اقتصاديات استخدام الإطارات الخردة كبديل وقود لصناعة الأسمنت

د. عزة علي فرج، أكاديمية القاهرة

- **المستخلص:**

يقدم هذا البحث الأهمية الاقتصادية لمادة الإطارات الخردة كقيمة حرارية يمكن الاستفادة بها عند الحرق في الظروف الملائمة لتوليد الطاقة الحرارية كبديل لأنواع الوقود التقليدي، كما يبين مقدار الوفر في تكاليف الطاقة الكلية عند استخدام مخلفات الإطارات في انتاج الاسمنت، وسوف يقدم هذا البحث طريقة حساب كمية خردة الإطارات بجمهورية مصر العربية سنوياً. وذلك للسيارات المرخص لها بالسير على الطرق المصرية ، كما يوضح القيمة الاقتصادية المضافة عند مقارنة استخدام خردة الإطارات كمصدر بديل لتوليد الطاقة الحرارية بالمقارنة بأنواع الوقود الشائع استخدامه كالغاز الطبيعي والمازوت وفحم الكوك، وذلك بصناعة الأسمنت حالياً.

كما يقدم هذا البحث دراسة اقتصادية لتعظيم الاستفادة من مخلف هام وهو الإطارات المطاطية للسيارات بما يحقق نفع اقتصادي متمثل في توفير خامة الاسمنت بأسعار ملائمة على المستوى القومي، هذا بالإضافة إلى الفوائد الاقتصادية المتمثلة في القضاء على مخلف ينتج عنه اثأر صحية وبيئية ذات تكلفة اقتصادية كبيرة.

وقد أظهرت نتائج الدراسة القيمة المضافة من الناحية الاقتصادية من خلال استخدام خردة الإطارات لتوليد الطاقة الحرارية بمصانع الاسمنت وقدرتها على توفير الطاقة اللازمة لإنتاج نسبة ٥٤.٩٢% من إجمالي الإنتاج القومى السنوي للاسمنت مع تحقق فوائد اقتصادية إضافية متمثلة في خفض التكاليف الاقتصادية لإزالة الآثار

البيئية الضارة لتكاليف الوقاية والعلاج للأضرار الناتجة عن إساءة التعامل مع مخلف الإطارات المطاطية على المستوى القومي.

المقدمة:

يمثل دعم أنواع الوقود التقليدية في الموازنات العامة السنوية بجمهورية مصر العربية عباً ثقيلاً، حيث تحرص الدولة على توفير الطاقة بأسعار ملائمة لتوفير السلع والخدمات بسعر مناسب للمواطنين، كما تسعى الدولة جاهدة لدعم الطاقة لتحقيق الميزة التنافسية للمنتج المصري ولجذب الاستثمارات الجديدة في المجال الصناعي.

وقد بينت الأبحاث العلمية المنشورة الحرص العالمي لرفع كفاءة استخدام المواد الخام والمخلفات منها لتحقيق الأهداف الاقتصادية والبيئية وبخاصة لقرب نضوب العديد من الموارد الطبيعية، ومن أهم تلك الخامات، الخامات البترولية والتي يستخدم جزء هام من نواتجها في صناعة الإطارات المطاطية لما لها من أهمية كاحدى القطع الأساسية بالمركبات والتي يتم إستبدالها بمعدلات شبة ثابتة لتحقيق الأداء الأمن للمركبات بكافة أنواعها على الطرق، (Board on Energy and Environmental Systems,2006.) ويتم استبدال الإطارات المطاطية في نهاية عمرها الافتراضي للاستخدام. وتبين المدرسة البحثية الأهمية الإقتصادية لاستخدام خردة الإطارات كمصدر وقود للصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة، ومن أهم تلك الصناعات صناعة الاسمنت .

كما يحقق استخدام مخلفات خردة الإطارات كمصدر للوقود أهداف اقتصادية بيئية متمثلة في التخلص الأمن من مخلف كبير الحجم ويحتاج إلى مئات السنين للتحلل الطبيعي كما يحقق الحد من تكاليف العلاج والوقاية من الأمراض والآفات التي تنتج عن ترك مخلفات الإطارات في الأماكن المهجورة والساحات والترع والقنوات المائية بما يجعل تلك المخلفات تمثل مأوى للكثير من القوارض والحشرات نظراً لأن هطول الأمطار وتكثف قطرات الندى في الصباح الباكر ينجم عنه تخزين وحفظ كميات من المياه داخل الحيز الفراغي للإطارات بالإضافة إلى التشبع الرطب لتلك المنطقة بما يجعلها منئى وملاذ للعديد من القوارض والحشرات كالباعوض الناقل للعديد من الأمراض للإنسان والحيوان، كما يمثل هدراً لتلك المساحات الشاسعة من

الأراضي المستغلة لتكهين تلك الإطارات بها فلا يمكن الاستفادة بها، وبالتالي لا يتحقق النفع الاقتصادي منها، هذا بالإضافة إلى أن تلك الإطارات تحتاج إلى مئات السنين للفناء التام وقد أثبتت تلك الأبحاث ذلك .

(Blackman,A.,&Palma,A.,2002.)

وقد أظهرت الأبحاث العلمية أهمية الحصول على الطاقة من مادة الإطارات المطاطية الخردة ، حيث أنها مصنعة بنسبة كبيرة من مواد بترولية ذات قيمة حرارية عالية وبينت أهمية الطاقة الكامنة في مخلفات الإطارات المطاطية حيث وضح التقرير (Tuler, S.,& others, 2013) أنها قادرة على إنتاج طاقة حرارية بقدرة اعلي من الوقود الاحفوري لوحدة الأوزان المكافئة (مثل السولار والمازوت والفحم) ، كما أن نواتج العوادم أقل تلويثاً بالبيئة عند استخدامها كوقود من بعض أنواع الوقود الأخرى، كما بين أهمية وضع منظومة تحقق آلية إدارة مخلفات الإطارات لتعظيم الاستفادة منها كمصدر بديل للوقود في العديد من الصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة.

كما بينت الدراسة أن مخلفات الإطارات ممكن أن تستخدم كمصدر بديل بكفاءة عالية لتوليد الطاقة الحرارية بمفردها أو بإضافتها إلى أنواع أخرى من الوقود مثل الفحم دون أية إضرار بيئية، كما وضحت ضرورة استخدام التكنولوجيا الملائمة لعملية حرق مخلفات الإطارات بهدف الحصول على الطاقة القصوى منها وتحقيق الأهداف الاقتصادية وضمان عدم الإضرار بالبيئة .

وفي بحث أخر بين الباحث (Juma, M., & others, 2006) خصائص الإحلال الكيميائي والحراري لمخلفات الإطارات المطاطية، كما بين خصائص المواد المكون منها مخلف الإطار المطاطي وخصائص الحريق لها ومكونات العوادم الناتجة، وبين أن حرق مخلفات الإطارات في ظروف ملائمة للحرارة تكون ما بين ٢٥٠ – ٥٥٠ درجة مئوية، كما ناقش خصائص الحريق ومكونات الغازات العادمة الناتجة عنها وأهمية مراعاة ذلك عند استخدام الإطارات الخردة كبديل للوقود بشكل عام. وفي دراسة بحثية متخصصة (NAKAJIMA, Y., & MATSUYUKI, M.,1981) نحو استخدام خردة الإطارات كبديل للوقود في صناعة الاسمنت بين الباحثون أن اليابان تعاني مشكلة حادة في توفر الأراضي وبالتالي لا يمكن هدرها

كساحات للتخلص من الإطارات الخردة، وبخاصة أن حجم المخلف من تلك الإطارات ي اليابان يصل إلى ٥٠ مليون إطاراً سنوياً عند إجراء الدراسة، ولذلك فقد تعاونت شركات إنتاج الإطارات مع شركات إنتاج الاسمنت بهدف استخدام واستحداث تقنيات حديثة يتم من خلالها سحق مكون مخلف الإطارات المطاطية بعد التبريد الشديد للإطارات الخردة بدرجات حرارة منخفضة وتحويله إلى مسحوق يتم استخدامه بكفاءة كوقود في صناعة الاسمنت.

وفي تقرير بحثي (Saidur, R., & Others ,2011) لبيان أهمية الطاقة في تحقيق التنمية البشرية والنمو الاقتصادية للدول، فقد وضح أن ٣٧% من الطاقة المنتجة عالمياً يتم استهلاكها في المجال الصناعي والإنتاجي مع توقعات بزيادة تلك النسبة في الأعوام القادمة، كما بين أن الطاقة تولد حالياً من مصادر أساسية ناجمة عن المنتجات البترولية والفحم والغاز الطبيعي بشكل عام، كما وضح الآثار البيئية الضارة الناجمة عن توليد الطاقة من حرق الوقود، وبين أن قطاعات الصناعة والإنتاج بما تستهلكه من إجمالي الطاقة المولدة على المستوى العالمي ويعد هدفاً رئيسياً للبحث عن بدائل الطاقة وترشيدها بهدف تحقيق البعد الاقتصادي والبيئي واستخدام التكنولوجيات والسياسات المناسبة، كما أكد أن من الصناعات الهامة وكثيفة الاستهلاك للطاقة هي صناعة الاسمنت .

وفي دراسة بحثية (Potgieter, J., 2012) لتحديد أهمية منتج صناعة الاسمنت فى التنمية ومدى تأثير تلك الصناعة على البيئة وأهمية هذا المنتج لتأثيره على صناعة التشييد والبناء، اظهر البحث أهمية استخدام بدائل الوقود لما لذلك من قيمة مضافة من حيث توفير الطاقة اللازمة للصناعة بأسعار ملائمة مع الأخذ بعين الاعتبار الأهداف البيئية والتنمية المستدامة التي تسعى إليها كافة المجتمعات، وبين الباحث أهمية دراسة جدوى استخدام الإطارات الخردة كمصدر لتوليد الطاقة.

وفي بحث (Naik, T., 2002) عن أهمية استخدام مخلفات الإطارات في الولايات المتحدة بين الباحث أنه سنوياً يتم تخريد ٢٧٣ مليون إطار بما يعادل ٣.٦ مليون طن سنوياً، وبين الباحث أهمية استخدام الإطارات الخردة في إنتاج الطاقة كمصدر للطاقة بالإضافة الى العديد من الاستخدامات الأخرى لمادة خردة الاطارات في مجال إنشاء الطرق.

وفي دراسة بحثية (Trezza, M., & others ,2004) متخصصة في إختبار خصائص منتج الاسمنت عند اختلاطها بمخلفات الحريق للوقود المستخدم من النفايات قد قسم الباحث عند إجراء تجاربه لإنتاج الاسمنت باستخدام وقود النفايات إلى مجموعات أحداها مخلفات ونفايات بترولية ومن بينها الإطارات الخردة، وقد بين الباحث أن إطارات الخردة والقدرة الحرارية العالية من المخلفات المنتجة من البترول ذات قيمة عالية وليس لها تأثير سلبي على خصائص الاسمنت الذي يتم إنتاجه باستخدام تلك النفايات لتوليد الطاقة بما يرجح أهمية استخدام الإطارات الخردة كوقود لإنتاج الاسمنت.

وفي بحث أخر بين البحث (KARA, M.,& others, 2008) أنه في السنوات الأخيرة مع ازدياد تعداد السكان تزداد سنوياً كمية المخلفات بأنواعها المختلفة، كما بين أهمية الاستفادة من المخلفات الصلبة للمدن بما فيها مخلفات الإطارات كمصدر بديل لتوليد الطاقة، كما أن استخدام المخلفات الصلبة كمصدر للوقود تقدم خدمة بيئية جليلة في الحد من كمية المخلفات وتحقيق الاستفادة الاقتصادية منها كمصدر للطاقة، وبين أهمية تحقق ذلك في العديد من دول الاتحاد الأوروبي لتحقيق منفعة اقتصادية مزدوجة من تخفيض كمية المخلفات الصلبة بالمقالب العمومية واستخدام تلك المخلفات كبديل ملائم لتوليد الطاقة.

وفي بحث (**Xue-jian , X., & others, 2009**) معني بنفايات الإطارات والأهمية الاقتصادية والبيئية لها بين أن خردة الإطارات المطاطية يجب الحرص على إعادة استخدامه وإطالة عمر التشغيل له وذلك بتجديد الإطار بقدر الإمكان والاستفادة من الخامة المصنع منها الإطار عند تحويله إلى خردة كما بين أهمية ذلك للتقليل من استنزاف الخامات والمواد غير المتجددة لتحقيق المنافع الاقتصادية والبيئية، كما وضح أهمية وضع المنظومات والقوانين التشريعية التي تضمن تحقيق ذلك مع الاستفادة من الإطارات المخردة وتدويرها لتحقيق التنمية المستدامة بجمهورية الصين الشعبية.

وفي دراسة متخصصة (Achilias, D., 2012) بينت القصور الحالي للتعامل مع مخلفات الإطارات ووضحت أن تلك المخلفات قد بلغت البلايين على مستوى العالم حيث أنها في تزايد دائم مع زيادة أعداد السكان والطلب على الرفاهية

في استخدام المركبات، كما وضحت أن هناك نسبة منها يتم تجديدها لإعادة الاستخدام، وعلى الرغم من ذلك فان تلك الإطارات سوف تخرد في نهاية المطاف، كما بينت أن هناك بعض الاستخدامات لمكونات تلك الإطارات المخردة وان نسبة منها تستخدم كوقود وذلك كبديل للوقود التقليدي وأوصت باستخدام فلاتر كيميائية يحدد استخدامها من خلال سن القوانين اللازمة لضمان عدم احتواء الغازات العادمة من تلك المصانع على الأكاسيد والمعادن الضارة بالبيئة.

وفي دراسة (Monteiro, L., & others,2013) معنية بالبيئة داخل المصنع وبالأحياء القريبة من مصانع الاسمنت بين البحث تأثير الملوثات الناتجة عن الحرق عند توليد الطاقة باستخدام وقود المخلفات بشكل عام ومدى ارتباط ذلك بالإضرار البيئية، وبين أهمية توعية العاملين بتلك الصناعة وبالسكان القاطنين بالمناطق القريبة منها بالآثار السلبية البيئية لتلك المصانع، كما وضح أن رجال الصناعة معنيين بشكل عام بخفض التكاليف باستخدام نفايات وقود من مخلفات المواد البترولية والتي تشمل خردة الإطارات لتحقيق المنافع الاقتصادية وأوصى بأهمية سن القوانين التي تضمن استخدام التكنولوجيات الملائمة لحجب الملوثات الضارة بالبيئة.

وفي دراسة محلية تهتم بتدوير مخلفات الإطارات بجمهورية مصر العربية، قدمت الدراسة بدائل التدوير على المستوى العالمي ومن بينها بديل استخدام مادة الإطارات كوقود، وقد تناولت بالبحث في دراسة ميدانية (عزة – ٢٠١٠) أهمية المحافظة على الإطارات المطاطية كجزء أساسي في تكاليف التشغيل للمركبات، وأهمية إطالة العمر التشغيلي من خلال الاستخدام الأمثل لها وتجديد الإطارات كلما أمكن ذلك بهدف تقليل المستهلكات السنوية للإطارات المطاطية على المستوى القومي ، حيث وضحت أن جمهورية مصر العربية تستورد نسبة ٦٦.٤% من الإطارات مما يؤثر سلباً على ميزان المدفوعات، كما بينت الدراسة القيمة الاقتصادية من استخدام مادة مخلفات الإطارات في منتجات يدوية بدائية من خلال تجربة قرية ميت حارون.

وفي كتاب متخصص (Milford, J., & others 2013) لتحقيق الجدوى الاقتصادية للإستفادة من المخلفات المتنوعة وضح أهمية دراسة الجدوى الاقتصادية

لتحويل تلك النفايات إلى طاقة، عند استخدامها كمصدر بديل للوقود لتوليد الطاقة الكهربائية، وبين أن عناصر التكلفة لاسترجاع الطاقة الحرارية المختزنة من المخلفات الصلبة تتمثل في إعداد المخلفات وتجهيزها بالإضافة إلى تكلفة العناصر المرتبطة بإنشاء محطة التجميع والتجهيز بما في ذلك وحدات الغلايات والتربينات والمنظومات المتعددة لاسترجاع الطاقة.

وقد أظهرت الأبحاث الحديثة (Arachchige, U., & others, 2014) و(Wang, S.,& **others,2012**) أن لصناعة الاسمنت وتقنياتها ميزة خاصة في إمكانية الاستفادة من الطاقة الحرارية لنواتج الحريق والعوادم بمداخن المصنع عن طريق تحويل تلك الغازات والجسيمات قبل صرفها للهواء وهي بدرجات حرارة عالية مع احتوائها على العديد من أكاسيد المخلفات الضارة. حيث بين الباحثون أن هناك تقنيات حديثة مستخدمة بالفعل في مصانع إنتاج الاسمنت، حيث يتم الاستفادة من الطاقة الحرارية بتلك الأبخرة بالإضافة إلى إمكانية احتباس الأكاسيد والجسيمات العالقة بها والضارة بالبيئة بخام الاسمنت، مما يجعل صناعة الاسمنت مرشحة وبقوة لاستخدام المخلفات البترولية ومن بينها خردة الإطارات كمصدر للوقود بتلك الصناعة بما يحقق الأهداف الاقتصادية والبيئية في أن واحد، حيث أن حبس **CO2** من الغازات العادمة وعدم دفعها مع الغازات العادمة في الهواء ورفع الكفاءة الحرارية لاستخدام الوقود من خلال تدوير الغازات العادمة واحتباس مركبات الأكاسيد الكربونية قبل صرفها في الغلاف الجوي يحقق الأهداف الاقتصادية والبيئية .

وفي بحث يهدف إلى استرجاع الطاقة من الإطارات الخردة، بين الباحث الأهمية الاقتصادية للاستفادة من خردة الإطارات المطاطية بهدف توليد الطاقة، كما وضح الأزمات الاقتصادية التي تمر بها بويرتو ريكو نظراً لعدم توفر الطاقة بأسعار ملائمة (Eddie, N., 2014) لما له أثر سلبى على جذب الاستثمارات حيث ترتب عنه ذلك ركود اقتصادي، كما بين الإضرار البيئية الناجمة عن إساءة استخدام تلك الإطارات المكهنة.

ونظراً للأهمية الاقتصادية لتوفير بدائل الوقود في صناعة الاسمنت بأسعار ملائمة تمكن من توفير المنتج بأسعار مناسبة لتلبية احتياجات صناعة التشييد والبناء بجمهورية مصر العربية. وبخاصة أن الأدبيات العلمية قد بينت أهمية الطاقة تكلفة

الطاقة في صناعة الاسمنت (Radwan, A., 2012) حيث تمثل تكلفة الطاقة في صناعة الاسمنت ما يقارب ٤٠% من التكلفة الكلية للإنتاج.

ويقدم هذا البحث دراسة اقتصادية لتقييم الاستفادة من خردة الإطارات المطاطية سنوياً واستخدامها كوقود بديل في صناعة الاسمنت، وسوف يتم تحديد الوزن الكلي لمخلفات الإطارات المستهلكة سنوياً بجمهورية مصر العربية مع تحديد كمية الطاقة الحرارية التي يمكن الحصول عليها منها وكذلك تحديد احتياجات الطاقة الحرارية اللازمة لإنتاج الأسمنت، مع إظهار الآثار البيئية السلبية الناجمة عن إساءة استخدام خردة الإطارات والقيمة الاقتصادية المختزنة في مخلفات تلك الإطارات المهدرة سنوياً، ومدى قدرتها على توفير الطاقة اللازمة لصناعة الاسمنت بما يحقق مردوداً اقتصادياً على الاقتصاد القومي متمثلاً في توفير الطاقة اللازمة لإنتاج الاسمنت بأسعار ملائمة مع توفير أنواع الوقود التقليدية المستخدمة حالياً لاستخدامات في صناعات أخرى في حاجة لها.

مشكلة البحث:

تمثل الكمية الهائلة لخردة الإطارات السنوية بجمهورية مصر العربية للمركبات بأنواعها المختلفة قيمة اقتصادية مهدرة، بالإضافة أنه يمكن أن يستفاد بمخلف الإطارات كبديل للوقود التقليدي لتوليد الطاقة الحرارية في الصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة كما في العديد من دول العالم، ويمثل عدم الاستفادة بخردة الإطارات احد أسباب حدوث مخاطر صحية وبيئية كنتيجة للحرق للبعض منها غير المقنن ضمن المخلفات بما يولد العديد من العوادم والانبعاثات السامة، أو من خلال الترك في الساحات وبجانب الطرق كمأوى ملائم للقوارض والحشرات الناقلة للأمراض، مما يؤدي إلى تحمل الموازنات تكاليف اقتصادية تتمثل في تكاليف الوقاية والعلاج السنوية، هذا إلى جانب تركها بالتخلص منها يشغل مساحات شاسعة لأراضي يمكن أن تمثل قيمة اقتصادية مفيدة عند استغلالها.

أهمية البحث:

١. الاستفادة من القيمة الإقتصادية المضافة لاستخدام مادة كهنة الإطارات المطاطية كبديل وقود لصناعة الاسمنت بتكاليف محدودة.

٢. دراسة مقدار خفض تكاليف إنتاج الاسمنت في حالة استخدام خردة الإطارات كمصدر بديل للوقود.

أهداف البحث:

١. تحديد القيمة الاقتصادية المضافة لاستخدام خردة الإطارات المطاطية السنوية كبديل للوقود التقليدي لتوليد الطاقة الحرارية لصناعة الاسمنت بجمهورية مصر العربية.

٢. اظهار أهمية استخدام خردة الإطارات كمصدر للوقود لصناعة الاسمنت بما يحقق خفض لتكاليف إنتاج الاسمنت بجمهورية مصر العربية.

فروض البحث:

١. تمثل خردة الإطارات المطاطية السنوية بجمهورية مصر العربية قيمة اقتصادية عند استخدامها كوقود في صناعة الأسمنت.

٢. تحقق خردة الإطارات المطاطية السنوية منافع اقتصادية بما تولده من طاقة حرارية كبديل لأنواع الوقود التقليدية المعتاد استخدامها حالياً.

منهجية البحث:

تحليل للبيانات التي تم الحصول عليها من الوثائق المنشورة عالمياً بشأن الخبرات الاقتصادية والفنية لتعظيم الاستفادة من مخلف كهنة الإطارات للوقوف على:

- تحديد الطاقة الحرارية لوحدة الأوزان لمادة مكهن الإطارات المطاطية.
- الوقوف على الخبرات الدولية في الاستفادة من خردة الإطارات المطاطية.
- الاثار الاقتصادية السلبية الناجمة عن إساءة التعامل معها.

دراسة ميدانية للشركات العاملة في مجال تشغيل أساطيل النقل للوقوف على:

- معدلات التخريد السنوية للإطارات المطاطية للمركبات بأنواعها وتحديد متوسط الأوزان لكل نوع منها.
- كيفية التعامل مع خردة الإطارات المطاطية.
- حصر كمية خردة الإطارات المكهن سنوياً للسيارات العاملة على الطرق

إجراء العمليات الحسابية والتحليلية:

- لتحديد القدرة الحرارية لمادة خردة الإطارات من خلال القدرة الحرارية لوحدة الأوزان من الأدبيات العلمية.

- حساب القدرة الحرارية الكلية للكمية المخردة سنوياً، وتحديد احتياجات إنتاج طن الاسمنت من الطاقة الحرارية من الأدبيات العلمية لتحديد القدرة الإنتاجية لاستخدام المخلف السنوي لكهنة الإطارات المطاطية كوقود بديل.

مصادر البيانات :

١. الابحاث العلمية المنشورة .
٢. بيانات الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء- جمهورية مصر العربية عن عام ٢٠١٤ .
٣. المركز العربي للبحوث والدراسات -٢٠١٤ .
٤. شركة شرق الدلتا للنقل والسياحة، شارع الطيران، مدينة نصر، القاهرة.
٥. هيئة النقل العام، امتداد شارع رمسيس، الجبل الأحمر، القاهرة.

أولاً: التعامل مع خردة الإطارات ميدانيا بجمهورية مصر العربية

من خلال البحث والمتابعة الميدانية يمكن ملاحظة الكمية الهائلة من خردة الإطارات المطاطية الملقى على الطرق وبخاصة بين المدن أو بجوار ورش إصلاح واستبدال الإطارات المطاطية، هذا بالإضافة إلى الأكوام الكبيرة منها التي يحتفظ بها لحين التخلص منها بجراجات شركات النقل وورش الإصلاح والصيانة التابعة لها، كما أن هناك كميات هائلة من خردة الإطارات يتم التخلص منها من خلال صناديق تجميع المخلفات بالمدن والقرى على الرغم من القيمة الاقتصادية للمادة المكونة له ويعد مخلف الإطار المطاطى من المنتجات البترولية ذات القيمة الحرارية العالية ويمكن تحقيق الكثير من المنافع الإقتصادية منه عند استخدامه كبديل وقود.

ومن الاستقصاء والمتابعة الميدانية بشركات النقل العاملة فقد أفاد المسئولين والفنيين بها بأن النسبة الكبرى من خردة الإطارات المطاطية بجمهورية مصر العربية تصل إلى المقالب العمومية ويتم تجديد نسبة ضئيلة جداً منها لإعادة الاستخدام محلياً ولكنها لا تحقق العائد الاقتصادي لتكاليف التجديد كما أن نسبة محدودة من الإطارات المكهنة يتم استخدامها في منتجات أولية بدائية بتقنيات يدوية بسيطة إلا أن كافة خردة الإطارات ينتهي بها المطاف بالمقالب العمومية في أغلب الأحوال.

وبالمتابعة فأنة يتم التخلص من خردة الإطارات بالمقالب العمومية المجهزة بالدفن تحت سطح الأرض ضمن المخلفات الأخرى مع العلم أن مادة الإطارات تحتاج إلى مئات السنين للتحلل. كما أن التخلص غير الأمن لخردة الإطارات هو بالحرق ضمن المخلفات بما ينجم عنة ضرراً بيئياً ويؤثر سلباً على الصحة العامة للإنسان، وينتج عنه إضرار صحية مجتمعية جسيمة.

كما وأن حرق تلك الإطارات بالمقالب العمومية مع المخلفات دون توفر الظروف الملائمة للحرق التام لمكون خردة الإطار من حيث درجة الحرارة وكمية الهواء اللازم لإحداث الحرق الكامل تحت السيطرة لخام خردة الاطار يؤدي إلى حرق غير تام وينجم عنه انبعاثات أبخرة وعوادم شديدة التلويث للبيئة ومواد مسرطنة تسبب أمراضا خطيرة دون تحقق أية قيمة اقتصادية مضافة.

ثانياً: تحديد كمية خردة الإطارات بجمهورية مصر العربية سنوياً

تعد الإطارات المطاطية من الأجزاء المستبدلة بالسيارات المتنوعة بعد العمر التشغيلي في معظم الأحيان، والذي يحدد عادةً بإجمالي كيلو متر المسير المقطوع بالإطار وطبقاً للشروط المرورية للترخيص و السير على الطرق، وفى بعض الأحيان يتم التخلص منه كنتيجة للتلف الناجم عن الحوادث أو التلف المفاجئ لسوء الاستخدام أو التلف كنتيجة لعيوب لجودة الصناعة.

ويوجد في سيارات الصالون في الغالب خمس إطارات يستخدم إحداها كبديل عند الضرورة، وتزداد أعداد الإطارات بالمركبات طبقاً لنوع المركبة وطبيعة الاستخدام وكذا الحمولة، وتصل إلى إحدى عشر إطاراً في الأتوبيسات الكبيرة والشاحنات مع حساب الإطارات الاحتياطي منها.

ولتحديد كمية الإطارات الخردة وأوزانها سنوياً فقد تم إجراء مسح ميداني لبعض الشركات العاملة في مجال قطاع الخدمات والنقل والاستقصاء والمناقشة مع العاملين، حيث تم الاستقصاء بشكل مباشر من بعض الشركات العاملة في قطاع النقل للركاب والتي تمتلك أساطيل نقل متنوعة وذلك لتحديد معدلات استبدال الإطارات للأنواع المختلفة للمركبات العاملة على الطرق بجمهورية مصر العربية (شركة شرق الدلتا للنقل والسياحة)، (هيئة النقل العام) .

وقد تبين أن الاستبدال المعتاد للإطارات يتوقف على معدلات المسير للمركبات بأنواعها المختلفة كما اتضح من الدراسة الميدانية، وقد تم حساب كميات الإطارات المستبدلة وذلك بالجدول رقم (١) المبين لإعداد المركبات بأنواعها المختلفة والمرخص لها بالسير على الطرق المصرية خلال العام ٢٠١٤ (كتاب الإحصاء السنوي – ٢٠١٤)، وذلك كما هو مبين وقد تم حساب أوزان الإطارات المخردة لكل نوع من المركبات طبقاً لذلك سنوياً، وحساب إجمالي ما سيتم تخريده في العام ٢٠١٤، وقد تبين أن إجمالي الإطارات المخردة في ذات العام بإجمالي وزن ١٨٩١٢٢٧.٧ طن خردة إطارات، مع ملاحظة أن تلك الكميات تمثل ما يتم تخريده من الإطارات لظروف التشغيل العادية فقط، ولم يحسب ضمن تلك الكمية ما يتم تخريده من الإطارات للتلف أو لعيوب صناعة.

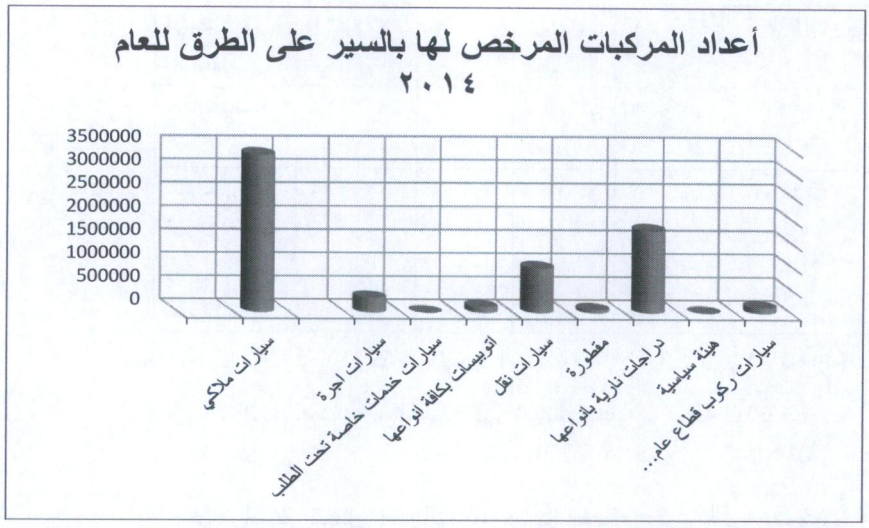
جدول رقم (١) بيان بالمخرد من الإطارات للسيارات بأنواعها المختلفةً والمرخص لها بالسير في العام٢٠١٤

نوع السيارة	العدد الكلى	أعداد الإطارات بالمركبة	معدلات الاستبدال	متوسط وزن الإطار كيلوجرام	إجمالي الوزن الكلي للإطارات المستخدمة كيلو جرام
سيارات ملاكي	٣٣٨٠١٠٤	٥	مرة كل عامان	٧	٥٩١٥١٨٢٠
سيارات أجرة	٣١٧٢٥٣	٥	مرتان في العام	٧	٢٢٢٠٧٧١٠
سيارات خدمات خاصة تحت الطلب	٢٠٩٨	٥	مرة في العام	٧	٧٣٤٣٠
اتوبيسات بكافة أنواعها	١٢٠٩٤١	٧	مرتان في العام	٥٠	٨٤٦٥٨٧٠٠
سيارات نقل	٩٦٥١٤٩	١١	ثلاث مرات في العام	٥٠	١٥٩٢٤٩٥٨٥٠
مقطورة	٦٨٧٠٠	١١	ثلاث مرات في العام	٥٠	١١٣٣٥٥٠٠٠

دراجات نارية بأنواعها	١٧٧٢٣٣٣	٢	مرة في العام	٣	١٠٦٣٣٩٩٨
هيئة سياسية	٦٢٦٤	٥	مرة في العام	٧	٢١٩٢٤٠
سيارات ركوب قطاع عام وحكومة ومحافظات	١٢٠٤٥٦	٥	مرتان في العام	٧	٨٤٣١٩٢٠

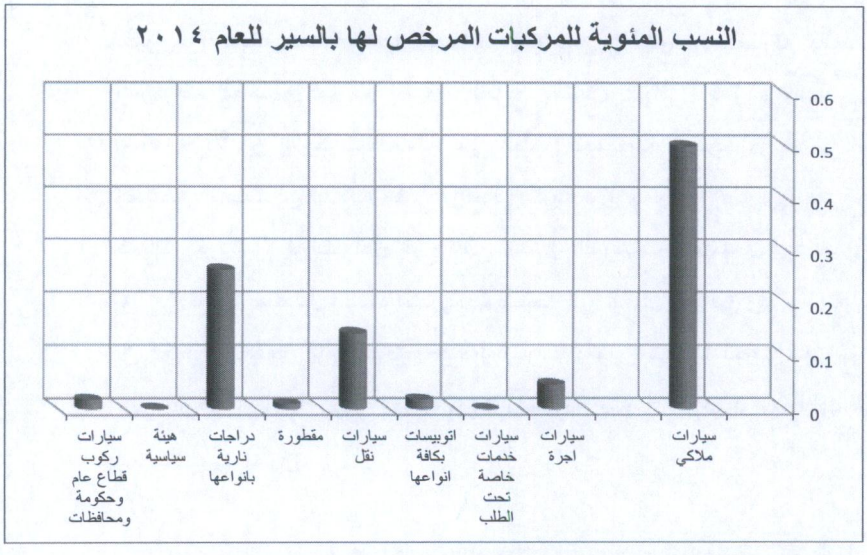
المصدر: العمود رقم (١) كتاب الإحصاء السنوي ٢٠١٤ ، العمود رقم (٢) ، (٣) ، (٤) من الدراسة الميدانية ، العمود رقم (٥) تم حسابه بواسطة الباحثة.

هذا وقد تم تحليل البيانات للمركبات العاملة على الطرق بجمهورية مصر العربية وذلك كما هو موضح بالشكل البياني رقم (١) والذي يبين أن الغالبية العظمى لإعداد المركبات المتحركة على الطرق لعام ٢٠١٤ هي للسيارات الملاكي ٣٣٨٠١٠٤ مركبة يليها الدرجات النارية بأنواعها حيث بلغت ١٧٧٢٣٣٣ مركبة . وقد تم تحليل النسب المئوية للمركبات المرخص لها بالسير على الطرق لبيان أكثرها تأثيراً من حيث العدد وكمية المخلف منها من الإطارات بالمقارنة بالعدد الكلى للمركبات العاملة، كما تم إظهاره النتائج بالشكل البياني رقم(٢) والذي يبين أن ٥٠.٠٥ % من المركبات العاملة على الطرق بجمهورية مصر العربية هي للسيارات الملاكي. وحيث أن البحث معني بإجمالي كمية أوزان خردة الإطارات، فقد تم إظهار كميات خردة الإطارات لكل نوع على إحدى للمركبات العاملة على الطرق للعام ٢٠١٤ بشكل منفصل، وذلك كما تم توضيحه في الشكل البياني رقم (٣) حيث تبين أن الكمية القصوى من كميات خردة الإطارات بالوزن هي ما تخرده سيارات اللواري على الرغم أنها لا تمثل إعداد كبيرة بالمقارنة بإجمالي إعداد السيارات الملاكي العاملة على الطرق.



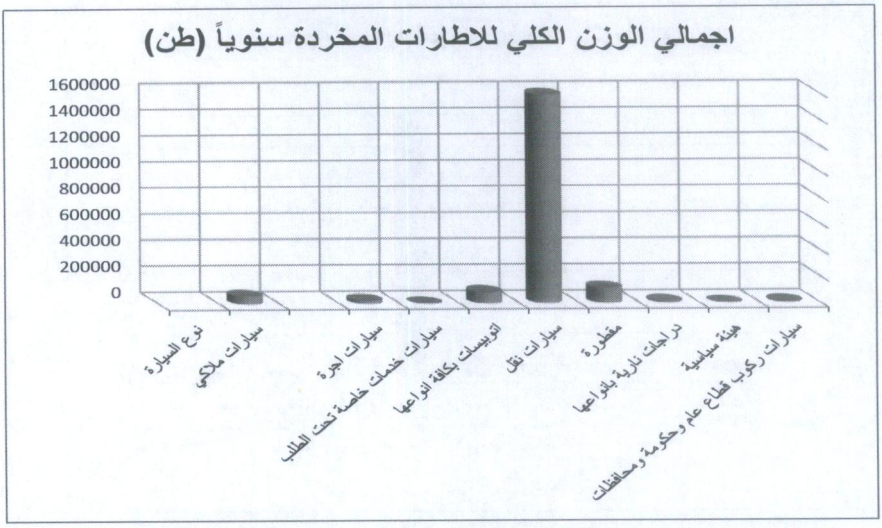
الشكل البياني رقم (١) أعداد المركبات طبقاً لأنواعها المختلفة والمرخص لها بالسير على الطرق فى عام ٢٠١٤

المصدر: تم إعداده بواسطة الباحثة من خلال البيانات المدونة بالجدول رقم (١).



الشكل البياني رقم (٢) النسبة المئوية لأنواع المركبات المرخص لها بالسير على الطرق للعام ٢٠١٤

المصدر: تم إعداده بواسطة الباحثة بالحساب من خلال البيانات المدونة بالجدول رقم (١).

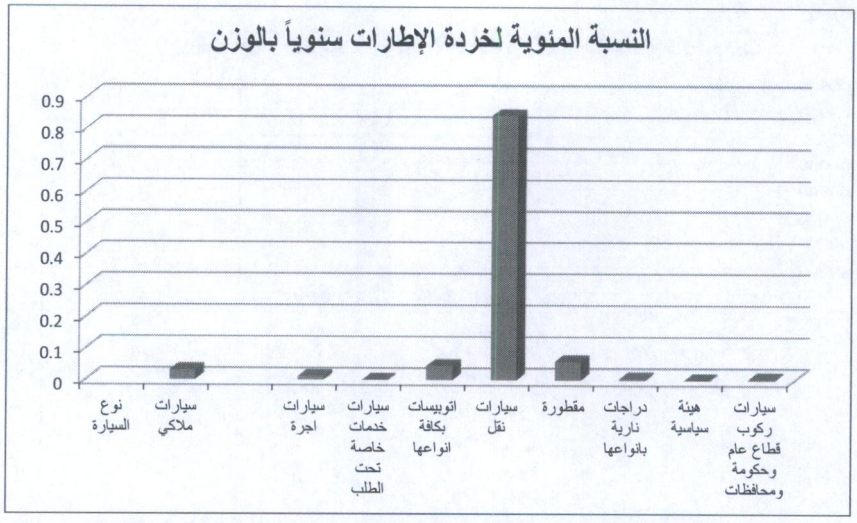


الشكل البياني رقم (٣) كمية خردة الإطارات المطاطية المتوقعة للعام ٢٠١٤ طبقاً لنوع المركبة

المصدر: تم إعداده بواسطة الباحثة من خلال البيانات المدونة بالجدول رقم (١).

ولتحديد أكثر أنواع المركبات تأثيراً للوزن الكلي لخردة الإطارات سنوياً فقد تم تحليل النسبة المئوية للوزن لكمية خردة الإطارات لجميع المركبات العاملة والمرخص لها بالسير وذلك بالشكل رقم (٤)، وقد اتضح أن سيارات النقل تمثل ٨٤.٢ % من إجمالي ما يخرد بالوزن من الإطارات، حيث يخرد منها كمية بالوزن تعادل ١٥٩٢.٥ إلف طن بالرغم أن نسبتها للعدد الكلي للمركبات يمثل فقط ١٤.٢٩ % من العدد الكلي، أما السيارات الملاكي فعلى الرغم من أن عددها الكلي يمثل ٥٠.٠٥ % من للسيارات المرخص لها بالسير على الطرق للعام ٢٠١٤ فإنها مسئولة عن تخريد ٣.١٣ % فقط من إجمالي ما يخرد من إطارات بالوزن بما يعادل ٥٩.٢ إلف طن بالمقارنة بالوزن الكلي للإطارات المخرد لعام ٢٠١٤ ، ويجب الإشارة أن القيمة المضافة هي في تجميع خردة الإطارات بالوزن بما يعني تجميع كهنة الإطارات لسيارات النقل، والتي يتبع الغالبية العظمى منها لشركات وهيئات يسهل منها تجميع

خردة الإطارات منها مع التأكيد على الأهمية الاقتصادية والبيئية لتجميع كافة خردة الإطارات بأنواعها المختلفة.



الشكل البياني رقم (٤) لبيان نسبة وزن المخرد من الإطارات المطاطية لنوع المركبة

المصدر: تم استنباطه بواسطة الباحثة من خلال البيانات المدونة بالجدول رقم (١).

ثالثاً: القيمة الحرارية لخردة الإطارات عند استخدامها كوقود

أظهرت الأدبيات العلمية الأهمية الاقتصادية للقيمة الحرارية لاستخدام مادة الإطارات المطاطية المخردة كمصدر لتوليد الطاقة الحرارية، حيث بينت أن استخدام خردة الإطارات كوقود قد يتم عن طريق حرق الإطار بكامله، أو من خلال إجراء معالجات كيميائية للحصول على المطاط المكون منه الإطار، أو من خلال السحق الميكانيكي بعد إجراء عملية التبريد الشديد للإطارات، كما بين أن ٨٩.٢ % من مكون الإطار من مادة الكربون، ٧.٣% من الهيدروجين، هذا بالإضافة إلى مكونات أخرى بنسب ضئيلة لا تمثل قيمة حرارية مضافة وذلك كما هو مبين بالجدول رقم (٢) (NAKAJIMA, Y., & MATSUYUKI, M.,1981) والذي يبين القيمة الحرارية للمواد المكون منها مادة كهنة الإطار المطاطي

جدول رقم (٢) خصائص مكون مادة الإطارات المطاطية

البيان	نسبة المكون | القيمة الحرارية
الكربون	%٨٩.٢
الهيدروجين	%٧.٣
السيلفر	%١.٨
النيتروجين	%٠.٢
الرماد	%١.٥

المصدر : (NAKAJIMA, Y., & MATSUYUKI, M.,1981)

كما أظهرت الأدبيات العلمية أن القيمة الحرارية لكل كيلو جرام من الإطارات الخردة عند استخدامها كوقود تعادل ٣٦.٨ ميجاجول/كيلو جرام (Saidur, R., & Others 2011), أي أن الطاقة الحرارية بخردة الإطارات التي يمكن الحصول عليها للعام ٢٠١٤ يمكن حسابها على النحو التالي:

القدرة الحرارية لخردة الإطارات = القدرة الحرارية لوحدة الأوزان لمادة الإطارات× وزن مادة الإطارات المخردة

القدرة الحرارية لخردة الإطارات للعام ٢٠١٤ = (٣٦.٨×١٠^{٦}) جول/كج × ١٨٩١٢٢٧٦٦

٨كج

القدرة الحرارية لخردة الإطارات للعام ٢٠١٤ كوقود =٦.٩٦ ×١٠^{١٠} مليون جول

ولتحديد الأهمية الاقتصادية لاستخدام خردة الإطارات كوقود فقد تم حساب التكلفة الاقتصادية لتوليد الطاقة الحرارية المعادلة لما يمكن توليده باستخدام خردة الإطارات كوقود (٦.٩٦×١٠^{١٠} مليون جول) باستخدام بدائل الوقود التقليدي المعتاد استخدامه في صناعة الأسمنت. ولتحديد مقدار العائد الاقتصادي المضاف من توليد الطاقة الحرارية المكافئة (٦.٩٦×١٠^{١٠} مليون جول) باستخدام خردة الإطارات فقد تم دراسة تكلفة توليد الطاقة الحرارية المعادلة باستخدام بدائل الوقود التقليدى المعتاد

استخدامها في مصانع الاسمنت بجمهورية مصر العربية وهم الغاز الطبيعي أو المازوت أو فحم الكوك. حيث يتم تزويد مصانع الاسمنت بجمهورية مصر العربية بالوقود بتكاليف على النحو التالي لكل مليون وحدة حرارية بريطانية (المركز العربي للبحوث والدراسات – ٢٠١٤)

- بالغاز الطبيعي المضغوط والمدعم بتكلفة تعادل ١١ دولار.
- المازوت ١٨ دولارا.
- فحم الكوك ٤.٥ دولار .

وحيث أن القيمة الحرارية المكافئة ٦.٩٦ × ١٠^{١٠} مليون جول حراري تعادل ٦.٥٦ × ١٠^{١٣} وحدة حرارية بريطانية، ولتوليد تلك الكمية من الطاقة الحرارية باستخدام الغاز الطبيعي والذي يولد المليون وحدة حرارية بريطانية منة بسعر متوسط ١١ دولار فانه قد تم حساب تكلفة إنتاج تلك الكمية من الطاقة الحرارية (٦.٩٦×١٠^{١٠} مليون جول) بالجنيه المصري بأخذ سعر معادل للدولار ٧.١٥ جنيه فان توليد تلك الكمية يتكلف ٥١٥٩.٤٤ مليون جنيه، وعند توليد تلك الكمية باستخدام وقود المازوت والذي يورد بسعر ١٨ دولار لكل مليون وحدة حرارية بريطانية فقد تبين أن التكلفة المعادلة لتوليد الطاقة الحرارية المكافئة (٦.٩٦×١٠^{١٠} مليون جول) وذلك لما يعادل ما يتم توريده بخردة الإطارات المطاطية بقيمة ٨٤٤٢.٧٢ مليون جنيه مصري، أما في حالة توليد الطاقة الحرارية المكافئة باستخدام فحم الكوك والذي يورد بسعر ٤.٥ دولار لكل مليون وحدة حرارية بريطانية فان التكلفة المكافئة لإنتاج طاقة حرارية معادلة (٦.٩٦×١٠^{١٠} مليون جول) تعادل ٢١١٠.٦٨ مليون جنيه، مع العلم أن تكاليف استخدام وقود خردة الإطارات لا يمثل إلا تكلفة نقل تلك المخلفات إلى مصانع الاسمنت التي تعمل به والتي تتفاوت حسب بعد المصنع عن التجمعات العمرانية أو مناطق تجميع خردة الإطارات، أما تجهيز خطوط الإنتاج بمصانع الاسمنت بالتجهيزات اللازمة لتغذية مخلفات الإطارات فإن تلك المصانع يتم تجهيزها بحسب نوع الوقود المستخدم كفحم الكوك أو المازوت أو الغاز الطبيعي أو وقود المخلفات ونفايات صناعية.

وبالمقارنة بين تكاليف إنتاج الطاقة المكافئة لبدائل الوقود التقليدي لما يتم توريده من خردة الإطارات بشكل سنوي كما يبين الجدول رقم (٣) يتضح أن القيمة القصوى

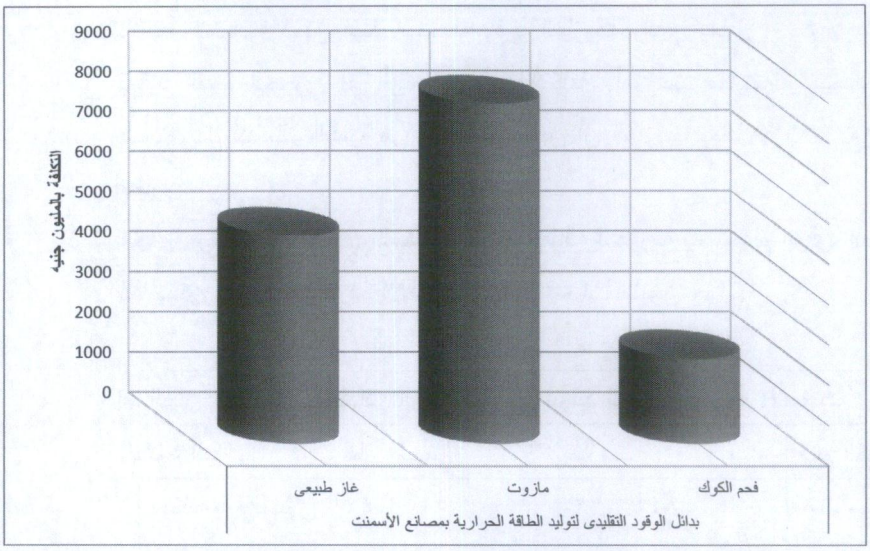
للتكلفة المعادلة تحقق عند استخدام وقود المازوت والذي يعادل ٤٠٠% بالمقارنة بوقود الفحم الحجري أي أربع إضعاف التكلفة، أما عند مقارنته باستخدام الغاز الطبيعي لتوليد تلك الكمية من الطاقة فقد تبين أن المازوت يعادل ١٦٣% من تكلفة الغاز الطبيعي.

الجدول رقم (٣) التكاليف المكافئة لتوليد الطاقة الحرارية باستخدام الوقود التقليدي لما يمكن توليده من خردة الإطارات (٦.٩٦×١٠^١٠ مليون جول)

البيان	بدائل الوقود التقليدي لتوليد الحرارة بمصانع الأسمنت		
نوع الوقود	غاز طبيعي	مازوت	فحم الكوك
التكلفة بالمليون جنيه	٥١٥٩.٤٤	٨٤٤٢.٧٢	٢١١٠.٦٨

المصدر: تم حسابه بواسطة الباحثة

والشكل رقم (٥) يوضح القيمة الاقتصادية المضافة لاستخدام كهنة الإطارات المطاطية كبديل وقود لأنواع الوقود المختلفة والمعتاد استخدامها بصناعة الاسمنت وهي الغاز الطبيعي، أو المازوت، أو فحم الكوك حيث يتبين أن أقصى قيمة مضافة عند استخدام بديل مخلف الإطارات للمازوت كوقود تقليدي والحد الأدنى للقيمة المضافة كما هو موضح لاستخدام بديل مخلف الإطارات لوقود فحم الكوك.



الشكل رقم (٥) مقارنة بين تكلفة بدائل الوقود التقليدي المعتاد استخدامه بمصانع الأسمنت لتوليد الطاقة الحرارية

المصدر: تم إعداده بواسطة الباحثة من خلال البيانات المدونة بالجدول رقم (٣).

رابعاً: القدرة الإنتاجية والقيمة الاقتصادية المضافة لإنتاج الأسمنت باستخدام خردة الإطارات

وبالرجوع لاحتياجات الطاقة الكلية (الطاقة الحرارية والطاقة الكهربائية) اللازمة لإنتاج الطن من الاسمنت كما تبين من الأدبيات العلمية Mokrzycki, E.,& Others,2003.) فقد تبين أنها تعادل ٣.٣ جيجاجول/ طن أى ما يكافئ ٣.٣ X ١٠^{٩} جول/ طن أسمنت، وان الطاقة الكهربائية اللازمة لإنتاج الطن من الاسمنت تساوي ٥١٧.٨ × ١٠^{٣} BTU (Avetisyan, H., & James, A., 2009) أي ما يعادل ٠.٥٤٦٣١ ×١٠^{٩} جول / طن أي أن الطاقة الكهربائية تعادل ١٦.٥ % فقط من الطاقة الكلية اللازمة لإنتاج الطن من الاسمنت، وان الطاقة الحرارية تعادل ٨٣.٥% من إجمالي الطاقة الكلية اللازمة لإنتاج الطن من الاسمنت. وبذلك يمكن تحديد كم إنتاج الأسمنت باستخدام خردة الإطارات كمصدر بديل لتوليد الطاقة الحرارية فقط نظراً لتميز صناعة الاسمنت في إمكانية دمج المخلفات والعوادم الناتجة

عن الحرق من مادة الإطارات الكربونية المحترقة ضمن خامة الاسمنت دون إضرار بيئية مع العلم انه يمكن استخدام بديل وقود الإطارات المطاطية لتوليد الطاقة الحرارية والطاقة الكهربائية من خردة الإطارات كوقود بديل في صناعة الاسمنت. بالتالي يمكن تحديد كمية الإنتاج السنوي الممكن باستخدام خردة الإطارات لتوليد الاحتياجات اللازمة للإنتاج من الطاقة الحرارية والقادرة على توليد ٦.٩٦× ١٠^١٠ مليون جول للعام ٢٠١٤ على النحو التالي:

القدرة الإنتاجية لخردة الإطارات = القدرة الحرارية لخردة الإطارات ÷ احتياج طن الأسمنت من الطاقة الحرارية

القدرة الإنتاجية لخردة الإطارات للعام ٢٠١٤ = ٦.٩٦×١٠^١٠ مليون جول ÷ ٢.٧٥ × ١٠^٩ جول/ طن

إجمالى إنتاج الأسمنت = ٢٥.٣٠٩ مليون طن أسمنت

وتنتج جمهورية مصر العربية حالياً ما يعادل ٤٦.٠٧٨٦ مليون طن من الاسمنت سنوياً (كتاب الإحصاء السنوي – ٢٠١٤) أي أن القدرة الحرارية لخردة الإطارات المطاطية قادرة على توفير الطاقة الحرارية اللازمة لإنتاج كمية معادلة لنسبة ٥٤.٩٢% من إجمالي الإنتاج السنوي من الاسمنت بجمهورية مصر العربية ويحقق ذلك فائدة اقتصادية عظيمة تتمثل في خفض تكلفة طن الاسمنت وبالتالي تحقق الطفرة الإنشائية والعمرانية التي تعد مصر في حاجة ماسة إليها وبخاصة أن صناعة الاسمنت من الصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة .

خامساً: تحليل النتائج:

وللتحقق من **الفرض الأول** وهو أن خردة الإطارات المطاطية السنوية بجمهورية مصر العربية تمثل قيمة اقتصادية عند استخدامها كوقود في صناعة الأسمنت، فقد ثبت صحة هذا الفرض حيث تبين أن الطاقة الحرارية لخردة الإطارات المطاطية السنوية تصلح لتوليد الطاقة الحرارية بشكل اقتصادي كبديل الوقود التقليدي بمصانع الاسمنت وإنتاج ما يعادل ٥٤.٩٢% من إجمالي الإنتاج

السنوي من الاسمنت وذلك بقدرة إنتاجية لخردة الإطارات كوقود بديل قدرها ٢٥.٣٠٩ مليون طن أسمنت.

ويقترح

١. وضع خريطة على المستوى القومي تحدد مصانع الاسمنت التي يتم تشغليها باستخدام بديل كهنة الإطارات المطاطية طبقاً للقرب من مناطق تجميع كهنة الإطارات لخفض تكاليف النقل مع مراعاة الشروط البيئية للتجمعات السكانية للانبعاثات العادمة لتلك المصانع عند تشغيلها بوقود خردة الإطارات.
٢. وضع منظومة تسمح بتجميع الإطارات تشتمل على مخازن فرعية ومخازن مركزية لتجميع الإطارات بالشركات العاملة في مجال النقل من (جراجات وورش) وورش تقديم خدمات إصلاح واستبدال الإطارات بالتجمعات السكانية مع تكليف المتعهدين لجمع مخلفات الإطار المطاطي الملقاه بالفعل في الساحات الفضاء وعلى الطرق وفى بعض المجاري المائية لكى يتم نقلها إلى خطوط مصانع الاسمنت.
٣. وضع حافز مادي للمستهلكين والمتعاملين مع كهنة الإطارات لتفعيل تجميع كهنة الإطارات بكفاءة كخفض نسبة من الثمن عند استبدال الإطارات وترك القديم منها.

أما **الفرض الثاني** وهو أن خردة الإطارات المطاطية السنوية تحقق منافع اقتصادية بما تولده من طاقة حرارية كبديل لأنواع الوقود التقليدية المعتاد استخدامها حالياً، فقد ثبت صحة هذا الفرض حيث تبين من البحث أن خردة الإطارات المطاطية السنوية تعادل ١٨٩١٢٢٧٦٦٨كج ذات قيمة حرارية يمكن استخدامها كوقود بديل لأنواع الوقود التقليدي بمصانع الاسمنت حيث تبين أنها

توفر طاقة حرارية تعادل ما يولده وقود الغاز الطبيعي بتكلفة قدرها ٥١٥٩.٤٤ مليون جنيه، و توفر طاقة حرارية تعادل مايولده المازوت بتكلفة قدرها ٨٤٤٢.٧٢ مليون جنيه، وتوفر طاقة حرارية تعادل ما يولده فحم الكوك بتكلفة

قدرها ٢١١٠.٦٨ مليون جنيه، وذلك طبقاً لنوع الوقود التقليدي المستخدم لتوليد الطاقة الحرارية بمصانع الاسمنت حالياً.

ويقترح:

١. تحديد المصانع التي سوف تعمل باستخدام وقود خردة الإطارات والبدء في تطوير خطوط تغذية الوقود بها لتعمل بالوقود البديل وهو مخلف كهنة الإطارات المطاطية بقدرة إنتاجية تعادل ٥٤.٩٢% من إجمالي الإنتاج السنوي من الاسمنت.

المصادر والمراجع العربية

١. الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء- جمهورية مصر العربية عن عام ٢٠١٤
٢. المركز العربي للبحوث والدراسات -٢٠١٤
٣. عزة على، الأثر البيئي والاقتصادي لتدوير مخلفات إطارات السيارات، رسالة دكتوراه، جامعة عين شمس، معهد الدراسات والبحوث البيئية،٢٠١٠.
٤. شركة شرق الدلتا للنقل والسياحة، شارع الطيران، مدينة نصر، القاهرة.
٥. هيئة النقل العام، امتداد شارع رمسيس، الجبل الأحمر، القاهرة.

(References) :المراجع

1. Achilias, D.," Recycling of Scrap Tires, Material Recycling – Trends and Perspectives" ISBN: 978-953-51-0327-1, 2012.
2. Arachchige, U., Kawan, D., Tokheim, L., & Melaaen ,M .," Waste Heat Utilization for CO2 Capture in the Cement Industry" International Journal of Modeling and Optimization, Vol. 4, No. 6, 2014.
3. Avetisyan, H & James, A "LIFE CYCLE COST MINIMIZATION FOR CEMENT PRODUCTION UNDER VARIOUS CONTRAINTS" word of coal ash (WOCA) conference May 4-7 in Lexington, KY, USA, 2009.
4. Blackman,A., & Palma, A.," Scrap Tires in Ciudad Juárez and El Paso: Ranking the Risks", September, 2002 , JEL Classification Numbers: Q2, O54.
5. Board on Energy and Environmental Systems,"Tires and Passenger Vehicle Fuel Economy", ISBN 0-309-09421-6, USA, 2006.
6. Eddie, N., " Energy Recovery from Scrap Tires: A Sustainable Option for Small Islands like Puerto Rico", sustainability, ISSN 2071-1050, 2014.
7. Juma, M., Koreňová, Z., Markoš, J., Annus, J., & Jelemenský, Ľ.," PYROLYSIS AND COMBUSTION OF SCRAP TIRE", Petroleum & Coal 48 (1),pp 15-26, ISSN 1337-7027, 2006.
8. KARA, M., GNAY, E., & TABAK, Y.," THE USAGE OF REFUSE DERIVED FUEL FROM URBAN SOLID WASTE IN CEMENT

INDUSTRY AS AN ALTERNATIVE FUEL", 6th IASME/WSEAS, ENVIRONMENT,2008.

9. Milford, J., Funk, K.,& Simpkins, T.,"Waste Not, Want Not: Analyzing the Economic and Environmental Viability of Waste-to-Energy" Technical Report , Contract No. DE-AC36-08GO28308, 2013.
10. Mokrzycki, E., Uliasz, A.,and czyk, B., " Alternative fuels for the cement industry", Energy Economy Research Institute, Poland, 2003.
11. Monteiro, L., Mainier ,F., & Mainier, R., "Socio-environmental Impacts Associated with Burning Alternative Fuels in Clinker Kilns" ETASR - Engineering, Technology & Applied Science Research Vol. 3, No. 4, 479-482, 2013.
12. Naik, T., & Siddique, R., "PROPERTIES OF CONCRETE CONTAINING SCRAP TIRE RUBBER - AN OVERVIEW", THE UNIVERSITY OF WISCONSIN - MILWAUKEE, 2002.
13. NAKAJIMA, Y., & MATSUYUKI, M., "UTILIZATION OF WASTE TIRES AS FUEL FOR CEMENT RODUCTION" Conservorion & Recycling, Vol. 4, No. 3. pp. 145 - ISI, 1981.
14. Potgieter, J., " An Overview of Cement production: How "green" and sustainable is the industry? " University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa, 2012.
15. Radwan, A., "Different Possible Ways for Saving Energy in the Cement Production", ISSN: 0976-8610,Advances in Applied Science Research, **USA**, 2012 .
16. Saidur, R., Atabani, A.E.& Mekhilef, S. "A review on fuels for industry" University of Malaya, Malaysia, 2011.
17. Trezza, M., & Scian, A.," Waste fuels: their effect on Portland cement clinker" aFacultad of Ingenierı'a-UNCPBA. National Central University, Av. Del Valle Olavarrı'a 5737, Buenos Aires Argentina B 4700 JWI ,2004 .

18. Tuler, S., Selkow, S., & Tantayanon, S ., Report submitted to the Faculty of Worcester Polytechnic Institute, "Developing a Sustainable Waste Tire Management Strategy for Thailand", March, 2013.

19. Wang, S.,& Han, X.," Sustainable Cement Production with Improved Energy Efficiency and Emerging CO2 Mitigation",Advances in Chemical Engineering and Science, 2012.

20. Xue-jian , X., He, X., & Hui-zhi ,W.," Review of Waste Tire Reuse& Recycling in China" Advances in Natural Science ISSN 1715-7862 Vol.2, No.1, 2009.