستمرة لتوفير الطاقة وتقليل انبعاثات ثاني اكسيد الكربون، انخفض انبعاث الكربون حوالي 11.5%، في عام 2011 كان انبعاث الكربون حوالي 8.7 كجم / م²، وفي عام 2012 انخفض الى 7.7 كجم / م²، وكان يستخدم السيراميك المعد تدويره في صناعة البلاط بنسبة حوالي 28% بدون حدوث اي مشاكل في الانتاج، وبذلك منع أكثر من 20000 طن من نفايات السيراميك بدلا من ارسالها الى مكبات النفايات في الموقع الى اعادة تدويرها في صناعة البلاط مرة أخرى، واخذ جونسون جائزة الملكة للانجازات البيئية على هذا المشروع، وبلاط جونسون المعد تدويره

- القوة الميكانيكية : من الدراسات التجريبية أيضا وجد ان اضافة نسبة حوالي 15% نفايات هدم الي الاسمنت في الملاط تزيد من القوة الميكانيكية للملاط.

- تكنولوجيا اعادة التدوير : يتم تكسير الركام اولا ثم طحنة للحد من حجمه، ثم نخله ، ثم عمل التحاليل المخبرية له ليتوافق مع المواصفات الفنية لاستخدامه في قطاع البناء والتشييد والهندسة المدنية.

- استخدامات نفايات الهدم والبناء كإضافات خشنة : معظم نسبة النفايات مجتمعة تدخل في صناعة الاسمنت والملاط والكتل الجاهزة، ثم يليها في الاستخدام بناء الطرق، اما بالنسبة لصناعات السيراميك والزجاج والجير والجص وغيرها تأخذ نسبة اقل كثيرا، واجريت ابحاث عميقة عن استخدام النفايات مجتمعة(نفايات الهدم والبناء) في الخرسانة عام (2003,2005,2006) وكانت النتيجة امكانية استخدام هذا النوع من النفايات بنسبة حوالي 20% كإضافات خشنة تقليدية للخرسانة، وخلصت الدراسات الى ان نسبة امتصاص الماء للخرسانة باضافة النفايات تزداد، وافادت الدراسة انه يمكن استخدامها في الكتل الخرسانية أو الخرسانة الهيكلية بقوة ضغط تساوي او تقل عن 50 ميجا بيسكل، وقد افادت دراسات اخرى انه يمكن زيادة نسبة اضافة نفايات الهدم والبناء مجتمعة الى الخرسانة بنسبة 50% وهذه النسبة ايضا يزيد معها معامل امتصاص الماء للخلطة بنسبة 6% عن نسبة الماء المضاف الى الخرسانة التقليدية بدون اضافات، وتحقق الخرسانة بعد اضافة 50% نفايات قوة حوالي (30 N mm²).

- استخدامات نفايات الهدم والبناء كإضافات ناعمة : افادت دراسات انه يمكن اضافة الركام الناعم بنسبة 30% الى الخرسانة وذلك بدون اي انخفاض في قوة الخرسانة، ويمكن انتاج خراسنة كبريتية ذات خصائص طبيعية جيدة، و قوة ضغط (78 N mm²) ومعامل امتصاص 0.5% وهي نسب تزيد عن الخرسانة التقليدية المعروفة، وذلك باستخدام الكبريت المعدل مع الركام الناعم.

- استخدام نفايات السيراميك فقط مع الخرسانة : ركزت دراسات اخرى على استخدام ركام السيراميك فقط في صناعة الخرسانة والمعاجين والملاط، وكانت الدراسة عن استخدام ركام السيراميك في الخرسانة غير الهيكلية وأظهرت نتائجها مقاومة جيدة للتآكل وقوة الشد، وأظهرت الدراسة ايضا امكانية صناعة الواح من الخرسانة من خليط الاسمنت مع ركام السيراميك لما له من متانة كبيرة، وكما اظهرت الدراسات السابقة ان معدل امتصاص الماء لهذه الخلطات يكون عالي، وتغلب على ذلك جزئيا بالوصول الى التشبع المائي للخلطة، وهناك ابحاث اخرى اجريت عن امكانية استبدال نفايات السيراميك كإضافات خشنة الى الخرسانة الهيكلية، بالرغم من تحفظات آخرون على هذا الموضوع، واجرئ تحليل لثلاثة انواع من النفايات لبلاط الارضيات (الطينة غير المحروقة –الغبار –المنتجات المحروقة والمطحونة) كطبقة حشو تحت طبقة الرصف الاساسية، وكبديل عن المواد الطبيعية التي تضاف الى الخرسانة ، يدل على انه يمكن استخدامها في الخرسانة غير الهيكلية (البلوكات الخرسانية) بقوة 40-50 كجم/سم² وفي عام 2007 استخدم Binici نفايات السيراميك المحون لطوب الخفاف كبديل جزئي للركام الناعم في صناعة الخرسانة والملاط ، وكانت خصائص المنتجات الناتجة هي : قوة ضاغطة جيدة – مقاومة جيدة للخدش – اختراق اقل من قبل الكلوريدات وذلك يعزز ويقوي من قدرة الخرسانة المستعملة، وكانت هناك دراسة عن استخدام نفايات منتجات البورسلين الكهربية (مثل العزل الكهربية وغيرها) في الانشاءات الخرسانية، وكانت النتيجة سلبية لوجود نسبة عالية من القلويات في الخرسانة وذلك استوجب استعمال اسمنت مقاوم للكبريت، ومن الدراسات وجد ان اضافة من 10-15% نفايات سيراميك خشن من انواع مختلفة من السيراميك كبديل جزئي في الخرسانة يجعل قوة الخرسانة كما هي، ولكن اضافة نفايات السيراميك بنسبة من 15-20% تصبح القوة كما هي في حالة نوعيات معينة من نفايات السيراميك، اما اضافة من 30-20% من السيراميك يضعف قوة الخرسانة في كل الحالات .

- استخدام نفايات السيراميك الحمراء : من الدراسات وجد أن استخدام

طعام عضوية، وهذه الخدمات (الحكومية والمجتمعية والشركات) كلها خدمات غير ربحية، ويجب على من يقوم بها ان يكون متطوع عن اقتناع بالفكرة، حتى لا يمثل تجميع نفايات السيراميك عبئا اقتصاديا اضافيا على الصناعة ومن هنا يظهر اهمية نشر الوعي البيئي في المجتمع .

- التعاون مع المراكز البحثية والجامعات في مجال التصميم : لوضع تصميمات ايكولوجية للمنتجات المعاد تدويرها تتماشى مع فكرة دورة حياة طويلة للمنتج، وايضا تصميمات تتماشى مع تكنولوجيا إعادة التدوير في المصانع، ويكون الشكل بسيط لتحسين الانتاج، والحد من استخدام الاكاسيد المعدنية (الملونات) لكونها ضارة، وتبسيط عمليات التصنيع عن طريق حذف الزخاف على المنتجات، ويجب اختيار التصميمات التي تتكيف مع مختلف اساليب تناول الطعام، فضلا عن الاستخدام المتكرر، بالإضافة الى سهولة غسلها وتخزينها، مع دراسة جماليات التصميم للمنتج لترويج بيعه .
- انشاء اسواق ايكو (Eco-Market) لمنتجات ادوات المائدة المعاد تدويرها، ولتعزيز هذه الاسواق وكذلك تشجيع الموردين على الدخول في مجال منتجات الايكو وضعت الحكومة اليابانية قانون بشأن تعزيز المشتريات الخضراء، الامر الذي جعل المؤسسات الحكومية تبادر بشراء منتجات ادوات المائدة الخزفية المعاد تدويرها مثل شراء المؤسسات التعليمية هذه المنتجات لخدمات التغذية المدرسية وذلك يعزز بيع هذه المنتجات ، ووضع علامة الايكو على المنتجات المصنعة بهذه الطريقة لاثبات انها مرت بالفحوصات اللازمة للسلامة والامان من الجهات المختصة لطمئنة المستخدمين لتشجيعهم على الاقبال على شراء هذه المنتجات، ونجد ان التعزيز الحكومي عن طريق سن القوانين، ووضع علامة ايكولوجية على المنتجات لإثبات سلامتها، من الاشياء الهامة جدا والداعمة لهذه المشروعات، وتساهم في الترويج لهذه المنتجات.
- اثبتت الدراسات السابقة انه يمكن اضافته نسبة من 20-50% من نفايات سيراميك ادوات المائدة بدون حدوث مشاكل في الانتاج، وكذلك نقص الانبعاثات الكربونية الناتجة عن الحريق بنسبة 33% مع اضافة 50% نفايات، ويقل درجة حرارة الحريق حوالي 200⁰ م، وهذه النتائج جيدة جدا وتشجع على الدخول في هذا المشروع الاقتصادي، الذي يوفر الخامات ويوفر الطاقة، ويوفر فرص عمل للشباب.

تحليل التجربة الاسبانية في اعادة تدوير نفايات منتجات السيراميك :

- في اسبانيا اكبر نسبة من نفايات الهدم في الاتحاد الاوروبي وهي تقدر بـ 40 مليون طن سنويا، اي ما يعادل 2 كيلو جرام لكل ساكن يوميا، وهذه النفايات معظمها نفايات سيراميك بنسبة حوالي 54%، ونتيجة لازدياد كميه التراكمات من مخلفات الهدم بشكل كبير جدا، فأصبحت الدراسات والابحاث متوجهة الى وضع حلول لهذه المشكلة التي تؤدي الى التلوث البصري، وكذلك الاستفادة من هذه المواد، ومن الطاقه التي اهدرت في صناعتها في منتجات جديدة او استبدالها مكان بعض الخامات في صناعات معروفة .
- جميع الصناعات التي قامت على اعاده التدوير كانت لها دراسات سابقة في مراكز ابحاث، وهو شيء اساسي جدا قبل البدء في أي صناعة أو مشروع .
- تتم اعادة تدوير نفايات الهدم بأكثر من طريقة هي :
- صناعة الخرسانة الهيكلية وغير الهيكلية و صناعة الملاط وذلك بإحلال جزئي أو كلي لنفايات الهدم مكان المجموعات الطبيعية من الحصى والرمل وغيرها في الخرسانة والملاط، فيمكن اضافة نسبة 20% الى الخرسانة، ويمكن زيادة النسبة في الملاط حتى 50% .
- يستخدم كطبقة تحتية تحت الطبقة الاساسية عند رصف الطرق وتحت الاساسات.
- استخدام نفايات السيراميك فقط في صناعة الخرسانه والملاط يعطي قوة اكبر للخليط وخصوصا نفايات منتجات الصحي، واستخدام السيراميك المعاد تدويره في صناعة الخرسانات الهيكلية وغير الهيكلية يعطي لها مميزات اضافية وهي : اخف وزنا قليلا من الخرسانة التقليدية –عمرها الزمني اطول –قوتها الميكانيكية كبيرة –قوة الضغط عالية، تماسكها واندماجها عالي جدا وبالتالي تكون غير منفذه للسوائل .

أخف وزنا من البلاط المصنوع بنسبة 100% خامات طبيعية، وبذلك كان تصديره بنسبة اكبر نظرا لخفه وزنه نوعا . Johnson Tiles



شكل رقم (9) يبين شكل نفايات السيراميك

• مشروع نفايات صفر في سيراميك الحياة :

تصنيع بلاط السيراميك يولد ما يقرب من 3 ملايين طن من النفايات سنويا في اوربا، و عملية التصنيع والحرق تغير من تركيبة الخامات الداخلة في البلاط، و ذلك يعني انه يمكن اضافته هذه النفايات في الصناعة بنسبة صغيرة، ومن الاختيارات القليلة المتاحة ايضا هو استخدامها كمواد حشو في صناعة البناء والتشييد وذلك منخفض القيمة بالنسبة لنفايات السيراميك، وتذهب كميات كبيرة من نفايات السيراميك الى اماكن تخزين النفايات، ولذلك كان من الضروري تطوير منتجات جديدة للإستفادة من هذه النفايات المتاحة، وكذلك ابتكار تكنولوجيا تساعد على تحقيق هذه الاهداف، ويسعى المشروع الى تطوير نوع جديد من بلاط السيراميك للاستخدام في الهواء الطلق، مثل تغطية المناطق الحضرية والمدن، والاستفادة من نسبة عالية من نفايات السيراميك في الجسم والطلاء، وسوف يستخدم فيها جميع انواع نفايات السيراميك ، وكذلك يمكن استخدام الزجاج المعاد تدويره، و قام الباحثون بتصميم جسم المنتج الجديد وكذلك الطلاء الزجاجي الذي سوف يغطيه، وهذا الطلاء الزجاجي مكون من مواد خزفية و غير خزفية، فيضاف الى تركيبة الطلاء الزجاجي الجديد نسبة حوالي 20% من الزجاج المعاد تدويره، و تتم ايضا عملية تصميم مستدامة بهدف تصنيع بلاط جديد وذلك باستخدام تكنولوجيا الطحن ثم التثبيت الجاف (مجفف التدرية)، و اجراء اختبارات معملية لضبط عملية الانتاج . LIFE CERAM

تحليل التجربة اليابانية في اعادة تدوير سيراميك ادوات المائدة :

- التعاون مع مراكز بحثية وجامعات : بداية عند التفكير في موضوع اعادة التدوير يجب ان يتولى الموضوع الباحثين في هذا المجال لإثبات ان هذا الموضوع ناجح عمليا من ناحية خلو المنتجات من المشاكل وخلافه، وهذا ماحدث في منطقة مينو لإعادة تدوير سيراميك ادوات المائدة، و هذا يعني انه يجب اجراء دراسات سابقة قبل اي مشروع حتى يتسنى له النجاح.
- زيادة الوعي البيئي في المجتمع : يجب تهيئته المجتمع حتى يستطيع أن يشارك بفاعليه في مشاريع اعادة تدوير نفايات السيراميك كخدمات عامة، وتجميع نفايات السيراميك تتطلب جهد حكومي وشعبي، والجهد الحكومي يأتي بمساعدة المحليات في تجميع سيراميك ادوات المائدة المستهلكة بعيدا عن بقية القمامة، حتى يسهل تجميعها بعد ذلك، والجهد الشعبي يتمثل في انشاء مجموعات وافراد في عملية جمع هذه النفايات كخدمة مجتمعية، وتعاون شركات مثل بيع الخضروات العضوية باستخدام نظام عضوية التسليم بالمنزل، وهي تقوم بجمع المنتجات التي يراد اعادة تدويرها وكذلك القيام بدور هام آخر وهو نقل رهود فعل المستخدمين والاراء للشركات المصنعه ليس في المنازل فقط ولكن في المقاهي والمطاعم التي تقدم وجبات

- تكاليف التخلص من هذه النفايات، و يحافظ على المخزون البيئي للمواد الخام الغير متجددة، و يخفض من استهلاك الطاقة، و ينتج منتجات منخفضة التكاليف نوعا، ومميزات اجتماعية وهي اشراك المجتمع في هذه المشروعات، وتوفير فرص عمل للشباب .
- استخدام نفايات السيراميك في مجال الانشاء والبناء ينتج خرسانه لها قوه ميكانيكية وقوه ضغط ومثانه كبيرة، وتكون خفيفة الوزن نوعا، ولها مقاومة جيدة للتحلل، وعمرها الافتراضي اطول من الخرسانه التقليدية.
- اضافة نسبة حوالي 20% من نفايات السيراميك الى الخرسانة يجعلها ذات مواصفات اعلى من الخرسانه التقليدية.
- اضافة نسبة حوالي 50% من نفايات السيراميك الى الملاط لا يغير في مواصفات الملاط، وبدون حدوث مشاكل.

التوصيات :

- يجب تبني الجامعات الدراسات الخاصة بالمشروعات القائمة على اعادة التدوير بصفة عامة لاقامة مجتمعات مستدامة.
- يجب اقامه مراكز بحثية متخصصة (تكنولوجية وتصميمية) في مشروعات اعادة التدوير وبصفة خاصة اعادة تدوير السيراميك، كدراسات سابقة لهذه المشروعات قبل البدء فيها ويمكن ان تتبني هذه المراكز الدولة او الشركات الكبرى أو المتوسطة .
- يجب تبني فكرة استخدام نفايات الهدم في الخرسانة والملاط والعجائن، وكذلك في رصف الطرق للقضاء على التلوث البصري الحادث من تراكمات نفايات الهدم والاستفادة من هذه النفايات.
- يجب تبني فكرة استحداث منتجات جديدة للسيراميك المعاد تدويره مثل بلاطات تستخدم في الهواء الطلق للتكسيات الخارجية في المدن وغيرها، وتكون اسعارها اقتصادية، بدلا من لون الطوب الاحمر الطاغى على كل مبانينا، نتيجة لارتفاع سعر الخامات التي تغطي بها المباني من الخارج.

المراجع References:

- عبد الواحد، انورمحمود و آخرين , (1981), "معجم الحراريات والافران الصناعية", مؤسسة الاهرام , القاهرة.
- Romualdo, Rodrigues) & 2012 "(Recycling of Mine Wastes as Ceramic Raw Materials: An Alternative to Avoid Environmental Contamination, Environmental Contamination, "Dr. Jatin Srivastava (Ed.), ISBN: 978-953-51 -Available from: <http://www.intechopen.com>.
- Yoshikazu, Hasegawa&Others, (2008), "Green Life 21", Japan, Available from: RED Objects ,Collaboration in Experimental Design Research .
- Andres, Juan& Others,(2010). "Re-Use of Ceramic Wastes in Construction, Ceramic Materials", Wilfried Wunderlich (Ed.), ISBN: 978-953-307-145-9, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com>.
- Cerame-Unie A.I.S.B.L, "The European Ceramic Industry Association", Belgium, from www.cerameunie.eu.
- Johnson Tiles - excellence in green manufacturing, from www.johnson-tiles.com
- LIFE CERAMICS , "Zero waste in ceramic tile manufacture", LIFE ١٢ ENV/ES/٠٠٠٢٢٠, from <http://www.lifeceram.eu>.

- تستخدم نفايات السيراميك بنسبه 27% في المنتجات الحرارية (نفايات المنتجات الحرارية)، وتضاف نفايات السيراميك بنسبة معينة الى البلاط (الحواط والارضيات)، وتستخدم في انتاج منتجات جديدة مثل التكسيات الخارجية والواجهات بنسبة اضافة عالية لنفايات السيراميك.

تحليل لتجربة بلاط جونسون في انجلترا:

شركة جونسون تقوم على فكرة الاستفادة من نفايات السيراميك وفي نفس الوقت تحقيق اعلى مستوى ممكن من المعايير البيئية في الصناعة ، وبذلك منعت اكثر من 20000 طن من نفايات السيراميك بدلا من ارسالها الى مكبات النفايات الى اعادة تدويرها في صناعة البلاط مرة اخرى، وانخفضت نسبة انبعاث الكربون في الصناعة، واضيفت نفايات السيراميك في صناعة البلاط بنسبة 28% بدون مشاكل في الانتاج، وهذه التجربة ناجحة وحازت على جوائز كثيرة فيجب ان ندرسها بعناية حتى نستطيع ان نستفيد منها.

تحليل لمشروع نفايات صفر في سيراميك الحياة :

قامت فكرة المشروع على الاستفادة من نفايات السيراميك في منتجات جديدة بتكنولوجيا جديدة، بدلا من استهلاكها في الخرسانة والملاط ورصف الطرق ، وهذه الاستخدامات بالنسبة لنفايات السيراميك منخفضة القيمة، وكانوا يهدفون في هذا المشروع الى ابتكار منتجات جديدة للاستخدام في الهواء الطلق، مثل تكسية المناطق الحضرية والمدن، وكانوا يستخدموا في الطلاء الزجاجي نفايات الزجاج بنسبة 20% ، وذلك لتقليل تكاليف الانتاج، وهذا الفكر رائع للحصول على منتج رخيص وجميل.

النتائج Results:

- نشر الوعي البيئي في المجتمع من الخطوات الهامة والاساسية لدعم مشروعات اعاده تدوير نفايات السيراميك و ذلك لتهيئه المجتمع حتى يستطيع أن يشارك بفاعليه في مشاريع اعادة تدوير نفايات السيراميك كخدمات عامة، وذلك في مجال تجميع نفايات السيراميك ، لأن مجال التجميع يجب ان يكون غير ربحي حتى لا يضيف أعباء جديدة على سعر المنتج ، لأن منتج اعادة التدوير يجب أن يكون سعره اقتصادي للترويج لتسويقه.
- دور الدولة أساسي مع الدور المجتمعي في دعم مشروعات اعادة تدوير نفايات السيراميك، فيمكن ان تدعم الدولة هذه المشاريع عن طريق تسخير اجهزة الحكم المحلي لجمع وفصل نفايات السيراميك بمفردها اثناء جمع القمامة، وكذلك تشريع قوانين داعمة لهذه الصناعة مثل الزام المصالح الحكومية بشراء منتجات السيراميك المعاد تدويرها مثلا.
- اقامة المراكز البحثية المتخصصة قبل البدء في مشروعات اعاده التدوير يعتبر من اهم الخطوات الاساسية لهذه المشروعات، حتى تستطيع هذه الصناعة ان تشق طريقها بخطوات واثقة بدون تعثر في اي مرحلة من المراحل، لأن كل مرحلة قد مرت بالبحث والتجريب قبل البدء في المشروع عن طريق هذه المراكز البحثية المتخصصة .
- ارادة الشركات و ارادة الدولة و ارادة المجتمع هم من يدفعون مشاريع اعادة تدوير نفايات السيراميك الى النجاح.
- نفايات سيراميك ادوات المائدة تدخل في صناعة ادوات المائدة المعاد تدويرها فقط، وذلك نظرا لقيمتها المرتفعة من ناحية الخامات والحريق العالي .
- تصميمات ادوات المائدة المعاد تدويرها تكون بسيطة حتى يسهل انتاجها، وجذابة و اقتصادية حتى يسهل بيعها.
- تقسيم مشاريع اعادة تدوير نفايات السيراميك الى اجزاء او خطوات واسناد كل جزئية الى شركة معينة، يعتبر ذلك من الاشياء الهامة جدا لأنه من الصعب قيام شركة واحدة بكل خطوات المشروع، المهم ان تكون الشركات متوافقة فيما بينها على هذه الشراكة .
- اعادة تدوير نفايات السيراميك له مميزات بيئية فهو يقلل من التلوث البصري الناتج عن تراكم النفايات، ويقلل من انبعاث غازات الاحتباس الحراري اثناء الحريق، ومميزات اقتصادية فهو يوفر