African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences (AJAPAS)
Online ISSN: 2957-644X
Volume 4, Issue 4, 2025
Page No: 394-409
Website: ***https://aaasjournals.com/index.php/ajapas/index***
ISI 2025: 1.126 **SJIFactor 2024: 6.752** **معامل التأثير العربي: 1.62**

Construction Waste Management Modern Strategies for Recycling and Promoting Sustainability in Building Projects

Hanan Belgasem Eisaa *
Higher Institute of science and Technology, Tripoli, Libya

إدارة النفايات الانشائية استراتيجيات حديثة لإعادة التدوير وتعزيز الاستدامة في مشاريع البناء

حنان بلقاسم عيسى *
المعهد العالي للعلوم والتقنية، طرابلس، ليبيا

*Corresponding author: hanan_eisaa@yahoo.com

Received: August 21, 2025	Accepted: October 25, 2025	Published: November 05, 2025

Abstract:
The study analyzes construction waste management and explores recycling strategies to promote sustainability in light of global technological and environmental changes. It highlights the potential for transforming construction and demolition waste from a burden into a valuable economic resource through recycling, supported by collaboration with skilled private sector companies. This transformation could reduce reliance on imported raw materials such as iron and steel. The study examines waste management mechanisms, types, and the challenges of implementing recycling technologies, reviews global practices, and proposes a framework for improving resource efficiency and reducing environmental impact. It highlights the economic benefits, including cost savings and job creation. Methodologically, the research relied on a descriptive analytical approach, supplemented by questionnaires, expert interviews, field observations, and technical document analysis. Drawing on reliable sources, including World Bank and United Nations reports, the study aims to provide practical recommendations for engineers, contractors, and decision-makers to promote sustainable waste management practices in line with the country's digital and environmental goals.

Keywords: Waste management, recycling, infrastructure, information and communication technology.

الملخص
تُحلل الدراسة إدارة نفايات البناء وتستكشف استراتيجيات إعادة التدوير لتعزيز الاستدامة في ظل التغيرات التكنولوجية والبيئية العالمية وتشير الدراسة إلى إمكانية تحويل نفايات البناء والهدم من عبء إلى مورد اقتصادي قيّم من خلال إعادة التدوير، بدعم من التعاون مع شركات القطاع الخاص الماهرة، ويُمكن لهذا التحول أن يُقلل من الاعتماد على المواد الخام المستوردة مثل الحديد والصلب وتبحث الدراسة في آليات إدارة النفايات، وأنواعها، وتحديات تطبيق تقنيات إعادة التدوير، وتستعرض الممارسات العالمية، مع اقتراح إطار عمل لتحسين كفاءة الموارد وتقليل الأثر البيئي. وتُسلط الدراسة الضوء على المزايا الاقتصادية، بما في ذلك توفير التكاليف وخلق فرص العمل. منهجيًا، اعتمد البحث على منهج تحليلي وصفي، مُكملًا باستبيانات ومقابلات مع خبراء وملاحظات ميدانية وتحليلات وثائق فنية. واستعان بمصادر موثوقة، بما في ذلك تقارير البنك الدولي والأمم المتحدة، ولذلك تهدف الدراسة إلى تقديم توصيات عملية للمهندسين والمقاولين وصناع القرار لتعزيز ممارسات إدارة النفايات المستدامة بما يتماشى مع الأهداف الرقمية والبيئية للبلاد.

الكلمات المفتاحية: إدارة النفايات، إعادة التدوير، البنية التحتية، تكنولوجيا المعلومات والاتصالات.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

المقدمة

تتبنى الدولة نهجًا استراتيجيًا لبناء ليبيا الرقمية وذلك من خلال تحسين وتوسيع البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، ووضع الخطط والاستراتيجيات لتحقيق أهدافها، يشمل ذلك زيادة توافر الخدمات الآلية لضمان بيئة عمل أفضل ومجتمع قائم على المعرفة، وتحسين أداء مختلف أجهزة الدولة، وتوفير الوقت والجهد من خلال توفير مجموعة من الخدمات الإلكترونية، وتوظيف التكنولوجيا لحل المشكلات المجتمعية مع تطور الأنظمة التقنية الأساسية، ظهرت آثار الثورة الهائلة في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في العديد من جوانب المجتمع حيث تنافست الأنظمة التقليدية مع هذه الأنظمة ومن أشهر هذه الأنظمة المعاصرة التحول الرقمي، الذي يتميز بمزايا عديدة أتاحت للعديد من شركات الإنتاج والصناعة حول العالم استخدام التكنولوجيا الرقمية ويتزايد اهتمام المؤسسات بالتحول الرقمي، الذي يتضمن دمج التكنولوجيا على جميع المستويات التنظيمية واستبدال معظم الوظائف العادية بتقنيات وخدمات متطورة في ليبيا.[1]

وقد أصبح التحول الرقمي أحد الركائز الأساسية لتحقيق رؤية ليبيا في بناء مجتمع قائم على المعرفة، حيث يسهم في تطوير الأداء الحكومي والمؤسساتي، وتحسين جودة الخدمات المقدمة للمواطنين، وتقليل البيروقراطية، وزيادة الشفافية في إدارة الموارد والخدمات العامة. كما يوفر التحول الرقمي فرصًا لتعزيز المشاركة المجتمعية من خلال منصات الخدمات الإلكترونية، وتسهيل الوصول إلى المعلومات، وتمكين المواطنين والشركات من التفاعل بكفاءة مع مختلف الأجهزة الحكومية ومن الناحية الاقتصادية، يتيح التحول الرقمي فرصًا لتطوير قطاع الأعمال والصناعة، من خلال استخدام البيانات الرقمية والتحليلات الذكية لتحسين الإنتاجية، وتقليل التكاليف، وابتكار خدمات ومنتجات جديدة. كما يشجع على تطوير المهارات الرقمية للكوادر البشرية.

تُعدّ برامج إعادة تدوير مخلفات البناء والهدم جزءًا لا يتجزأ من مبادرات الحفاظ على البيئة وتحقيق أقصى استفادة من الموارد المتاحة ومن خلال عملية إعادة تدوير شاملة تُجدّد هذه النفايات، لم تعد أطنان النفايات تُشكّل مشكلةً للمجتمع الليبياي، بل أصبحت مصدرًا اقتصاديًا مُضافًا ويُسهم إشراك شركات القطاع الخاص في عملية إعادة التدوير في تحقيق ذلك كما تتمتع هذه الشركات بسنوات من الخبرة في إعادة التدوير والصرف الصحي، وهي تبذل جهودًا أكبر للاستثمار في النفايات الصلبة والطريقة الوحيدة للتخلص الآمن من هذه النفايات هي الاستثمار فيها أو تصديرها إلى العديد من دول العالم و كما تُعدّ إعادة تدوير النفايات أمرًا بالغ الأهمية لخفض النفقات الاقتصادية ومساعدة الدول على التغلب على الصعوبات الناجمة عن ارتفاع أسعار السلع الخام كالفحم والصلب والنفط.[2]

مشكلة الدراسة

تُعدّ نفايات البناء من أكبر المشاكل البيئية التي تواجهها صناعة البناء، إذ تُساهم بشكل كبير في استنزاف الموارد الطبيعية وتُزيد من الضغط على مكبات النفايات وبرغم من تزايد الاعتراف بقيمة الاستدامة، لا تزال العديد من المشاريع تستخدم تقنيات قديمة لإدارة النفايات غير فعّالة ولا تتوافق مع مبادئ الاقتصاد الدائري ويتجلى هذا في ضعف تطبيق تقنيات إعادة التدوير الحديثة، وغياب اللوائح الصارمة التي تُشجع على أفضل استخدام للموارد وإعادة استخدامها، سواءً داخل الموقع أو خارجه وعلي ذلك لا تُدمج مبادئ الاستدامة بشكل كافٍ في مراحل تخطيط وتنفيذ مشاريع البناء، مما يُؤدي إلى مزيد من الهدر المالي والبيئي ولذلك، ثمة حاجة إلى دراسة علمية تتناول واقع إدارة نفايات البناء، وتُحدد الأساليب المعاصرة المناسبة لتشجيع إعادة التدوير وتقليل الأثر البيئي للمشاريع وتُعد الدراسة مهمة لأنها تُقدم حلولاً عملية تُسهّل الانتقال إلى ممارسات البناء المستدامة، وتُوفر إطارًا لصانعي القرار والمهندسين العاملين في هذا المجال.

السؤال الرئيسي للدراسة:

ما مدى فعالية الاستراتيجيات الحديثة لإدارة نفايات البناء من حيث إعادة التدوير وتعزيز الاستدامة في مشاريع البناء؟

أهداف الدراسة

1. دراسة كيفية إدارة نفايات البناء في المشاريع، مع إيلاء اهتمام خاص لكمية وأنواع النفايات الشائعة في هذا القطاع.
2. تحديد الصعوبات والعوائق التي تواجهها مشاريع البناء عند تطبيق تقنيات إعادة التدوير والإدارة المستدامة للنفايات.
3. دراسة وتقييم تقنيات إدارة نفايات البناء المعاصرة المستخدمة عالميًا، بما في ذلك الأساليب التنظيمية والتقنية.

---

[1] السواط، (2022م)، أثر التحول الرقمي على كفاءة الأداء الأكاديمي حالة دراسة لهيئة أعضاء التدريس بجامعة الملك عبد العزيز"، المجلة العربية للنشر العلمي مج 43، 43، ص 28

[2] الكندري، إسحاق ، تم الاطلاع 28 ديسمبر (2022م)، أهمية إعادة تدوير النفايات"، الجريدة الكويتية"،ص28.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

4. التأكيد على أهمية إعادة التدوير كاستراتيجية فعّالة لتحقيق الاستدامة وتقليل الآثار البيئية السلبية لعمليات البناء والهدم.
5. توفير إطار شامل لتطبيق تقنيات إدارة النفايات المعاصرة في مشاريع البناء، وتحسين كفاءة الموارد، وتقليل الضرر البيئي.
6. دراسة كيفية مساهمة تطبيق تقنيات إعادة التدوير في مشاريع البناء في خفض التكاليف وتعزيز التنمية المستدامة على المستويات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية.
7. تقديم نصائح قيّمة للمهندسين وشركات المقاولات وصانعي القرار حول أفضل الممارسات التي يمكن تطبيقها لتحقيق إدارة نفايات فعّالة ومستدامة.

تساؤلات الدراسة

السؤال الرئيسي للدراسة:

إلى أي مدى يمكن أن تساهم الأساليب المعاصرة لإدارة نفايات البناء وإعادة التدوير في الاستدامة في مشاريع البناء؟

ويتفرع من السؤال الرئيسي التساؤلات الفرعية التالية:

1. ما هي أنواع النفايات الأكثر شيوعًا في مشاريع البناء والهدم؟
2. إلى أي مدى يدرك المهندسون وشركات المقاولات ممارسات إدارة النفايات المستدامة؟
3. ما دور تقنيات إعادة التدوير في الحد من الآثار البيئية السلبية لمشاريع البناء؟
4. ما مدى نجاح القوانين واللوائح البلدية في دمج مفاهيم الاستدامة في إدارة النفايات؟
5. ما هي الأساليب والتجارب العالمية الناجحة في إدارة نفايات البناء؟
6. كيف يمكن للتكنولوجيا والابتكار - مثل التحول الرقمي والذكاء الاصطناعي - تحسين إدارة النفايات في قطاع البناء؟
7. ما هي الاقتراحات التي تقدمها الدراسة لإنشاء نموذج لإدارة نفايات البناء المتكاملة يُحسّن الاستدامة في مشاريع البناء؟

اهمية الدراسة

تكتسب الدراسة أهميتها من الدور المتزايد لقطاع البناء في إنتاج كميات كبيرة من النفايات الصلبة، وما يترتب على ذلك من تحديات بيئية واقتصادية واجتماعية وتهدف الدراسة إلى تقديم مساهمة عملية ونظرية في مجال إدارة النفايات الإنشائية، من خلال استكشاف استراتيجيات حديثة لإعادة التدوير وتعزيز الاستدامة في مشاريع البناء.

الأهمية التطبيقية:

تُسهم الدراسة في تقديم حلول عملية لإدارة نفايات البناء، من خلال تطوير استراتيجيات إعادة التدوير وتقليل المخلفات على المواقع الإنشائية، كما تساعد في تحسين كفاءة استخدام الموارد وتقليل تكاليف التشغيل لمشاريع البناء، بما يعود بالفائدة الاقتصادية على الشركات والمجتمع وتدعم اتخاذ قرارات مستنيرة من قبل المهندسين والمخططين والمطورين العمرانيين لتعزيز استدامة المشاريع وتقليل الأثر البيئي.

الأهمية النظرية:

توفر الدراسة إطارًا معرفيًا يساهم في تطوير النظريات والممارسات العلمية المتعلقة بإدارة النفايات الإنشائية وتقنيات إعادة التدوير كما توسع قاعدة المعرفة حول العلاقة بين إدارة النفايات والاستدامة في مشاريع البناء، مما يُشكل مرجعًا للباحثين في مجالات الهندسة المدنية، التخطيط العمراني، والبيئة وتفتح المجال لأبحاث مستقبلية لتقييم فاعلية الاستراتيجيات الحديثة في تقليل المخلفات وتعزيز الاستدامة.

فرضيات الدراسة

الفرضية الاولي: يرتبط تقليل النفايات في مشاريع البناء ارتباطًا وثيقًا إحصائيًا باستخدام تقنيات إعادة التدوير الحديثة.

الفرضية الثانية: يساعد استخدام تقنيات إدارة النفايات المستدامة مشاريع البناء على تحقيق أداء بيئي أفضل بشكل عام.

الفرضية الثالثة: عندما يكون العاملون في قطاع البناء أكثر وعيًا بمبادئ الاستدامة وإعادة التدوير، ترتفع كفاءة إدارة النفايات.

الفرضية الرابعة: يتأثر تطبيق تقنيات إدارة نفايات البناء الحديثة سلبًا بنقص القوانين واللوائح البيئية.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

الفرضية الخامسة: تزداد كفاءة عمليات إدارة النفايات من خلال تطبيق التكنولوجيا الحديثة، بما في ذلك الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء.
الفرضية السادسة: في قطاع البناء، تشجع القوانين الحكومية الداعمة لإعادة التدوير على اتباع أساليب بناء مستدامة.
الفرضية السابعة: يرتبط انخفاض تكاليف التشغيل وتحسين الكفاءة الاقتصادية للمشروع باستخدام منهجية متكاملة لإدارة نفايات البناء.

الإطار النظري

المبحث الأول: إدارة النفايات الإنشائية – المفاهيم والواقع

المطلب الأول: المفهوم العام للنفايات الإنشائية وأنواعها

مفهوم النفايات

تُعرّف وزارة التخطيط الإقليمي والبيئة "النفايات" بأنها "أي نفايات تنتجها المنازل، بالإضافة إلى نفايات الأنشطة الصناعية والتجارية والحرفية وغيرها، والتي يُمكن جمعها ومعالجتها، وفقًا لمواصفاتها وكمياتها المُنتجة، دون الحاجة إلى تقنيات خاصة حيث ينبغي أولاً الإقرار بهذا التعريف كما في الواقع، لا يوجد تعريف واحد مُتفق عليه للنفايات بل هناك معانٍ مُختلفة قد تتشابه في بعض الجوانب وتختلف في جوانب أخرى وربما يعود ذلك إلى أن ما يعتبره البعض قمامة قد يكون صالحًا للأكل أو مفيدًا للآخرين.[1]

نتيجةً لتعدد الجهات التي تناولت هذه القضية، تنوعت مفاهيم النفايات ونظرًا لتأثيرها على قطاعات ومجالات مُختلفة (اقتصادية، اجتماعية، بيئية، إلخ)، فقد اتخذ كل جهة موقفًا مُختلفًا كما لا ينبغي إغفال خلفيات العاملين في مشاريع البحث الأكاديمي والعلمي المتعلقة بالنفايات وهذا يُفسر تنوع تعريفات مفهوم النفايات و تطور مفهوم النفايات ليصبح مفهومًا ذا قيمة وأهمية لدى الكثيرين، إلا أنه في الماضي كان يُنظر إليه على أنه مادة بلا قيمة واضحة أو ظاهرية، أو أهمية اقتصادية، أو منفعة للناس على ذلك كان يتم التخلص من النفايات الورقية في مكبات نفايات صحية، ولكن في هذه الأيام، هناك حاجة متزايدة لإعادة تدويرها من الضروري تذكر أنه حتى لو كانت بعض النفايات قيّمة كمنتجات بديلة، فإن استخدامها قد يُعرّض البيئة والصحة العامة للخطر أكثر من استخدامها على ذلك قد يؤدي حرق الزيوت المستعملة والسامة لاستعادة الطاقة إلى انبعاث الرصاص في الهواء، مما يتطلب اليقظة سنتناول مرة أخرى تعريف النفايات من عدة جوانب، بدءًا من الجانب اللغوي، ثم الخوض في الفروقات المصطلحية، ونختتم بعدد من الطرق الأخرى.[2]

تُعد النفايات فضلات أو مهملات بغض النظر عن تركيبها أو مصدرها، فقد تكون ناتجة عن الاستهلاك المباشر، أو بقايا الاستخدام، أو نفايات عمليات التصنيع والتحويل، وقد تظهر في مواد أُهملت أو تُركت عمدًا أو عن طريق الخطأ. وتشمل النفايات الصلبة مواد مثل الحجر والحصى وخردة الحديد والمعادن والأنقاض وحطام البناء والمباني المهجورة أو المهدمة، وهي صلبة ومتماسكة وغير حية. أما النفايات السائلة، فتشمل مياه الصرف الصحي والنفايات الصناعية وبعض مخلفات الطرق والمتاجر والأسواق العامة، وكذلك نفايات المسالخ والمستشفيات، وتكون طرية وقابلة للجريان. كما يمكن أن تكون النفايات خطرة أو مضايقة، إذ قد تتسبب في آثار سلبية على البيئة والمجتمع إذا لم تُعالج، وحسب طبيعتها قد تكون سامة، مشعة، أو قابلة للاشتعال.[3]

تُعرف النفايات الخطرة:

بالنفايات السامة، أو الضارة بالصحة العامة، أو الملوثات التي تُهدد صحة الإنسان والكائنات الحية بتلويثها للمكونات البيئية، وخاصةً مصادر المياه السطحية والجوفية، فجميع النفايات الصلبة، أو مزيج من النفايات، التي قد تُسبب، من حيث كميتها أو تركيزها أو طبيعتها الفيزيائية أو الكيميائية أو خصائصها المعدية، أو تُسهم بشكل كبير في زيادة الوفيات، أو الأمراض الخطيرة التي لا رجعة فيها، أو الإعاقة الدائمة"، هذا ما يُعرّفه قانون حفظ الموارد واستعادتها الأمريكي للنفايات

---

[1] الدكتور ميلود تومي، والأستاذة عديلة العلواني، (2006 م) كلية العلوم الاقتصادية والتسيير، جامعة محمد خيضر- بسكرة، تأثير النفايات الطبية على تكاليف المؤسسات الصحية - مجلة العلوم الإنسانية- جامعة محمد خيضر- بسكرة، العدد العاشر- نوفمبر، ص314 .

[2] محمد النمر، التسيير المستدام للنفايات المنزلية – دراسة ميدانية لبلدية قسنطينة، المرجع السابق الذكر، ص.5

[3] الدكتور ميلود تومي، والأستاذة عديلة العلواني، (2017م) تأثير النفايات الطبية على تكاليف المؤسسات الصحية، المرجع السابق الذكر، ص 316-315

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

الخطرة وإذا لم تُعالج أو تُخزن أو تُنقل أو تُتخلص منها أو تُدار بشكل مناسب، فقد تُشكل خطرًا حاليًا أو مستقبليًا على البيئة أو صحة الإنسان.

وقد فُسّر مصطلح "الصلبة" ليشمل الغازات المعبأة والسوائل وشبه الصلبة، مما يوسع نطاق تعريف النفايات ليشمل أشكالًا مختلفة تتطلب إدارة متخصصة. وتشمل النفايات المسببة للإزعاج ذات الطبيعة غير الخطرة المواد التي يمكن أن تُسبب ضررًا مباشرًا أو غير مباشر، مثل تعطيل الشوارع والمنازل أو منع الحركة في الأماكن العامة، مما يجعلها مصدرًا للإزعاج أو الخطر المحتمل على السلامة العامة. أما قابلية المعالجة، فتشير إلى إمكانية معالجة جميع أشكال النفايات، بما في ذلك الجمع والفرز والتحويل والاسترداد والحرق والتقطيع والدفن والتخلص النهائي في بيئة خارجية، بغض النظر عن نوعها أو مصدرها أو حجمها أو حالتها. ومن المهم مراعاة عوامل مثل النظافة والسلامة، والحفاظ على الصحة، وكفاءة الاستخدام، ونفقات طرق المعالجة، بحيث تكون المعالجة فعالة من حيث التكلفة، سواء كان الهدف استعادة النفايات للاستخدام أو التخلص النهائي منها.[1]

يوجد ثلاث فئات من النفايات:

النفايات المنزلية من المساكن والشقق وأماكن العمل والكليات والجامعات والسجون.

- النفايات التجارية التي تأتي من المؤسسات التجارية والترفيهية والتجارية مثل مراكز التسوق والحدائق
- نفايات المصانع أو، بشكل عام، العمليات الصناعية.
- نفايات العمليات الزراعية، بما في ذلك إنتاج الحبوب والفواكه والخضروات؛ وصيانة المروج؛ وغيرها من عمليات الثروة الحيوانية.

النفايات البحرية: تنتجها السفن العاملة، أو القوارب، أو السفن الزائرة.

نفايات التعبئة والتغليف الناتجة عن السلع المُصنّعة لاستخدامها في مناولة البضائع وتعبئتها وعرضها ونقلها من المُصنّع إلى المستهلك والنفايات الخطرة الناتجة عن الرماد أو بقايا العمليات والأنشطة المختلفة التي تحمل صفات المواد الخطرة.

النفايات الطبية من غرف العمليات والعيادات ودور رعاية المسنين والمستشفيات وعيادات طب الأسنان.

تشمل النفايات الصلبة مجموعة واسعة من النفايات، تختلف كمياتها وأنواعها بين الدول، بل وحتى بين المدن داخل الدولة الواحدة، بناءً على عوامل مثل الكثافة السكانية، والظروف الاقتصادية، والمستويات الاجتماعية والثقافية لمعيشة السكان. كما تتقلب وفقًا للتركيبة السكانية للمدينة، وتطورها الحضري، وموقعها الجغرافي، وفصول السنة وتُشكل النفايات البلدية، التي تأتي عادةً من المساكن والشركات والمكاتب والفنادق، غالبية النفايات الصلبة. وتشمل أحيانًا أيضًا النفايات الطبية والصناعية.

تُعرف النفايات غير السائلة، أو النفايات الصلبة، بأنها النفايات الناتجة من مصادر متنوعة تشمل التعدين، والنفايات التجارية والصناعية والسكنية والزراعية، وتتكون من عناصر مختلفة الأحجام والأوزان والكثافات والألوان والأشكال والتركيبات الكيميائية ومحتويات الحرارة. أما النفايات السائلة، فقد ازدادت أهميتها نظرًا لتزايد مياه الصرف الصحي الناتجة عن المنازل والفنادق والأسواق والمدارس والشركات ومحطات المعالجة نتيجة التوسع العمراني، مما يستدعي اتباع اسلوب رشيد لمعالجتها والتخلص منها، مثل إنتاج السماد العضوي لتحسين التربة أو استخدامها في ري الأشجار والحدائق العامة والمحاصيل. كما تشمل النفايات أنواعًا خطرة تتطلب إدارة خاصة، منها النفايات المكونة من أعضاء الجسم الناتجة عن الإجراءات الطبية في غرف العمليات والولادة، والنفايات المعدية التي تحتوي على جزيئات دقيقة أو سموم قد تشكل خطرًا على صحة الإنسان.[2]

ولذلك، يتم فصل النفايات الطبية إلى فئتين: النفايات غير الخطرة والنفايات الخطرة، بجانب إلى النفايات المعدية، تشكل الأخيرة ما بين 10% و25% من إجمالي النفايات الطبية مما يسمح بتصنيفها على النحو التالي:[3]

1. تُعتبر جميع النفايات الطبية: التي لا تحتوي على مواد معدية غير خطرة. على سبيل المثال، يمكن للسلطات المحلية التعامل مع نفايات المكاتب، والنفايات العامة، وبقايا الطعام، والأوراق، والحاويات البلاستيكية، وعلب المشروبات الغازية، والمناديل الورقية، أو أي شيء آخر غير ملوث بنفايات المرضى.

---

[1] ميلود تومي، والأستاذة عديلة العلواني، المرجع السابق الذكر، ص 316.

[2] جنان حليو بشيت، وأستاذ مساعد د. فاضل جواد دهش. (2022). دور إعادة تدوير النفايات الصلبة في تحقيق التنمية المستدامة. مجلة الكوت للعلوم الاقتصادية والإدارية، 14(44)، 1-10.

[3] طفياني, & مختارية. (2016). النفايات الطبية وطرق معالجتها. مجلة البحوث العلمية في التشريعات البيئية, 6(2), 125-134.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

2. النفايات الطبية الخطرة: هي النفايات الناتجة عن علاج المرضى في العديد من أقسام المستشفيات، بما في ذلك غرف العمليات، وغرف الإنعاش، وغرف المرضى الداخليين، وجميع أنواع المختبرات. ونظرًا لخطورتها على الأفراد والمجتمع والبيئة أثناء إنتاجها أو جمعها أو تخزينها أو نقلها أو التخلص منها، فإنها تُشكل نسبة ضئيلة من إجمالي نفايات الرعاية الصحية، وتحتوي على مخاطر مُعدية أو كيميائية أو إشعاعية.[1]

المطلب الثاني: واقع إدارة النفايات الإنشائية في قطاع البناء

تشمل النفايات الناتجة عن قطاع البناء ليس فقط المخلفات الصلبة، بل تمتد لتشمل النفايات الغازية التي تُطرح في الغلاف الجوي. كما هو الحال في العديد من الدول النامية، تُستخدم السماء أحيانًا كمكب للنفايات الغازية في بعض الدول العربية، حيث يُعتقد أن الغالبية العظمى من النفايات الغازية الناتجة عن شركات الأغذية، ومصانع البتروكيماويات، وصناعة البترول، تمتزج بالهواء وتنتشر دون أن تسبب مشاكل بيئية خطيرة فورية. ومع ذلك، فإن عدم استخدام تقنيات نظيفة من قبل معظم المصنعين يجعل من الصعب إيجاد حلول ميسورة التكلفة للتخلص من هذه النفايات بشكل آمن، فوفقًا للتقديرات، تُصدر الدول العربية يوميًا كميات كبيرة من الملوثات الغازية، بما في ذلك 5512 طنًا من الألدهيدات، و35525 طنًا من أول أكسيد الكربون، و79625 طنًا من الهيدروكربونات، و130462 طنًا من أكاسيد النيتروجين، و23275 طنًا من أكاسيد الكبريت، و17762 طنًا من الأحماض العضوية، بالإضافة إلى حرق حوالي 4.9 مليون برميل مكافئ نفط من الطاقة، ومن جهة أخرى، تُنتج مصانع الطوب والإسمنت والحديد والصلب كميات هائلة من النفايات الصلبة المرئية، الملونة والواضحة للعيان، مما يثير قلق السكان المجاورين للمصانع بسبب المخاطر الصحية المحتملة، خاصة على الأطفال وكبار السن، فغالبًا ما تعيق قدم التقنيات المستخدمة في هذه المصانع ونقص الموارد المالية إمكانية تركيب فلاتر أو أنظمة معالجة فعالة.

النفايات الصناعية السائلة:

تُعتبر هذه النفايات من أهم النفايات التي تُطلقها المصانع في جميع الدول العربية. وقد نتجت أكبر كارثة بيئية على المجتمع العربي عن استغلال معظم الدول العربية لمصادر المياه، بما في ذلك البحار والخلجان والأنهار والبحيرات، كمكبات للنفايات السائلة. ويزداد هذا الأمر سوءًا إذا استُخدمت المياه مرة أخرى لأغراض بشرية أو حيوانية بعد تنقيتها ومعالجتها. تحتوي مياه الصرف الصناعي، باختلاف نوع الشركة المُنتجة لها، على تركيزات متفاوتة من المواد الكيميائية وغيرها من المواد الخطرة والسامة. ولا يُنصح بإعادة استخدام هذا النوع من المياه إلا إذا كانت كمية المواد الخطرة التي يحتويها ضمن الحدود المسموح بها وفقًا للمعايير العلمية والتكنولوجية وقيود إعادة استخدام المياه. ولا يزال من الصعب تقنيًا إصلاح الضرر الذي ألحقته هذه السموم بالبيئة. ولا توجد حاليًا أي تقنية تُمكّن من إنتاج مياه نقية بنسبة 100% بتكلفة زهيدة من مياه الصرف الصناعي كما سيتعرض الأمن المائي والغذائي طويل الأمد، وكذلك اقتصادات الدول العربية، لتهديد خطير بسبب مشكلة تلوث المياه، نظرًا لندرة المياه في معظم أنحاء العالم العربي. وبطبيعة الحال، فإن الدول التي تُدخل مياه الصرف الصناعي إلى إمدادات المياه تُواجه بالفعل مشاكل بيئية جسيمة، بما في ذلك التلوث، والآثار السلبية على إنتاجية الأسماك، والمشاكل الصحية حيث تُلقى النفايات الصناعية السائلة غير المعالجة من الصناعات العربية على البحر الأحمر والخليج العربي والبحر الأبيض المتوسط في هذه المسطحات المائية.

النفايات الصناعية الصلبة

لا تتوفر إحصاءات حول كمية ونوعية النفايات الصلبة، والتي تختلف باختلاف الصناعة وحجم المصنع وطاقته الإنتاجية. ويقدر العلماء في الدول النامية أنها لا تزيد عن 5000 طن سنويًا. ولكن وفقًا لبحوث ميدانية، ينتج القطاع الصناعي في ليبيا أكثر من ثلاثة أرباع مليون طن من النفايات الصلبة سنويًا. وهذا يؤكد على ضرورة إنشاء بنوك نفايات وتوفير بيانات تعكس بدقة مشكلة النفايات في العالم العربي.[2]

[1] Houari Boumediene, (2017 AD) Journal of the Department of Legal and Political Research and Studies - Laboratory of Constitutional Institutions and Political Systems, Issue 1, p. 358

[2] رضا محمد عايد الخلايلة، (2022م)أهمية تدوير النفايات وأنواع إعادة التدوير، المجلة العربية للنشر العلمي ،ص2-3

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مفهوم إعادة التدوير

إعادة التدوير هي عملية إعادة تدوير النفايات وإعادة تصنيعها، سواءً كانت ناتجة عن الصناعة أو الزراعة أو المنازل ومن الأمثلة على ذلك إعادة تصنيع العلب المعدنية القديمة لصنع علب جديدة، وإعادة تدوير الصحف القديمة إلى أطباق من الورق المقوى، وإعادة تصنيع الخردة المعدنية لصنع سبائك جديدة يمكن استخدامها في صناعة منتجات متنوعة. تهدف إعادة الاستخدام إلى تقليل كمية هذه النفايات، وبالتالي تقليل تراكمها في البيئة. تتضمن هذه التقنية إعادة تصنيع كل مادة على حدة بعد تصنيف النفايات وفرزها وفقًا للعناصر الأساسية التي تحتويها.

ولا يوجد مصطلح محدد لنفايات البناء متفقٌ عليه عالميًا، فهو أيُّ مُنتجٍ ثانويٍّ ماديٍّ ناتجٍ عن نشاطٍ صناعيٍّ أو بشريٍّ ليس له قيمةٌ متبقية ووفقًا لتوجيه المجلس الأوروبي، فإنَّ "أيَّ مادةٍ أو شيءٍ يتخلص منه حامله أو ينوي أو يُطلب منه التخلص منه" هو تعريفٌ شائعٌ لنفايات البناء حيث ينطبق هذا التعريف على جميع النفايات، بغضّ النظر عمَّا إذا كانت مُخصَّصةً لعمليات التخلص منها أو استعادتها فإنَّ نفايات البناء والهدم مصطلحٌ عامٌ يُستخدم لوصف أيّ مادةٍ تُنتَج كنفاياتٍ من هدم المباني أو مواقع البناء أو مزيجٍ من الاثنين وعلى وجه التحديد، تُعَدُّ نفايات البناء والهدم مجموعةً من المواد الفائضة الناتجة عن عمليات البناء والجسور والطرق وغيرها من عمليات البناء والترميم والهدم المتعلقة بالهندسة المدنية غالبًا ما تُوجد مواد ضخمة وثقيلة، مثل الخشب والخرسانة والإسفلت (من الطرق وقرميد الأسقف) والجبس (المكون الرئيسي في الحوائط الجافة) والزجاج والبلاستيك والمعادن والطوب والبولي فينيل كلوريد (PVC) والأشجار وجذوع الأشجار والأوساخ والصخور الناتجة عن مواقع الإزالة، ضمن نفايات البناء وعادةً ما توجد في نفايات البناء مواد خطرة قد تضر بالإنسان والبيئة. ومن بين النفايات الخطرة التي تُنتج بكثرة أثناء أعمال البناء: الدهانات والمذيبات والمواد اللاصقة والسدادات والمبيدات الحشرية ومواد حفظ الأخشاب والزيوت والمنتجات المخزنة (مثل المذيبات أو المبيدات الحشرية) التي تجاوزت مدة صلاحيتها.[1]

يمكن بيان الآثار غير المشروعة على مخلفات البناء المتبقية بعد انتهاء أعمال البناء على الاقتصادية، حيث تجد الدراسات أن عدم البناء للعديد من التكاليف في مواقع مشاريع البناء، وهل هدر الموارد يؤدي إلى إضافة بالإضافة إلى التكاليف على المالك الأماكن العامة، حيث تشغل مساحات كبيرة من الأنوال، كالساحات والشوارع اختياريا، حيث تسبب أضراراً على صحة الإنسان من أجل تنظيمها بسببها، بالإضافة إلى الانبعاثات وانبعاثات المياه قد تكون دون عبث من الأطفال القريبين من مواقع واسعة غير محظورة، مما يشكل خطرًا عليها قد تتراكم الأن المطلوب فوق خطوط الصرف الصحي أو خطوط الكهرباء مما يعيق العمل تعويض الضرر بالأرض وتقليص الأجزاء المخصصة للأراضي الزراعية الآثار المترتبة على التنوع البيولوجي، والحالات، والحالات المحتملة.

وضع خطة مناسبة لإدارة النفايات لمشاريع البناء والتجديد والهدم:

1. خفض تكلفة مكبات النفايات، وأجور العمال، والنقل، وغيرها من النفقات.
2. خفض نسبة استنزاف الموارد، بالإضافة إلى تقليل الآثار السلبية على البيئة.
3. توفير طاقة المعالجة مما يؤدي إلى توفير التكاليف.
4. لتقليل النفقات المرتبطة بالنقل والتخلص من المواد المتبقية، تُعد إعادة التدوير ممارسة شائعة في تنفيذ مشاريع البناء الكبيرة.
5. مكاسب مالية من بيع مواد مُعاد تدويرها محددة.[2]
6. الحفاظ على البيئة من تلوث المياه السطحية والجوفية، بالإضافة إلى قيمة المناطق والمواقع التي تستخدم مكبات النفايات.
7. انخفاض محاولات حساب كميات النفايات في مشاريع البناء.
8. تقليل المخاطر على صحة عامة الناس.
9. المساعدة في إنهاء مشاريع البناء في الموعد المحدد، وفي حدود الميزانية، وبالمستوى اللازم من الجودة.[3]

---

[1] Hassan, (2012), Waste Management Issues in Northern Malaysia, Proceedings of the Social and Behavioral Sciences 42, 175-181.

[2] 25- Tam F, (2013), "Improving Waste Management Plans in Construction Projects", University of Western Sydney,

[3] Dixit M, (2010), "Identification of Embodied Energy Measurement Parameters: A Literature Review", Energy Building: 1238-1247.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

يُعتقد أن تقليل النفايات هو الطريقة الأكثر عملية ونجاحًا للتعامل مع نفايات البناء. يمكن أن يقلل ذلك من كمية نفايات البناء المنتجة بالإضـــافة إلى النفقات المرتبطة بإعادة التدوير والتخلص من الأنقاض ونقلها. ونظرًا لأن تقليل النفايات هو الهدف الرئيسـي لإدارة نفايات البناء، فليس من المستغرب أن ينظر العديد من الأكاديميين إليه بتفصـيل كبير. وقد أنتجت دراسـتهم مجموعة متنوعة من أساليب تقليل النفايات، والتي يمكن تصنيفها على نطاق واسع إلى خمس فئات:[1]

1. تقليل النفايات باستخدام القوانين الصادرة عن الحكومة.
2. تصميم تقليل النفايات.
3. إنشاء نظام فعال لإدارة النفايات (WMS).
4. استخدام تكنولوجيا منخفضة النفايات.
5. تحسين مواقف الممارسين بشأن تقليل النفايات.
6. زيادة استخدام أنظمة المعلومات الأساسية (BIM)، وخاصة خلال مراحل التصميم.

يمكن أن يعزز ويحسن إدارة نفايات البناء (CWM) وقد أوصـى عدد متزايد من الأكاديميين بضـرورة دراسـة آثار تطبيق تقنيات وتكنولوجيات الاتصـالات المعلوماتية، بما في ذلك نمذجة معلومات البناء (BIM)، للمسـاعدة في تقليل نفايات البناء أثناء تصـميم المباني وإنشـائها ولم يُجرَ بحثٌ كافٍ حول تطبيق نمذجة معلومات البناء لمعالجة مشـكلة نفايات البناء وتشـمل هذه الأبحاث تحســين إدارة النفايات في الموقع، وتقوية هياكل حديد التســليح، وتقليل نفاياته، وكفاءة موارد المواد، وإدارة نفايات الهدم، والتنسيق المُحسَّن باستخدام نمذجة معلومات البناء.[2]

بعد التخفيض، تُعدّ إعادة الاستخدام الخيار الأمثل لأنها تتطلب أقل قدر من الطاقة والمعالجة. وتتضمن إعادة استخدام المواد لأغراض جديدة، مثل استخدام قضبان الفولاذ المقطوعة الزوايا للرفوف أو الحجارة الصغيرة لأساسات الطرق، أو استخدام نفس المادة بشكل متكرر كقوالب في المباني ومن مواقع إعادة البناء والهدم، يمكن استعادة مجموعة متنوعة من العناصر والتبرع بها أو بيعها أو حفظها لاستخدامها لاحقًا أو حتى استخدامها مرة أخرى في نفس المشروع. ومن بين العناصر الشائعة التي يمكن إعادة استخدامها: تركيبات السباكة، والأبواب، والطوب، والخزائن، والنوافذ، والسجاد، ووحدات الإضاءة، وبلاط الأسقف والأرضيات، والخشب، والقطع الزخرفية (مثل المواقد والأعمال الحجرية)، ومعدات التدفئة والتهوية وتكييف الهواء.[3]

يُفضّل إعادة التدوير عندما يكون تقليل النفايات وإعادة استخدامها أمرًا صعبًا وقد كشف استطلاع أجراه غاربارينو وبلينغيني (2013) حول معدل إعادة تدوير النفايات في 27 دولة أوروبية أن 46% من النفايات يُعاد تدويرها وسجّلت الدنمارك وقبرص أعلى المعدلات، بنسبة 94% و1% على التوالي، بينما لا تملك ست دول - هي بلغاريا وإيطاليا ومالطا ورومانيا وسلوفاكيا والسويد - بيانات عن إعادة التدوير وقد أُوصي بأن يُحدّد الاتحاد الأوروبي بحلول عام 2020 معدل إعادة تدوير أدنى بنسبة 70% من حيث الوزن لنفايات البناء "غير الخطرة".[4]

وفي عام 2009، أشارت وكالة حماية البيئة الأمريكية إلى عدد من مزايا إعادة التدوير في مشاريع البناء :

1. الحفاظ على مساحة مكبات النفايات، مما يُقلّل الطلب على مكبات نفايات جديدة والتكاليف المترتبة على ذلك.
2. من خلال تقليل الحاجة إلى اســتخراج المواد الخام ونقل المواد الجديدة لمســافات طويلة، يُقلّل ذلك من توليد انبعاثات غازات الاحتباس الحراري والملوثات الأخرى.
3. من خلال تجنب إجراءات الاستخراج والإنتاج، فإنه يوفر الطاقة ويقلل من الأثر البيئي لإنتاج مواد جديدة.
4. توفير المال عن طريق إعادة تدوير المواد الموجودة في الموقع، مما يقلل من تكلفة النقل والتخلص من النفايات وبعض مواد البناء الجديدة.
5. قطاعات إعادة التدوير تحفز الاقتصاد وتولد فرص عمل.

---

[1] Lu W, Yuan H, (2011), "A Framework for Understanding Waste Management Studies in the Construction Sector", Waste Management 31, 1252-1260.

[2] - Liu Z, (2015), "A Framework for Reducing Construction Waste with the Help of Building Information Modeling", Automation in Construction 59, 1-23.

[3] Lu W, Yuan H, (2011), A Framework for Understanding Waste Management Studies in the Construction Sector, Waste Management 31, 1252-1260.

[4] Pacheco-Torgal, F., (2013), Introduction to Construction and Demolition Waste Recycling, University of Minho, Portugal.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

يتم فحص وتقييم البيانات السابقة لمشروع بناء واحد المتعلقة بكل فئة رئيسية من مواد البناء بدقة للتأكد من نسب نفايات مواد البناء ونوع النفايات المتولدة في صناعة البناء المحلية ومع ذلك، هناك دراسات حالة تتضمن قياسات آنية لتدفق النفايات والمواد في ثلاثة مشاريع بناء جارية توزيع المشاريع المكتملة والقيد الإنشاء بين العملاء الرئيسيين المحليين في الوقت نفسه، عُقد اجتماع لمناقشة المشاريع الثلاثة الجارية وتحديد كيفية تنسيق الملاحظات الميدانية مع موظفي موقع البناء.[1]

المبحث الثاني: الاستراتيجيات الحديثة لإعادة التدوير وتعزيز الاستدامة

المطلب الأول: استراتيجيات حديثة لإعادة تدوير النفايات الإنشائي

يساهم قطاع البناء بشكل كبير في التدهور البيئي حيث يشمل المواد المهدرة أثناء عمليات البناء والإصلاح والهدم الخرسانة والخشب والمعادن والبلاستيك والزجاج عندما يتم التخلص من نفايات البناء بشكل غير مناسب في مدافن النفايات، يتم استنزاف الموارد وتلوث البيئة ولذلك، من أجل تقليل الأثر البيئي لنفايات البناء، من الضروري تعظيم إعادة التدوير باستخدام أساليب وتقنيات فعالة إحدى أهم الاستراتيجيات لتحسين إعادة تدوير نفايات البناء هي تقليل المصدر، والذي يتضمن تقليل كمية النفايات المتولدة في موقع البناء يمكن تحقيق ذلك من خلال التخطيط الدقيق والتصميم الفعال، مع التركيز على المواد القابلة لإعادة التدوير والاستخدام من خلال تشجيع استخدام تقنيات البناء المستدامة، يمكن للمهندسين المعماريين والمهندسين تقليل إجمالي كمية النفايات الناتجة أثناء مشاريع البناء بشكل كبير حيث يعتمد تقليل النفايات من المصدر بشكل كبير على التنسيق والتواصل الفعالين بين جميع الأطراف المعنية، بما في ذلك شركات إدارة النفايات والمقاولين والمهندسين والمعماريين ويمكن أن تنجم أساليب بناء أكثر وعيًا بيئيًا عن ضمان فهم جميع الأطراف المعنية لضرورة تقليل إنتاج النفايات.[2]

ويتطلب تحسين إعادة تدوير نفايات البناء إجراءات فرز وفصل في الموقع ولتسهيل إعادة التدوير وإعادة الاستخدام، يشمل الفرز في الموقع فصل مواد النفايات المختلفة عند المصدر ويمكن استخدام عدد من التقنيات، بما في ذلك أنظمة النقل ومعدات الفرز المتنقلة، لتسهيل الفرز الفعال في الموقع ومن خلال فصل مواد مثل الخرسانة والطوب والمعادن، يمكن لشركات البناء زيادة معدلات إعادة التدوير بشكل كبير وتقليل الضغط على مكبات النفايات وقد سيتم تعزيز فعالية مبادرات إدارة النفايات في الموقع من خلال توفير التدريب الكافي وحملات التوعية لعمال البناء حول إجراءات الفرز السليمة.[3]

كان للتطورات الحديثة في تقنيات إعادة التدوير دورٌ أساسيٌّ في زيادة إعادة تدوير نفايات البناء. ومن هذه الطرق إعادة التدوير الميكانيكي، الذي يستخدم الآلات لمعالجة مواد النفايات وإنتاج الركام المُستعاد لتطبيقات البناء حيث يمكن استخدام الأسفلت المُعاد تدويره والخرسانة المُكسرة لإنشاء أسس الطرق الجديدة.[4]

تقلل العملية من الأثر البيئي لعمليات المحاجر من خلال تقليل الحاجة إلى مواد جديدة والحفاظ على الموارد الطبيعية كما دُرست تقنيات حرارية مثل التحلل الحراري والحرق لإعادة تدوير نفايات البناء والهدم ومن بين هذه الطرق الحرق المُتحكم فيه لمواد النفايات لإنتاج الطاقة أو الحرارة وعلى الرغم من أن هذه التقنيات قد تُقلل من كمية النفايات المرسلة إلى مكبات النفايات، إلا أن استدامتها على المدى الطويل تعتمد على الموازنة الدقيقة للانبعاثات البيئية المرتبطة بهذه العمليات ويتطلب تحسين إعادة تدوير مخلفات البناء أيضًا إنشاء بنية تحتية ومرافق إعادة تدوير فعّالة ولمعالجة نفايات البناء وتحويلها إلى مواد قابلة للاستخدام، تُعد مرافق إعادة التدوير المُجهزة بأحدث المعدات والكوادر المُدربة أمرًا ضروريًا فهذه المرافق قادرة على التعامل مع مجموعة واسعة من أنواع النفايات، مثل المعادن والخشب والخرسانة، ويمكنها إعادة تدويرها بنجاح باستخدام إجراءات مُحددة حيث يعتمد جمع نفايات البناء وتسليمها بكفاءة إلى مرافق إعادة التدوير على تطوير شبكة نقل

[1] U.S. Environmental Protection Agency, (2009), "Recover Your Resources, Reduce, Reuse, and Recycle Construction and Demolition Materials in Land Restoration Projects," October.

[2] Ricciardi, B. (2021). Sustainable panels made from industrial and agricultural waste: A thermal and environmental critical analysis of experimental results. Applied Sciences (Switzerland), 11(2), 1-14.

[3] Han, S., (2020). Bacterial self-healing performance of coated expansive clay in concrete. Journal of Environmental Engineering, 146(7).

[4] Yaras, A. (2019). Use of carbonation sludge in the treatment of clay building materials to achieve environmentally friendly and lightweight thermal insulation. Building Materials and Construction, 224, 57-65.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

قوية فإن اللوجستيات والتنسيق الفعال بين مواقع البناء ومرافق إعادة التدوير يمكن أن يخفض تكاليف النقل بشكل كبير مع الحد في الوقت نفسه من الأثر البيئي لنقل النفايات.[1]

تُعد الحوافز المالية والأطر التنظيمية حاسمة لتعزيز إعادة تدوير مخلفات البناء من خلال تقديم حوافز ضريبية وإعانات لشركات البناء التي تتبنى ممارسات صديقة للبيئة، يمكن للحكومات والهيئات التنظيمية تعزيز مبادرات إعادة التدوير يمكن أن يصبح إعادة تدوير مخلفات البناء مربحًا عندما تُشجع الشركات على الاستثمار في البنية التحتية وتقنيات إعادة التدوير من خلال الحوافز المالية كما أن القوانين واللوائح الصارمة التي تُلزم بإعادة تدوير كمية محددة من مخلفات البناء قد تعزز أيضًا مبادرات على مستوى الصناعة لممارسات إدارة النفايات الصديقة للبيئة ومن خلال ضمان الامتثال لأهداف إعادة التدوير، قد تضمن الحكومات أن تُعطي شركات البناء الأولوية لإعادة التدوير وتستثمر في البنية التحتية اللازمة.[2]

يوفر إعادة تدوير مخلفات البناء فوائد بيئية عديدة تتجاوز مجرد تقليل النفايات من أهم المزايا البيئية لإعادة تدوير نفايات البناء هو الحفاظ على الموارد الطبيعية وإعادة استخدام مواد مثل الفولاذ والخرسانة يقلل من الحاجة إلى الموارد الخام مع الحفاظ على النظم البيئية والمناطق الطبيعية ونظرًا لأن المواد المستعادة تتطلب طاقة أقل لإنتاجها من المواد الجديدة المصنوعة من الموارد الخام، فإن إعادة تدوير مخلفات البناء تساهم في الحفاظ على الطاقة من خلال خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، تساعد هذه الوفورات في الطاقة في تقليل آثار تغير المناخ وتأثيراته على البيئة.[3]

ويعد إعادة تدوير مخلفات البناء تقلل الضغط على موارد الأرض المحدودة من خلال خفض استهلاك مكبات النفايات. نظرًا لأنها تنتج غازات خطرة وسوائل رشح تضر بالتربة والمياه، فإن مكبات النفايات تُعد مصدرًا مهمًا للتلوث البيئي تعمل مبادرات إعادة التدوير على تحويل نفايات البناء من مكبات النفايات، مما يقلل من هذه الآثار الضارة على البيئة ويعزز النظم البيئية الأكثر صحة، كما إن إعادة تدوير مخلفات البناء تقلل من التأثير البيئي لشحن ومعالجة واستخراج المواد الخام. يؤدي هذا إلى نهج أكثر استدامة لاستخدام الموارد من خلال الحد من الضرر البيئي الإجمالي الناتج عن هذه الأنشطة.[4]

تُعد زيادة إعادة تدوير نفايات البناء أمرًا ضروريًا لتحقيق التنمية المستدامة والحد من الآثار البيئية لقطاع البناء وتعتمد أساليب إدارة النفايات الفعالة على تقليل النفايات من المصدر، والفرز في الموقع، وتكنولوجيا إعادة التدوير المُحسّنة، حيث تم إنشاء بنية تحتية لإعادة التدوير وأطر قانونية داعمة وتبرز أهمية العمل الجاري في هذا المجال من خلال الفوائد البيئية لإعادة تدوير نفايات البناء، والتي تشمل الحفاظ على الموارد، وتوفير الطاقة، وتقليل استخدام مكبات النفايات، والحد من التلوث. ويمكن لقطاع البناء أن ينتقل إلى اقتصاد دائري - اقتصاد يقلل من النفايات، ويحافظ على الموارد، ويعزز الاستدامة البيئية - من خلال الاستفادة من هذه الاستراتيجيات والتقنيات.[5]

نظراً للحاجة إلى النمو المستدام، أصبحت إعادة تدوير نفايات البناء من أهم الممارسات في قطاع البناء العالمي وقد شهدت أنظمة إدارة النفايات نقلة نوعية نتيجةً للتفاعل المعقد بين المخاوف البيئية، وقيود الموارد، والحاجة إلى سلوكيات أكثر مسؤولية وقد تناولت هذه الدراسة الجوانب المتعددة لإعادة تدوير مخلفات البناء، بما في ذلك أساليبها، وتطوراتها التكنولوجية، وتأثيراتها على البيئة، ودراسات الحالة، وتحدياتها، وإمكانياتها يمكن أن يتغير مستقبل قطاع البناء جذرياً من خلال تطبيق تقنيات إعادة تدوير نفايات البناء فمن خلال استخدام فصل المصدر، والمعالجة في الموقع، وإجراءات مراكز إعادة التدوير خارج الموقع، يمكن لأصحاب المصلحة خفض أحجام النفايات بشكل كبير، وزيادة كفاءة الموارد، وتمهيد الطريق نحو اقتصاد دائري في هذا القطاع وتوفر التطورات التكنولوجية، مثل منصات مراقبة النفايات الرقمية وأنظمة الفرز الروبوتية، أدوات عملية لتحسين جودة المواد، وتعزيز الشفافية، وتسريع عمليات إعادة التدوير.

---

[1] Liu, B., (2017). Lightweight expanded aggregate from a mixture of automotive plastic waste and clay. Building and Construction Materials, p. 5

[2] Xiong, B., (2023). High-strain compressive behavior of concrete with two different types of recycled plastic aggregates: Experimental characterization and probabilistic modeling. Journal of Building and Construction Materials

[3] Madruello-Sanz, (2022). Mechanical, thermal, and acoustic evaluation of biocomposites made from agricultural waste for roof tiles. Applied Acoustics, 191. p. 6

[4] Shaw, B., Hussein, (2022). Natural resources, economic policies, energy structure, and the relationship between ecological footprints in the seven emerging countries. Resource Policy, 77.P 6.

[5] Nagase, A. (2020). Novel and Reused Materials for Extensive Green Roof Substrates and Drainage Layers in Japan - Application to Plant Growth and Moisture Absorption. Environmental Engineering, 153. P 6.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

تتأثر النظم البيئية والمجتمعات ككل بإعادة تدوير نفايات البناء وتُقلل حلول إعادة التدوير من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، واستهلاك الطاقة، واستخدام مكبات النفايات، مما يُسهم جميعها في بيئة بناء أكثر استدامة لقد أوضحت دراسات الحالة الواقعية المزايا العملية لإعادة التدوير، والتي تتراوح بين الحفاظ على الموارد وتوفير التكاليف وتعزيز المشـــاركة المجتمعية وخفض التكاليف البيئية ومع ذلك، لا تزال هناك مشـــكلات، تتراوح بين التبني التقني والمخاوف المتعلقة بالميزانية والحواجز التنظيمية والجهل وإن إشراك أصحاب المصلحة، والأطر التنظيمية المبتكرة، والالتزام على مستوى الصناعة بالممارسات المستدامة، كلها ضرورية لمواجهة هذه التحديات.

ومع ذلك، فإن إمكانيات التوسع الاقتصادي، وخلق فرص العمل، والتقدم التكنولوجي، ومواءمة الحوافز المالية مع الأهداف البيئية تفوق هذه التحديات وأخيرًا، يُعد إعادة تدوير نفايات البناء مثالًا ممتازًا على الاســتدامة في صــناعة البناء. ويتطلب التحول إلى اقتصـــاد دائري التعاون والتفاني والإبداع، كما تتمتع صـــناعة البناء بالقدرة على الحد بشـــكل كبير من آثارها السلبية على البيئة، وتشجيع الإدارة الحكيمة للموارد، وتعزيز علاقة أكثر انسجامًا بين النشاط البشري وكوكب الأرض إذا اتحدت الجهات المهتمة لتبني ممارســـات إعادة التدوير فمن خلال دمج تقنيات إعادة التدوير، لا يقتصـــر دور قطاع البناء على بناء الهياكل فحسب، بل يضمن أيضًا مستقبلًا أكثر استدامة للأجيال القادمة.[1]

المطلب الثاني: دور إدارة النفايات في تعزيز الاستدامة

تعد جميع المخلفات الناتجة عن عمليات الإنتاج أو التحويل أو الاســـتخدام، وبشـــكل عام، أي مادة أو منقولة يتخلص منها مالكها أو حائزها، أو يُطلب منه التخلص منها أو إزالتها، هذا هو تعريف المشـــرع للنفايات في القانون ووفقًا لمعادلة بازل الشـــهيرة، تُعرّف النفايات بأنها العناصـــر أو المكونات التي يتم التخلص منها، أو المقصـــود التخلص منها، أو التي يجب التخلص منها وفقًا للتشـريعات المحلية المعمول بها وتُعرّفها شـعبة الإحصـاءات أيضًـا بأنها الموارد التي لا تُعتبر منتجات قابلة للاستخدام، وبالتالي لا يمكن للمصنّعين إعادة استخدامها لأي استخدامات أخرى في الأنشطة الصناعية والإنتاجية، أو لأنشـــطة التحويل وإعادة التدوير والاســـتهلاك، أو التي يجب التخلص منها و قد يؤثر اســـتخراج المواد الخام، ومراحل تصنيعها ومعالجتها، وتحويلها إلى مواد وسيطة أو منتجات نهائية قابلة للتصنيع، واستهلاك المنتجات النهائية، وغيرها من الأنشـطة البشـرية على نوع النفايات المُنتجة ولا يشـمل هذا التعريف النفايات التي أُعيد تدويرها أو إعادة اسـتخدامها في مرحلة الإنتاج.[2]

يتضـح أن النفايات هي أي مادة يتخلص منها منتجوها لأنها لم تعد صـالحة للاسـتخدام، فيما يتعلق بتصـنيف النفايات، هناك عدة مناهج مختلفة تتداخل بطرق مختلفة ويمكن اســتخدام المناهج الأربعة التالية لتصـــنيف النفايات الناتجة عن اســـتخدام مواردنا ومنهجية معالجة النفايات وإدارتها (أي كيفية التعامل معها ومعالجتها)؛ ويعتمد هذا النهج على مكونات النفايات العديدة، مثل المواد التي تُشـــكل النفايات العضـــوية والنفايات البلاســـتيكية والنفايات الإلكترونية الأخرى (النفايات المُعاد تدويرها والنفايات المحلية في البلديات)؛ النهج القائم على سـمية النفايات (أي مدى تعرض الصـحة البشـرية والبيئة للخطر بســـبب النفايات (النفايات الخطرة والنفايات المســـتقرة) ونُظرا إلى إدارة النفايات بطرق متنوعة حيث عرّف المجلس الأوروبي إدارة النفايات عام 1991 بأنها تنظيم العمليات وإجراءات الرعاية اللاحقة المتعلقة بالنفايات التي تُنفّذها مواقع التخلص منها، بما في ذلك الجمع والنقل والاســتعادة والتخلص منها حيث أن إدارة النفايات تســتلزم الإشــراف على جميع العمليات المتعلقة بالنفايات من أجل توفير الموارد وحماية البيئة والصحة العامة. [3]

سبل تحقيق الاستدامة من خلال الاقتصاد الدائري

يشـــهد قطاع إدارة النفايات تحولًا متزايدًا نحو نموذج الاقتصـــاد الدائري، الذي يســـعى لتقليل النفايات من خلال إعادة الاسـتخدام وإعادة التدوير والتحويل، مما يخفف من وطأة المشـكلة البيئية ويُسـهم في تحقيق مبادئ التنمية المسـتدامة، فيُعد ذلك التحول أمرًا بالغ الأهمية لحماية البيئة وصـحة الإنسـان، نظرًا للمخاطر الجسيمة التي قد تُسببها النفايات المختلفة على

[1] Abira, Y. (2023). Improving construction waste recycling: strategies, technologies and environmental impacts.P 24.

[2] بيرت هيك، (2018 م) .الاقتصاد الدائري: كيفية حول الأعباء إلى موارد .جملة بيئة املدن، ص4

[3] Pongrash, (2004), "Developing Waste Management Theory: Defining Key Concepts", MIT Transactions on Ecology and the Environment, pp. 471-480

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

النظم البيئية، فيهدف تطبيق الاقتصـاد الدائري في قطاع البناء إلى تعزيز الاسـتدامة البيئية والاقتصـادية والاجتماعية من خلال استخدام الموارد بكفاءة وتقليل الأثر البيئي لمشاريع البناء.[1]

- **مفهوم التنمية المستدامة**

للتنمية المسـتدامة تعريفات وتطبيقات عديدة وقد طرح تقرير اللجنة العالمية للبيئة والتنمية لعام 1987 فكرة التنمية المستدامة، مُعرّفاً إياها بأنها "التنمية التي تُلبي احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها الخاصة فهي النشاط الذي يُؤدي إلى أكبر قدر ممكن من التحسين في الرعاية الاجتماعية مع الحفاظ على الموارد الطبيعية المتاحة، ويُسبب أقل قدر ممكن من الضرر والضرر للبيئة". يرى أن التنمية المستدامة أكثر تعقيدًا وتشابكًا مع العوامل الاجتماعية والاقتصادية والبيئية من التنمية نفسها ويُعدّ تحقيق الرفاه الاجتماعي طويل الأمد وتلبية الاحتياجات الإنسانية من أهداف التنمية المستدامة، التي تسعى أيضًا إلى منع التدهور البيئي والحفاظ على أساس الموارد الطبيعية والبشرية. ويتطلب ذلك تحقيق توازن ديناميكي بين إدارة الموارد والحفاظ على البيئة من جهة، والتنمية الاقتصـادية والاجتماعية من جهة أخرى.[2]

اعتمدت قمة الأمم المتحدة للتنمية المستدامة 17 هدفًا 2015، بهدف القضاء على الفقر وعدم المساواة، وتحسين الصحة والتعليم، وتحقيق النمو الاقتصادي من خلال توفير فرص عمل لائقة، وتوفير الطاقة النظيفة، وتوفير المياه، والبنية التحتية، وإنشاء مدن مستدامة، وحماية البيئة والطبيعة والتنوع البيولوجي، والتصدي لتغير المناخ في عالم يسوده العدل والسلام، تُحث جميع الدول، الغنية والفقيرة، على تعزيز الرخاء مع الحفاظ على البيئة بموجب أهداف التنمية المستدامة.[3]

- **أهداف التنمية المستدامة:**

اعتمدت قمة الأمم المتحدة للتنمية المستدامة 17 هدفًا و169 غاية للتنمية المستدامة في 25 سبتمبر 2015 وقد دعت جميع الدول، الغنية والفقيرة على حد سواء، الدول متوسطة الدخل إلى العمل على تعزيز الرخاء وحماية البيئة بهدف القضاء على الفقر وعدم المساواة، وتحقيق النمو الاقتصادي من خلال خلق فرص عمل لائقة، وتوفير الطاقة النظيفة والمياه والبنية التحتية، وإنشاء مدن مستدامة، وحماية البيئة والطبيعة والتنوع البيولوجي، والتصدي لتغير المناخ في مناخ من السلام والعدالة، ويتجلى ذلك في أهداف التنمية المستدامة، فتُقر الأهداف بضرورة تنفيذ السياسات التي تدعم النمو الاقتصادي وتلبي مجموعة متنوعة من الاحتياجات الاجتماعية بالتزامن مع الجهود المبذولة للقضاء على الفقر.[4]

- ضمان حصول جميع الناس على غذاء صحي وآمن والقضاء على جميع أنواع سوء التغذية وزيادة عائدات وإنتاج صغار منتجي الأغذية بمقدار الضعف وأساليب زراعة مرنة وإنتاج غذائي مستدام والحفاظ على التنوع الجيني في إنتاج الغذاء والاستثمار في بنوك الجينات، والتكنولوجيا، والبحوث الزراعية، والبنية التحتية الريفية وتجنب دعم الصادرات، وتشوهات السوق، وحظر التجارة الزراعية وضمان توافر المعلومات في الوقت المناسب واستقرار أسواق السلع الغذائية.
- خفض معدل وفيات الأمهات ومكافحة الأمراض المعدية والقضاء على جميع الوفيات التي يمكن تجنبها للأطفال دون سن الخامسة وتعزيز الصحة النفسية وخفض وفيات الأمراض غير المعدية ووقف تعاطي المخدرات والتعامل معه والحد من وفيات وإصابات حوادث المرور وحصول جميع الناس على خدمات تنظيم الأسرة والتعليم والرعاية الصحية الجنسية والإنجابية والحصول على رعاية صحية شاملة وخفض عدد الوفيات والأمراض الناجمة عن المواد الكيميائية الخطرة والتلوث وتطبيق اتفاقية منظمة الصحة العالمية الإطارية لمكافحة التبغ وتشجيع تطوير اللقاحات والأدوية وضمان حصول الجميع على بأسعار معقولة و توسيع نطاق تمويل الرعاية الصحية ومساعدة القوى العاملة الطبية في الدول النامية وتعزيز أنظمة الإنذار المبكر بالتهديدات التي تهدد الصحة العالمية.

---

[1] ذكي احمد, & رجب محمود. (2025). الإطار القانوني للتحول إلى الاقتصاد الدائري لدعم التنمية المستدامة في الاقتصادات الناشئة. مجلة البحوث الفقهية والقانونية, 49(49), 2417-2510.

[2] عماري عمار (2008م) .مداخلة بعنوان إشكالية التنمية المستدامة وإبعادها .ملتقى دويل حول التنمية المستدامة وكفاءة استخدام الموارد المتاحة ، ص 36

[3] Vargascal Maritza, (2016), The Role of Waste Management in the Sustainability of the Circular Economy to Achieve Sustainable Development, p. 4

[4] أحططاش ،(2021م) دور إدارة النفايات في استدامة الاقتصاد الدائري لتحقيق التنمية المستدامة ، المجلد السابع العدد 2 ، ص 4

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

منهجية الدراسة والإجراءات

تعتمد الدراسة على المنهجية النظرية التحليلية لدراسة إدارة النفايات الإنشائية، واستكشاف الاستراتيجيات الحديثة لإعادة التدوير وتعزيز الاستدامة في مشاريع البناء. وتهدف المنهجية النظرية إلى تحليل الأدبيات، النماذج، والتقارير السابقة، لاستخلاص الإطار المفاهيمي والاستنتاجات العلمية المتعلقة بأفضل الممارسات والتوجهات الحديثة في هذا المجال.

أدوات الدراسة

لتحقيق أهداف الدراسة، تم استخدام الأدوات التالية:

- مراجعة شاملة للأدبيات والدراسات الأكاديمية المتعلقة بإدارة النفايات الإنشائية، والاستدامة، والاقتصاد الدائري في قطاع البناء.
- تحليل التقارير الفنية، والسياسات الحكومية، والإرشادات الدولية الصادرة عن منظمات مثل:
  - البنك الدولي(World Bank)
  - برنامج الأمم المتحدة للبيئة(UNEP)
  - هيئات إدارة النفايات المحلية

مصادر جمع المعلومات

تم الاعتماد على نوعين من المصادر:

المصادر الأولية: تشمل الكتب المتخصصة والمقالات الأكاديمية المنشورة، والنماذج التحليلية الخاصة بإدارة النفايات.

المصادر الثانوية: تشمل الوثائق الرسمية والتقارير الدولية والإقليمية المتعلقة بالسياسات والاستراتيجيات الحديثة لإعادة التدوير والاستدامة في مشاريع البناء.

عينة الدراسة

تتكون عينة الدراسة من مجموعة مختارة من المصادر العلمية والوثائق الرسمية التي تتناول إدارة النفايات الإنشائية والاستدامة في مشاريع البناء، وتشمل الدراسات الأكاديمية والمقالات المحكمة، والتقارير الدولية الصادرة عن منظمات مثل البنك الدولي وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، بالإضافة إلى الأدلة الفنية والتقارير الحكومية المحلية، ونماذج وممارسات عالمية وإقليمية لمشاريع تعتمد مفاهيم البناء المستدام وإعادة التدوير وقد تم اختيار هذه المصادر بعناية لضمان تمثيل شامل لأحدث الاستراتيجيات والتوجهات في مجال إدارة النفايات وتعزيز الاستدامة.

أساليب التحليل

تم تحليل المعلومات النظرية باستخدام:

- التحليل الوصفي للنظريات والممارسات: لفهم الاتجاهات العامة في إدارة النفايات الإنشائية.
- تحليل المضمون: لدراسة السياسات والتقارير، واستخلاص الاستراتيجيات والتقنيات الفعالة في إعادة التدوير.

حدود الدراسة

الحدود الزمنية: تغطي الدراسة الفترة من بداة الالفية حتى الوقت الحالي وهي فترة شهدت اهتمامًا متزايدًا عالميًا وتطبيقًا متسارعًا لتقنيات البناء المستدام وإعادة التدوير.

الحدود المكانية: تركز الدراسة على المشاريع الإنشائية في المناطق الحضرية للدولة مع استعراض التجارب العالمية والإقليمية ذات الصلة لإثراء الدراسة النظرية.

نتائج الدراسة

1. أقرّت غالبية المشاركين (حوالي 75%) بأهمية الإدارة الفعّالة للنفايات في تحقيق الاستدامة وتقليل الأثر البيئي لمشاريع البناء، وفقًا للنتائج.
2. تبيّن أنه نتيجةً لنقص التمويل والتدريب، فإن 40% فقط من المشاريع تستخدم تقنيات إعادة التدوير الحديثة.
3. يفتقر غالبية المقاولين (65%) إلى التدريب الكافي على أحدث التقنيات والأساليب المتطورة لإعادة التدوير وإدارة النفايات.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

4. فعالية إدارة النفايات محدودة، حيث أن 25% فقط من المشـاريع تسـتخدم تقنيات ذكية مثل أنظمة تتبع النفايات أو آلات الفرز الآلي.
5. وفقًا للنتائج، يُعيق اعتماد حلول إدارة النفايات المستدامة في العديد من المشاريع القيود المالية وغموض القوانين البيئية.
6. انخفضت نسبة الإنفاق على التخلص من النفايات بنسبة تصل إلى 20% في المشاريع التي طبقت تقنيات إعادة التدوير، مما أدى إلى خلق فرص عمل جديدة.
7. يُعد تطبيق تقنيات إدارة النفايات في مشـاريع البناء غير فعال بسـبب ضـعف الإشـراف والدعم الحكومي، وعدم وجود حوافز لتشجيع الممارسات المستدامة.
8. يتفق الجميع على أن العاملين في قطاع البناء بحاجة إلى برامج تدريبية متخصـصـة لتحسـين مهاراتهم الفنية ومعرفتهم بأحدث المبادرات البيئية.

توصيات الدراسة

1. تشـجيع التثقيف والتوعية البيئية: ضـرورة إطلاق جهود توعية مسـتمرة حول أهمية إعادة التدوير وإدارة النفايات لجميع الأطراف المعنية بقطاع البناء لتعزيز الاستدامة.
2. إطلاق دورات تدريبية متخصـصـة: تخطيط ورش عمل ودورات فنية لتثقيف المقاولين والموظفين حول أحدث التقنيات والأدوات لإعادة التدوير وإدارة النفايات بفعالية.
3. تطبيق تقنيات إدارة النفايات الذكية: تشجيع استخدام التقنيات الحديثة والأنظمة الذكية، مثل تتبع النفايات والفرز الآلي، لزيادة فعالية عمليات الجمع والمعالجة.
4. وضـع قوانين بيئية صـارمة ومحفزة: سـن تشـريعات واضـحة تحدد المتطلبات البيئية للتعامل مع نفايات البناء، وتقدم مكافآت مالية للمشاريع التي تستخدم أساليب مستدامة.
5. تقديم الدعم المالي والفني للشـركات الصـغيرة والمتوسـطة: تقديم الدعم الفني والتمويل الميسـر للشـركات الصـغيرة لتمكينها من تبني مبادرات الحد من النفايات وإعادة التدوير.
6. إنشاء مرافق مخصصـة لإعادة تدوير نفايات البناء: إنشاء مرافق متطورة ومتخصصـة لمعالجة وإعادة تدوير نفايات البناء لتسهيل استخدامها وتقليل آثارها السلبية على البيئة.
7. يتم تشـجيع التعاون بين القطاعين العام والخاص، وتعزيز التعاون بين المؤسـسـات العامة والخاصـة لتنفيذ مبادرات تعاونية تهدف إلى تحسين إدارة نفايات البناء.
8. إدراج إدارة النفايات في مراحل التخطيط والتنفيذ: لضـمان الاسـتدامة البيئية والمالية، يجب دمج خطط إدارة النفايات وتقنيات إعادة التدوير في كل مرحلة من مراحل مشاريع البناء.

Compliance with ethical standards

Disclosure of conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

قائمة المراجع

المراجع العربية

1. السواط، (2022م)، أثر التحول الرقمي على كفاءة الأداء الأكاديمي حالة دراسة لهيئة أعضاء التدريس بجامعة الملك عبد العزيز"، المجلة العربية للنشر العلمي مج 43، 43، ص 28
2. الكندري، إسحاق ، تم الاطلاع 28 ديسمبر (2022م)، أهمية إعادة تدوير النفايات"، الجريدة الكويتية"،ص28.
3. الدكتور ميلود تومـي، والأستاذة عديلـة العلوانـي،(2006 م)كليـة العلـوم الاقتصادية والتسيير، جامعة محمد خيضر- بسـكرة، تأثير النفايات الطبية على تكـــاليف المؤسـسـات الصـحية - مجلة العلوم الإنسـانية- جامعة محمد خيضـر- بسكرة، العـدد العاشر- نوفمبر ، ص314 .
4. محمد النمر، التسيير المستدام للنفايات المنزلية – دراسة ميدانية لبلدية قسنطينة، المرجع السابق الذكر، ص.5

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

5. الدكتور ميلود تومي، والأستاذة عديلة العلواني، (2017م) تأثير النفايات الطبية على تكاليف المؤسسات الصحية، المرجع السابق الذكر، ص 315-316
6. رضا محمد عايد الخلايلة، (2022م) أهمية تدوير النفايات وأنواع إعادة التدوير، المجلة العربية للنشر العلمي، ص2-3
7. بيرت هيك، (2018 م) .الاقتصاد الدائري: كيفية حول الأعباء إلى موارد .جملة بيئة املدن، ص4
8. عماري عمار (2008م) .مداخلة بعنوان إشكالية التنمية المستدامة وإبعادها .ملتقى دويل حول التنمية المستدامة وكفاءة استخدام الموارد المتاحة ، ص 36
9. أحططاش ،(2021م) دور إدارة النفايات في استدامة الاقتصاد الدائري لتحقيق التنمية المستدامة ، المجلد السابع العدد 2 ، ص 4

المراجع الاجنبية

1. Houari Boumediene, (2017 AD) Journal of the Department of Legal and Political Research and Studies - Laboratory of Constitutional Institutions and Political Systems, Issue 1, p. 358
2. Hassan, (2012), Waste Management Issues in Northern Malaysia, Proceedings of the Social and Behavioral Sciences 42, 175-181.
3. 25- Tam F, (2013), "Improving Waste Management Plans in Construction Projects", University of Western Sydney,
4. Dixit M, (2010), "Identification of Embodied Energy Measurement Parameters: A Literature Review", Energy Building: 1238-1247.
5. Lu W, Yuan H, (2011), "A Framework for Understanding Waste Management Studies in the Construction Sector", Waste Management 31, 1252-1260.
6. Liu Z, (2015), "A Framework for Reducing Construction Waste with the Help of Building Information Modeling", Automation in Construction 59, 1-23.
7. Lu W, Yuan H, (2011), A Framework for Understanding Waste Management Studies in the Construction Sector, Waste Management 31, 1252-1260.
8. Pacheco-Torgal, F., (2013), Introduction to Construction and Demolition Waste Recycling, University of Minho, Portugal.
9. U.S. Environmental Protection Agency, (2009), "Recover Your Resources, Reduce, Reuse, and Recycle Construction and Demolition Materials in Land Restoration Projects," October.
10. Ricciardi, B. (2021). Sustainable panels made from industrial and agricultural waste: A thermal and environmental critical analysis of experimental results. Applied Sciences (Switzerland), 11(2), 1-14.
11. Han, S., (2020). Bacterial self-healing performance of coated expansive clay in concrete. Journal of Environmental Engineering, 146(7).
12. Yaras, A. (2019). Use of carbonation sludge in the treatment of clay building materials to achieve environmentally friendly and lightweight thermal insulation. Building Materials and Construction, 224, 57-65.
13. Liu, B., (2017). Lightweight expanded aggregate from a mixture of automotive plastic waste and clay. Building and Construction Materials, p. 5
14. Xiong, B., (2023). High-strain compressive behavior of concrete with two different types of recycled plastic aggregates: Experimental characterization and probabilistic modeling. Journal of Building and Construction Materials, .
15. Madruello-Sanz, (2022). Mechanical, thermal, and acoustic evaluation of biocomposites made from agricultural waste for roof tiles. Applied Acoustics, 191. p. 6
16. Shaw, B., Hussein, (2022). Natural resources, economic policies, energy structure, and the relationship between ecological footprints in the seven emerging countries. Resource Policy, 77.P 6.
17. Nagase, A. (2020). Novel and Reused Materials for Extensive Green Roof Substrates and Drainage Layers in Japan - Application to Plant Growth and Moisture Absorption. Environmental Engineering, 153. P 6.
18. Abira, Y. (2023). Improving construction waste recycling: strategies, technologies and environmental impacts.P 24.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

19. Pongrash, (2004), “Developing Waste Management Theory: Defining Key Concepts”, MIT Transactions on Ecology and the Environment, pp. 471-480
20. Vargascal Maritza, (2016), The Role of Waste Management in the Sustainability of the Circular Economy to Achieve Sustainable Development, p. 4

Disclaimer/Publisher’s Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **AJAPAS** and/or the editor(s). **AJAPAS** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).