مجلة اكاديمية الجبل للعلوم الاساسية والتطبيقية
Al-Jabal Academy Journal of Pure and Applied Sciences
03 (1): 69-82, 2025
pISSN: 2958-857X; eISSN: 2958-8588
Journal Homepage: https://lajak.edu.ly/journals/index.php/aajpas/index

# Evaluation of the Solid Waste Landfill Management Process in Al- Bayda City and Studying Methods to Rehabilitation it and mitigate its Negative effects

**Gasem A. B. Mohamed[1*], Basit M. S. Ahwerish[2]**
[1]Department of Environmental Engineering, Academy for Postgraduate Studies, Al-Bayda, Libya
[2]College of Natural Resources, Omar Al-Mukhtar University, Al-Bayda, Libya

**Received:** 29 January 2025/ **Accepted:** 26 April 2025
**DOI**: https://doi.org/10.58309/3hj8dg33

**Keywords:**
landfill management - random landfill - landfill evaluation - rehabilitation - Al-Bayda city landfill..

**ABSTRACT:**
The city of Al-Bayda in the Libyan state suffers from the problem of the lack of a safe sanitary landfill for disposing of solid waste, as the current landfill is considered an open landfill that does not comply with environmental specifications and standards, and since the city has witnessed remarkable population and urban growth and the resulting increase in the production of waste that is Dispose of in landfill, the environmental and health risks that accompany it require taking the necessary measures to address this problem and preparing a study to evaluate the process of managing and operating this dump, determine the extent of its suitability, and work to mitigate the environmental impacts resulting from it by rehabilitating it, this is a process that must be carried out according to a specific methodology to help develop the most appropriate options and solutions, technology to reduce its environmental impacts to the maximum extent for this purpose, one of the internationally approved approaches used by the United Nations Environment Program (UNEP) was used to evaluate the risks resulting from waste dumps in developing countries and support the decision to determine the most appropriate options for conducting treatment and rehabilitation, based on the level of risks resulting from the landfill. this tool is known as (INTEGRATED RISK BASED APPROACH), (IRBA) which is a decision- making tool to determine the possibility of rehabilitating and reclaiming waste landfills, in which a group of characteristics is measured so that each characteristic has its own specific weight based on the strength of its impact and the degree of risk it poses, and the total weights distributed are On 27 properties It is 1000, and based on the measurements made for each characteristic, its intensity on the sensitivity index is determined, which ranges between (0 - 1), so that zero represents the lack of intensity of the effect or the absence of the characteristic measured on the sensitivity index, while the correct one represents the maximum intensity on the sensitivity scale, For 27 properties, the final value is The cumulative sum of the results of multiplying the weight of the characteristic by the amount of sensitivity to all studied variables. Based on this sum, the obtained result is evaluated to determine the level of risk resulting from the landfill and suggest the appropriate recommended procedure, through which it became clear that the total sum of the risk index of the (IRBA) methodology in a city landfill the Al-Bayda one was An amount of (602.32) and this value, according to the risk assessment criteria for landfills, indicates the possibility of a high risk and the need to close the landfill even though there are no more landfills in the area. According to the guide issued by the National Solid Waste Management Committee of the Japan International Cooperation Agency regarding the lock Safe waste disposal sites, the rehabilitation and safe closure processes that are compatible with the Al Bayda City landfill include stabilizing critical slopes and slopes, erecting retaining barriers, implementing a final cover for the landfill's surface, implementing rainwater drainage facilities, gas disposal wells, a leachate collection pond, and constructing a fence around the landfill's perimeter, And warning signs there is a guard gate at the main entrance.

*Corresponding author:E-mail addresses: gasemmohamed2025@yahoo.com

Al-Jabal Academy Journal of Pure and Applied Sciences 3 (1): 69-82, 2025

# تقييم عملية إدارة مكب النفايات الصلبة بمدينة البيضاء ودراسة طرق إعادة تأهيله وتخفيف الآثار السلبية الناتجة عنه

قاسم عبد القادر بالقاسم[1]، باسط امبارك سعيد احويريش[2]

1. قسم الهندسة البيئية، اكاديمية الدراسات العليا، البيضاء، ليبيا؛2. كلية الموارد الطبيعية، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا.

**المستخلص:**

عانى سكان مدينة البيضاء بالدولة الليبية من مشكلة عدم توفر مكب صحى آمن للتخلص من المخلفات الصلبة، حيثُ ان المكب الحالي يعتبر مكب مفتوح لا يتطابق مع المواصفات والمعايير البيئية، وبما ان المدينة شهدت نموا سكانياً وعمرانياً ملحوظاً، وما ترتب على ذلك من زيادة في أنتاج النفايات التي يتم التخلص منها في المكب، وما يُصاحبها من اخطار بيئية وصحية، مما يستوجب اتخاذ التدابير اللازمة لمعالجة هذه المُشكلة، واعداد دراسة لتقييم عملية إدارة وتشغيل هذا المكب و تحديد مدى صلاحيتهُ، والعمل على تخفيف الآثار البيئية الناتجة عنهُ بأعاده تأهيله، وهى عملية يجب أن تتم وفق منهجية مُحددة للمُساعدة على وضع أنسب الخيارات والحلول التقنية للتخفيف من آثاره البيئية لأقصى درجة؛ ومن اجل ذلك تم الاستعانة بأحد المناهج المُعتمدة دولياً والمستخدمة من قبل برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) لتقييم المخاطر الناتجة عن مكبات النفايات بالدول النامية، ودعم القرار لتحديد أنسب الخيارات لأجراء المعالجة والتأهيل بناءً على مستوى المخاطر الناتجة عن المكب، وهذه الأداة تعرف باسم(النهج المتكامل القائم على المخاطر) و اختصارا (INTEGRATED RISK BASED APPROACH) (IRBA) وهى عبارة عن أداة لصُنع القرار لتحديد أمكانية أعادة تأهيل واستصلاح مكبات النفايات، وفيها يتم قياس مجموعة من الخصائص بحيث يكون لكل خاصية وزن مُحدد خاص بها بناء على قوة تأثيرها ودرجة الخطورة التي تشكلها، و يكون اجمالي الاوزان الموزعة على 27 خاصية هو 1000، وبناء على القياسات التي يتم اجراؤها لكل خاصية يتحدد مقدار شدتها على مؤشر الحساسية والذى يتراوح بين (0 - 1)، بحيث يُشكل الصفر انعدام شدة التأثير او عدم وجودة للخاصية المُقاسة على مؤشر الحساسية، اما الواحد الصحيح فأنه يشكل الشدة القصوى على مقياس الحساسية، وبالنسبة لعدد 27 خاصية فأن القيمة النهائية هي عبارة عن المجموع التراكمي لنواتج حاصل ضرب وزن الخاصية في مقدار الحساسية لجميع المتغيرات المدروسة، وبناءً على هذا المجموع يتم تقييم النتيجة المتحصل عليها لمعرفة مستوى الخطر الناتج عن المكب واقتراح الاجراء المناسب الموصي به، والتي أتضح من خلالها أن المجموع الكلى لمؤشر المخاطر لمنهجية (IRBA) في مكب مدينة البيضاء كان بمقدار (602.32)، وهذه القيمة وفقا لمعايير تقييم الخطورة للمكبات تشير الى احتمالية وجود خطر مرتفع والحاجة الى أغلاق المكب مع عدم وجود المزيد من المكبات في المنطقة. ووفقاً للدليل الصادر عن اللجنة الوطنية لأداره المُخلفات الصلبة التابعة لوكالة التعاون الدولي اليابانية بخصوص القفل الآمن لمواقع التخلص من النفايات، فأن عمليات التأهيل والقفل الآمن الذي يتوافق مع مكب مدينة البيضاء يتضمن تثبيت المُنحدرات والميول الحرجة، وإقامة الحواجز الساندة، وتنفيذ غطاء نهائي لسطح المكب، وتنفيذ مرافق تصريف مياه الامطار وآبار التخلص من الغازات، وبركة تجميع السائل الراشح، وانشاء سياج على مُحيط المكب، ولوحات تحذيرية، وبوابة حراسة على المدخل الرئيسي.

**الكلمات المفتاحية:**

ادارة المكبات، اعادة التأهيل، المكب العشوائي، تقييم المكبات، مكب مدينة البيضاء.

© 2025 The Author(s). This open access article is distributed under a CC BY-NC 4.0 license.

**المقدمة**:

تعد مشكلة التخلص من النفايات الصلبة واحدة من أبرز التحديات البيئية التي تواجه المجتمعات في العصر الحديث، حيث أنهُ ومع تزايد عدد السكان ووتيرة التنمية الاقتصادية والتي أدت الى زيادة إنتاج النفايات بشكل كبير، مما يتطلب اتخاذ إجراءات فعالة للتخلص منها بطرق صحية وآمنة ومستدامة، وتعد واحدة من أكثر أساليب التخلص من النفايات الصلبة استخدامًا وانتشارا في العديد من الدول النامية هي المكبات المفتوحة .

أن المكبات المفتوحة هي عبارة عن أماكن يتم رمي النفايات الصلبة فيها بطريقة غير منظمة وبدون أي إجراءات تحمي البيئة، حيث تعتمد العمليات التشغيلية بالمكب المفتوح على رمى النفايات في مواقع محددة في الهواء الطلق دون استخدام تقنيات تبطين أو عزل للمواد الضارة، وعادة ما يتم توزيع النفايات في المكب بشكل يتيح لها التعرض للهواء الطلق، مما يؤدي إلى تفاعلات كيميائية وتحلل بيولوجي للنفايات، ويؤدي في النهاية إلى إنتاج غازات سامة ومواد ملوثة تتسبب في تلوث الهواء، والتربة، والمياه الجوفية (مبارك وآخرون،2022).

بالإضافة إلى التأثيرات البيئية، تؤثر المكبات المفتوحة أيضًا على الصحة العامة والمجتمعات المحلية، ويُعتبر التلوث الناتج عن المكبات للمياه الجوفية مصدرًا رئيسيًا للتلوث المائي، مما يؤدي إلى خطر تلوث مصادر المياه والتأثير على صحة السكان المحليين الذين يعتمدون على هذه المياه للاستخدام اليومي؛ كما ان تأثير المكبات المفتوحة على الصحة العامة يمكن أن يكون على شكل زيادة في حالات الأمراض المُعدية والتسمم، والتأثير على جودة الهواء والمخاطر الصحية المرتبطة بها، بالإضافة إلى ذلك، يُعاني السكان المحليون الذين يعيشون بالقرب من المكبات المفتوحة من ظروف حياتية غير صحية وظروف اجتماعية صعبة، بما في ذلك انتشار الروائح الكريهة والحشرات والحيوانات وناقلات الامراض وما يصاحبها من تأثيرات ضارة وعدم الراحة النفسية (بالحسن وآخرون،2019)، لذلك، تشكل عملية تقييم ادارة المكب المفتوح ودراسة طرق اعادة تأهيله وسيلة مهمة للحد من الآثار السلبية التي يُسببها للبيئة وللصحة العامة، وتحديًا هامًا للجهات المسئولة عن عملية ادارة المخلفات الصلبة، وإن الفهم الدقيق للتأثيرات البيئية والاجتماعية للمكبات المفتوحة وتطوير استراتيجيات فعالة للحد من هذه التأثيرات، يُمكن أن يُساهم في تحسين إدارة النفايات الصلبة والحد من التلوث البيئي وتعزيز الصحة العامة في المناطق المتأثرة من وجودها(الياسرى،2015).

**مشكلة الدراسة**:

على الرغم من النمو السكاني المُتزايد بمدينة البيضاء وتوسعها العمراني، فأنهُ لم يتم تطوير الخدمات المُتعلقة بأنشاء مكبات آمنة وصحية تراعى الشروط والمواصفات البيئية لإدارة المخلفات الصلبة، وظلت تعتمد على التخلص غير السليم من النفايات الصلبة عن طريق الألقاء في مكب النفايات المفتوح المتاخم للمدينة من الناحية الجنوبية.

**أهداف الدراسة**:

تهدف هذه الدراسة الى تقييم عملية ادارة وتشغيل مكب النفايات الصلبة بمدينة البيضاء، وتقييم مدى صلاحيتهُ وفق المواصفات والمعايير البيئية، وتحديد أهليته لتغطية الاحتياجات الحالية والمُستقبلية، وكذلك تخفيف وتقليل الآثار السلبية على السكان والبيئة المحيطة بالمكب، بأعداد مُقترحات فنية تتضمن معايير استصلاحه واعادة تأهيله والحد من المخاطر الناتجة عنة .

**أهمية الدراسة** :

تنبع أهمية هذه الدراسة في كونها ستُسهم في تقييم إدارة وتشغيل المكب، والتي تعتبر عملية مهمة لضمان السيطرة على الآثار السلبية الناتجة عنة، وتحسين الوضع البيئي بمنطقة المكب، وكذلك تُسهم في تقديم انسب الحلول والمقترحات التنفيذية للحد من

© 2025 The Author(s). This open access article is distributed under a CC BY-NC 4.0 license.

الآثار الضارة على الصحة والبيئة، والتي حتما ستساعد المسئولين وصانعي القرار للسيطرة على الصعوبات الحالية وتدارك أي مشاكل مستقبلية قبل وقوعها .

**الدراسات السابقة**:

هُناك العديد من الدراسات السابقة التي تطرقت الى موضوع مكبات المُخلفات الصلبة، وتناولتهُ من زوايا مُختلفة من حيثُ الزمان والمكان، والتي منها الدراسات الآتية: دراسة أعادة تأهيل مكبات النفايات الصلبة العشوائية (حالة الدراسة: مكب صافيتا – مُحافظة طرطوس) (العلى،2018)، والذي تمت فيه دراسة حالة مكب صافيتا العشوائي وتم من خلالها اعداد دراسة هندسية بيئية واقتصادية تتضمن معايير ودلائل لعملية الاستصلاح المُقترحة لإعادة تأهيل المكب، حيثُ تم فيها

استخدام الخرائط والمعلومات لمنطقة المكب والتي تم جمعها من البلديات والمديريات ذات الصلة، والتي أجري الباحث من خلالها التحاليل والدراسات الحقلية للتربة في الموقع ودراسة الجدوى الاقتصادية، ثم اقتراح برنامج استصلاح المكب ومن ثم أغلاقه .

ودراسة أُخرى أُجريت عن الآثار البيئية لمكب القمامة بجوار المنطقة الصناعية بمدينة طبرق (بالحسن وآخرون،2019)، حيثُ تناولت الدراسة مشاكل إدارة المخلفات الصلبة، خاصة المُخلفات المنزلية على مستوى المدينة، ثم وضحت الدراسة من خلال استمارة الاستبيان اهم الاضرار والامراض التي يتعرض لها السكان القاطنين بجوار المكب، ومدى الاضرار التي يُلحقها دُخان المكب بالأحياء الواقعة بجواره، وقد توصلت الدراسة الى نتائج وتوصيات هامة ستُسهم في الحد من تفاقُم مشكلة التلوث الناتجة عن المكب.

ودراسة أُخرى بعنوان تقييم ألية إدارة النفايات لمكب الشليونى جنوب شرق مدينة المرج واثرة على السكان (مبارك وآخرون،2022)، حيث ناقشت هذه الدراسة تقييم آليات إدارة النفايات لموقع مكب الشليونى جنوب شرق مدينة المرج وأثرة على السكان، وأيضاً تقييم آليات إدارة النفايات الصلبة ومعرفة الآثار البيئية والصحية الناتجة عن المكب، حيثُ اعتمدت الدراسة على عدة مناهج وأساليب منها المنهج الوصفي التحليلي، والأسلوب الكمي التحليلي، ومنهج مسح العينة، وتم الاعتماد على استمارة الاستبيان والمُقابلات الشخصية للسكان المُقيمين بالقُرب من المكب .

كما أُجريت دراسة أُخرى عن تقييم واقع مكبات النفايات العشوائية في محافظة اللاذقية ودراسة إمكانية إعادة تأهيلها (شاهين وآخرون، 2023)، حيثُ تطرقت الدراسة الى تقييم إمكانية إعادة التأهيل ومستوى المخاطر لمكب البصة، وذلك بالاعتماد على النهج المُتكامل القائم على تحليل المخاطر.

**مكان إجراء الدراسة**:

1- الحد المكاني: يقع مكب النفايات الصلبة بمدينة البيضاء في الناحية الجنوبية للمدينة وبشكل متاخم لها، ويبعد عن مركز المدينة حوالي 2600 م، وعلى ارتفاع يصل الى حوالي 600 م من سطح البحر، ويستقر على سفح جبلي، كما تتراكم النفايات التي يتم إزاحتها من الاعلى وتستقر على المُنحدر الجبلي نزولاً باتجاه الوادي المُجاور للمكب والذي يعتبر أحد تفرعات وادي الكوف، كما هو مواضح بالصورة الجوية المُرفقة شكل رقم (1)، ويقع المكب ضمن منطقة ذات تضاريس جبلية ومجاري أودية ومراعى وغابات.

© 2025 The Author(s). This open access article is distributed under a CC BY-NC 4.0 license.

**شكل رقم (1) يبين صورة جوية لموقع المكب مميزة بدبوس اصفر (باستخدام برنامج Google Earth Pro)**

**المواد وطرق العمل:**

وتنقسم منهجية الدراسة الى قسمين هما:

الجانب النظري: سيتم اعتماد المنهج الوصفي في الجانب النظري من الدراسة، وذلك بمراجعة الكتب والتقارير ووثائق مشاريع المكبات والدراسات السابقة والمقالات العلمية والمخططات والخرائط والتصاميم واللوائح والمواصفات الفنية والتشريعات المتعلقة بموضوع البحث.

الجانب العملي: سيتم استخدام منهج دراسة الحالة لتحقيق الدراسة الميدانية والعملية، من خلال المُلاحظات المباشرة والزيارات والمُعاينات الميدانية والمُشاهدات لموقع المكب، وجمع المعلومات الحقلية، وجمع المعلومات والاطلاع على السجلات والوثائق المتعلقة بالمكب، بالإضافة لاستعراض بعض التقارير والمشاريع حول إدارة وتشغيل المكب والمكبات المماثلة في ليبيا والبلدان النامية.

وكذلك تم الاستعانة في هذه الدراسة بأداة مُستخدمة على نطاق واسع في العديد من الدول والمنظمات الدولية، والتي من أبرزها برنامج الأُمم المتحدة للبيئة (UNEP)، وهذه الأداة هي النهج المُتكامل المبنى على المخاطر(IRBA)، والذى قام بتطويره كوريان عام 2005 م (Kurian, et al. ,2005)، وانتهجته العديد من الدول والمؤسسات في عملية تقييم مكبات النفايات ودعم اتخاذ القرار في عملية أعادة تأهيلها وأغلاقها وتحديد أنسب الطرق للتعامل معها، حيثُ أن هذا الأسلوب يتميز بفاعليتهُ وسهولة تطبيقه، لكونه يأخذ في الاعتبار العديد من العوامل البيئية والاجتماعية والاقتصادية والصحية لبناء القرار السليم، وعلى مدار عشرون عاماً منذُ صدور هذا النهج لايزال يُستخدم حتى الآن بفاعلية كبيرة.

وخلال وقائع مؤتمر ساردينيا 2005، والندوة الدولية العاشرة لإدارة النفايات ومكبات النفايات، في سي – مارغريتا دي بولا –

© 2025 The Author(s). This open access article is distributed under a CC BY-NC 4.0 license.

كالياري– إيطاليا، خلال 3–7 أكتوبر 2005 م، قدم كوريان. ج. س. ايساكو وآخرون، بحثهُم حول أداة صُنع القرار لأعاده تأهيل مكبات النفايات في البلدان النامية.

ويتضمن تصميم هذه الأداة مجموعة من الخصائص (Attributes)، والتي تم أخذها بعين الاعتبار في عملية تحليل المخاطر، وهي عبارة عن 27 خاصية مُصنفة في ثلاث مجموعات، تشمل مجموعة الخصائص الجيولوجية والجغرافية والهيدرولوجية للموقع وتتضمن 20 خاصية، ومجموعة خصائص النفايات وتتضمن 4 خواص، اما بالنسبة لخصائص العُصارة فهي تشمل 3 خواص وكما هو موضح في الجدول رقم (1).

في هذه الأداة يكون لكُل مُتغير (خاصية) وزن مُحدد خاص بها بناء على قوة تأثيرها ودرجة الخطورة التي تشكلها، بحيث يكون اجمالي الاوزان الموزعة على 27 خاصية هو 1000، وبناءً على القياسات التي يتم اجراؤها لكُل خاصية يتحدد مقدار شدتها على مؤشر الحساسية والذى يتراوح بين (0 – 1)، بحيث يُشكل الصفر انعدام شدة التأثير او عدم وجودة للخاصية المُقاسة على مؤشر الحساسية، اما الواحد الصحيح فهو يُشكل الشدة القصوى على مقياس الحساسية، وبالنسبة لعدد 27 خاصية فأن القيمة النهائية هي عبارة عن المجموع التراكمي لنواتج حاصل ضرب وزن المُتغير او الخاصية في مقدار الحساسية (مؤشر الحساسية) لجميع المتغيرات المدروسة، و بناءً على هذا المجموع يتم تقييم النتيجة المُتحصل عليها لمعرفة مستوى الخطر الناتج عن المكب، واقتراح الاجراء المُناسب المُوصي به وذلك وفق الجدول رقم(2).

يتم حساب مؤشر المخاطر(RI) وفق المعادلة الآتية:

$$RI = \sum_{i=1}^{n} Wi \cdot Si$$

حيثُ: Wi: وزن المتغير او الخاصية ويتراوح بين (0 – 1000).

Si: مؤشر الحساسية للمتغير او الخاصية ويتراوح بين (0 – 1).

RI: مؤشر المخاطر ويتراوح بين (0 – 1000).

**– خطوات قياس المُتغيرات (السمات) الواردة في أداة تقييم المخاطر:**

يتم القيام بأعمال مسح الموقع لجمع معلومات مُحددة، مثل تاريخ التشغيل، وأنواع النفايات التي تم التخلص منها، وكمياتها وخصائصها الفيزيائية، وتقييم خصائص مكب النفايات، مثل عُمق وخواص النفايات الصلبة، ودرجة الضغط الذى تعرضت له (الكثافة)، ونوع النفايات داخل الموقع بحيث تشمل العناصر المُشكلة لأداة صنع القرار بناء على تقييم المخاطر، وتم قياس الخصائص الدالة على المخاطر بالاعتماد على البيانات الواردة ضمن الادبيات مثل الكتب والبحوث والمجلات المحكمة، وورش العمل والندوات والمؤتمرات العلمية، والتقارير الصادرة من الهيئات الحكومية حول موضوع البحث، وأيضاً الاعتماد على المواصفات واللوائح والمعايير المرجعية المُتعلقة بتطوير وتأهيل مكبات النفايات، والبيانات التي تم الحصول عليها من خلال المُلاحظة ومُراقبة الأنشطة واجراء المُقابلات والتحقيقات مع مسؤولي المكبات وأعمال النظافة العامة بالبلدية، والمختصين العاملين بمؤسسات الدولة المختصة بحماية البيئة وادارة النفايات الصلبة، وكذلك بأجراء التجارب والقياس المُباشر للخصائص الهندسية والمساحية وذلك حسب كل مُتغير(خاصية).

© 2025 The Author(s). This open access article is distributed under a CC BY-NC 4.0 license.

**الجدول رقم (1) يوضح وزن المتغيرات وحساسيتها وفق لمؤشر تقييم المخاطر (Kurian, et al. ,2005)**

| ر.م | المتغير (الخاصية) | وزن المتغير (الخاصية) | مؤشر الحساسية | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.25−0.0 | 0.50−0.25 | 0.75−0.50 | 1.0−0.75 |
| معايير خاصة بالموقع | | | | | | |
| .1 | المسافة بين المكب وأقرب مصدر للمياه بالمتر (م) | 69 | 5000 < | 5000− 2500 | 2500−1000 | 1000 > |
| .2 | عمق النفايات بالمتر (م) . | 64 | 3 > | 10 − 3 | 20 − 10 | 20 < |
| .3 | مساحة المكب بالهكتار . | 61 | 5 > | 10 − 5 | 20 − 10 | 20 < |
| .4 | عمق المياه الجوفية بالمتر (م) . | 54 | 20 < | 20 − 10 | 10 − 3 | 3 > |
| .5 | نفاذية التربة (6- ^10×1) سم/ الثانية. | 54 | 0.1 > | 1.0 − 0.1 | 10.0 − 1.0 | 10 < |
| .6 | جودة المياه الجوفية. | 50 | ليست مصدر قلق | قابلة للشرب | قابلة للشرب اذا لم يوجد بدائل | غير قابلة للشرب |
| .7 | المسافة الى البيئات الحرجة مثل الأراضي الرطبة والغابات المحمية بالكيلومتر (كم) . | 46 | 25 < | 25 − 10 | 10 − 5 | 5 > |
| .8 | المسافة الى أقرب مطار بالكيلومتر(كم). | 46 | 20 < | 20 − 10 | 10 − 5 | 5 > |
| .9 | المسافة بين المكب وجسم اقرب مسطح مائي بالمتر (م) . | 41 | 8000 < | 8000 −1500 | 1500 − 500 | 500 > |
| .10 | نوع التربة (نسبة الطين) %. | 41 | 50 < | 50 − 30 | 30 − 15 | 15 − 0 |
| .11 | عمر الموقع للاستخدام المستقبلي (بالسنوات). | 36 | 5 > | 10 − 5 | 20 − 10 | 20 < |
| .12 | نوع النفايات (النفايات الخطرة% / لنفايات الصلبة%). | 30 | 100% نفايات بلدية صلبة | 75% نفايات بلدية صلبة + 25% نفايات خطرة | 50% نفايات بلدية صلبة + 50% نفايات خطرة | 50 < % نفايات خطرة |
| .13 | اجمالي كمية النفايات في الموقع (بالطن). | 30 | 10^4> | 5^10− 4^10 | 6^10− 5^10 | 6^10< |
| .14 | كمية النفايات التي يتم التخلص منها (طن/ اليوم). | 24 | 250 > | 500 − 250 | 1000 − 500 | 1000 < |
| .15 | المسافة الى اقرب قرية في اتجاه الرياح السائدة (م) | 21 | 1000 < | 1000 − 600 | 600 − 300 | 300> |
| .16 | قابلية الفيضان (فترة الفيضان بالسنوات). | 16 | 100 < | 100 − 30 | 30 − 10 | 10> |
| .17 | هطول الأمطار السنوي في الموقع (سم/سنة). | 11 | 25> | 125−25 | 250−125 | 250 < |
| .18 | البعد عن المدينة بالكيلومتر (كم). | 7 | 20 < | 20 − 10 | 10 − 5 | 5 > |
| .19 | القبول العام. | 7 | عدم وجود مخاوف | قبول أعادة التأهيل | قبول الاغلاق | قبول الاغلاق وإعادة التأهيل |
| .20 | جودة الهواء المحيط (نسبة غاز الميثان بالهواء) CH4%. | 3 | 0.01> | 0.05−0.01 | 0.1- 0.05 | 0.1 < |
| معايير خاصة بخصائص النفايات في المكب | | | | | | |
| .21 | محتوى النفايات الخطرة % | 71 | 10 > | 20 − 10 | 30 − 20 | 30< |
| .22 | الجزء القابل للتحلل من النفايات في الموقع(%) | 66 | 10 > | 30 − 10 | 60 − 30 | 100 − 60 |
| .23 | عمر النفايات بالمكب (بالسنوات). | 58 | 30 < | 30 − 20 | 20 − 10 | 10 > |
| .24 | رطوبة النفايات في الموقع (٪). | 26 | 10 > | 20 − 10 | 40 − 20 | 40 < |
| معايير خاصة بالمادة الراشحة (العصارة) | | | | | | |
| .25 | BOD مللي جرام / لتر. | 36 | 30 > | 60 − 30 | 100 − 60 | 100 < |
| .26 | COD مللي جرام / لتر. | 19 | 250 > | 350 − 250 | 500 − 350 | 500 < |
| .27 | TDS مللي جرام / لتر. | 13 | 2100 > | 3000−2100 | 4000−3000 | 4000 < |

© 2025 The Author(s). This open access article is distributed under a CC BY-NC 4.0 license.

**جدول رقم (2) معايير تقييم الخطورة للمكبات على أساس مؤشر الخطر المحتمل (Kurian, et al. ,2005)**

| مؤشر المخاطر ( RI ) وهو المجموع التراكمي لحاصل ضرب أوزان المتغيرات في حساسيتها | تقييم المخـاطر ( تقييم درجـة المخـاطر الناتجة عن المكب) | الإجراءات الموصي بها |
|---|---|---|
| 1000 – 750 | عالي جدا | اغلاق المكب مع عدم وجود المزيد من المكبات في المنطقة واتخاذ الإجراءات العلاجية للتخفيف من الآثار البيئية. |
| 749 – 600 | عالي | اغلاق المكب مع عدم وجود المزيد من المكبات في المنطقة ، والعلاج والتأهيل يكون اختياري . |
| 599 – 450 | متوسط | إعادة التأهيل الفوري للمكب وتحويلة الى مكب نفايات مستدام . |
| 449 – 300 | منخفض | ترقية وتطوير المكب (إعادة تأهيل المكب وتحويلة الى مكب نفايات مستدام على مراحل). |
| 300 > | منخفض جدا | الموقع ملائم ويصلح كمكب نفايات في المستقبل . |

**النتائج:**

نتائج أداة اتخاذ القرار المبنية على أساس النهج المُتكامل لتقييم المخاطر (IRBA):

أن تقييم صفات وخواص مكب النفايات بمدينة البيضاء وما يقابلها من مؤشرات، والمُوضحة في الجدول رقم (3)، والتي يتضح من خلالها أن المجموع الكلى لمؤشـــر المخاطر لمنهجية (IRBA) كان بمقدار (602.32)، وهو عبارة عن الناتج النهائي للمجموع التراكمي لوزن الخاصية مضروباً في مؤشر الحساسية وفق القياس المُتعلق بكل خاصية، وهذه القيمة وفقاً للجدول رقم (2) والذي يُبين معايير تقييم الخطورة للمكبات على أســاس مؤشــر الخطر المُحتمل، حيث تشــير هذه القيمة الى احتمالية وجود خطر مُرتفع والحاجة الى أغلاق المكب مع عدم وجود المزيد من المكبات في المنطقة وفق المعايير الموضــحة بالجدول المذكور. حيثُ يتضــح من خلال عملية التقييم وجود قصور في العمليات التشغيلية بمكب نفايات البيضاء، يترتب عليها تبعات فنية واقتصادية وبيئية كبيرة عند الرغبة بالقيام بأعمال المعالجة وأعاده التأهيل واغلاق المكب، نتيجة تراكم النفايات التي تم ازاحتها نزولاً الى مجرى الوادي، حيث لجأت الجهة المسئولة عن تشغيل المكب لذلك من اجل خلق حل سهل و رخيص وسريع لغرض توسيع منطقة تفريغ ورمى القمامة على حســـاب البيئة المجاورة، وهذا بدورة خلق مشـــكلة فنية كبيرة، وهذه المشـــكلة الفنية تمثلت في رفع تكاليف تأهيل واســتصـــلاح المكب لغرض إغلاقه، عوضـــاً عن المشـــاكل البيئية الأُخرى والتي قد تؤدى الى آثار بيئية وخيمة على المدى البعيد، حيثُ أن التصـــرفات الحالية تُســـاعد بشـــكل كبير على سُـــرعة انتقال المُلوثات الناتجة عن النفايات وتســـربها للوســـط البيئي المُحيط بالمكب، وبالأخص للملوثات التي لديها خصـــائص التراكُم الحيوي مثل المعادن الثقيلة والملوثات التي لديها خصـــائص مُســـرطنة (الياسـرى،2015)؛ ان دفع النفايات وجعلها تتراكم وتتجمع نزولاً على المُنحدرات الى أسـفل الوادي أدى الى تشـكيل كتلة هائلة من النفايات، وهذا بدورة يؤدى الى مُشـكلتين رئيسـيتين؛ أولها هي أن تلك الكمية الضـخمة المُتراكمة على مُنحدر الوادي والذي يتميز بميولة الشديد سوف تُعاني من مشاكل عدم الثبات وعدم الاستقرار ومخاطر حدوث الانهيارات، مما يُلقى أعباءُه على عملية أعادة التأهيل، وثانيها ان تلك النفايات يحدُث بها تفاعُلات كيميائية مُختلفة وتحلُل بيولوجي، مما يؤدى الى تكوين العديد من المُلوثات والمواد الســـامة والتي في وضـــعها الحالي يكون من الســـهل عليها الانتقال بواســـطة جريان المياه الســـطحية في موســـم الأمطار والفيضـانات، وهبوطها بفعل قوى الجاذبية الأرضـية الى مجرى الوادي، وكذلك نزول السـائل الراشـح (العُصـارة) الى مجرى الوادي، حيثُ تتلاقى وتختلط مع مياه الصرف الصحي القادمة من منطقة الغريقة لتشكل بُحيرة من السوائل الملوثة التي تتدفق عبر الوادي، والشكل رقم (2) يوضح تشكل بُحيرة من السوائل المُلوثة لخليط من العُصارة ومياه الصرف الصحي.

© 2025 The Author(s). This open access article is distributed under a CC BY-NC 4.0 license.

الجدول رقم (3) يوضح نتائج قياس المتغيرات وحساسيتها لمكب نفايات البيضاء

| ر.س | المتغير (الخاصية) | وزن المتغير (الخاصية) | قياس الخاصية | مؤشر الحساسية | النتيجة |
|---|---|---|---|---|---|
| معايير خاصة بالموقع | | | | | |
| .1 | المسافة بين المكب وأقرب مصدر للمياه بالمتر (م) | 69 | 600 م | 0.85 | 58.65 |
| .2 | عمق النفايات بالمتر (م) . | 64 | 6.2 م | 0.40 | 25.60 |
| .3 | مساحة المكب بالهكتار . | 61 | 7.11 هكتار | 0.36 | 21.96 |
| .4 | عمق المياه الجوفية بالمتر (م) . | 54 | 600 م | 0.00 | 0.00 |
| .5 | نفاذية التربة (6- ^10×1) سم/ الثانية. | 54 | 12.76×10 ^-6 سم/ ث | 1.00 | 54.00 |
| .6 | جودة المياه الجوفية | 50 | قابلة للشرب | 0.35 | 17.50 |
| .7 | المسافة الى البيئات الحرجة مثل الأراضي الرطبة والغابات المحمية بالكيلومتر (كم) . | 46 | صفر (كم) | 1.00 | 46.00 |
| .8 | المسافة الى أقرب مطار بالكيلومتر(كم). | 46 | 17.82 كم | 0.31 | 14.26 |
| .9 | المسافة بين المكب وجسم اقرب مسطح مائي بالمتر (م). | 41 | صفر (كم) | 1.00 | 41.00 |
| .10 | نوع التربة (نسبة الطين) %. | 41 | 12.7 % | 0.80 | 32.80 |
| .11 | عمر الموقع للاستخدام المستقبلي (بالسنوات). | 36 | (5- 10) سنوات | 0.50 | 18.00 |
| .12 | نوع النفايات (النفايات الخطرة% / لنفايات الصلبة%). | 30 | MSW %75 + HW %25 | 0.50 | 15.00 |
| .13 | اجمالي كمية النفايات في الموقع (بالطن). | 30 | 198369 طن | 0.78 | 23.40 |
| .14 | كمية النفايات التي يتم التخلص منها (طن / اليوم). | 24 | 300 طن / اليوم | 0.30 | 7.20 |
| .15 | المسافة الى اقرب قرية في اتجاه الرياح السائدة بالمتر(م) . | 21 | 1000 م | 0.25 | 5.25 |
| .16 | قابلية الفيضان (فترة الفيضان بالسنوات). | 16 | 10 سنوات | 0.75 | 12.00 |
| .17 | هطول الأمطار السنوي في الموقع (سم/سنة). | 11 | 51.8 سم / السنة | 0.32 | 3.52 |
| .18 | البعد عن المدينة بالكيلومتر (كم). | 7 | 0.25 كم | 1.00 | 7.00 |
| .19 | القبول العام | 7 | اغلاق المكب مع أعادة تأهيله | 1.00 | 7.00 |
| .20 | جودة الهواء المحيط (نسبة غاز الميثان بالهواء) CH4%. | 3 | 0.02 | 0.35 | 1.05 |
| معايير خاصة بخصائص النفايات في المكب | | | | | |
| .21 | محتوى النفايات الخطرة % | 71 | 21 % | 0.53 | 37.63 |
| .22 | الجزء القابل للتحلل من النفايات في الموقع(%) | 66 | 68 % | 0.80 | 52.80 |
| .23 | عمر النفايات بالمكب (بالسنوات). | 58 | 64 سنة | 0.25 | 14.50 |
| .24 | رطوبة النفايات في الموقع (٪) | 26 | 36% | 0.70 | 18.20 |
| معايير خاصة بالمادة الراشحة ( العصارة) | | | | | |
| .25 | BOD مللي جرام / لتر | 36 | 450 مجم / لتر | 1.00 | 36.00 |
| .26 | COD مللي جرام / لتر | 19 | 3260 مجم/ لتر | 1.00 | 19.00 |
| .27 | TDS مللي جرام / لتر | 13 | 9740.6 مجم / لتر | 1.00 | 13.00 |
| المجموع | | | | | 602.32 |

© 2025 The Author(s). This open access article is distributed under a CC BY-NC 4.0 license.

**شكل رقم (2) يوضح تشكل بحيرة من السوائل الملوثة لخليط من العصارة ومياه الصرف الصحي**

**– مُناقشة النتائج ومقترحات أعادة التأهيل:**

من خلال النتائج المُتحصـــل عليها من دراســـة عملية تقييم مكب النفايات بمدينة البيضـــاء، وفق النهج المتكامل القائم على المخاطر (IRBA)، وذلك من خلال الجدول رقم (4)، الذي يوضـح نتائج قياس المُتغيرات وحسـاسـيتها، حيثُ يتضـح من خلالهُ ان هناك بعض الخصـائص المقاسـة لها درجة حسـاسـية عالية، وبالتالي فأن درجة تأثيرها يكون شـديد، مما يدل على مقدار الخطورة العالي لتلك الخصـائص، والتي يجب إيلائها عناية خاصـة عند تصـميم عمليات أعادة التأهيل والقفل الآمن، وبالتالي سـتكون من أولويات بنود عمليات أعادة التأهيل للمكب، بحيث تُراعى الخصـائص الأكثر تأثيرا من خلال عملية الاسـتصـلاح والتأهيل، و لتقليل وخفض المخاطر لأقصى درجة وأقل تكلفة ممكنة، ومن اجل تنفيذ ذلك الغرض تم أجراء عملية تحليل لتلك النتائج و كما يلي:

**اولاً:** – الخصـائص ذات التأثير من الشـديد الى الأقصـى درجة على مؤشـر المخاطر والتي كانت حساسـيتها بقيمة بين (0.95 – 1.0): وهذا يعنى أن شدتها كانت من (95% –100%) وهي:

1– نفاذية الأرض المُكونة لقاعدة المكب: حيثُ اتضـح من خلال الدراسة أن خاصـية النفاذية للتكوينات الجيولوجية لأرضـية المكب عالية، مما يؤدى لوجود تهديد كبير لاحتمالية تسـرُب المُلوثات للمياه الجوفية، وللاحتياط من هذه المشـكلة يجب اتخاذ الإجراءات التالية:

. تنفيذ آبار مُراقبة في مُحيط منطقة المكب لمُراقبة المياه الجوفية، وذلك من خلال أخذ عينات من مياه تلك الآبار بشـــكل دوري، للتأكُد من سـلامة خزان المياه الجوفية في المنطقة وضـمان عدم وصـول الملوثات إلية، ومن أجل ذلك يقترح تنفيذ وحفر عدد (3) آبار مراقبة على عمق (600) م كحد أدنى، وذلك وفقاً لأعماق المياه الجوفية الخاصة بالمنطقة (العلى،2018).

ونظراً لكون المكب مردوم بالنفايات بمتوسط ارتفاع يصل الى (6.2) م، وحيثُ انهُ من الصعب التعامُل مع مكبات النفايات المُمتلئة والتي لا يُمكن الوصـول الى أرضـيتها من أجل عمليات التبطين، فأن البديل يكون بالتركيز على الغطاء العلوي لمنع تسـرب مياه الامطار الى كتلة النفايات المطمورة، والتحكم في مياه السـيول والمياه السـطحية وتصـريفها بعيدا عن كتلة النفايات، وكذلك تجميع السائل الراشح (العُصارة) من كُتلة النفايات (شاهين وآخرون، 2023).

© 2025 The Author(s). This open access article is distributed under a CC BY-NC 4.0 license.

2- المســـافة الى البيئات الحرجة: حيثُ يقع المكب بمنطقة بيئات حرجة تتمثل في الغابات، مما يؤدى الى تدهور الغطاء النباتي في منطقة المكب، بسبب التلوث الناتج عنهُ، ولأن المنطقة المُتاخمة للمكب هي عبارة عن وادي، ويُمثل مجرى مائي رئيسي لوادي الكوف، ونظراً لاستغلاله في إزاحة النفايات إلية، مما يُهدد بمخاطر بيئية كبيرة من احتمالية تسرُب السائل الراشح(العُصارة) الهابط بفعل الجاذبية الى مجرى الوادي عبر احد الصـــدوع او الفوالق واختلاطها بالمياه الجوفية، ولاســـتدراك ذلك يُقترح تنفيذ الحواجز اللوحية المعدنية(Sheet pile) (Kumar,2021)، في منطقة الحزام السـفلى للوادي والملاصـقة للحافة الجبلية حتى تصـل الى طبقة صـخرية غير مُنفذة للمياه، مع عمل قناة بجوار الحافة الجبلية في أسـفل الوادي يمدد خلالها مواسـير مُثقبة من مادة البولي ايثيلين عالي الكثافة(HDPE) (JICA(b),2010)، وتُردم بطبقة تصـريف من الحصـى متوسط التدرج تعمل كمُرشـح لتصـفية وتمرير السائل الراشح للأنابيب، وضمان عدم انسدادها بالشوائب، وذلك لضمان عدم تسرب العُصارة خلال مجرى الوادي (أبوالعجين،2011).

3- المسافة بين المكب وسطح أقرب جسم مائي: والذي يتمثل بمجرى الوادي المُلاصق للمكب، والذي يجمع وينقل المياه السطحية خلال موسم الامطار، والمُعالجة هُنا هي نفسها التي تم توضيحها في الفقرة السابقة.

4- البُعد عن المدينة: نظراً لكون المكب مُلاصـق للمدينة، فأن ذلك يرفع مُعدل المخاطر القادمة من المكب وتأثيرها على السـكان المُجاورين، ولعل من أهم تلك المخاطر هو الدخان والانبعاثات الســـامة الناتجة عن احتراق النفايات بالمكب، والتي تُغطى المدينة في أوقات كثيرة من السـنة، وان هذه الانبعاثات مُسـتمرة حتى في فصـل الشـتاء، مما يجعلها مصـدر خطر نتيجة للآثار الصـحية السلبية المصاحبة لها، ومن اجل تخفيف تلك الآثار يُقترح اجراء عمليات تأهيل تتمثل بتغطية سطح النفايات بطبقات عازلة، ونظراً لكون اغلب النفايات مُوجودة على منطقة مُنحدرة باتجاه الوادي، فأن الأمر يتطلب اســـتخدام طُرق وتقنيات مُبتكرة لتغطية النفايات وتثبيت المنحدرات، مثل استخدام الشبك المعدني والخرسانة المقذوفة وغيرها من التقنيات (Reddy & Basha,2014).

5- مدى القبول العام للمكب: ومن خلال النتائج يتضـح أن الرأي العام يؤيد عملية قفل المكب بعد اجراء عملية أعادة تأهيله، وهذا يعكس الشعور بوجود تهديد على الصحة العامة وتأثر الملكيات الخاصة بمُحيط المكب.

6- المعايير الخاصة بالسائل الراشح (العُصارة) :حيثُ تبين ارتفاع مُعدلات كلاً من (BOD) و (COD) و (TDS) ، ووصُلها الى القيمة القصـوى على مقياس المخاطر، مما يدُل على ارتفاع نسـبة الملوثات بالسـائل الراشـح الناتج عن النفايات، ومن أجل ذلك يقترح بالإضـافة الى طريقة جمع العصـارة المذكورة في الفقرة السـابقة رقم (2)، ان يتم بناء خزان تجميع للسـائل الراشـح بالمنطقة السفلية للمكب وان يتم معالجتها او إعادة ضـخها وتدويرها ضـمن كتلة النفايات لتعزيز رطوبتها خاصـة في الفترات الجافة من أجل تحسين عمليات التحلل البيولوجي للنفايات (Johannsson,1999).

**ثانيا:** - الخصـائص ذات التأثير من العالي الى الشـديد، على مؤشـر المخاطر والتي كانت حساسـيتها بقيمة تتراوح بين (0.75 – 0.95)، وهذا يعنى أن شدتها كانت من (75% - 95%)، وهي تمثل الخصائص التالية بالترتيب:

1 - المسافة بين المكب وأقرب مصـدر للمياه: ونظرا لأن أقرب مصـدر مياه للشـرب يقع على مسـافة قريبة نسـبيا من المكب، مما يجعلهُ تحت طائلة تأثيراته، لذلك يجب أجراء اختبارات مُنتظمة على ذلك المصـــدر، للتأكد من عدم تلوثه، وذلك بالإضـــافة الى الأجراء المذكور سابقا بخصوص حفر آبار مراقبة.

2 - نوع التربة الأساسية(النسبة المئوية للطين%): ونظراً لكون الطين من المواد ضـعيفة النفاذية، ويُعتبر وجودهُ جيد كمادة عازلة ضـد تسـرب الملوثات عبر المياه التي ترشـح الى المكونات الجوفية، وأن افتقار المكب لتربة عميقة ذات قوام طيني مرتفع يعمل كطبقة حماية بأرضـية المكب ضـد التسـرب، ونظراً الى أن نسـبة الطين بسـيطة في تكوين تربة المكب (12.7%) فأن أخذ

© 2025 The Author(s). This open access article is distributed under a CC BY-NC 4.0 license.

الاحتياطات اللازمة لمنع حدوث أي تسـرب جوفي للملوثات يكون ضـروري عند أعادة تأهيل المكب، ونظراً لكون المكب مُمتلئ بالنفايات ولا يُمكن تنفيذ عمليات تبطين لقاعدتهُ من الناحية العملية، فأن الحل يتركز على السـيطرة على عملية تجميع السـائل الراشح وتغطية سطح النفايات بطبقات تعزلها عن الأمطار والبيئة الخارجية، وذلك لتقليل اكبر قدر مُمكن من تكون السائل الراشح (العُصـارة)، ومنع تسـرب المياه داخل كتلة النفايات والتي تُعتبر العامل الأسـاسـي لحمل الملوثات ونقلها للأوسـاط البيئية المُختلفة (JICA(a) ,2010).

3- أجمالي كمية النفايات في الموقع بالطن: حيثُ تُشير شدة هذه الخاصية الى أن الكميات المُتراكمة من النفايات أصبحت كبيرة جداً، وما ترتب على ذلك من مُمارسـات خاطئة تمثلت بإزاحة تلك الكميات الى الوادي المُجاور، وكذلك حرق النفايات في الموقع كمحاولة لترميدها وتخفيض حجمها، مما أدى لارتفاع تلوث الهواء وارتفاع تركيز الجسـيمات الضـارة بالجو، وكذلك تكون الرماد المحتوى على الملوثات مثل المعادن الثقيلة (العلى،2018)، ومن اجل ذلك فأن الحل يكمن في عملية أعادة التأهيل للحد من تلك التأثيرات ومن ثم قفل الموقع بشكل آمن بيئيا.

4 – قابلية الفيضان (فترة الفيضان بالسنوات): نظراً لوقوع جزء كبير من كُتلة النفايات على منحدر جبلي نزولا الى مجرى الوادي، والذى سيؤدى الى حمل النفايات والملوثات بالمياه المُتدفقة الى مسافات طويلة عند جريان الوادي او خلال الفيضانات، مما يُسبب في تلوث كل ما هو في طريقة، ومن أجل ذلك يُقترح في عملية أعادة التأهيل أن يتم توسـيع مجرى الوادي في الجزء المُحاذي للمكب من اسفل الوادي، بحيث يتم استخدام جُزء لتنفيذ سدة ركامية تمتد على طول الخط المُحاذي للمكب لحجز ومنع النفايات من الدخول لمجرى الوادي والحيول دون انجرافها مع المياه والسيول المتدفقة خلال موسم الأمطار.

5- المُكونات العضـوية (الجزء القابل للتحلل من النفايات): وتتمثل خطورته في كونه يشـكل بيئة جيدة لتكاثر الحشـرات والقوارض وناقلات الامراض، وكذلك نمو الجراثيم والميكروبات، وايضـاً يُستغل من قبل الحيوانات السائبة مما يشكل مصـدر لنقل الأمراض، مما يتوجب السـيطرة على تلك المشـكلة بوضـع برنامج أعادة تأهيل يتضـمن احدى تقنيات المُعالجة البيولوجية الهوائية (شـاهين وآخرون، 2023).

**الاستنتاجات**:

أن الممارسات التشغيلية الخاطئة بمكب النفايات الصلبة بمدينة البيضاء، ترفع من درجة الصعوبة و التعقيد التي تحتاجها عمليات إعادة التأهيل وتجعل تكلفتها باهضه، ومن المعلوم ان المشاكل التشغيلية للمكبات تؤدى الى صعوبة في عملية اغلاقها بشكل آمن، وان ذلك يعكس الارتباط الوثيق بين مدى صحة وسلامة عمليات تشغيل وأداره المكبات ومدى نجاح عمليات تأهيلها وقفلها بشكل آمن، بل أن الأمر لا يقل أهمية حتى في حالة اختيار مواقع ملائمة وصـالحة كمكبات ومطابقة للمعايير البيئية ومصـممة بشـكل هندسي سليم، حيث لن يُكتب لها النجاح إلا إذا تم أدارتها وتشغيلها بشكل سليم وفق المواصفات والمعايير البيئية، ومن المعروف ان جُزء كبير من عمليات أنشـاء وتنفيذ المكبات هي عمليات أداريه وتشـغيلية تتم خلال العمر الزمنى للمكب، من خلال عمليات مُتعددة تشـمل طرح وفرد النفايات في طبقات ورصـها وتغطيتها، وحفر الخنادق والخلايا وتمديد مواسـير تجميع العُصـارة وتركيب شـبكة التخلُص من الغازات وغيرها من العمليات اللازمة في انشـاء المكبات؛ أن مُراجعة العمليات التشـغيلية وكيفية أدارة المكب وتوضيح الوضع الراهن لتلك العمليات، يُساعد بشكل كبير في عملية اتخاذ القرار ويضع أساس سليم لتصميم عمليات أعادة التأهيل والقفل الآمن للمكب والتخفيف من الآثار البيئية والصحية الناتجة عنه.

© 2025 The Author(s). This open access article is distributed under a CC BY-NC 4.0 license.

**التوصيات**:

1 .ضرورة توفير موقع بديل للتخلص من النفايات البلدية الصلبة وبشكل عاجل، ويجب ان يتم اختياره من قبل لجان مُتخصصة، مع مُراعاة المعايير والتشريعات البيئية الخاصة باختيار مواقع المكبات.

2 .ضرورة أغلاق المكب الحالي لما يشكلهُ من تهديدات مُحتملة على البيئة والصحة العامة.

3 .ضرورة تحسين العمليات التشغيلية الحالية للمكب الى حين توفر الموقع البديل والشروع في عمليات قفل الموقع الحالي .

4 .يُمكن الاســـتفادة من الموقع الحالي بعد عمليات أعادة تأهيله، في تحويلة الى محطة وســـطية لترحيل النفايات وتوفير تكاليف يمكن ان تتحملها البلدية في شراء الأرض.

5 .يجب تنفيذ آبار مُراقبة للتأكد من عدم تسرب المواد الملوثة الناتجة عن المكب الى خزانات المياه الجوفية.

6 .عمليات التأهيل والقفل الآمن لمكب مدينة البيضـــاء يجب ان تتضـــمن تثبيت المنحدرات، والميول الحرجة، وإقامة الحواجز الساندة، وتنفيذ غطاء نهائي لسطح المكب، وتنفيذ مرافق تصريف مياه الامطار، وآبار التخلص من الغازات، وبركة تجميع السائل الراشح، وانشاء سياج على مُحيط المكب، ولوحات تحذيرية وبوابة حراسة على المدخل الرئيسي.

**المراجع**:


أبو العجين، رامي عبد الحي.2011. تقييم إدارة النفايات الصلبة في محافظة دير البلح. رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا. الجامعة الإسلامية غزة. فلسطين.

العلي، سناء أحمد .2018. إعادة تأهيل مكبات النفايات الصلبة العشوائية (حالة الدراسة: مكب صافيتا - محافظة طرطوس). رسالة ماجستير. قسم هندسة النظم البيئية. جامعة تشرين. اللاذقية - سوريا.

الياسري، كفاية حسن .2015. موقع الطمر في الصياحية وأثره على المناطق المجاورة. مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية / جامعة بابل. العدد (21): 456 - 467.

بالحسن، عادل إبريك؛ أبو حليقة، عبد العزيز عبد الحكيم وصالح، علي المبروك .2019. الآثار البيئية لمكب القمامة بجوار المنطقة الصناعية بمدينة طبرق - دراسة بيئية. مجلة أبحاث. العدد (13):313 - 348.

شاهين، هيثم؛ خلوف، نسرين وحلوم، علا. 2023. تقييم واقع مكبات النفايات العشوائية في محافظة اللاذقية ودراسة إمكانية إعادة تأهيلها. مجلة جامعة تشرين. 45 (4): 355 - 373.

مبارك، عبد المنعم موسى؛ لشهب، سعد رجب والعمروني، ناصر علي .2022. تقييم آلية إدارة النفايات لمكب الشليوني جنوب شرق مدينة المرج وأثره على السكان. مجلة جامعة السلام الدولية. العدد (13): 167-184.

JICA(a) (Japan International Cooperation Agency).2010. Guidebook for Safe Closure of Disposal Sites. National Solid Waste Management Commission (NSWMC). JAPAN.

JICA (b( )Japan International Cooperation Agency(.2010. Technical Guidebook on Solid Waste Disposal Design.Operation and Management. National Solid Waste Management Commission (NSWMC). JAPAN.

Johannsson, Lars Mikkel. 1999.Guidance Note on Leachate Management for Municipal Solid Waste Landfills. THE WORLD BANK. Washington D. C. USA.

Kumar, Manoj (2021). A practical Approach to Design of Sheet Pile Wall Structures. Indian. New Delhi. Notion Press.


© 2025 The Author(s). This open access article is distributed under a CC BY-NC 4.0 license.

Kurian, S Esakku ; Nagendran, R & Visvanathan, C.2005. A decision-Making Tool for Dumpsite Rehabilitation in Developing Countries. Sardinia 2005 Tenth International Waste Management & Landfill Symposium. S Margherit di pula, Caligari. Italy. 3-7 October 2005.

Reddy, Krishna R & Basha, B Munwar. 2014.Slope Stability of waste Dumps and Landfills: state-of- the Art and Future challenges. Proceeding of Indian Geotechnical Conference IGC-2014, December 18- 20 / 2014.Karinada. India.

© 2025 The Author(s). This open access article is distributed under a CC BY-NC 4.0 license.