إدارة النفايات الصلبة وأثرها على البيئة في الأردن

إعداد

م.ز. بسام اليحيا

بلدية لواء الموقر

ملخص

مع الزيادة السكانية يكثر الاهتمام في قطاع النفايات الصلبة حيث لها العديد من التعريفات والتصنيفات والأنواع وهي من المجالات الحديثة المرتبطة في التطور الحضري والتخطيط العمراني للمدن. ورغم تعرّف الإنسان عليها منذ زمن بعيد وحدوث التطورات الواسعة في هذا المجال عبر التاريخ إلا أنّه إذا لم يتم التعامل مع النفايات الصلبة بشكل صحيح فإنها ستسبب أضراراً كبيرة على البيئة وصحة الإنسان كما ستسبب في تشويه المظهر الحضاري للمدن والأحياء السكنية.

تشمل النفايات البلدية الصلبة أنواعاً كثيرة وتصنيفات متعددة نظراً لاختلاف مصادرها وأشكالها وطبيعة التعامل معها، مثل نفايات عضوية وغير عضوية، نفايات قابلة للتحلل وأخرى غير قابلة للتحلل، نفايات قابلة للفرز والتدوير وأخرى غير قابلة للفرز والتدوير، نفايات ذات حجم كبير، نفايات إلكترونية وغيرها.

يعتبر نظام التسلسل الهرمي لإدارة النفايات الصلبة من الأنظمة الفعالة في إدارة النفايات الصلبة في المدن حيث يتكون من عدة مراحل تراعي أولاً محاولة تقليل أو منع تولد النفايات وتتدرج في طرق معالجتها وإعادة استخدامها وتدويرها ثم التخلص منها.

للنفايات الصلبة أضرار صحية وبيئية كثيرة حيث تؤثر على صحة الإنسان وتتسبب بالروائح الكريهة وتكاثر ناقلات الأمراض كما تتسبب في تلوث المياه الجوفية والمساهمة في رفع تركيز الغازات الدفيئة والتغير المناخي.

الكلمات المفتاحية: نفايات صلبة، إدارة النفايات الصلبة، الأضرار البيئية للنفايات الصلبة، أثر النفايات الصلبة على صحة الإنسان

Abstract

With the population increase, there is more interest in the solid waste sector, as it has many definitions, classifications, and types, and it is one of the modern areas associated with urban development and urban planning for cities. Although people have known about it a long time ago and extensive developments in this field have taken place throughout history, if solid waste is not handled properly, it will cause adverse impacts on the environment and human health, as well as ruining the civilized appearance of cities and residential areas.

Municipal solid waste includes many types and multiple classifications due to the different sources, forms, and nature of dealing with them, such as organic and inorganic waste, biodegradable and non-degradable waste, sortable and recyclable waste and other non-sortable and recyclable waste, large volume waste, electronic waste and others.

The solid waste management hierarchy system is considered one of the effective systems in solid waste management in cities, as it consists of several stages that consider first reducing or preventing the generation of waste and include methods of treatment, reuse, recycling, and disposal.

Solid waste has many health and environmental adverse impacts, as it affects human health, causes unpleasant odors, breeds disease carrying agents, pollutes groundwater and contributes to raising the concentration of greenhouse gases and climate change.

Keywords: *Solid Waste, Solid Waste Management, Environmental Impacts of Solid Waste, Impact of Solid Waste on Human Health.*

مقدمة

تشكل النفايات الصلبة مشكلةً كبيرة تزداد يوماً بعد يوم، قد يعزى ذلك إلى الزيادة السكانية والتوسع العمراني وازدياد النشاطات التجارية والصناعية الذي يصحبه ارتفاع في مستوى المعيشة. تشكل النفايات الصلبة التي تتولد من نشاطات الإنسان بكميات هائلة خطراً حقيقياً على صحة الإنسان وعلى البيئة المحيطة به مما يترتب عليه أعباء كبيرة على البلديات والجهات المحلية المختصة بجمع وإدارة النفايات الصلبة[1].

في الوقت الراهن تعطي الدول عملية إدارة النفايات الصلبة أهميّةً كبيرة باعتبارها واحدة من أبرز القضايا البيئية وذلك لأن لها آثار سلبية على الناحية البيئية من حيث الضرر على صحة الإنسان وتشويه المنظر الحضاري للدولة بالإضافة إلى الآثار الاقتصادية والاجتماعية التي تنتج عنها [2].

يعتبر الإنسان هو العامل الرئيسي لتشكل النفايات لذلك عند التفكير بإدارة النفايات الصلبة يجب أن نأخذ بعين الاعتبار دور الوعي البيئي لدى الإنسان لأهميته في رفع كفاءة عملية إدارة النفايات الصلبة وخفض التكاليف المترتبة عليها [3].

وفقاً لـ داس وآخرون (2019) تعرف عملية إدارة النفايات الصلبة بأنها عملية متكاملة تشتمل على عدة خطوات تتمثل بالمراقبة، ثم الجمع والنقل، ثم التخلص أو تدوير النفايات الصلبة مما يؤدي إلى تخفيف الأضرار السلبية لهذه النفايات على البيئة والإنسان وصحته والمظهر الجمالي للمدن. وتعتبر عملية إعادة تدوير النفايات الصلبة عمليةً مكمّلة لعملية إدارة النفايات الصلبة ويمكن اعتبارها كأحد الموارد المتاحة [4].

أهداف البحث

يتضمن هذا البحث إلى مجموعة من الأهداف تتمثل فيما يلي:

- **التعريف بمفهوم النفايات الصلبة، وأنواعها، ومصادرها وكمياتها، وخصائصها.**
- **التعرف على نظام إدارة المخلفات الصلبة ومكوناته.**
- **توضيح الآثار البيئية للنفايات الصلبة وأثرها على صحة الإنسان.**

منهج البحث

اعتمدت هذه الدراسة المنهج الوصفي والتحليلي ضمن الإطار النظري وذلك للتعرف على أهم خصائص ومكونات النفايات الصلبة ونظام إدارتها بمراحله المختلفة ثم ربط ذلك بالآثار البيئية الناجمة عن المخلفات الصلبة وكيف تؤدي إدارة تلك النفايات إلى الحد من الأضرار البيئية بما في ذلك اقتراح لخطط لإدارة النفايات الصلبة في البلديات المحلية.

مشكلة البحث

وفقاً لتقرير المجلس الأردني للأبنية الخضراء في عام 2016 فإنه يتم إنتاج الملايين من أطنان النفايات الصلبة سنوياً في الأردن حيث تتنوع مصادرها من النشاطات التجارية، والصناعية، والزراعية، والبلدية. ساهمت الزيادة السكانية الطبيعية في الأردن والزيادة السكانية الناجمة عن قدوم اللاجئين من الدول المجاورة إلى الأردن في حدوث زيادة سريعة في كميات النفايات الصلبة التي يتم إنتاجها مما يؤدي إلى فرض ضغوطات كبيرة على البنية التحتية الخاصة بنظام جمع وإدارة النفايات الصلبة في الأردن.

يعتبر قطاع إدارة النفايات الصلبة من القطاعات الأكثر تعقيداً في الأردن وذلك لتنوع مصادر وتركيبات النفايات الصلبة فيه بالإضافة إلى الضغوطات التي تفرضها الزيادة السكانية والتطور الاقتصادي والصناعي على البنية التحتية.

تتم عملية إدارة النفايات الصلبة في الأردن من خلال جهتان حكوميتان وهما:

1. وزارة البيئة: حيث تقوم بعملية التخطيط للمشاريع ووضع السياسات والتشريعات والأنظمة الخاصة بإدارة النفايات الصلبة بالإضافة إلى الدور الرقابي للأداء البيئي للممارسات والأنشطة المتبعة في جمع ومعالجة والتخلص من النفايات.
2. وزارة الادارة المحلية: وهي تعمل على المستوى الوطني حيث تقوم بوظائفها من خلال جهات تنفيذية تتبع لها إدارياً مثل البلديات المحلية ومجالس الخدمة المشتركة الإقليمية.

يعتبر متوسط معدل إنتاج الفرد للنفايات في المناطق الحضرية أعلى من معدل إنتاج الفرد للنفايات في المناطق الريفية حيث يبلغ حوالي 1 كغم للفرد في اليوم في المناطق الحضرية مقارنةً ب 0.87 كغم للفرد في اليوم في المناطق الريفية. وقد ارتفعت الكمية الإجمالية للنفايات الصلبة التي يتم إنتاجها في الأردن إلى الضعف تقريباً في الفترة ما بين 2010 (2 مليون طن سنوياً) و2022 (3.9 مليون طن سنوياً) مما يدعو إلى الاهتمام بشكل أكبر وتسليط الضوء على تلك القضية باعتبارها أحد أهم القضايا التي تؤثر على البيئة وصحة الإنسان في الأردن ومختلف دول العالم.

مصادر وأنواع النفايات الصلبة:

تشمل النفايات البلدية الصلبة أنواعاً كثيرة وتصنيفات متعددة نظراً لاختلاف مصادرها وأشكالها وطبيعة التعامل معها، مثل نفايات عضوية وغير عضوية، نفايات قابلة للتحلل وأخرى غير قابلة للتحلل، نفايات قابلة للفرز والتدوير وأخرى غير قابلة للفرز والتدوير، نفايات ذات حجم كبير، نفايات إلكترونية وغيرها. وتتعامل البلديات في الأردن أيضاً مع أنواع أخرى من النفايات الصلبة ذات الطبيعة الخاصة مثل مخلفات الحدائق والبستنة وبقايا تقليم الأشجار ومخلفات البيوت الزراعية (النفايات الزراعية)، والحيوانات النافقة، ونفايات المسالخ ونفايات الهدم والبناء والأنقاض (النفايات الإنشائية) ولا تستهدفها البلدية كنفايات بلدية صلبة وإنما كنفايات خاصة تتطلب نظام جمع وكوادر خاصة تتناسب مع طبيعة وتكوين تلك النفايات ولا يتم جمعها مع النفايات ذات الطبيعة العادية[5].

يمكن تلخيص مصادر النفايات الصلبة في الجدول أدناه:

مصدر النفايات الصلبة	تفاصيل
النفايات المنزلية	وتشمل النفايات الناتجة من المنازل والشقق السكنية والمنازل متعددة الأسر.
النفايات التجارية	وتشمل النفايات الناتجة من المحلات التجارية والمطاعم والمولات والأسواق ومحطات الخدمة والفنادق وأسواق الخضار.
النفايات المؤسسية	والتي تنتج من المكاتب والمجمعات التجارية والجامعات والمدارس والمستشفيات والسجون وغيرها.
النفايات الصناعية	وتنتج من النشاطات الصناعية المختلفة بجميع أشكالها كالمصانع والمناطق الحرفية.
النفايات الزراعية	وتشمل بقايا تقليم الأشجار وتنسيق الحدائق.

خصائص النفايات الصلبة ومكوناتها

يعتبر تقدير كمية وخصائص النفايات البلدية الصلبة المتولدة في المدن أحد أهم أدوات التخطيط التي تعتمد عليها البلديات في تحديد نظام إدارة النفايات الصلبة الملائم والمناسب للظروف المحلية ضمن حدودها. وتقوم البلدية على توفير البنية التحتية والاحتياجات المختلفة من الكوادر البشرية والمعدات والأدوات الضرورية التي تمكنها من تقديم خدمات النظافة العامة وجمع ونقل ومعالجة النفايات والتخلص منها بصورة آمنة ضمن حدودها وفق معايير ومستوى خدمة مقبولة من حيث الجوانب الفنية، والاقتصادية، والاجتماعية، والبيئية. وتساعد عملية تقدير الكلفة وربطها بكميات النفايات البلدية في تحديد الاحتياجات المالية للعمليات بشكل دقيق، ووضع السيناريوهات والبدائل المناسبة لرفع الكفاءة وضبط الكلفة وتحسين مستوى الخدمة[6].

تتميز النفايات البلدية الصلبة باحتوائها على مواد متعددة ومختلفة الصفات في خصائص الحجم والوزن والكثافة واللون والشكل والتركيب الكيميائي والمحتوى الحراري. لذلك من المهم القيام بتحليل مكونات النفايات الصلبة والتعرف على أنواع وأشكال المواد التي تحتويها.

تشير الدراسات السابقة في مجال تحليل مكونات النفايات البلدية الصلبة المتولّدة في الأردن، إلى أن نسبة المواد والبقايا العضوية في النفايات البلدية الصلبة غالباً ما تكون

مرتفعة، وتشكّل بحدود 50 بالمئة في غالبية المدن والمناطق الحضرية في المملكة، فيما تزيد عن ذلك في القرى والمناطق النائية والتي قد تصل إلى نسبة 60 بالمئة أو أكثر. أما باقي مكونات النفايات الصلبة الجافة (غير العضوية) كالورق والكرتون والبلاستيك وبأشكالها المختلفة فتعتبر ثاني أكبر المكونات من حيث نسب التركيب، وتليها المعادن والزجاج والقطع الخشبية بنسبٍ تعد بسيطة بالمقارنة مع الأنواع الأخرى لمكونات النفايات.

يمثل الجدول أدناه تركيب النفايات الصلبة في الأردن بحسب مصدرها (المصدر: الخطة الاستراتيجية الوطنية لإدارة النفايات الصلبة في الأردن 2022-2026):

مصدر النفايات الصلبة	النسبة المئوية
النفايات البيولوجية	51%
النفايات البلاستيكية	15%
نفايات الورق والكرتون	14%
نفايات المعادن	4%
نفايات الزجاج	4%
نفايات الأنسجة	1%
نفايات الخشب والحدائق	1%
نفايات أخرى	10%

نظام إدارة النفايات الصلبة

تتبنى العديد من الدول نهجاً لعمليات إدارة النفايات الصلبة يسمى بالتسلسل الهرمي وهو نهج شمولي ومنتشر على نطاق واسع في مجال إدارة النفايات الصلبة في العالم. يتضمن نهج التسلسل الهرمي ترتيباً هرمياً لخيارات إدارة النفايات الصلبة وفقاً لما هو أفضل للبيئة. ويعتمد هذا النهج على تسلسل في العمليات بحيث يعطي الأولوية الأكبر لمنع أو تقليل إنتاج النفايات بالدرجة الأولى ثم إعادة استخدام النفايات بدرجة ثانية ثم تدوير النفايات بدرجة ثالثة ثم استرداد النفايات (مثل تحويلها إلى طاقة) بدرجة رابعة وأخيراً بدرجة خامسة يأتي التخلص من النفايات في المكبات وأماكن التجميع [7].

يمكن تلخيص العمليات في نهج التسلسل الهرمي (انظر الشكل 1) لإدارة النفايات الصلبة بما يلي:

أولاً: عملية منع أو تقليل إنتاج النفايات

تعتمد هذه العملية على رفع الوعي البيئي لدى المواطنين عبر تشجيعهم على تقليل استخدام المواد من جهة واستخدام المواد التي تضمن ديمومة أكبر لأجل استخدامها لفترة أطول وبالتالي تقليل كميات النفايات الصلبة الناتجة.

ثانياً: عملية إعادة الاستخدام

في هذه العملية يتم تشجيع المواطنين على إعادة استخدام المواد (دون الحاجة لمعالجتها) كأن يتم تنظيف المواد وإعادة استخدامها لأغراض أخرى بدلاً من طرحها في النفايات.

ثالثاً: عملية إعادة التدوير

وتختص هذه العملية بإعادة تدوير النفايات وتحويلها إلى مواد أخرى قابلة لإعادة الاستخدام حيث تمتاز هذه العملية بأنها تطرح منتجات منافسة في الأسواق (نظراً لقلة تكلفة انتاجها مقارنة بالمواد غير المعاد تدويرها) من جهة ومن جهة أخرى تحافظ على البيئة واستدامة الموارد الطبيعية عبر تقليل كميات النفايات الصلبة الناتجة وتقليل استهلاك الموارد الطبيعية في عمليات التصنيع.

رابعاً: عملية الاسترداد

تهتم هذه العملية باسترداد الطاقة من النفايات بشكل عام وتتضمن أيضاً الاستخدام الأمثل ورفع كفاءة الاستخدام للموارد الطبيعية.

خامساً: عملية التخلص

وفي هذه العملية يتم التخلص من النفايات التي لا يمكن إعادة تدويرها او إعادة استخدامها أو حتى استرداد الطاقة منها ويشمل أيضاً النفايات التي لا يمكن إعادة تدويرها بشكل آمن مثل النفايات الطبية والكيماوية.

الشكل (1): نهج التسلسل الهرمي في إدارة النفايات الصلبة

أضرار للنفايات الصلبة على البيئة وصحة الإنسان

هناك أخطار محتملة على البيئة والصحةمن التعامل غير السليم مع النفايات الصلبة. الأضرار الصحية تتعلق خطورتها بشكل رئيسي بالعاملين في هذا المجالالذينبحاجة إلى الحماية إلى أقصى حد ممكن أثناء التعامل مع النفايات مثل جمعها وفرزها وتدويرها. هناك أيضا أخطار محددة في التعاملالنفايات من المستشفيات والعيادات وغيرها من النفايات الطبية.يوجد أضرار صحية غير مباشرة مثل تكاثر نواقل الأمراض كالذباب والفئران[8].

كما يعتبر تحلل النفايات وتحولها إلى مواد كيماوية أحد أبرز مصادر التلوث البيئي والذي يسبب ضرراً على البيئة وعلى صحة الإنسان أيضاً. وتعتبر هذه المشكلة شائعة بشكل أكبر في المناطق النامية أو الريفية والتي قد يزداد فيها معدل تواجد النفايات في المكبات مما يؤدي إلى تحللها وتحولها إلى مواد كيماوية ملوّثة. في الدول الفقيرة تشكل النفايات الصلبة مشكلة أو تحدي كبير بالنسبة للدولة حيث إن تدني ميزانية الدولة وتبنيها لأنظمة إدارة وجمع النفايات الصلبة يؤدي إلى زيادة المخاطر والأضرار البيئية المحتملة[9].

ومن الأضرار البيئية للنفايات الصلبة الغازات التي تتولد من تحلل النفايات والتي تتطاير إلى الغلاف الجوي (مثل غاز الميثان) حيث يؤدي إلى رفع تراكيز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي مما ينعكس بشكل سلبي على التغير المناخي ويؤدي إلى تفاقمه

بصورة سلبية أكثر. أخيراً، يمكن للعصارة (السائل الناتج من تحلل النفايات) أن تتسرب من مكبات النفايات إلى المياه الجوفية وتشكل خطراً على مصادر المياه وعلى صحة الإنسان. هذه المشكلة قد تشكل تهديداً حقيقياً للأمن المائي في الدول التي تعاني من شح الموارد المائية مثل الأردن [10].

الخاتمة

في ضوء ما سبق نستنتج أن النفايات الصلبة هي تنتج بشكل أساسي من نشاطات الإنسان لذلك هو المسؤول الأول عن انتاجها وأيضاً الطرف المعني بالدرجة الأولى بالتعامل معها. يمكن أن نختتم هذه الدراسة ببعض النقاط التي تلخص جميع ما سبق:

1. مصادر النفايات الصلبة متنوعة وعديدة ومن أهمها النفايات الصلبة المنزلية والصناعية والتجارية لذلك يجب الأخذ بعين الاعتبار توزيع انتاج النفايات من هذه المصادر والكميات الناتجة منها.
2. النفايات الصلبة بحاجة لتخزينها في مكبات للنفايات يتم استحداثها ضمن معايير وخصائص محددة بحيث تكون قادرة على معالجة النفايات والتعامل معها بشكل يضمن تقليل الضرر البيئي لها.
3. نظام إدارة النفايات الصلبة هو نظام فعّال ويجب تطبيقه بشكل واسع وحقيقي في البلديات والمجالس المحلية في الأردن لضمان التعامل مع مشكلة النفايات الصلبة على أكمل وجه.
4. للنفايات الصلبة أضرار صحية وبيئية كثيرة حيث تؤثر على صحة الإنسان وتتسبب بالروائح الكريهة وتكاثر ناقلات الأمراض كما تتسبب في تلوث المياه الجوفية والمساهمة في رفع تركيز الغازات الدفيئة والتغير المناخي.
5. مع زيادة عدد سكان العالم والطلب المتزايد على الغذاء والضروريات الأخرى سيحدث ارتفاع في كمية النفايات الصلبة التي يتم إنتاجها يوميًا من قبل كل أسرة. وفي حال لم تدار هذه النفايات بشكل صحيح ستشكل خطرا صحياً كبيراً وتؤدي إلى انتشار أمراض معدية ومشاكل بيئية أخرى.

قائمة المراجع

1. بوقرة and خولة, تسيير النفايات الصلبة بمدينة برج بوعريريج ـ حالة المنطقة الصناعية رقم 1. 2022, معهد تسيير التقنيات الحضرية-University of Msila.
2. بوعبدالله, et al., حوكمة تسيير النفايات الصلبة في مدينة باتنة. 2021.
3. سعيد and إيفان حسين, التلوث بالنفايات الصلبة دراسة في الاسباب والاثار مدينة خانقين انموذجاً. Journal of Garmian University, 2021. **8**(3): p. 297-311.
4. Das, Subhasish, et al., *Solid waste management: Scope and the challenge of sustainability.* Journal of cleaner production, 2019. **228**: p. 6678.-58
5. كودي, النفايات الصلبة وطرق معالجتها في مدينة سبها. 2019, جامعة سبها.
6. بديار and عادل, تثمين النفايات الصلبة الحضرية و إدارتها. 2008, مسيلة، جامعة محمد بوضياف. معهد تسيير التقنيات الحضرية.
7. الخطيب, et al., إدارة النفايات الصلبة الصناعية في محافظتي نابلس ورام الله والبيرة. 2018.
8. النور, العالم إبراهيم, أثر إدارة النفايات الصلبة في ترقية البيئة. 2011.
9. Owens, Susan, *Experts and the Environment—The UK Royal Commission on Environmental Pollution 1970–2011.* Journal of Environmental Law, 2012. 24(1): p. 1-22.
10. Alam, Pervez and Kafeel Ahmade, *Impact of solid waste on health and the environment.* International Journal of Sustainable Development and Green Economics (IJSDGE), 2013. **2**(1): p. 165-168