https://jsras.rcc.edu.ly/
Vol.3 No.0 (2026),173-184
Article history:
Received:
Accepted:
Published:18 Nov . 2026

Journal of Sustainable Research in Applied Sciences

Towards a Sustainable Strategy for Medical Waste Management in Healthcare Institutions: A Case Study of Ali Omar Askar Hospital in Al-Sbeia

Mona Albackoosh[1, *] Abdalrzaq anbys [2] Zainb Albackoosh[3], thoria sharef[4], Najat alwani[5], Brahim Shaaban[6]
[1] Diabetes and Endocrinology Hospital, , Tripoli, Libya , monaAlbackoosh @gmali.com
[2]1Ministry of Labour and Rehabilitation, , Tripoli, Libya , Abdalrzaqanbys89@gmail.com
[3]Environmental Services Company,zain, Tripoli, Libya. balbackoosh@gmail.com
[4]Libyan Authority for Scientific Research, , Tripoli, Libya. tawilcaptain@gmail.com
[5]Health Services Administration, , Tripoli, Libya. najatalwani@gmail.com
[6]Faculty Member,.com, Tripoli, Libya. Ibrahim shaaban@gmail

Keywords

Solid medical waste; sustainable management; hospital management; statistical analysis; environmental sustainability .

Abstract

Solid medical waste management represents an increasing health, environmental, and administrative challenge for healthcare institutions, particularly where waste quantities and generation sources vary across departments. This situation requires a shift from traditional management practices toward data-driven systems supported by statistical analysis. The study problem concerns several challenges associated with solid medical waste management in healthcare institutions, including inadequate source segregation, limited availability of specialized equipment and personnel, weak planning, monitoring, and control, and the need to employ statistical methods to identify intervention priorities. The study aimed to develop a sustainable strategy for solid medical waste management at Ali Omar Askar Hospital by assessing the current pattern of waste generation, identifying variations among hospital departments, and employing statistical analysis to support planning and decision-making. A descriptive-analytical approach was adopted. Field data were collected from hospital departments through daily measurement of waste weights, with four measurements recorded per day during the study period. Descriptive statistics, including arithmetic means and standard deviations, the Friedman test, and two-way analysis of variance (ANOVA) were employed. The results showed that the total measured waste amounted to 5,851 kg**.** The Obstetrics and Gynecology Department recorded the highest proportion of waste generation (17.4%**)**, followed by the Emergency Department (13.6%) and the Intensive Care Unit (7.3%)**.** The Friedman test indicated statistically significant differences among departments (χ^2 = 174.368, p < 0.001). Furthermore, ANOVA showed that the observed differences were significantly associated with departments (F = 8.007, p = 0.006) rather than measurement days (p = 0.999). The study concludes that an integrated sustainable waste management system should be developed based on **source segregation, resource** allocation according to waste generation rates, continuous staff training, strengthened occupational safety, establishment of an electronic database, implementation of periodic performance indicators, and improvement of treatment and disposal technologies**.** Future research should further employ predictive statistical models to strengthen evidence-based decision-making.

نحو استراتيجية مستدامة لإدارة النفايات الطبية في المؤسسات الصحية: دراسة حالة مستشفى علي عمر عسكر بالسبيعة

منى على البكوش [1]، *عبد الرزاق مفتاح انبيص [2]، زينب على البكوش[3] تريا الشارف [4]، نجاة حامد العلونى[5]، أبراهيم سالم شعبان[6]
[1]وزارة العمل والتأهيل، طرابلس، ليبيا Abdalrzaqanbys89@gmail.com
[2]*مستشفى السكر والغدد الصماء، طرابلس، ليبيا monaAlbackoosh @gmali.com
[3]شركة الخدمات العامة، طرابلس، ليبيا zainbalbackoosh@gmail.com
[4]الهيئة الليبية للبحث العلمي، طرابلس، ليبيا tawilcaptain@gmail.com
[5]ادارة الخدمات الصحية، طرابلس، ليبيا najatalwani@gmail.com
[6]عضو هيئة تدريس بالأكاديمية، طرابلس، ليبيا Ibrahim shaaban @gmail.com
* منى على البكوش

الكلمات المفتاحية

النفايات الطبية الصلبة؛ الإدارة المستدامة؛ إدارة المستشفيات؛ التحليل الإحصائي؛ الاستدامة البيئية

الملخص

تمثل إدارة النفايات الطبية الصلبة تحديًا صحيًا وبيئيًا وإداريًا متزايدًا للمؤسسات الصحية، ولا سيما عندما تتباين كميات النفايات ومصادر تولدها بين الأقسام، مما يتطلب الانتقال من أساليب الإدارة التقليدية إلى نظم قائمة على البيانات والتحليل الإحصائي . تتمثل مشكلة الدراسة في وجود تحديات مرتبطة بإدارة النفايات الطبية الصلبة في المؤسسات الصحية، تشمل ضعف الفرز من المصدر، ومحدودية التجهيزات والكوادر المتخصصة، وضعف التخطيط والمتابعة والرقابة، والحاجة إلى توظيف الأساليب الإحصائية في تحديد أولويات التدخل . وهدفت الدراسة إلى تطوير استراتيجية مستدامة لإدارة النفايات الطبية الصلبة بمستشفى علي عمر عسكر من خلال تقييم واقع إنتاج النفايات، وتحديد الاختلافات بين الأقسام، وتوظيف التحليل الإحصائي في دعم التخطيط واتخاذ القرار. واعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وجُمعت البيانات ميدانيًا من أقسام المستشفى من خلال القياس اليومي لأوزان النفايات، مع أربع قراءات يومية خلال فترة الدراسة، واستخدمت المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية واختبار Friedman وتحليل التباين الثنائي. وبينت النتائج أن إجمالي النفايات المقاسة بلغ 5,851كجم، وسجل قسم النساء والولادة أعلى إنتاج بنسبة 17.4%، يليه الطوارئ بنسبة 13.6%والعناية المركزة بنسبة 7.3%. كما أظهر Friedman فروقًا دالة بين الأقسام(χ^2=174.368, p<0.001) ، وأظهر ANOVA أن الفروق ترتبط بالأقسام (F=8.007, p=0.006) وليس بأيام القياس (p=0.999). وخلصت الدراسة إلى تطوير نظام متكامل قائم على الفرز من المصدر، وتخصيص الموارد وفق معدلات التوليد، والتدريب المستمر، وتعزيز السلامة المهنية، وإنشاء قاعدة بيانات إلكترونية، وتطبيق مؤشرات أداء دورية، وتحسين تقنيات المعالجة والتخلص، مع توسيع الدراسات المستقبلية باستخدام نماذج إحصائية تنبؤية لدعم القرار

1. المقدمة

مثل التطور المتسارع في الخدمات والرعاية الصحية أحد أبرز مظاهر التقدم العلمي والاجتماعي، لما يسهم به في الوقاية من الأمراض ومكافحة الأوبئة وتحسين جودة الحياة وتعزيز مستويات السلامة الصحية والإنسانية. غير أن هذا التطور يصاحبه توليد كميات متزايدة من النفايات الطبية، التي أصبحت من القضايا البيئية والصحية المهمة على المستوى العالمي، ولا سيما في ظل التوسع في المؤسسات الصحية وتزايد أعداد المرضى وتنوع الإجراءات التشخيصية والعلاجية. وتزداد تعقيدات هذه المشكلة في الدول النامية نتيجة محدودية الإمكانات البشرية والمادية والتنظيمية، وضعف البنية التحتية والأنظمة المؤسسية اللازمة لإدارة النفايات بكفاءة واستدامة Bansod & Deshmukh, Bansod & Deshmukh, 2023; Atalay & Gelaw, 2024. وتكتسب النفايات الطبية أهمية خاصة بسبب طبيعتها المتنوعة وما قد تحتويه من مواد معدية أو حادة أو كيميائية أو صيدلانية، الأمر الذي يجعل سوء التعامل معها مصدرًا محتملًا لانتقال العدوى والإصابات المهنية، فضلًا عن تأثيراتها في المرضى والعاملين والمجتمع والبيئة. كما يمكن أن يؤدي الجمع أو النقل أو التخزين أو المعالجة أو التخلص غير السليم من هذه النفايات إلى تلوث التربة والمياه والهواء، وزيادة مخاطر التعرض للمواد الخطرة، وهو ما يجعل إدارة النفايات الطبية جزءًا أساسيًا من منظومة مكافحة العدوى والسلامة المهنية والإدارة البيئية داخل المؤسسات الصحية Odonkor & Mahami, 2020; Karki et al., 2020; Mugivhisa et al., 2020 وتتعدد تصنيفات النفايات الطبية وفق طبيعتها ودرجة خطورتها ومصدر تولدها، وتشمل النفايات العامة وغير الخطرة، والنفايات المعدية، والمرضية، والحادة أو الجارحة، والصيدلانية، والكيميائية، وغيرها من الفئات التي تتطلب أساليب مختلفة في الفرز والجمع والنقل والمعالجة والتخلص. ومن ثم، فإن كفاءة الإدارة لا ترتبط بمرحلة التخلص النهائي فقط، وإنما تبدأ من نقطة التوليد من خلال التصنيف والفرز الصحيحين، ثم الجمع والنقل والتخزين والمعالجة، وصولًا إلى التخلص النهائي الآمن. ويُعد الفصل بين الأنواع المختلفة من النفايات في مرحلة مبكرة من أهم الممارسات التي تحد من خلط النفايات الخطرة بالنفايات العامة، وتقلل المخاطر المرتبطة بالمعالجة والتخلص منها Adu et al., 2020; Assemu et al., 2020; Tadesse et al., 2022 كما أن مصادر النفايات الطبية متعددة، ولا تقتصر على الأقسام السريرية، بل تشمل غرف العمليات، والطوارئ، ووحدات العناية المركزة، والمختبرات، وأقسام الأشعة، والصيدليات، وعيادات الأسنان، ويعني هذا التنوع أن كمية النفايات ونوعيتها قد تختلف بصورة كبيرة بين أقسام المؤسسة الصحية نفسها، تبعًا لطبيعة الخدمات المقدمة، وعدد المرضى، وكثافة الإجراءات الطبية، ونوع المستلزمات المستخدمة. ولذلك فإن التعامل مع المستشفى كوحدة إنتاج متجانسة للنفايات قد يخفي فروقًا تشغيلية مهمة بين الأقسام، في حين يمكن أن يوفر القياس الكمي على مستوى القسم أساسًا أكثر دقة لتخصيص الموارد وتنظيم عمليات الجمع والنقل والمعالجة Abanyie et al., 2021; Lattanzio et al., 2022 وفي هذا السياق، أصبحت إدارة النفايات الطبية أحد المكونات الأساسية للإدارة البيئية المستدامة داخل المؤسسات الصحية، ولم يعد الهدف يقتصر على التخلص من النفايات بعد تولدها، وإنما اتجهت الممارسات الحديثة نحو الحد من التوليد، وتحسين الفرز من المصدر، وإعادة الاستخدام أو التدوير الآمن حيثما أمكن، ورفع كفاءة عمليات الجمع والنقل والمعالجة، مع تعزيز المتابعة والرقابة وقياس الأداء. ويؤكد منظور المستشفى الأخضر أن إدارة النفايات ينبغي أن تكون جزءًا من منظومة أوسع للاستدامة المؤسسية، تجمع بين الاعتبارات البيئية والصحية والاقتصادية والإدارية (Lattanzio et al., 2022; Saha et al., 2025). وفي الدول النامية، ما تزال إدارة النفايات الطبية تواجه تحديات متداخلة تتعلق بالمعرفة والممارسات المهنية، وتوافر التجهيزات، ونظم الفرز، والتخزين والنقل، والتدريب، والرقابة المؤسسية. وقد أظهرت الأدلة الدولية أن الالتزام بممارسات الإدارة الآمنة للنفايات يتأثر بمجموعة من العوامل، من بينها المعرفة والتدريب، وتوافر الموارد، والإجراءات التنظيمية، ووضوح المسؤوليات، والدعم المؤسسي Adu et al., 2020; Motlatla & Maluleke, 2021; Atalay & Gelaw, 2024 كما بينت دراسات أخرى أن ضعف إدارة النفايات لا يمثل مشكلة تشغيلية منفصلة، بل يرتبط بمخاطر صحية وبيئية ومهنية قد تتراكم عندما تكون حلقات النظام غير مترابطة أو عندما تفتقر المؤسسة إلى المتابعة والتقييم المستمر Kyomba et al., 2021; Tiruneh et al., 2024 وفي ليبيا، تشير الدراسات إلى استمرار وجود تحديات في إدارة النفايات الطبية داخل المؤسسات الصحية، بما يرتبط بالإجراءات التنظيمية، وتوافر الإمكانات، والكوادر المتخصصة، ومستوى الالتزام بالممارسات السليمة. وقد أظهرت دراسة تناولت العوامل التنظيمية في المستشفيات العامة الليبية أن الثقافة التنظيمية والهيكل التنظيمي يمثلان عاملين مهمين في تفسير ممارسات إدارة النفايات الطبية، بما يؤكد أن تحسين الإدارة لا يعتمد على توفير المعدات وحدها، وإنما يتطلب بيئة مؤسسية داعمة، ومسؤوليات واضحة، وإجراءات رسمية قابلة للتطبيق والمتابعة Abdelsalam et al., 2021 وكما أن إدارة النفايات الطبية لا تنفصل عن مسألة السلامة المهنية وحماية العاملين؛ فالتعامل مع النفايات الحادة والمعدية يتطلب إجراءات واضحة ومستمرة تشمل الفرز الآمن، وتوفير الحاويات المناسبة، واستخدام معدات الوقاية الشخصية، والتدريب على إجراءات التعامل مع النفايات ومخاطر التعرض لها. وقد أظهرت الدراسات أن وجود فجوة بين المعرفة والممارسة أو ضعف الالتزام بالإجراءات يمكن أن يزيد من المخاطر المرتبطة بإدارة النفايات داخل المؤسسات الصحية Mugivhisa et al., 2020; Karki et al., 2020; Motlatla & Maluleke, 2021 وتزداد قيمة هذا التوجه عندما يُنظر إلى كمية النفايات باعتبارها مؤشرًا على حجم التوليد وليس مؤشرًا كافيًا بمفرده على كفاءة الإدارة؛ فارتفاع كمية النفايات في قسم معين قد يعكس ارتفاع عدد المرضى أو كثافة الإجراءات الطبية، ولا يعني بالضرورة ضعف الأداء الإداري. ولذلك فإن بناء استراتيجية مستدامة يتطلب الربط بين القياسات الكمية للنفايات والعوامل التشغيلية والتنظيمية والسلوكية والبيئية، بما يسمح بتفسير الفروق بصورة أكثر دقة وتحديد مجالات التدخل ذات الأولوية. ويتسق هذا المنظور مع الاتجاه نحو استخدام الأساليب المختلطة والتحليل القائم على الأدلة في تقييم نظم إدارة النفايات الصحية Tiruneh et al., 2024; Jungbluth et al., 2025 ومن هذا المنطلق، تأتي الدراسة الحالية لتطوير استراتيجية مستدامة لإدارة النفايات الطبية الصلبة بمستشفى علي عمر عسكر باستخدام الأساليب الإحصائية الحديثة، من خلال تقييم واقع تولد النفايات في مختلف أقسام المستشفى، وقياس أوزانها بصورة منتظمة، وتحليل الفروق بين الأقسام، واختبار دلالتها الإحصائية، بما يساعد على تحديد الأقسام ذات معدلات التوليد المرتفعة وتوجيه الموارد والإجراءات التشغيلية وفق الاحتياجات الفعلية. وعليه، تتمثل القيمة الأساسية للدراسة في الربط بين القياس الميداني للنفايات، والتحليل الإحصائي، والتخطيط الاستراتيجي المستدام، بما يوفر أساسًا أكثر موضوعية لتحديد أولويات التدخل داخل المستشفى. ومن شأن هذا التوجه أن يساعد الإدارة على تخصيص الحاويات ومعدات الوقاية وموارد الجمع والنقل وفق معدلات التوليد الفعلية لكل قسم، وتحسين الفرز من المصدر، وتعزيز التدريب والرقابة، وتطوير مؤشرات أداء قابلة للقياس والتقييم، بما يسهم في الحد من المخاطر الصحية والبيئية ورفع كفاءة إدارة الموارد وتعزيز الاستدامة المؤسسية.

2. مشكلة الدراسة وأهمية الدراسة

للانتقال من مجرد تشخيص المشكلة إلى بناء استراتيجية قابلة للقياس والتقييم .

وفي الإطار الليبي، ركزت دراسة Abdelsalam et al. (2021) على العوامل التنظيمية المؤثرة في ممارسات إدارة النفايات الصحية في المستشفيات العامة الليبية، من خلال تحليل 171 استجابة صالحة من العاملين والإداريين في مستشفيات المنطقة الجنوبية. وأظهرت النتائج وجود علاقة إيجابية بين الثقافة التنظيمية والهيكل التنظيمي وممارسات إدارة النفايات الصحية، مع أهمية الرسمية التنظيمية ووضوح المسؤوليات وتحسين الممارسات لدى العاملين في التمريض وعمال النظافة. وتكشف هذه النتائج أن كفاءة إدارة النفايات لا تعتمد على توافر التجهيزات والمعدات فقط، وإنما تتأثر كذلك بالبيئة التنظيمية والعوامل البشرية، وهو ما يعزز توجه الدراسة الحالية نحو تحليل الأبعاد البشرية والفنية والتنظيمية والبيئية بصورة متكاملة. ويتوافق هذا الاتجاه مع نتائج Assemu et al. (2020) في إثيوبيا، التي تناولت ممارسات إدارة النفايات الصحية والعوامل المرتبطة بها في المستشفيات العامة والخاصة، وأكدت أهمية التدريب، وتوافر الإرشادات واللجان المختصة، ووجود بيئة تنظيمية داعمة لتحسين مستوى الممارسات. وتكتسب هذه الدراسة أهمية إضافية من اعتمادها على التحليل الإحصائي لتحديد العوامل المرتبطة بالأداء، الأمر الذي يتفق مع توجه الدراسة الحالية في توظيف الأساليب الإحصائية الحديثة لتفسير التباين في كفاءة إدارة النفايات، بدلاً من الاقتصار على الوصف العام للمشكلة.

وفي السياق نفسه، تناولت دراسة Adu et al. (2020) ممارسات فرز وإدارة النفايات الطبية في خمسة مستشفيات في غانا، وأظهرت وجود قصور في الفرز من المصدر وعدم انتظام الالتزام بفصل النفايات، إلى جانب اختلاف مستوى الممارسات بين الفئات المهنية. وأوصت الدراسة بتعزيز التدريب وتحسين الفرز عند نقطة التوليد، بما يؤكد أن الفرز من المصدر يمثل إحدى الركائز الأساسية لأي نظام مستدام لإدارة النفايات الطبية. كما دعمت دراسة Odonkor and Mahami (2020) هذا الاتجاه من خلال توضيح أن سوء إدارة النفايات الطبية لا يمثل مشكلة تشغيلية فحسب، بل قد يؤدي إلى زيادة مخاطر العدوى والتعرض المهني والتلوث البيئي، الأمر الذي يبرر النظر إلى إدارة النفايات باعتبارها قضية مترابطة صحياً وبيئياً وإدارياً، وليس مجرد نشاط خدمي داخل المؤسسة الصحية .

ومن منظور السلامة المهنية، أوضحت دراسة Karki et al. (2020) في نيبال أن مستوى إدراك العاملين لمخاطر النفايات الصحية يرتبط بالممارسات المتبعة في التعامل معها، وأن انخفاض المعرفة بالمخاطر قد يؤدي إلى ممارسات غير آمنة. كما أظهرت دراسة Mugivhisa et al. (2020) في جنوب أفريقيا أن الالتزام بإجراءات السلامة المهنية يمثل عاملاً أساسياً للحد من المخاطر التي يتعرض لها العاملون، مع التأكيد على أهمية المعرفة بالإجراءات الوقائية وتوفير بيئة عمل آمنة. وتدعم هذه النتائج إدراج التدريب والوعي والسلوك المهني والسلامة المهنية ضمن العوامل المفسرة لكفاءة إدارة النفايات، وهو ما يتقاطع بصورة واضحة مع نتائج الدراسة المحلية لبن حكومة وآخرين (2024) بشأن حاجة العاملين في المؤسسات الصحية بمدينة زليتن إلى التدريب والتوعية

وفي دراسة ميدانية أخرى، تناولت Abanyie et al. (2021) إدارة النفايات الصحية في مستشفى تامالي المركزي بغانا، وأظهرت النتائج وجود مشكلات في الفصل بين النفايات الخطرة وغير الخطرة، إلى جانب أوجه قصور في بعض ممارسات المعالجة والتخلص. وتبرز أهمية هذه الدراسة في تأكيدها أن تقييم إدارة النفايات ينبغي ألا يعتمد فقط على الانطباعات أو التقديرات العامة، وإنما يستند إلى بيانات كمية دقيقة تتعلق بكميات النفايات ومصادر تولدها وأنواعها، بما يوفر أساساً أكثر قوة للتحليل الإحصائي وصنع القرار. وفي الاتجاه ذاته، أوضحت دراسة Tadesse et al. (2022) أن مستوى الأداء في إدارة النفايات الصحية يرتبط بالتدريب، وتوافر الموارد، والرقابة، والإجراءات التنظيمية، بما يعزز الاتجاه نحو

تتمثل مشكلة الدراسة في الحاجة إلى تقييم واقع إدارة النفايات الطبية الصلبة بمستشفى علي عمر عسكر، في ظل التباين في كمياتها بين الأقسام وما قد يترتب على ذلك من مخاطر صحية وبيئية وإدارية. وتركز الدراسة على توظيف القياس الميداني والتحليل الإحصائي للكشف عن الفروق وتحديد أولويات التدخل، بدل الاكتفاء بالوصف العام لواقع الإدارة.

وتكتسب الدراسة أهميتها من كونها تربط بين حماية الصحة والبيئة وتحسين الأداء الإداري والاستدامة، من خلال تحويل البيانات الفعلية إلى مؤشرات إحصائية يمكن الاستناد إليها في اتخاذ القرار، وصولًا إلى استراتيجية مستدامة قابلة للتطبيق والمتابعة والتقييم في إدارة النفايات الطبية الصلبة.

3.أهداف الدراسة

الهدف الرئيسي: تطوير استراتيجية مستدامة لإدارة النفايات الطبية الصلبة بمستشفى علي عمر عسكر، استنادًا إلى البيانات الميدانية ونتائج التحليل الإحصائي وتسعى الدراسة إلى:

1. تقييم واقع إدارة النفايات الطبية الصلبة من حيث الفرز والجمع والنقل والمعالجة والتخلص.
2. تحليل الفروق الإحصائية في أوزان النفايات بين أقسام المستشفى وتحديد أولويات التدخل
3. بناء استراتيجية مستدامة لتحسين الأداء الصحي والبيئي والإداري.

4.فرضية الدراسة

1. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين أوزان النفايات المنتجة في أقسام المستشفى
2. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين أوزان النفايات في أقسام الرجال وأقسام النساء
3. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين أوزان النفايات المنتجة في أقسام النساء
4. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين أوزان النفايات المنتجة في أقسام الرجال

5. الدراسات السابقة.

تشير الأدبيات الحديثة إلى أن إدارة النفايات الطبية الصلبة لم تعد تُنظر إليها بوصفها عملية تشغيلية تقتصر على التخلص من المخلفات بعد تولدها، بل أصبحت جزءاً أساسياً من منظومة الإدارة البيئية والاستدامة في المؤسسات الصحية، بما يشمل مراحل الفرز من المصدر، والجمع، والنقل، والتخزين، والمعالجة، والتخلص الآمن، إلى جانب التدريب والتوعية والرقابة والحوكمة وتوظيف التقنيات الحديثة. وفي هذا السياق، تبرز دراسة بن حكومة وآخرين (2024) باعتبارها من أكثر الدراسات ارتباطاً بالدراسة الحالية، إذ تناولت ممارسات الإدارة المستدامة للمخلفات الطبية في عدد من المستشفيات والمراكز الصحية بمدينة زليتن، واعتمدت منهجاً استقرائياً تحليلياً، إلى جانب القياس الميداني لكميات المخلفات المتولدة من الأقسام الطبية خلال فترة امتدت إلى 38 يوماً. وأظهرت الدراسة وجود كميات مرتفعة من المخلفات الطبية، إلى جانب ضعف الفصل بين أنواعها، وعدم انتظام عمليات الجمع، وقصور إجراءات السلامة المهنية، فضلاً عن حاجة العاملين إلى مزيد من التدريب والتوعية. كما اقترحت مجموعة من الممارسات الداعمة للاستدامة، من بينها التصنيف السليم للمخلفات، والتخلص الآمن منها، وإعادة التدوير، والتعقيم، والحد من التوليد، والتدريب المستمر، والمراقبة والمراجعة، وتعزيز التعاون المؤسسي، والاستفادة من تكنولوجيا المعلومات والابتكار. وتكتسب هذه الدراسة أهمية خاصة للبحث الحالي لأنها تقدم دليلاً ميدانياً مباشراً على طبيعة تحديات إدارة النفايات الطبية في البيئة الصحية بمدينة زليتن، وتمثل أساساً مهماً

والتنسيق المؤسسي، والاستفادة من التقنيات البيئية الحديثة، بما يؤكد استمرار وجود تحديات جوهرية في إدارة النفايات داخل البيئة الصحية المحلية . وفي السياق نفسه، جاءت دراسة الفطيسي وبن حكومة (2026) لتقييم ممارسات إدارة نفايات الرعاية الصحية والمخاطر البيئية والصحية المرتبطة بها في المراكز الصحية ببلدية زليتن، بالاعتماد على المنهج الوصفي التحليلي واستبانة شملت 120مشاركاً وتحليل البيانات باستخدام SPSS.وأظهرت النتائج ارتفاع مستوى ممارسات إدارة النفايات بمتوسط 3.68 وارتفاع مستوى إدراك المخاطر البيئية والصحية بمتوسط 3.94 مع وجود علاقة ارتباط موجبة قوية بين المتغيرين بلغت $r = 0.712, p < 0.001$.وأوصت الدراسة بتعزيز التدريب والحوكمة، وتحسين عمليات تتبع النفايات والنقل، والاستعانة بجهات متخصصة، وهو ما يدعم بصورة مباشرة أهمية بناء نظام إداري متكامل يستند إلى البيانات والمؤشرات .وفي مجال إدارة المشروعات الصحية، تناولت دراسة بن حكومة والحرابي (2026) مشروع صيانة وتطوير مستشفى زليتن المركزي، وركزت على توظيف أساليب الإدارة الهندسية والتحليل الكمي، مثل إدارة القيمة المكتسبة (EVM)و PERTوالمسار الحرج(CPM) بهدف تحسين إدارة الوقت والتكلفة والموارد. وأظهرت النتائج أن تطبيق هذه الأساليب ساهم في تقليل مدة تنفيذ المشروع من 22إلى 18 شهراً وتحسين الرقابة على الموارد والتكلفة. وتبرز أهمية هذه الدراسة من الناحية المنهجية في إظهار قدرة الأساليب الكمية والتحليلية على تحويل البيانات التشغيلية إلى معلومات تساعد الإدارة في تحديد الأولويات واتخاذ القرارات وتحسين الأداء .

1.5 التعليق النقدي على الدراسات السابقة

تُعد المنهجية الوصفية التحليلية مناسبة لطبيعة الدراسة؛ لأنها تجمع بين توصيف واقع إدارة النفايات الطبية الصلبة وقياس كمياتها وتحليل الفروق بين الأقسام، وهو ما يتوافق مع هدف الدراسة في الانتقال من الوصف العام للمشكلة إلى الاستناد إلى البيانات في تحديد أولويات التدخل. كما يمثل الاعتماد على الوزن الفعلي للنفايات ميزة منهجية مهمة؛ لأنه يوفر مؤشرات كمية مباشرة أكثر موضوعية من الاعتماد على تقديرات العاملين فقط. كذلك فإن استخدام Friedmanو Two-Way ANOVAأتاح اختبار الفروق بين الأقسام وأيام القياس، وأظهر أن الاختلاف يرتبط أساساً بطبيعة الأقسام وليس بأيام القياس .

2.5 الفجوة البحثية

على الرغم من تعدد الدراسات التي تناولت إدارة النفايات الطبية في ليبيا والدول النامية، فإن معظمها ركز على وصف واقع الإدارة وممارسات الفرز والجمع والتخلص، أو قياس كميات النفايات، أو تحديد بعض أوجه القصور التنظيمي والمهني، دون دمج هذه الجوانب في إطار تحليلي واحد يقود إلى بناء استراتيجية قابلة للتطبيق والقياس. فعلى المستوى المحلي، قدمت الدراسات السابقة أدلة مهمة على وجود مشكلات في الفرز، والجمع والنقل، والتدريب، والسلامة المهنية، إلا أن دراسة بن حكومة وآخرين (2024) ركزت بصورة أساسية على القياس الميداني لكميات النفايات وتشخيص الممارسات في عدد من المؤسسات الصحية، في حين ركزت دراسات أخرى على الجوانب التنظيمية أو البيئية بصورة أكثر تحديداً. كما أن الدراسة الحالية تختلف عن تلك الدراسات في تركيزها على مستشفى علي عمر عسكر تحديداً وربط كميات النفايات المتولدة بطبيعة الأقسام، واستخدام الاختبارات الإحصائية للكشف عن الفروق وتحديد الأقسام ذات الأولوية. وتتمثل الفجوة الأكثر وضوحاً في محدودية الدراسات التي تنتقل من القياس والتشخيص إلى توظيف النتائج الإحصائية في توجيه التخطيط الاستراتيجي لإدارة النفايات الطبية الصلبة، بما يربط بين البيانات الفعلية، وتحديد أولويات التدخل، وتحسين الكفاءة البيئية والصحية للمؤسسة .

6. المواد وطرق البحث

دراسة العوامل التي تفسر الاختلاف في مستوى الأداء، وليس الاكتفاء بقياس مستوى الممارسة ذاته .وعلى مستوى الاستدامة، قدمت دراسة Lattanzio et al. (2022)مراجعة منهجية لعدد من الدراسات الدولية حول إدارة النفايات في المستشفيات، وأكدت أهمية الانتقال من مفهوم التخلص من النفايات إلى مفهوم تقليل تولدها وإعادة استخدامها وتدويرها، في إطار مفهوم المستشفى الأخضر، ويمثل هذا التوجه أساساً مهماً للدراسة الحالية، التي لا تقتصر على تقييم كفاءة التخلص من النفايات، وإنما تسعى إلى تطوير استراتيجية مستدامة تقوم على تقليل التوليد، وتحسين الممارسات، والاستفادة من الموارد، وتعزيز التحسين المستمر . وفي الاتجاه المرتبط بالاقتصاد الدائري، بحثت Alighardashi et al. (2024) نظام إدارة النفايات في المستشفيات التعليمية بمدينة كرمانشاه، وركزت على التحديات المستقبلية والانتقال نحو إدارة مستدامة للنفايات من خلال مبادئ الاقتصاد الدائري ودورة Plan–Do–Check–Act (PDCA). وأظهرت النتائج أهمية تحسين الفرز والتدريب والرقابة المستمرة، إلى جانب الحاجة إلى تطوير الأطر التنظيمية بما يتوافق مع متطلبات الإدارة المستدامة. كما بينت الدراسة أهمية استخدام الأدوات التحليلية في تحديد أولويات التحسين، وهو ما يدعم توجه الدراسة الحالية نحو توظيف الأساليب الكمية والإحصائية ليس فقط لتشخيص المشكلة، وإنما أيضاً لتحديد مجالات التدخل ذات الأولوية وبناء استراتيجية أكثر قابلية للتنفيذ . وتتفق مع ذلك دراسة Afesi-Dei et al. (2023)في غانا، التي كشفت عن استمرار عدد من المشكلات المتعلقة بالفرز من المصدر، واستخدام الحاويات المناسبة، والتدريب، ومعدات الوقاية الشخصية، والتعامل مع النفايات الحادة، وأكدت أن تحسين إدارة النفايات يتطلب خطة مؤسسية متكاملة تجمع بين التدريب والرقابة والتجهيزات والإجراءات التشغيلية. كما دعمت مراجعة Bansod and Deshmukh (2023)هذا المنظور، مؤكدة أن إدارة النفايات الطبية ينبغي أن تبدأ بتحديد أنواعها وتصنيفها وفصلها، ثم اختيار أساليب المعالجة والتخلص وفقاً لدرجة الخطورة، مع عدم إغفال أثر معرفة العاملين واتجاهاتهم وممارساتهم في نجاح النظام ككل . وفي عام 2024، قدمت Atalay and Gelaw (2024)مراجعة منهجية وتحليلاً تلويًا لممارسات إدارة النفايات الصحية والعوامل المرتبطة بها لدى العاملين الصحيين في إثيوبيا، وأكدت أهمية الأدلة الكمية في تفسير الاختلافات في مستوى الممارسات. وتبرز قيمة هذه الدراسة بالنسبة للبحث الحالي في دعم الانتقال من الأسلوب الوصفي البحت إلى التحليل الإحصائي الذي يسمح بتحديد العوامل الأكثر ارتباطاً بالأداء وتفسير التباين في كفاءة إدارة النفايات. ومن ناحية أخرى، أبرزت دراسة Tushar et al. (2023) أن جائحة كوفيد-19 كشفت هشاشة بعض أنظمة إدارة النفايات الطبية، خاصة في مراحل الجمع والنقل والمعالجة والتخلص، نتيجة الزيادة المفاجئة في حجم النفايات. وأكدت الدراسة أن بناء نظام مستدام يتطلب التخطيط المسبق، والمرونة المؤسسية، والقدرة على الاستجابة للتغيرات، وتوفير التقنيات والبنية التحتية المناسبة. كما دعمت دراسة Tiruneh et al. (2024)هذا الاتجاه من خلال استخدام منهج مختلط يجمع بين البيانات الكمية والنوعية لتقييم إدارة النفايات الصحية الصلبة، بما يبرز أهمية دراسة المشكلة من عدة أبعاد وعدم اختزالها في مؤشر واحد أو مرحلة تشغيلية محددة .

وتعزز الدراسات الليبية الأحدث أهمية هذا التوجه؛ فقد هدفت دراسة بن حكومة وآخرين) 2025 (إلى تقييم الوضع البيئي وآفاق الاستدامة في المرافق الصحية ببلدية زليتن، باستخدام المنهج الوصفي التحليلي واستبانة شملت 192 من العاملين. وأظهرت النتائج انخفاض مستوى الأداء البيئي بمتوسط بلغ 2.52 وكان محور إدارة النفايات الطبية من أضعف المحاور بمتوسط 2.33 في حين بلغ متوسط آفاق الاستدامة 2.39 مع وجود علاقة ارتباط قوية وسالبة بين الوضع البيئي وآفاق الاستدامة بلغت $r = -0.772$, $p = 0.006$.وأوصت الدراسة بتطوير إدارة النفايات، وتعزيز الموارد

1.6 المنهجية المتبعة

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي من خلال وصف الحالة الراهنة بمستشفى على عمر عسكر اسبيعه، حيث يتم التعرف على الطريقة التي يتم التعامل بها مع النفايات الطبية من حيث الفرز، الجمع، النقل والمعالجة النهائية للنفايات الطبية الخطرة وغير الخطرة. تم جمع المخلفات يوميا لمدة أسبوع في كل قسم لكل اقسام المستشفى بحيث يتم أخذ أربع قراءات يوميا وزنة (عند الساعة التاسعة صباحا والساعة الثانية بعد الظهر والسادسة مساءاً والثانية عشر ليلاً)؛ بحيث يبدا العمل في أخذ قراءات العينة من كل يوم سبت من بداية كل أسبوع.

2.6 مصادر البيانات

تم جمع البيانات من المصادر الأولية والثانوية كما يلي: تمددت الدراسة على مصادر أولية تمثلت في المقابلات مع العاملين ذوي الصلة بإدارة النفايات الطبية. ومصادر ثانوية شملت الوثائق والإحصاءات والكتب والدوريات والدراسات السابقة والمصادر المتاحة عبر شبكة المعلومات الدولية.

3.6 التحليل الإحصائي

اعتمدت في هده الدراسة على الاختبارات الاتية: المتوسط الحساب، الانحراف المعياري، اختبار،Friedman ، تحليل التباين ANOVA

4.6 منطقة الدراسة

مستشفى على عمر عسكر هو أحد المستشفيات الليبية افتتح المستشفى سنة1988في ليبيا وهوا المستشفى الوحيد المتخصص في جراحة المخ والأعصاب والعمود الفقري ويقع المستشفى على الطريق ما بين طرابلس وترهونة في مدينة اسبيعة تبعد عن مدينة طرابلس 45 كم ويضم المستشفى مباني إدارية وأقسام إيوائي ومساحات خضراء معشبة وحدائق ومهابط للإسعاف الطائر وعيادات خارجية وعمارات سكانية للعاملين ومعهد صحي وعدة أبار وخزانات للمياه.

7. النتائج

1.7 المصادر المنتجة للنفايات الطبية بالمستشفيات والمراكز الصحية الأخرى طبق لنوع النفايات

يستعرض هذا الفصل النتائج الميدانية للدراسة المتعلقة بإدارة النفايات الطبية الصلبة في مستشفى علي عمر عسكر، وذلك من خلال تحليل مصادر تولد النفايات وأنواعها، ثم قياس كمياتها وتوزيعها بين مختلف أقسام المستشفى. ويبدأ عرض النتائج بتحديد طبيعة النفايات الناتجة عن الأنشطة الطبية والخدمية المختلفة، نظراً لاختلاف خصائصها ودرجة خطورتها باختلاف مصدر تولدها. ويُظهر الجدول 1 تنوع مصادر النفايات الطبية داخل المستشفى، حيث تشمل أقسام الإيواء، وغرف العمليات والمعالجة الجراحية، وحجرات سحب العينات، وصالات الولادة، ومعامل التحاليل، والصيدلية ومخازن الأدوية، وتتنوع تبعاً لذلك بين النفايات المعدية والحادة والباثولوجية والكيميائية والدوائية. ويُعد تحديد هذه المصادر وتصنيف النفايات الناتجة عنها خطوة أساسية لفهم طبيعة منظومة إدارة النفايات وتحديد أساليب التعامل المناسبة معها، كما يوفر أساساً لتحليل كميات النفايات المتولدة وتحديد الأقسام ذات الأولوية في عمليات الجمع والفرز والمعالجة.

جدول (1): المصادر المنتجة للنفايات الطبية بالمستشفيات طبقا لنوع ا لنفايات

نوع النفايات	مصادر أنتاج النفايات
نفايات طبية معدية مثل" الإبر- القطن-الأربطة"	اقسام الايواء
تحتوي على نفايات طبية باثولوجيه "من أنسجة-أعضاء بشرية- إبر الخياطة والمشارط"	حجرة العمليات
تحتوي على نفايات طبية شبة صلبة معدية مثل" الشاش- الأربطة الملوثة- إبر الخياطة. "كما تحتوي على المخلفات الكيميائية مثل "محاليل تنظيف الجروح."	حجرات المعالجة الجراحية
نفايات الطبية الحادة" الإبر- المشارط- القطن الملوث	حجرات سحب عينات
تحتوي على نفايات طبية باثولوجيه والمعدية مثل" الأجنة- المشيمة- الغيارات الملوثة بدماء النزلاء."	صالات الولادة
تحتوي على نفايات معدية مثل" عينات المرضى-أطباق المزارع". والمخلفات الكيميائية" محاليل تشغيل الأجهزة	معامل التحاليل
تحتوي على نفايات الأدوية وبقايا سوائل التعقيم والتطهير	صيدلية ومخزن الدواء بالمستشفى

2.7 تكنولوجيا معالجة النفايات الطبية ومزايا وعيوب كل طريقة للمعالجة

تتعدد الأساليب المستخدمة في معالجة النفايات الطبية والتخلص منها، ويختلف اختيار الطريقة الملائمة وفقاً لنوع النفايات ودرجة خطورتها، فضلاً عن الاعتبارات الفنية والاقتصادية والبيئية المرتبطة بكل تقنية. ويعرض الجدول المقارن أهم طرق معالجة النفايات الطبية، والمتمثلة في الحرق الآلي، والتطهير الحراري بالمبخرة، والتطهير الحراري بالموجات الصغيرة، والتطهير الكيميائي، مع بيان أبرز المزايا والعيوب لكل منها. ويساعد هذا العرض في توضيح أن اختيار تقنية المعالجة لا ينبغي أن يعتمد على قدرتها على تقليل حجم النفايات فقط، وإنما يتطلب الموازنة بين كفاءة المعالجة، والتكاليف، ومتطلبات التشغيل والصيانة، ونوعية الانبعاثات والمخاطر البيئية، ومدى ملاءمة التقنية لطبيعة النفايات المتولدة. ومن ثم، يمثل تقييم هذه البدائل أساساً مهماً عند اختيار أسلوب المعالجة الأكثر ملاءمة لظروف المستشفى وإمكاناته، وبما يتوافق مع أهداف الإدارة المستدامة للنفايات الطبية.

جدول (2): تكنولوجيا معالجة النفايات الطبية ومزايا وعيوب كل طريقة للمعالج.

طريقة المعالجة	المزايا	العيوب
الحرق الآلي	تقليل حجم النفايات ووزنها. تصبح النفايات غير قابلة للتمييز بعد المعالجة. مقبول لجميع أنواع النفايات تقريب إمكانية استعادة الحرارة.	معارضة عامة الناس. التكاليف الأساسية وتكاليف التشغيل مرتفعة. Dioxinsتكوين الديوكسين) تكاليف الصيانة والفحص والتصليح مرتفعة.
التطهير الحراري بالمبخرة	تقليل حجم النفايات. التكاليف الأساسية قليلة سهولة الفحص البيولوجي.	القوانين المستقبلية المحددة لمواصفات الغازات المنبعثة. لا يتغير مظهر النفايات. وزن النفايات لا يتغير. غير مناسبة لكل أنواع النفايات الملوثات الهوائية غير مميزة.
التطهير الحراري بالموجات الصغيرة	تقليل حجم النفايات بشكل واضح. تصبح النفايات غير قابلة للتميز بعد المعالجة. لا يطرد سوائل.	التكاليف الأساسية مرتفعة. ازدياد وزن النفايات. غير مناسبة لكل أنواع النفايات الملوثات الهوائية غير مميزة
التطهير الكيميائي	تقليل حجم النفايات بشكل واضح. تصبح النفايات غير قابلة للتميز بعد المعالجة. سرعة معالجة النفايات. إزالة الرائحة الكريهة للنفايات.	التكاليف الأساسية مرتفعة. غير مناسبة لكل أنواع النفايات. تخزين المواد الكيميائية واستخدامها. الملوثات الهوائية غير مميزة.

يوضح الجدول رقم (3) تفاوت كمية النفايات الطبية المنتجة بين أقسام المستشفى المختلفة، حيث بلغ إجمالي النفايات المجمعة خلال فترة الدراسة 5,851كجم .وسجل قسم النساء والولادة أعلى كمية إنتاج للنفايات، يليه قسم الطوارئ ثم العناية المركزة، بينما سجلت الأقسام الخدمية والعيادات التخصصية كميات أقل. يعكس هذا التفاوت الاختلاف الجوهري في كثافة النشاط الطبي ونوعية الرعاية المقدمة في كل قسم.

جدول (4): ترتيب الأقسام حسب انتاجها للنفايات بالأوزان والنسب المئوية

القسم	الوزن بالكيلو جرام	النسبة % من المجموع الكلي للنفايات
النساء والولادة	1021	% 17.4
الطوارئ	0796	% 13.6
العناية المركزة	0429	% 07.3
المطعم	0360	% 06.1
الأطفال	0358	% 06.1
العمليات	0250	% 04.3
المختبرات	0215	% 03.6
الصيانة	0212	% 03.6
حضانة الأطفال	0168	% 02.9
جراحة العظام نساء	0167	% 02.9
جراحة أعصاب نساء	0155	% 02.7
الباطنية رجال	0150	% 02.6
مصرف الدم	0144	% 02.4
جراحة العظام رجال	0144	% 02.4
جراحة أعصاب أطفال	0139	% 02.4
مخازن المستشفى	0138	% 02.4
المكاتب الإدارية	0125	% 02.2
أمراض أعصاب نساء	0108	%01.9
جراحة عامة رجال	0107	%01.9
أمراض أعصاب رجال	0107	%01.9
العناية أطفال	0096	%01.7
العيادات الخارجية	0091	% 01.5
الأشعة	0071	%01.2
جراحة عامة نساء	0061	% 01.0
الباطنية نساء	0060	% 01.0
جراحة أعصاب رجال	0051	% 00.9
جراحة أسنان نساء	0050	% 00.9
مشرحة المستشفى	0039	% 00.7
جراحة الفكين رجال	0027	% 00.5

3.7 أوزان النفايات المنتجة وأوزان المستلزمات الطبية المستلمة لكل قسم من أقسام المستشفى

جدول (3) أوزان النفايات المنتجة وأوزان المستلزمات الطبية المستلمة لكل قسم من أقسام المستشفى

القسم	أوزان النفايات (كجم	أوزان المستلزمات الطبية المستلمة (كجم))
الطوارئ	0796	110.268
الأشعة	0071	008.380
العمليات	0250	046.580
المختبرات	0215	031.350
مصرف الدم	0144	018.765
العلاج الطبيعي	0012	005.865
العيادات الخارجية	0091	035.130
مشرحة المستشفى	0039	007.395
جراحة أعصاب أطفال	0139	026.550
حضانة الأطفال	0168	065.081
العناية أطفال	0096	016.522
الأطفال	0358	038.625
العناية المركزة	0429	109.170
النساء والولادة	1021	117.030
الباطنية نساء	0060	011.274
الباطنية رجال	0150	028.498
جراحة عامة نساء	0061	013.658
جراحة عامة رجال	0107	029.651
أمراض أعصاب نساء	0108	030.179
أمراض أعصاب رجال	0107	029.630
جراحة أعصاب نساء	0155	029.551
جراحة أعصاب رجال	0051	013.558
جراحة الفكين نساء	0050	006.568
رجال جراحة الفكين	0027	005.715
جراحة العظام نساء	0167	015.395
جراحة العظام رجال	0144	015.395
مخازن المستشفى	0138	000.000
المكاتب الإدارية	0125	000.000
الصيانة	0212	000.000
المطعم	0360	000.00

كجم (قسم العلاج الطبيعي) كأدنى متوسط. كما تراوحت قيم الانحراف المعياري بين 26.24(قسم النساء والولادة) 0.99 في (قسم العلاج الطبيعي)، مما يشير إلى وجود تشتت وتفاوت ملحوظ في كميات النفايات المنتجة يومياً داخل بعض الأقسام، وهو ما يتطلب مرونة تشغيلية في جدول عمليات الجمع والنقل الداخلي

4.7 اختبار الفرضيات الرئيسية

الفرضية الأولى: توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين أوزان النفايات المنتجة بين جميع أقسام المستشفى.

لحساب الفروق بين أوزان النفايات المنتجة بين جميع أقسام المستشفى قام الباحث بحساب اختبار Friedman وبمستوى دلالة 0.05.

الفرضية الصفرية - Null Hypothesis: تعني أن المتوسطات الرتبية لأوزان النفايات المنتجة بين جميع أقسام المستشفى متساوية.

الفرضية البديلةHypothesis H1 - Alternate: تعني أن المتوسطات الرتبية لأوزان النفايات المنتجة بين جميع أقسام المستشفى غير متساوية.

والجدول (6) والجدول (7) يوضحان ذلك:

جدول رقم (6) يوضح نتائج اختبار Friedman لحساب الفروق بين أوزان النفايات المنتجة بين جميع أقسام المستشفى

قيمة كاي تربيع المحسوبة	درجة الحرية	القيمة الاحتمالية	مستوى الدلالة
174.368	29	0.000	0. 05

جدول رقم (7) يوضح متوسط الرتب لأوزان النفايات المنتجة بين جميع أقسام المستشفى

ت	الأقسام	متوسط الرتب
1	النساء والولادة	30.00
2	الطوارئ	1.93
3	العناية المركزة	11.57
4	المطعم	28.50
5	الأطفال	28.21
6	العمليات	26.57
7	المختبرات	22.57
8	الصيانة	24.29
9	حضانة الأطفال	21.86
10	جراحة العظام نساء	22.07
11	جراحة أعصاب نساء	20.29
12	الباطنية رجال	19.86
13	مصرف الدم	18.29
14	جراحة العظام رجال	19.00
15	جراحة أعصاب أطفال	18.71
16	مخازن المستشفى	18.86
17	المكاتب الادارية	16.93
18	أمراض أعصاب نساء	14.36

العلاج الطبيعي	0012	% 00.2

يظهر من الجدول (4) ترتيب الأقسام وفق مساهمتها النسبية في إجمالي النفايات المنتجة. جاء قسم النساء والولادة في المرتبة الأولى بنسبة 17.4% %، يليه قسم الطوارئ بنسبة 13.6%، ثم العناية المركزة بنسبة 7.3%، بينما سجل قسم العلاج الطبيعي أدنى نسبة مساهمة قدرها 2%. تؤكد هذه النتائج على ضرورة تخصيص الموارد اللوجستية ومعدات الوقاية وفقاً لمعدلات الإنتاج الفعلية لكل قسم.

جدول (5): الوسط الحسابي والانحراف المعياري لأوزان النفايات بأقسام المستشفى.

الأقسام	الانحراف المعياري	الوسط الحسابي
الطوارئ	21.28	113.71
الأشعة	2.478	10.14
العمليات	5.08	35.71
المختبرات	16.26	30.71
مصرف الدم	6.39	20.57
العلاج الطبيعي	0.99	1.71
العيادات الخارجية	9.76	13.00
مشرحة المستشفى	2.99	5.57
جراحة أعصاب أطفال	3.62	19.85
حضانة الأطفال	3.74	24.00
العناية (أطفال)	2.49	13.71
الأطفال	4.41	51.14
العناية المركزة	15.21	61.28
النساء والولادة	26.24	145.85
الباطنية (نساء)	1.59	8.57
الباطنية (رجال)	5.27	21.42
جراحة عامة(نساء)	1.97	8.71
جراحة عامة(رجال)	3.35	15.28
أمراض أعصاب(نساء)	1.98	15.42
أمراض أعصاب(رجال)	1.79	15.28
جراحة أعصاب(نساء)	4.29	22.14
جراحة أعصاب(رجال)	2.03	7.28
جراحة الفكين(نساء)	1.34	7.14
جراحة الفكين(رجال)	1.84	3.85
جراحة العظام(نساء)	2.49	23.85
جراحة العظام(رجال)	2.68	20.57
مخازن المستشفى	1.79	19.71
المكاتب الإدارية	12.37	17.85
الصيانة	7.52	30.28
المطعم	2.69	51.42

يوضح الجدول رقم (5) أن المتوسطات الحسابية اليومية لأوزان النفايات تراوحت بين 145.85كجم (قسم النساء والولادة) كأعلى متوسط، و 1.71

الفرضية الثالثة: توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين أوزان النفايات المنتجة بين أقسام النساء لحساب الفروق بين أوزان النفايات المنتجة بين أقسام النساء قام الباحث بحساب اختبار Friedman وبمستوى دلالة0.05.:

الفرضية الصفرية :تعني أن المتوسطات الرتيبة لأوزان النفايات المنتجة بين أقسام النساء متساوية.

الفرضية البديلة: تعني أن المتوسطات الرتبية لأوزان النفايات المنتجة بين أقسام النساء غير متساوية. والجدول رقم (9) والجدول رقم (10) يوضحان ذلك:

جدول رقم (9) يوضح نتائج اختبار لحساب الفروق بين أوزان النفايات المنتجة بين أقسام النساء

قيمة كاي تربيع المحسوبة	درجة الحرية	القيمة الاحتمالية	مستوى الدلالة
38.829	6	0.000	0. 05

أظهر اختبار ظهر اختبارFriedman فى الجدول وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين أوزان المخلفات في أقسام النساء، حيث بلغت القيمة Chi-Square=38.829وقيمة الاحتمالية0.000 ، وهي أقل من0.05 وبذلك نقبل الفرضية البديلة التي توضح اختلاف إنتاج المخلفات بين أقسام النساء وكان قسم النساء و الولادة الاعلى من حيت المتوسط الرتب وتتفق النتيجة مع دراسة رقم [5] الذى أكدت تفاوت أنتاج المخلفات وفق مصدرها وطبيعة النشاط الصحي كما تدعم ما أشارت اليه الدراسات السابقة من ضرورة مراعاة اختلاف كميات المخلفات عند التخطيط عمليات الجمع و التعامل معها.

جدول رقم (10) يوضح متوسط الرتب لأوزان النفايات المنتجة بين أقسام النساء.

الأقسام	متوسط الرتب
النساء والولادة	7.00
الباطنية (نساء)	1.57
جراحة عامة (نساء)	1.43
أمراض أعصاب (نساء)	3.07
جراحة أعصاب (نساء)	4.64
جراحة أسنان (نساء)	4.93
جراحة العظام (نساء)	5.36

الفرضية الرابعة: توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين أوزان النفايات المنتجة بين أقسام الرجال
لحساب الفروق بين أوزان النفايات المنتجة بين أقسام الرجال قام الباحث بحساب اختبار Friedman وبمستوى دلالة0.05
الفرضية الصفرية :تعني أن المتوسطات الرتبية لأوزان النفايات المنتجة بين أقسام الرجال متساوية.
الفرضية البديلة: تعني أن المتوسطات الرتبية لأوزان النفايات المنتجة بين أقسام الرجال غير متساوية.

جدول رقم (11) يوضح نتائج اختبار لحساب الفروق بين أوزان النفايات المنتجة بين أقسام الرجال.

قيمة كاي تربيع المحسوبة	درجة الحرية	القيمة الاحتمالية	مستوى الدلالة
28.975	5	0.000	0. 05

19	جراحة عامة رجال	14.43
21	أمراض أعصاب رجال	13.64
21	العناية أطفال	12.29
22	العيادات الخارجية	12.00
23	الأشعة	8.93
24	جراحة عامة نساء	7.36
25	الباطنية نساء	7.86
26	جراحة أعصاب رجال	6.93
27	جراحة أسنان نساء	6.21
28	مشرحة المستشفى	5.07
29	جراحة الفكين رجال	4.00
30	العلاج الطبيعي	2.43

أظهرت نتائج اختبار friedman في جدول رقم (6) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين أوزان المخلفات المنتجة من اقسام المستشفى المختلفة بلغت قيمة chi-square = 174.368 بدرجة حرية 29 ، و أن القيمة احتمالية تساوى 0.000 وهى أقل من مستوى الدلالة 0.05 وبذلك نقبل الفرضية البديلة ، وهدا يتفق مع دراسة [5]التي بينت تفاوت كميات المخلفات الطبية بحسب مصادر إنتاجها كما تتفق مع دراسة [10] التي اكدت وجود اختلافات في أدارة المخلفات الطبية داخل المستشفى وتختلف الدراسة لحالية في انها اعتمدت على الوزن الفعلي للمخلفات حسب الاقسام مما يوضح التفاوت بصورة كمية مباشرة .

الفرضية الثانية: توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين أوزان النفايات المنتجة بين أقسام الرجال وأقسام النساء لحساب الفروق بين أوزان النفايات المنتجة بين أقسام الرجال وأقسام النساء قام الباحث بحساب تحليل التباين الثنائي ((tow way anova، الجدول رقم (8) يوضح ذلك:

جدول رقم (8) يوضح نتائج تحليل التباين الثنائي لحساب الفروق بين أوزان النفايات المنتجة بين أقسام الرجال وأقسام النساء.

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	القيمة الفائية	قيمة الاحتمال
الأقسام	10371.433	1	10371.433	8.007	0.006
الأيام	381.725	6	63.621	049.	0.999
الخطأ	107511.567	83	1295.320		
الكلي المصحح	118264.725	90	-	-	-

يلاحظ من الجدول رقم (8) لتحليل التباين الثنائي tow way anoveأن التباين بين الاقسام كان 10371.433 وحيت بلغت قيمة f 8.007 وان القيمية الاحتمالية تساوى 0.006 وهي أقل من مستوى الدلالة 0.05 لم تظهر فروق دالة إحصائيا بين أيام القياس 0.999 مما يشير الى أن الاختلاف في كمية المخلفات يرتبط بطبيعة الاقسام أكثر من ارتباطه بأيام القياس وتتفق عدة النتيجة مع دراسة [5] التي أظهرت تفاوت كمية المخلفات تبعا لمصادر إنتاجها كم تتفق مع دراسة ساطي [2]التي أشارت الى اختلاف طبيعة المخلفات ومشكلات التعامل معها من أقسام المستشفيات.

حيث بلغت قيمة كاي تربيع $\chi^2 = 174.368$ بدرجة حرية 29 ومستوى دلالة $p < 0.001$. ويعني ذلك رفض افتراض تماثل معدلات إنتاج النفايات بين الأقسام، ويقدم دليلاً إحصائياً على أن القسم الطبي يمثل عاملاً مهماً في تفسير التباين في حجم النفايات. وتكمن أهمية هذه النتيجة في أنها تنقل الدراسة من مجرد ترتيب الأقسام حسب الكمية إلى تحديد الفروق ذات الدلالة الإحصائية، بما يجعل النتائج أكثر فائدة في اتخاذ القرار وتحديد أولويات التدخل .

وتنسجم هذه النتيجة مع دراسة Abanyie et al. (2021) التي أكدت أهمية الاعتماد على البيانات الميدانية المرتبطة بمصادر تولد النفايات وأنواعها عند تقييم نظم إدارة النفايات الصحية، كما تتوافق مع Tiruneh et al. (2024) التي أظهرت أن معدلات تولد النفايات تختلف باختلاف طبيعة المنشأة وتدفق المرضى، وأن ممارسات إدارة النفايات الصلبة ظلت دون المستوى المقبول في البيئة التي درستها .إلا أن الدراسة الحالية تضيف بعداً مهماً يتمثل في قياس التفاوت داخل المؤسسة الصحية نفسها، وليس فقط المقارنة بين مستشفيات أو مرافق صحية مختلفة، الأمر الذي يجعل النتائج أكثر مباشرة في دعم القرارات التشغيلية الخاصة بالمستشفى.

ومن النتائج اللافتة أيضاً أن تحليل Two-Way ANOVA أظهر وجود فروق ذات دلالة إحصائية مرتبطة بالأقسام، حيث بلغت قيمة $F = 8.007$ ومستوى الدلالة $p = 0.006$، في حين لم تظهر فروق ذات دلالة إحصائية بين أيام القياس، إذ بلغ مستوى الدلالة $p = 0.999$. وهذه النتيجة ذات دلالة إدارية مهمة؛ لأنها تشير إلى أن التباين في إنتاج النفايات يرتبط بدرجة أكبر بطبيعة القسم ونشاطه الطبي وليس بالتغير اليومي خلال فترة القياس. ومن ثم، فإن التخطيط لجمع النفايات ينبغي أن يكون قائماً على خصائص القسم ومعدل تولده المعتاد، مع إمكانية تعديل تكرار الجمع وفق حجم النشاط والإشغال، بدلاً من الاعتماد على جدول موحد لجميع الأقسام .

وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه Alighardashi et al. (2024) من وجود علاقة بين تولد النفايات وبعض المؤشرات التشغيلية للمستشفى، إلا أن الدراسة الحالية تختلف في أنها لم تكتف بإثبات وجود تفاوت في التولد، بل فصلت إحصائياً بين أثر القسم وأيام القياس .وهذا يمثل إضافة تحليلية مهمة، لأن ثبات النمط عبر أيام القياس يعطي أساساً أكثر قوة لتبني نظام جمع مرن يعتمد على معدلات التولد حسب القسم.

أما على مستوى أقسام النساء، فقد أظهر اختبار Friedman وجود فروق ذات دلالة إحصائية بلغت $\chi^2 = 38.829$، $p < 0.001$، وكان قسم النساء والولادة صاحب أعلى متوسط رتب (7.00) مقارنة ببقية الأقسام النسائية. كما ظهرت فروق ذات دلالة إحصائية بين أقسام الرجال، حيث بلغت قيمة $\chi^2 = 28.975$، $p < 0.001$. وتؤكد هذه النتائج أن تصنيف الأقسام وفق الجنس وحده لا يفسر حجم النفايات، وإنما يبدو أن نوع الخدمة الطبية وشدة النشاط السريري داخل القسم أكثر أهمية من التصنيف الإداري للقسم. فالاختلاف داخل مجموعة النساء نفسها، وكذلك داخل مجموعة الرجال، يشير إلى أن طبيعة الإجراءات الطبية وعدد الحالات ونوع المستلزمات المستخدمة عوامل أكثر تفسيراً من مجرد كون القسم مخصصاً للرجال أو النساء .

وهذه النتيجة تتوافق بصورة جزئية مع دراسة Adu et al. (2020) في خمسة مستشفيات غانية، التي وجدت اختلافاً في سلوك فرز النفايات وفق المهنة، بينما لم تظهر فروق مماثلة وفق الجنس أو التعليم أو الخبرة .ومن ثم، تشير المقارنة إلى أن الخصائص المهنية والتشغيلية قد تكون أكثر أهمية من الخصائص الديموغرافية البسيطة في تفسير ممارسات النفايات، وهو ما يدعم ضرورة توجيه الاستراتيجية المقترحة نحو خصائص كل وحدة ونمط نشاطها بدلاً من تبني سياسات عامة موحدة.

ومن ناحية أخرى، تكشف النتائج الميدانية المتعلقة بمصادر النفايات عن بينت نتائج اختبار Friedman أن قيمة Chi- Square القيمة =28.975 الاحتمالية0.000 هي أقل من0.05 وبذلك نقبل الفرضية البديلة وتتفق النتيجة مع دراسة رقم [5] الذي أكدت تفاوت أنتاج المخلفات وفق مصدرها وطبيعة النشاط الصحي كما تدعم ما أشارت اليه الدراسات السابقة من ضرورة مراعاة اختلاف كميات المخلفات عند التخطيط عمليات الجمع والتعامل معها.

جدول رقم (12) يوضح متوسط الرتب لأوزان النفايات المنتجة بين أقسام الرجال.

الأقسام	متوسط الرتب
الباطنية (رجال)	5.14
جراحة عامة (رجال)	3.86
أمراض أعصاب (رجال)	3.71
جراحة أعصاب (رجال)	1.93
جراحة الفكين (رجال)	1.07
جراحة العظام (رجال)	5.29

8. المناقشة

أظهرت نتائج الدراسة أن إدارة النفايات الطبية الصلبة في مستشفى علي عمر عسكر تتسم بتفاوت واضح في معدلات التولد بين الأقسام، حيث بلغ إجمالي النفايات المقاسة 5,851كجم خلال فترة الدراسة، وكان قسم النساء والولادة الأعلى إنتاجاً بكمية 1,021كجم، أي 17.4 %من الإجمالي، يليه قسم الطوارئ بكمية 796كجم) 13.6(%، ثم العناية المركزة بكمية 429 كجم) 7.3(%، في حين سجل قسم العلاج الطبيعي أدنى كمية بلغت 12كجم)0.2 .(%ولا ينبغي تفسير هذا التفاوت باعتباره مجرد اختلاف عددي بين الأقسام، بل يعكس بصورة أساسية اختلاف كثافة النشاط الطبي، وعدد الإجراءات العلاجية، وطبيعة الحالات، ومعدلات استخدام المستلزمات الطبية بين الوحدات. كما أن ارتفاع النفايات في أقسام النساء والولادة والطوارئ والعناية المركزة يشير إلى ضرورة الانتقال من نموذج جمع موحد إلى نموذج يعتمد على معدلات التولد الفعلية لكل قسم في تحديد الحاويات، ومعدات الوقاية، وتكرار الجمع، وأولويات الرقابة . وتتفق هذه النتيجة مع الاتجاه العام في الأدبيات الذي يربط حجم النفايات بطبيعة النشاط الصحي وكثافة الخدمات المقدمة. فقد بينت Lattanzio et al. (2022)، في مراجعة شملت 19 دراسة دولية، أن غرف العمليات وبعض الوحدات ذات الإجراءات الطبية المكثفة ترتبط بمعدلات مرتفعة من إنتاج النفايات، وأن إدارة هذه النفايات تتطلب نهجاً متعدد الأبعاد يتجاوز التخلص منها إلى تقليل التولد وإعادة الاستخدام والتدوير .كما أظهرت دراسة Alighardashi et al. (2024) أن كمية النفايات ترتبط بعدد الأسرة المشغولة، وأن معدلات التولد في المستشفيات تتطلب إعادة النظر في نظم الفرز والتدريب والرقابة من منظور الاستدامة والاقتصاد الدائري .وعليه، فإن ارتفاع إنتاج النفايات في الأقسام الأعلى نشاطاً في المستشفى الحالي لا يمثل نتيجة استثنائية، وإنما يؤكد أن تخصيص الموارد ينبغي أن يستند إلى البيانات التشغيلية الفعلية بدلاً من توزيعها بصورة متساوية بين الأقسام.

وتكتسب النتيجة السابقة أهمية أكبر بالنظر إلى أن الفروق لم تكن وصفية فقط، بل أثبتها التحليل الإحصائي؛ إذ أظهر اختبار Friedman وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين أوزان النفايات في أقسام المستشفى المختلفة،

الجمع بين البيانات الكمية والنوعية؛ إذ استخدمت Tiruneh et al. (2024)منهجاً مختلطاً لتقييم إدارة النفايات، ووجدت ضعفاً في الفرز وتوافر معدات الوقاية والتدريب، بما يوضح أن حجم النفايات ينبغي أن يُفسر إلى جانب العوامل البشرية والتنظيمية والتشغيلية .

وعليه، تشير النتائج مجتمعة إلى أن المشكلة الرئيسة ليست في كمية النفايات وحدها، وإنما في كيفية إدارة الاختلاف في تولدها بين الأقسام وتحويل البيانات المتاحة إلى قرارات تشغيلية واستراتيجية .وتدعم النتائج الانتقال من نظام موحد لإدارة النفايات إلى نظام قائم على البيانات، بحيث تحصل الأقسام الأعلى توليداً على موارد وحاويات ومعدات وقائية وخدمات جمع تتناسب مع احتياجاتها الفعلية، بالتوازي مع تعزيز الفرز من المصدر والتدريب والرقابة وإنشاء قاعدة بيانات دورية. وبهذا، تؤكد الدراسة أن التحليل الإحصائي يمكن أن يتجاوز وظيفة اختبار الفرضيات إلى أن يصبح أداة للتخطيط البيئي وتحديد الأولويات وصياغة استراتيجية مستدامة لإدارة النفايات الطبية الصلبة.

9. الخاتمة

أظهرت الدراسة أن إدارة النفايات الطبية الصلبة في مستشفى علي عمر عسكر تمثل منظومة متعددة الأبعاد ترتبط بطبيعة النشاط السريري، ومصادر تولد النفايات، وتوزيع الخدمات بين الأقسام، وكفاءة عمليات الجمع والنقل والمعالجة والتخلص. وقد مكّن الاعتماد على القياس الفعلي لأوزان النفايات، إلى جانب استخدام الاختبارات الإحصائية، من الانتقال من الوصف العام للمشكلة إلى تحديد مصادر التباين والأقسام ذات الأولوية، بما يوفر أساسًا عمليًا لبناء استراتيجية أكثر استدامة وقابلية للتنفيذ والمتابعة. كجم خلال فترة الدراسة، مع تفاوت 5,851وقد بلغ إجمالي النفايات المقاسة واضح بين الأقسام؛ إذ جاء قسم النساء والولادة في المرتبة الأولى، يليه .الطوارئ ثم العناية المركزة

10. الاستنتاجات

1. أظهرت النتائج تفاوتًا كبيرًا في كميات النفايات الطبية الصلبة بين أقسام المستشفى، بما يعكس اختلاف طبيعة الخدمات الصحية وكثافة النشاط السريري من قسم إلى آخر .
2. بلغ إجمالي النفايات المقاسة 5,851كجم خلال فترة الدراسة، وهو ما يؤكد الحاجة إلى نظام منتظم للقياس والتوثيق باعتبار البيانات الكمية أساسًا للتخطيط البيئي والتشغيلي .
3. كشفت النتائج عن تعدد مصادر النفايات داخل المستشفى، بما يشمل أقسام الإيواء والعمليات والولادة والمختبرات والصيدلية وغيرها، وتنوعها بين النفايات المعدية والحادة والباثولوجية والكيميائية والدوائية، مما يجعل الفرز من المصدر نقطة محورية في النظام المقترح .
4. تؤكد الدراسة أن وزن النفايات يمثل مؤشرًا مهمًا لحجم المشكلة، لكنه لا يكفي وحده للحكم على كفاءة الإدارة؛ إذ يمكن أن يرتفع إنتاج أحد الأقسام نتيجة ارتفاع عدد المرضى أو كثافة الإجراءات الطبية، وليس بالضرورة نتيجة ضعف الأداء الإداري .
5. يمثل استخدام القياس الفعلي للنفايات مع الاختبارات الإحصائية نقطة قوة في الدراسة؛ لأنه أتاح تحديد الأقسام ذات الأولوية وتحويل البيانات التشغيلية إلى معلومات يمكن استخدامها في توزيع الموارد وجدولة الجمع والنقل .
6. خلصت الدراسة إلى أن الاستدامة في إدارة النفايات الطبية تتطلب الانتقال من نموذج التخلص من النفايات إلى نموذج الإدارة المتكاملة القائمة على البيانات، يجمع بين تقليل التوليد، تعدد واضح في أنواع المخلفات الناتجة عن أقسام الإيواء والعمليات والمعالجة الجراحية وسحب العينات والولادة والمختبرات والصيدلية، بما يشمل النفايات المعدية والحادة والباثولوجية والكيميائية والدوائية. وهذا التنوع يجعل الفرز من المصدر نقطة حاسمة في كفاءة النظام، لأن خلط النفايات العامة بالنفايات الخطرة يؤدي إلى زيادة حجم الجزء الذي يحتاج إلى معالجة خاصة، وبالتالي رفع التكلفة والمخاطر الصحية والبيئية .

وتتفق هذه النتيجة بوضوح مع Adu et al. (2020)، الذين وجدوا أن عدم انتظام الفرز والترميز اللوني للنفايات في المستشفيات يؤدي إلى ضعف كفاءة الجمع والمعالجة وزيادة احتمالات انتقال العدوى والتلوث، وأكدوا أهمية التدريب الدوري للعاملين على الفرز عند نقطة التولد .كما تتفق مع Assemu et al. (2020)، الذين أكدوا أن التدريب، واللجان المختصة، وتوافر الأدلة والإرشادات تمثل عوامل مهمة في تحسين إدارة النفايات الصحية .وبالتالي، فإن مشكلة المستشفى الحالي لا ينبغي أن تُعالج فقط من خلال زيادة عمليات الجمع والنقل، بل يجب أن تبدأ بتقليل الخلط بين الفئات المختلفة عند نقطة التولد.

وتدعم النتائج كذلك البعد التنظيمي للمشكلة؛ فقد أظهرت دراسة Abdelsalam et al. (2021)في المستشفيات العامة الليبية أن الثقافة التنظيمية والهيكل التنظيمي يرتبطان بصورة إيجابية بممارسات إدارة النفايات، وأن الرسمية التنظيمية وتحديد المسؤوليات يمثلان عناصر مؤثرة في تحسين الممارسات .وتكتسب هذه النتيجة أهمية خاصة عند تفسير نتائج الدراسة الحالية؛ فالتفاوت الكبير بين الأقسام لا ينبغي أن يُفسر فقط بكثافة النشاط الطبي، إذ يمكن أن تتدخل كذلك عوامل مثل توزيع المسؤوليات، ونظام الرقابة، والتدريب، وتوافر الحاويات، وآليات الجمع والنقل .ولذلك فإن الاستراتيجية المستدامة المقترحة ينبغي أن تجمع بين البعد الكمي والبعد التنظيمي، وألا تقتصر على زيادة الموارد المادية.

أما فيما يتعلق بالاستدامة، فإن عرض تقنيات المعالجة المختلفة في الدراسة يوضح أن اختيار تقنية التخلص لا يمكن أن يستند إلى قدرتها على خفض حجم النفايات فقط، بل يجب أن يراعي التكلفة، والكفاءة، ومتطلبات التشغيل والصيانة، والانبعاثات، وطبيعة النفايات. وتدعم الأدبيات الحديثة هذا المنظور؛ فقد أكدت Lattanzio et al. (2022)ضرورة تبني نهج "المستشفى الأخضر" وتقليل النفايات وإعادة استخدامها وتدويرها، مع تعزيز التعليم والحوكمة والفرق البيئية المتخصصة .كما توصلت Alighardashi et al. (2024)إلى أهمية الانتقال نحو الاقتصاد الدائري وتطبيق دورة PDCAوالتدريب والإشراف المستمر لتحسين إدارة النفايات .وعليه، فإن الاستراتيجية المناسبة للمستشفى لا ينبغي أن تجعل المعالجة النهائية محور النظام، بل ينبغي أن تعطي الأولوية لتقليل التولد، والفرز السليم، وإعادة الاستخدام أو الاسترداد حيثما كان ذلك آمناً، ثم المعالجة والتخلص النهائي للنفايات المتبقية.

وتكشف المقارنة مع الدراسات الليبية الحديثة عن استمرار المشكلة على مستوى أوسع من المستشفى محل الدراسة. فقد وجدت دراسة بن حكومة وآخرين) 2025 (أن مستوى إدارة النفايات الطبية كان من أضعف أبعاد الأداء البيئي في مرافق الرعاية الصحية ببلدية زليتن، وهو ما يشير إلى أن النتائج الحالية ليست حالة منفردة، وإنما تأتي ضمن سياق مؤسسي وبيئي أوسع..

ومن منظور نقدي، ورغم قوة النتائج الكمية التي وفرتها الدراسة، فإن الاعتماد بصورة أساسية على أوزان النفايات واختبارات الفروق لا يسمح وحده بتحديد الأسباب السببية أو العوامل الأكثر تأثيراً في كفاءة الإدارة . فارتفاع إنتاج قسم معين لا يعني بالضرورة ضعف أدائه في إدارة النفايات، إذ قد يكون ناتجاً ببساطة عن ارتفاع عدد المرضى أو كثافة الإجراءات الطبية. لذلك، فإن الوزن يمثل مؤشراً مهماً لحجم المشكلة، لكنه لا يمثل بمفرده مؤشراً كاملاً لكفاءة الإدارة. وتؤكد الدراسات الحديثة الحاجة إلى

والفرز، والجمع الآمن، والتدريب، والرقابة، والتتبع، والتحسين المستمر .

11. التوصيات

1. إنشاء نظام مؤسسي متكامل لإدارة النفايات الطبية الصلبة يتضمن سياسات وإجراءات واضحة لجميع مراحل التعامل مع النفايات .
2. اعتماد الفرز من المصدر داخل جميع الأقسام، مع توفير الحاويات والأكياس المناسبة والمميزة وفق نوع النفايات ودرجة خطورتها .
3. زيادة وتيرة الجمع في الأقسام ذات الإنتاج المرتفع، وعلى رأسها النساء والولادة والطوارئ والعناية المركزة، مع مراجعة الجداول بصورة دورية .
4. إنشاء قاعدة بيانات إلكترونية للنفايات الطبية تسجل الكميات ومصادر التوليد ومواعيد الجمع والمعالجة والتخلص، بما يدعم اتخاذ القرار المبني على الأدلة .
5. تنفيذ برامج تدريب دورية للعاملين، خصوصًا العاملين في التمريض والنظافة والخدمات المساندة، حول الفرز الآمن والتعامل مع النفايات الحادة والمعدية .
6. تعزيز إجراءات السلامة المهنية من خلال توفير معدات الوقاية الشخصية المناسبة والتأكد من الالتزام باستخدامها أثناء الجمع والنقل والمعالجة .
7. تشكيل لجنة أو فريق مؤسسي لإدارة النفايات الطبية يتولى التخطيط والمتابعة والتقييم وتحديد المسؤوليات ومراجعة مؤشرات الأداء .
8. اختيار تقنيات المعالجة والتخلص وفق تقييم فني وبيئي واقتصادي يأخذ في الاعتبار نوع النفايات وكميتها، وتكاليف التشغيل والصيانة، والمخاطر البيئية .
9. إدماج مبادئ تقليل النفايات وإعادة الاستخدام والتدوير الآمن متى كان ذلك ممكنًا ومتوافقًا مع متطلبات مكافحة العدوى والسلامة الصحية .
10. تطوير نظام مؤشرات أداء دوري يشمل كمية النفايات لكل قسم، ومعدل الفرز السليم، وانتظام الجمع، وحوادث التعرض، ومستوى التدريب، وكفاءة المعالجة والتخلص .
11. إجراء دراسات متابعة دورية باستخدام أساليب إحصائية أكثر تقدمًا مثل الارتباط والانحدار المتعدد، وربط كمية النفايات بعدد المرضى والأسرة والإجراءات الطبية؛ للوصول إلى نموذج تنبؤي أكثر دقة لدعم الاستراتيجية المستدامة. وتنسجم هذه التوصية مع ما أظهرته الدراسة من أن التحليل الحالي يحدد الفروق بصورة جيدة، لكنه يحتاج إلى بيانات إضافية لتحديد العوامل الأكثر تأثيرًا بصورة سببية

Reference .12

Al fiteesi, A. A., & Ben Hkoma, M. A. (2026). Environmental and public health risks resulting from poor healthcare waste management: A study of a sample of healthcare centers operating in Zliten Municipality. Journal of Sustainable Research in Applied Sciences, 3(2), 119–131. https://doi.org/10.36602/jsras.2026.3.2.1 4.

Ben Hkoma, M., Mohammed, S., Elshakh, A., & Sulayman, F. (2026). Optimizing project management practices in healthcare construction: An evaluative case study of Zliten Central Hospital. Wadi Alshatti University Journal of Pure and Applied Sciences, 65–73. https://doi.org/10.63318/waujpas.sp_FISCSDR2026_0 8.

Ben Hkoma, M., Hamed, H., Maiteeq, F., Hamhour, H., Ashqari, H., & Ellafi, A. (2025). The environmental status of healthcare facilities and sustainability prospects in Zliten Municipality. Derna Academy Journal for Applied Sciences, 4(1), 1–14. https://doi.org/10.71147/hez1jx3 3.

Jungbluth, L., Wright, J., Bragge, P., et al. (2025). Developing a behaviour identification method for healthcare waste management: A case study of hospital waste management in Australia. BMC Health Services Research, 25, 1288. https://doi.org/10.1186/s12913-025-13463- 5.

Baaki, T. K., Wijekoon, C., Idowu, I., & Ganegodage, L. (2025). Understanding knowledge, perception, attitude and behaviour on sustainable healthcare waste management practices in selected NHS Trusts in Northwest England. Waste Management & Research, 43(11), 1760–1770. https://doi.org/10.1177/0734242X25137449 1.

Islam, M. T., Rafi, M. A., Hasan, M. J., et al. (2025). Knowledge, attitude and practice of health care workers on solid medical waste management in two urban hospitals of Bangladesh: A mixed-method study. Journal of Health, Population and Nutrition, 44, 34. https://doi.org/10.1186/s41043-025-00748-y

Atalay, Y. A., & Gelaw, K. A. (2024). Healthcare waste management practices and its associated factors among healthcare workers in health facilities in Ethiopia: A systematic review and meta-analysis. Environmental Health Insights, 18, 1–9. https://doi.org/10.1177/1178630224125379 2.

Ben Hkoma, M. A., Altoumi, A. M., Aljuhaydari, A. S., Alhnbali, A. M., & Bani, M. A. (2024). Sustainable medical waste management practices: A case study. African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences, 3(2), 1–13.

Ben Hkoma, M. A., Altoumi, A. M., Aljuhaydari, A. S., Alhnbali, A. M., & Bani, M. A. (2024). Environmental impact assessment of fuel combustion emissions in power generation plants. North African Journal of Scientific Publishing, 2(2), 1–14.

Ben Hkoma, M. A., Altoumi, A. M., Aljuhaydari, A. S., Alhnbali, A. M., & Bani, M. A. (2024). Toward a greener cement industry: Introducing “green chemistry” into chemistry education and laboratory practices. Libyan Journal of Ecological & Environmental Sciences and Technology, 6(1), 36–42.

Afesi-Dei, C., Appiah-Brempong, M., & Awuah, E. (2023). Health-care waste management practices: The case of Ho Teaching Hospital in Ghana.

Heliyon, 9, e15514. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e1551 4.

Bansod, H. S., & Deshmukh, P. (2023). Biomedical waste management and its importance: A systematic review. Cureus, 15(2), e34589. https://doi.org/10.7759/cureus.34589

Tushar, S. R., Alam, M. F. B., Bari, A. B. M., et al. (2023). Assessing the challenges to medical waste management during the COVID-19 pandemic: Implications for environmental sustainability in emerging economies. Socio-Economic Planning Sciences, 87, 101513. https://doi.org/10.1016/j.seps.2023.10151 3.

Abdelsalam, M. K., Egdair, I. M. M., Begum, H., Md. Jadi, D., Al Issa, H.-E., Abrika, O. S. S., & Alam, A. S. A. F. (2021). The key organizational factors in healthcare waste management practices of Libyan public hospitals. Sustainability, 13(22), 12785. https://doi.org/10.3390/su13221278 5.

Kyomba, G. K., Konde, J. N. N., Saila-Ngita, D., Solo, T. K., & Kiyombo, G. M. (2021). Assessing the management of healthcare waste for disease prevention and environment protection at selected hospitals in Kinshasa, DRC. Waste Management & Research, 39(10), 1237–1244. https://doi.org/10.1177/0734242X21104813 2.

Motlatla, M., & Maluleke, T. X. (2021). Assessment of knowledge about healthcare risk waste management at a tertiary hospital in Northern Cape, South Africa. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(2), 449. https://doi.org/10.3390/ijerph1802044 9.

Assemu, D. M., Tafere, T. E., Gelaw, Y. M., & Bantie, G. M. (2020). Healthcare waste management practice and associated factors among private and public hospitals of Bahir Dar City Administration. Journal of Environmental and Public Health, 2020, 7837564. https://doi.org/10.1155/2020/783756 4.

Mugivhisa, L. L., Dlamini, N., & Olowoyo, J. O. (2020). Adherence to safety practices and risks associated with health care waste management at an academic hospital, Pretoria, South Africa. African Health Sciences, 20(1), 453–468. https://doi.org/10.4314/ahs.v20i1.5 2.

Adu, R. O., Gyasi, S. F., Essumang, D. K., & Otabil, K. B. (2020). Medical waste-sorting and management practices in five hospitals in Ghana. Journal of Environmental and Public Health, 2020, 2934296. https://doi.org/10.1155/2020/293429 6 .

Karki, S., Niraula, S. R., & Karki, S. (2020). Perceived risk and associated factors of healthcare waste in selected hospitals of Kathmandu, Nepal. PLOS ONE, 15(7), e0235982. https://doi.org/10.1371/journal.pone.023598 2.

Odonkor, S. T., & Mahami, T. (2020). Healthcare waste management in Ghanaian hospitals: Associated public health and environmental challenges. Waste Management & Research, 38(8), 831–839. https://doi.org/10.1177/0734242X2091474 8.