Al-Farouk journal of sciences
Volume (2), Issue (3) (JUNE, 2026)
ISSN: 3135-2359

مجلة الفاروق للعلوم
المجلد (2) ملحق العدد 3 يونيو 2026
ردمد: 3135-2359

تقييم البصمة الكربونية للمخلفات الصلبة واقتراح خطة استراتيجية مستدامة لبلدية صبراتة باستخدام تحليل SWOT 2026-2031

احمد السيد عبد السلام المدهوني
almadhonea@gmail.com
رياض حسن الصادق محي الدين
المركز الليبي لدراسات وبحوث علوم وتكنولوجيا البيئة فرع صبراتة

Carbon Footprint Assessment of Solid Waste and Proposal for a Sustainable Strategic Plan for Sabratha Municipality Using SWOT Analysis 2026-2031

Ahmed Elsayed Abdel Salam Elmadhouni
Riyad Hassan Elsadik Mohi Eldin
Libyan Center for Environmental Science and Technology Studies and Research - Sabratha Branch

تاريخ الاستلام: 2026/05/24 تاريخ المراجعة 06/16/ 2026 تاريخ القبول:2026/06/28- تاريخ النشر: 07/16/ 2026

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الواقع الحالي لإدارة المخلفات الصلبة في بلدية صبراتة واقتراح خطة استراتيجية مستدامة للفترة 2026-2031 باستخدام تحليل SWOT، مع التركيز على خفض البصمة الكربونية الناتجة عن المكب العشوائي. اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحلي، وتم جمع البيانات من خلال استبيان وزع على عينة طبقية عشوائية قوامها 195 مفردة من سكان البلدية باستخدام معادلة كوكران، بالإضافة إلى مقابلات شبه مقننة مع 5 مسؤولين وملاحظة ميدانية لموقع المكب. أظهرت النتائج أن الواقع الحالي لإدارة النفايات ضعيف جداً بمتوسط رضا 5/4.14، حيث تتراكم النفايات في الشوارع لأكثر من 3 أيام ويعتمد التخلص عليها كلياً على المكب العشوائي غير المطابق للمواصفات الصحية، مما يسبب انبعاثات عالية من غاز الميثان 4CH ويساهم في زيادة البصمة الكربونية للبلدية. كشف تحليل SWOT عن نقاط قوة أهمها استعداد 68.5% من السكان للفرز من المصدر و 47% للدفع مقابل الخدمة، ونقاط ضعف تتمثل في غياب الخطة الاستراتيجية واعتماد كامل على المكب العشوائي. وبناءً على مصفوفة TOWS، اقترحت الدراسة 4 أهداف استراتيجية: إطلاق مشروع "صبراتة تفرز" للفرز المجتمعي، إغلاق المكب وإنشاء محطة تحويل وسيطة، خفض البصمة الكربونية 30% عبر إيقاف الحرق، وتحقيق استدامة مالية 60% عبر نظام رسوم تدريجي. وتوصي الدراسة باعتماد الخطة من المجلس البلدي والتقدم لتمويل من UNDP/UNEP، مع إلزام المركز الليبي للدراسات وبحوث علوم وتكنولوجيا البيئة بمتابعة التنفيذ.

الكلمات المفتاحية : المخلفات الصلبة، تحليل SWOT، البصمة الكربونية، بلدية صبراتة، الاستدامة، خطة استراتيجية.

Abstract

This study aims to assess the current status of solid waste management in Sabratha Municipality and propose a sustainable strategic plan for the period 2026-2031 using SWOT analysis, with a focus on reducing the carbon footprint resulting from the open dumping site. The study adopted a descriptive analytical approach. Data were collected through a questionnaire distributed to a stratified random sample of 195 residents using Cochran's formula, in addition to semi-structured interviews with 5 officials and field observation of the

dumpsite. The results revealed that the current waste management situation is very poor with an average satisfaction of 4.14/5, as waste accumulates in streets for more than 3 days and disposal relies entirely on an un sanitary open dump, causing high methane CH_4 emissions and contributing to the municipality's carbon footprint. SWOT analysis identified key strengths, notably 68.5% of residents are willing to sort waste at source and 47% are willing to pay for improved service, and weaknesses such as the absence of a strategic plan and complete dependence on the open dump. Based on the TOWS matrix, the study proposed four strategic objectives: launching the "Sabratha Sorts" community sorting project, closing the open dump and establishing a transfer station, reducing the carbon footprint by 30% through stopping open burning, and achieving 60% financial sustainability through a gradual service fee system. The study recommends the municipal council adopt the plan and apply for funding from UNDP/UNEP, while obligating the Libyan Center for Environmental Science and Technology Studies to monitor implementation.

***Keywords : Solid Waste, SWOT Analysis, Carbon Footprint, Sabratha Municipality, Sustainability, Strategic Plan*.**

1. المقدمة

تُعد إدارة المخلفات الصلبة من أبرز التحديات البيئية والتنموية التي تواجه المدن في القرن الحادي والعشرين، خاصة في الدول التي تشهد نمواً سكانياً سريعاً وضعفاً في البنية التحتية للخدمات البلدية. ووفقاً لتقديرات البنك الدولي، ينتج الفرد الواحد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا ما متوسطة 0.8-1.2 كجم من المخلفات الصلبة يومياً، ومن المتوقع أن تتضاعف هذه الكمية بحلول عام 2050 إذا استمرت الأنماط الاستهلاكية الحالية.[1][2]

وفي السياق الليبي، تفاقمت مشكلة المخلفات الصلبة بعد عام 2011 نتيجة ضعف مؤسسات الحكم المحلي، وتراجع التمويل، وغياب التخطيط الاستراتيجي طويل الأجل. وتُشير تقارير برنامج الأمم المتحدة الإنمائي UNDP إلى أن أغلب البلديات الليبية تعتمد على الجمع العشوائي والدفن المكشوف دون فرز أو معالجة، مما يسبب أضراراً بيئية وصحية جسيمة.[3]

2. الدراسات السابقة Literature Review

تناولت الأدبيات العلمية موضوع إدارة المخلفات الصلبة في ليبيا والوطن العربي من عدة زوايا. يمكن تصنيف الدراسات السابقة إلى ثلاث محاور رئيسية:

2.1 الدراسات الليبية

1. دراسة البرغثي والكيلاني (2019)* بعنوان "تقييم واقع إدارة النفايات الصلبة في مدينة طرابلس الكبرى". استخدم الباحثان المنهج الوصفي التحلي مع استبيان لـ 350 أسرة. توصلت الدراسة إلى أن 82% من النفايات يتم جمعها ونقلها للمكب غير الصحي بكسارات، وأن غياب الفرز من المصدر يسبب زيادة البصمة الكربونية بنسبة 40% بسبب انبعاث غاز الميثان. أوصت الدراسة بتطبيق نظام الفرز وتدوير 25% من النفايات بحلول 2025. *الفجوة*: لم تقدم خطة استراتيجية زمنية محددة ولا تحليل SWOT للبلدية.

2. دراسة الزنتاني (2021) "إدارة المخلفات الصلبة في المدن الليبية الصغيرة: دراسة حالة مدينة الزنتان". اعتمدت على المقابلات وتحليل SWOT. كشفت عن نقاط قوة مثل توفر الأيدي العاملة، ونقاط ضعف مثل نقص المعدات، وفرص مثل دعم المنظمات الدولية، وتهديدات مثل الوضع الأمني. *الفجوة*: لم تربط نتائج SWOT بخطة تنفيذية بمؤشرات أداء KPI.[1][2]

2.2 الدراسات العربية

3. دراسة الشريف وآخرون (2022) "تحليل SWOT لإدارة النفايات الصلبة في مدينة بنغازي". استخدم الباحثون مصفوفة TOWS لصياغة 4 استراتيجيات. أثبتت النتائج أن الاستراتيجية الهجومية SO هي الأنسب بسبب ارتفاع وعي السكان 65%. *الفجوة*: الدراسة نظرية ولم تتضمن خطة تنفيذية بجدول زمني وتكلفة.

4. دراسة العتيبي والغانم (2023) "الأثر البيئي للمكبات العشوائية على البصمة الكربونية: دراسة تطبيقية على مدينة جدة . قدرت الدراسة أن كل طن نفايات عضوية مدفونة ينتج 1.6 طن 2CO مكافئ. أوصت بإغلاق المكبات وتحويلها لمحطات تدوير لتقليل البصمة الكربونية 30% خلال 5 سنوات. *الفجوة*: السياق السعودي يختلف عن ليبيا في التمويل والبنية التحتية.[3][4]

2.3 الدراسات الدولية

5. *تقرير البنك الدولي (2018)* " What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management". أكد التقرير أن 90% من النفايات في الدول منخفضة الدخل يتم التخلص منها في مكبات غير مطابقة، وأن تحليل SWOT هو الأداة الأنسب لتخطيط إدارة النفايات في البلديات التي تعاني ضعف مؤسسي. أوصى بربط تحليل SWOT مع خطط 5 سنوات ومؤشرات قياس.[5]

2.4 الفجوة البحثية Research Gap

بمراجعة الدراسات السابقة يتضح الآتي:
1. على المستوى الليبي : قلة الدراسات التطبيقية بعد 2014، ومعظمها وصفية دون خطة استراتيجية قابلة للتنفيذ.
2. على مستوى الأداة : الدراسات التي استخدمت SWOT لم تربطه بمصفوفة TOWS لاستخلاص أهداف استراتيجية محددة بزمن ومؤشرات.
3. على مستوى السياق : لا توجد دراسة تناولت بلدية صبراتة تحديداً، رغم معاناتها من المكب العشوائي وتفاقم البصمة الكربونية.
4. على مستوى الاستدامة : الدراسات السابقة أهملت جانب "الاستعداد المجتمعي للدفع" كأحد عوامل الاستدامة المالية.

لذلك تسد هذه الدراسة الفجوة من خلال تقديم خطة استراتيجية مقترحة لبلدية صبراتة 2026-2031 مبنية على بيانات ميدانية + تحليل SWOT + مصفوفة TOWS + مؤشرات أداء KPI، مع التركيز على خفض البصمة الكربونية الناتجة عن المخلفات.

3. الإطار النظري Theoretical Framework

3.1 مفهوم إدارة المخلفات الصلبة Solid Waste Management

تعرف إدارة المخلفات الصلبة بأنها "جميع الأنشطة المتعلقة بالتحكم في توليد النفايات وتخزينها وجمعها ونقلها ومعالجتها والتخلص النهائي منها بطريقة متوافقة مع مبادئ الصحة العامة والاقتصاد والهندسة والاعتبارات البيئية الأخرى" [Tchobanoglous et al., 1993]

تمر عملية الإدارة المتكاملة للمخلفات الصلبة ISWM بـ 6 مراحل متسلسلة:
1. التوليد Generation : يبلغ معدل تولد الفرد في ليبيا 1.2 كجم/يوم، أعلى من المعدل العالمي 0.74 كجم/يوم [World Bank, 2018].
2. التخزين المؤقت Storage : يتم عبر الحاويات المنزلية. ضعفها في صبراتة يؤدي لتسرب العصارة وزيادة انبعاث الميثان.
3. الجمع والنقل Collection & Transport : يستهلك 70% من ميزانية البلدية في الدول النامية.
4. الفرز والمعالجة Processing : يشمل إعادة التدوير والسماد العضوي. غيابه يزيد البصمة الكربونية.
5. التدوير Recycling : كل 1 طن ورق معاد تدويره يوفر 4.1 طن 2CO مكافئ.
6. التخلص النهائي Disposal : المكب الصحي مقابل المكب العشوائي. الأخير ينتج 4CH و2CO دون حرق للغاز الحيوي.

الربط بموضوع الدراسة : واقع صبراتة الحالي متوقف عند المرحلة 1 + 2 + 6 فقط، وهذا يفسر تفاقم المشكلة البيئية.

3.2 تحليل SWOT كأداة للتخطيط الاستراتيجي

طوّر تحليل SWOT من قبل ألبرت همفري في ستانفورد عام 1960. وهو أداة تحليل استراتيجي تقسم العوامل إلى 4 محاور:

العوامل الداخلية	العوامل الخارجية
نقاط القوة Strengths	الفرص Opportunities
نقاط الضعف Weaknesses	التهديدات Threats

لماذا SWOT مناسب لبلدية صبراتة؟ لأن البلديات الليبية تعاني "ضعف التخطيط الاستراتيجي" وغياب قاعدة بيانات. SWOT يوفر إطار بسيط لتشخيص الواقع قبل صياغة الخطة.[Bryson][2011]

مصفوفة TOWS : بعد تحليل SWOT تأتي خطوة TOWS لربط العوامل الأربعة وصياغة 4 استراتيجيات:

1. SO : استخدام القوة لاغتنام الفرص ← استراتيجية هجومية
2. WO : التغلب على الضعف عبر الفرص ← استراتيجية تحسين
3. ST : استخدام القوة لتجنب التهديدات ← استراتيجية دفاعية
4. WT : تقليل الضعف والتهديدات ← استراتيجية بقاء

هذه الدراسة ستطبق TOWS لصياغة الأهداف الاستراتيجية الأربعة في الفصل الخامس.

3.3 البصمة الكربونية والاستدامة Carbon Footprint & Sustainability

البصمة الكربونية : هي "إجمالي انبعاثات غازات الدفيئة GHG الناتجة بشكل مباشر أو غير مباشر عن نشاط معين، وتقاس بطن CO_2 مكافئ" [ISO 14067, 2018].

مصادر انبعاثات المخلفات الصلبة:

1. المكب العشوائي : ينتج غاز الميثان CH_4 بقوة احتباس حراري 25 ضعف CO_2. 1 طن نفايات عضوية = 1.6 طن CO_2 مكافئ [IPCC].
2. النقل : شاحنات الجمع تستهلك وقود وتطلق CO_2.
3. الحرق المفتوح : شائع في ليبيا ويطلق دايوكسين + CO_2.[2019]

الاستدامة في إدارة النفايات : وفق تعريف تقرير برونتلاند 1987، هي "تلبية احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة". في النفايات تتحقق عبر 3 أبعاد:

1. البعد البيئي : خفض البصمة الكربونية عبر التدوير والفرز من المصدر.
2. البعد الاقتصادي : استدامة مالية عبر رسوم الخدمة + بيع المواد المعاد تدويرها.
3. البعد الاجتماعي : مشاركة المجتمع 68.5% استعداد للفرز حسب نتائجنا.

الربط بالتنمية المستدامة : الدراسة تدعم مباشرة الهدف 11.6 "تقليل الأثر البيئي السلبي للمدن" والهدف 13 "العمل المناخي" من أهداف SDG.

3.4 نموذج الدراسة Conceptual Model

بناءً على ما سبق، يقترح الباحث النموذج التالي:

[واقع إدارة النفايات في صبراتة]

↓

[تحليل SWOT: تشخيص القوة/الضعف/الفرص/التهديدات]

↓

[مصفوفة TOWS: صياغة 4 أهداف استراتيجية]

↓

[خطة تنفيذية 2026-2031 + KPI + مؤشرات البصمة الكربونية]

↓

[تحقيق الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية]

هذا النموذج هو الأساس الذي ستُبنى عليه نتائج الاستبيان والخطة الاستراتيجية في الفصول التالية.

4. منهجية الدراسة Research Methodology

4.1 منهج الدراسة Research Design

اعتمدت الدراسة على *المنهج الوصفي التحلي Descriptive Analytical Approach* لأنه الأنسب لوصف الواقع الحالي لإدارة المخلفات الصلبة في بلدية صبراتة وتشخيصه باستخدام تحليل SWOT، ثم صياغة خطة استراتيجية مقترحة. يجمع المنهج بين:

1. الوصفي : لوصف الظاهرة كما هي من خلال الاستبيان والمقابلات.
2. التحلي : لتحليل العلاقات بين متغيرات الدراسة واستخلاص نقاط القوة والضعف.

4.2 مجتمع وعينة الدراسة Population & Sample

1. مجتمع الدراسة : جميع سكان بلدية صبراتة البالغ عددهم حسب مصلحة الأحوال المدنية 2024 حوالي 102,500 نسمة، إضافة إلى 15 من مسؤولي البلدية وجهاز الحرس البلدي وشركة الخدمات.

2. عينة الدراسة : تم تحديد حجم العينة باستخدام معادلة كوكران Cochran's Formula للمجتمعات المحدودة:

n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2}
حيث:
- $Z = 1.96$ عند درجة ثقة 95%
- $p = 0.5$ أقصى تباين
- $q = 1 - p = 0.5$
- $e = 0.07$ هامش الخطأ 7%
بالتعويض: $n = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.07^2} = 196$ مفردة ≈ *200 مفردة*.
طريقة السحب : عينة طبقية عشوائية Stratified Random Sampling موزعة على 4 مناطق في صبراتة: المركز، العلالقة، دحمان، تليل . بواقع 50 استبيان لكل منطقة.
عينة الخبراء : 5 مسؤولين من البلدية وشركة الخدمات للمقابلات شبه المقننة.

4.3 أدوات جمع البيانات Data Collection Tools

استخدمت الدراسة 3 أدوات:
1. الاستبيان Questionnaire :
مكون من 3 محاور + 22 عبارة بمقياس ليكرت الخماسي 1-5:
- المحور 1: الواقع الحالي 8 عبارات
- المحور 2: الاستعداد المجتمعي للفرز والدفع 7 عبارات
- المحور 3: معوقات التطبيق 7 عبارات
تم تصميمه بعد مراجعة أدبيات [البرغثي 2019] و [World Bank 2018].
2. المقابلة شبه المقننة Semi-structured Interview :
مع 5 مسؤولين لاستخراج نقاط SWOT من وجهة نظر صناع القرار. 6 أسئلة مفتوحة.
3. الملاحظة الميدانية Observation :
زيارة ميدانية لموقع المكب العشوائي في منطقة العلالقة بتاريخ 2026/2/15 لتوثيق الوضع البيئي وانبعاثات الدخان.

4.4 صدق وثبات الأداة Validity & Reliability

1. الصدق الظاهري Face Validity : عرض الاستبيان على 3 محكمين من أعضاء هيئة التدريس بالمركز الليبي للبيئة. تم تعديل صياغة 4 عبارات بناءً على ملاحظاتهم.
2. الثبات Reliability : تم تطبيق الاستبيان استطلاعياً على 30 مفردة. بلغ معامل *ألفا كرونباخ Cronbach's Alpha = 0.82*، وهو أعلى من الحد المقبول 0.70 ، مما يدل على ثبات عالي.[Sekaran][2003]

4.5 الأساليب الإحصائية Statistical Methods

تم تحليل البيانات باستخدام برنامج SPSS v26:

الهدف	الاختبار الإحصائي
وصف خصائص العينة	التكرارات والنسب المئوية
تحديد الواقع الحالي	المتوسط الحسابي والانحراف المعياري
تحليل SWOT	تحليل المحتوى للمقابلات + المتوسطات العالية في الاستبيان
اختبار الفروق حسب الجنس/العمر	اختبار ت T-test + تحليل التباين ANOVA

تفسير المتوسطات حسب مقياس ليكرت:
1.00-1.80 = ضعيف جداً | 1.81-2.60 = ضعيف | 2.61-3.40 = متوسط | 3.41-4.20 = كبير | 4.21-5.00 = كبير جداً

4.6 حدود الدراسة Study Limitations

1. الحدود المكانية : بلدية صبراتة فقط، ولا يمكن تعميم النتائج على كامل ليبيا.
2. الحدود الزمنية : الفترة من يناير 2026 إلى مارس 2026.
3. الحدود البشرية : سكان صبراتة 18 سنة فأكثر، واستبعاد غير المقيمين.

4.7 الاعتبارات الأخلاقية Ethical Considerations

1. الحصول على موافقة البلدية قبل توزيع الاستبيان.
2. إعلام المبحوثين بأن المشاركة طوعية والبيانات سرية للأغراض البحثية فقط.
3. عدم ذكر أسماء المشاركين في النتائج.

5. النتائج ومناقشتها Results & Discussion

5.1 الخصائص الديموغرافية لعينة الدراسة

تم توزيع 200 استبيان واسترداد 195 بنسبة استجابة 97.5%. الجدول التالي يوضح خصائص العينة:

جدول 1: توزيع العينة حسب المتغيرات الديموغرافية n=195

المتغير	الفئة	التكرار	النسبة %
الجنس	ذكر	118	60.5
	أنثى	77	39.5
العمر	18-30 سنة	72	36.9
	31-45 سنة	85	43.6
	46 سنة فأكثر	38	19.5
المستوى التعليمي	أساسي فأقل	41	21.0
	ثانوي	89	45.6
	جامعي فأعلى	65	33.4
المنطقة	المركز	49	25.1
	العلالقة	48	24.6
	دحمان	50	25.6
	تليل	48	24.7

يتضح أن أغلب العينة من فئة الشباب 31-45 سنة بنسبة 43.6%، وذوي التعليم الثانوي والجامعي 79%، مما يعكس قدرة العينة على الإجابة بموضوعية.

5.2 نتائج محور الواقع الحالي لإدارة المخلفات

جدول 2: المتوسطات والانحرافات المعيارية لمحور الواقع الحالي

العبارة	المتوسط	الانحراف	الترتيب	التقدير
تراكم النفايات في الشوارع لأكثر من 3 أيام	4.32	0.71	1	كبير جداً
المكب الحالي غير مطابق للمواصفات الصحية	4.28	0.68	2	كبير جداً
انبعاث الروائح والدخان من المكب يؤثر على صحتنا	4.15	0.82	3	كبير
لا يوجد فرز للنفايات من المصدر	4.05	0.79	4	كبير
شاحنات الجمع غير كافية	3.92	0.88	5	كبير
المتوسط العام للمحور	4.14	0.55	-	كبير

المتوسط العام 4.14 يدل على رضا منخفض جداً عن الواقع الحالي، وتأكيد على وجود مشكلة بيئية حادة.

5.3 نتائج محور الاستعداد المجتمعي للاستدامة

جدول 3: استعداد السكان للفرز من المصدر والدفع

العبارة	نعم %	لا %	محايد %
مستعد لفرز النفايات العضوية عن البلاستيك والزجاج من المنزل	68.5	18.0	13.5
مستعد لدفع رسوم إضافية شهرية مقابل خدمة جمع أفضل	47.0	32.0	21.0
أثق بأن البلدية ستنفذ الخطة بجدية	41.5	35.0	23.5

النتيجة المهمة : 68.5% استعداد للفرز + 47% استعداد للدفع. هذه فرصة قوية للاستدامة المالية والمجتمعية تدعم الهدف الاستراتيجي الثاني.

5.4 تحليل SWOT للوضع الحالي في بلدية صبراتة

بناءً على نتائج الاستبيان + المقابلات مع 5 مسؤولين + الملاحظة الميدانية للمكب بتاريخ 2026/2/15، تم استخلاص المصفوفة التالية:

جدول 4: مصفوفة تحليل SWOT لبلدية صبراتة

نقاط القوة Strengths	**نقاط الضعف Weaknesses**
1. وجود إرادة سياسية محلية للبلدية لدعم الحلول 1S	1. غياب خطة استراتيجية لإدارة النفايات 1W
2. استعداد 68.5% من السكان للفرز من المصدر 2S	2. المكب العشوائي غير مطابق يسبب بصمة كربونية عالية 2W
3. موقع صبراتة القريب من طرابلس لتسويق المعاد تدويره 3S	3. نقص المعدات والآليات 60% من الاحتياج 3W
4. توفر مساحات أرض للدفن الصحي بعيد عن العمران 4S	4. ضعف الوعي البيئي لدى 32% من السكان 4W
	5. عدم وجود نظام رسوم على الخدمة 5W

الفرص Opportunities	التهديدات Threats
1. دعم المنظمات الدولية UNDP, UNEP للمشاريع البيئية 1O	1. تفاقم انبعاثات غاز الميثان 4CH من المكب 1T
2. تشريعات جديدة لوزارة الحكم المحلي تلزم بالفرز 2O	2. الوضع الأمني وتقلب الميزانيات 2T
3. ارتفاع أسعار المواد المعاد تدويرها عالمياً 3O	3. رفض المجتمع لتحويل أراضي قريبة لمكب صحي 3T
4. وجود كوادر فنية بالمركز الليبي للبيئة 4O	4. هجرة الكفاءات الفنية للخارج 4T

5.5 مناقشة النتائج

1. الواقع الكارثي : تأكيد المتوسط 4.14 + الملاحظة الميدانية أن المكب ينتج دخان يومي يؤكد أن البصمة الكربونية للبلدية في ارتفاع مستمر بسبب 4CH.
2. الأمل في المجتمع : نسبة 68.5% للفرز أعلى من دراسة طرابلس 2019 التي كانت 52%. هذا يعكس زيادة الوعي البيئي بعد الأزمات.
3. الاستدامة المالية : 47% موافقة على الدفع تفتح باب "من يدفع يلوث" Polluter Pays Principle، وهو أساس الاستدامة الاقتصادية حسب البنك الدولي 2018.

4. SWOT : نقطة الضعف 2W "البصمة الكربونية العالية" هي الأخطر وتتطلب تدخل عاجل عبر الهدف الاستراتيجي الأول: إغلاق المكب.

6. الخطة الاستراتيجية المقترحة لإدارة المخلفات الصلبة ببلدية صبراتة 2026-2031

6.1 الرؤية والرسالة والأهداف الاستراتيجية

الرؤية : بلدية صبراتة مدينة نظيفة ومستدامة، خالية من المكبات العشوائية، بصمة كربونية منخفضة بحلول 2031.

الرسالة : إدارة متكاملة للمخلفات الصلبة تعتمد على مشاركة المجتمع، الفرز من المصدر، وتقنيات صديقة للبيئة لخفض انبعاثات 4CH و2CO.

الأهداف الاستراتيجية الأربعة - مستخلصة من مصفوفة TOWS:

جدول 5: مصفوفة TOWS وصياغة الأهداف الاستراتيجية

استراتيجية	الربط	الهدف الاستراتيجي
SO هجومية	S2+O1+O4	الهدف 1 : إطلاق مشروع "صبراتة تفرز" للفرز من المصدر بمشاركة 70% من الأسر بدعم UNDP والمركز الليبي للبيئة
WO تحسين	W2+O2	الهدف 2 : إغلاق المكب العشوائي وإنشاء محطة تحويل وسيطة Transfer Station مطابقة للمواصفات بحلول 2028
ST دفاعية	S1+T1	الهدف 3 : خفض البصمة الكربونية الناتجة عن النفايات 30% عبر إيقاف الحرق المفتوح واسترجاع غاز الميثان 4CH
WT بقاء	W5+T2	الهدف 4 : تحقيق استدامة مالية بنسبة 60% عبر تطبيق نظام رسوم خدمة تدريجي مع دعم الأسر محدودة الدخل

6.2 الخطة التنفيذية والجدول الزمني 2026-2031

جدول 6: خطة العمل 5 سنوات مع الجهات المسؤولة

المرحلة	الفترة	الإجراء الرئيسي	الجهة المنفذة	مؤشر الأداء KPI	الميزانية التقديرية دينار
المرحلة 1: التأسيس	2026	1. تشكيل وحدة إدارة النفايات بالبلدية 2. حملة توعية "صبراتة تفرز"	البلدية + المركز الليبي للبيئة	إنشاء الوحدة 100% + وصول الحملة لـ 80% من السكان	250,000
المرحلة 2: البنية التحتية	2027-2028	1. توفير 2000 حاوية فرز ثلاثية الألوان 2. إنشاء محطة تحويل وسيطة 3. إغلاق المكب العشوائي	البلدية + شركة الخدمات	توزيع الحاويات 100% + إغلاق المكب 100%	3,500,000

المرحلة 3: التشغيل	2029-2030	1. بدء جمع الفرز 3 مرات/أسبوع 2. إنشاء مصنع تدوير صغير للبلاستيك	مستثمر محلي + 3O	معدل التدوير 25% من إجمالي النفايات	1,200,000
المرحلة 4: الاستدامة	2031	1. تطبيق رسوم خدمة 10 دينار/شهر 2. قياس البصمة الكربونية	البلدية	استدامة مالية 60% + خفض 2CO مكافئ 30%	150,000

إجمالي التكلفة التقديرية 5 سنوات: 5,100,000 دينار ليبي ≈ 1.05 مليون دولار

6.3 خفض البصمة الكربونية - الهدف 3

بناءً على IPCC 2019، كل طن نفايات عضوية مدفونة ينتج 1.6 طن 2CO مكافئ. صبراتة تنتج 45,000~طن/سنة .

المستهدف :

1. 2028 : إغلاق المكب = إيقاف 72,000 طن 2CO مكافئ/سنة.
2. 2031 : تدوير 25% = خفض إضافي 18,000 طن 2CO مكافئ/سنة.

الإجمالي : خفض 90,000 طن 2CO مكافئ/سنة = 30% من بصمة البلدية الحالية.

6.4 آليات المتابعة والتقييم M&E

جدول 7: مؤشرات قياس الأداء KPI

الهدف	المؤشر	القيمة الحالية 2026	المستهدف 2031	أداة القياس
الهدف 1	نسبة الأسر المشاركة في الفرز	0%	70%	تقارير شركة الجمع
الهدف 2	نسبة النفايات للمكب العشوائي	100%	0%	وزن شاحنات المحطة
الهدف 3	انبعاثات 2CO مكافئ من النفايات	300,000 طن/سنة	210,000 طن/سنة	معادلة IPCC
الهدف 4	نسبة تغطية التكاليف من الرسوم	0%	60%	ميزانية البلدية

تقرير تقييم نصف سنوي يرفع لعميد البلدية والمركز الليبي للبيئة.

7. الخاتمة والتوصيات Conclusion & Recommendations

الخاتمة : أكدت الدراسة أن الواقع الحالي لإدارة النفايات في صبراتة كارثي بمتوسط رضا 5/4.14، والمكب العشوائي مصدر رئيسي للبصمة الكربونية. لكن نقطة القوة الكبرى هي استعداد 68.5% من المجتمع للفرز و 47% للدفع. الخطة المقترحة 2026-2031 المبنية على SWOT/TOWS قابلة للتطبيق وتخفض البصمة الكربونية 30% خلال 5 سنوات.

التوصيات:

1. اعتماد الخطة رسمياً من المجلس البلدي صبراتة خلال 2026.
2. التقدم لمشروع تمويل من UNDP/UNEP تحت بند "العمل المناخي 13 SDG".
3. إجراء دراسة جدوى اقتصادية تفصيلية للمحطة الوسيطة ومصنع التدوير.
4. إلزام المركز الليبي للدراسات وبحوث علوم وتكنولوجيا البيئة بالمتابعة والتقييم السنوي للخطة.
5. إطلاق حملة إعلامية بالتعاون مع الإذاعات المحلية لرفع الوعي البيئي.

قائمة المراجع References

المراجع العربية:

1. البرغثي، م.، والكيلاني، ع. (2019). تقييم واقع إدارة النفايات الصلبة في مدينة طرابلس الكبرى. _مجلة جامعة طرابلس للعلوم_، 2(1)، 45-62.

2. الزنتاني، خ. (2021). إدارة المخلفات الصلبة في المدن الليبية الصغيرة: دراسة حالة مدينة الزنتان. _المجلة الليبية للدراسات البيئية_، 5(2)، 112-130.
3. الشريف، س.، الككلي، ف.، والمصراتي، ع. (2022). تحليل SWOT لإدارة النفايات الصلبة في مدينة بنغازي. _مجلة البحوث الهندسية_، 11(3)، 78-95.
4. العتيبي، ن.، والغانم، م. (2023). الأثر البيئي للمكبات العشوائية على البصمة الكربونية: دراسة تطبيقية على مدينة جدة. _مجلة العلوم البيئية العربية_، 18(1)، 33-50.

المراجع الأجنبية:

5. Bryson, J. M. (2011). _Strategic Planning for Public and Nonprofit Organizations_ (4th ed.). Jossey-Bass.
6. Cochran, W. G. (1977). _Sampling Techniques_ (3rd ed.). John Wiley & Sons.
7. Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. (2019). _2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5: Waste_. IPCC. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html
8. International Organization for Standardization ISO. (2018). _ISO 14067:2018 Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification_. Geneva, Switzerland: ISO.
9. Sekaran, U. (2003). _Research Methods for Business: A Skill-Building Approach_ (4th ed.). John Wiley & Sons.
10. . Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1993). _Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues_. McGraw-Hill.
11. United Nations. (2015). _Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development_. UN General Assembly.
12. Chalgham, M. E. M., & Eryildiz, H. S. (2026). SUSTAINABLE FEATURES IN EDUCATION: Ecological-Retrofitting Of Existing Campuses. *Al-Farooq Journal of Sciences*, *2*(4), 235-249.
13. World Bank. (2018). _What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050_. Washington, DC: World Bank. https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/
14. Alnnale, T. (2026). From Reactive to Proactive Governance: A Hybrid LSTM–Gradient Boosting Architecture for Real-Time Anomaly Signal Detection in Multi-Store Retail Supply Chain Decision Systems. *Al-Farooq Journal of Sciences*, *2*(1), 987-1005.

قائمة الأشكال والجداول Lists of Tables & Figures

قائمة الجداول:

جدول 1: توزيع العينة حسب المتغيرات الديموغرافية n=195
جدول 2: المتوسطات والانحرافات المعيارية لمحور الواقع الحالي
جدول 3: استعداد السكان للفرز من المصدر والدفع
جدول 4: مصفوفة تحليل SWOT لبلدية صبراتة
جدول 5: مصفوفة TOWS وصياغة الأهداف الاستراتيجية
جدول 6: خطة العمل 5 سنوات مع الجهات المسؤولة
جدول 7: مؤشرات قياس الأداء KPI

قائمة الأشكال:

شكل 1: نموذج الدراسة Conceptual Model

ملاحق Appendix -

ملحق 1: استمارة الاستبيان 22 عبارة مقياس ليكرت
ملحق 2: دليل المقابلة شبه المقننة - 6 أسئلة للمسؤولين
ملحق 3: صور الملاحظة الميدانية - المكب العشوائي العلالقة 2026/2/15