استحداث تصور تصميمي لمحرقة النفايات الطبية الخطرة في ضوء الاشتراطات البيئية

Introducing a design concept for a hazardous medical waste incinerator, in light of environmental requirements

أ.د/ سيد عبده أحمد

أستاذ ورئيس قسم التصميم الصناعي- كلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان، dr.sayed1965@yahoo.com

د/ محمد السيد السيد

مدرس بقسم التصميم الصناعي- كلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان، dr.muhamad.zidan67@gmail.com

ضياء حمدي سراج الدين

مدرس مساعد بقسم تصميم المنتجات- كلية الفنون التطبيقية- جامعة بدر بالقاهرة، diaa.hamdy@buc.edu.eg

ملخص البحث Abstract:

س هذه الورقة البحثية مخاطر النفايات الطبية خاصة في عصور الأوبئة مثل فترة (كوفيد -19). بالإضافة إلى ، تحاول أيضاً تقديم مفهوم تصميم جديد لمحرقة النفايات الطبية التي تعمل على تحسين كفاءة التعامل مع تلك ايات الخطرة المعدية بهدف تقديم طرق أكثر أماناً للتعامل معها وتقليل العدوى، حيث أنه في ظل أنتشار روسات والأوبئة والتي تجتاح العالم بأكمله مسببة على إثرها العديد والعديد من الأصابات والوفيات، أصبح الضروري أن يحدث تعاون شامل بين كافة مؤسسات وهيئات المجتمع في سبيل السيطرة على أنتشار مثل ، الفيروسات المعدية، وتوفيراً لبيئة آمنة لضمان أستمرار الحياة البشرية، وبذلك يتحتم على المصمم الصناعي الذي يسعى دائماً لتلبية حاجات ورغبات المستخدم والتي يعد من أهمها حاجة الأنسان للبقاء والشعور بالأمان ن يلعب دوراً هاماً في تحقيق عنصر الأمان للمستخدمين وحمايتهم أثناء التعامل مع المخلفات الطبية الخطرة خلال تطوير أحد مراحل إستراتيجية التعامل مع تلك المخلفات ومن أهمها مرحلة المعالجة والتخلص النهائي المخلفات الطبية الخطرة والتي تعد طريقة الحرق والترميد أبرزها.

كلمات دالة Keywords:

النفايات الطبية الخطرة
Hazardous Medical Waste
معالجة النفايات
Waste Treatment
محرقة النفايات
Waste Incinerator
البيئة Environment
التصميم الصناعي
Industrial Design

Paper received 15th March 2022, Accepted 25th May 2022, Published 1st of July 2022

مقدمة Introduction

تنتج النفايات الطبية نتيجة الممارسات التي تتعلق بتقديم الخدمات الصحية أو إجراء البحوث والتجارب العلمية في المجالات الطبية, وتشير التقديرات إلى أن 85٪ من النفايات المنتجة في جميع أنحاء العالم لا تشكل تهديدًا للبيئة (مثل النفايات المنزلية). وتعد نسبة الـ 15٪ المتبقية متمثلة في نفايات معدية أو مشعة أو مرضية أو سامة، وهي التي تمثل التهديد المباشر للبيئة بصفة عامة وللبشر بصفة خاصة وذلك حيث يمكن أن تؤدي لإنتشار العدوى بسبب ما تحتويه تلك المخلفات من البكتيريا والفيروسات والطفيليات والسموم أو غيرها لإتصالها السابق بالمرضى.

وتعد الإدارة الغير صحيحة النفايات الطبية - خاصة عند التعامل مع الأدوات الحادة- سبباً رئيسياً لأنتشار الأمراض والعدوى في المجتمع، فبحسب منظمة الصحة العالمية (WHO) ، فإن إعادة استخدام إبر الحقن التي تم تم تعقيمها بشكل غير صحيح أو لم يتم فرزها بشكل صحيح لإعادة التدوير تسبب في إصابة أكثر من 33000 إنسان بفيروس العوز المناعي (الإيدز HIV) ، و1.7 مليون حالة إصابة بفيروس التهاب الكبد (B) و 315 الف حالة إصابة بفيروس التهاب الكبد (C) خلال عام 2010م.

يجب التأكيد على أن النفايات الطبية في الوقت الحاضر لا تشمل فقط ما يتم إنتاجه في المستشفيات والعيادات الخارجية ، وكذلك نتائج العلاج المنزلي (غسيل الكلى ، علاج السكري ، الأمراض المزمنة) ومعامل التحاليل, بل يجب أن تتسع دائرة الأهتمام لتشمل مختبرات الجامعات ومراكز الرعاية الصحية المتنقلة والتي تُعرف حاليا بحملات الكشف والفحص كحملات الكشف عن الإصابة بالأمراض المزمنة كأمراض الضغط ومرض السكري وماينتج عنها من مخلفات يتم تصنيفها على أنها مخلفات خطرة وناقلة للعدوى.

ووفقًا لبروتكول التخلص الآمن من المخلفات الطبية الحادة (إبر الحقن)، فإنه يتم استخدام 7.5 مليار حقنة كل عام في المنازل، ونتيجة للتقرير الصادر في عام 2011م نجد أنه في الولايات المتحدة الأمريكية استخدمت 1 من كل 12 أسرة إبر الحقن في العلاج المنزلي وخاصة للتعامل مع الأمراض التي تحتاج لفترات طويلة من العلاج مثل مرض السكري والصداع النصفي والحساسية وهشاشة العظام وفيروس نقص المناعة البشرية والتهاب الكبد وأمراض أخرى، وكذلك هو الحال في مجتمعاتنا المحلية، نجد أن أغلب الحالات التي تحتاج الخضوع للرعاية الصحية والعلاج لفترات طويلة تفضل أن يتم علاجها خارج منشآت الرعاية الصحية مما يعني بالضرورة تواجد العديد من المخلفات الطبية الخطرة نتيجة لعمليات العلاج المنزلي تلك.

وهناك بعض الطرق الموصى بها للتخلص منها ، وتعد أكثرها شيوعًا هو المعالجة الحرارية في محرقة مكيفة. من خلال إجراء عملية حرق النفايات مع معايير مناسبة وباستخدام معدات تنظيف غاز المداخن وذلك لتحقيق أقل قدر ممكن من الأنبعاثات المؤثرة على البيئة، ومن خلال عمليات المعالجة الحرارية تلك يتم تقليص حجم النفايات بصورة كبيرة، والقضاء على جميع مسببات الأمراض والفيروسات الموجودة فيها.

مشكلة البحث Statement of the Problem

رغم ما تقدمه طريقة المعالجة الحرارية (الحرق والترميد) من مميزات في عملية التعامل والتخلص من المخلفات الطبية الخطرة إلا أن عملية نقل تلك المخلفات الى موقع المحرقة لمعالجتها حرارياً وكذلك نقل الرماد الناتج عن الحرق الى المدفن الصحي (الطمر الأمن) يؤدي الى زيادة التعامل مع المخلفات الخطرة وبقاياها مما يعرض العاملين في سلسلة التخلص من المخلفات الطبية لخطر العدوى.

أهداف البحث Objectives

يهدف البحث الى دمج مرحلتين من مراحل سلسلة التعامل مع

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

المخلفات الطبية الخطرة (مرحلة النقل الخارجي للمخلفات ومرحلة حرق ومعالجة المخلفات حرارياً) الى مرحلة واحدة مما يقلل من التعامل مع المخلفات وبالتالي تقليل فرص أنتقال العدوى بين أفراد سلسلة التعامل.

أهمية البحث Significance:

يهتم البحث بدراسة أحد أهم مراحل سلسة إدارة والتعامل مع المخلفات الطبية وهي مرحلة المعالجة النهائية والتي تعد من أشهرها تقنية المعالجة الحرارية, كما يهتم بضرورة مراعاة تطبيق الأشتراطات البيئية اللازمة لتحقيق الأمان لكلاً من الأنسان والبيئة على حد سواء، من خلال تقليل فرص أنتشار العدوى والحد من الأنبعاثات الضارة المؤثرة على البيئة.

منهج البحث Research Methodology:

لتحقيق هدف البحث تم الأعتماد في إجراء البحث على المنهج الأستقرائي التحليلي, لتحليل منظومة إدارة المخلفات الطبية الخطرة بشكل عام ومرحلة المعالجة والتخلص النهائي بشكل خاص, كذلك التعرف على كيفية التعامل البيئي السليم مع تلك المخلفات.

مصطلحات البحث Terminology:

- **المخلفات الطبية:** هي المخلفات التي من المحتمل أن تكون معدية أو قابلة للتحلل، وقد تشتمل على المخلفات الناتجة من منشأ طبي أو مختبر أو من مختبرات الأبحاث، وتعتبر الأدوات الحادة من المخلفات الطبية التي يجب التخلص منها سواء كانت ملوثة أو لا، وذلك نظرا لامكانية تلوثها بالدم وتسببها بالجروح أثناء اتلافها بطريقة غير صحيحة وبشكل غير سليم. (المصدر: أ.د/ خالد محمد فهمي"وزير البيئة الأسبق"، إدارة نفايات الرعاية الصحية في مصر دليل إرشادى، مصر، 2015، ص10).
- **الترميد:** تقنية التخلص من النفايات عن طريق حرق المركبات العضوية وغيرها من المواد، وتدعى عملية الحرق والطرق الأخرى للتخلص من النفايات باستخدام درجة حرارة عالية بالمعالجة الحرارية، وتتضمن عملية حرق النفايات تحويل النفايات إلى رماد يوجه إلى أسفل المدخنة أما الغازات المنطلقة والحرارة يمكن الاستفادة منها في توليد الطاقة. (المصدر: أ.د/ خالد محمد فهمي"وزير البيئة الأسبق"، إدارة نفايات الرعاية الصحية في مصر دليل إرشادى، مصر، 2015، ص10).

الاطار النظري Theoretical Framework :

الإستراتيجية المتبعة في التعامل مع المخلفات الطبية الخطرة في مصر:

يتضمن تداول نفايات الرعاية الصحية الخطوات الأساسية التالية:

1- فرز أصناف النفايات عند مصدر تولدها وهى عملية تجرى بحيث يمكن الاحتفاظ بكل صنف من أصناف النفايات منفصل عن الآخر.
2- الجمع والنقل الداخلى.
3- التخزين الوسيط حيث يتم الاحتفاظ بالنفايات حتى تصبح معدة إما للمعالجة أو لكى يتم إرسالها إلى خارج المنشأة الصحية للمعالجة والتخلص النهائي.
4- معالجة النفايات إما داخل المنشأة الصحية أو بإحدى محطات المعالجة خارج المنشأة الصحية.
5- نقل النفايات العادية وكذلك الخطرة) للمعالجة خارج المنشأة (أو رمادها ومتبقياتها)عقب المعالجة داخل المنشأة (إلى خارج المنشأة الصحية بغرض التخلص النهائي).

و يبين الشكل التالي المسار الأساسي لنفايات الرعاية الصحية فى إطار منظومة متكاملة لإدارة النفايات.

شكل (1) : المسار الرئيسى للمخلفات داخل مستشفى بها محطة لمعالجة النفايات

١ـ فرز النفايات عند مصادر تولدها:

يعتبر فرز النفايات عند مصادر تولدها هو أول خطوة لتداول نفايات الرعاية الصحية. وهذا النشاط يعتبر بداية الإدارة السليمة بيئياً وصحياً، والآمنة مهنياً لنفايات منشآت الرعاية الصحية.

تتولد معظم نفايات الرعاية الصحية داخل عنابر وغرف المرضى، وهى تتكون أساساً من النفايات شبه المنزلية (النفايات البلدية) والنفايات المعدية والسنون والأدوات الحادة والنفايات الكيماوية. إن أبسط الطرق لضمان فرز هذه الأصناف هو إنشاء واستعمال نظام جمعها فى صنفين من الأكياس (ذات ألوان مختلفة لتمييزها) بالإضافة إلى استعمال علب خاصة بجمع السنون والأدوات الحادة، وحاويات لجمع الكيماويات – حيث يمكن التخلص فيها من نفايات يحسن عدم جمعها في الأكياس أو علب السنون لأسباب عملية. ويقع على عاتق الأطباء وأفراد التمريض ومساعديهم بالإضافة إلى الفنيين (في المعامل / المختبرات) القيام بفرز النفايات عند مواضع تولدها.

2- جمع النفايات عقب فرزها:

يوضح الشكل التالي عدد من مستلزمات جمع أصناف النفايات المتولدة عن أنشطة الرعاية الصحية.

أكياس بلاستيك ذات لونين وكثافة عالية للنفايات الصلبة العادية أو المعدية

علب مضادة للاختراق والثقب لجمع السنون والأدوات الحادة والثاقبة

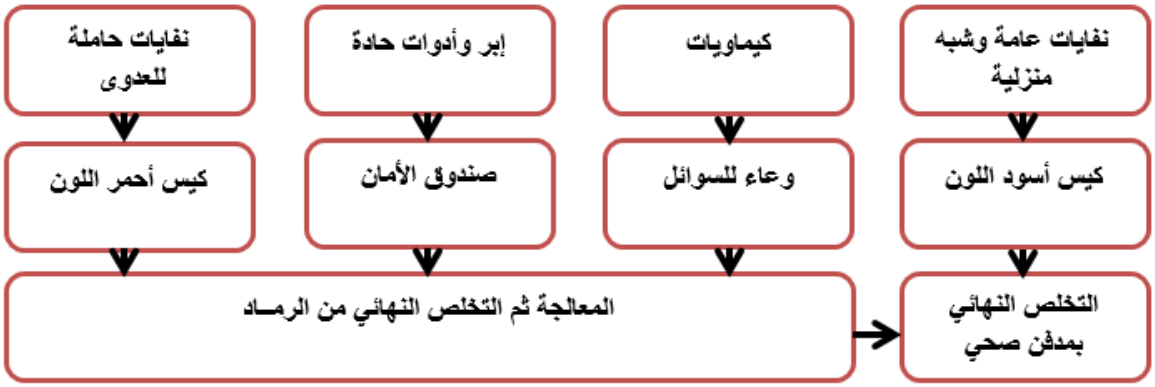
حاويات مختلفة السعات لجمع الكيماويات

شكل (2) : مستلزمات جمع مختلف أصناف النفايات المتولدة عن أنشطة الرعاية الصحية

من المفيد إجراء مراجعة بصرية لمحتويات الأكياس وأوانى جمع النفايات وذلك للتأكد من سلامة فصل نفايات الرعاية الصحية بالطريقة الصحيحة. وفى حال التأكد من احتواء أكياس جمع النفايات المنزلية وشبه المنزلية على كميات – ولو صغيرة – من النفايات المعدية أو السنون والأدوات الحادة أو نفايات كيماوية ينبغي التعامل معها على أنها نفايات خطرة، ومن الضروري كتابة بيانات محددة على بطاقة يتم لصقها على أكياس وعلب النفايات قبل نقلها إلى غرفة التخزين المؤقت.

توجد توجد النفايات الكيماوية بكميات كبيرة فى أقسام معينة مثل المعامل، وينبغي أن يتم حفظ هذه النفايات منفصلة عن أصناف النفايات الأخرى فى أوعية خاصة ويجب أن يتم التعامل مع هذه النفايات بواسطة أفراد مدربون لهم دراية بالكيماويات وطرق تداولها والتعامل معها. ينبغي التعامل مع كميات الأدوية الكبيرة المراد التخلص منها كالتعامل مع النفايات الكيماوية سواء بسواء، أما الأدوية ذات الكميات الصغيرة نسبياً فيمكن التخلص منها مع النفايات المعدية.

يبين الشكل التالي مبادئ فصل (فرز) وجمع مختلف أصناف النفايات داخل عنابر وغرف المرضى في إحدى المستشفيات، تمهيداً لنقلها إلى محطة المعالجة ثم التخلص النهائي.



شكل (3) : مبادئ فصل (فرز) وجمع مختلف أصناف النفايات داخل عنابر وغرف المرضى في إحدى المستشفيات

إذا كانت طريقة المعالجة المتوفرة هى الترميد، يتم التعامل مع النفايات الكيماوية بنفس طريقة التعامل مع النفايات المعدية والسنون والأدوات الحادة، أما إذا كانت طريقة المعالجة المتوفرة هى التعقيم فينبغي جمع أوانى النفايات الكيماوية ومعالجتها بشكل منفصل بأى من الوسائل الفيزيائية أو الحرارية أو بالتعادل.

أيضاً، من الضروري توفير العناصر التالية عند نقل نفايات الرعاية الصحية من المنشاة الصحية، هي كما يلي:

أ- أن تتناسب كمية النفايات مع حجم ووسائل النقل المخصصة لذلك.

ب- العمل على غلق الأكياس المحتوية على هذه النفايات بشكل يناسب التعامل معها بالترميد أو التعقيم أو أى وسيلة أخرى.

ج- وضع علامات أو إرشادات للتعرف على عدد العبوات ونوع النفايات التى تحتويها.

د- أن يتم تنظيف وسيلة النقل المخصصة لنقل النفايات بشكل دوري مع عدم إستخدامها لأي غرض آخر بالمنشاة.

3- التخزين المؤقت لنفايات الرعاية الصحية ذات الخطورة:

تحتاج منشآت الرعاية الصحية إلى موقع أو مكان يتم تأمينه بغرض تخزين نفايات الرعاية الصحية بعد تجميعها تمهيداً إما لنقلها لمحطة المعالجة أو إلى خارج المنشأة الصحية. كما يجب على المنشآت إتخاذ الخطوات التالية عند التخزين:

- تحديد غرف محددة لتخزين النفايات الخطرة توضع عليها علامات تحذير واضحة، وتتوفر بها شروط الأمان التي تحول دون حدوث أية أضرار عامة أو لمن يتعرض لها من الأفراد.
- تخزين النفايات الخطرة في حاويات خاصة مصنوعة من مادة صماء وخالية من الثقوب - لا تتسرب منها السوائل - ومزودة بغطاء محكم وتناسب سعتها مع كمية النفايات الخطرة أو حسب أصول تخزين تلك النفايات طبقاً لنوعيتها.
- توضع علامة واضحة على حاويات تخزين النفايات الخطرة تشير إلى محتوياتها كما تشير إلى الأخطار التي قد تنجم عن التعامل معها بطريقة غير مناسبة.
- يوضع برنامج زمني لتجميع النفايات الخطرة بحيث لا تترك فترة طويلة في حاويات التخزين.
- يلزم توفير عدد كاف من حاويات التخزين مع مراعاة غسلها بعد كل استعمال وعدم وضعها في الأماكن

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

المفتوحة.
ويوضح الشكل التالي مثالاً لأحد مواقع تخزين النفايات الخطرة للرعاية الصحية.

شكل (4) : مثال لموقع تخزين نفايات الرعاية الصحية

ولأن معظم نفايات الرعاية الصحية تحتوى على مواد قابلة للتحلل الحيوى فينبغي أن تكون عبوات النفايات محكمة الغلق وأن يراعى أن زمن التخزين يجب أن يكون محدوداً، وبصفة عامة، فإن المدد التالية ينبغي أن تراعى فى تخزين نفايات الرعاية الصحية إذا لم يتم تزويد هذه المخازن بآليات للتبريد:

- بحد أقصى 48 ساعة فى فصل الشتاء أو أثناء الطقس البارد.
- بحد أقصى 24 ساعة فى فصل الصيف أو أثناء الطقس الدافئ.

4- نقل النفايات خارج منشآت الرعاية الصحية:

يتم نقل النفايات إلى خارج منشآت الرعاية الصحية فى الأحوال التالية:

- نقل نفايات الرعاية الصحية ذات الخطورة بغرض معالجتها خارج المنشأة الصحية إذا كانت المنشأة منتجة النفايات ليس لديها آلية مناسبة للمعالجة.
- نقل متبقيات ترميد النفايات من رماد وبقايا ناتجة عن معالجة النفايات إلى موقع الدفن الصحي.
- نقل النفايات الصلبة شبه المنزلية (البلدية) إلى موقع الدفن الصحي.

شكل (5) : نموذج سيارة نقل نفايات الرعاية الصحية

إجراءات نقل نفايات الرعاية الصحية ذات الخطورة إلى خارج منشآت الرعاية الصحية:

يحظر نقل النفايات الخطرة بغير وسائل النقل التابعة للجهات المرخص لها بإدارة النفايات الخطرة ويجب أن تتوافر في هذه الوسائل الاشتراطات الآتية:

- أن تكون مجهزة بكافة وسائل الأمان) بما يتضمن صندوق أو شنطة بها أدوات ومهمات الإسعافات الأولية وفي حالة جيدة صالحة للعمل.
- أن تكون سعة مركبات النقل وعدد دوراتها مناسبة لكميات النفايات الخطرة.
- أن يتولي قيادة هذه المركبات سائقين مرخص لهم ومدربين يتميزون بحسن التصرف خاصة في حالة الطوارئ.
- أن يثبت على المركبات علامات واضحة تحدد مدي خطورة حمولتها والأسلوب الأمثل للتصرف في حالة الطوارئ.
- تحديد خطوط سير مركبات نقل النفايات الخطرة، وإخطار سلطات المرور والحماية المدنية فورا بأي تغيير يطرأ عليها، بما يسمح لها بالتصرف السريع والسليم، خصوصاً في حالة الطوارئ.
- حظر مرور مركبات نقل النفايات الخطرة داخل التجمعات السكنية و العمرانية وفي منطقة وسط المدينة خلال ساعات النهار.
- يجب إخطار الجهة المسئولة بعنوان الجراج الذي تأوي إليه مركبات نقل النفايات الخطرة وكذلك رقم وتاريخ الترخيص.
- يجب مداومة غسل وتطهير مركبات نقل النفايات الخطرة بعد كل إستخدام طبقا للتعليمات التي تضعها وزارة الصحة وتعد المياه الناتجة عن عمليات الغسيل

خطرة، يجب تطهيرها.

5- معالجة نفايات الرعاية الصحية ذات الخطورة والتخلص منها نهائياً:

يتوافر فى الوقت الراهن عدد من تقنيات معالجة أو التخلص النهائى من نفايات الرعاية الصحية ذات الخطورة، فيما يلى عرض لبدائل تقنيات المعالجة والتخلص النهائى من النفايات الخطرة للرعاية الصحية.

- **المعالجة الحرارية (يليها التخلص النهائى من الرماد والمتبقيات فى مطامر آمنة تقع خارج المنشأة الصحية).**
- **الترميد أى الحرق المحكوم للنفايات فى محارق ذات مواصفات خاصة تقرها سلطات البيئة والصحة لكى تتحول النفايات إلى رماد.**
- **المعالجة بالتعقيم (يليها التخلص النهائى من نواتج التعقيم) ، وهناك عدة آليات للتعقيم، هي:**

– التعقيم بالبخار (أوتوكلاف).

– التعقيم بالموجات متناهية القصر ميكروويف.

– التعقيم الكيماوى (بإستخدام الكلور أو أيودوفور أو الكحول أو الفورمالدهيد أو الجلوترالدهيد،... الخ)

– التعقيم الغازى (بإستخدام أكاسيد الإثيلين أوالفورمالدهيد).

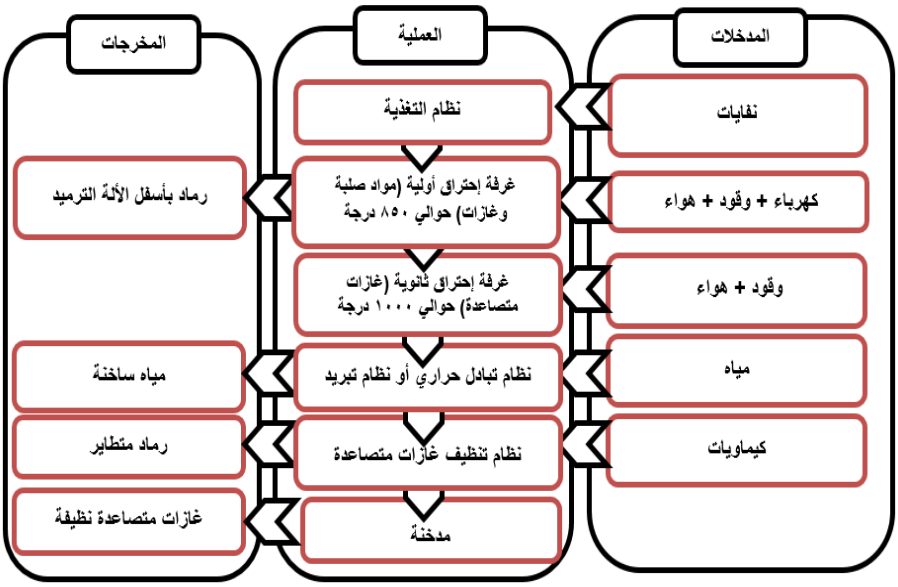
– التعقيم بالهواء الساخن والحرارة الجافة. يمكن أيضاً الاعتماد على التعقيم بالحرارة الناتجة عن الاحتكاك، حيث يتم طحن النفايات وتعقيمها حرارياً لدرجة 150 درجة مئوية على الأقل، حيث تتولد الحرارة عن ناتج طحن النفايات الطبية طوال زمن تعرض الشحنة للتعقيم، ودون الحاجة إلى استخدام أية محاليل أو مطهرات كيماوية. تنتهي دورة التعقيم بإبقاء درجة الحرارة عند مستوى 135– 150 درجة مئوية مع بخار ماء عند ضغط جوي عادي لمدة 5 دقائق لتحقيق التعقيم المطلوب، ويصبح الناتج النهائي مسحوق معقم جاف نسبياً وخالي من الأدوات الحادة ولا يمكن التعرف على مكوناته أو إعادة استخدامه، ويسهل تخزينه لفترات طويلة.

– وقف النشاط الحيوى باستعمال طرق كهروحرارية (فولت عالي فى مجال تردد الراديو).

– التعقيم بالإشعاع بإستخدام أى من التقنيات التالية: (كوبالت 60 المصدر لاشعاعات جاما، الأشعة فوق البنفسجية، والتعقيم بتيار الإلكترونات .

- **الطمر (الدفن) الصحي الآمن**

فيما يلى بعض تفاصيل عن تقنية المعالجة الحرارية (الترميد):



شكل (6) : مدخلات ومخرجات وخطوات سير المواد فى محطة معالجة النفايات بالترميد

ينبغي الأخذ في الاعتبار ضرورة أن تكون محتويات النفايات المراد ترميدها من بلاستيك البولى فينيل كلورايد محدودة – كلما أمكن – بسبب انبعاث مواد خطرة مثل الدايوكسين والفيوران. أما البلاستيك المصنوع من البولى بروبيلين أو البولى إيثيلين فعادة لا يمثل مشكلة أثناء الترميد، بل أن البلاستيك المصنوع من هاتين المادتين يساهمان كثيراً فى رفع القيمة الحرارية للنفايات.

يبين الجدول (1) ملخصاً لمميزات وعيوب المعالجة بالترميد:

جدول (1) : مميزات وعيوب تقنية معالجة النفايات بالترميد

مميزات المعالجة الحرارية (الترميد)	عيوب المعالجة الحرارية (الترميد)
– التخلص الآمن من الميكروبات والكائنات المعدية الموجودة بالنفايات.	– تحتاج لتكاليف استثمارية عالية لكل من آلية الترميد وآلية معالجة الغازات والأدخنة
– يمكن بالترميد معالجة معظم الكيماويات بالإضافة إلى النفايات المعدية (لا يمكن معالجة النفايات الكيماوية بأى من التقنيات الأخرى الموصوفة لمعالجة نفايات الرعاية الصحية ذات الخطورة).	– انبعاثات للبيئة الهوائية المحيطة
– ينتج عن الترميد متبقيات غير محددة المعالم.	– نواتج الترميد تحتاج للتعامل معها كنفايات خاصة.
– تخفيض حجم النفايات لأكثر من 95 %	– من الضرورى تركيب مداخن، الأمر الذى يمكن للمجتمع المحيط أن يسئ تفسيره
	– يلزم تخفيض أو منع ترميد بلاستيك البولى فينيل كلورايد

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

- تقنية مختبرة أثبتت فعاليتها.
- لا تحتاج لإجراءات تقطيع أو فرم تسبقها
- لا تحتاج لإجراءات تعبئة أو تغليف تسبقها
- يمكن ملاحظة إتمام تطهير النفايات برؤية الرماد المتبقية في قاع آلة الترميد.

والمعادن الثقيلة، كلما كان ذلك ممكناً، وذلك مثلاً عن طريق الاستبدال ببلاستيك قابل للترميد بدون مشاكل للبيئة أو اللجوء لفصل مكونات النفايات إلى تحتوى على عناصر معدنية (كالبطاريات والترمومترات الزئبقية...الخ).

ينبغي ملاحظة أن تكاليف إنشاء وتشغيل مثل هذا النظام المتقدم تعتبر عالية عند مقارنتها بآليات الترميد ذات حجرة الاحتراق البسيطة والتى تفتقد آليات لتنظيف ومعالجة الغازات المتصاعدة. بصفة عامة، ينبغي العمل على تزويد وحدات الترميد بآليات إضافية لتنظيف ومعالجة الغازات والأدخنة المتصاعدة وخصوصاً فى الوحدات التى يجرى استعمالها بالمناطق الآهلة بالسكان.

كما يوضح الشكل التالي آلة ترميد صناعة دنماركية والتى تستخدم النظام الجاف فى تنقية الغازات المتصاعدة، ويتوافر فى السوق العالمى نماذج وطرازات كثيرة من محطات الترميد، كما يتوافر فى مصر عديد من النماذج، منه هذا النموذج المبين فى الشكل التالي والذى تنتجه أحد المصانع المصرية.

شكل (7) : آلة ترميد صناعة دنماركية والتى تستخدم النظام الجاف فى تنقية الغازات المتصاعدة

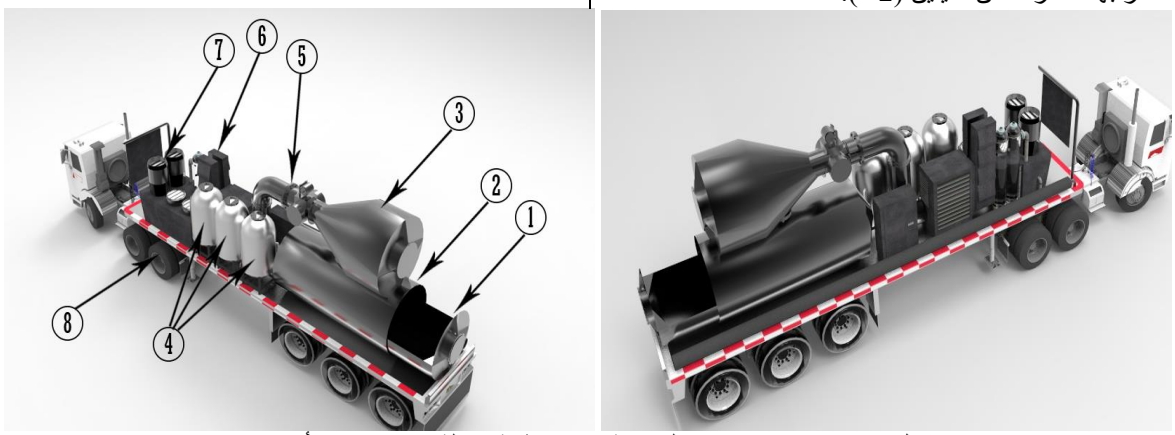
شكل (8) : نموذج لمحطة ترميد نفايات الرعاية الصحية ذات الخطورة (صناعة مصرية) ذات حجرتى احتراق

الضوابط والاشتراطات الواجب توافرها فى محارق نفايات الرعاية الصحية الخطرة الناتجة عن أنشطة منشآت الرعاية الصحية:

يشترط فى تركيب وتشغيل المحارق (آلات الترميد) توافر الضوابط والإشتراطات الصادرة من جهاز شئون البيئة وكذلك من وزارة الصحة كجهة إدارية مختصة، وأن تكون حدود انبعاثات هذه المحارق متطابقة مع الجدول رقم (4) من الملحق رقم (6) من اللائحة التنفيذية لقانون البيئة رقم 4 لسنة 1994 كما يلى:

1- ضرورة إحتواء المحرقة على غرفتى إحتراق ويتم تركيبها فى موقع مناسب للإشتراطات الصحية والبيئية.
2- يجب أن تصل درجة الحرارة فى غرفة الإحتراق الأولية إلى 850 درجة مئوية.
3- يجب أن تصل درجة الحرارة فى غرفة الإحتراق الثانوية إلى 1200 درجة مئوية، وألا يقل زمن مرور الغاز بهذه الغرفة عن ثانيتين (2ث).
4- ضرورة وجود نظام تبادل حرارى.
5- ضرورة وجود نظام تنظيف الغازات المتصاعدة.
6- وجود مدخنة خاصة بالمحرقة مع مراعاة الإرتفاع المناسب طبقاً لأحكام قانون البيئة رقم (4) لسنة 1994م ولائحته التنفيذية.
7- أن تعمل بالسولار أو الغاز الطبيعى.
8- أن تكون الأبواب مؤمنة آلياً لأحكام الغلق أثناء التشغيل.
9- أن تتوافق مع المواصفات القياسية المصرية لمحارق (آلات ترميد) نفايات الرعاية الصحية الخطرة للمنشآت الصحية الصادرة من الهيئة المصرية العامة للمواصفات والجودة.

وضع تصور تصميمي لمحرقة النفايات الطبية وفقاً للضوابط والأشتراطات المطلوبة:

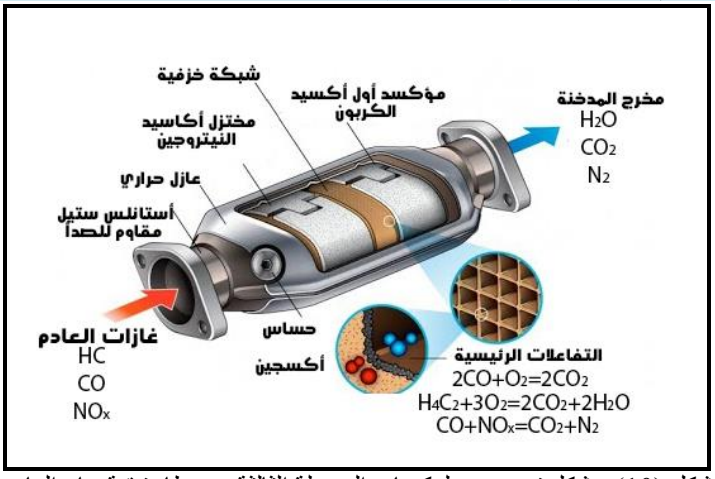


شكل (9) : تصور تصميمي لمحرقة نفايات طبية متنقلة ذات حجرتي أحتراق

وتتكون محرقة النفايات من عدة مكونات أساسية وهي كما يوضحها الجدول (2):

جدول (2) : مكونات محرقة النفايات المتنقلة ووظيفة كل مكون منها

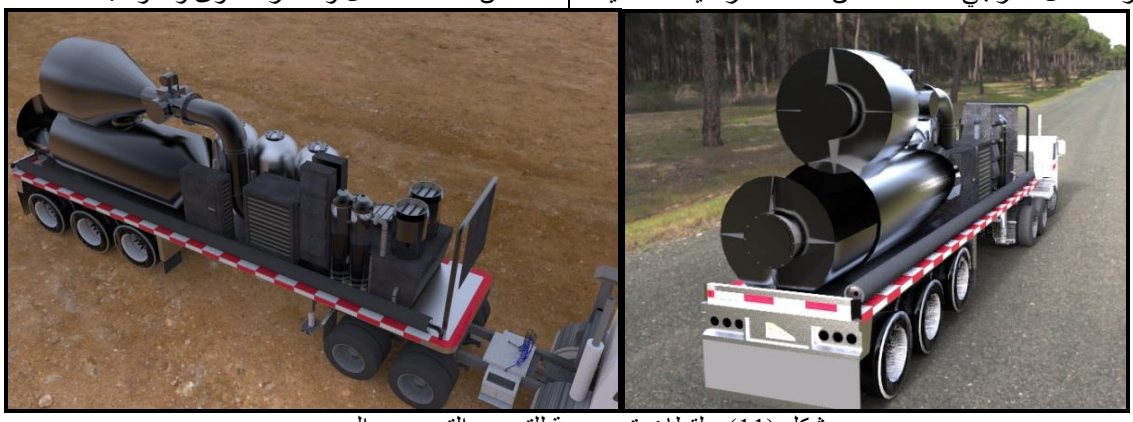
رقم المكون	الأسم	الوظيفة
1	باب التغذية (Feeder)	يعمل كبوابة لإدخال المخلفات الطبية الى غرفة الاحتراق الأولية وكذلك مخرج للرماد الناتج عن عملية الحرق
2	غرفة الاحتراق الأولية Primary Combustion) (Chamber	غرفة أحتراق معزولة من الداخل ويتواجد بها شعلتان تعملان بالغاز الطبيعي تستطيع أن توفر درجة الحرارة المطلوبة (حوالي 850°) في حالة الأغلاق التام لغرفة الاحتراق
3	غرفة الاحتراق الثانوية Secondary) (Combustion Chamber	غرفة احتراق معزولة من الداخل تصل درجة الحرارة بها الى ما يقرب (1200°) ولا يقل زمن مرور الغاز بها عن (2ث)
4	أسطوانات الغاز الطبيعي (Gas Cylinders)	مصدر الوقود اللازم لتشغيل المحرقة
5	أنبوب العادم (Exhaust (Gas Pipe	مسار لخروج الغازات والأبخرة المتصاعدة والناتجة عن عمليات حرق النفايات لتوجيهها نحو مراحل التنقية
6	نظام تنقية لغاز العادم ثلاثي المراحل (Three-stage Exhaust Gas (Purification System	نظام لتنقية الغازات المتصاعدة من غرف الاحتراق ثلاثي المراحل: – المرحلة الأولى: نظام تنقية أولي مكون من مرشحات دقيقة لمنع الغبار المتصاعد مع الغازات – المرحلة الثانية: نظام تنقية مائي يعمل على خف درجة حرارة الغاز – المرحلة الثالثة: تحتوي على نظام يشبه نظام علبة البيئة المتواجدة في عادم السيارات والتي تعمل على اختزال الأكسجين من أكاسيد النيتروجين وأكسدة أول أكسيد الكربون الى ثاني أكسيد الكربون كما يوضح شكل (10)
7	مدخنة (Chimney)	مخرج للغازات والأبخرة بعد عمليات التنقية
8	مقطورة (Trailer)	تحمل نظام المحرقة بالكامل ويمكن وصلها بشاحنة لإضافة إمكانية الحركة والتنقل



شكل (10) : شكل توضيحي لمكونات المرحلة الثالثة من نظام تنقية غاز العادم

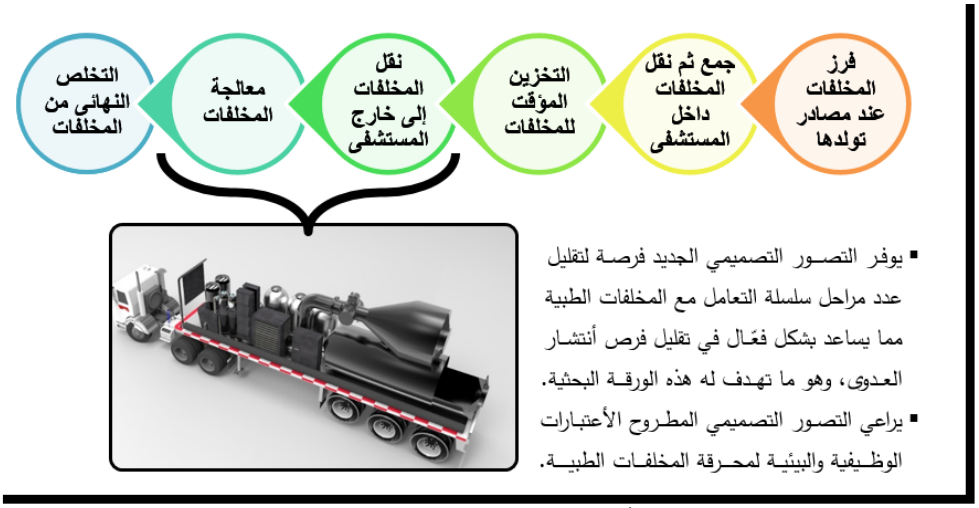
مميزات التصور التصميم الجديد:

يقدم التصميم الجديد عدة مميزات عن التصميم التقليدي لمحرقة مخلفات الرعاية الصحية، والتي تعد من أهمها أختزال مراحلة التعامل مع تلك المخلفات، حيث أن الأسلوب المتبع حالياً يقتضي وجود مرحلة نقل خارجي للمخلفات من منشآت الرعاية الصحية الى حيث تتواجد المحرقة، لكن بالاعتماد على التصميم الجديد يتم تجاهل تلك المرحلة وذلك لأن محرقة النفايات المتنقلة لا تستوجب جمع المخلفات ونقلها الى مكان معين، وذلك بالضرورة يؤثر بشكل إيجابي على تقليل مراحل التداول والتعامل مع المخلفات وبالتالي خفض معدلات انتقال وانتشار العدوى والتلوث.



شكل (11) : لقطات توضيحية للتصور التصميمي الجديد

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



شكل (12) : مخطط توضيحي لأهمية التصور التصميمي الجديد لمحرقة المخلفات الطبية المتنقلة

الخلاصة Conclusion:

تهدف هذه الورقة البحثية الى مناقشة أحد أهم القضايا والتي لها تأثير بالغ على صحة وسلامة الأنسان والبيئة، وهي قضية التعامل مع المخلفات الطبية بشكل عام والخطرة منها بشكل خاص، ومن أهم مراحل سلسلة التعامل تلك هي مرحلة المعالجة والتخلص النهائي، ومن أبرز طرق المعالجة المعروفة هي المعالجة الحرارية والتي تُعرف بمحارق النفايات الطبية أو بطريقة الترميد.

وتُقدم هذه الورقة البحثية تصوراً تصميمياً مقترحاً لمحرقة نفايات طبية متنقلة والتي تم مراعاة كافة الشروط والضوابط التي تتبعها منظمة الصحة العالمية وتسير على خطاها وزارتي الصحة والبيئة المصرية في تصميم مكونات المحرقة من غرف إحتراق ونظم تنقية ومعالجة ومصادر للوقود وغيرها، بالإضافة لميزة التنقل التي تتيح جمع ونقل المخلفات خارج منشآت الرعاية الصحية والمعالجة والتخلص في مرحلة واحدة، كما يوضح الشكل (12).

المراجع References

1- خالد محمد فهمي، **الدليل الإرشادي لإدارة النفايات الرعاية الصحية في مصر**، الطبعة الأولى، دليل إرشادي صادر عن البرنامج الوطني لإدارة المخلفات الصلبة (NSWMP)، 2015م.

2- حاتم الجبالي، **الدليل القومي لمكافحة العدوى (الجزء الأول)**، الطبعة الثانية، مطابع وزارة الصحة والسكان، 2008م.

3- ثابت عبد المنعم إبراهيم، **الآثار البيئية لمشكلة التخلص من النفيات بالحرق**، بحث علمي منشور في مجلة أسيوط للدراسات البيئية، العدد (36)، مجلد (12) ،2012م.

4- WHO, **Fundamentals of health-care waste management,** National Health-Care Waste Management Plan (Guidance Manual)**,** 2018.

5- WHO, **Technical specifications for healthcare waste management equipment,**2019.