

التلوث بالنفايات الحضرية الصلبة

أ . حسن احمد خليفة سليمان
أ . فطيمة الشيباني مسعود الاديوش

مقدمة:

لقد أصبحت مشكلة النفايات الحضرية خطراً يهدد الجنس البشري بالزوال، كما يهدد حياة الكائنات الحية والنباتات ؛ لذا أصبحت حماية البيئة والمحافظة عليها من أنواع التلوث المختلفة من أهم القضايا المعاصرة، وبعداً رئيساً من أبعاد التحديات التي تواجهها البلدان النامية خاصة عند التخطيط للتنمية الشاملة في ضوء التجارب التي خاضتها البلاد المتقدمة ومشاكل البيئة المعقدة التي تحاول أن تجد لها الحلول المناسبة قبل أن تقضي تراكمات التلوث على إمكانية العلاج⁽¹⁾.

إن الاهتمام المتزايد بمشكلة النفايات الحضرية الصلبة يرجع إلى أسباب دينية واجتماعية، وكذلك إلى تزايد كمية المخلفات الصلبة وبخاصة في الدول النامية بشكل فاق الإمكانيات المتوفرة للتخلص منها بالطرق السليمة إضافة إلى أنها تعمل على تلوث البيئة، وإلى الإصابة بأمراض مختلفة كما أنه يمكن الاستفادة من محتوياتها لإنتاج الأسمدة والحصول على الطاقة من المعادن والورق والزجاج وغيرها⁽²⁾.

فالبيئة هي الإطار الذي يعيش فيه الإنسان ويضم عناصره الثلاثة الهواء والماء والتربة، وفيه يمارس نشاطه الاجتماعي والإنتاجي، حيث إن البيئة هي إطار الحياة ومصدر الثروة والإنتاج والحفاظ على قدرة نظمها، والترشيد في استخدام مواردها يساعد على العطاء والإنتاج، وقد بدأت الدول المتقدمة في استرجاع مصادر الثروة الأولية مرة أخرى من بقايا نفاياتها فأصبحت القمامة مصدر دخل للاقتصاد القومي في عديد من الدول خاصة بعد النقص الشديد في مواردها وارتفاع أثمانها، هذا إضافة إلى تجنب الآثار السلبية الناجمة عنها⁽³⁾.

كما أدى النمو السكاني المتسارع والتوسع العمراني وتحسن مستوى المعيشة إلى زيادة متطلبات الإنسان من المواد المصنعة، وعدم إتباع الطرائق الملائمة لمعالجة النفايات أدى إلى بروز مشكلة خطيرة على الصحة العامة وسلامة البيئة وهي التلوث بالنفايات الصلبة حيث أصبحت من المشاكل التي تواجه الإنسان في هذا العصر .

وتشير الدراسات بأن النفايات المنزلية تمثل كماً هائلاً حيث تزيد نسبتها على 78% من مجموع النفايات الحضرية في المدن وتسهم مخلفات المباني، بنحو 22% من مجموعها⁽⁴⁾، ومما يزيد الأمر خطورة أن معظم مكوناتها ذات منشأ عضوي، كما أنها غير متجانسة في تركيبها وهي تتسبب في انتشار الجراثيم والقوارض والحشرات الناقلة لأشد الأمراض فتكاً بالإنسان والحيوان والنبات.

ولقد أثبت البحث العلمي وجود علاقة بين الأمراض الاجتماعية مثل الإدمان والانتحار والاكتئاب والعنف وغيرها من الأمراض بسبب معيشة الإنسان في بيئة غير نظيفة⁽⁵⁾.

تحتوي النفايات على مكونات معقدة و غير متجانسة من الناحية الكيميائية والفيزيائية وهي في مجملها قابلة للتحلل في الوسط البيئي ولها آثار سلبية بيئياً واقتصادياً ، كما أن بعض مكوناتها يشكل خطورة على الصحة العامة والبيئة.

— مشكلة البحث:

تعدّ مشكلة التلوث بالنفايات الحضرية الصلبة إحدى المشاكل المعاصرة التي تواجه الإنسان والبيئة حيث تعاني معظم الدول النامية من تراكم النفايات ؛ مما أدى إلى تكاثر الحشرات والقوارض والهوام، التي تتسبب في انتقال الأمراض إلى الإنسان وتساعد على تلوث البيئة، و حرق النفايات يؤدي إلى تلوث الهواء الجوي، إضافة إلى ما ينتج عن وجودها في الشوارع والمساحات العامة من تشويه لجمال شوارع المدن وأحيائها.

هذه الظاهرة المثيرة للقلق دفعت البّاحثين إلى تفحصها وتقصي واقعها وأبعادها وآثارها وأسبابها والعوامل المؤثرة عليها.

— أهداف البحث:

يهدف البحث إلى توضيح الآتي:

أ- معرفة الأسباب التي تؤدي إلى تراكم النفايات الحضرية والآثار البيئية والصحية الناجمة عنها.

ب- معرفة أنواع النفايات و دراسة الطرق المتبعة في جمعها ومعالجتها والتخلص منها.

ج- دراسة إمكانية الاستفادة من النفايات وذلك بفرزها، لغرض إعادة تدويرها وإنتاج مواد أخرى لدعم الاقتصاد الوطني وحماية البيئة منها والمحافظة على الصحة العامة.

— أهمية البحث:

تعدّ النفايات الحضرية من المشاكل الخطيرة، وذلك بسبب علاقاتها المباشرة بسلامة البيئة وصحة الإنسان، كما أنها قابلة للتفاقم إذا لم تجد متابعة يومية من الأجهزة المسؤولة عن البيئة وسلامتها بهدف حمايتها من مخاطر التلوث الناتج عنها

وتأتي أهمية البحث بتوفير معلومات عن المشاكل التي تعاني منها البشرية، مع وضع حلول ممكنة للاستفادة منها في حل المشكلة.

ويعتمد هذا البحث على الدراسة و التحليل لتقويم دور الجهات المسؤولة في التعامل مع النفايات الحضرية، وذلك لغرض الوصول إلى نتائج ومقترحات تساعد على معالجة المشكلة والحد من مخاطرها.

كما اهتم البحث بالطرق العلمية الحديثة للتخلص من النفايات الحضرية لغرض إيجاد الحلول المناسبة للمشكلة والاهتمام أيضاً بالجانب الإيجابي للقمامة باعتبارها ثروة قومية يمكن الاستفادة منها في إنتاج الأسمدة، والطاقة، إضافة إلى الجانب المهم في المحافظة على البيئة وحماية الإنسان من الأمراض.

— فرضيات البحث:

ولتحقيق غرض البحث لابد من وضع عدد من الفرضيات التي يمكن بتحليلها تحقيق تلك الأهداف وتكون على النحو الآتي:

- 1- إن النفايات الحضرية من أخطر التحديات التي تواجه البيئة.
- 2- إن تدني المستوى الثقافي والوعي البيئي يسهم في إيجاد المشكلة.
- 3- إن الطرق الحالية المتبعة للتخلص من هذه النفايات غير كافية لتجنب مشاكلها.

وللإجابة عن هذه الفرضيات يطرح الباحثان التساؤلات الآتية:

- 1- هل تستخدم الوسائل الحديثة في جمع، ونقل و التخلص من النفايات؟ وهل تعدّ النفايات من أخطر التحديات التي تواجه البيئة؟
 - 2- ما أسباب هذه الظاهرة؟
 - 3- هل هي بسبب عجز الأجهزة القائمة على النظافة العامة عن مواكبة هذا التطور والتحكم في إدارة النفايات بشكل صحيح وسليم بيئياً واكتفت بنقل جزء من هذه النفايات المتولدة يومياً إلى المقلب الرئيس؟
 - 4- أم بسبب سوء تصرف الإنسان وفشل الأنظمة الإدارية وعدم استخدام المفاتيح الثلاثة لحل أية مشكلة بيئية؟
 - 5- وهل يمكن تدويرها وإعادة استعمال جزء منها؟
- وسوف يحاول الباحثان دراسة مشكلة التلوث بالنفايات الحضرية، مع المحاولة الإجابة على هذه التساؤلات وغيرها وتفصي أبعادها وأثارها ووضع الحلول المناسبة لها.

أولاً- أنواع النفايات الحضرية:

النفايات هي الفضلات والمخلفات الناتجة عن الأنشطة الصناعية والزراعية والمنزلية، سواء كانت صلبة أم سائلة، تُعدّ من الملوثات الخطرة للبيئة، كما أنّ مصادرها عديدة ومتنوعة.

إن النمو المتزايد للسكان سنة بعد أخرى يشير إلى ارتفاع الكثافة السكانية في المدن الحضرية نظراً لما تتمتع به من وجود فرص العمل وتركز الخدمات، كالتعليم والصحة وغيرها طيلة العقود الأخيرة من القرن العشرين والذي تسبب في ظهور أنماط معيشية جديدة أسهمت بشكل مباشر في زيادة متطلبات السكان من السلع والخدمات، كما أن ارتفاع معدل الدخل يتناسب طردياً مع زيادة الاستهلاك، مما ينتج عنه زيادة في المخلفات، التي أصبحت متنوعة نتيجة للتغيير الذي حدث في نمط الحياة فتحسن مستوى المعيشة وزيادة الاستهلاك البشري وخاصة في المناسبات الاجتماعية، أدى ذلك إلى زيادة المخلفات وتنوعها من فضلات الطعام

والورق والكرتون والبلاستيك والزجاج والمواد المعدنية ومخلفات صناعية وإنشائية، إضافة إلى مياه الصرف الصحي، وجميع هذه المخلفات مصدرها حضري.

ثانياً- مصادر النفايات الحضرية الصلبة:

المخلفات الحضرية الصلبة مصادرها عديدة ومتنوعة، قد تكون زراعية كنفائات المزارع ومخلفات الحيوانات والمجازر وقد تكون منزلية، كالقمامة، والثلاجات القديمة ونفايات الشوارع، والمستشفيات وقد تكون صناعية، كبقايا المواد الخام الكيميائية والخشب، والسيارات المستهلكة، وبقايا المباني كالحصى والطوب والصخور والأسلاك والزجاج وغيرها⁽⁶⁾. وفيما يأتي عرض لأهم هذه المصادر:

1- المخلفات المنزلية:

وهي تحتوي عادة على مخلفات المطابخ الخاصة بالمنازل والمطاعم والفنادق إضافة إلى مخلفات محلات الخضر والفواكه والمحلات التجارية، وتحوي هذه الفضلات بقايا الطعام والخضر والفواكه والمواد اللدنة والزجاج والأوراق ومعادن مختلفة ونفايات الحدائق المنزلية والأقمشة، وإن معظم محتوياتها رطبة أو مبللة سريعة التحلل والتعفن وبذلك تُعدّ من أخصب مزارع نمو البكتيريا والحشرات والذباب مما يستدعي الاهتمام بسرعة تجميعها والتخلص منها. كما أن معظم الفضلات المنزلية تنتج عن إعداد الطعام بكميات تفوق حاجة العائلة وتختلف كمية إنتاج الفرد الواحد من الفضلات حتى في مدن البلد الواحد، وذلك حسب الكثافة السكانية وارتفاع مستوى المعيشة ودرجة الوعي البيئي، والعادات الغذائية السائدة، واختلاف فصول السنة، وتبلغ أقصاها في فصل الصيف عندما تكثر الخضروات والفواكه. كما أن معظم مكونات النفايات المنزلية قابلة للاحتراق حيث تزيد نسبة المواد القابلة للاحتراق عن ثلاثة أرباع مجموع هذه النفايات⁽⁷⁾.

2- مخلفات المباني:

وهي عبارة عن مخلفات غير عضوية تنتج عن العمليات البنائية والإنشائية كالأحجار والخرسانة إضافة إلى مواد عضوية كالأخشاب، كما تشتمل على الأتربة المختلطة بالصخور والزلط وبقايا الأسلاك المعدنية والصفائح⁽⁸⁾. ونظراً لعدم احتواء هذه المخلفات على مواد ضارة بالبيئة يمكن الاستفادة من بعضها في عمليات الردم المختلفة وفتح الطرق العامة، وفي ردم النفايات التي تلقى في المكبات، ويلاحظ أن الأسلوب المتبع في التخلص منها بإلقائها مبعثرة في العراء وفي الأماكن المهجورة بالقرب من ساحل البحر أو في الغابات العامة خاصة في الدول النامية.

3- نفايات الشوارع والمساحات:

وهي المخلفات الناتجة على النشاط السكاني خارج المنازل وأغلبها من الورق والبلاستيك وعلب السجائر والمشروبات، كما يدخل ضمنها الأتربة الناتجة عن

كنس الشوارع والأوراق المتساقطة من الأشجار ومخلفات الحدائق العامة وهاكل السيارات والإطارات التالفة والحيوانات النافقة والركامات المبعثرة في أماكن تجميع النفايات، وتصل نسبة هذه النفايات في بعض الدول النامية حوالي 60% من مجموع النفايات⁽⁹⁾.

4- النفايات ذات الأحجام:

وتشتمل الأجهزة المنزلية التالفة كالثلاجات والسخانات والغسالات الكهربائية وأجهزة الاستقبال المرئي والمسموع والأثاث الخشبي والمعدني كالكراسي والأسرة والصالونات والدواليب كما تشتمل على السيارات الخردة والإطارات، وأن زيادة نصيب الفرد من هذه المخلفات يزداد طردياً مع زيادة الدخل العام والمستوى الاقتصادي للبلد، وقد زادت نسبة هذه المخلفات في السنوات الأخيرة نتيجة لتحسن مستوى المعيشة. ويلاحظ أن النسبة الأكبر من هذه المخلفات يتم التخلص منها بإلقائها في العراء في الأماكن المهجورة أو تدفن كبقية المخلفات في المنخفضات والمحاجر وأن الكمية التي يستفاد منها قليلة كما أن تركها في العراء يشكل مأوى للحيوانات الضالة والهوام، فضلاً على أنها تشوه المنظر العام وتشكل خطراً على السكان.

5- النفايات الطبية:

وهي مخلفات الاستخدامات الطبية المختلفة والعمليات الجراحية والعلاجية وتشمل القطن الطبي الملوث والضمادات وكمامات العمليات والأقمشة المستخدمة للأغراض المختلفة وبقايا الأدوية والحقن والقفازات وجالونات المواد الطبية والمواد المطهرة وحفاظات الأطفال والمشارط وغيرها، وكميات هذه الفضلات ضئيلة إلا أنها شديدة الخطورة لما تحويه من جراثيم ناقلة للأمراض وسموم مختلفة⁽¹⁰⁾.

إن الإهمال وعدم التعامل السليم مع هذه المخلفات قد يسبب أضراراً مباشرة وغير مباشرة ووجود عوامل مرتبة لنقل الأمراض مثل الحشرات والذباب، والبعوض والصراصير، والحيوانات كالقطط والكلاب والطيور، وإما عن طريق عوامل غير مرتبة مثل الاستنشاق واللمس، يجعلها أكثر خطورة من أية مخلفات أخرى، وأن هذه المخلفات في ازدياد يوماً بعد يوم وذلك بسبب ازدياد عدد السكان والتوسع في الخدمات الطبية والعيادات والمختبرات والمراكز الصحية، وإجمالاً فإن نحو 80% من مخلفات المستشفيات تتشابه بالمخلفات المنزلية من أطعمة، وبلاستيك، وورق.

أما المخلفات التي بها خطورة فهي 20% من إجمالي المخلفات وهي ما يطلق عليها المخلفات الطبية وتنقسم حسب الآتي:

أ- مخلفات معدية مثل أطباق تحاليل المزارع الملوثة، عينات السوائل وعينات المرضى بعد تحليلها وبعض المواد المستخدمة في أجهزة التحليل بعد استعمالها، ومخلفات ملوثة بدم المرضى وسوائل جسمه، وأنسجة وبقايا بشرية ومخلفات

العمليات من أعضاء الجسم المستأصلة، والمخلفات المصاحبة لإجراء العمليات من دم وسوائل أخرى ومخلفات مصارف الدم من زجاجات الدم منتهية الصلاحية، ومخلفات المرضى المصابين بأمراض معدية مثل الأدوات واللوازم التي تستخدم أثناء فترة الإيواء وهذه المخلفات تمثل 15% من إجمالي المخلفات الطبية.

ب- إبر وحقن ومشارط ملوثة بدماء المرضى والعبوات المستخدمة في التطعيمات وتمثل 1%.

ج- مواد كيميائية مثل المطهرات ومواد التعقيم المستخدمة في العناية بالمرضى والمذيبات والأصبغ المستخدمة في المعامل، والأدوية منتهية الصلاحية وتمثل 3%.

د- مواد مشعة تستخدم للكشف عن تلك الأمراض وتمثل 1%⁽¹¹⁾

وتعد الرعاية الصحية بشقيها العلاجي والوقائي أهم عناصر المحافظة على القوى البشرية العاملة بالمجتمع، وعلى اعتبار أن أهم عناصر الإنتاج في العملية الإنتاجية هو الإنسان، فالعمل على الحفاظ على صحته وبينته أصبح هو الهدف الذي تنشده كافة المجتمعات المتقدمة.

وإذا كانت المخلفات والنفايات بأشكالها وأنواعها المختلفة والناجمة عن النشاط البشري اليومي تمثل خطراً على بيئة وصحة الإنسان، فإن المخلفات الطبية تمثل في الواقع خطراً يفوق في تأثيره باقي المخلفات الأخرى، وذلك نظراً لاحتوائها على الحقن والمشارط والمركبات الكيميائية، وتلوث هذه النفايات بجراثيم الأمراض الخطرة كالإيدز ومرض التهاب الكبد الوبائي، وغيرهما من الأمراض المعدية من خلال الدم، كما أن بعض الفيروسات تقاوم الظروف البيئية ومن هنا تأتي خطورتها.

ونفايات المستشفيات في أغلب الدول النامية، يتم التخلص منها إما مختلطة مع النفايات المنزلية أو يتم إلقاؤها في الأماكن المهجورة.

6- النفايات الصناعية:

يؤدي النشاط الصناعي المتزايد إلى زيادة النفايات الصناعية، وهذه النفايات تشكل خطراً على الصحة العامة وعلى الهواء والتربة والنبات والحيوان، وتوصف معظم النفايات المتولدة عن الصناعات الكيميائية وصناعة تكرير البترول والصناعات المعدنية بأنها خطيرة⁽¹²⁾، وتشكل مياه المصانع وفضلاتها 60% من المواد الملوثة للبحار والبحيرات والأنهار وبعض هذه المواد مضرّة بالحياة المائية، لأنها تقضي على الحيوانات والنباتات وغيرها، ومصدر هذه المواد من المدابغ ومصانع الرصاص والزنبق والنحاس، والنيكل ومصانع تكرير السكر⁽¹³⁾، ولا يفضل تواجد الفضلات الصناعية بكميات كبيرة قرب المصانع، لأنها تساعد على حدوث الحرائق، وأحياناً تجمع الفضلات الصناعية مع النفايات المنزلية عند تشابه المكونات مثل فضلات المصانع الغذائية حيث تتميز هذه الفضلات بإحتوائها على مواد عضوية قابلة للتفسخ، وعند تركها بدون معالجة فإنها تؤدي إلى انتشار

الروائح الكريهة والحشرات والقوارض⁽¹⁴⁾.

ثالثاً- إدارة المخلفات الحضرية الصلبة:

القواعد الأربع التي تقوم عليها عملية إدارة المخلفات الحضرية، والمعروفة بالقاعدة الذهبية 4R والتي يجب زيادة الوعي بها.

1- التقليل Reduction تقليل استهلاك المواد الخام المستخدمة مما يساعد على تقليل المخلفات.

2- إعادة استخدام المخلفات Reuse وهذا يؤدي إلى تقليل حجم المخلفات مثل الزجاج، والورق والبلاستيك)

3- إعادة التدوير Recycling أي إعادة استخدام المخلفات لإنتاج منتجات أخرى أقل جودة من المنتج الأصلي وتبدأ هذه العملية بجمع النفايات واستعمالها كمواد أولية في تصنيع منتج جديد وتتم بأربع خطوات (الجمع - الفصل - المعالجة - التصنيع)

4- الاسترجاع الحراري Recovery أي حرق المخلفات تحت ظروف تشغيل معينة مثل درجة الحرارة ومدة الاحتراق بغرض التخلص من 90% من المواد الصلبة وتحويلها إلى طاقة حرارية يمكن استخدامها في الصناعة أو توليد الكهرباء.

إن عملية جمع ونقل المخلفات الصلبة بجميع أنواعها بأسلوب علمي يوفر الوقت والجهد والتكاليف وتعدّ مرحلة الجمع من أخطر المراحل التي تمر بها عملية التخلص من النفايات الصلبة حيث يؤدي عدم انتظام عملية الجمع إلى تراكم القمامة في الشوارع والساحات، ويؤدي ذلك إلى آثار سلبية على البيئة بشكل عام وعلى صحة وسلامة التجمعات السكنية⁽¹⁵⁾، وتشمل عملية جمع المخلفات الصلبة جميع العمليات ابتداءً من تخزينها لدى الحائز النهائي للنفاية سواء في حاوية بلاستيكية منزلية أو أكياس ويتم التخزين بدون فرز أو التخزين الانتقائي حيث يتم فرز فضلات الطعام من المواد الصلبة الأخرى والنظام المتبع في غالبية دول العالم الثالث هو التخزين والجمع بدون فرز.

إن بقاء القمامة دون جمع ونقل يؤدي إلى:

أ- انتشار الروائح الكريهة.

ب- تكاثر الحشرات والقوارض التي تنقل الأمراض.

ج- ظهور المنطقة بمظهر غير حضاري.

د- تلوث الهواء الجوي نتيجة لقيام السكان بحرقها.

هـ - تعرض الأطفال للمخاطر الصحية بسبب اللعب بالقرب منها⁽¹⁶⁾.

ونظراً لأن عملية جمع ونقل القمامة إلى أماكن بعيدة مهمة للمحافظة على الصحة والسلامة العامة في المدن فهي تتم دون مردود اقتصادي لعدم الاستفادة منها فإنها تكون مكلفة حيث يتم جمعها من المناطق التجارية والصناعية والسكنية معاً رغم تنوع مكوناتها.

إن إعادة استخدام الزجاجات البلاستيكية للمياه المعدنية بعد تعقيمها، وإعادة ملء العلب الزجاجية بعد استخدامها يؤدي إلى تقليل حجم النفايات، ولكنه يستدعي وعياً بيئياً لدى الناس عامةً في كيفية التخلص من مخلفاتهم، والقيام بعملية فرز بسيطة لكل النفايات البلاستيكية والورقية والزجاجية والمعدنية قبل التخلص منها، فنجد في كل من اليابان والولايات المتحدة الأمريكية صناديق قمامة ملونة في كل منطقة وشارع، بحيث يتم إلقاء النفايات الورقية في الصناديق الخضراء، و النفايات البلاستيكية والزجاجية والمعدنية في الصناديق الزرقاء، ونفايات الأطعمة أو ما يطلق عليه النفايات الحيوية في الصناديق السوداء، وتعدّ هذه خطوة جيدة على طريق الحد من التلوث والاستفادة من كمية النفايات الصلبة وعدم استنزاف الموارد الطبيعية.

رابعاً- طرق التخلص من النفايات الحضرية الصلبة:

إن عملية جمع ونقل النفايات الصلبة لا تكفي بل يجب معالجتها أيضاً، وبالطرق التي تضمن سلامة وصحة البيئة ومن الضروري في هذا المجال معرفة كمية النفايات الصلبة لأي منطقة تمهيداً لاختيار الطريقة المناسبة للمعالجة وبتكلفة ممكنة⁽¹⁷⁾.

وتعدّ مشكلة النفايات الحضرية والحد من نموها مشكلة كبيرة تواجه أجهزة حماية البيئة، بسبب كمياتها الكبيرة المنتجة يومياً، وما تتطلبه من إجراءات وتقنيات تبدأ من مراحل جمعها ونقلها ومعالجتها والتخلص الآمن منها، مما يتطلب وضع برنامج عمل مبني على أسس علمية وفنية وحسن إدارة يهدف للحد من تراكمها وتصريفها بطرق آمنة لحماية البيئة وحماية المواطنين من آثارها الجانبية والحد من أخطارها، وأهم الطرق المتبعة للتخلص من النفايات الحضرية الصلبة ما يأتي:

- الطرق الحديثة المتبعة للتخلص من النفايات الحضرية الصلبة:

أ- طريقة الدفن الصحي:

تعدّ طريقة الدفن الصحي من أهم الطرق المستخدمة في إدارة النفايات الصلبة، ويتم اختيار موقع الدفن الصحي بعد دراسة جيولوجية يتبعها عمليات التصميم الهندسي الملائم والمتابعة البيئية للسيطرة على العصارة الناتجة عن تحلل المخلفات لاهوائياً بواسطة الكائنات الحية كالبيكتيريا فينتج عنها كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز الميثان (غاز الدفن)⁽¹⁸⁾.

ولتقليل مساحة الدفن، خاصة عندما تكون الأرض ذات قيمة تكبس النفايات وتغطي بالتربة ويفضل تبطين الحفرة بطبقة عازلة لمنع تسرب الملوثات إلى المياه الجوفية أو السطحية مثل الإسمنت أو الإسفلت أو البلاستيك، ويجب تجهيز المدفن بأبواب للتخلص من الغازات الناتجة وحفر آبار مراقبة بالقرب منه لمراقبة المياه الجوفية، وتتم عملية الدفن الصحي بفرش طبقة من المخلفات بسمك 30 سم وتغطيتها بطبقة ترابية بسمك 15 سم على التوالي لمنع تسرب الروائح الكريهة ويرقات الحشرات وعند الوصول إلى المراحل النهائية من تعبئة الموقع تتم تغطية

ترايبية نهائية بسمك (45-60) سم ويتم عمل الغطاء النهائي على شكل منحني لتسهيل سيلان مياه الأمطار خارج موقع الردم⁽¹⁹⁾ شكل 1، شكل 2.

أسس اختيار موقع الردم:

- يجب أن يكون الموقع بعيداً عن التجمع السكاني بمسافة لا تقل عن خمسة كيلومترات وفي عكس اتجاه الرياح⁽²⁰⁾، مع ضرورة الأخذ في الحسبان اتجاه النمو العمراني وسرعته لضمان عدم وصول العمران إلى موقع الردم، وبناء عليه يجب أن يكون حجم الموقع كافياً لتصريف النفايات لفترة لا تقل عن خمس سنوات⁽²¹⁾.
- توفير كمية من الأتربة اللازمة لتغطية النفايات، ويفضل أن تكون التربة طينية حيث أن المادة الطينية تعمل على امتزاج الأيونات الكيميائية إضافة إلى ترسيحها الضئيل للسوائل⁽²²⁾.

- يجب ألا يزيد عمق الحفر عن 10 أمتار أسفل سطح التربة⁽²³⁾.
- أن يكون الموقع بعيداً عن المصادر المائية الجوفية والسطحية لضمان عدم تسرب الملوثات إليها.
- أن يكون الموقع متصلاً بالتجمع السكاني بطرق معبدة.
- إحاطة الموقع بسياج لتجنب تناثر النفايات، وانتشارها خارج الموقع ولحجبها عن الأنظار.

إضافة إلى هذا يجب توفر المعدات والأدوات اللازمة ومراكز الصيانة لها مع تزويد الموقع بوسائل مكافحة الحشرات والقوارض، وضرورة توفير وسائل معالجة الحوادث والحرائق مع وجود إشراف يومي من المتخصصين.

- مزايا طريقة الدفن الصحي:

* إمكانية استيعابها كميات كبيرة من النفايات الصلبة.
* سهولة تطبيقها لأنها لا تحتاج إلى تقنيات عالية.
* انخفاض تكلفتها الاقتصادية.
* إمكانية إعادة زراعة الموقع بالأشجار بشكل يحفظ للبيئة الصفة الجمالية.
كما يمكن حساب مساحة الأرض اللازمة لعملية الدفن الصحي استناداً إلى معادلة مانتيل (Mantel).

$$V = \frac{365 * Qr * c}{D} + S$$

حيث إن:

V = حجم النفايات الكلي المدفون في السنة (م³).
 Qr = كمية النفايات الكلية التي ينتجها الفرد والتي تعالج في موقع الدفن الصحي (كجم/فرد).
 S = حجم التراب المطلوب لتغطية النفايات (م³).
 C = عدد النفوس المخدومة.
 D = كثافة النفايات (كجم/م³).

وتبلغ نسبة حجم التراب إلى حجم النفايات نحو 1 : 4
وبذلك تصبح المعادلة السابقة كما يأتي:

$$V = \frac{456.25 * Qr * C}{D}$$

وأما مساحة الأرض اللازمة في السنة (Rr).

$$Rr = \frac{V}{Pr}$$

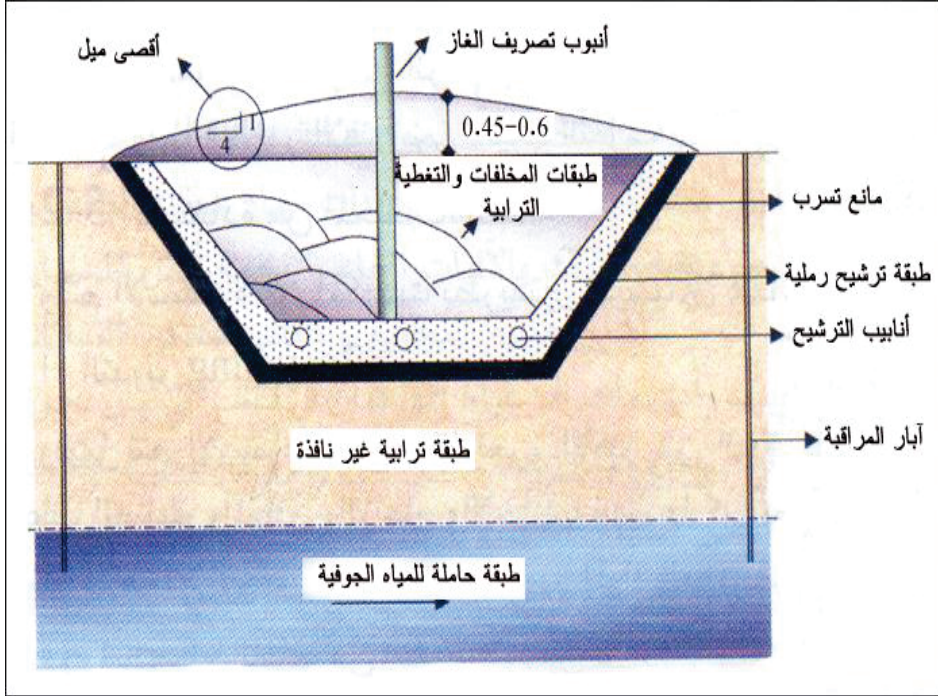
حيث إن:

Pr = عمق نفايات الدفن الصحي (م).

Rr = مساحة الأرض اللازمة للدفن الصحي (م)⁽²⁴⁾.

ويُعدّ الدفن الصحي من الخيارات المقبولة في أغلب دول العالم للتخلص من النفايات الصلبة، وكذلك يُعدّ من أنسب الوسائل والطرق للتخلص من النفايات الصلبة، وذلك للميزات السابق ذكرها، ولقد أصبحت طريقة الدفن الصحي أكثر انتشاراً كطريقة رئيسة للتخلص من النفايات الصلبة إذ مازال الدفن الصحي يمثل 60% من طرق التخلص من النفايات المنزلية الصلبة في بعض الدول المتقدمة مثل ألمانيا وسويسرا بالرغم من إمكاناتهما الكبيرة في استثمار المحارق ومنشآت السماد العضوي⁽²⁵⁾.

شكل (1): طريقة الدفن الصحي



المصدر: صلاح رفعت سرحت، (2004م).

شكل (2): طبقات الدفن الصحي



المصدر: صلاح رفعت سرحت، (2004م)

ب- طريقة الترميد:

الترמיד عبارة عن حرق النفايات الصلبة بدرجات حرارة عالية، ويفضل أن تتراوح درجة الحرارة بين (900 – 1400)°م لكي تقل كمية الغازات الملوثة ويتم قتل جميع الجراثيم الموجودة في النفايات⁽²⁶⁾، ويتم استرجاع الطاقة الحرارية بواسطة مراحل عادية أو نووية وتحول إلى بخار وتتضمن التطورات التي صاحبت تكنولوجيا الأفران أجهزة الوقود الآلية الفعالة التي صممت خصيصاً لحرق النفايات، وأنظمة لضبط عمليات الحرق بحيث تنتج درجات حرارة منتظمة وموحدة خلال عملية الحرق في الأفران باستعمال أفضل توزيع ممكن للهواء وكذلك أنظمة تحكم فعالة للوقاية التامة من تلوث البيئة **شكل 3**.

ويمكن إيجاز مميزات هذه الطريقة فيما يأتي :

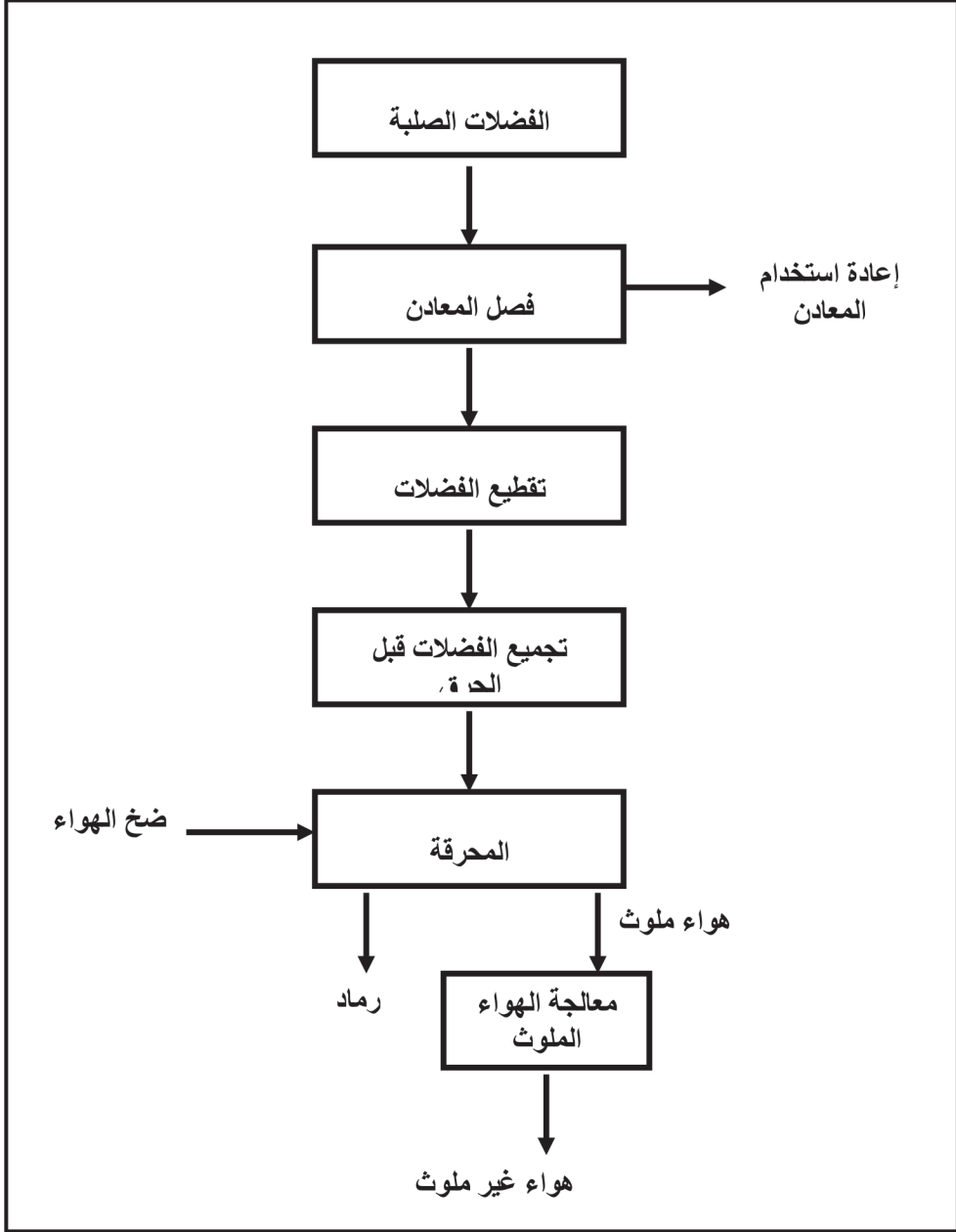
— تقليل حجم النفايات الصلبة بنسبة 85-90% من الحجم الأساسي(27).

— تقليل حجم الملوثات الهوائية إلى أقل قدر ممكن.

— تحويل الطاقة الحرارية الكامنة في النفايات إلى طاقة يستفاد منها في مختلف المجالات، وكما يستخدم الرماد الناتج كمادة أساسية في تسوية الطرق وصيانتها(28). وبالرغم من كون هذه الطريقة مكلفة من حيث البناء والتشغيل والصيانة ولكنها في الوقت نفسه طريقة صحية، إذ أنها تقضي على الحشرات والقوارض والجراثيم المسببة للأمراض، وفي كثير من الحالات تكون طريقة الترميد أفضل طريقة للتخلص من النفايات، وخاصة في حالة عدم وجود المساحات اللازمة من الأراضي للقيام بعملية الدفن الصحي أو عندما تكون المياه الجوفية قريبة من سطح التربة كما أن طريقة الترميد تُعدّ الطريقة الأفضل للتخلص من بعض أنواع النفايات الخطرة مثل نفايات المستشفيات(29).

ورغم أهمية الطريقة وفعاليتها إلا أنها تعدّ خطيرة أحياناً خاصة في حالة حرق النفايات اللدائنية ذات التركيبات الكيميائية المختلفة والتي يؤدي حرقها إلى تصاعد غازات سامة تلوث البيئة، وتتكون في معظمها من أول أكسيد الكربون، وسيانيد الهيدروجين، وكلوريد الهيدروجين، وجميعها غازات سامة وخطرة علاوة على أكسيد الكبريت والنيتروجين(30)، وهي ضارة أيضاً وتسبب أمراض السرطان ولهذا فإن الطريقة الناجحة للتخلص منها إما تدويرها وإعادة استخدامها بالطرق العلمية الحديثة أو دفنها في مناطق بعيدة عن المراكز العمرانية.

شكل (3): طريقة حرق نفايات حديثة



المصدر: فضل حسن أحمد، (1996م).

ج- طريقة التحليل الحراري:

وهي من طرائق المعالجة الحديثة وفيها تتفاعل المواد المحتوية على نسبة عالية من الكربون في درجة حرارة مرتفعة، حيث توضع النفايات في غرفة لاهوائية مغلقة وتعرض لدرجة حرارة تصل إلى 1650^oم ليحصل تحلل للنفايات وقد تقلل هذه الدرجة إلى حوالي 500^oم حسب نوعية النفايات⁽³¹⁾ ولجعل العملية أكثر فاعلية يتم تجفيف النفايات العضوية ونقطيعها قبل إدخالها الغرفة ونواتج هذه الطريقة كميات من الغاز الطبيعي إضافة إلى كميات من كبريتات الأمونيوم والزيت الخفيف والقار التي يستفاد منها كمصدر قيم للطاقة يمكن تخزينه (32).

وأهم مزايا هذه الطريقة ما يأتي:

* حماية الغلاف الجوي من التلوث إذ أن كل الطرق التقليدية الأخرى تفرز غازات ملوثة.

* إمكانية التخلص من النفايات التي تسبب مشاكل صحية وبيئية.

* إمكانية الحصول على المواد الأولية وإعادة استخدامها.

* إمكانية الحصول على الطاقة في شكل غازات يمكن تخزينها.

* إمكانية التخلص من النفايات الصناعية ومعالجتها.

وأثبتت عملية التحليل الحراري نجاحاً كبيراً في عدد من دول العالم. ويبلغ عدد الوحدات التي تستخدم أسلوب التحليل الحراري وإنتاج غاز يستفاد منه لإنتاج الطاقة في الصين 8 ملايين وحدة والهند ربع مليون وحدة، والفلبين 200 وحدة (33).

ورغم الأهمية الكبيرة لهذه الطرق المتبعة في التخلص من النفايات الحضرية الصلبة وحماية البيئة من التلوث الناجم عنها والفوائد الاقتصادية التي يمكن أن تجني منها خلال إعادة استخدام مكوناتها إلا أنه لا تتبع أي من هذه الطرق في ليبيا، نتيجة لقلة الإمكانيات المادية والفنية والتكنولوجية.

وعدم استخدام مثل هذه الطرائق، يؤدي إلى ضياع موارد اقتصادية مهمة وإلى تلوث البيئة؛ ولتفادي المشاكل السالفة الذكر يجب اتباع الطرائق الحديثة للتخلص من النفايات الحضرية التي سبقت الإشارة إليها كما يجب تدوير هذه النفايات وإعادة الاستفادة منها، وهناك بعض النماذج العالمية المستخدمة في التخلص من النفايات الحضرية الصلبة منها ما يأتي:

- قام المهندسون في السويد بتصميم شبكة لامتناصص النفايات من داخل البيوت كما هو الحال في مجاري الصرف الصحي بحيث توضع القمامة في فتحة خاصة في البيت ويتم سحبها بالشفط نحو مستودع مركزي حيث تحرق في أفران وينتج عنها غازات وزيت.

- وفي ألمانيا تم تشكيل حدائق بأشكال هندسية فوق أرض كانت مكاناً للقمامة، حيث طمرت على أشكال سفوح وهضاب وزرعت بالأزهار والأشجار وتحولت إلى حدائق ومنتزهات.

- وفي مدينة أوزاكا اليابانية، أقيمت محرقة للقمامة ذات مقاييس مضبوطة من ناحية تلوث الهواء حيث يستفاد من الحرارة الناتجة عن الفضلات في توليد الكهرباء. — الاستفادة من الإطارات المطاطية التي كانت تحرق، وذلك بفرم الإطارات ثم إزالة الخيوط منها وخطها بمواد رصف الطرق كالأسفلت بغرض تحسين المواصفات (34).

خامساً – تدوير النفايات الحضرية الصلبة وإعادة استخدامها:

يمكن تعريف إعادة تدوير النفايات بأنه استرجاع وتحويل المواد المبددة إلى سلع مختلفة تماماً بحيث يمكن خلق استعمالات جديدة لها أو إنتاج منتجات أخرى أقل جودة من المنتج الأصلي (35).

وتحتوي قمامة المدن على العديد من المكونات التي يمكن إعادة تدويرها لإنتاج بعض المنتجات النافعة مثل الورق والبلاستيك، والزجاج، والأقمشة، والمواد العضوية، والمعادن، وغيرها، كما أن نجاح عملية التدوير له بعدان اقتصادي، وبيئي؛ فالبعد الاقتصادي يتمثل في ترشيد استهلاك الموارد الطبيعية غير المتجددة والمهددة بالنفاد، والبعد البيئي يتمثل في التخلص من نسبة كبيرة من القمامة وبالتالي المحافظة على البيئة (36)، ونتيجة لارتفاع معدلات التلوث البيئي واستنزاف الموارد الطبيعية بدأت فكرة إعادة الاستفادة من النفايات الحضرية في بداية السبعينيات؛ نظراً لارتفاع أسعار الطاقة (خاصة النفط) وكذلك بعض المعادن والخامات التي تفتقر إليها الدول الصناعية؛ مما دفعها إلى استخدام المعادن الخردة كبديل لها (37)، وتشير الإحصاءات العالمية في مجال استرداد موارد المخلفات الصناعية الصلبة أن قيمة الخردة في الدول الصناعية تبلغ 45% من إنتاج الصلب، 40% من استهلاك منتجات النحاس، 5% من استهلاك منتجات الرصاص، 30% من استهلاك منتجات الزنك، 25% من استهلاك منتجات الألومنيوم، وأنه يمكن إنتاج ما بين 20-40% من صناعة الورق من مخلفات الأوراق، إن استرداد موارد النفايات الصلبة يقلل من الطلب على الطاقة حيث أن المواد المستردة يتطلب إعادة استخدامها طاقة أقل من تلك اللازمة للمواد الطبيعية الخام (38).

وعلى ذلك فالقابلية لإعادة التدوير تعني مدى قابلية استعادة مادة خام من نفاية ما يمكن استخدامها كمادة خام تدخل في إنتاج المواد التي انتجت منها خامة النفاية نفسها، ويجب أن تتوفر الشروط الآتية في عملية تدوير النفايات:

- 1- أن يسهل الحصول على النفاية ويسهل فصلها.
- 2- أن تكون مواصفات المواد الخام في النفاية قابلة للاستعادة وتستوفي المواصفات المطلوبة.
- 3- أن يكون لها سوق تجاري.
- 4- أن يكون من السهل التخلص من البقايا بعد التدوير.
- 5- أن تدرس تكاليف إعادة الاستفادة وتكاليف التخلص منها.

وليس من الضروري أن تحقق عملية التدوير مكاسب مادية فقد يفوق أثر هذه العملية على الإنسان والبيئة أية مكاسب مادية مهما كانت ضخمة.

وعملية القابلية للتدوير تواجهها العديد من المشاكل منها الآتي:

- 1- إن عملية الفصل يجب أن تكون تامة وأن تكون المادة المسترجعة نقية حتى تكون ذات قيمة.
- 2- أن تكون عملية فصل النفاية ومكوناتها سهلة حتى تكون التكاليف أرخص.
- 3- يراعى في الإنتاج المتولد من عملية إعادة التدوير أن يكون المنتج قياسياً ويمكن التحقق من مكوناته على ألا يحتوي على بقايا ضارة بالصحة أو البيئة (39) .

وأهم فوائد إعادة استخدام النفايات الحضرية الصلبة ما يأتي:

- 1- تقليل كمية النفايات التي يجب التخلص منها، وهو أهم أهداف عملية إعادة تدوير النفايات.
- 2- الحد من التلوث البيئي، حيث إن إعادة الاستفادة من بعض المواد السامة مثل الرصاص والكاديوم يحد من انتشار هذه المواد إلى عناصر البيئة من ماء وهواء وتربة وبالتالي الحد من تلوثها.
- 3- الحد من استنزاف الموارد الطبيعية، فعند إعادة تصنيع الورق والكرتون من النفايات الورقية يؤدي بطريقة غير مباشرة إلى الحد من القضاء على الغابات التي تقطع أشجارها لتصنيع الورق والكرتون وتشكل في مجموعها عندئذ مصدراً للدخل المحلي .
- 1- الحد من استهلاك الطاقة.

- 2- تمثل هذه النفايات مصدراً لمواد خام تقوم عليها العديد من الصناعات (40).
- هذا وتزيد أهمية إعادة تدوير النفايات الحضرية عندما تكون الدولة تعاني من نقص شديد في المواد الخام المحلية، كما هو الحال في ليبيا حيث تعاني من نقص شديد في مواردها الطبيعية، ويمكن أن يسهم عملية إعادة تدوير النفايات في تعويض هذا النقص وفتح آفاق صناعية جديدة تحرك عملية الإنتاج بها.

الخاتمة والنتائج والتوصيات

أولاً- الخاتمة :

من خلال عرض وتحليل بيانات البحث التي أجريت على مشكلة النفايات الحضرية الصلبة، بذلك يتيح استعراض ماجاء في هذا البحث إيجاز عدة نتائج، كما استخلص منها مجموعة من التوصيات، لعلها يسهم ولو بالقليل في إيجاد بعض الحلول لهذه المشكلة لتلافي الأخطار التي يمكن أن تصيب الإنسان إذا استمر في عدم اتباع القواعد الأربع التي تقوم عليها إدارة النفايات الحضرية الصلبة .

ثانياً - النتائج:

- 1- إٲضح من خلال البحث طرح كميات كبيرة من المخلفات الحضرية أدت إلى ظهور مشكلة تكدس النفايات الحضرية الصلبة نتيجة إلى الزيادة الكبيرة في عدد سكان العالم وخاصة في الدول النامية.
- 2- تبين أن المخلفات الحضرية مصدر لإنبعاث الروائح الكريهة، وانتشار الحشرات والجراثيم والقوارض، التي تنقل العديد من الأمراض للإنسان.
- 3- غياب الوعي البيئي، أدى إلى تفاقم هذه المشكلة ؛ لأن الإنسان الواعي أكثر إدراكاً للمشاكل البيئية والصحية التي تترتب عن تكدس النفايات، نظراً لغياب دور وسائل الإعلام المختلفة عن القيام بدورها لتوعية المواطن من أجل المحافظة على الصحة العامة وسلامة البيئة.
- 4- تقصير الجهات المسؤولة، وقلة الإمكانيات لديها أدى إلى وجود تباين مكاني في مستوى الخدمات ، مع عدم توفر العمالة الفنية المتخصصة في مجال النظافة العامة والاعتماد على العمالة غير المدربة، ووجود نقص كبير في المعدات الميكانيكية الخاصة والاعتماد على الشركات غير المتخصصة في جمع النفايات وبأسلوب يؤدي إلى تناثرها في الشوارع وانبعاث الروائح منها.
- 5- عدم استخدام الطرق العلمية في عمليات جمع ونقل والتخلص من النفايات الحضرية، مع عدم توفر شروط السلامة الصحية والبيئية في المكبات الخاصة بردم المخلفات.
- 6- إٲضح من خلال البحث الإهمال وعدم المبالاة في التعامل مع المخلفات الطبية الخطرة، حيث لوحظ وضعها مع المخلفات الحضرية الأخرى.

ثالثاً- التوصيات:

- 1- توصي الدراسة بضرورة اختيار أماكن للدفن الصحي للمخلفات على أساس علمي، بحيث تكون بعيدة على مصادر المياه الجوفية، والتجمعات السكنية، مع الأخذ في الاعتبار التوسع العمراني المستقبلي واتجاه حركة الرياح، والعمل على القضاء على ظاهرة المقالب المفتوحة ؛ لما لها من أثار ضارة بالبيئة والصحة العامة.
- 2- عدم ردم النفايات بالطرق التقليدية لما لها من سلبيات تنعكس على صحة المواطن والبيئة، والعمل على التخلص ؛ منها بأسرع وقت، حيث إنها تعد من الأوساط الملائمة لتكاثر الحشرات والقوارض، والإبقاء على المنازل نظيفة من أهم الأساليب للقضاء على الحشرات ومنع تكاثرها.
- 3- حفظ النفايات في صناديق وأكياس خاصة، وتجميعها دورياً، مع الاهتمام بنقلها في وسائل مغلقة وذلك بتوفير حاويات كافية لجمع النفايات من المناطق السكنية، وتحديد مواعيد ثابتة لجمع النفايات وإبلاغ المواطنين بها ويجب أن تتوفر في الحاويات شروط السلامة، بحيث تكون محكمة الإغلاق، حتى لا تكون مصدراً لتكاثر الحشرات والقوارض وانبعاث الروائح الكريهة منها، وأن تكون خالية من

- التقوب، حتى لا تسمح بتسرب العصارة منها وأن تتناسب سعتها مع كمية النفايات في أماكن توأجدها.
- 4- التأكيد على أهمية استخدام الأكياس البلاستيكية لحفظ النفايات مع ضرورة تخفيض أثمانها عن طريق استخدام مخلفات البلاستيك في صناعتها ؛ نظراً لما لها من ميزات تتمثل في سهولة التخلص منها، كما أنها سهلة الإغلاق، وتمنع تكاثر الحشرات والقوارض، بعكس الأوعية المفتوحة.
- 5- تصنيف النفايات الحضرية الصلبة حسب النوع للاستفادة منها في صناعات جديدة، منها تحويل المواد العضوية إلى أسمدة يمكن الاستفادة منها في الزراعة، مع دراسة وسائل إنتاج الطاقة من النفايات سواء البيوجاز أو الكهرباء أو إنتاج غاز الميثان.
- 6- ضرورة التعامل السليم مع المخلفات الطبية الخطرة، وذلك بتوفير محارق خاصة متقدمة تقنياً مع إلزام المستشفيات والعيادات الخاصة والعامة والمراكز الصحية بحرق مخلفاتها تحت إشراف متخصصين ورقابة تامة.
- 7- نشر الوعي الديني، والاجتماعي، والثقافي، والصحي، والبيئي بين المواطنين، لتخليص الناس من الأنانية وحب الذات، واللامبالاة، إذ لا بد من خلق ثقافة راسخة تؤكد ضرورة الحفاظ على الموارد الطبيعية الأساسية كالماء والهواء والنبات والحيوان، لأنه لا استغناء عنها فلا بد من الاقتصاد في استغلالها، والمحافظة عليها من التلوٲ

قائمة الهوامش

- 1- أحمد عبد الوهاب عبد الجواد، قضايا النفايات في الوطن العربي، (القاهرة: الدار العربية للنشر والتوزيع، (1997م)، ص27.
- 2- صلاح رفعت سرحت، " الإدارة الهندسية للمخلفات الصلبة"، في مجلة البيئة، طرابلس، العدد العشرون، (يناير 2004م)، ص32-33.
- 3- أحمد عبد الوهاب عبد الجواد، القمامة، (القاهرة: الدار العربية للنشر والتوزيع، (1991م)، ص19.
- 4- المعهد العربي لإنماء المدن، " التلوث آفة العصر ومرض عضال"، في مجلة المدينة العربية، الرياض، العدد الثامن والخمسون، (1988م)، ص55.
- 5- أحمد عبد الوهاب عبد الجواد، قضايا النفايات في الوطن العربي، مرجع سبق ذكره، ص28.
- 6- احتيوش فرج احتيوش وعبد القادر المحيشي، مفاهيم ومصطلحات بيئية، (طرابلس: منشورات الهيئة العامة للبيئة، 2003م)، ص117.
- 7- فاضل حسن أحمد، هندسة البيئة، (البيضاء: منشورات جامعة عمر المختار، 1996م)، ص266.
- 8- فاضل حسن أحمد، المرجع نفسه، ص273.
- 9- رمضان محمد رمضان، التلوث بالمخلفات المنزلية في غريان، (رسالة ماجستير غير منشورة)، مقدمة لكلية الآداب قسم الجغرافيا، جامعة الجبل الغربي، 2003م، ص95.
- 8- فاضل حسن أحمد، مرجع سبق ذكره، ص273.
- 9- طاهر إبراهيم الثابت، سوء التعامل مع النفايات الطبية، مجلة البيئة، العدد السابع، (مارس 2001م)، ص32.
- 12 - محمد محمود محيين وطه عثمان الفراء، مدخل إلى علم الجغرافيا والبيئة، (الرياض: دار المريخ للنشر، 1992م)، ص419.
- 13- أحمد رشيد، علم البيئة، (لبنان: معهد الأنماء العربي، 1981م، ص51).
- 14- فاضل حسن أحمد، مرجع سبق ذكره، ص271.
- 15- صلاح رفعت سرحت، "الإدارة الهندسية للمخلفات الصلبة"، مجلة البيئة، العدد العشرون، يناير 2004م، ص33.
- 16- سامح غرايبة ويحيى الفرحان، المدخل إلى العلوم البيئية، ط3 (عمان: دار الشروق للنشر والتوزيع، 2000م، ص201).
- 17- رمضان محمد رمضان، مرجع سبق ذكره، ص98.
- 18- عبد القادر عابد وغازي سفاريتي، مرجع سبق ذكره، ص241-242.
- 19- صلاح رفعت سرحت، مرجع سبق ذكره، ص33-34.
- 20- سامح غرايبة ويحيى الفرحان، مرجع سبق ذكره، ص167.
- 21- عبد العلي النعيم، "خيارات التقنية للتخلص من النفايات"، المعهد العربي لإنماء المدن، في مجلة المدينة العربية، العدد 36، (1989)، ص74.
- 22- فضل حسن أحمد، مرجع سبق ذكره، ص228.
- 23- أحمد عبد الوهاب عبد الجواد، قضايا النفايات في الوطن العربي، مرجع سبق ذكره، ص311.
- 24- فضل حسن أحمد، مرجع سبق ذكره، ص289-290.
- 25- رمضان محمد رمضان، مرجع سبق ذكره، ص104.
- 26- فضل حسن أحمد، مرجع سبق ذكره، ص296.
- 27- عبد العلي النعيم، مرجع سبق ذكره، ص71، 73.

- 28- منى قاسم، التلوث البيئي والتنمية الاقتصادية، ط2 . (القاهرة: الدار المصرية اللبنانية، 1994م)، ص118
- 29- سامح غرايبة ويحيى الفرحان، مرجع سبق ذكره، ص174.
- 30- عمر القبي، "مخلفات اللدائن أثارها على البيئة وكيفية التخلص منها"، في مجلة البيئة، العدد الحادي عشر، (سبتمبر 2002م)، ص ص29، 26.
- 31- فضل حسن أحمد، مرجع سبق ذكره، ص291.
- 32- يوسف أحمد الصائغ، "الاستفادة من النفايات الصلبة وطرق إعادة استخدامها"، المعهد العربي لإنماء المدن، في مجلة المدينة العربية، الرياض، العدد 74، (1996م)، ص59.
- 33- فضل حسن أحمد، مرجع سبق ذكره، ص294.
- 34- علياء حاتوغ بوران و محمد حمدان أبوديه، علم البيئة ، ط2 (عمان : دار الشروق للنشر والتوزيع ، 1969م، ص239-240.
- 35- محمد عبد الرازق القمحاوي، التلوث البيئي وسبل مواجهته، (القاهرة: الدار المصرية اللبنانية، 1998م)، ص ص203-204.
- 36- أحمد عبد الوهاب عبد الجواد، القمامة، مرجع سبق ذكره، ص40.
- 37- سامح غرايبة ويحيى الفرحان، مرجع سبق ذكره، ص244.
- 38- محمد عبد الرازق القمحاوي، مرجع سبق ذكره، ص204.
- 39- أحمد عبد الوهاب عبد الجواد، أسس تدوير النفايات، القاهرة، الدار العربية للنشر والتوزيع، 1979م ، ص ص41-42
- 40- أحمد شفيق الخطيب، المواقع البرية في العالم والبيئة للناشئين، (بيروت: مكتبة لبنان، 2000م)، ص41.