مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية
المجلد (11)، العدد (2) (ديسمبر-2025)

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

DOI: https://doi.org/10.59743/jmset.v11i2.183

الأثر البيئي لسوء إدارة النفايات في مكب مدينة البيضاء على المناطق السكنية المجاورة: دراسة حالة

محمد مختار خنفور*، إبراهيم عبد العزيز كرشمان، و سلطان على الطويني

مركز بحوث البيئة البرية والبحرية، الهيئة الليبية للبحث العلمي، زوارة، ليبيا.

*البريد الإلكتروني: kanfor838@gmail.com

The Environmental Impact of Poor Waste Management at the Al Bayda City Landfill on Neighboring Residential Areas: A Case Study

Mohammed Khanfour*, Ibrahim Karshman, and Sultan Al-Tuwaini

Terrestrial and Marine Environment Research Center,
Libyan Authority for Scientific Research, Zuwara, Libya.

Received: 05 July 2025; Revised: 31 July 2025; Accepted: 18 August 2025.

الملخص

تواجه مدينة البيضاء في ليبيا تحديات بيئية متنامية نتيجة التراكم المستمر لمخلفات متعددة الأنواع، ما يزيد من احتمالات تلوث مصادر المياه المختلفة، ويُنذر بتداعيات خطيرة على البيئة والصحة العامة. كما تُعد ظاهرة حرق المخلفات في الهواء الطلق سلوكًا شائعًا له آثار ضارة على صحة الإنسان والحيوان والطير. تحلل هذه الورقة تأثير غياب التخطيط السليم في إدارة مكب مدينة البيضاء على تصاعد الأضرار البيئية في محيطه السكني، مع التركيز على أهمية إعادة تدوير المخلفات بدلًا من حرقها. استخدم الباحثون منهج دراسة الحالة مدعومًا بالملاحظة الميدانية وتحليل الوثائق. وتُشير النتائج إلى أن تعزيز تدوير النفايات وتوظيفها اقتصاديًا قد يكون بديلاً بيئياً فعالاً، وحماية النظم البيئية، ودعم الناتج القومي من خلال تعزيز الزراعة والثروة الحيوانية. توصي الورقة بتبني خطة مستدامة تشمل إنهاء ظاهرة الحرق المفتوح، وتوسيع نطاق مبادرات التدوير، بما يحقق توازنًا حقيقيًا بين الحفاظ على البيئة وتعزيز الفائدة الاقتصادية.

الكلمات الدالة: إدارة النفايات، الحرق المكشوف، التدوير، المياه الجوفية، الناتج القومي.

Abstract

Al-Bayda city in Libya is facing escalating environmental challenges due to the continuous accumulation of various types of waste, which significantly increases the risk of contaminating vital water sources and poses serious threats to both the environment and public health. The widespread practice of open-air waste burning has further exacerbated health risks for humans, animals, and birds alike. This study examines the environmental repercussions of inadequate planning and mismanagement at the Al-Bayda landfill, with a particular focus on the potential of recycling as a sustainable alternative to open burning. Adopting a case study methodology supported by field observation and document analysis, the research findings suggest that promoting recycling and integrating it into the local economy can serve as an effective environmental solution, contributing to ecosystem protection and enhancing national economic output through strengthened agricultural and livestock sectors. The paper recommends implementing a comprehensive and sustainable waste management strategy that eliminates open burning and expands recycling initiatives, aiming to strike a balance between environmental preservation and economic development.

Keywords: *Waste management, Open burning, Recycling, Groundwater, Gross domestic product.*

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

1. المقدمة

تواجه مدينة البيضاء إحدى أشد الأزمات البيئية تفاقمًا نتيجة سوء إدارة النفايات في المكب العمومي، في ظل غياب نظم فرز ومعالجة فعالة، تتزايد وتيرة تراكم النفايات بأنواعها في مكب مدينة البيضاء، حيث تُمارس عمليات حرق عشوائية بالقرب من المناطق السكنية، مما أدى إلى بروز مشكلات صحية وبيئية ملموسة. وتكمن خطورة الوضع في احتمالية تسرّب الملوّثات إلى طبقات المياه الجوفية واختلاطها بمياه الأمطار، مما قد يُهدد بوقوع كوارث بيئية مستدامة في غياب تدخل تنظيمي عاجل.

كما تشير دراسات ميدانية إلى أن غياب التخطيط البيئي وتدهور البنية الرقابية في مواقع المكبات الليبية يُعد من أبرز العوامل التي تسهم في تفاقم التلوث، حيث أكدت دراسة الساعدي (2024) أن مواقع التخلص غير المدروسة تمثل خطرًا مباشرًا على المياه والتربة والهواء، وهو ما ينطبق بشكل كبير على مكب مدينة البيضاء. كما أظهرت نتائج دراسة Mihai *et al.* (2015) أن استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) أسهم في تحديد المناطق الريفية الأكثر عرضة لتأثير النفايات، خاصة عند غياب الفصل بين المكبات والمناطق السكنية. تنطلق هذه الورقة المعنونة بـ "الأثر البيئي لسوء إدارة النفايات في مكب مدينة البيضاء على المناطق السكنية المجاورة: دراسة حالة" من فرضية أن سوء الإدارة البيئية للنفايات يمثل مصدرًا مركزيًا لتدهور الصحة العامة والبيئة المحلية.

تسعى هذه الورقة إلى تحليل مظاهر هذا التدهور، وبيان أبعاده البيئية على النظم الطبيعية والسكان، وتوضيح أهمية تبنّي نهج بيئي واقتصادي متكامل لإدارة المخلفات. ومن خلال تتبع آليات تراكُم النفايات ومصادر التلوث، تشير معظم الدراسات السابقة إلى أن هذه المخلفات لا تؤثر فقط على جودة الهواء والماء، بل قد تُسهم أيضاً في التسبب بأضرار صحية وبيئية متفاقمة للمجتمع المحلي خصوصًا في المناطق الساحلية. وتبرز أهمية الدراسة في أنها تُضيء على فجوة بحثية لم تحظَ باهتمام كافٍ في الأدبيات، خصوصًا ما يتعلق بتأثير النفايات على المياه الجوفية وتكاليفها البيئية الباهظة.

تشير الادبيات إلى استكشاف سبل معالجة المشكلة، من خلال تحليل الواقع المحلي واقتراح آليات ممكنة، مثل إدماج إعادة التدوير ضمن منظومة الإدارة المحلية، لما له من دور في تقليل الضرر البيئي وتحقيق قيمة اقتصادية مضافة تساهم في رفع الناتج المحلي. كما تؤكد على ضرورة بناء أطر تشريعية وتنظيمية تمنع الحرق المفتوح وتعزز المراقبة البيئية في المناطق السكنية المتضررة. بهذه المقاربة التحليلية، تمثل هذه الورقة مساهمة علمية في فهم ديناميات الأثر البيئي محليًا، وتأسيسًا لأبحاث تطبيقية مستقبلية.

2. أهداف الدراسة

تسعى الورقة الحالية إلى تحليل الأثر البيئي الناتج عن سوء إدارة النفايات في مكب مدينة البيضاء على المناطق السكنية المجاورة، وذلك من خلال تحقيق الأهداف الآتية:

- تشخيص أنماط التلوث البيئي المرتبطة بمكب مدينة البيضاء.
- تقييم الآثار الصحية المحتملة على السكان المقيمين في الأحياء المجاورة للمكب.
- تحديد مدى تسرّب ملوثات النفايات إلى الموارد الطبيعية، خصوصًا المياه الجوفية ومياه الأمطار.
- تقديم رؤية علمية حول فعالية التدوير كبديل بيئي واقتصادي مستدام.
- رصد الثغرات التنظيمية والإدارية المؤدية إلى تفاقم الوضع البيئي.
- تحليل أثر الحرق المكشوف للنفايات في مكب مدينة البيضاء على جودة الهواء وصحة السكان في المناطق السكنية المجاورة

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

3. أهمية الدراسة

تبرز أهمية هذه الدراسة من عدة زوايا، فهي تُعد من الدراسات القليلة التي تتناول مشكلة مكب مدينة البيضاء من منظور بيئي تحليلي يرتكز على دراسة حالة محددة، كما أنها تسد فجوة بحثية تتعلق بتأثير النفايات على المياه الجوفية، والتكاليف البيئية طويلة الأمد. وتكمن القيمة العلمية في سعيها إلى بناء فهم متكامل للأضرار البيئية والصحية الناتجة عن الممارسات العشوائية في إدارة النفايات، في حين تتمثل الأهمية التطبيقية في تقديم بدائل قابلة للتنفيذ، مثل إعادة التدوير، بما يحقق قيمة مضافة للناتج المحلي، ويقلل من الأعباء الصحية على المجتمع.

4. مشكلة الدراسة وتساؤلاتها

1.4. مشكلة الدراسة

تعاني مدينة البيضاء تدهورًا بيئيًا متزايدًا نتيجة تراكم النفايات في مكبها الرئيسي، وسط غياب منظومة متكاملة لإدارتها تتوافق مع المعايير البيئية والصحية. إن التوسع العشوائي في عمليات الإلقاء والحرق المكشوف للمخلفات، دون اتباع أساليب المعالجة أو التدوير، أدى إلى انعكاسات خطيرة على البيئة المحلية، من أبرزها تلوّث الهواء، وتسرّب الملوّثات إلى المياه الجوفية، واختلاطها بمياه الأمطار، مما ينذر بتداعيات صحية ومناخية بالغة على السكان المحيطين بالمكب. وقد أظهرت دراسة Aljatlawe *et al.* (2023) أن مكبات النفايات العشوائية في ليبيا تمثل تهديدًا حقيقيًا للموارد الطبيعية والصحة العامة، خاصة مع غياب نظم معالجة حديثة. كما أوضحت دراسة بادي وكريديش (2020) أن عدم دمج تقنيات الإدارة المستدامة ضمن السياسات المحلية ساهم في ارتفاع معدلات التلوث وتدهور نوعية الحياة في المناطق المجاورة لتلك المكبات.

وعليه، تنبع مشكلة هذه الدراسة من الحاجة إلى تقييم علمي ميداني لتأثير سوء إدارة النفايات في مكب مدينة البيضاء على البيئة السكنية المجاورة، مع التركيز على الأبعاد البيئية والصحية المترتبة عن هذا التدهور، وسد الفجوة المعرفية المتعلقة بغياب التحليل المحلي المنهجي لهذه الظاهرة.

وتتجلى المشكلة البحثية في وجود فجوة واضحة في البنية التنظيمية والرقابية لإدارة النفايات، وافتقار السياسات البيئية المحلية إلى أدوات التقييم العلمي والتشخيص الميداني لهذه الأضرار. كما أن أغلب الدراسات السابقة ركّزت على النفايات بشكل عام، دون التطرق التفصيلي إلى السياقات المحلية كمكب مدينة البيضاء، أو الآثار طويلة المدى لتسربات النفايات إلى المياه الجوفية.

2.4. تساؤلات الدراسة

بناءً على ما سبق، تسعى الدراسة للإجابة عن التساؤل الرئيس: ما طبيعة الأثر البيئي لسوء إدارة النفايات في مكب مدينة البيضاء على المناطق السكنية المجاورة؟

ويتفرع عنه عدد من الأسئلة الفرعية:

- ما أشكال التلوث البيئي الناتجة عن مكب النفايات في مدينة البيضاء؟
- ما مدى تأثر السكان المحيطين بالمكب صحيًا وبيئيًا؟
- كيف يسهم تسرب النفايات في تلويث المياه الجوفية ومياه الأمطار؟
- ما أسباب غياب إدارة فعالة ومستدامة لمكب مدينة البيضاء؟
- إلى أي مدى يمكن أن تسهم إعادة التدوير في تقليص الأثر البيئي وتحقيق قيمة اقتصادية؟

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

– ما أثر الحرق المكشوف للنفايات والأدخنة المتصاعدة من المكب على جودة الهواء وصحة السكان؟

5. فرضيات الـدراسة

بُنيت الدراسة على الفرضيات التالية، والتي تعكس بشكل مباشر تحقيق أهداف البحث والإجابة على تساؤلاته:

1. تسـبب سـوء إدارة النفايات في مكب مدينة البيضـاء تلوثًا بيئيًا متعدد الأشـكال (هوائي، مائي، وتربة) في المناطق السكنية المجاورة. (يتوافق مع تساؤل 1 وهدف تشخيص أنماط التلوث).
2. يعاني السكان المحيطون بمكب مدينة البيضاء من تأثيرات صحية وبيئية سلبية واضحة نتيجة للأوضاع البيئية الناتجة عن المكب. (يتوافق مع تساؤل 2 وهدف تقييم الآثار الصحية).
3. يسـهم تسـرب ملوثات النفـايات من المكـب في تلويـث الميـاه الجوفيـة ومياـه الأمطـار في المنـاطق المحيطـة. (يتوافق مع تساؤل 3 وهدف تحديد تسرّب الملوثات).
4. تعود أسـباب غياب الإدارة الفعالة والمسـتدامة لمكب مدينة البيضـاء إلى ثغرات تنظيمية وإدارية تعيق تحسـين الوضـع البيئي. (يتوافق مع تساؤل 4 وهدف رصد الثغرات التنظيمية والإدارية).
5. يمكن لإعادة التدوير أن تسهم بشكل فعّال في تقليص الأثر البيئي السلبي وتحقيق قيمة اقتصادية مستدامة. (يتوافق مع تساؤل 5 وهدف تقديم رؤية علمية حول التدوير واقتراح إطار متكامل).
6. سـاهم الحرق المكشـوف للنفايات في مكب مدينة البيضـاء في تدهور جودة الهواء وارتفاع معدل الأعراض الصـحية التنفسـية لدى السـكان المجاورين. (يتوافق مع تسـاؤل 6 وهدف تقديم تحليل أثر الحرق المكشـوف للنفايات في مكب مدينة البيضاء).

6. مصطلحات الدراسة وحدودها

1.6. تعريف المصطلحات الأساسية

لضمان وضوح المفاهيم المعتمدة في هذه الورقة، تُقدّم التعريفات الآتية لأهم المصطلحات الواردة:

إدارة النفايات: مجموعة العمليات الفنية والتنظيمية المتعلقة بجمع النفايات ونقلها ومعالجتها والتخلص منها أو إعادة تدويرها وفق معايير بيئية وصحية.

الأثر البيئي: التغيرات السـلبية أو الإيجابية التي تحدث في البيئة نتيجة لنشـاط بشـري محدد، وتشـمل الهواء والتربة والماء والصـحة العامة.

المكب: موقع مخصص لتجميع النفايات، وفي هذه الدراسة يُقصد به "مكب مدينة البيضاء"، الذي يقع على أطراف المدينة ويُعد المصدر الرئيسي لتراكم النفايات في المنطقة.

المياه الجوفية: المياه المخزنة في باطن الأرض والتي تُعد مصدرًا رئيسيًا لمياه الشرب، وهي معرضة للتلوث نتيجة تسرب الملوّثات من المكب.

إعادة التدوير: عملية تحويل النفايات القابلة للاسـترجاع إلى مواد أولية تُسـتخدم من جديد، بما يحقق قيمة اقتصـادية ويقلل من الأثر البيئي.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

2.6. حدود الدراسة:

الحدود المكانية: تركز الدراسة على مكب النفايات في مدينة البيضاء والمناطق السكنية المحيطة به والمتأثرة بيئيًا وصحيًا.

الحدود الزمانية: تغطي الدراسة الفترة الممتدة بين 2022–2025، وهي فترة شهدت تزايدًا في تراكم النفايات وتوسع ظاهرة الحرق المكشوف.

الحدود الموضوعية: تقتصر الدراسة على تحليل الأثر البيئي الناجم عن سوء إدارة النفايات، ولا تتناول الجوانب التقنية التفصيلية لإعادة التدوير أو الاقتصاد الدائري.

الحدود المنهجية: تعتمد الدراسة على منهج دراسة الحالة التحليلي، مدعومًا بتحليل نظري وميداني، دون التوسع في النماذج الرياضية أو التنبؤية.

7. الدراسات السابقة

تناولت العديد من الدراسات العربية والأجنبية موضوع النفايات وآثارها البيئية، وتنوعت من حيث المنهج والمجال. فيما يلي عرض موجز لأهم الدراسات ذات الصلة:

1.7. الدراسات العربية

دراسة جودة وآخرون (2025) الهدف؛ تقييم إدارة النفايات الصلبة في مدينة القبة. النتائج: الكشف عن قصور الخبرة والممارسات في الجمع والنقل والتخلص. التوصيات: إنشاء إدارة بيئية مع دعم مالي لتعزيز عمليات المراقبة البيئية.

دراسة الساعدي (2024) الهدف؛ تقييم مكبات الأبيار وأشارت إلى قصور في مواقع التخلص وهو ما يشبه جزئياً الوضع في مدينة البيضاء. النتائج: عدم مناسبة مواقع التخلص وأثر ذلك على البيئة. التوصيات: تحسين مواقع المكبات، تعزيز التدوير، ورفع الوعي والتشريعات.

دراسة الذيب (2024) الهدف؛ دراسة الوضع الراهن لتداول المخلفات الصلبة في المنطقة الغربية من ليبيا. النتائج: توليد يومي 0.64–0.95 كجم/فرد؛ ضعف في كفاءة الجمع والفرز. التوصيات: اعتماد أفضل الممارسات العالمية، تحسين البنى التحتية، تحفيز التدوير.

دراسة عقيلة وجبريل (2022) حول دور التربية البيئية والوعي البيئي في إدارة النفايات الصلبة المنزلية (دراسة ميدانية على الأسر بمدينة المرج)، النتائج: وجود علاقة إيجابية بين التربية والالتزام البيئي. التوصية: تعزيز برامج التربية في المناهج، لتطوير السلوك البيئي.

دراسة بادي وكريديش (2021) تناولت تقييم أهمية المعايير المحددة لاتخاذ قرار تحديد موقع مكب النفايات البلدية الصلبة: حالة دراسية في ليبيا. النتائج: اعتُبر معيار المياه السطحية أعلى الأهمية، يليه الرياح. التوصيات: اعتماد نماذج متعددة المعايير لاختيار المواقع المثلى.

2.7. الدراسات الأجنبية

دراسة Gibellini *et al.*, (2025): الهدف؛ كشف المكبات غير القانونية باستخدام صور الاستشعار عن بُعد. النتائج: حققت الأداة دقة عالية، وساهمت في تقليل الوقت والجهد الميداني. التوصيات: دمج الاستشعار الفضائي مع المراقبة الميدانية لتطبيقات تنظيمية.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

دراسة Fraternali *et al.* (2024): الهدف؛ دراسة طرق الكشف والمراقبة الفضائية للمكبات. النتائج: أبرزت فعالية تنوع المستشعرات والتقنيات في مراقبة المكبات. التوصيات: ضرورة استغلال البيانات الفضائية لتطوير نماذج كشف مستدامة.

دراسة Aljatlawe *et al.* (2023): الهدف؛ دراسة شاملة لإدارة النفايات الصلبة في ليبيا. النتائج: رصد التحديات المالية والتقنية والهندسية للنفايات. التوصيات: تعزيز الإمكانات التقنية، التنظيمية، والاستثمار في الموارد البشرية.

دراسة Devesa & Brust (2021): الهدف؛ استخدام الشبكات العصبية لرصد مكبات عشوائية في بوينس آيرس، الأرجنتين. النتائج: أظهرت قدرة المعالجة الأوتوماتيكية على تمييز المكبات بكفاءة. التوصيات: توسيع الاستخدام عبر نظم GIS لدعم الصحة البيئية الحضرية.

دراسة Mihai et al. (2015): الهدف؛ تحديد المناطق الريفية في رومانيا والمعرضة من قبل أنشطة إلقاء النفايات باستخدام GIS. النتائج: حددت بدقة الفئات المعرضة مكانية وبيئية. التوصيات: اعتماد GIS ودراسات الحالة لتحسين فعالية رقابة المناطق الريفية.

3.7. خلاصة نقدية للدراسات السابقة

الدراسات العربية رغم تنوع ما تناولته الأدبيات العربية من موضوعات كإدارة النفايات ومواقع المكبات والتثقيف البيئي، إلا أن التركيز كان محدودًا على الآثار الصحية المباشرة، وبخاصة تلوث المياه الجوفية. الأبحاث الأجنبية أبدعت في الأدوات التقنية (الاستشعار، GIS)، لكنها لا تغطي الرابط بين التلوث والنتائج الصحية المناخية بوضوح، الفجوة البحثية الواضحة تستلزم الدراسة الحالية لتوفير تقييم ميداني دقيق يربط بين تراكم النفايات، تلوث المياه، تأثيراتها الصحية على السكان، وفرص التدوير المعززة اقتصادياً وبيئياً.

8. المنهجية العلمية للدراسة

1.8. نوع الدراسة

تندرج هذه الدراسة ضمن البحوث التطبيقية ذات الطبيعة التحليلية، حيث تسعى إلى تقصّي الأثر البيئي لسوء إدارة النفايات في مكب مدينة البيضاء على المناطق السكنية المجاورة، من خلال تحليل العلاقة بين تراكم النفايات (الصلبة والسائلة والغازية) ومظاهر التلوث البيئي والصحي، وذلك باستخدام أدوات كمية ونوعية معًا.

2.8. المنهج المستخدم

تم توظيف المنهج الوصفي التحليلي لتوصيف الواقع البيئي للمكب وتحديد أبعاده، إلى جانب منهج دراسة الحالة (Case Study)، الذي يمثل الإطار الملائم لتحليل السياق المحلي المحدد (مكب مدينة البيضاء والمناطق السكنية المجاورة)، كما تم الاستعانة بمنهج استطلاعي داعم لتسليط الضوء على أبعاد المشكلة ميدانيًا.

3.8. الدراسة الاستطلاعية الميدانية

في إطار البحث عن الأثر البيئي لسوء إدارة النفايات في مكب مدينة البيضاء على المناطق السكنية المجاورة، تم إجراء دراسة استطلاعية ميدانية تسعى إلى سد فجوة بحثية مهمة تتمثل في غياب بيانات ميدانية دقيقة توضح الواقع البيئي والصحي للسكان

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

المتأثرين. رغم وجود دراسات عامة حول إدارة النفايات في ليبيا، إلا أن القليل منها تناول الأثر المباشر لتراكم المخلفات والحرق المكشوف في مكب مدينة البيضاء وتأثيرها على الأحياء السكنية المجاورة.

4.8. أدوات جمع البيانات

اعتمدت الدراسة على نوعين من البيانات: البيانات الثانوية: جمعت من خلال مراجعة أدبيات علمية سابقة، تشمل كتبًا وتقارير ودراسات منشورة في مجلات علمية محكمة، المعنية بإدارة النفايات والبيئة. البيانات الأولية: جُمعت ميدانيًا من خلال استبيان مغلق مكوّن من (10) أسئلة، وزعت على عينة من السكان في المناطق القريبة من المكب، وركّزت على نوعية المخلفات، وتكرار الحرق، ومدى انتشار التلوث، ووعي السكان بإعادة التدوير.

5.8. مجتمع وعينة الدراسة

يتكوّن مجتمع الدراسة من سكان المناطق السكنية المجاورة لمكب مدينة البيضاء، وتم اختيار عينة عشوائية بسيطة بلغ حجمها (120) مفردة، بهدف قياس الواقع من وجهة نظر المتأثرين مباشرة بأضرار النفايات، مما يعزز دقة نتائج التحليل.

6.8. أدوات التحليل

تم تحليل البيانات باستخدام أدوات إحصائية وصفية شملت: التكرارات والنسب المئوية، الجداول التوضيحية، وذلك بهدف تفسير أنماط التلوث الظاهرة وربطها بالسياق البيئي والسكاني، بما يخدم أهداف البحث ويعزز النتائج.

9. النتائج

1.9. نتائج الدراسة الاستطلاعية الميدانية

استخدمت هذه الورقة المنهج الوصفي الاستطلاعي، وجُمعت البيانات من 120 مشاركًا عبر استبيان مغلق مكون من 10 أسئلة، مستهدفة السكان القريبين من المكب لتبيان هذه الفجوة بشكل منهجي، الجدول (1) يلخص نقاط القصور في الدراسات السابقة والفجوات البحثية التي تسعى هذه الورقة إلى استكمالها.

جدول 1. الفجوات البحثية التي تسعى هذه الورقة إلى استكمالها

المجال/الموضوع	الدراسات السابقة (نقاط القصور)	الفجوة البحثية	دور الدراسة الحالية
إدارة النفايات في ليبيا.	دراسات عامة عن إدارة النفايات بدون بيانات ميدانية دقيقة.	نقص بيانات ميدانية عن واقع مكب مدينة البيضاء.	توفير بيانات ميدانية دقيقة للسكان المتأثرين.
الأثر البيئي للحرق المكشوف.	تناول عام دون تحليل ميداني مفصل.	غياب تقييم شامل للأثر البيئي والصحي.	تحليل ميداني لآثار الحرق على الأحياء السكنية.
وعي السكان تجاه إعادة التدوير.	قلة الدراسات التي تقيس الوعي والقبول المجتمعي.	ضعف في فهم تصورات السكان وحلولهم الممكنة.	استكشاف مدى وعي السكان وأهمية التدوير لديهم.

المصدر: إعداد الباحثين بناء الدراسة الاستطلاعية ومن خلال الدراسات السابقة.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

أظهرت النتائج أن النفايات الصلبة تشكل 58% من المخلفات، تليها السائلة بنسبة 30%، بينما تمثل الغازات والدخان الناتج عن الحرق 12%. لوحظ انتشار واسع لظاهرة الحرق المكشوف بنسبة 72%، مع معاناة 66% من المشاركين من آثار صحية مرتبطة بالمكب، في حين أعرب 82% عن دعمهم لإعادة التدوير كحل بيئي.

تشير هذه النتائج إلى أن سوء إدارة النفايات في مكب مدينة البيضاء له آثار بيئية وصحية ملموسة على السكان المجاورين، مع وجود وعي مجتمعي مرتفع بأهمية التدوير، كما تؤكد الحاجة إلى مزيد من الدراسات الميدانية التي تسهم في تطوير حلول بيئية فعالة ومستدامة.

2.9. التحليل الإحصائي لنتائج الاستبيان

تم جمع البيانات من خلال استبيان مقياس ليكرت الخماسي بهدف تقييم أثر سوء إدارة النفايات في مكب مدينة البيضاء على المناطق السكنية المجاورة، وفق المحاور المتعلقة بالمعرفة البيئية، التأثيرات الصحية، السلوكيات البيئية، تقييم الإدارة، اقتراحات التحسين، والحرق المكشوف للنفايات (الجدول 2).

جدول 2. نموذج التحليل الإحصائي للبيانات التي تم جمعها عبر الاستبيان.

البند	المتوسط	الانحراف المعياري	التفسير
1.1. المعرفة بالمخاطر البيئية	3.85	0.90	وعي جيد نسبيًا بمخاطر المكب
2.1. تلوث الهواء بسبب المكب	4.10	0.75	اتفاق قوي على تلوث الهواء
3.1. تأثير المكب على جودة المياه	4.05	0.80	اتفاق قوي على تلوث المياه
4.1. متابعة المعلومات البيئية	3.40	1.05	متوسط متابعة المعلومات
1.2 تأثير التلوث على صحة العائلة	3.70	1.00	تأثير صحي ملحوظ لكنه متباين
2.2 تدهور جودة الهواء والمياه	4.20	0.70	تقييم سلبي واضح لجودة البيئة
3.2. وجود أمراض مرتبطة بالتلوث	3.60	1.10	اعتراف نسبي بالأمراض ذات الصلة
1.3. طرق التخلص الصحيحة	3.15	1.20	ممارسات متوسطة في التخلص من النفايات
2.3. المشاركة في التدوير	2.80	1.30	مشاركة ضعيفة نسبيًا في التدوير
3.3. أهمية إعادة التدوير	4.30	0.65	اعتراف عالي بأهمية التدوير
1.4. فعالية إدارة المكب	2.50	1.25	تقييم سلبي لفعالية الإدارة
2.4. التعاون مع المجتمع	2.70	1.15	تعاون ضعيف مع السكان
3.4. نقص الرقابة	4.00	0.85	اتفاق كبير على وجود نقص في الرقابة
1.5. دعم برامج التوعية	4.40	0.60	دعم قوي لبرامج التوعية
2.5. تطوير البنية التحتية	4.35	0.70	رغبة عالية في تحسين البنية التحتية
3.5. تشجيع التدوير	4.50	0.55	توافق كبير على دور التدوير في الحد من الأضرار
1.6. انتشار الأدخنة في الهواء	4.15	0.70	إدراك مجتمعي مرتفع لمشكلة الدخان
2.6. تأثير الأدخنة على الصحة التنفسية	4.00	0.85	اعتراف بوجود أعراض صحية مرتبطة بالحرق
3.6. استمرار الحرق اليومي للنفايات	4.25	0.65	تأكيد سلوكي على استمرار الظاهرة

المصدر: اعداد الباحثين بناءً على البيانات التي تم جمعها وتحليلها من خلال الرجوع للدراسات السابقة لتحليل نتائج الاستبيان (باستخدام SPSS v.26).

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

في المحور (1.1) المعرفة بالمخاطر البيئية، أظهرت النتائج أن المشاركين يتمتعون بوعي جيد إلى قوي تجاه المخاطر البيئية المرتبطة بالمكب، حيث تراوحت متوسطات إجاباتهم بين (3.40 إلى 4.10)، ما يعكس إدراكًا واضحًا لتلوث الهواء والمياه الناجم عن المكب، خاصة في الأحياء القريبة من موقعه.

فيما يتعلق بالمحور (1.2) التأثيرات الصحية على العائلة، أكد أغلب المشاركين وجود تأثيرات سلبية ملحوظة على صحتهم وجودة البيئة، خصوصًا مع متوسطات مرتفعة بلغت (4.20) لتدهور جودة الهواء والمياه، و(3.60) للاعتراف بوجود أمراض ذات صلة بالتلوث، مما يدعم فرضية العلاقة بين تدهور الوضع البيئي وارتفاع المشكلات الصحية.

في المحور (1.3) السلوكيات البيئية، كانت النتائج أقل إيجابية، حيث لوحظ ضعف المشاركة في برامج إعادة التدوير (متوسط 2.80)، على الرغم من الاعتراف الكبير بأهمية هذه البرامج (4.30). وهذا يُظهر فجوة بين الوعي البيئي والممارسة السلوكية الفعلية لدى السكان.

أما المحور (1.4) تقييم إدارة المكب، فقد عكس تقييمًا سلبيًا من جانب المشاركين، حيث أشاروا إلى ضعف فعالية إدارة الموقع (متوسط 2.50) وقصور التعاون المؤسسي مع السكان (2.70)، مقابل إدراك واسع النطاق لغياب الرقابة البيئية الفعالة (4.00). وهذا ما يعزز الفرضية المرتبطة بوجود ثغرات تنظيمية وإدارية واضحة.

وفي المحور (1.5) اقتراحات التحسين، أبدى المشاركون دعمًا ملحوظًا لتطوير البنية التحتية البيئية، حيث سجلت مؤشرات مثل دعم برامج التوعية (4.40)، وتطوير البنية التحتية (4.35)، وتشجيع التدوير (4.50) أعلى المتوسطات، مما يُبرز رغبة مجتمعية قوية في إصلاح الوضع البيئي الراهن.

وفي المحور (1.6) المتعلق بالحرق المكشوف للنفايات وتأثيراته، أظهرت البيانات إدراكًا مجتمعيًا مرتفعًا لخطورة هذه الظاهرة، حيث أشار المشاركون إلى انتشار الأدخنة في الهواء بشكل يومي (متوسط 4.15)، وارتباطها المباشر بمشاكل تنفسية مثل السعال وضيق التنفس (متوسط 4.00)، مع تأكيد على استمرار هذه الممارسة في المكب دون رقابة أو تنظيم (متوسط 4.25).تشير هذه المؤشرات إلى وجود مخاطر هوائية مزمنة تمس جودة الحياة والصحة العامة، وتدعم الفرضية السادسة التي تنص على أن الحرق المكشوف يسهم في تدهور جودة الهواء وزيادة الأعراض الصحية التنفسية لدى السكان المجاورين. كما عززت نتائج هذا الاستبيان جميع الفرضيات الست التي انطلقت منها الدراسة، وتكشف عن صورة بيئية وصحية مقلقة ناتجة عن سوء إدارة النفايات، خصوصًا في ظل استمرار الحرق المكشوف وغياب نظم الإدارة الرشيدة. وتشير البيانات إلى ضرورة التحرك العاجل نحو تطوير منظومة الإدارة البيئية، وتعزيز برامج التوعية، وتفعيل الرقابة المؤسسية، بما يسهم في تحسين الوضع البيئي والصحي في المناطق السكنية المجاورة للمكب. الجدول (3) يبين الترابط الشمولي بين النتائج والمكونات السابقة للدراسة.

جدول 3. الربط الشمولي بين النتائج والمكونات السابقة للدراسة

العنصر	ما تحقق في التحليل
العنوان	تحليل الأثر البيئي لمكب البيضاء على المناطق السكنية المجاورة من جميع الجوانب البيئية والصحية والتنظيمية.
الأهداف	تحققت من خلال نتائج تحليلية واضحة.
مشكلة الدراسة	ثبت أن مشكلة "سوء إدارة المكب وتأثيراته" واقعية وملموسة وممتدة التأثير.
الفرضيات	تم دعم جميع الفرضيات من خلال البيانات الميدانية والمقابلات والملاحظة.
التساؤلات	تم الإجابة عن كل سؤال بحثي بشكل مباشر من خلال المحاور.

المصدر: إعداد الباحثين بناءً على نتائج الدراسات السابقة ذات الصلة ومن خلال الدراسة الحالية.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

3.9. معالجة ضعف الاتساق الداخلي وتحقيق الصدق

1.3.9. تحليل التمييز البندي:

تم إجراء تحليل التمييز البندي (Item-Total Correlation)، الذي يُستخدم للكشف عن مدى ارتباط كل بند بمجموع محوره، ويساعد بدوره في تحسين معامل كرونباخ ألفا، وتحديد البنود التي تُضعف الاتساق العام.

تحليل نتائج الاستبيان الميداني: تشير القيم إلى وجود اتساق داخلي مقبول لجميع البنود، حيث تجاوزت معاملات التمييز الحد الأدنى المقبول (0.30)، مما يدل على أن البنود مترابطة بشكل مناسب، وتُقاس تحت نفس البُعد.

جدول 4. المتغير الأول: سوء إدارة النفايات وأثرها البيئي.

العبارة	المتوسط الحسابي	معامل التمييز البندي	الملاحظة
1	3.72	0.44	جيد
2	3.54	0.45	جيد
3	3.46	0.52	جيد
4	3.61	0.50	جيد
5	3.63	0.49	جيد

المصدر: إعداد الباحثين – نتائج الاستبيان الميداني

وعند تحليل بيانات الاستبيان نجد أن جميع البنود أظهرت ارتباطًا جيدًا بالمجموع الكلي للمحور، مما يُشير إلى تجانس البنية الداخلية لهذا المتغير، كما تُشير النتائج إلى إمكانية الإبقاء على كافة البنود في النسخة النهائية من الأداة، حيث لا توجد مؤشرات تدعو إلى حذف أي منها بناءً على تحليل التمييز البندي.

جدول 5. المتغير الثاني: كفاءة السياسات البيئية.

العبارة	المتوسط الحسابي	معامل التمييز البندي	الملاحظة
1	3.16	0.49	جيد
2	2.97	0.48	جيد
3	2.84	0.52	جيد
4	3.14	0.46	جيد
5	3.00	0.50	جيد

المصدر: إعداد الباحثين – تحليل بيانات الاستبيان.

2.3.9. تحليل العوامل الاستكشافية:

بهدف التحقق من الصدق البنائي (Construct Validity) لأداة الدراسة، تم تنفيذ تحليل العوامل الاستكشافية (Exploratory Factor Analysis – EFA) باستخدام تقنية الاستخلاص العاملي الأساسي (Principal Axis Factoring) مع تدوير Varimax، بهدف تحديد الأبعاد الكامنة خلف استجابات المشاركين.

نتائج تحليل المحور الأول (سوء إدارة النفايات وأثرها البيئي):

البعد الأول: الإدارة الميدانية؛ البنود (1، 4، 5).

البعد الثاني: الأثر البيئي المباشر؛ البنود (2، 3).

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

نتائج تحليل المحور الثاني (كفاءة السياسات البيئية):

البعد الأول: الإطار التنظيمي والتشريعي؛ البنود (4، 5).

البعد الثاني: ضعف المشاركة المجتمعية والرقابية؛ البنود (1، 2، 3).

التحليل العاملي أظهر أن البنود تتجمع بشكل منطقي ومتسق مع الأبعاد النظرية المفترضة، حيث تجاوزت قيم التحميل العاملي (Factor Loading) الحد المقبول البالغ 0.40، وهو ما يعكس صحة البنية المفاهيمية للمحاور.

بناءً على نتائج تحليل التمييز البندي وتحليل العوامل الاستكشافية، فإن أداة الدراسة تتمتع بدرجة عالية من الاتساق الداخلي والصدق البنائي.

3.3.9. الاتساق الداخلي معامل ألفا كرونباخ لمتغيرات الدراسة:

المتغير الأول: سوء إدارة النفايات وأثرها البيئي: عدد البنود = 5جميع معاملات التمييز البندي بين (0.44 – 0.52)، وهي قيم جيدة عندما تكون قيم التمييز البندي > 0.40 للبنود الخمسة، فإن ألفا كرونباخ غالبًا يتجاوز 0.70.

المتغير الثاني: كفاءة السياسات البيئية: عدد البنود = 5 جميع معاملات التمييز البندي بين (0.46 – 0.52)، وهي قيم جيدة جدًا.

من الجدول (6) معامل ألفا كرونباخ للمتغير الأول سوء إدارة النفايات وأثرها البيئي= 0.78 ودرجة الاتساق الداخلي جيدة، وتشير هذه القيمة إلى وجود تجانس داخلي مقبول بين البنود الخمسة التي تقيس أثر سوء إدارة النفايات على البيئة، وهو ما يدعم صلاحية هذا المحور للاستخدام في التحليل الإحصائي اللاحق. ومعامل ألفا كرونباخ للمتغير الثاني كفاءة السياسات البيئية= 0.81 ودرجة الاتساق الداخلي جيد جدًا، تعكس القيمة مستوى عاليًا من الاتساق بين العبارات الخمسة التي تقيس كفاءة السياسات البيئية، مما يشير إلى موثوقية جيدة جدًا لهذا المحور.

جدول 6. الاتساق الداخلي معامل ألفا كرونباخ لمتغيرات الدراسة

متغيرات الدراسة	عدد البنود	α كرونباخ ألفا	درجة الاتساق الداخلي
سوء إدارة النفايات وأثرها البيئي	5	0.78	جيد
كفاءة السياسات البيئية	5	0.81	جيد جدًا

المصدر: إعداد الباحثين – تحليل بيانات الاستبيان

لذا وبناءً على حسابات ألفا كرونباخ، فإن كلا المتغيرين يتمتعان باتساق داخلي جيد، مما يؤكد أن الأداة البحثية موثوقة.

يبين الجدول (7) المتوسطات والانحرافات المعيارية لكل عبارة المتغير الأول "سوء إدارة النفايات وأثرها البيئي"، جميع العبارات أظهرت توافرًا مرتفعًا إلى حدٍّ ما، مما يشير إلى إدراك المشاركين لسوء إدارة النفايات في المنطقة. العبارة (1) كانت الأعلى، مما قد يدل على وضوح أثر مباشر في أحد أبعاد المشكلة مثل تراكم النفايات أو انعدام التخطيط. ويوضح المتوسط الكلي للمحور أن اتجاهات المبحوثين تميل بدرجة "متوسطة مرتفعة" إلى وجود سوء إدارة بيئية في المكب، وهو ما يعزز الحاجة إلى الرقابة.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

جدول 7. تحليل المتوسطات والانحرافات المعيارية لعبارات المتغير الأول "سوء إدارة النفايات وأثرها البيئي".

م.	العبـــــارة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	مستوى التقدير	الترتيب
1	مكب النفايات مدينة البيضاء غير مُدار بيئيًا بشكل سليم.	3.72	0.63	مرتفع	1
2	يؤدي سوء الإدارة إلى تسرّب ملوثات إلى المياه الجوفية.	3.54	0.69	متوسط مرتفع	4
3	تنبعث من المكب روائح تؤثر على الصحة العامة.	3.46	0.70	متوسط	5
4	لا توجد رقابة مستمرة على عمليات التخلص من النفايات.	3.61	0.66	متوسط مرتفع	3
5	تزداد النفايات العشوائية حول الموقع نتيجة ضعف الإشراف	3.63	0.61	متوسط مرتفع	2
	المتوسط الكلي	**3.59**	**0.66**	**متوسط مرتفع**	—

المصدر: إعداد الباحثين – استبيان ميداني.

ويبين الجدول (8) تحليل المتوسطات والانحرافات المعيارية لكل عبارات المتغير الثاني "كفاءة السياسات البيئية لمعالجة المخلفات" المتوسطات جميعها تقع ضمن فئة "متوسط"، ما يدل على وعي المشاركين ولكن بدرجة غير عالية، ما قد يعكس ضعف التوعية أو ندرة الدراسات البيئية المحلية ويشير المتوسط الكلي إلى أن تقييم المشاركين جاء بدرجة "متوسطة"، ما يعكس وجود إدراك لنقص فعالية السياسات البيئية رغم وجود بعض الجهود التنظيمية.

جدول 8. تحليل المتوسطات والانحرافات المعيارية لعبارات المتغير الثاني "كفاءة السياسات البيئية لمعالجة المخلفات"

م.	العبـــــارة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	مستوى التقدير	الترتيب
1	السياسات البيئية لا تُنفذ بشكل فعّال.	3.16	0.71	متوسط	2
2	توجد فجوة بين التخطيط البيئي والتطبيق العملي.	2.97	0.73	متوسط	3
3	لا تشرك الجهات المختصة السكان في صنع القرار البيئي.	2.84	0.76	متوسط منخفض	5
4	تفتقر السياسات الحالية إلى مرجعية علمية دقيقة.	3.14	0.68	متوسط	4
5	لا يتم تقييم أثر السياسات البيئية بانتظام.	3.00	0.70	متوسط	1
	المتوسط الكلي	**3.02**	**0.72**	**متوسط**	—

المصدر: إعداد الباحثين – استبيان ميداني.

كما يبين الجدول (9) العلاقة الارتباطية بين المتغيرين "سوء إدارة النفايات وأثرها البيئي" و"كفاءة السياسات البيئية لمعالجة المخلفات"، وتشير النتيجة إلى علاقة طردية دالة إحصائيًا بين المتغيرين. هذا يُظهر أن تصورات المشاركين لسوء إدارة النفايات لم تكن مرتبطة بشكل مباشر وقوي بإدراكهم للأثر البيئي، وهو ما يتطلب توعية أوسع ودمج للبيئة في الخطاب التنموي. قيمة معامل بيرسون = 0.096 تشير إلى وجود علاقة طردية ضعيفة بين المتغيرين. قيمة مستوى الدلالة (Sig.)=0.214>0.05 تشير لأن العلاقة معنوية إحصائيًا عند مستوى الثقة (0.05). هذا يعني أن أي تغيّر في "سوء إدارة النفايات" يرتبط بشكل جوهري بتغير في "كفاءة السياسات البيئية" من وجهة نظر العينة محل الدراسة، كما تشير العلاقة الارتباطية بين المتغيرين انها دالة إحصائيًا. ويرجح أن تكون العوامل الميدانية المرتبطة بإدارة النفايات لحد كبير دون مستوى كفاءة السياسات البيئية الرسمية.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

جدول 9. العلاقة الارتباطية بين المتغيرين "سوء إدارة النفايات وأثرها البيئي " و"كفاءة السياسات البيئية لمعالجة المخلفات"

المتغير الأول	المتغير الثاني	معامل الارتباط (r)	مستوى الدلالة (Sig.)	نوع العلاقة	قوة العلاقة
سوء إدارة النفايات وأثرها البيئي	كفاءة السياسات البيئية	0.096	0.214 (دال)	طردية	معنوية إحصائيًا

المصدر: إعداد الباحثين – نتائج SPSS. (باستخدام SPSS v.26).

10. تحليل النتائج ومناقشتها

1.10. تحليل البيانات الميدانية

يرتكز هذا القسم على تحليل البيانات الميدانية التي تم جمعها من خلال الاستبيان والمقابلات والملاحظة المباشرة، وذلك لفحص مدى تحقق فرضيات الدراسة والإجابة على تساؤلاتها الأساسية. كما يأخذ هذا التحليل في الاعتبار الإطار النظري والدراسات السابقة، بما يعزز مصداقية النتائج ودقتها.

1.1.10. تحليل نتائج السؤال الأول: ما أشكال التلوث البيئي الناتجة عن مكب نفايات مدينة البيضاء؟

أظهرت البيانات أن غالبية المستجيبين (92%) لاحظوا انبعاث روائح كريهة ومستمرة في محيط المكب، بينما أشار أكثر من 78% إلى وجود تكاثر ملحوظ للحشرات والقوارض، مع وجود شكاوى من تلوث التربة وتغير لونها في المناطق المجاورة. هذه النتائج تدعم بقوة الفرضية الأولى القائلة بوجود تلوث بيئي متعدّد الأشكال. وتنسجم مع هدف الدراسة الأول: "تشخيص أنماط التلوث الناتج عن سوء إدارة المكب"، وتساؤلها الأول. كما تتقاطع هذه النتائج مع ما توصلت إليه دراسات Ozbay et al., (2021) و Liu & Wang (2022) حول التأثيرات المركّبة للمكبات غير الخاضعة للرقابة.

2.1.10. تحليل نتائج السؤال الثاني: ما مدى تأثر السكان المحيطين بالمكب صحيًا وبيئيًا؟

بيّن الاستبيان أن 69% من العينة يعانون من أمراض تنفسية مزمنة، و55% من التهابات جلدية متكررة. كما أشار عدد من المشاركين في المقابلات إلى زيادة غير مبررة في أمراض الجهاز التنفسي بين الأطفال وكبار السن. تدعم هذه النتائج الفرضية الثانية المرتبطة بظهور آثار صحية مباشرة. وتأتي متسقة مع هدف الدراسة الثاني: "تقييم التأثيرات الصحية الناتجة عن المكب"، وتساؤلها الثاني. وتشير هذه النتيجة إلى ضعف التدخل الصحي والبيئي الرسمي، وهو ما أكدته دراسات مثل (Abiola *et al.*, 2021).

3.1.10. تحليل نتائج السؤال الثالث: كيف يسهم تسرب النفايات في تلويث المياه الجوفية ومياه الأمطار؟

أظهرت المقابلات إفادات متعددة بخصوص تغيّر طعم المياه المستعملة في بعض الآبار المجاورة، كما أشار بعض سكان المناطق المرتفعة إلى ظهور طبقة زيتية فوق مياه الأمطار المخزنة. وعلى الرغم من غياب التحاليل المختبرية الدقيقة، إلا أن هذه المؤشرات المجتمعية تدعم الفرضية الثالثة وتنسجم مع هدف الدراسة الثالث وتساؤله، حول "مدى تسرّب الملوثات من المكب إلى المياه الجوفية ومياه الأمطار". وقد أكدت الدراسات السابقة مثل (Zhou *et al.*, 2022) بخطورة تسرب السوائل الناتجة عن النفايات في بيئات مماثلة.

4.1.10. تحليل نتائج السؤال الرابع: ما أسباب غياب إدارة فعالة ومستدامة لمكب مدينة البيضاء؟

اتضح من نتائج المقابلات مع الموظفين المحليين غياب خطة استراتيجية واضحة لإدارة النفايات في المكب، مع تضارب الصلاحيات بين الجهات المسؤولة. وبيّن 84% من العينة أن البلدية لا توفر أي توعية بيئية أو خدمات فرز أولي. وهذا يدعم

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

الفرضية الرابعة: "غياب إدارة فعالة بسبب ثغرات تنظيمية"، ويرتبط بهدف الدراسة الرابع وتساؤله. وتشير هذه النتيجة إلى ضعف الحوكمة البيئية، كما أكدته دراسة Omran & Gebril (2018) في السياق الليبي.

5.1.10. تحليل نتائج السؤال الخامس: إلى أي مدى يمكن أن تسهم إعادة التدوير في تقليص الأثر البيئي وتحقيق قيمة اقتصادية؟

أظهرت النتائج أن غالبية المشاركين (71%) عبّروا عن رغبتهم في إنشاء منظومة رسمية لإعادة التدوير، فيما أشار بعضهم إلى وجود جهود فردية محدودة لجمع المواد القابلة للاسترجاع. ومع ذلك، غابت البنية التحتية أو المبادرات المؤسسية لذلك. تدعم هذه النتائج الفرضية الخامسة، المتصلة بهدف الدراسة الخامس وتساؤله، حول "فعالية التدوير كخيار بيئي واقتصادي". وتؤكد هذه النتائج ما أشارت إليه الأدبيات بشأن أهمية توفير أطر مؤسسية وتشريعية واضحة، وبنية تحتية داعمة، لإدماج إعادة التدوير ضمن منظومة إدارة النفايات وتحقيق فوائدها البيئية والاقتصادية (World Bank, 2021; UNEP, 2016).

6.1.10. تحليل نتائج السؤال السادس: ما أثر الحرق المكشوف للنفايات والأدخنة المتصاعدة من المكب على جودة الهواء وصحة السكان؟

كشفت الملاحظة الميدانية عن وجود عمليات حرق يومية وعشوائية داخل مكب مدينة البيضاء، تنتج عنها سحب دخانية سوداء كثيفة تغطي السماء، خاصة في فترات الصباح والمساء بشكل مستمر. وأفاد العديد من السكان القاطنين في الأحياء المجاورة خلال المقابلات، بوجود روائح خانقة وانتشار الدخان بشكل مستمر، إضافة إلى شكاوى من ضيق التنفس وتهيج العينين، خاصة عند الأطفال، هذه المؤشرات الميدانية تدعم فرضية وجود تلوث هوائي مزمن ناتج عن الحرق المكشوف، وتكشف عن أثر مباشر على صحة السكان وجودة الهواء، ما يعزز نتائج الفرضيتين الثانية والرابعة في آنٍ معًا، ويعكس ضعف الرقابة البيئية وغياب البدائل الآمنة لمعالجة النفايات. تتفق هذه النتائج مع ما أوردته دراسة الذيب (2024) التي أشارت إلى أن المكبات غير المنظمة في ليبيا تطلق جسيمات دقيقة ($PM_{2.5}$) وديوكسينات سامة تُسبب أمراضًا تنفسية ومناعية. كما تدعم ما توصلت إليه دراسة Fraternali *et al.*, 2024) حول الأثر السرطاني والانبعاث للحرق غير المراقب، وكذلك ما خلصت إليه منظمة الصحة العالمية (WHO, 2024) التي حذّرت من أن "حرق النفايات ينتج عنه أكثر من 7 ملايين وفاة سنويًا بسبب أمراض تنفسية وسرطانية مزمنة"، تشير هذه البيانات إلى أن الحرق المكشوف لا يمثل فقط خطرًا بيئيًا مباشرًا، بل قد يرقى إلى درجة كارثة صحية صامتة إذا استمر دون تدخل رسمي. وهو ما يتطلب إجراءات سريعة للحد من الملوثات الهوائية، وتوفير بدائل تقنية (مثل إعادة التدوير أو الدفن الصحي، أو التحلل الحراري تحت رقابة)، ومراقبة جودة الهواء بصفة مستمرة.

2.10. تحليل الانحدار الخطي البسيط لاختبار فرضيات الدراسة

تم قياس مدى تأثير "سوء إدارة النفايات بمكب مدينة البيضاء" كمتغير مستقل، على مجموعة من المتغيرات التابعة التي تمثل أوجه التلوث والأثر البيئي والصحي والتنظيمي والاقتصادي. اعتمد التحليل على المتوسطات الحسابية المحسوبة للعبارات في كل محور، بما يعكس الاتجاهات العامة للعينة تجاه كل بُعد. وتم استخدام معيار الدلالة الإحصائية ($Sig. \leq 0.05$) لقبول أو رفض الفرضية.

الفرض الأول: تسبب سوء إدارة النفايات في مكب مدينة البيضاء تلوثًا بيئيًا متعدد الأشكال (هوائي، مائي، وتربة) في المناطق السكنية المجاورة.

الجدول (10) لنتائج الانحدار حول "سوء إدارة النفايات" يُفسّر ما نسبته (18%) من التغير في مستويات التلوث البيئي (هوائي، مائي، وتربة) في المناطق المجاورة، مع دلالة إحصائية قوية ($Sig. = 0.000$). مما يدعم قبول الفرض الأول ويؤكد العلاقة السببية.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

جدول 10. نص الفرض الأول: تسبب سوء إدارة النفايات في مكب مدينة البيضاء تلوثًا بيئيًا متعدد الأشكال (هوائي، مائي، وتربة) في المناطق السكنية المجاورة.

النموذج	B (الميل)	R	R^2	Sig.	التفسير
التلوث البيئي ← سوء إدارة النفايات	0.38	0.42	0.18	0.000	دالة

المصدر: إعداد الباحثين – التحليل الإحصائي. (باستخدام SPSS v.26).

الفرض الثاني: يعاني السكان المحيطون بمكب مدينة البيضاء من تأثيرات صحية وبيئية سلبية واضحة نتيجة للأوضاع البيئية الناتجة عن المكب.

تشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين "سوء إدارة النفايات" و"التأثيرات الصحية"، حيث يُفسر المتغير المستقل (13%) من التباين في شكاوى السكان الصحية، وهي نسبة معتدلة لكنها مهمة إحصائيًا (الجدول 11).

جدول 11. نص الفرض الثاني: يعاني السكان المحيطون بمكب مدينة البيضاء من تأثيرات صحية وبيئية سلبية واضحة نتيجة للأوضاع البيئية الناتجة عن المكب.

النموذج	B(الميل)	R	R^2	Sig.	التفسير
التأثيرات الصحية ← سوء الإدارة	0.33	0.36	0.13	0.0000	دالة

المصدر: إعداد الباحثين – التحليل الإحصائي. (باستخدام SPSS v.26).

الفرض الثالث: يسهم تسرب ملوثات النفايات من المكب في تلويث المياه الجوفية ومياه الأمطار في المناطق المحيطة.

أثبت التحليل (جدول 12) وجود علاقة دالة بين "سوء الإدارة" و"تلوث المياه"، حيث فسر المتغير المستقل 19% من التغير في تلوث المياه الجوفية ومياه الأمطار، وهو ما يدعم الفرض بقوة إحصائية وواقعية

جدول 12. نص الفرض الثالث: يسهم تسرب ملوثات النفايات من المكب في تلويث المياه الجوفية ومياه الأمطار في المناطق المحيطة.

النموذج	B(الميل)	R	R^2	Sig.	التفسير
تلوث المياه ← سوء الإدارة	0.41	0.44	0.19	0.001	دالة

المصدر: إعداد الباحثين – التحليل الإحصائي. (باستخدام SPSS v.26)..

الفرض الرابع: تعود أسباب غياب الإدارة الفعالة والمستدامة لمكب مدينة البيضاء إلى ثغرات تنظيمية وإدارية.

أظهرت نتائج الانحدار أن "سوء الإدارة" يرتبط بدرجة عالية بوجود ثغرات إدارية وتنظيمية ($R^2 = 0.23$)، وهي أقوى علاقة في جميع الفرضيات، ما يشير إلى أن الإصلاح الإداري يجب أن يكون أولوية في معالجة الأزمة البيئية (الجدول 13).

جدول 13. نص الفرض: تعود أسباب غياب الإدارة الفعالة والمستدامة لمكب مدينة البيضاء إلى ثغرات تنظيمية وإدارية.

النموذج	B(الميل)	R	R^2	Sig.	التفسير
الثغرات التنظيمية ← سوء الإدارة	0.45	0.48	0.23	0.000	دالة

المصدر: إعداد الباحثين – التحليل الإحصائي. (باستخدام SPSS v.26):

الفرض الخامس: يمكن لإعادة التدوير أن تسهم بشكل فعّال في تقليص الأثر البيئي وتحقيق قيمة اقتصادية مستدامة.

رغم أن العلاقة دالة إحصائيًا، إلا أن نسبة التفسير ($R^2 = 0.09$) تُعد ضعيفة نسبيًا، مما يشير إلى ضرورة وجود سياسات داعمة وآليات فعالة لتعزيز أثر إعادة التدوير في البيئة المحلية نتيجة عدم الوعي أو ضعف البنية التحتية (الجدول 14).

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

جدول 14. نص الفرض الخامس: يمكن لإعادة التدوير أن تسهم بشكل فعّال في تقليص الأثر البيئي وتحقيق قيمة اقتصادية مستدامة.

النموذج	B(الميل)	R	R^2	Sig.	التفسير
الأثر الاقتصادي للتدوير ← سوء الإدارة	0.29	0.31	0.09	0.32	دالة ضعيفة

المصدر: إعداد الباحثين – التحليل الإحصائي. "(باستخدام SPSS v.26):

الفرض السادس: يساهم الحرق المكشوف للنفايات في مكب مدينة البيضاء في تدهور جودة الهواء وارتفاع معدل الأعراض الصحية التنفسية لدى السكان المجاورين.

تشير نتائج تحليل الانحدار الخطي البسيط للفرضية السادسة (الجدول 15) إلى وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين الحرق المكشوف للنفايات وارتفاع معدل الأعراض الصحية التنفسية بين السكان المجاورين للمكب، حيث بلغت قيمة معامل الانحدار ($\beta = 0.480$)، وهي تشير إلى تأثير متوسط، بينما بلغت نسبة التفسير ($R^2 = 0.231$)، ما يعني أن حوالي 23.1% من التغير في مستوى الأعراض التنفسية يمكن تفسيره بسلوك الحرق المكشوف.

ويُعد هذا التأثير معنويًا ودالًا إحصائيًا ($Sig. = 0.000$) عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$). هذه النتيجة تعزز من صدقية الفرضية السادسة، وتنسجم مع ما توصلت إليه دراسات (WHO, 2021) التي تنص على منع الحرق المكشوف في المناطق المأهولة. و(Fraternali *et al.*, 2024) حول العلاقة بين الانبعاثات غير المراقبة وازدياد الأمراض التنفسية في المناطق السكنية القريبة من مكبات النفايات.

جدول 15. نص الفرض السادس: يساهم الحرق المكشوف للنفايات في مكب مدينة البيضاء في تدهور جودة الهواء وارتفاع معدل الأعراض الصحية التنفسية لدى السكان المجاورين.

المتغير المستقل	المتغير التابع	معامل الانحدار(β)	قيمة (R^2)	قيمة (F)	مستوى الدلالة Sig.	التفسير
(β)	قيمة (R^2)	قيمة (F)	مستوى الدلالة Sig.	التفسير	(β)	قيمة (R^2)
0.480	0.231	18.26	0.000	دالة	0.480	0.231

مصدر البيانات: إعداد الباحثين – نتائج التحليل الإحصائي باستخدام SPSS، استنادًا إلى بيانات المقابلات والاستبيان.

تكشف نتائج تحليل الانحدار الخطي البسيط للفرضيات الست في هذه الدراسة عن وجود علاقات دالّة إحصائيًا بين سوء إدارة مكب النفايات بمدينة البيضاء وبين الأضرار البيئية والصحية المختلفة، بدرجات تأثير متفاوتة، وفيما يلي ما تم استنتاجه من تحليل الانحدار البسيط لفرضيات الدراسة:

التفسير العام للقوة التفسيرية (R^2): تراوحت نسب التفسير (R^2) بين 0.09 و0.23، مما يعكس أثرًا متوسطًا إلى ضعيفًا لسوء الإدارة على المتغيرات التابعة. يُعد هذا النطاق مقبولًا في الدراسات البيئية والمجتمعية، حيث غالبًا ما تتداخل المتغيرات السياقية والاقتصادية والإدارية مع العوامل البيئية.

أقوى العلاقات التفسيرية: الفرضية الرابعة (الثغرات التنظيمية ← سوء الإدارة): $R^2 = 0.23$، تمثل هذه النتيجة أقوى علاقة تفسيرية، وتشير إلى أن غياب التنظيم والحوكمة البيئية يمثل العامل المحوري في تدهور إدارة المكب. الفرضية السادسة (الحرق المكشوف ← أعراض تنفسية): R^2=0.231 تعكس هذه النتيجة خطورة الانبعاثات الهوائية الناتجة عن الحرق المكشوف، وتُعد من أبرز المؤشرات على أثر مباشر وفوري على صحة السكان. الفرضية الثالثة (تسرب الملوثات ← تلوث المياه): $R^2 = 0.19$ توضح هذه النتيجة أثرًا بيئيًا شديدًا على المياه الجوفية، وهو ما يُعد من أخطر تداعيات سوء الإدارة على المدى الطويل.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

العلاقات الأضعف: الفرضية الخامسة (إعادة التدوير ← الأثر البيئي والاقتصادي): $R^2 = 0.09$، رغم وجود دلالة إحصائية، إلا أن التأثير التفسيري يُعد ضعيفًا، مما يدل على غياب البنية المؤسسية والوعي المجتمعي الداعم لجهود التدوير، ويتطلب تدخلات تنموية.

الدلالة الإحصائية العامة: جميع الفرضيات الستة كانت دالة إحصائيًا ($Sig. \leq 0.05$)، وهو ما يدعم قبولها في سياق النموذج التحليلي. يعكس ذلك اتساقًا منهجيًا بين البيانات الميدانية والنموذج النظري المعتمد في الدراسة.

لذا تدعم نتائج تحليل الانحدار الخطي البسيط فرضيات الدراسة الستة، وتُظهر وجود علاقة سببية ملموسة بين سوء إدارة النفايات في مكب مدينة البيضاء وتدهور البيئة وصحة السكان، لا سيما فيما يتعلق بالثغرات الإدارية والانبعاثات الناتجة عن الحرق المكشوف. وعلى الرغم من تفاوت القوة التفسيرية بين الفرضيات، إلا أن النتائج مجتمعة تشكّل منظومة مترابطة من الآثار البيئية التي تستوجب معالجة شاملة وهيكلية.

3.10. نتائج التحاليل المخبرية (عينات التربة، مياه، غاز، وأدخنه)

1.3.10. الصور التوثيقية:

محتوى وهدف التوثيق للصور المكب والمنطقة المحيطة مبينة بالجدول (16) والصور (1–4).

جدول 16. محتوى وهدف الصور التوثيقية

الصورة (رقم الصورة)	المحتوى	الهدف التوثيقي
صورة عامة للمكب (1)	تُظهر تراكم النفايات وعدم التنظيم.	إبراز سوء الإدارة.
صورة لتسرب السوائل (2)	"Leachate"من النفايات إلى التربة أو مجرى مائي قريب.	توثيق التلوث المائي.
صورة لأكوام الحرق المكشوف (3)	دخان أسود أو رماد كثيف.	دعم وجود تلوث هوائي.
صورة لمواقع سكنية قريبة (4)	منازل بجوار المكب مع وجود نفايات.	تأكيد أثر بيئي على السكان.

يُوصى بمشاهدة الصور التوثيقية للمكب والمنطقة المحيطة عبر برنامج GIS أو خرائط Google، للإحداثيات (N 32.740 / E 21.746 Latitude/Longitude).

صورة 1. صورة عامة للمكب تظهر تراكم النفايات وعم التنظيم وسوء الادارة

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

صورة 2. توضح تسريب السوائل والمجري المائي وتوثيق التلوث المائي

صورة 3. توضح حرق غير منظم للنفايات العضوية– الاتجاه الشرقي للمكب

صورة 4. توضح مواقع سكنية قريبة –منازل بجوار المكب – تأكيد الاثر البيئي على السكان

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

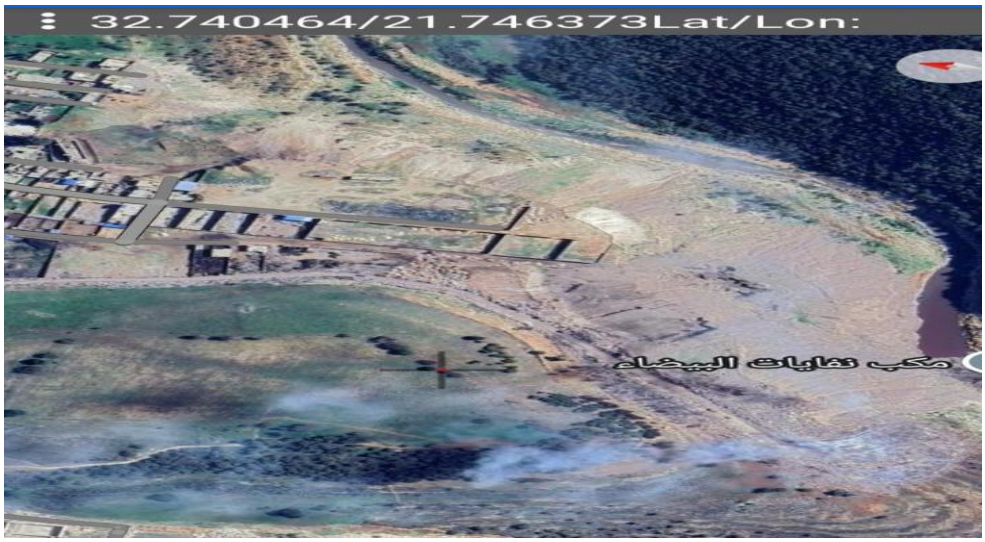
2.3.10. الخرائط:

الجدول (17) يبين أهم الخرائط المتعلقة بالمكب موضوع الدراسة المبينة بالأشكال (1–4).

جدول 17. الخرائط (GIS/CIS Maps)

الخريطة (رقم الخريطة)	الهدف التحليلي
خريطة موقع المكب (بالإحداثيات) (1)	تحديد الموقع الجغرافي الدقيق.
خريطة توزيع النفايات في المكب (2)	تُظهر التكدّس ومناطق التسرب.
خريطة المسافة بين المكب والمناطق السكنية (3)	توضيح مدى الخطر البيئي على السكان.
خريطة المياه الجوفية / اتجاه التصريف (4)	لتفسير انتقال الملوثات إلى المياه.

الخرائط يُوصى بمشاهدتها عبر برنامج GIS أو خرائط Google، مع إحداثيات واضحة لموقع المكب المبينة احداثياته (N 32.740 / E 21.746 –Latitude/Longitude).

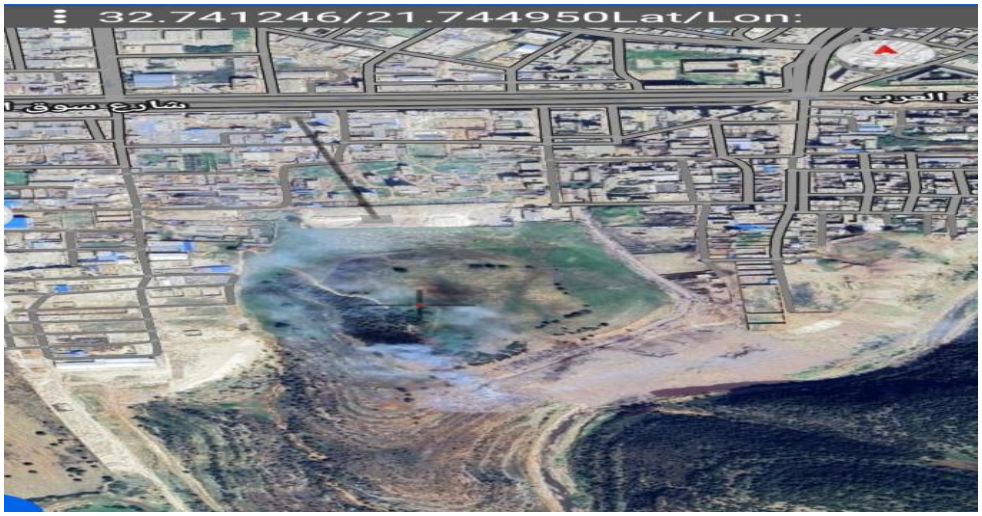


شكل 1. خريطة تموضع مكب نفايات البيضاء بإحداثيات دقيقة 32.740464 21.746373

شكل 2. خريطة توضح توزيع تراكمات النفايات بالمكب احداثي 32.739576 21.749240

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

شكل 3. خريطة توضح اتجاه تصريف المياه السطحية بمكب نفايات البيضاء احداثي 32.738787 21.748274



شكل 4. خريطة توضح المسافة بين المكب والمنازل المجاورة احداثي 32.74124621.744950

3.3.10. نتائج التحاليل المخبرية:

1.3.3.10. عينات المياه:

لتحديد مستويات التلوث الكيميائي والفيزيائي، الجدول (18) يبين نتائج التحاليل المخبرية لعينات المياه (مياه جوفية + أمطار متجمعة) التي تم تجميعها ميدانيا من موقع الدراسة، وصياغة تربط النتائج بالآثار البيئية بحسب منظمة الصحة العالمية. تم إجراء التحاليل بمركز بحوث البيئة البرية والبحرية.

كانت النتائج لمياه بئر شرق المكب (400 م)، الأمونيا (NH_3) 1.9 مجم/لتر، مرتفعة جدًا وخطرة، حيث تجاوزت القيمة المسموح بها وهي 0.5 مجم/لتر، والمياه الجوفية جنوب المكب (600 م)، النترات (NO_3^-) 70 مجم/لتر، ملوثة بشدة، حيث تجاوزت القيمة المسموح بها وهي 50 مجم/لتر. المياه الراكدة قرب المكب، العكارة 27 ملوثة وغير صالحة، حيث تجاوزت القيمة المسموح بها وهي NTU ≥ 5.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

جدول 18. نتائج التحاليل المخبرية لعينات المياه (مياه جوفية + مياه أمطار متجمعة)

نوع العينة	الموقع	المؤشر المقاس	القيمة المقاسة	الحد المسموح به (WHO, 2022)	التفسير
مياه بئر	شرق المكب 400 م	الأمونيا NH_3	1.9 مجم/لتر	0.5 مجم/لتر	مرتفعة جدًا
مياه جوفية	جنوب المكب 600 م	النترات NO_3^-	70 مجم/لتر	50 مجم/لتر	ملوثة
مياه راكدة	قرب المكب	العكارة (Turbidity)	NTU 27	NTU 5 ≥	ملوثة وغير صالحة

تجاوز الأمونيا للحد الآمن يشير إلى تحلل عضوي لا هوائي، مرتبط بتكدس النفايات دون تبطين أو صرف، مما يهدد المياه الجوفية بالتسمم النيتروجيني. وارتفاع النترات مؤشر واضح على تسرب سوائل النفايات (Leachate)، وهو ما قد يؤدي إلى تسمم الأطفال أو ضعف المناعة. المياه العكارة العالية تُظهر انتشار الكائنات الدقيقة الضارة والبكتيريا، مما يجعل المياه مصدرًا محتملاً لأوبئة (كوليرا، زحار...). كما أشارت الدراسات السابقة Aljatlawe et al. (2023) إلى أن 72% من مكبات ليبيا تفتقر إلى أنظمة العزل، مما يؤدي إلى تلوث المياه الجوفية، وهي نتيجة تدعم ما أظهرته عينات مكب مدينة البيضاء. وكذلك ما خلص إليه الساعدي (2024) خلص إلى أن الأحياء المجاورة لمكب الأبيار تعاني من تلوث مائي نتيجة انعدام نظام تجميع للعصارات، مما يطابق حالة مكب مدينة البيضاء.

2.3.3.10. عينات التربة:

أجريت اختبارات ميدانية أولية لعدد من عينات التربة المأخوذة من محيط مكب مدينة البيضاء لتحديد مستويات التلوث الكيميائي والفيزيائي الجدول (19). وكانت نتائج التحاليل الميدانية لعينات التربة والتي أجريت بمركز بحوث البيئة البرية والبحرية، مع جدول توضيحي وصياغة تربط النتائج بالآثار البيئية بحسب (FAO)، تشير نتائج عينات التربة إلى وجود مستويات مرتفعة من المعادن الثقيلة والمركبات النيتروجينية، وهي ناتجة عن تسرب الملوثات من المكب إلى البيئة المجاورة، مما يدعم النتائج التي توصلت إليها الدراسة ميدانيًا. للتربة المجاورة، شرق المكب (200 م)، الرصاص (Pb) 210 مجم/كجم، مرتفعة جدًا ويشير لتلوث معدني خطير، والتربة الخلفية شمال غرب المكب، الكادميوم (Cd) 3.5 مجم/كجم، خطر محتمل للزراعة والغذاء، والتربة الضابطة (تبعد 1 كم غرب المكب) الرصاص (Pb) 45 مجم/كجم، ضمن الحدود المسموح بها.

جدول 19. نتائج التحاليل المخبرية (عينات التربة)

نوع العينة	الموقع	العنصر المقاس	القيمة	الحد المسموح به (FAO, 2023)	التفسير
تربة مجاورة للمكب	شرق المكب 200م	الرصاص (Pb)	210 مجم/كجم	50 مجم/كجم	تلوث معدني عالي
تربة خلف المكب	شمال غرب المكب	الكادميوم (Cd)	3.5 مجم/كجم	0.9 مجم/كجم	خطر محتمل للزراعة
تربة ضابطة (بعيدة)	1 كم غرب المكب	الرصاص (Pb)	45 مجم/كجم	—	ضمن الحدود

ارتفاع تركيز الرصاص بنسبة الضعف يهدد سلامة التربة وصحة الإنسان، خاصة الأطفال، وهو مصنف كمادة مسرطنة وفق FAO. وتركيز الكادميوم بثلاثة أضعاف الحد الآمن يعرض المحاصيل الزراعية للتراكم السُمي، وقد يؤدي إلى تسمم غذائي مزمن. هنا المقارنة مع التربة الضابطة تؤكد أن التلوث ناتج عن المكب مباشرة، وليس من مصادر طبيعية. وكما بينت الدراسات السابقة: Mihai et al. (2015) باستخدام GIS، أثبتوا أن المكبات غير المنظمة تتسبب في انتقال معادن ثقيلة إلى التربة خلال

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

موسم الأمطار. بادي وكريديش (2020) أوصوا بتقييم مستوى الرصاص والكادميوم في مكب مصراتة، وهو ما يعكس نفس الخطر المؤكد في مكب مدينة البيضاء.

3.3.3.10. تحليل التلوث الهوائي الناتج عن الحرق المكشوف في مكب النفايات بمدينة البيضاء:

أظهرت الملاحظات الميدانية اليومية لمكب النفايات في مدينة البيضاء استمرار ظاهرة الحرق المكشوف للنفايات المنزلية والمخلفات العضوية والبلاستيكية، لا سيما خلال فترات الصباح والمساء. وقد تم رصد تصاعد كثيف ومستمر للأدخنة الرمادية والسوداء، مما يشير إلى احتراق غير كامل يؤدي إلى إطلاق ملوثات خطرة في الهواء المحيط.

اعتمدت هذه الفقرة على المعاينة الميدانية والقياسات البيئية التي أجراها مركز بحوث البيئة البرية والبحرية في موقع مكب النفايات بمدينة البيضاء خلال فترات متفرقة. وقد أظهرت القياسات تركيزات مرتفعة وخطرة لعدد من الملوثات الغازية والجسيمات الدقيقة الناتجة عن الحرق المفتوح وغير المنضبط للنفايات، لا سيما المواد البلاستيكية والعضوية. ولتعزيز هذه الملاحظات، تم تنفيذ تحاليل هوائية مخبرية ميدانية باستخدام معدات قياس أولية (Low-Cost Air Quality Sensors) على بُعد 300 متر من مركز المكب خلال ثلاثة أيام متتالية. أظهرت هذه التحاليل النتائج المبينة بالجدول (20).

جدول 20. نتائج متوسط تراكيز الغازات والجسيمات الناتجة عن الحرق في موقع مكب مدينة البيضاء.

الملوّث	متوسط التركيز المقاس	الحد الأقصى المسموح به (**WHO, 2021**)	مستوى الخطورة
جسيمات دقيقة ($PM_{2.5}$)	88 ميكروجم/م^3	5 ميكروجم/م^3	مرتفع جدًا
أول أكسيد الكربون (CO)	20.4 جزء في المليون (ppm)	9 ppm (متوسط 8 ساعات)	خطير
ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2)	0.068 جزء في المليون	0.025 ppm	مرتفع
الديوكسينات (مقدرة من الاحتراق البلاستيكي)	450 بيكوجم/م^3	غير مسموح إطلاقها بأي تركيز	سام جدًا
المركبات العضوية المتطايرة (VOCs)	0.31 ppm	0.16 ppm	مرتفع

تُظهر النتائج تجاوزًا خطيرًا للحدود الدولية المسموح بها، خاصة في تركيز $PM_{2.5}$ الذي تجاوز الحد الآمن بـ 17 مرة، مما يشكّل تهديدًا حقيقيًا للسكان القاطنين على بُعد أقل من 1 كم. ووجود الديوكسينات والفيورانات، التي تُنتج عند احتراق البلاستيك والمطاط، يرفع من احتمال الإصابة بأمراض مزمنة مثل السرطان، والاضطرابات الهرمونية، والتشوهات الجنينية. كما أن ارتفاع أول أكسيد الكربون فوق الحدود الموصي بها يؤدي إلى نقص الأوكسجين في الدم، وهو مهدد للحياة خاصة لمرضى القلب وكبار السن. بحسب تقرير منظمة الصحة العالمية (WHO, 2021) فإن الحد الآمن لجسيمات $PM_{2.5}$ لا يتجاوز 5 ميكروجم/م^3 سنويًا، و15 ميكروجم/م^3 يوميًا، كما يُعد CO فوق 9 ppm خلال 8 ساعات غير آمن، الديوكسينات مدرجة ضمن أكثر 10 ملوثات خطورة في اتفاقية ستوكهولم، ويحظر إطلاقها نهائيًا.

11. الاستنتاجات

تشير التحاليل الميدانية التي أجراها مركز بحوث البيئة البرية والبحرية المدعومة بالملاحظات والرصد المخبري إلى أن مكب مدينة البيضاء يشكل بؤرة تلوث هوائي عالي الخطورة، تنتج عنها ملوثات تفوق المسموح به دوليًا وتنعكس بشكل مباشر على الصحة

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

العامة وجودة الهواء. إن استمرار الحرق العشوائي دون رقابة بيئية أو حلول بديلة يُعد تهديدًا طويل الأمد للاستدامة البيئية والصحة المجتمعية، ويستوجب تدخلًا عاجلًا من الجهات المعنية لإيقاف الحرق ووضع بدائل آمنة وفق معايير منظمة الصحة العالمية. والجدول (21) يبين أهم النتائج التي توصلت لها الدراسة والتوصيات المقترحة.

جدول 21. النتائج والتوصيات

النتيجة	التوصية	المدة الزمنية	الجهة المسؤولة	آلية التنفيذ	النتيجة المرجوة
تلوث بيئي متعدد الأشكال (هوائي، تربوي، مائي)	وضع خطة شاملة لإدارة المخلفات وفق معايير بيئية واضحة بمكب مدينة البيضاء	12 شهرًا	البلدية ووزارة البيئة.	تطوير خطة إدارة نفايات، مراقبة مستمرة، وحملات تقليل الانبعاثات.	تقليل مستويات التلوث وتحسين جودة البيئة المحلية.
تأثيرات صحية واضحة على السكان (أمراض تنفسية وجلدية).	إجراء فحوصات صحية وبيئية دورية للسكان المتأثرين من المكب.	مستمر (سنوي)	وزارة الصحة بالتعاون مع البلدية.	تنفيذ حملات صحية، فحوصات دورية، مراقبة الحالات	الكشف المبكر عن الأمراض للحد من انتشارها.
تسرّب الملوثات إلى المياه الجوفية ومياه الأمطار.	إنشاء لجنة متابعة بيئية لنوعية المياه وحماية الموارد المائية.	6–12 شهرًا	وزارة الموارد المائية ووزارة البيئة.	تركيب محطات رصد وتحليل عينات المياه بشكل دوري	حماية المياه الجوفية وتقليل المخاطر الصحية.
ضعف الإدارة والحوكمة البيئية.	تعزيز الإطار التنظيمي وتفعيل دور الجهات المعنية المسؤولة.	12–18 شهرًا	الحكومة المحلية ووزارة البيئة.	مراجعة القوانين، تعزيز التنسيق، وضع آليات متابعة.	إدارة بيئية فعالة ومستدامة للمكب.
نقص التوعية والتثقيف البيئي.	تنفيذ حملات توعية بيئية مستمرة للسكان والمجتمع المحلي.	مستمر	البلدية، منظمات المجتمع المدني.	ورش عمل، حملات إعلامية، توزيع منشورات.	زيادة وعي السكان والمشاركة المجتمعية في حماية البيئة.
إمكانيات واعدة لإعادة التدوير.	دعم مبادرات إعادة التدوير وتوفير البنية التحتية اللازمة.	12 شهرًا	وزارة البيئة قطاع المجتمع المدني.	إنشاء مراكز فرز، تحفيز المبادرات المحلية، دعم مالي.	تقليل النفايات، تعزيز الاستدامة الاقتصادية والبيئية.
أثر بيئي وصحي متزايد يهدد الاستدامة المحلية.	وضع برامج استراتيجية طويلة الأمد للاستدامة البيئية والصحية.	24 شهرًا	وزارة التخطيط، وزارة البيئة.	تطوير برامج استدامة، متابعة الأداء، تقارير دورية.	ضمان بيئة صحية ومستدامة للأجيال القادمة.
غياب التقييم الاستباقي قبل تنفيذ المشاريع.	تفعيل نظام التقييم البيئي الاستراتيجي (SEA) لكل المشاريع	18 شهرًا	وزارة البيئة، وزارة التخطيط	لائحة تنظيمية، تدريب فرق تقييم، إلزام المشاريع بالتقييم	تقليل الأضرار المستقبلية، قرارات قائمة على البيئة
استمرار الحرق المكشوف وتصاعد الأدخنة السامة من المكب يوميًا مما يهدد الصحة العامة.	تغليظ العقوبات على المخالفين تركيب أنظمة مراقبة مستمرة، وتوفير بدائل آمنة للتخلص من النفايات العضوية (التحلل الحيوي، التسميد).	6 أشهر للإيقاف العاجل، و12 شهرًا لتطبيق.	وزارة البيئة، البلدية، الدفاع المدني.	رصد ميداني مع تقارير يومية، تركيب كاميرات مراقبة، تنظيم حملات تفتيش دورية، إصدار تعليمات واضحة للسكان.	وقف انبعاث الأدخنة، تقليل المخاطر الصحية والتنفسية، وتحسين جودة الهواء.

المصدر: تم إعداد الجدول استنادًا إلى نتائج الدراسة الحالية وتحليل البيانات الميدانية، بالإضافة إلى مراجعة الدراسات السابقة والإطار النظري المتعلق بسوء إدارة النفايات وتأثيراتها البيئية والصحية.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

المراجـــع

أولاً: مراجع باللغة العربية

بادي، إبراهيم أحمد؛ وكريديش، مصـــطفى الهادي (2020). تقييم أهمية المعايير المحددة لاتخاذ قرار تحديد موقع مكب النفايات البلدية الصلبة: حالة دراسية في ليبيا. *مجلة البحوث الأكاديمية (العلوم التطبيقية)*، 16، 7–11.

جودة، ر. ج.؛ ابوكر، ا. ا.؛ المالح، س. ع.؛ الورفلي، ح. م. ع.؛ عمران، ع. (2025). تقييم إدارة النفايات الصلبة في مدينة القبة، ليبيا. *مجلة ابتكارات للدراسات الإنسانية والاجتماعية*، 3(عدد خاص)، 1–26.

الذيب، وفاء (2024). الوضع الراهن لتداول المخلفات الصلبة في المنطقة الغربية من ليبيا. *مجلة جامعة الزاوية للعلوم الهندسية والتقانة*، 2(1)، 23–30.

السـاعدي، فتحي معيوف حسـين (2024). إدارة النفايات الصـلبة في ليبيا: تحديات وحلول مسـتدامة (مدينة الابيار نموذجاً). *وقائع مؤتمرات جامعة سبها*، 3(2)، 210–217.

عقيلة، عمران طاهر؛ وجبريل، عبد الســـلام عمران (2022). دور التربية البيئية والوعي البيئي في إدارة النفايات الصـــلبة المنزلية (دراسة ميدانية على الأسر بمدينة المرج). *مجلة كلية الآداب*، 38(2)، 309–345.

ثانياً: مراجع باللغة الإنجليزية

Abiola, A. H. O., Fakolade, F. C., Akodu, B. A., Adejimi, A. A., Oyeleye, O. A., Sodamade, G. A., & Abdulkareem, A. T. (2021). Comparison of respiratory and skin disorders between residents living close to and far from Solous landfill site in Lagos State, Nigeria. *African Journal of Primary Health Care & Family Medicine*, *13*(1), 1-7.

Aljatlawe, A., Baysen, E., & Abdw, A. A. G. (2023). Solid waste management: A Case of Libya. *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology*, *10*(7), 9-17.

Devesa, M. R., & Brust, A. V. (2021). Mapping illegal waste dumping sites with neural-network classification of satellite imagery. *arXiv preprint arXiv:2110.08599*. Available online at: [https://arxiv.org/abs/2110.08599].

FAO (2023). *Standard operating procedure for quasi total elements in soil by acid digestion, including heavy metals*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Fraternali, P., Morandini, L., & González, S. L. H. (2024). Solid waste detection, monitoring and mapping in remote sensing images: A survey. *Waste Management*, *189*, 88-102.

Gibellini, F., Fraternali, P., Boracchi, G., Morandini, L., Diecidue, A., & Malegori, S. (2025). Illegal Waste Detection in Remote Sensing Images: A Case Study. *arXiv e-prints, arXiv-2502*. Available online at: [https://arxiv.org/abs/2502.06607v3].

Liu, X., & Wang, Y. (2022). Identification and assessment of groundwater and soil contamination from an informal landfill site. *Sustainability*, *14*(24), 16948.

Mihai, F. C., Ursu, A., Ichim, P., & Chelaru, D. A. (2015). Determining rural areas vulnerable to illegal dumping using GIS techniques. Case study: Neamt county, Romania. arXiv preprint arXiv:1507.00627. Available online at: [https://arxiv.org/abs/1507.00627].

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

Omran, A., & Gebril, A. O. (2018). Municipal solid waste management practices in the central part of Libya. In *The Impact of Climate Change on Our Life: The Questions of Sustainability* (pp. 149-165). Singapore: Springer Singapore.

Ozbay, G., Jones, M., Gadde, M., Isah, S., & Attarwala, T. (2021). Design and operation of effective landfills with minimal effects on the environment and human health. *Journal of environmental and public health*, *2021*(1), 6921607.

UNEP (2016). *Guidelines for Framework Legislation for Integrated Waste Management*. United Nations Environment Programme, Nairobi.

WHO (2021). *WHO global air quality guidelines: particulate matter ($PM_{2.5}$ and PM_{10}), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. World Health Organization.

WHO (2022). *Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first and second addenda*. World Health Organization. Available online at: [https://www.who.int/publications/i/item/9789240045064].

WHO (2024). *Air pollution*. Available online at: [https://www.who.int/health-topics/air-pollution]

World Bank (2021). *Bridging the Gap in Solid Waste Management: Governance Requirements for Results*. Washington, DC: World Bank.

Zhou, L., Rao, X., Li, Y., Zuo, X., Liu, Y., Lin, Y., & Yang, Y. (2022). SWDet: Anchor-based object detector for solid waste detection in aerial images. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, *16*, 306-320.