مواقع مكبات النفايات الصلبة في محافظة القادسية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

(البحث مستل من رسالة الماجستير المقدمة إلى كلية الآداب – جامعة القادسية، ٢٠٢٥)

م.م. سرى حميد ياسر

كلية طب الاسنان - جامعة القادسية

sura.Hameed@qu.edu.iq

تاريخ الاستلام : ٢٠٢٥/٦/١٦

تاريخ القبول : ٢٠٢٥/٦/٢٩

الخلاصة :

يعتبر التخلص الآمن من النفايات البلدية الصلبة من أهم التحديات البيئية التي تواجه المجتمعات ، ليس فقط لما لها من آثار ضارة على الصحة والبيئة وتشويه الوجه الحضاري ، ولكن أيضًا لما لها من آثار اجتماعية واقتصادية . ومن الضروري معالجة المفاهيم والمصطلحات المتعلقة بموضوع الدراسة ، والتي تعتبر بمثابة المرجع الأساسي والمعلوماتي الذي يسهل فهم وفهم جوانب الحجم للموضوع. تنشأ العديد من النفايات من الأنشطة اليومية للبشر. النفايات الصلبة هي واحدة من تلك النفايات التي لها أكبر الأثر والعبء على الإنسان. تعتبر إدارة النفايات الصلبة في القادسية من القضايا المهمة التي توليها البلديات اهتماما كبيرا من أجل الحفاظ على صحة الإنسان وسلامته والبيئة. لذلك جاء هذا البحث للتعرف على واقع مكبات النفايات الصلبة في الديوانية والطرق والأساليب المتبعة في إدارتها للتخلص النهائي منها ، حيث تعاني الديوانية من مشكلة تراكم النفايات ونقص واضح من قبل بلدية المدينة. في إدارتها نتيجة الزيادة السكانية وقلة التخصيصات المالية. تعتبر إدارة النفايات الصلبة في أي مدينة من الأسس التي لا غنى عنها لتنظيم النفايات الصلبة ومراقبتها والتعامل معها ، لما تشكله من مخاطر صحية عديدة في مختلف مراحل وجودها ،وتأثيرها المباشر على حياة الإنسان والمظهر الحضاري ، وما يترتب على ذلك من تداعيات على التنمية الشاملة .عادة يتم اختيار مواقع الطمر بناء على العديد من الظروف ، وغالبا ما تكون البيئة غائبة في هذه الظروف. ومن هذا المنطلق اعتمد البحث على استخدام تقنية نظم المعلوماتالجغرافية (GIS) كأداة تحليلية مكانية في تقييم مواقع مكبات النفايات الصلبة الحالية ، ومدىاتباع الشروط في عملية اختيارها ، تأثيرها على البيئة وصحة الإنسان ، واشتقاق المعايير وتحويلها إلى خرائط

باستخدام وظائف التحليل المكاني لتحديد المواقع المناسبة لإنشاء المكبات الصحية. عندما تكون النفايات الصلبة ثروة وطنية ، يمكن أن تدر عائدًا كبيرًا إذا تمت إدارتها بشكل صحيح لأنه يمكن إعادة تدويرها واستخدام معظم مكوناتها. والتخلص العشوائي منها يؤدي إلى هدر مواد قد تكون ذات قيمة اقتصادية إضافة إلى ما يصاحب ذلك من آثار سلبية على البيئة والصحة.

الكلمات المفتاحية : النفايات الصلبة ، نظم المعلومات الجغرافية ، محافظة القادسية

Assessment of Solid Waste Landfill Sites in Al-Qadisiyah Governorate Using Geographic Information Systems (GIS)

Assist. Lec. Sura Hameed Yasser

Sura.Hameed@qu.edu.iq

Receipt date: June 16, 2025
Acceptance date: June 29, 2025

Abstract

The safe disposal of municipal solid waste represents one of the most critical environmental challenges facing modern societies, due to its severe impacts on public health, the environment, and urban aesthetics, in addition to its broad social and economic repercussions. This issue is particularly significant in Al-Qadisiyyah Governorate, where solid waste management is a central concern for municipalities striving to protect human health and environmental safety. However, Al-Diwaniyah city faces evident challenges arising from waste accumulation, population growth, and limited financial and technical resources.This research aims to assess the current solid waste landfill sites in the governorate using Geographic Information Systems (GIS) as a spatial analytical tool to evaluate their compliance with environmental and health standards. Furthermore, additional criteria were derived and transformed into maps through spatial analysis functions to determine the most suitable locations for establishing sanitary landfills.The findings indicate that effective solid waste management not only mitigates environmental and health risks but also presents a national economic opportunity through recycling and resource recovery. Conversely, random disposal leads to the loss of potentially valuable resources while exacerbating environmental and health problems.

Keywords: Solid waste, Geographic Information Systems, Al-Qadisiyah Governorate

مشكلة البحث :

يمثل تحديد مشكلة البحث نقطة مهمة لأنها اساس الذي تقوم عليه الخطوات اللاحقة ، ويتم صياغتها وفق أسس علمية سليمة من أجل تطوير الحلول المناسبة .معظم المكبات العشوائية عبارة عن مكبات مفتوحة ، حيث لم يتم مراعاة جوانب اختيار المكان المناسب ، مما يؤثر على البيئة المحلية ويعرض السكان لخطر انتشار بعض الأمراض. الوضع الحالي للمقالب العشوائية لا يتوافق مع الشروط الصحية اللازمة لتلبية المتطلبات الصحية والبيئية. ان مشكلة الدراسة يمكن ان نطرحها من خلال الأسئلة التالية:

١. هل مواقع النفايات الحالية مناسبة وتم اختيارها وفق معايير ودراسات بيئية؟
٢. ما هي التأثيرات البيئية للنفايات الصلبة (هواء ، ماء ، تربة ، غطاء نباتي)؟
٣. مامدى كفاءة ادارة النفايات الصلبة؟
٤. ما هي الأسس والمعايير التي يمكن مراعاتها لاختيارالمواقع المناسبة لمكبات النفايات؟
٥. ما هي الأماكن المناسبة لمكبات النفايات بالمحافظة باستخدام تطبيقات المعلومات الجغرافية وفق الشروط والمعايير البيئية والصحية؟

أهمية البحث:

جاءت أهمية هذه الدراسة من خلال التغيرات التي شهدتها المدن من زيادة عدد السكان ، مما ساهم في زيادة النفايات ، وظهور أكوام النفايات في الطرق بسبب سوء إدارة لنفايات من قبل السكان ت.حيث تكمن أهمية البحث من خلال تقييم الوضع الراهن للمكبات العشوائيةمن اجل المساهمة في إعادة تأهيل هذه المكبات .رغبة الجهات المحلية في تحسين الوضع البيئي في المكب. توفر الموقع البديل عن الموقع القائم باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية GIS اختيار الأماكن المناسبة لإقامة مكبات نفايات صلبة صحية. وتوفير قاعدة معلومات عن مكبات النفايات في الديوانية.

أهداف البحث:

١-. التعرف على مواقع مكبات النفايات الحالية في محافظة الديوانية من منظور بيئي وجغرافي.
٢-تقييم مواقع المكبات ومدى مطابقتها للشروط النموذجية وفق اتفاقيه بازل المتعلقة بمكبات النفايات.

٣- التعرف على تأثير موقع مكب النفايات في البيئة المحلية، والصحة العامة.

٤- استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تقييم مواقع المكبات ، ومن ثم تحويلها الى منتجات اخرى لإنتاج خريطة رقمية تمثل أهم المعايير الاجتماعية، الجيولوجية والجيومورفولوجية، والبيئية والمناخية.

٥- المساهمة في تقديم بعض المقترحات التي قد تفيد صناع القرار، لإعادة تأهيل المكبات العشوائية .

منهجية البحث:

-**المنهج الوصفي:** تستخدم هذه الطريقة لوصف مواقع المكبات في محافظة الديوانية، لتتبع مشكلةالبحث، والتعبير عنها بشكل كَمِّي أو كيفي؛ لتوضيح الخصائص والسمات، والتعرف على العلاقة بين المتغيرات، بغرض التوصل لاستنتاجات علمية دقيقة، ثم القيام بعملية التفسير الموضوعي [١].

-**المنهج التحليلي:** تُستخدم هذه الطريقة لتحليل العلاقات القائمة بين مواقع الطمر ونوعية المياه والتربة وذلك باستخدام أداة نظم المعلومات الجغرافية للوصول إلى نتائج مهمة.المنهج الاستنتاجي: يستخدم الباحث هذا النهج لعرض مقتطفات ونتائج الدراسة وتحديد ما سيكون عليه الوضع الحالي وما هو مطلوب للمستقبل، والوصول من خلال أداة نظم المعلومات الجغرافية إلى أفضل المجالات المناسبة لإنشاء مقالب نفاياتالأسلوب الخرائطي في رسم الخرائط والرسوم البيانية بالاعتماد على برنامج GIS Arc لاختيار أفضل مواقع الطمر الصحي.إضافة إلى الحصول على البيانات المكانية والوصفية اللازمة لعملية التخطيط وبناء النموذج الخرائطي لتحديد المواقع المثلى لمدافن النفايات بناءً على معايير اتفاقية بازل ، باستخدام أداة نظم المعلومات الجغرافية GI [٢] [٣].

طرق معالجة وتحميل البيانات:

١-استخدام برنامج Excel Microsoft : 2212 من خلال هذا البرنامج سيتم رسم بعض الأشكال، والرسومات البيانية [٤].

٢-استخدام برنامج: GIS ARC رسم واعداد الخرائط، وكذلك توزيع بعض الظاهرات الكمية والنوعية، و أيضاً إجراء التحميل المكاني لبعض المقاييس [٥].

الدراسات السابقة:

تم البحث في موضوع النفايات الصلبة من قبل مختصين وباحثين بالإضافة إلى بعض أعمال المؤسسات الحكومية المعنية بالموضوع، فهناك بعض الدراسات تمحورت حول الموضوع أو كانت قريبة منه، فمنها شمل دراسة فكرة تقييم مواقع مكبات النفايات وآثارها البيئية، وكذلك تخطيطها واقتراح أفضل المواقع لها. حيث قام كل من جعفر وسلمان وحمود بتقييم مواقع المكبات الحالية لنفايات في محافظة طرطوس باستخدامGIS بما يحقق الشروط البيئية والاجتماعية والاقتصادية،في حين تناول مناع عيسى اختيار موقع مطمر صحي للنفايات الصلبة في مركز منطقة إدلب وإنتاج خريطة رقمية لأفضل المواقع لإقامة مكبات نفايات، ان تطبيق نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في تحديد موقع مطمر صحي للنفايات الصلبة لمنطقة الزبداني [٦]. ان عملية إدارة النفايات وآثارها السلبية على البيئة والموارد والسكان، وحاولت هذه الدراسات اقتراح طرق وأساليب مختلفة من شأنها تحسين عملية إدارة النفايات، كدراسة أحمد مخللاتي التقييم الاقتصادي البيئي لمشاريع مطامر النفايات البلدية باستخدام منهجية الكلفة/المنفعة. وان الموقع الأمثل لمواقع المكبات بالاعتماد على نمذجة نظم المعلومات الجغرافية لمدينة القادسية ، تم في هذه الدراسة اختيار أربعة عشر معياراً ملائماً وهي: عمق المياه الجوفية ، مراكز المدن ، الأنهار والعشائر وأنواع التربة ، لارتفاع والرياح والطرقوالمنحدرات واستخدام الأراضي والمواقع الأثرية وشبكة الطاقة وخطوط أنابيب الغاز والسكك الحديدية. استخدمت هذه المعايير في الجغرافيا نظام معلومات عالي القدرة لادارة البيانات المختلفة. علاوة على ذلك ، يتم استخدام طريقة التحليل الهرمي لاشتقاق معايير الترجيح باستخدام مصفوفة مقارنة الزوج. ثم يتم استخدام أداة التراكب الموزونة لخريطة مؤشر الملاءمة لمواقع مدافن النفايات المحددة. تم اختيار سبعة مواقع مناسبة لمكبات النفايات لكل منطقة. جميع هذه المواقع مطابقة علميا وبيئيا للمعايير المعتمدة في هذه الدراسة. مناطق المواقع المختارة كافية لامتصاص النفايات الصلبة من 2222 إلى 2242 كما أجريت دراسات مماثلة في عدد من الدول العربية التي قيمت المكب الحالي وتخطيط مواقع بديلة من خلال دراسة مدى ملاءمة أراضي المدينة المنورة لإنشاء مكبات نفايات عليها ان جمع النفايات في مدينة قلقيلية في فلسطين لمعرفة الآثار البيئيةالمحتملة الناتجة عن هذه المحطة واستطلاع آراء المواطنين القريبين منها .أما دراسة الشكري2212 ، فقد هدفت إلى تقييم مواقع مكبات النفايات الصلبة في قطاع غزة ، وإنتاج خريطة رقمية لأفضل المواقع لإنشاء مكبات النفايات [٧].

أجرى الباحث دراسة لمراجعة البحث حول نهج الرعاية اللاحقة لمدافن النفايات ، وتحليل تصنيف هذا النهج على النحو التالي: القيم المستهدفة ، وتقييم الأثر / المخاطر ، وأساس الأداء ، ومناقشة مناهج تقييم الرعاية اللاحقة لمدافن النفايات المستخدمة في دول أوروبا وأمريكا ، والإجراءات التنظيمية .كما أجرى الباحث [٨] ؛ دراسة لإعادة تأهيل مكب وادي سمار في الجزائر إلى حديقة ترفيهية ، مع وصف تقنيات معالجة الملوثات. المياه الموجودة فيه من إدارة المياه السطحية والجوفية إلى إعادة تدوير المياه بعد معالجتها واستخدامها في الري وإنتاج الغاز الحيوي باستخدام تقنية الأشعة فوق البنفسجية النظيفة .وفي عمل الباحث [٩] تم تقييم العوامل الجيوكيميائية التي تتحكم في نمط توزيع العناصر النزرة وتحديد مصادرها الطبيعية و / أو البشرية في حالة دراسة أكبر مكب نفايات في أوروبا Malagrota_Rome بهدف مراقبة تركيزات المعادن في التربة لإعادة تأهيل المكب . كما قام [١٠] دراسة نموذج بديل للتقييم البيئي لدوقر حياة المكب من خلال إعادة تأهيل مدافن قمامة في الموقع ، وعمليات الفرز بناءً على بيانات المخزون في مشروع استكشاف مدافن النفايات الذي تم تنفيذه في لاتفيا وبيانات تجريبية إضافية تم جمعها من الأوراق [٧].

وأظهرت نتائج هذه الدراسة أن فرز النفايات في موقع المكب نجح في تقليل التأثيرات على البيئة بنسبة 22٪ أكثر من فرز النفايات في المحطة المركزية .وأجرى الباحث [١١] دراسة لإدارة استصلاح مدافن النفايات فيما يتعلق بحفظ التنوع البيولوجي والتخفيف منظاهرة الاحتباس الحراري كتجربة من منطقة آسيا والمحيط الهادئ ، إجراء مسوحات ميدانية لإدارة الرعاية اللاحقة لمدافن النفايات في اليابان و تايوان. نتائج هذه الدراسة هي استراتيجيات ملموسة للتخفيف من المخاطر والآثار السلبية ، وتعظيم فوائد مدافن النفايات من منظور دورة الحياة ، ومع مراعاة منظور أصحابالمصلحة المتعددين .اختلفت هذه الدراسات مع الدراسة الحالية من حيث المنهجية والأسس والمعايير المستخدمة في تحديد مواقع مكبات النفايات الصحية. ان هذه الدراسات مفيدة من خلال الاستفادة من العديد من نقاط القوة التي تميزت بها ، وتجنب الوقوع في بعض الصعوبات التي تعرضوا لها .حيث ان هذه الدراسة ستختار أفضل المواقع المخصصة كمكب نفايات من اجل الحفاظ على البيئة [١٢-١٥]

.

مراحل إنشاء نموذج الخرائط :

أولًا: تحديد وصياغة معايير تقييم الأراضي : سيتم اعتماد العديد من المعايير في عملية التخطيط ، من خلال الطبقات وقاعدة البيانات المتاحة التي تم تزويد نظام المعلومات الجغرافية بها .كل معيار له مرتبة معينة حسب أهميته.المعايير الحساسة والأكثر أهمية التي تؤثر سلبًا على البيئة والأشخاص في حالة إنشاء مكب نفايات بالقرب منه ستأخذ مرتبة أقل ، والمعايير الأقل أهمية أو التي لا تشكل خطرًا مباشرًا على البيئة و سيأخذ سكان المنطقة مرتبة أعلى على أساس أنهم أكثر ملاءمة [١٦].

ثانياً: إعداد الموقع الجغرافي :قاعدة بيانات جمع بيانات المعايير تعتبر عملية جمع المعاييروبناء قاعدة بيانات جغرافية من أكثر المراحل التي تتطلب الدقة في العمل وتفانيًا في الجهد ، بالإضافة إلى الوقت الطويل الذي تستغرقه .تم إعداد وتجهيز قاعدة البيانات النموذجية لرسم الخرائط بعد إعداد قائمة الشروط والمعايير ، بحيث تتوافق قاعدة البيانات مع الشروط والمعايير التي تمت صياغتها ومعالجتها [١٧].

ثالثا: مقياس تصنيف البيانات: يهدف هذا المقياس إلى تحديد درجة ملاءمة لكل فئة أو عنصر من عناصر الخريطة من معايير تقييم ملاءمة الأرض لعملية تخطيط مواقع مكبات النفايات ضمن النموذج الكارتوغرافي، كما يهدف إلى إعادة تبسيط القيم المخزنة داخل الشبكات لتسهيل التعامل معها داخل بيئة ملحق التحليل المكاني الخاص بنظام GIS Arc ، وتحويل القيم والمدخلات النصية إلى مدخلات رقمية. وهذا المقياس يقوم على أساس القيم من (2 –12) حيث اعتبرت القيمة 12 أعلى درجة ملاءمة لمشروع، في حين القيمة 2 أدنى درجة ملاءمة [١٨].

رابعا: معالجة المعايير باستخدام وظائف التحليل المكاني Analysis Spatial تعتمد المنهجية المتبعة في تخطيط أفضل مواقع مكبات النفايات على بعض أساليب التحليل المكاني والإحصائي لتحليل البيانات ومعالجتها، حيث تمتلك نظم المعلومات الجغرافية إمكانية إجرائها بصوتر موضوعية، وتجدر الإشارة إلى أن عملية التحليل تستخدم العديد من الأدوات التحليلية، خاصة وأن بيانات الدراسة على نمطين Vectorو Raster بالتالي فكل نمط تم التعامل معه بما يناسبه [١٩] [٢٠].

معايير تصميم موقع المكب:

١- يجب أن يكون المكب مبطن (بطانة واقية) مكونة من طبقات من الطين والحصى والتربة لحماية المياه الجوفية. تعتبر الطبقات السميكة من الأغطية البلاستيكية أفضل مادة للبطانة الواقية لقاع المكب.

٢- مكب النفايات مليء بالنفايات: تعتمد الطريقة التي تملأ بها مكب النفايات على كمية النفايات ، ومقدار الوقت الذي يتعين على الناس القيام به ، والمناخ المحلي.

٣- تغطية المكب بملء الحفرة بالمخلفات بطبقة من التربة يزيد عمقها عن 02 سم على الأقل.

٤- عمل فتحات تهوية لإطلاق غازات خطرة: ينتج غاز الميثان في مدافن النفايات نتيجة تخمر [٢١] [٢٢].

الدراسات المرجعية الخاصة بوضع المعايير :

وتجدر الإشارة إلى أن البحث استند إلى معيار اختيار موقع المكب في الديوانية بناءً على مراجعة العديد من الأبحاث والدراسات. ومن هذه الدراسات التي اعتمدها البحث نذكر

1. طور Erkut and Moran (1991)عملية تحليل هرمي بناءً على إجراءات نمذجة القرار التي يمكن استخدامها لتحديد مواقع التخلص من النفايات. كما أظهروا قابلية تطبيق الإجراء في تحليل قرارات تحديد مدافن النفايات لمدينة إدمونتون ، ألبرتا ، كندا. لقد أخذوا في الاعتبار العديد من العوامل الاجتماعية والاقتصادية والبيئية [٢٣].

2. طور (1993) Frantzis نموذجًا يستخدم التكلفة والمعايير البيئية لاختيار موقع دفن النفايات [٢٤]. .موتياه وآخرون. (2002) أخذ في الاعتبار معايير المخاطر على الإنسان والبيئة في اختيار موقع المكب الأمثل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية [٢٤].

٣. ناقش (1998) Papin and Flanagan أهمية اثنين من الصعوبات الرئيسية لاختيار مدافن النفايات: (1) القبول العام ، الذي تحركه الاعتبارات الاجتماعية والسياسية والحوافز الاقتصادية ، و (2) البروتوكولات الهندسية والفنية لتخطيط وحماية الأرض. بيئة فيزيائية Kontos [٢٥].

٤ . أخذ في الاعتبار أربعة معايير (اجتماعية ، وبيئية ، وتقنية ، واقتصادية) وأحد عشر معيارًا فرعيًا لتحديد مواقع دفن النفايات المحتملة [٢٦].

سيعتمد البحث على نظم المعلومات الجغرافية لدمج جميع البيانات المطلوبة لاحتوائه على العديد من الخرائط. لإظهار خرائط موقع المكب الجديد. باستخدام GIS و AHP ، يمكن إدا ةر كل هذه الخرائط ومعالجتها بكفاءة أكبر لتحديد موقع مكب نفايات جديد في منطقة الديوانية .طريقة وزن مقياس النسبة :(RSW) في هذه الدراسة ، سيتم اختيار موقع مناسب لطمر النفايات في الديوانية باستخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS) وتحليل القرار متعدد المعايير المعروف باسم التسلسل الهرمي التحليلي .(AHP) تعتمد تقنية وزن مقياس النسبة (RSW) على عملية اتخاذ القرار لتعيين قيمة درجة مناسبة لكل معيار ، حيث يتم توفير قيمة 122 للمعيار الأكثر أهمية كأساس لقيم المعايير الأخرى. تم تخصيص القيم الأقل من 122 بشكل متناسب مع المعايير ، وهي مرتبة أقل من حيث الحجم بناءً على أهمية كل معيار مقارنة بالمعايير الأخرى. من أجل تقدير أوزان المعايير الحالية (NWi) باستخدام تقنية وزن مقياس النسبة (RSW) ، فإن قيمة الوزن النسبي لكل معيار مقسومة على أقل قيمة وزن نسبي للمعيار. ثم الأوزان العادية للمعايير .تم تصنيف قيمة مؤشر الصلة في كل طريقة إلى أربعة تصنيفات للمناطق ذات الصلة ، وهذه الفئات هي :مناطق غير مناسبة ، ومناطق مناسبة إلى حد ما ، ومناطق مناسبة ، وأكثر المناطق ملاءمة ، كل طريقة تمثل قيمة مختلفة في المنطقة ، ويتم حساب منطقة كل فئة على إجمالي منطقة الدراسة التي نتج عنها المؤشر النهائي للملاءمة من مواقع دفن النفايات [٢٧].

مراحل بناء النموذج الخرائطي لاختيار أفضل المواقع لمكبات النفايات :

يعد استخدام نظم المعلومات الجغرافية وأنظمة التتبع المكاني في مراقبة ونجاح عملية إدارة النفايات الصلبة من أهم الأساليب الحديثة المستخدمة على نطاق عالمي يعرف Tomlin نموذج الخرائط على أنه مجموعة من الخرائط في شكل طبقات تشترك في إطار واحد لرسم الخرائط بناءً على المرجعالمكاني المعروف بالإحداثيات .بالإضافة إلى ذلك ، يمكن أن تحتوي أيضًا على بيانات السمات التي تحدد المنطقة والموقع الجغرافي ، وغيرها من البيانات المتعلقة بالخصائص التصنيفية لمنطقة الدراسة التي تغطيها. لذلك فإن عملية تحديد أفضل المواقع

لمكبات النفايات تتطلب عددًا كبيرًا من الخرائط ، وهذه الخرائط تحتاج إلى العديد من العمليات التحليلية قبل عملية المطابقة واستخراج أفضل المواقع [٢٨].

تسهل عمليات النمذجة التعامل مع البيانات في وضع شبكاني ، لذلك تم تحويل جميع خرائط المتجهات للمتغيرات الخطية إلى الشبكة النقطية .إعادة التصنيف: هذه الخطوة مفيدة في إعادة ترتيب الخلايا وتوزيعها مما يسهل التعامل معها ، بالإضافة إلى استخدامها كمعيار في النموذج ، وبالتالي يتم تصنيف المعايير إلى فئات ، ويتم إعطاء أنسب الخلايا مرتبة (3) والمرتبة الأقل ملاءمة (1) وفقًا للمقياس المشترك ، مما أدى إلى إعادة تصنيف كل طبقة قياسية جديدة يتم إضافتها تلقائيًا إلى واجهة البرنامج ، وفي عملية تعيين الرتب تم استخدام طريقتين ، الطريقة الأولى هي طريقة نقطة الترجيح ، والتي من خلالها تم إنتاج خرائط صفرية واحدة ، والثانية هي طريقة الترتيب ، حيث يتم إعطاء البيانات في المعيار الرتب من (1 إلى 12) حسب أهميتها ودرجة حساسيتها تجاه إنشاء مقالب نفايات ، بالإضافة إلى ذلك ، في كلتا الحالتين ، يتم التعامل مع كل عنصر في الطبقة على أنه له وزن معين أداة التراكب الموزون :لقد وفرت نظم المعلومات الجغرافية المرونة في مواجهة المتغيرات وإعطاء المعايير المؤثرة وزناً أكبر من باقي المعايير [٢٩].

لجأت الدراسة إلى استخدام القيم المرجحة من خلال إعطاء العناصر المؤثرة في نجاح أفضل المواقع وزن أكبر من العناصر الأخرى ، وكان هناك العديد من أدوات نظم المعلومات الجغرافية في حساب تأثير أوزان المعايير. إحدى هذه الأدوات العديدة هي وظيفة التراكب الموزون ، والتي يتم تضمينها ضمن قائمة أدوات التحليل المكاني ، والتي تمكن المستخدم من تضمين أوزان المعايير إذا كانت الأوزان الإجمالية تساوي 122٪ .حيث تم التوصل إلى خريطة درجة ملاءمة استخدامات الأرض لإنشاء مقالب نفايات يكون الرقم (1) هو أقل درجة ملاءمة والرقم (3) هو أعلى درجة ملائمة [٣٠].

تم التركيز على العديد من العوامل عند اختيار أفضل مكان لإقامة مقالب النفايات الصلبة كما في الجدول (١) من خلال تحديد المواقع المناسبة لإنشاء مقالب النفايات الصلبة ، بعد استبعاد المناطق غير المناسبة وسيعطي كل معيار مرتبة معينة حسب أهميته .إذا تم إنشاء مكب نفايات بالقرب منه ، فسيأخذ مرتبة أقل ، والمعايير الأقل أهمية أو التي لا تشكل خطرًا مباشرًا على البيئة وسكان المنطقة سيحتلون مرتبةأعلى لأنهم أكثر ملاءمة .اختيار الموقع المناسب لبناء مدافن آمنة. هناك العديد من الاعتبارات التي يجب مراعاتها لتحديد

مواقع مكبات النفايات ، والتي يحددها العديد من الخبراء والمتخصصين في العديد من المجالات .كل هذه الاعتبارات مرتبطة بمتطلبات التقييم البيئي للموقع ، وهي من أهم المتطلبات بحيث تتوافق مع اللوائح والإجراءات القانونية المعمول بها في الدولة للحفاظ على البيئة من التلف. التي قد تسببها النفايات الصلبة .الابتعاد عن المناطق السكنية ، والقرب النسبي من المناطق المخدومة ، وخارج المنطقة الحضرية ، وعكس اتجاه الرياح السائد ، وسهولة الوصول إلى الموقع وعدم وجود عوائق طبيعية ، انخفاض ارتفاع الموقع ، ويجب أن يكون له مساحة تسمح له بالعمل لمدة لا تقل عن 21 عامًا [٣١].

جدول (١): المعايير التي اعتمدت في اختيار أفضل مواقع مكبات النفايات الصلبة

المعيار	المعيار الفرعي	المقياس
المعايير الاقتصادية والاجتماعية	استخدامات الأرض	الأراضي البور والمناطق الملحية والصخرية وغير الصالحة للزراعة تعد ممتازة لموقع المكب، بينما المواقع كثيفة الزراعة والخضرة والمخططة لأغراض تنموية تعتبر مواقع سيئة.
	المسافة بين المكب والطرق الرئيسة	مسافة إلا تقل عن 522م
	البعد عن المناطق السكنية	يبعد عن المناطق السكنية القائمة والمخططة مسافة تزيد عن 1522م
	البعد عن مصدر توليد النفايات	كلما قلت المسافة عن مركز التوليد وكانت مسافة معقولة وتخدم مناطق التركز السكاني، قلت تبعاً لذلك تكاليف نقل وادارة النفايات
	القدرة الإنتاجية للأرض	تفضل الأراضي منخفضة القيمة الزراعية
	القبول الجماهيري	أسلوب الاتصال المباشر بالأسر في عملية استيفاء استمارة المسح وجمع البيانات
المعايير الجيولوجية والجيومورفولوجية	نفاذية التربة	أن تكون التربة ذات نفاذية منخفضة
	درجة الانحدار	5% يعد انحدار مثالي، ولا يزيد عن 25% وأن تكون أرض محدبة بالنسبة لما يحيط بها
	الجيولوجية تحت السطحية	عمق الأساس الصخري بين 12 – 15م
	مناطق التصدع	استبعاد أي أرض واقعة في حدود 522م من كلا جانبي الصدع الذي تعرض للإزاحة خلال الهولوسين الحديث
المعاي	البعد عن الآبار المنتجة	أن تكون المسافة بين مكب النفايات وأقرب بئر مياه لا تقل عن 322م

	البعد عن مجاري الأودية	مسافة لا تقل عن 122م
	عمق المياه الجوفية	تفضل الأحواض ذات المخزون الأقل، ومنسوب المياه الأعمق
	التلوث البيئي	مدى إمكانية انتقال الملوثات (العصارة) وحدوث تسرب وتلوث للتربة أو المياه الجوفية والسطحية أو مدى تأثر جودة الهواء
المعايير المناخية	اتجاه الرياح السائدة	تفضل المناطق التي تقع بعكس اتجاه الرياح بالنسبة للمناطق المأهولة
	كمية الأمطار الهاطلة	تفضل المناطق الأقل مطرًا للتقليل من عصارة المكبات إلى أقصى حد
	درجة الحرارة ومعدل التبخر	تفضل المناطق الأعلى حرارة مما يترتب عليه زيادة معدلات التبخر للعصارة السوداء

تقييم الأثر البيئي هناك العديد من الإجراءات المطلوبة ، مثل معايير الموقع والفحص الأكثر تفصيلًا والتقارير قبل البدء في التطوير. عادة ما يتم تقييم الآثار البيئية المحتملة لمكب النفايات بالتوازي مع الفحص التفصيلي للموقع. ويجب ان يتم اعداد الأدوات لتصميم مدافن النفايات الخطرة في المناطق شديدة الجفاف لتعزيز ممارسات الإدارة البيئية السليمة والنفايات الخطرة ، حيث تتناول هذه الأدلة المشكلات الشائعة للنفايات الخطرة والحاجة الملحة لاحتوائها والتخلص السليم منها وكيفية تقييم الأثر البيئي [٣٢] [٣٣].

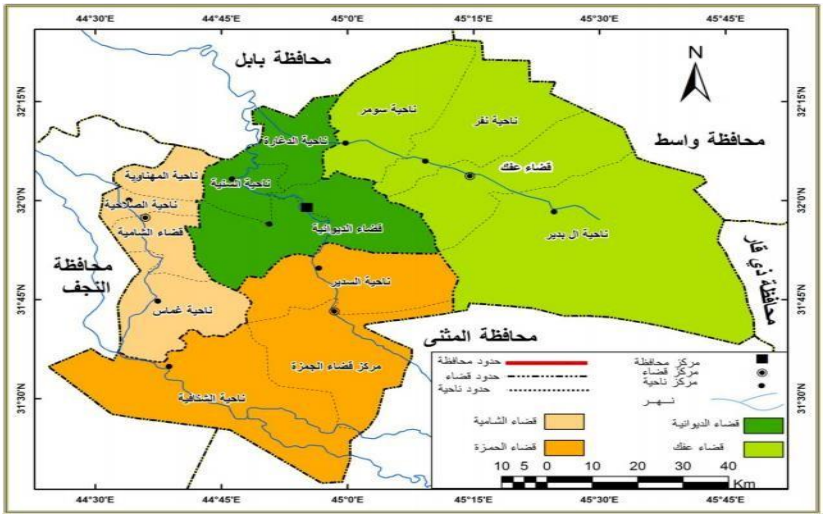
النتائج:

ان استخدام أنظمة الاستشعارعن بعد والمعلومات الجغرافية كوسيلة مساعدة لتحديد مدى ملاءمة أراضي محافظة القادسية لإنشاء مكب نفايات واختيار المواقع المثلى للدفن الآمن للنفايات الصلبة .حيث تم اشتقاق المعايير المطلوبة وتحويلها إلى خرائط تمثل أهم المعايير التي تم تناولها باستخدام أدوات التحليل المكاني ، ثم تم إنتاج خريطة رقمية لأفضل مواقع الطمر .

منطقة دراسة :محافظة القادسية احدى محافظات العراق. يقع في وسط السهول جنوب البلاد. يمر نهر الفرات وأحد روافده الرئيسية المسمى نهر الشامية ، وكلاهما يمر عبر هذه المحافظة تقع محافظة القادسية في جنوب وسط العراق بين خطي عرض 31 ° 32 و 32 ° 15 شمالًا وخطي طول 44 ° 32 و 45 ° 45 شرقاً .أما حدودها الإدارية فتحدها من الشمال محافظتي بابل وواسط ومن الشرق محافظتي ذي قار وواسط ومن الجنوب محافظة المثنى ومن الغرب محافظة النجف .وتضم المحافظة حاليا اربع عشرة وحدة ادارية منها اربع اقضية

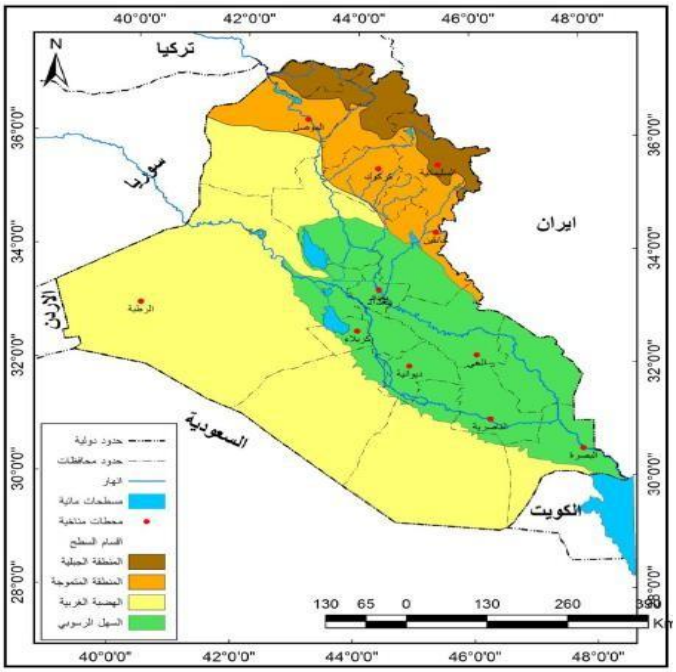
وعشر وحدات ادارية على مستوى ناحية نائية على النحو التالي: – مديرية الديوانية و الشافعية والدغارة وعفك والشامية والمهناوية والصالحية. والحمزة والسدير والشنافية. كما هو موضح في شكل (١) محافظة القادسية

الشكل (١): خريطة محافظة القادسية.



تبلغ مساحتها حوالي (2153) كم 2 ، وتشكل حوالي (1.0٪) من إجمالي مساحة العراق ، ونحو (2.1٪) من إجمالي مساحة محافظات منطقة الفرات الأوسط .السمات الطبيعية لمنطقة البحث :يتطلب النظر في خصائص المنطقة الجغرافية ، والتي لها تأثير على اختيار الموقع . من أهم العوامل الطبيعية التي تؤثر على اختيار مواقع المكب في منطقة البحث ما يلي : المظاهر السطحية: محافظة القادسية جزء من السهل الغريني (السهل الفيضي) الخصب والغني بالمياه والموارد البشرية .كما يظهر في خريطة (٢) جغرافية العراق بشكل طبيعي .

خريطة (٢): جغرافية العراق بشكل طبيعي



وبلغت كمية الأمطار 111.5 ملم ، وتتفاوت معدلاتها من شهر لآخر ، وتقتصر الأمطار على ثمانية أشهر تقريباً في السنة ، وكان أعلى معدل لها 23 ملم خلال شهر كانون الثاني (يناير). بينما لم تسجل شهور يونيو ويوليو وأغسطس وسبتمبر أي حالات هطول. تتكون من تربة رسوبية حديثة التكوين بفعل رواسب النهر وهي مواد صخرية متفتتة وأملاح منصهرة تساعدها الرياح. قوام التربة في المنطقة طيني عموماً ، طمي رملي ، وطمي. ويستمر إنتاج النفايات في الارتفاع كنتيجة طبيعية للنمو السكاني والنمو الاقتصادي .ظهر أثر النمو السكاني والنمو الاقتصادي في زيادة معدلات توليد النفايات ، حيث بلغ حجم النفايات الصلبة الواردة من المكبات المنتش ةر في مختلف مناطق المحافظة ، بحسب تقديرات أمانة العاصمة في بغداد ، نحو) 5،125 .(طن / يوم (.(خلال العام (2213 م) ، بينما ارتفع حجم النفايات الصلبة المستلمة في عام 2212 إلى حوالي (522 طن / يوم) ، وبحسب تقديرات امانة بغداد ، كمية النفايات الناتجة عن سكان المحافظة .بحلول عام (2222 م) ستصل إلى حوالي (225 طن / يوم) ، لتزداد إلى حوالي (203 طن / يوم) عام 2233 نتيجة النمو السكاني المرتفع .ويبين الجدول كمية النفايات الصلبة لمناطق محافظة القاسمية بين 2213 – 2233 م ؛ كما في جدول (٢).

جدول (٢): كمية النفايات الصلبة لمديريات محافظة القاسمية بين 3112 – 3122 م

		2013	2018	2023	2028	2033
قضاء الديوانية	الديوانية	32	34	35	35	35
	السنبة	34	39	44	48	51
	الشافعية	37	45	49	50	47
	الدغارة	43	48	53	56	59
	مجموع قضاء الديوانية	146	166	181	189	192
قضاء عفك	عفك	18	22	26	31	36
	نفر	20	23	25	28	30
	ال بدير	38	41	44	46	48
	سومر	28	30	33	35	37
	مجموع قضاء عفك	104	116	128	140	151
قضاء الشامية	الشامية	37	42	47	52	56
	غماس	59	62	64	66	67
	المهناوية	33	36	39	42	44
	الصلاحية	27	30	32	33	33
	مجموع قضاء الشامية	156	170	182	193	200
قضاء الحمزة	الحمزة	44	48	51	54	56
	السدير	33	38	43	46	49
	الشنافية	35	38	40	43	45
	مجموع قضاء الحمزة	112	124	134	143	150
المجموع		518	576	625	665	693

إجراءات تحديد موقع المكب :تعتبر عملية اختيار الموقع المناسب لمكب النفايات الصلبة عملية معقدة تحكمها العديد من المحددات ، بعضها بيئي ، وبعضها اقتصادي ، وأخرى اجتماعية وجمالية .تحتوي هذه العملية على خطوة أولى تحدد المعايير المستخدمة في التقييم ، ثم تقييم أهميتها بناءً على طبيعة منطقة الدراسة .تتضمن الخطوة الثانية ترتيب المواقع حسب المعايير المقترحة ، وهذا يتطلب البحث عن أفضل موقع من خلال معرفة الوضع الجغرافي للمنطقة واستبعاد المواقع غير الملائمة حسب الأسس المحددة ، ثم إجراء مقارنة بين المواقع المتبقية بناءً على خصائص كل

منها على النحو التالي:

استبعاد المواقع غير الملائمة مثل المواقع المتاخمة للأراضي ذات التوسع العمراني والتجاري والزراعي ومواقع الأودية وجداول السيول ، حيث أن إنشاء المكب يعرض المياه الجوفية للتلوث نتيجة تسرب السوائل الناتجة عن الدفن (السائل). .يجب عدم إنشاء المكب في موقع تقل فيه مسافة المكب عن منسوب المياه الجوفية عن 12 أمتار. يجب ألا تقل المسافة بين المطمر وأقرب بئر للمياه عن 322 متر. يجب استبعاد المواقع التي يزيد انحدارها عن 15٪ والمنحدر الأمثل اختيار موقع المكب بانحدار طفيف بنسبة 5٪ ، ويجب

ان يكون المكب بعيدًا عن المناطق السكنية التي تزيد عن 1522 م لمنع إزعاج السكان . كذلك تستبعد أي أرض تقع ضمن مسافة 222 متر حول البرك أو المستنقعات أو البحيرات ويجب ان يكون بعيدا عن حدود المطار والمناطق الطبيعية المحمية والأراضي الاثرية .حجم موقع المكب من خلال كمية النفايات التي يجب أن يستوعبها الموقع خلال فترة لا تقل عن الخمس سنوات القادمة .يجب أن تكون مساحة موقع المكب كافية لاستيعاب كمية النفايات الناتجة من المنطقة المخدومة لفترة طويلة ، ولعمر المكب لا يقل عن 22 سنة .

المقارنة بين المواقع المناسبة :بعد استبعاد المواقع غير الملائمة حسب الأسس وتحديدها في خريطة المنطقة ، يتم إجراء مقارنة بين المواقع المتبقية الأخرى لاختيار الأنسب لإنشاء المكب ، وتحدد القواعد التالية الحد الأدنى لمستوى تقييم المواقع المناسبة والمقارنة بينهما يجب أن يكون الموقع الذي يحتوي على تربة مناسبة وكافية لتغطية النفايات أثناء فترة التشغيل على درجة أعلى من الموقع مع تربة غير كافية أو يتطلب تشغيله جلب التربة من موقع آخر .أفضل موقع لإنشاء مكب للنفايات هو التربة الطينية أو الجيرية بسبب قلة مساميتها مما يقلل من تسرب سوائل المكب إلى المياه الجوفية. يفضل أن يكون الموقع بالقرب من طريق ممهد يمكنه التعامل مع حركة مركبات نقل النفايات. لذلك فإن الموقع الذي يتطلب إنشاء طريق طويل هو أقل مقارنة بالموقع الذي يتطلب إنشاء طريق قصير ، لأنه كلما زادت المسافة بين المكب والطريق زادت تكاليف النقل . يفضل الأرض المملوكة للبلدية حيث أن تكلفة شرائها تزيد من تكلفة البناء ويفضل الموقع الذي يقع مقابل اتجاه الرياح لتجنب مشاكل التلوث والرائحة للمراكز الحضرية.

ان منهجية العمل في اختيار مواقع المكبات الصحية بمحافظة القادسية

١- لتحديد أسماء المواقع وتحديد الإحداثيات لربط العمل بالمواقع الحقيقية ، تم إدخال بيانات الخريطة وتحويلها إلى بيانات رقمية ، وتم إجراء عمليات التصحيح المرجعي وفقًا للإحداثيات من خلال برنامج GIS.

٢- .(Arc GIS 9.2)طرق الرسم المستخدمة لبناء طبقات من المعلومات (نقطة ، خط ، منطقة) وفقًا للمعلمات الموجودة ، ولكل طبقة ، بيانات أساسية مدمجة في شكل جداول ، ثم يتم تنفيذ عملية تحديد مناطق الحرم .

٣- تستخدم نوعين من البيانات التي تغطي منطقة الأرض بأكملها والبيانات التي تغطي منطقة معينة.

٤- المعايير البيئية المستخدمة في اختيار مكب النفايات الصلبة التي تم الحصول عليها بناءً على خرائط محافظة القادسية.

٥- بعد تمثيل الخصائص المذكورة ، تم تحديد المنطقة العازلة للحرم الجامعي لكل منها وفقًا للمسافات والمساحات المحددة عالميًا ووفقًا للمحددات المحلية المتبعة.

٦- بعد توضيح مناطق الحرم للخصائص المذكورة سابقاً ، بالإضافة إلى عامل اتجاه الرياح.

٧- وجدت أن أفضل مكان لإقامة مكب صحي.

يتميز الموقع المقترح بما يلي:

١- يبعد الموقع حوالي (25 كم) عن حدود التصميم الأساسي لمدينة الديوانية.

٢- يبعد الموقع حوالي (25 كم) عن أقرب مجمع سكني

٣- .يبعد الموقع 1112 متر عن الطريق العام

٤- يقع الموقع عكس اتجاه الرياح السائدة

٥- يقع الموقع على مسافة (25-31) كم من مجرى النهر

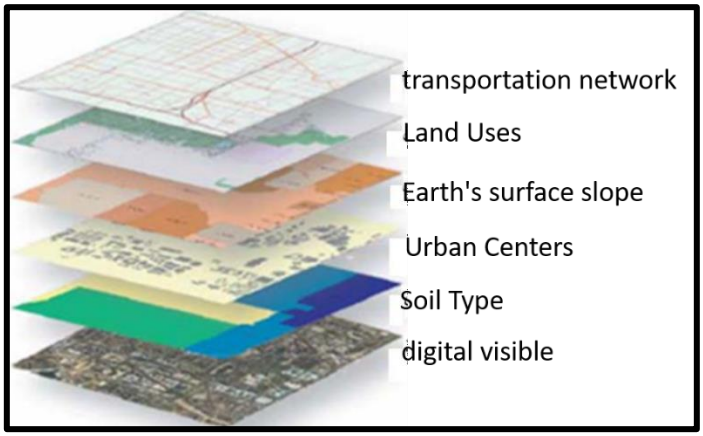
٦- تربة الموقع غير صالحة للزراعة

٧- عمق المياه الجوفية حوالي (45) م

بالتالي ، فإن الموقع المقترح يلبي معظم المتطلبات البيئية لإنشاء منطقة مكب نفايات صحية ، مع الأخذ في الاعتبار عند إنشاء الموقع دراسة مفصلة وشاملة تغطي الجوانب الجيولوجية والهيدرولوجية والجيومورفولوجية للموقع .يستخدم برنامج Arc GIS الإصدار 0.2 لتحديد أفضل مكان لإنشاء موقع لطمر النفايات الصحي وفقًا للمعايير والمعايير البيئية المقدمة في هذا البرنامج من خلال استكمال نموذج Builder Model الذي يعتمد على مجموعة من الطبقات التي حققها برنامج Arc GIs ، وهي تلك المعايير الطبيعية والبشرية التي اعتمدت عليها في اختيار أنسب المواقع ، حيث يستبعد البرنامج المناطق غير الملائمة ويقارن بين الأنسب المواقع ثم تمت مقارنة المناطق المقترحة من خلال برنامج Arc GIs ، وكشف العلاقات والأنماط والاتجاهات في شكل خرائط وتقارير ورسوم بيانية .ESR كما تضمنت طريقة العمل بناء جداول خاصة لكل محدد. مثالًا لطبقات (شرائح) تقنيات نظم المعلومات الجغرافية التي توضع فوق بعضها البعض لإنتاج خريطة مناسبة لمدافن النفايات ؛ كما في شكل (٣). أنسب موقع لإنشاء مكب نفايات صلبة هو المكان الذي تتحقق فيه

معظم العوامل الاقتصادية والاجتماعية والبيئية ، وعملية اختيار الموقع الأمثل بين المواقع المرشحة صعبة ، بسبب اختلاف خصائص هذه مواقع ، وعادة ما يختار الموقع الأفضل من حيث العوامل الكمية لاعتماده شخصيات واقعية تؤخذ مصداقيتها في الاعتبار في عمليات الترجيح والترشيح بين المواقع .سمحت المنهجية المستخدمة واستخدام أدوات التحليل المكاني بتحديد عدد من المواقع المثلى المقترحة لمكب النفايات الصلبة .بعد تطبيق النموذج المبني على هذه المعايير والرتب التي تم الحصول عليها ضمن مراحل وخطوات مدروسة ومنتظمة وعلى أسس علمية ، توصلت الدراسة إلى أفضل مواقع مكبات النفايات في المحافظة والتي يمكن رؤيتها من الخريطة

شكل (٣): طبقات (شرائح) تقنيات نظم المعلومات الجغرافية



.الاستنتاجات:

١- أظهرت الدراسة أن معظم مواقع المكبات العشوائية الحالية والمقترحة تقع خارج المناطق الملائمة بيئياً، حيث تم اختيارها عشوائيًا دون مراعاة المعايير الصحية والبيئية. المكب المقترح يقع على بُعد ٥ كم فقط من مدينة الديوانية، مما يؤدي إلى آثار صحية وبصرية سلبية بسبب الروائح والدخان الناتج عن الحرق. كما أن الموقع الحالي يشغل ربع مساحة كانت مخصصة لمكب صحي، لكنه تحول إلى مكب عشوائي، وتعمل المحرقتان فيه بشكل غير مطابق للمعايير، ما يزيد من المخاطر خاصة مع تزايد النفايات الطبية.

٢- لا يمكن تحقيق موقع مثالي تمامًا لمكب النفايات، إذ تحتوي كل المواقع على بعض السلبيات. اعتمدت الدراسة على معايير اجتماعية، اقتصادية، بيئية، جيولوجية ومناخية، وصنّفت المواقع إلى ١٢ درجة حسب

اتفاقية بازل، حيث تمثل الدرجة ١٢ الأنسب، و١ غير صالحة تمامًا. وفي حال تعذر استخدام مواقع الدرجة ١٢، تُستخدم مواقع الدرجة ٠ كبديل. أُعطيت المعايير أوزانًا مختلفة: المراكز الحضرية ٤٢٪، الأنهار ٣٥٪، الطرق ٢٢٪، والانحدار ٥٪. تم استخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS لتحليل كل معيار وإنتاج خرائط ملاءمة دقيقة، باستخدام طريقتين: الأولى تصنّف المناطق المناسبة والغير مناسبة بأرقام (١٢ للأفضل، ١ للأسوأ)، والثانية تعتمد على ترتيب السمات حسب أهميتها. تتركز الكتل العمرانية والخدمات الحكومية والزراعية غرب وجنوب غرب محافظة القادسية، وهي مناطق حساسة لا تصلح لإنشاء مكبات نفايات كما هو موضح بالخرائط.

٣-تُظهر الدراسة أن أكثر من ٤٢٪ من المكبات العشوائية تقع على بُعد أقل من ٥٢٢ مترًا من التجمعات السكانية، مما يزيد من خطر التلوث والأمراض. يُفضَّل أن تكون المكبات قريبة من مراكز توليد النفايات لتحقيق جدوى اقتصادية، مع مسافة مثالية لا تتجاوز ٣ كم، وبحد أقصى ٥٢ كم . تم تحديد أنسب المواقع للمكبات في شرق محافظة القادسية (الدرجة ١٢، ثم ٠، ثم ٢). كما يجب تجنّب إقامة مكبات قرب مشاريع إسكانية قائمة أو مستقبلية في مناطق مثل الشامية، نفر، الصالحة، البدير، الدقرة، وعفك.

التوصيات:

١-يفضل أن يكون الموقع بالقرب من طريق ممهد يمكنه التعامل مع حركة مركبات نقل النفايات وان المسافة الفاصلة لا تقل عن 522 متر من الطرق السريعة الرئيسية .

٢- يوصى باستبعاد أي أرض تقع ضمن 522 متر من خط المجرى المائي ، لأن الملوثات التي يسببها المكب تؤثر بشكل مباشر على جودة مياه النهر.

٣- الملاءمة المكانية لإنشاء مكب نفايات في محافظة القادسية بالنسبة لقيم الانحدار :ويفضل في المنطقة التي سيقام عليها المطمر أن يكون فيها منحدر طفيف بحيث يمر منه الماء والرشح. لذلك فإن الأرض المسطحة مع عدم وجود أي انحدار طفيف سيؤدي إلى زيادة احتمالية تسرب العصارة إلى المياه الجوفية حيث تعتبر الأرض المسطحة غير مناسبة لأنها شديدة الانحدار لأنها ستعيق مرور المياه التي تصل إليها وتؤدي إلى مجموعتها.

٤- يجب تخطيط مكبات النفايات بحيث تكون على مسافة مقبولة من استخدامات الأراضي عالية القيمة وغير المناسبة لإقامة مقالب نفايات عليها ، بحيث لا تؤثر عليها بشكل سلبي ، مما يفقد أهميتها واستخداماتها وقيمتها.

٥- أن موقع مكب الديوانية المقترح إنشاؤه يتوافق مع ستة معايير لمعايير اتفاقية بازل ومتطلباتها (حدود الموقع ، ارتفاعات سطح الأرض ، التربة ، والمنحدرات .)

References:

1- Creswell, J. W. (2014). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches (4th ed.). Sage Publications. pp. 147–162.
2- Al-Ruzouq, R., Shanableh, A., Al-Khayat, H., & Al Nuaimi, H. (2020). "GIS-based Landfill Site Selection Model Using Multi-Criteria Decision Analysis in Sharjah, UAE." Waste Management & Research, Vol. 38, No. 3, pp. 267–278. SAGE.
3- Malczewski, J. (2006). "GIS-based Multi-Criteria Decision Analysis: A Survey of the Literature." International Journal of Geographical Information Science, Vol. 20, No. 7, pp. 703–726. Taylor & Francis.
4- Esri (2021). ArcGIS Pro Documentation. Environmental Systems Research Institute (Esri), Redlands, CA.
5- Kumar, D., & Lal, M. (2022). "Use of Microsoft Excel for Data Management and Statistical Analysis in Environmental Research." Environmental Research Journal, Vol. 46, No. 1, pp. 45–58. Springer.
6- Aljaradin, M., & Persson, K. M. (2012). "Comparison of Municipal Solid Waste Management Systems in Jordan and Sweden Using Life Cycle Assessment." Journal of Cleaner Production, Vol. 18, No. 1, pp. 77–84. Elsevier.
7- Laner, D., Crest, M., Scharff, H., Morris, J. W. F., & Barlaz, M. A. (2012). "A Review of Approaches for the Long-Term Management of Municipal Solid Waste Landfills." Waste Management, Vol. 32, No. 3, pp. 498–512. Elsevier.
8- Chemlal, S., Tassalit, D., & Amrane, A. (2013). "Rehabilitation of El-Kerma Landfill in Algeria: Case Study." Journal of Environmental Science and Engineering, Vol. 2, pp. 134–143. David Publishing.
9- Barbieri, M., Nigro, A., & Sappa, G. (2014). "Geochemical Characterization of Trace Elements in Groundwater and Soils in the Vicinity of the Malagrotta Landfill (Rome, Italy)." Environmental Earth Sciences, Vol. 72, No. 3, pp. 573–587. Springer.
10- Gusca, J., Ruskule, A., & Rudovica, V. (2014). "Life Cycle-Based Evaluation of Landfill Mining Projects." Journal of Cleaner Production, Vol. 55, pp. 45–52. Elsevier.
11- Wing Weng, E. L., & Shimada, K. (2015). "Landfill Management in Asia-Pacific: Biodiversity Conservation and Climate Mitigation Strategies." Environmental Management and Sustainable

Development, Vol. 4, No. 2, pp. 50–67. Macrothink Institute.
12- Khazaal, A. (2020). "Landfill Site Selection Using GIS and Multi-Criteria Decision Analysis: A Case Study in Tartus Governorate, Syria." Arabian Journal of Geosciences, Vol. 13, Article 549. Springer.
13- Qadour, A., & Hamad, M. (2019). "Application of GIS and Remote Sensing in Landfill Siting in Al-Zabadani, Syria." Journal of Geospatial Engineering, Vol. 21, No. 2, pp. 115–125.
14- Al-Mukhlalati, A. (2021). "Environmental-Economic Evaluation of Municipal Landfill Projects Using Cost-Benefit Analysis." Sustainable Waste Management Journal, Vol. 9, No. 1, pp. 33–48.
15- Al-Rahili, A. (2022). "Landfill Site Suitability Analysis in Madinah Using GIS and Remote Sensing." Arabian Journal for Science and Engineering, Vol. 47, pp. 14321–14336. Springer.
16- Malczewski, J. (2004). "GIS-Based Land-Use Suitability Analysis: A Critical Overview." Progress in Planning, Vol. 62, No. 1, pp. 3–65. Elsevier.
17- Chen, Y., Yu, J., & Khan, S. (2010). "The Spatial Framework for Weighting Factors in GIS-Based Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) Models." Environmental Modelling & Software, Vol. 25, No. 12, pp. 1582–1591. Elsevier.
18- Al-sharif, A. A., Pradhan, B., & Mansor, S. B. (2014). "Spatial Decision Support System for Landfill Site Selection Using Integrated Fuzzy Logic with AHP and GIS Techniques." Environmental Earth Sciences, Vol. 71, No. 6, pp. 2893–2907. Springer.
19- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). Geographic Information Systems and Science (4th ed.). Wiley. pp. 270–295. Spatial Analysis Raster Vector)
20- Esri (2022). ArcGIS Pro: Spatial Analyst Tools. Environmental Systems Research Institute.
21- Rowe, R. K. (2005).Long-Term Performance of Contaminant Barrier Systems.Géotechnique, Vol. 55, No. 9, pp. 631–678. Thomas Telford Ltd.
22- EPA (Environmental Protection Agency) – United States. (2011).Landfill Manuals: Landfill Site Design.EPA Ireland, Chapter 3 & 4.
23- 23- Moran, S. R., & Erkut, E. (1991).The Use of the Analytic Hierarchy Process for Waste Facility Siting in Edmonton, Alberta.Journal of Environmental Management, Vol. 33, No. 2, pp. 109–120. Academic Press.
24- Frantzis, J. (1993).A Cost-Effectiveness Approach for Landfill Site Selection.Waste Management & Research, Vol. 11, No. 3, pp. 203–212. SAGE.
25- Mutiah, M., et al. (2002).GIS-Based Approach for Landfill Siting Considering Human and Environmental Risk.Environmental Modelling & Software, Vol. 17, No. 4, pp. 403–413. Elsevier.
26- Flanagan, A., & Papin, R. (1998).Social and Technical Barriers to Landfill Site Selection.Waste Management, Vol. 18, No. 5, pp. 353–361. Elsevier.
27- Kontos, T. D., Komilis, D. P., & Halvadakis, C. P. (2005).Siting MSW Landfills with a Spatial Multiple Criteria Analysis Methodology.Waste Management, Vol. 25, No. 8, pp. 818–832. Elsevier.
28- Malczewski, J. (1999). GIS and Multicriteria Decision Analysis.John Wiley & Sons, pp. 132–

186.
29- Eastman, J. R. (2016).IDRISI Selva Tutorial: GIS and Image Processing Software.Clark University, USA, pp. 76–102.
30- Goodchild, M. F., & Longley, P. A. (2015).Geospatial Analysis: A Comprehensive Guide to Principles, Techniques and Software Tools.Winchelsea Press, Vol. 5, pp. 210–238.
31- Alemayehu, E., et al. (2020).Landfill Site Selection Using GIS and Multi-Criteria Decision Analysis: A Case Study in Ethiopia.Environmental Systems Research, Vol. 9, Article 12. Springer.
32- United Nations Environment Programme (UNEP). (2019).
33- Guidelines for Environmentally Sound Management of Hazardous Waste Landfills in Arid Regions. UNEP Chemicals and Waste Branch, Geneva.pp. 22–48.