Environmental Monitoring of a Sanitary Landfill Project of Municipal Solid Waste for a Cluster of Villages in Lattakia

Dr. Kinan A. Ibrahim*

(Received 18 / 9 / 2024. Accepted 19 / 11 / 2024)

□ ABSTRACT □

Environmental monitoring is one of the most important tools for integrated management of municipal solid waste landfill sites. It allows the prediction of environmental impacts resulting from the operation of landfill sites according to environmental standards. Safe disposal of municipal solid waste is one of the most important challenges facing modern societies, especially since the amount of solid waste generated daily is increasing as a result of increasing population growth and high rates of solid waste production per capita. There is a number of methods commonly used to dispose of municipal solid waste, and their economic costs which vary depending on the method used and environmental requirements and conditions. The unregulated disposal of municipal solid waste leads to many environmental and health risks, including air, soil, surface and groundwater pollution, as well as multiple economic and social problems. This study aims to describe the systematic method for establishing a sanitary landfill for solid municipal waste generated by a cluster of villages in Lattakia with a population of approximately 25 thousand people. The study reviews the description of a sanitary landfill project for solid municipal waste in Al-Bahlouliya site. It also reviews an important part of the environmental impact assessment process for projects, which are related to identifying environmental indicators and developing a program and action plan for environmental monitoring to establish and operate a systematic sanitary landfill for solid municipal waste, taking into account the post-closure phase and subsequent use purposes.

Keywords: Municipal solid waste, sanitary landfill, filtration, leachate, environmental impact assessment, environmental monitoring, groundwater pollution, municipal solid waste management.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* **Assistant Professor, Department of Environmental Systems Engineering Higher Institute for Environmental Research, Tishreen University, Lattakia, Syria. E-mail:kinan.ibrahim@tishreen.edu.sy**

المراقبة البيئية لمشروع مطمر صحي للنفايات البلدية الصلبة لتجمع قرى في محافظة اللاذقية

د. قينان عبد الكريم ابراهيم*

(تاريخ الإيداع 18 / 9 / 2024. قُبِل للنشر في 19/ 11 / 2024)

□ ملخّص □

تعتبر المراقبة البيئية من أهم أدوات الإدارة المتكاملة لمواقع مكبات النفايات البلدية الصلبة إذ تتيح التنبؤ بالتاثيرات البيئية الناجمة عن تشغيل تلك المكبات أو مواقع الطمر الصحي وفق المعايير البيئية المعتمدة. فالتخلص الآمن من النفايات البلدية الصلبة يعتبر من أهم التحديات التي تواجهها المجتمعات الحديثة، خاصةً، وأن كمية النفايات المتولدة يومياً آخذة في التزايد نتيجة النمو السكاني المتزايد وارتفاع معدل إنتاج الفرد من النفايات البلدية الصلبة. هناك عدد من الأساليب المتبعة عادة للتخلص من النفايات البلدية الصلبة، تختلف تكاليفها الاقتصادية تبعاً للطريقة المستخدمة والمتطلبات والاشتراطات البيئية. يؤدي التخلص غير المنظم للنفايات البلدية الصلبة في مواقع المكبات العشوائية إلى مخاطر بيئية وصحية كثيرة منها تلوث الهواء، تلوث الترب تلوث المياه السطحية والجوفية بالإضافة إلى مشاكل اقتصادية واجتماعية متعددة. يمكن إنشاء موقع المطمر الصحي للنفايات البلدية الصلبة في أي موقع ذي طبوغرافية معينة بتصميم ومخططات ومواصفات تتوافق مع طبيعته مما يجعل كل مطمر يختلف عن الآخر. يهدف هذا البحث إلى وصف الطريقة النظامية لإنشاء مطمر صحي للنفايات البلدية الصلبة المتولدة عن تجمع من القرى في محافظة اللاذقية يبلغ تعداد سكانها حوالي 25 ألف نسمة. يستعرض هذا البحث توصيف مشروع المطمر الصحي للنفايات البلدية الصلبة في موقع البهلولية. كما يستعرض جزءاً هاماً من عملية تقييم الأثر البيئي للمشاريع والتي تتعلق بتحديد المؤشرات البيئية ووضع برنامج وخطة عمل للمراقبة البيئية لإنشاء وتشغيل مطمر صحي نظامي للنفايات البلدية الصلبة، مع الأخذ بعين الاعتبار مرحلة ما بعد الإغلاق، وأغراض الاستخدام اللاحق.

الكلمات المفتاحية: المراقبة البيئية، إدارة النفايات البلدية الصلبة، مكبات النفايات العشوائية، مطمر صحي، رشاحة المكبات، تقييم الأثر البيئي، المراقبة البيئية، تلوث المياه الجوفية، تلوث الترب، تلوث المياه السطحية.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

* **مدرس- قسم هندسة النظم البيئية- المعهد العالي لبحوث البيئة- جامعة تشرين – اللاذقية- سورية.**
kinan.ibrahim@tishreen.edu.sy

مقدمة:

تتعدد أساليب التخلص من النفايات البلدية الصلبة، وتختلف تكاليفها الاقتصادية تبعاً للطريقة المستخدمة والمتطلبات البيئية، وقد أثبتت العديد من الدراسات العلمية والتجارب الميدانية أنه من أنسب الطرائق للتخلص من النفايات من الناحية الاقتصادية والبيئية هو أسلوب الطمر الصحي [1، 2]. يعتبر هذا الأسلوب من المراحل الأخيرة والهامة من سلسلة مراحل معالجة النفايات حيث يتم وضع النفايات في مواقع الطمر بصورة مستديمة [3]. يحقق تطبيق التعليمات والإرشادات المتعلقة بالمطامر الصحية بشكل كبير جملة من الأهداف الرئيسة، لعل من أبرزها ما يلي:

- أسلوب التخلص من النفايات في البلديات باعتماد طريقة الطمر الصحي كأنسب طريقة لذلك.
- اختيار المواقع الملائمة لمطامر النفايات قرب المدن والقرى بما يساهم في تحسين مظهر هذه المدن وانسياب الحركة المرورية في جميع الأوقات.
- الأخذ بمبدأ التخطيط وإعداد قاعدة بيانات وجمع المعلومات للاستفادة منها في اختيار الموقع المناسب وتصميمه وتحديد أسلوب تشغيله.
- القضاء على ظاهرة تعدد المطامر وحصرها في مواقع مناسبة للحد من تشويه وخسارة المزيد من الأراضي.
- زيادة الفرص الاستثمارية عن طريق الاستفادة من مكونات النفايات المتوفرة في الموقع الواحد.
- رفع كفاءة التشغيل والصيانة في مواقع الطمر الصحي بما يساهم في تنظيم وإدارة وتشغيل هذه المواقع.
- تحقيق المتطلبات البيئية في المدن والقرى بما يحد من تلوث الهواء والماء والتربة.
- تهيئة وتدريب الكوادر الفنية اللازمة للعمل في مجال إدارة وتشغيل مواقع الطمر الصحي.

يمكن إنشاء المطمر الصحي للنفايات في أي موقع ذي طبوغرافية معينة بتصميم ومخططات ومواصفات تتوافق مع طبيعته مما يجعل كل مطمر يختلف عن الآخر. ولابد من الإشارة هنا، إلى أن عمليات اختيار موقع الطمر ووضع التصاميم اللازمة له وتشغيله وإغلاقه عمليات مترابطة تعتمد كل منها على الأخرى. فطبيعة الموقع الذي يتم اختياره تحدد متطلبات تصميمه، وتصميمه يحدد خطة وعمليات تشغيله، التي بدورها، تحدد خطة إغلاقه، بالإضافة إلى نظام المراقبة الفعال خلال فترة تشغيل المطمر وبعد إغلاقه [4، 5]. تشير المراقبة البيئية لموقع المطمر الصحي إلى العملية الأساسية المتمثلة في مراقبة وتقييم الظروف البيئية لمكب النفايات، بما في ذلك الانبعاثات والتلوث وتدابير السلامة، لضمان التشغيل السليم وتقليل التأثيرات السلبية على التربة والمياه والهواء [6].

أهمية البحث وأهدافه:

من الأهمية بمكان تطبيق الأسس العلمية للتخلص من النفايات البلدية الصلبة التي يتزايد إنتاجها في القطر نتيجة الجهود التنموية المستمرة وارتفاع معدل الزيادة السكانية ومعدل إنتاج الفرد من النفايات، مما يجعل التخلص منها بطريق بيئية سليمة أمراً بالغ الأهمية. وتعتبر طريقة الطمر الصحي للنفايات من أفضل الطرائق بيئياً واقتصادياً للتخلص من النفايات البلدية الصلبة في القطر ولا غنى عنها حتى في حالة استخدام البدائل الأخرى المتاحة للمعالجة والتخلص من النفايات كالحرق الآلي واسترجاع المواد وإعادة استخدامها، حيث أن لجميع هذه البدائل مخلفات لا بد من دفنها.

يهدف البحث إلى:

1- اختيار موقع الطمر، وتصميم المطمر الصحي وفق المعايير المحددة والمعتمدة.

2- تصميم برنامج مراقبة يواكب تطور المطمر في مراحل الإنشاء، التشغيل، والإغلاق بما يضمن تحقيق المتطلبات البيئية، مع مراعاة أغراض الاستخدام اللاحق.

1- وصف المشروع

يهدف المشروع إلى إنشاء مطمر صحي آمن بيئياً لقرى البهلولية – فدرة – الزوبار على جزء من العقار رقم /46/ من منطقة الكركيت العقارية قرب البهلولية.

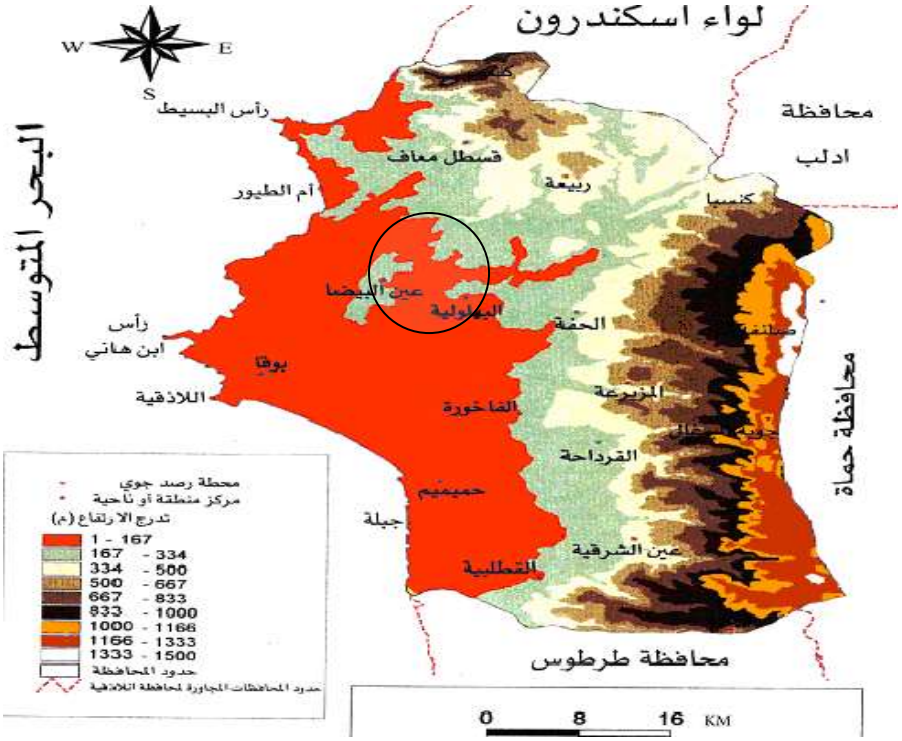
تقع البهلولية على بعد /20/ كم إلى الشمال الشرقي من مدينة اللاذقية على يسار طريق عام اللاذقية – حلب، بالإضافة إلى فدرة – الحميدة – الصليب – الرفيعة – الكركيت – خربة سترك – المشيمشة – القرامة – شير الخراب – وبيت الشيخ ديب. يبلغ عدد السكان الإجمالي للمنطقة المدروسة بحدود /25/ ألف نسمة.

تشكل المنطقة جزءاً من الخارطة الجيولوجية لرقعة اللاذقية من مقياس (1/50,000)، وتقع في الطرف الجنوبي الشرقي منها إلى جنوب وجنوب شرق بحيرة 16 تشرين بمساحة حوالي 30 كم^2، وتمتد بين الإحداثيات التالية وفقاً لعلاقة تربيع لامبير:

س : من $35^\circ\ 36'\ 35''$ إلى $35^\circ\ 00'\ 00''\ 36^\circ$

ع : من $35^\circ\ 36'\ 10''$ إلى $35^\circ\ 39'\ 23''\ 35^\circ$

يتم من خلال هذا المشروع جمع النفايات البلدية الصلبة من قرى البهلولية – فدرة – الزوبار، والتي تقدر بحدود 13 طن/يوم ، ونقلها إلى المطمر الرئيس في الموقع المشار إليه أعلاه. حيث يبين الشكل (1) موقع منطقة البهلولية في محافظة اللاذقية [7].



الشكل (1) موقع قرية البهلولية من محافظة اللاذقية

2- وصف البيئة المحيطة

تتميز أراضي المنطقة بوجود تضاريس منخفضة الارتفاع تتجلى بسلسلتين من التلال، إحداها في الشمال على امتداد الضفة الجنوبية لبحيرة 16 تشرين، حيث يبلغ ارتفاع أعلى قمة فيه 309 م عند رويسة الشيخ أحمد (غرب شير الخراب). تنحدر هذه التلال بشدة باتجاه البحيرة، ويكون انحدارها لطيفاً على امتداد سفوحها الجنوبية الشرقية. تبلغ أدنى ارتفاع لها عند مجرى ساقية الجلية (70 م تقريباً). يعود الارتفاع اللطيف مجدداً على شكل سلسلة ثانية من التلال يمتد محورها من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي. يبلغ أقصى ارتفاع فيها حوالي 270 م عند مزرعة الحمق. يتواجد في المنطقة مجموعة لا بأس بها من الأودية الموسمية والسواقي. تقسم بشكل عام من حيث الاتجاه إلى مجموعتين:

المجموعة الأولى: تتجه من الشمال الشرقي باتجاه الجنوب الغربي من أهمها: ساقية الجلية، ساقية التوتة، ساقية البهلولية، ساقية البرك. تجتمع هذه الأودية وتصب في النهر الكبير الشمالي في جزئه الذي يلي السد.

المجموعة الثانية: وهي أقل أهمية تتجه من الجنوب إلى الشمال لتصب في البحيرة مباشرةً، ومن أهمها وادي البرج، ساقية عين الباشا، ساقية عين الشير.

تشكل نسبة الغطاء النباتي الطبيعي حوالي 25% من مساحة المنطقة، وينتشر بشكل خاص في الأجزاء الشمالية، حيث تنمو وبكثافة الأشجار الحراجية، منها السنديان والبلوط والصنوبر. تنتشر في المناطق الأقل ارتفاعاً زراعة الحمضيات وأشجار الزيتون وبعض المزروعات الموسمية والخضراوات في السهول الضيقة عموماً. يسيطر على المنطقة مناخ البحر المتوسط حيث يتميز مناخها بصيف حار ورطب و شتاء ماطر ودافئ. يوضح الجدول (1) أهم الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة.

جدول (1) أهم الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة

الخصائص المناخية الأساسية	متوسط الهطول السنوي 880 مم / سنة	
	متوسط درجة الحرارة الجافة 19.7 درجة مئوية	
	متوسط سرعة الرياح السائدة	
	شتاءً (شرقية وشمالية شرقية) 27 م / ثا	صيفاً (جنوبية وجنوبية غربية) 3 م / ثا

يمكن تحديد أماكن الطمر الصحي للمخلفات الصلبة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) بفاعلية مع مراعاة جميع العوامل البيئية والاجتماعية والاقتصادية من خلال القيام بالخطوات التالية [8]:

جمع البيانات وإعداد قاعدة البيانات الجغرافية

- جمع البيانات المكانية والوصفية اللازمة من مصادرها المختلفة، مثل الصور الفضائية وخرائط الأساس.
- تصميم قاعدة بيانات جغرافية (Geodatabase) تتضمن طبقات (Feature Classes) للعناصر الأساسية مثل شبكة الطرق وحدود المنطقة.
- إدخال البيانات المكانية والوصفية في برنامج نظم المعلومات الجغرافية مثل (ArcMap)، وتحويلها من الصيغة الشبكية (Raster) إلى الصيغة الاتجاهية (Vector).

تحليل البيانات وإنشاء الخرائط الموضوعية

- تطبيق قواعد التصحيح المكاني (Topology) على الشبكة للتحقق من سلامة رسم شبكة الطرق.

- إنشاء خرائط موضوعية لشبكة الطرق ومتغيراتها الأخرى.
- تحديد المركز الهندسي (Geometric Centroid) للأحياء السكنية أو المناطق المدروسة.

تحليل الملاءمة المكانية

- تحديد المعايير الأساسية لاختيار موقع الطمر الصحي، مثل البعد عن المناطق السكنية والطبيعة الطبوغرافية والمائية للموقع.
- استخدام أدوات التحليل المكاني في GIS مثل:
  - تحليل النطاق (Buffer) لتحديد المسافات المناسبة من المناطق الحساسة.
  - التراكب (Overlay) لدمج طبقات المعايير المختلفة.
- تطبيق نموذج تخصيص الموقع (Location-Allocation) لتحديد أفضل المواقع المحتملة.

تقييم المواقع المحتملة

- إيجاد نطاق خدمة المواقع المحتملة (Finding Service Area) باستخدام مسافات محددة (مثل 500م، 1000م، 2000م).
- تحليل الموقع الأقرب (Finding The Closest Facility) بالنسبة للمناطق المخدومة.
- تقييم درجة ميل أرض الموقع وتحديد المواقع التي تحتاج إلى تعديلات هندسية.

إعداد التقارير والخرائط النهائية

- إعداد خارطة تفصيلية للموقع المختار توضح الإجراءات والأعمال اللازمة لتجهيز الأرض.
- تقدير عمر موقع الطمر بناءً على المساحات المتاحة والمتوقع استخدامها.
- إعداد تقرير نهائي يتضمن نتائج التحليل والتوصيات بشأن الموقع الأنسب للطمر الصحي.

كما ويمكن استخدام طريقة التحليل الهرمي لاتخاذ القرار (AHP) في تحديد أفضل موقع للطمر الصحي من خلال تطبيق الخطوات التالية [9].

تحديد المعايير والبدائل

- تحديد المعايير الرئيسة لاختيار الموقع، مثل:
  - البعد عن المناطق السكنية.
  - الطبوغرافيا والجيولوجيا.
  - البعد عن مصادر المياه السطحية والجوفية.
  - سهولة الوصول.
  - تاريخ استخدام الأراضي والاستخدامات المستقبلية لها.
- تحديد المواقع البديلة المحتملة للطمر الصحي.

بناء التسلسل الهرمي

- وضع الهدف الرئيس (اختيار أفضل موقع للطمر الصحي) في أعلى التسلسل.
- وضع المعايير الرئيسة في المستوى الثاني.
- وضع المعايير الفرعية (إن وجدت) في المستوى الثالث.
- وضع البدائل (المواقع المحتملة) في أسفل التسلسل.

إجراء المقارنات الثنائية

- مقارنة المعايير الرئيسة مع بعضها البعض لتحديد أهميتها النسبية.
- مقارنة البدائل (المواقع) مع بعضها البعض بالنسبة لكل معيار.
- استخدام مقياس Saaty (1–9) لتقييم الأهمية النسبية.

حساب الأوزان النسبية

- حساب الأوزان النسبية للمعايير باستخدام مصفوفة المقارنات.
- حساب الأوزان النسبية للبدائل بالنسبة لكل معيار.

تجميع النتائج وتحديد أفضل بديل

- حساب النتيجة النهائية لكل بديل عن طريق ضرب وزن كل معيار في وزن البديل بالنسبة لذلك المعيار.
- جمع النتائج لكل بديل للحصول على التقييم النهائي.
- ترتيب البدائل حسب النتيجة النهائية واختيار البديل ذو أعلى تقييم.

التحقق من اتساق النتائج

- حساب نسبة الاتساق (Consistency Ratio) للتأكد من منطقية المقارنات.
- إذا كانت نسبة الاتساق أقل من 0.1، تعتبر النتائج مقبولة.
- مراجعة وتحليل النتائج.
- مراجعة النتائج النهائية مع الخبراء والمعنيين.
- إجراء تحليل الحساسية لفهم تأثير تغيير الأوزان على النتائج النهائية.

باستخدام هذه الطريقة، يمكن اتخاذ قرار موضوعي ومنهجي لاختيار أفضل موقع للطمر الصحي، مع الأخذ بعين الاعتبار جميع المعايير الهامة وتقييمها بشكل منظم.

بعد ذلك، يمكننا أن ندمج نتائج الـ GIS و AHP على الشكل التالي:

- تطبيق الأوزان الناتجة من AHP على طبقات الـ (GIS).
- إنتاج خريطة ملاءمة نهائية تحدد المواقع الأكثر مناسبة للطمر الصحي.
- تقييم المواقع المقترحة وترتيبها حسب درجة ملاءمتها.

التحقق الميداني والتقييم النهائي

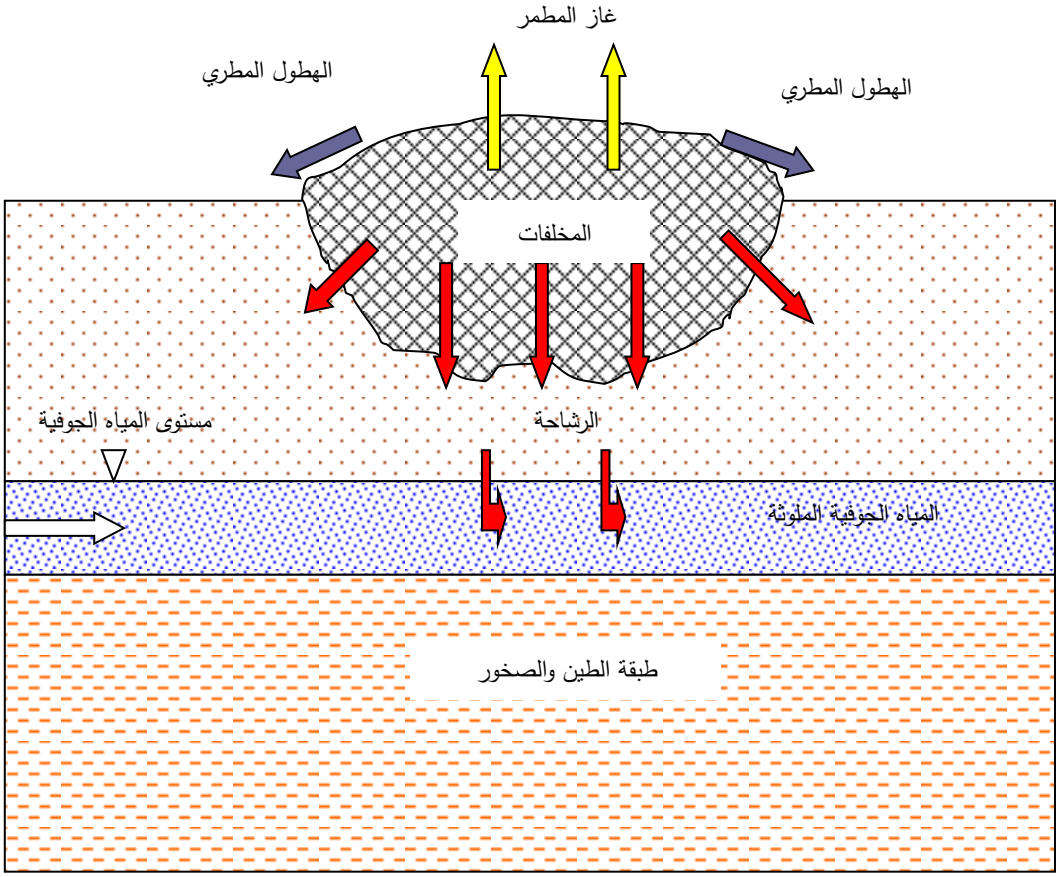
- إجراء زيارات ميدانية للمواقع المرشحة للتأكد من ملاءمتها.
- دراسة الآثار البيئية والاجتماعية للمواقع المختارة.
- اتخاذ القرار النهائي بشأن الموقع الأنسب للطمر الصحي.

يمكن، باتباع هذه الخطوات، تحديد أفضل مواقع الطمر الصحي للمخلفات الصلبة بطريقة علمية ودقيقة، مع مراعاة جميع العوامل البيئية والاجتماعية والاقتصادية ذات الصلة.

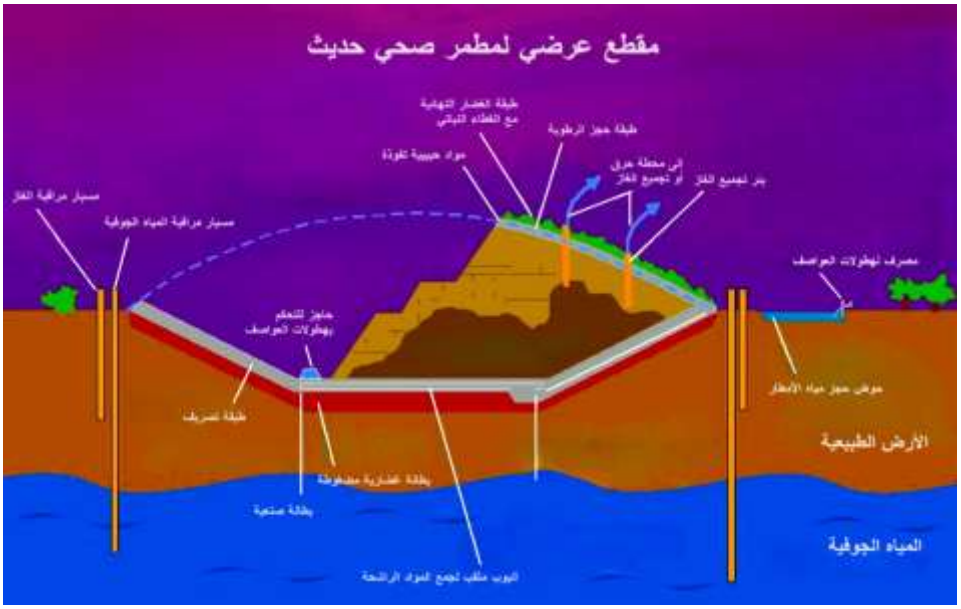
3- أسس تصميم موقع الطمر الصحي للنفايات

يوجد طريقتان لطمر النفايات البلدية الصلبة [10]. الطريقة التقليدية القديمة، والتي تسمح بتسرب الرشاحة إلى مستودع المياه الجوفية الشكل رقم (2)، والطريقة الحديثة النظامية للطمر الصحي المراقب المجهز بطبقات عزل وتغطية، وأنظمة جمع الرشاحة وغاز الميتان الشكل رقم (3). أما المعلومات الأساسية المطلوبة لتصميم مطامر النفايات فهي

موضحة في الجدول رقم (2). بينما يوضح الجدول رقم (3) العوامل التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار عند تخطيط منطقة المطمر.



الشكل (2) نظام الطمر التقليدي الذي يسمح بتسرب الرشاحة



الشكل (3) مقطع عرضي لمطمر صحي نظامي ومراقب

جدول رقم (2) قاعدة المعلومات لتصميم موقع الطمر الصحي للنفايات البلدية الصلبة [3]

نوع المعلومة	التفاصيل المطلوبة
مخططات أساسية	حدود الموقع
	طبوغرافية الموقع
	المياه السطحية
	المرافق
	الطرق
	المباني
	استخدامات الأرض
جيولوجية / هيدرولوجية	التربة (عمقها، نوعها)
	الطبقة الصخرية القاعدية (عمقها)
	المياه الجوفية (عمقها)
المناخ	كمية الأمطار
	درجة التبخر
	درجة الحرارة
	الرياح
تدفق النفايات	أنواعها
	كمياتها

جدول رقم (3) عوامل تصميم منطقة المطمر الصحي للنفايات البلدية الصلبة [11]

البند	عوامل التصميم
طريقة الطمر	الطمر بعد حفر الموقع
	الطمر على سطح الأرض (دون حفر الموقع)
أبعاد التصميم	عمق الحفر، حجمه، موقعه
	حجم الخلية الواحدة
	شكل الخلية
	سمك طبقة التغطية اليومية
	سمك طبقة التغطية النهائية
السمات التشغيلية	استخدام تربة التغطية
	المعدات
	مراقبو الموقع

4- المراقبة البيئية للمشروع

تمثل المراقبة جزءاً أساسياً من عملية تقييم الأثر البيئي [12]، وبما أن هدف عملية التقييم هو ضمانة فهم وقبول عواقب أي عمل تنموي خلال مدة إنشائه ودورة حياته كلها، فلا بد أن يكون لعملية التقييم آلية لضبط تصميم المشروع وإنشائه وتشغيله. وهكذا، فإن المراقبة تنقل عملية تقييم الأثر البيئي من وثيقة تصدر مرة واحدة قبل المشروع إلى تقييم مستمر لآثار المشروع [13].

فالمراقبة: نشاط يجري للحصول على معلومات محددة حول خصائص المؤشرات البيئية والاجتماعية وعملها في الزمان والمكان، وهذا يتضمن قياس وتسجيل المؤشرات الفيزيائية والجيولوجية والحيوية والكيميائية والاجتماعية والاقتصادية ذات الصلة بآثار المشروع.

هدف المراقبة: هو التحري فيما إذا كان التغيير يصيب متغيراً بعينه وتقدير حجم التغيير. كما أن تحديد سبب التغير ومعرفة فيما إذا كان ناجماً عن المشروع يعتبر جزءاً أساسياً من عملية المراقبة. للمراقبة أهمية خاصة عندما تكون التأثيرات المحتملة كبيرة أو غير مؤكدة، كذلك عندما تكون إجراءات تخفيف الأثر البيئي غير مجربة وغير مضمونة.

4- 1- أنواع المراقبة

هناك العديد من أنواع المراقبة:

- مراقبة آثار المشروع.
- مراقبة التزام المشروع بالمعايير المعتمدة.

وهنالك أشكال أخرى لمراقبة التزام المشروع: من خلال التفتيش، من خلال الترخيص، مراقبة الاتفاقيات.

المراقبة خطوة إلزامية ضمن عملية تقييم الأثر البيئي، والمستثمر ملزم بوضع برنامج مراقبة وإدراجه ضمن بيان الأثر البيئي.

4- 2- برنامج المراقبة

يتضمن برنامج المراقبة العناصر التالية [14]:

المياه الجوفية

ضمن هذا البرنامج يجب حفر عدد من آبار المراقبة، يتم تحديد مواقعها بحسب اتجاه المياه الجوفية، وفق الآتي: بئران على الأقل في بداية مجرى المياه الجوفية، لتحديد نوعية المياه الجوفية قبل وصولها إلى باطن الأرض ضمن حدود الموقع. أيضاً، بئران على الأقل في موقع لاحق من مجرى المياه الجوفية لتحديد نوعية المياه الجوفية بعد تجاوزها أرض الموقع. وبالمقابل، إذا تم الاكتفاء ببئرين في نهاية المجرى فإن هذا لن يكفي لأن المياه ربما تكون قد تلوثت قبل وصولها إلى الموقع بفعل النشاطات الصناعية أو الزراعية أو بفعل الطمر غير المشروع أو بفعل النفايات السائلة أو غيرها. في حين أن حفر الآبار في بداية وفي نهاية مجرى المياه الجوفية يمكن أن يساعد في تحديد درجة التلوث الناتجة عن المطمر.

الغاز الحيوي

إن الآبار التي سيتم حفرها لمراقبة الرشاحة، يمكن أن تستعمل أيضاً لإطلاق وإشعال ومراقبة الغاز الحيوي، بحيث يتم استخراج الغاز من هذه الآبار لمراقبة كميات ومكونات الغاز المستخرج. ويتوجب مراقبة انطلاق هذا الغاز وعمل هذه الآبار في هذه المرحلة حرصاً على عدم حدوث أي حرائق أو انفجارات في المطمر.

مياه الأمطار

سيتوجب أيضاً اتخاذ بعض الإجراءات المتعلقة بمياه الأمطار. بدءاً بالتحقق من نوعية مياه الأمطار قبل طرحها في البيئة. ذلك للتأكد من عدم تلوثها وتطمين المزارعين في الأراضي المجاورة بهذا الخصوص، مما يعزز من تجاوب العامة في المنطقة. يجب منع تسرب مياه الأمطار النظيفة عبر النفايات المطمورة من أجل التقليل من كمية العصارة التي تجب معالجتها. يتم ذلك بحفر خندق في المنحدر الطبيعي حول المطمر يحجز الأمطار قبل وصولها إلى النفايات. تصرف هذه المياه المحجوزة وتخزن في بركة خاصة يتوجب حفرها لهذا الغرض من أجل استخدام المياه المخزنة في سقاية النباتات في الموقع أو لرشها على الغطاء النهائي.

التربة

تؤخذ عينات من التربة وفق مخطط واضح يشمل منطقة المطمر ومحيطها وعلى أعماق محددة.

4-3- خطة المراقبة

توضع خطة مراقبة فعالة وعملية تراعى فيها النواحي الآتية:

التأكد من الالتزام بالضوابط والنظم التي تحد من الآثار البيئية السلبية (عتبات: انبعاثات غازية، غبار، ضجيج، مياه راشحة إلى المياه الجوفية، الخ) عن طريق قياس مؤشرات التلوث الناتجة، وهي مؤشرات التلوث الغازي، وتشمل (أكاسيد الكربون والآزوت والميتان)، والغبار وكذلك مؤشرات المياه المختلفة كالطلب على الأوكسجين الكيميائي الحيوي (BOD)، الطلب الكيميائي للأوكسجين (COD)، المواد الصلبة المنحلة الكلية (TDS)، والمواد الصلبة العالقة (SS).

مراقبة التقيد بالاعتبارات التشريعية والقانونية (عتبات مكونات البيئة).

مراقبة التقيد باستخدام أجهزة الوقاية الفردية من قبل العاملين: الكمامات، واقيات العيون، الأحذية الخاصة، القفازات، الخ.

مراقبة التقيد بتنفيذ الاشتراطات البيئية التي تحد من التلوث البيئي: (معالجة المنصرفات السائلة والغازية).

إجراء القياسات: (الانبعاثات الغازية، المياه الجوفية، المياه السطحية)، والتأكد من عدم تجاوز عتبات غازات أكاسيد الكربون والكبريت والآزوت والميتان.

إشراك العامة في المراقبة البيئية: من خلال الشكاوي التي ترد أو من خلال لقاء جهة المراقبة مع العامة والجهات المعنية.

تشمل خطة المراقبة مرحلتين أساسيتين هما: مرحلة الإنشاء، ومرحلة الاستثمار.

4- 3- 1- خطة المراقبة: مرحلة الإنشاء

تتم مراقبة تفاصيل الإنشاء وتقدم العمل، والتأكد من مرافق الخدمات. ومن الأمور الهامة جداً في هذه المرحلة، والتي تجب مراقبتها هي تكتيم المطمر، وأنظمة جمع الرشاحة وغاز الميتان. يبين الجدولان (4-1) و(4-2) خطة المراقبة في مرحلة الإنشاء.

جدول (4-1) خطة المراقبة في مرحلة الإنشاء

المؤشر	الوصف	البرنامج
تفاصيل الإنشاء	مراجعة الوثائق والعقود	عند بدء الإنشاء
		التأكد من تنفيذ الأعمال عن طريق المشرفين
تقدم العمل	تفاصيل الإنشاء	مراقبة برنامج العمل بيان الأخطار في أوقات التشغيل

		القصوى
التأكد من مرافق الخدمات (المياه، الكهرباء، التلفون، شبكة الطرق، الصرف الصحي)	التأكد من مواصفات المواد وإجراءات التركيب لتفادي أي خطر ممكن أن يحدث	– عند تبدأ عمليات الإنشاء – مراقبة يومية أثناء التركيب
طبقات العزل والتكتيم	التأكد من سلامة الأغشية وعدم تعرضها للثقب	بعد نهاية عمليات الحفر والتسوية
نظام جمع الرشاحة مع ملحقاته	خندق وأنبوب الرشاحة، فتحات التنظيف، مضخات التجميع ومحطة الرفع	بعد انتهاء عمليات العزل والتكتيم
نظام شبكة وأنابيب تجميع الغاز	تتغير نوعية الغاز مع الزمن ويصبح التركيب الغازي ثابتاً تقريباً بعد مضي 18 شهراً في حقول الطمر البلدية	بعد انتهاء عمليات العزل والتكتيم

جدول (4-2) خطة المراقبة في مرحلة الإنشاء

المؤشر	الوصف	البرنامج
تسوير المدفن وزراعة الأشجار	يسور المدفن بسلك من الحديد المغلفن لا يقل ارتفاعه عن 2.6م، وله بوابة يمكن إغلاقها	قبل بدء عمليات الإنشاء
الغبار	القيام برش الماء على الطرق الداخلية للمدفن ومناطق مناورة سيارات نقل المعدات	يومياً
الضجيج	التأكد من استخدام المشغلين لأدوات وقاية الأذن	في بداية العمل كل يوم
تخزين المواد والتجهيزات والآليات	التأكد من تأمين مكان آمن للتخزين	عند بدء عمليات الإنشاء

4- 3- 2- خطة المراقبة في مرحلة التشغيل

<u>المؤشرات المراد مراقبتها:</u>

نوعية الهواء، الضجيج، المياه، نوعية التربة، الصحة العامة، والمنظر العام.

<u>نوعية الهواء:</u>

قد يؤدي تسرب غاز الميتان من خلال مسام التربة أو من خلال بعض الفواصل والشقوق ووصوله الى المناطق المجاورة الى اشتعالها، لذلك يراعى توزيع أنابيب تجميع الغاز بصورة ملائمة، مع إجراء المراقبة والقياس الدوري له في منطقة المطمر. يبين الجدول (5) أهم الانبعاثات الغازية.

جدول (5) الانبعاثات الغازية

المؤشر	طريقة المراقبة	الموقع	الفترة
NO_x	القياس	المطمر ومحيطه	شهرياً
CO_2	القياس	المطمر ومحيطه	شهرياً
CH_4	القياس	المطمر ومحيطه	شهرياً

الضجيج:

يتم تقييم التعرض للضجيج أثناء العمل في المطمر عبر اعتماد المعايير السورية. يبين الجدول (5) طريقة مراقبة الضجيج وتواتر القياس في منطقة المطمر.

جدول (6) الضجيج في منطقة المطمر

الموقع	طريقة المراقبة	تواتر القياس
تفريغ النفايات فرش ورص النفايات	جهاز تعيير محمول	فصلي لمدة ساعة على الأقل

المياه:

تتم مراقبة مؤشرات المياه المستخرجة من الآبار، وأخذ عينات للتحليل للتأكد من صلاحية استخدامها. يبين الجدول (7) مؤشرات تلوث المياه، طريقة المراقبة وتواتر القياس. تتم المراقبة أيضاً، والتحقق من نوعية مياه الأمطار للتأكد من قابلية استخدامها في الري. يتم القياس بالاعتماد على المعايير السورية.

جدول (7) مؤشرات تلوث المياه

المؤشرات	الموقع	طريقة المراقبة	تواتر القياس
pH, TDS, COD & BOD	آبار مراقبة في بداية مجرى المياه الجوفية أسفل المطمر	أخذ عينات	شهرياً
pH, TDS, COD & BOD	آبار مراقبة بعد تجاوز موقع الطمر	أخذ عينات	شهرياً
pH, TDS,TSS COD & BOD	خندق تصريف مياه الأمطار حول المطمر	أخذ عينات	شهرياً

التربة:

تؤخذ عينات على عمق 20 سم، و 40 سم من محيط المطمر وبالاتجاهات الأربعة، وكذلك من وسط المطمر. يوضح الجدول (8) مؤشرات تلوث التربة.

جدول (8) مؤشرات تلوث الترب

المؤشر	طريقة المراقبة	العينات	الموقع	الفترة
التربة	القياس	مستوى الرطوبة الملوحة المغذيات (النتروجين، فوسفات، بوتاسيوم، الكلوريد، والصوديوم) المعادن الثقيلة	محيط ووسط المدفن	سنوياً

الصحة والسلامة المهنية والمنظر العام:

يجب أن تؤخذ تدابير الوقاية والحماية من قبل كل العاملين في المطمر بعد التدريب عليها كما هو موضح في الجدول رقم (9). كذلك، يجب تنفيذ برامج التشجير.

جدول (9) مؤشرات الصحة والسلامة المهنية

المؤشر	طريقة المعاينة	العينات	الموقع	الفترة
الصحة والسلامة المهنية	المسح	استعمال أجهزة الحماية الشخصية، إشارات السلامة العامة / الإسعافات الأولية، معدات مكافحة الحريق، سجلات المرض والحوادث	مطمر النفايات	يومياً
المنظر العام	التدقيق والتصوير	برنامج التشجير المعتمد	المطمر والمناطق المشجرة	فصلي

5- إعداد تقارير المراقبة البيئية

يفصل التقرير التزام المشروع أو عدم التزامه (أثناء الإنشاء/أثناء التشغيل) بالشروط البيئية، وخطة المراقبة المعتمدة في دراسة تقييم الأثر البيئي، مع اقتراح الإجراءات اللازمة من أجل تعزيز تقيد المنشأة والتزامها بالمعايير المقررة [15]. حيث يوضح التقرير العتبات التي تم تجاوزها والإجراءات المطلوبة لعدم تجاوز العتبات. ويشمل التقرير أيضاً تسجيل القياسات التي تمت أثناء الإنشاء وهي مؤشرات التلوث الغازي (أكاسيد الكربون والآزوت والميتان)، وكذلك سويات الضجيج الناتجة عن حركة الآليات وإجراء المقارنة بين هذه القياسات والحدود المسموح بها وفق المواصفات والمعايير السورية.

يختتم التقرير بوضع التوصيات والإجراءات الواجب اتخاذها في حال مخالفة أي مؤشر من المؤشرات المقاسة للمواصفات لوقف التلوث الناجم أو اتخاذ الإجراءات القانونية. وفي النهاية، من الضروري تطوير قاعدة بيانات خاصة بخطة المراقبة تساعد على عملية إدارة البيانات الخاصة بها وإعداد تقارير المراقبة لتقييم الأثر البيئي.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1. عملية المراقبة البيئية هي الآلية الأساسية لمعرفة أداء المطمر الصحي.
2. تمكن عملية المراقبة البيئية من الوقوف على تفاصيل وجزئيات مراحل العمل أثناء إنشاء واستثمار مطمر النفايات، وحتى بعد إغلاقه.
3. يرتبط نجاح برنامج المراقبة البيئية باستيعابه لكل العوامل المؤثرة والمؤشرات المختلفة على تحلل النفايات وسلوك الرشاحة.
4. يعتمد نجاح برنامج / مخطط المراقبة على الأدوات المستخدمة والقياسات ومدى دقتها وحداثتها.

التوصيات:

يمكن أن يوصى بأن يتضمن تقرير المراقبة النقاط التالية:

1. الملخص التنفيذي.
2. المعلومات الأساسية عن المشروع.
3. المعايير البيئية المعتمدة.
4. الوضع الحالي لتنفيذ الإجراءات التخفيفية.

5. نتائج عملية المراقبة التواريخ – التواتر.
6. المنهجية المتبعة في عملية المراقبة.
7. مخططات توضيحية تظهر أداء الأعمال.
8. الشكاوى والملاحظات الواردة.

References

1. Hussain C, Hait, S. Advanced Organic Waste Management: Sustainable Practices and Approaches. 1st Ed. Elsevier; 2022.
2. Yaashikaa PR, Kumar PS, Nhung TC, Hemavathy RV, Jawahar MJ, Neshaanthini JP, et al. A review on landfill system for municipal solid wastes: Insight into leachate, gas emissions, environmental and economic analysis. Chemosphere. 2022; 309, Part 1, 136627.
3. Shahin H, Jafar, R, Kaukab H. Solid Waste Management. Tishreen University Publications; 2019.
4. Bagchi A. Design, Construction and Monitoring of Landfills. 2nd Ed, John Wiley & Sons, Inc., New York; 1994.
5. Alanbari MA, Al-Ansari N, Jasim HK. GIS and Multicriteria Decision Analysis for Landfill Site Selection in Al-Hashimyah Qadaa. Natural Science. 2014; 6(5):282-304.
6. Berge ND, Batarseh ES, Reinhart DR, Stegmann R, Stephanie C. Bolyard SC, Lu W. Landfill Operation. In: Cossu R, Stegmann R, editors. Solid Waste Landfilling: Concepts, Processes, Technologies. Amsterdam, Netherlands Elsevier; 2019. p. 845-66.
7. Ajamian J. Syrian Geological Map, Lattakia 1/50,000. Damascus.
8. Jafar, R., Salman, H., and Hamod R. Assessment of the dump sites in Tartous governorate by using GIS. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies-Engineering Sciences Series. 2016; 38(03): 513-528.
9. Awad, A., Jafar, R., and Khalil, F. Use the Analytical Hierarchy Process AHP Method to Determine the Appropriate Locations for the OMWW Distribution. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies-Engineering Sciences Series. 2019; 41(04): 155-174.
10. Shahin H, Awad A. Ecological Assessment of Solid Waste Treatment System at Lattakia City, 11th EURO–ARAB Conference for the Environment, Rostock, Germany, 24-26 April; 2001. p. 33-41.
11. Mouhammad A. Rehabilitation of unplanned tipping sites. Training course for rehabilitation of unplanned tipping sites in Tartous Governorate. Tartous Governorate Building, Tartous; May 12-16, 2013.
12. Syrian National Guidelines for Environmental Impact Assessment. June 2007.
13. Pysarenko P, Samojlik M, Taranenko A, Tsova Y, Horobets M, Filonenko S. Monitoring of Municipal Solid Waste Landfill Impact on Environment in Poltava Region, Ukraine. Ecological Engineering & Environmental Technology. 2022; 23(5):54-60.
14. Practice Direction 12, Procedure Manual Guide. 2007.
15. Environmental Practice Direction 12, Syria. 2012.