مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الخامس العدد الأول يونيو 2024
ISSN 2708-8588

تطبيق نظم التحليل المكاني لتحديد أنسب المواقع لدفن النفايات المنزلية ببلدية شحات–ليبيا

حواء عبد الدائم إدريس يوسف فرج عبدالرحمن*
كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا
*algalazy@yahoo.com

الملخص

في هذه الدراسة تم استخدام نظم المعلومات الجغرافية في مجال التخطيط البيئي لاختيار انسب المواقع لدفن النفايات في بلدية شحات بتطبيق نظم التحليل المكاني وتحديد أربعة معايير بيئية. المعيار الأول يشمل استخدامات الأرض حيث تم تصنيف الغطاء الأرضي بالاعتماد على صورة القمر الصناعي (Sentinel 2) لسنة 2022 وإنتاج خريطة رقمية قسمت منطقة الدراسة إلى أربعة فئات وهي (غابات، زراعية، عارية، سكنية). تم إعطاء الأراضي العارية اعلى قيمة وهي 2 بينما باقي التصنيفات الأخرى تم إعطاؤها قيمة 1. المعيار الثاني هو البعد عن التجمعات السكنية حيث استخدم الحرم المكاني (Buffer) لتحديد البعد عن المناطق السكنية حيث تم تحديد خمسة مستويات وكان البعد الأنسب عن التجمعات السكنية من 2000–2500 متر وأعطي اعلى قيمة من درجات الملائمة أما غير مناسب يبعد مسافة اقل من (500 متر) وأعطي اقل قيمة. المعيار الثالث وهو البعد عن الطرق الرئيسية وتم تحديد البعد الأنسب بحوالي (500–1000 متر) والذي اخذ اعلى قيمة أما غير مناسب (0–250 متر). المعيار الأخير وهو معيار الطوبوغرافيا وميل سطح الأرض حيث تم إنتاج خريطة ميل سطح الأرض عن طريق استخدام نموذج الارتفاع الرقمي Digital Elevation Model (DEM) وتصنيفها إلى (5) وحدات تصنيفية: مستوية إلى شبة مستوية (0 –5 %) أعطي له اعلى قيمة بينما الانحدار الشديد إلى الشديد جدا (<25%) أعطي له اقل قيمة. تم إجراء التحليل المكاني بناء على النمذجة الطبقية للخرائط بالأسلوب الذي يتيح التحليل المكاني لها وتوصلت الدراسة إلى إنتاج خريطة نهائية حددت فيها المواقع المقترحة لمدافن النفايات وتم الحصول على تدرج من خمس فئات حسب درجة صلاحيتها لاختيارها كموقع لدفن النفايات المنزلية والتي تتفاوت بين الأنسب وغير مناسب. وحددت الدراسة عدد 2 من انسب المواقع لدفن النفايات في الأراضي العارية ذات البعد المناسب من التجمعات السكنية وشبكة الطرق المعبدة وتتميز بانها ذات انحدار مستوي إلى شبه مستوي. الموقع الأول للنفايات يقع شمال شرق مدينة شحات (منطقة سطية)، وتبلغ مساحته حوالي 14.60 هكتار ويبلغ حجمه حوالي 2,930,000 م^3 ويصل مدة استخدام المدفن حوالي 32 سنة إذا استخدم منذ بداية 2025. أما الموقع الثاني حدد شرق منطقة الفائدية وبلغت مساحته حوالي 2.75 هكتار ويبلغ حجمه حوالي 550,000 م^3 ومدة استخدام المدفن حوالي 8 سنوات إذا استخدم منذ بداية 2025.

الكلمات المفتاحية: التحليل المكاني، النفايات المنزلية، ببلدية شحات، ليبيا

1. المقدمة

مصادر التلوث على مستوى العالم كثيرة ولعل أكثرها انتشارا وضررا بالبيئة هي مشكلة القمامة، لذلك أصبح من الضروري إدخال التخطيط البيئي الحديث خاصة في الدول النامية والغير متطورة (Jarjouie, 1998). إن تزايد مشكلة النفايات تعد نتيجة زيادة السكان وتزايد نشاطهم وتطورهم الاقتصادي والتكنولوجي مما ادى إلى زيادة في كمية النفايات حتى أصبحت تمثل احدى المشكلات البيئية الكبرى التي تواجه العالم اليوم وتفاقمت في السنوات الأخيرة نتيجة لعدة عوامل أهمها إن سرعة تراكم النفايات أعلى من سرعة تحللها وكذلك استعمال بعض المنتجات الصناعية صعبة التحلل كالبلاستيك والزجاج (حامد ومدني، 2020). أثبتت العديد من الدراسات العلمية في مجال إدارة النفايات أن أحد

أنسب الطرق للتخلص من النفايات في الدول النامية من الناحية الاقتصادية والبيئية هو أسلوب المدافن الصحية. وذلك لانه يمكن من الحد من تشويه مزيد من الأراضي وتلوث البيئة جراء انبعاث الغازات الناتجة عن النفايات وكذلك تقليل تفشي الأمراض والأوبئة (Demirbas, 2011). من اجل التخطيط البيئي السليم يعد نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد من أفضل ا الادوات التقنية ا الحديثة لنمذجة المعايير الرئيسية التي تسهم في تحديد انسب المواقع الجغرافية للتخلص من النفايات (رحمة، 2010).

تم استخدام هذه التطبيقات بشكل واسع في مجال التخطيط الحديث الذي يرتكز على الاختيار الأمثل لمواقع المدافن باستخدام صور الأقمار الصناعية والخرائط التخطيطية والخدمية الأخرى (Garcia-Ruiz *et al.*, 1996). نظم المعلومات الجغرافية (GIS) تعتبر أداة فعالة في الحد من المشاكل البيئية. يمكن استخدام نظم المعلومات الجغرافية لتتبع نمط التغير الديموغرافي وبالتالي توقع كميات النفايات ومناطق تمركزها من خلال التحليل المكاني. على سبيل المثال، يمكن لهذا لنظام تحليل البيانات السكانية والاقتصادية والبيئية لتحديد المناطق التي تشهد زيادة سكانية عالية وبالتالي زيادة في كمية النفايات المنتجة. يمكن أيضًا استخدام هذه البيانات لتخطيط مسارات جمع النفايات بكفاءة أكبر وتحديد المواقع الأنسب لمحطات إعادة التدوير ومكبات النفايات. يمكن لنظام GIS تتبع التغيرات في الكثافة السكانية عبر الزمن واستخدام هذه المعلومات لتوقع كمية النفايات التي ستنتج في المستقبل. بناءً على هذه التوقعات، يمكن للسلطات المحلية تخطيط استراتيجيات فعالة لإدارة النفايات، مثل تحسين جداول جمع النفايات وتحديد المواقع المثلى لمحطات معالجة النفايات. هذا يساعد في تقليل التكاليف وزيادة كفاءة إدارة النفايات، مما يساهم في تقليل الأثر البيئي. (الطيب وأحمد، 2019). لذلك يحتم إدخال التخطيط البيئي الحديث في إطار معايير دولية وصياغة خطط شاملة يراعي فيها كافة الشروط والمعايير البيئية وبالإضافة إلى الاستعانة بأساليب تقنية ومجموعة من التحليلات والمعالجات الجغرافية مثل (التحليل المكاني) وإدراجها على مستوى الهيئات المسؤولة عن تسيير وإدارة النفايات لما تملكه هذه التقنية من دور كبير في تسهيل عملية التخطيط واختيار المواقع المثلى.(Campbell and Masser, 1999) يقدم نظم المعلومات الجغرافية (GIS) Geography Information System والاستشعار عن بعد Remote Sensing (RS) في مجال التخطيط البيئي تقنيات لتحديد مواقع دفن النفايات بناء على عدة معايير يتم تحويلها إلى بيانات رقمية ثم تحليلها وإنتاج خرائط تصنيفية تفصل فيها الوحدات المتجانسة (Stehman, 2006). وباستخدام هذه التقنيات نستطيع تخطيط وتنظيم أماكن مكبات المخلفات بأفضل وأدق الطرق وبأقل كلفة اقتصادية ممكنة وتقليل الأثر السلبي لهذه المخلفات. إن استخدام نظم المعلومات الجغرافية كأداة مُساعدة في اتخاذ القرار حول أفضل المواقع لمكب نفايات يعتمد على عدد ضخم من البيانات (Mahamid and Thawaba 2010). وتعد تقنية نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد من أهم التقنيات التي تستخدم لتوفير المعلومات المكانية والمستويات المختلفة للإدارة الوصفية والتحليل لدعم اتخاذ القرار والمساهمة في وضع الحلول المناسبة للمشاكل المتوقعة (Jayasinghe *et al.*, 2010). ويتم إعداد المخطط

الاستراتيجي الشامل لإدارة النفايات بناءً على المعايير المستخدمة في اتفاقية بازل (2005) لاختيار مواقع الدفن للمخلفات في المناطق الجافة والتي من أهمها: استخدامات الأرض والقدرة الإنتاجية لها، المسافة بين المكب والطرق الرئيسة السريعة، البعد عن المناطق السكنية، البعد عن مصدر توليد النفايات، البعد عن المطارات، نوع التربة، الطبوغرافيا ونسبة الانحدار، الآبار الجوفية، اتجاه السفوح الجبلية والرياح السائدة، الأحواض الجوفية. وفي دراسة الزردومي، (2019) التي تم من خلالها إجراء عملية التطابق الموزون بين جميع المعايير المستخدمة في اتفاقية بازل لتنتج طبقة جديدة تحدد الموقع الأنسب في صورة خريطة توضح مدى ملائمة صلاحية الأراضي Map Suitability لدفن النفايات. وفي دراسة قام بها الشكري، (2016) والتي كان هدفها استخدام نظم المعلومات الجغرافية كتقنية مساعدة في تقييم مواقع مكبات النفايات في فلسطين وإنتاج خريطة رقمية لأفضل المواقع الصالحة لإقامة مكبات نفايات صحية وكان ذلك بناءً على مجموعة من الشروط والمعايير مرتكزة في أساسها على بعض من اهم المعايير المذكورة في اتفاقية بازل سنة (2005) والخاصة باختيار وتصميم وتشغيل مكبات النفايات إضافة إلى العديد من المعايير الأخرى المحلية التي تم إضافتها إلى العديد من الأبحاث والدراسات حول الموضوع. وفي دراسة التلاحمة، (2005) لاختيار أفضل مواقع لمكب النفايات لكل بلدية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، بناءً على معايير محلية تم الاعتماد عليها وهي: البعد عن مناطق التجمعات السكنية، وسهولة الوصول إلى المكبات، جيولوجية المنطقة بالإضافة إلى العوامل المناخية (اتجاه الرياح). وفي دراسة زهمول والذوادي، (2020) لإنتاج خريطة رقمية لأفضل المواقع الملائمة لإنشاء مكب نفايات صحية حسب الشروط البيئية المحلية والدولية ومن اهم المعايير التي تم أخذها في الاعتبار: طبوغرافيا سطح الأرض، اتجاه الرياح السائد، شبكة الطرق، التجمعات السكنية، الشريط الساحلي(البحري)، استخدامات الأراضي (Land Use) والمناخ المحلي. أشاد Aziz, (2001) وجود عوامل أو معايير عديدة تتداخل فيما بينها لتتحكم في مدى صلاحية المواقع المخصصة لدفن النفايات المنزلية منها على سبيل المثال: النطاق العمراني (المخططات العمرانية) الحالية والمستقبلية، شبكة الطرق الأساسية (الطرق الرئيسية المعبدة)، شبكة البيئة التحتية واهمها: خطوط الهواتف، خطوط شبكة المياه، خطوط الكهرباء، خطوط مجاري الصرف الصحي. بالإضافة إلى التركيب المعدني للتربة، التركيب الجيولوجي والطبقات التحتية، الغطاء النباتي، مناطق آبار المياه الجوفية وأحواض المياه الجوفية. تدمج كل المعايير داخل تطبيق GIS على حسب مقدار قوة كل معيار والمحصلة النهائية ينتج عنها خريطة تحديد اختيار أفضل المواقع لمكبات النفايات (الوائلي والجبوري، 2021). ذكر عبدالعاطي، (2021) في دراسته في المنطقة الغربية من ليبيا إن إيجاد مواقع جديدة قد تصلح لان تكون مكبات أمنة مستقبلا وذلك بما يتناسب مع اهم المعايير المحلية المرتكزة على اتفاقية بازل الدولية لسنة (2005) المتمثلة في: البعد عن الطرق الرئيسية، البعد عن المطارات، البعد عن مصدر توليد النفايات، استخدام الأراضي، نوع التربة، انحدار السطح وعمق المياه الجوفية باستخدام المنهج الوصفي لوصف المعايير والمنهج التحليلي لمعالجة المعايير مكانيا والتحليل الهرمي لاستخراج الأوزان النسبية لها. ومن الخصائص الضرورية التي يجب أن تتوفر في موقع المدفن ألا يضر بأي موارد طبيعية هامة

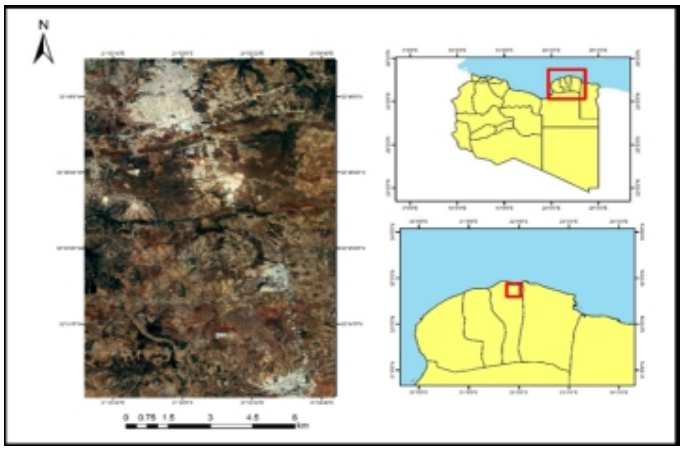
أي أن يكون الموقع منسجماً مع استخدامات الأرض الحالية والمستقبلية في المنطقة، والمسافة بين المكب والطرق الرئيسة السريعة لا تقل عن 500 متر (شتية وغضية 2018). وتم اعتماد مسافة 500 متر كأدنى حد بين مكب النفايات وأقرب تجمع سكاني حيث أن لكل منطقة جغرافية ظروفها الخاصة (الرحيلي، 2010). ويتم استخدام الأدوات التحليلية مثل Buffer لتجنب المناطق التي تقع بالقرب من العناصر التي لا ينبغي أن توجد بها مكبات (Mahamid and Thawaba 2010). وذكرت دراسة شتية وغضية، (2018) ألا يزيد الانحدار المثالي عن (15%) وكما ذكر في الدليل الفني لإرشادات وضوابط الدفن الصحي للنفايات ويتم استبعاد المواقع ذات الانحدار الشديد الذي يزيد عن (25%). وتعتبر التربة الطينية والجيرية ذات النفاذية المنخفضة هي أفضل أنواع الترب في اختيار مواقع المكبات. اختيار موقع المدفن الأمثل يكون في أرض مسطحة أو ذات انحدار معقول حيث أن ذلك يسهل عمليتي تصميم المدفن وتشغيله وأن يكون الوصول إليه سهلاً في جميع فصول السنة (الرحيلي، 2010). كما ذكر بادي وآخرون (2021) بمدينة مصراته في ليبيا أن معيار المياه الجوفية بالغ الأهمية نتيجة قوام التربة الرملي ذات الرشح العالي نسبيا ويتم استبعاد المناطق التي يقل عمق مستوى المياه الجوفية فيها عن 300 متر، عليه فان اختيار المدافن يكون مختلف من بيئة لأخرى حسب الظروف البيئية المحيطة. وبالنظر إلى ليبيا، فإن إدارة النفايات لم تواكب التطور الكبير الحاصل في هذا الجانب مقارنة بالدول المتقدمة لأنها تحتاج إلى الكثير لتحقيق متطلبات إنجاح هذه العملية، وهناك حاجة ملحة لاتباع أساليب تقنية لإدارة النفايات بكل مراحلها. تتميز ليبيا باتساع مساحتها الجغرافية وانخفاض كثافتها السكانية مع دخل متوسط نسبيا، وبناءً على التقرير الذي أعده برنامج الأمم المتحدة للبيئة الذي ينص على أن الفرد العربي ينتج ما بين 1.75-0.5 كيلو جرام من النفايات في اليوم الواحد، فإن ليبيا تعتبر ذات إنتاج متوسط من النفايات بمعدل 1.25 كيلو جرام لكل فرد يوميا، ويقدر الإنتاج السنوي من النفايات بحوالي 3.2 مليون طن سنويا (كريديش وبادي، 2020). يعد التخلص من النفايات من أهم القضايا البيئية المعاصرة في الدول الأفريقية حيث أنها تملك أعلى نسبة نمو سكاني، وتختلف كمية النفايات من دولة إلى أخرى لأسباب عديدة، منها الاختلاف في مستوى الدخل والحالة الصحية والظروف المناخية والأنشطة الصناعية والتجارية وكذلك عادات وتقاليد بعض المناطق خاصة في شمال أفريقيا (بادي وآخرون، 2021). وتعتبر عملية اختيار المعايير والمفاضلة بينها في اختيار موقع المكب المناسب هي العملية الأصعب والأكثر حساسية نظرا لتداخل وترابط المعايير التي تحدد اختيار الموقع وذلك نتيجة تقارب هذه المعايير من بعضها البعض وأهمية كل منهما، هذه المعايير تحكمها عدة ضوابط منها طبيعة منطقة الدراسة والخصائص البيئية والجيولوجية وعوامل المناخ المختلفة وضوابط أخرى جمالية وكذلك تأثرها بالبيئة المحيطة، وبالتالي قد تختلف من دولة إلى أخرى ومن مكان إلى آخر، ولهذه الأسباب فإنه من الضروري أن تتم الاستعانة بمن لديه الخبرة والمعرفة الجيدة بمنطقة الدراسة لمراجعة هذه المعايير لضمان اختيار المعيار الأنسب الذي يتم من خلاله اختيار موقع المكب الأمثل (الرحيلي، 2010). ويعتبر الغرض من هذه الدراسة هو اختيار مواقع مناسبة منظمة علمياً وبصورة مثالية لدفن النفايات المنزلية بسبب عدم وجود هيكلية واضحة للتخلص من النفايات

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الخامس العدد الأول يونيو 2024
ISSN 2708-8588

في بلدية شحات. وإنتاج خرائط تفاعلية من شأنها تسهيل عملية إدارة النفايات على المستوى الإداري والتقني بمنطقة الدراسة، والتي تعتبر من المعالم السياحية المهمة ومن أجمل المدن الليبية من الناحية الحضارية والتاريخية، وإدارة النفايات فيها ليست خاضعة لأي قوانين بيئية. هذه الدراسة استخدمت منهجية البحوث التطبيقية التي تعتمد على التحليل المكاني وتعتبر أولى الدراسات في منطقة الدراسة التي تعنى باستخدام بيانات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد كما توفر قاعدة معلومات في هذا المجال يمكن للدارسين والباحثين الاستفادة منها في دراسات قادمة.

2. مواد وطرق البحث

منطقة الدراسة: تقع بلدية شحات في منطقة الجبل الأخضر بشمال شرق ليبيا، بين دائرتي عرض 31" 51' 32º و55" 38' 32º شمالاً وبين خطي طول 48" 49' 21º و30" 57' 21º شرقا (شكل 1). تعد مدينة شحات التي عرفت تاريخا باسم "قورينا" أول مركز حضري في ليبيا أسسه المهاجرون الإغريق سنة (631) قبل الميلاد (الوافي، 1990) ومنذ ذلك التاريخ تعاقبت الحضارات الإغريقية والرومانية والبيزنطية على هذه المدينة مما اكسبها أهمية تاريخية وسياحية، بحيث أصبحت إحدى مناطق التراث الحضاري العالمي المحمية من قبل منظمة اليونسكو. وتعتبر مدينة شحات من المراكز الحضرية الصغيرة، حيث بلغ عدد سكانها 32982 نسمة سنة 2014 (مصلحة الأحوال المدنية لبلدية شحات 2014) بعد أن كان 26650 نسمة حسب تعداد السكان لسنة 2006، مما يدل أن معدل نمو سكان البلدية يبلغ 3% سنويا خلال الفترة 2006-2014 (عبد النبي وعبد الشفيع، 2014) ويبلغ عدد سكانها حاليا 66087 نسمة لسنة 2022 (مصلحة الأحوال المدنية لبلدية شحات 2022).



شكل .1. الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة.

طبوغرافية منطقة الدراسة: تعتبر منطقة الدراسة جزء من إقليم الجبل الأخضر وهي تقع شرق مدينة البيضاء، تتميز بوجود ارتفاعات متباينة، وهي تشرف على البحر المتوسط من الناحية الشمالية، وهي منطقة الدراسة جبلية متباينة ويوجد بها انحدارات مختلفة تتراوح ما بين 0 إلى >25%، وان معظم اتجاه الانحدارات تكون في اتجاه الشمال.

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الخامس العدد الأول يونيو 2024
ISSN 2708-8588

الغطاء النباتي الطبيعي: يشتمل الغطاء النباتي الطبيعي في منطقة الجبل الأخضر على مجموعات متنوعة من العشائر النباتية، منها نباتات حولية وأخرى معمرة. وتمثل الأعشاب النجيلية *Poaceae* والشبرق *Sarcopoterium spinosum* والزهيرة *phlomis floccose* والقندول *Caycotame villosa* والبربش *Cistus ssp* جزءاً هاماً من الغطاء النباتي، إضافة لأنواع عدة من الأشجار المعمرة التي تمثل الغطاء النباتي الأساسي الذي ينتشر على هضاب وسواحل وأودية الجبل الأخضر في المنطقة الواقعة بين أم الرزم شرقاً وحتى قمينس غرباً ويمتد جنوباً حتى حدود المناطق الرعوية. وتعتبر أشجار العرعر *Juniperus phonenica* التي تشكل نحو 80 %من إجمالي أعداد الأشجار والشجيرات دائمة الخضرة بمناطق الجبل الأخضر، إضافة للشماري *Arbutus pavarii* والبطوم *pistacia lentiscus* والخروب *Ceratonia siliqua* والزيتون *Olea europaea* والبلوط *Quercus* والجداري *Rhus tripartita* أهم الأنواع السائدة في المنطقة (دراسة جامعة عمر المختار, 2005).

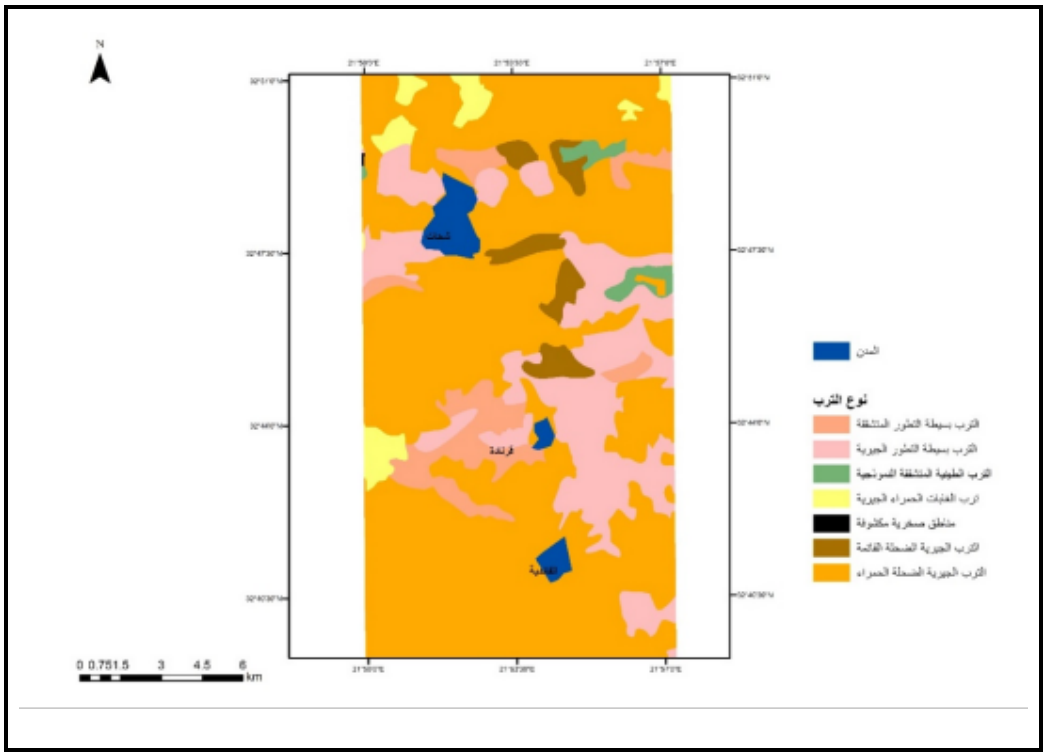
التربة: حسب دراسة Selkhozeprom Export (1980) أن اغلب الترب في منطقة الدراسة هي ترب جيرية ضحلة (Rendzina) و تمثل حوالي 90% (شكل 2). الجدول (1) يوضح أنواع الترب على مستوي تحت المجموعة (subgroup) حسب التصنيف الروسي وما يقابله بالتصنيف الأمريكي الحديث مع نسبة انتشار كل منها (بن محمود والزرقاني، 2023).

جدول.1. أنواع الترب حسب التصنيف الروسي وما يقابله بالتصنيف الأمريكي والاسم المعرب على مستوي تحت المجموعة ونسبة انتشار كل منها.

ت	التصنيف الروسي	التصنيف الأمريكي	الاسم المعرب	الانتشار
1	Red ferrisiallitic typical Carbonate soils	Calcic rodoxer alfs	ترب الغابات ذات النظام الرطوبي المميز للبحر المتوسط الحمراء المحتوية على الأفق الجيري	%4
2	Siallitic cinnamonic compact soils	Vertic xerochrepts	الترب الجبلية بسيطة التطور ذات النظام الرطوبي المميز للبحر المتوسط المتشققة السطح	%6.3
3	Siallitic cinnamonic carbonate soils	Calcic xerochrepts	الترب الجبلية بسيطة التطور ذات النظام الرطوبي المميز للبحر المتوسط المحتوية على الأفق الكلسي	%12
4	Dark compact typical soil	Typicxererts	الترب الطينية المتشققة ذات النظام الرطوبي المميز للبحر المتوسط النموذجية	%2
5	Rendzina dark	Lithic sombric rendolls	الترب الجيرية الضحلة القاتمة	%5.6
6	Rendzina red	Lithic rodic rendolls	الترب الجيرية الضحلة الحمراء	%70
7	Rockoutcrops	Rockoutcrops	المناطق الصخرية المكشوفة	%0.1

المصدر : بن محمود والزرقاني (2023).

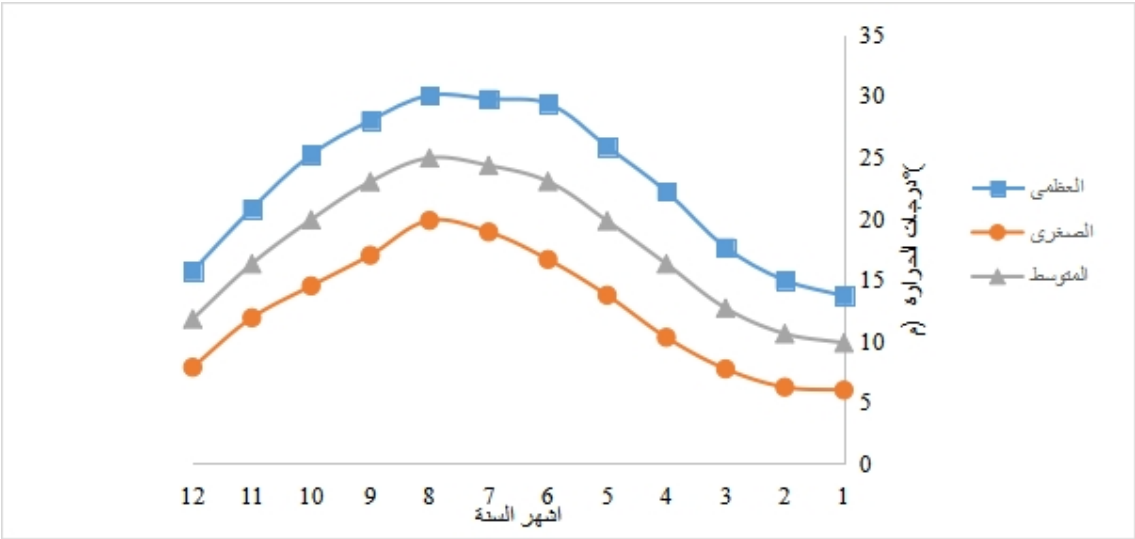
مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الخامس العدد الأول يونيو 2024
ISSN 2708-8588



شكل.2. أنواع الترب بمنطقة الدراسة (Selkhozeprom Export 1980).

المناخ: يعتبر مناخ الجبل الأخضر مناخ شبه رطب بالمنطقة الجبلية الشمالية، ويزداد جفافاً كلما اتجهنا جنوباً.

الحرارة: ويتراوح متوسط درجات الحرارة ما بين 10 و30 درجة مئوية، ويبلغ متوسط درجة الحرارة الصغرى 5.1 درجة مئوية . يبين شكل (3) متوسط درجات الحرارة من سنة 1980 -2021.



المصدر: محطة أرصاد شحات.

شكل .3. درجات الحرارة العظمي والصغرى والمتوسطة لبلدية شحات من سنة 1980 إلى 2021.

الرطوبة: يبلغ متوسط الرطوبة النسبية حوالي 60% وذلك في الفترة من شهر أبريل حتى نهاية شهر سبتمبر وتصل نسبتها 90% خلال شهري ديسمبر ويناير (دراسة جامعة عمر المختار، 2005).

الرياح: الرياح السائدة غربية شتاء وشمالية شرقية صيفاً، كما تهب الرياح الجنوبية (القبلي) على المنطقة ويبلغ متوسط سرعة الرياح 8 – 12 كم/ ساعة، وتصل أحياناً 45 كم/ ساعة وخاصة بمناطق جنوب الجبل الأخضر (دراسة جامعة عمر المختار، 2005).

الهطول: تعتبر منطقة الجبل الأخضر أكثر مناطق ليبيا هطولاً، إذ يصل متوسط الهطول السنوي 400 مم/ سنة وبأقصى هطول يصل 650 مم/ سنة بمنطقة حزام (مسه – البيضاء – شحات). وينخفض معدل سقوط الأمطار بشدة كلما اتجاهنا جنوباً حيث تصل إلى حوالي 275 مم/ سنة بمنطقة جنوب وسط الجبل الأخضر (خط تاكنس – مراوة). وتتساقط حوالي 75 %من الأمطار خلال فصلي الشتاء والربيع (دراسة جامعة عمر المختار، 2005).

جيولوجية المنطقة: تكوين أبولونيا Apollonia Formation: في منطقة شحات يتكون تكوين أبولونيا من وحدتين ويصل سمكها إلى 41 متر (Pietersz, 1986).

الوحدة 1: سمكها يصل إلى 30 متر وتتكون من حجر جيري اصفر إلى اصفر فاتح اللونGrainstone ، مع وجود تكرار في الطبقات بين الحجر الجيري الأصفر الهش ذو السمك 4 م والحجر الجيري فاتح اللون الصلب ذو السمك من 15 – 20 م.

الوحدة 2: طبقة صلبة وسمكها يصل إلى 11 متر وتتكون من حجر جيري، اصفر فاتح اللون wackestone to packstone تحتوي على نيوموليت Nummulites صغيرة وكبيرة الحجم.

منهجية الدراسة: تعتمد منهجية هذه الدراسة على الأساليب الوصفية والطرق التحليلية القابلة للتطبيق لاختيار أنسب المواقع لمدافن النفايات عن طريق تطبيق التحليل المكاني المتاح في بيئة نظم المعلومات الجغرافية. اعتمدت هذه الدراسة على صورة من القمر الصناعي Sentinel 2 بدقة 10 متر، والتي تم التقاطها في سبتمبر لسنة 2022، والتي تم تحميلها من موقع هيئة المسح الجيولوجي الأمريكي United States Geological Survey (USGS). تم تجميع البيانات الجغرافية وتنسيقها وتنظيمها من اجل تحليلها في شكل قاعدة بيانات رقمية مستخلصة من المرئيات الفضائية داخل نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، حيث لها القدرة على تنظيم وتحليل البيانات المكانية بالاستعانة ببعض البرامج والتطبيقات داخل النظام والمعلومات الجغرافية. تعتمد هذه الدراسة على مصادر مستمدة من العديد من الخرائط الموضوعية المختلفة التي بنيت منها قواعد البيانات الجغرافية الرقمية الحديثة. وشملت الخرائط: خريطة رقمية من استخدامات الأرض بناء على الغطاء النباتي (أراضي غابات، أراضي زراعية، أراضي جرداء أو خالية من الغطاء النباتي) وخريطة الطرق الرئيسة وخريطة التجمعات السكنية بالإضافة إلى خريطة الميل. تم الاعتماد على برنامج (Arc-GIS) في إنشاء خريطة الطرق الرئيسية والخريطة الطوبوغرافية، وتم إدخال خريطة استخدام الأرض (Land use)، في شكل ملف خلايا (Raster)، وتم تحويلها إلى

بيانات خطية (Victor). تم استبعاد معيار أراضي الغابات الطبيعية والأراضي الزراعية وإعطائها اقل قيمة وهي 1 أما معيار الأراضي الجرداء أو الخالية من الغطاء النباتي تأخذ القيمة 2. تم اختيار معيار البعد عن المناطق السكنية ومعيار البعد عن الطرق المعبدة بناءً على الظروف البيئة لمنطقة الدراسة وتم تصنيفها وتحديد فئات لكل معيار من 1 إلى 5. كما أشارت الهيئة العامة لحماية البيئة (2020)، تم اختيار القيم الحرجة لمعايير البعد عن المناطق السكنية بناءً على مجموعة من العوامل البيئية والصحية والاجتماعية. تُحدد هذه القيم لتقليل التأثيرات السلبية على البيئة والصحة العامة، ولتحقيق فعالية أكبر في إدارة النفايات. يعتمد تصنيف البعد عن المناطق السكنية من 1 إلى 5 على دراسات تؤكد أن المسافة بين مواقع النفايات والمناطق السكنية يجب أن تكون كافية لتقليل التأثيرات السلبية مثل التلوث الهوائي، الروائح الكريهة، وانتشار الآفات (وزارة الصحة والبيئة، 2019). على سبيل المثال: درجة 1 (0–500م): قرب شديد من المناطق السكنية، مما يزيد من التأثيرات السلبية بشكل كبير. بينما درجة 2 (500–1000م): قرب معقول، لكن التأثيرات لا تزال محسوسة.درجة 3 (1000–1500م): مسافة متوسطة، حيث تبدأ التأثيرات السلبية بالانخفاض.درجة 4 (1500–2000م): مسافة جيدة تقلل بشكل كبير من التأثيرات السلبية. درجة 5 (أكثر من 2000م): مسافة آمنة تضمن الحد الأدنى من التأثيرات السلبية. وتؤكد الدراسات البيئية أن مسافة 2000 متر عادةً ما تكون كافية لتقليل التأثيرات البيئية والصحية على السكان (عبد الله، 2018).

بناءً على مجموعة من العوامل البيئية وكما نوهت دراسة عبد الله (2018) إلى تصنيف البعد عن الطرق المعبدة يهدف إلى تحقيق توازن بين الوصول السهل لمواقع النفايات وتقليل الأضرار البيئية: درجة 1 (0–500م) :وصول سهل جداً، لكن قد يزيد من تلوث الطرق والتأثير على حركة المرور. درجة 2 (500–1000م) :وصول معقول مع تأثير أقل على الطرق. درجة 3 (1000–1500م) :مسافة متوسطة تحقق توازن جيد بين الوصول والتأثير البيئي. درجة 4 (1500–2000م) : مسافة جيدة تقلل من التأثيرات البيئية وتحافظ على سهولة الوصول. درجة 5 (أكثر من 2000م) :مسافة بعيدة تقلل بشكل كبير من التأثيرات البيئية، لكن قد تزيد من تكلفة النقل. كما اختيار هذه القيم يعتمد على مراجعة المراجع العلمية والدراسات السابقة التي تبحث في تأثير مواقع النفايات على الصحة العامة والبيئة. الدراسات تُظهر أن هناك مسافات معينة تعتبر آمنة للحد من التأثيرات السلبية. على سبيل المثال، دراسة نشرتها "منظمة الصحة العالمية (WHO) "أشارت إلى أن مسافة 2000 متر تعتبر كافية لتقليل التأثيرات السلبية للمكبات على المناطق السكني وكذلك دراسة نشرتها "وكالة حماية البيئة (EPA) "في عام 2017 أشارت إلى أن مسافة 2000 متر تعتبر كافية لتقليل التأثيرات السلبية للمكبات على المناطق السكنية بالإضافة إلى ذلك، دراسة نشرتها "مجلة إدارة البيئة" (Journal of Environmental Management) في عام 2019 تناولت تأثير مواقع إدارة النفايات على المجتمعات المحلية وأكدت على أهمية اختيار مواقع بعيدة بما فيه الكفاية عن المناطق السكنية والطرق الرئيسية لتقليل التأثيرات السلبية.

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الخامس العدد الأول يونيو 2024
ISSN 2708-8588

الجدول (2) يوضح تصنيف معيار البعد عن المناطق السكنية، حيث تم إعطاء الخلايا الأكثر ملائمة القيمة الأعلى والأقل ملائمة القيمة الأدنى.

جدول.2. معيار التصنيف المكاني (المعيار الثاني) للبعد عن المناطق السكنية ببلدية شحات.

القيمة	درجة الملائمة	البعد عن المناطق السكنية والطرق المعبدة (م)
1	**غير مناسب**	**500–0**
2	**سيء الملائمة**	**1000–500**
3	**متوسط**	**1500–1000**
4	**مناسب**	**2000–1500**
5	**الأنسب**	**2000<**

بالنسبة للمعيار الثالث التصنيف المكاني للبعد عن الطرق المعبدة تم اختيار البعد الأنسب بحوالي (500 – 1000 متر) وغير المناسب اقل من أو يساوي 250 متر، تم اتباع المقياس المشترك (1–5) لتصنيف البيانات حيث أن الأنسب اعلي قيمة ويأخذ القيمة (5) والأسواء يأخذ اقل قيمة.

بالنسبة لمعيار الطوبوغرافيا وميل سطح الأرض تم رسم خريطة ميل سطح الأرض عن طريق استخدام نموذج الارتفاع الرقمي Digital Elevation Model (DEM) وتصنيفها إلى (5) وحدات تصنيفية على النحو التالي: مستوية إلى شبة مستوية (0 –5 %)، انحدار خفيف (5–10 %)، انحدار معتدل (10–15 %)، انحدار متوسط الشدة (15–20 %)، انحدار شديد إلى شديد جدا (>25%) (Kosmss *et al.*, 2011). تم تصنيف وحدات الميل الطوبوغرافي واختيار القيم الحرجة بناءً على معايير بيئية وهندسية تهدف إلى تقليل المخاطر وتحقيق كفاءة أعلى في اختيار مواقع مكبات القمامة. يعتمد هذا التقسيم على دراسات علمية وممارسات معيارية في مجالات الجيومرفولوجية والهندسة البيئية. عند اختيار مواقع مكبات القمامة، يتم تفضيل المناطق ذات الميل الطوبوغرافي المنخفض لضمان سهولة الوصول وتقليل مخاطر التلوث البيئي. المناطق ذات الميل المعتدل يمكن استخدامها بشرط تطبيق إجراءات هندسية دقيقة لضمان الاستقرار ومنع التآكل. المناطق ذات الميل العالي تُجنب عادةً لاستخدامها كمكبات للقمامة بسبب المخاطر البيئية العالية وتكلفة التحكم فيها (Environmental Protection Agency, 2017). تم تصنيف وحدات الميل الطوبوغرافي واختيار القيم الحرجة بناءً على معايير بيئية وهندسية تهدف إلى تقليل المخاطر وتحقيق كفاءة عالية في اختيار مواقع مكبات القمامة. يعتمد هذا التقسيم على دراسات علمية وممارسات معيارية في مجالات الجيومرفولوجية والهندسة البيئية. تشمل الأسس المستخدمة لتقسيم الميل الطوبوغرافي وتوزيعه لمكبات القمامة: انحدار من مستوي إلى شبة مستوي (0 – 5%)، حيث يُعتبر هذا الميل مثاليًا لسهولة البناء وتقليل تكاليف البنية التحتية، تقليل مخاطر التآكل وتجمع المياه، ويعد مناسبًا جداً لمكبات القمامة نظرًا لإمكانية التحكم السهل في تصريف السوائل ومنع التسرب (Smith and Williams, 2018). انحدار خفيف (5

– 10%)، يُعد هذا الميل قابلًا للإدارة مع تطبيق بعض التدابير الهندسية. يمكن استخدام هذه المناطق مع اتخاذ تدابير احترازية لمنع التآكل، ويتطلب بعض التحكم في تصريف المياه لمنع التلوث. هذه المناطق مناسبة لمكبات القمامة بشرط وجود أنظمة جيدة لتصريف السوائل والتحكم في التآكل (Jones *et al.*, 2017). انحدار معتدل (10 – 15%) يمثل تحديًا أكبر للبناء ويتطلب تصاميم هندسية خاصة. لاستخدامه في مكبات القمامة، قد يتطلب تصاميم محددة لمنع الانهيارات والتآكل، بالإضافة إلى تدابير خاصة لضمان الاستقرار ومنع المخاطر البيئية (Miller and Tang, 2019). انحدار متوسط الشدة (15 – 20%) يشكل مخاطرة عالية لاستخدامه في مكبات القمامة ما لم يتم اتخاذ تدابير صارمة للتحكم في التآكل والانهيارات. يتطلب احتياطات كبيرة ويستلزم استخدام تقنيات خاصة جدًا لضمان السلامة والاستقرار في حال استخدامه (Taylor, 2016). انحدار شديد إلى شديد جدا (>25%) تُعتبر هذه المناطق غير مناسبة تمامًا لمكبات القمامة بسبب الصعوبة البالغة في التحكم في تصريف السوائل ومنع الانهيارات (Brown and Green, 2015). وبناءً على ما سبق تم إعطاء الخلايا الأكثر ملائمة القيمة 5 والأقل ملائمة القيمة 1 كما هو موضح بالجدول (3).

جدول.3. المعيار الرابع التصنيف المكاني للميل (%) ببلدية شحات.

القيمة	الانحدار	الميل (%)
5	مستوي–شبه مستوي	5-0
4	خفيف	10-5
3	معتدل	15-10
2	متوسط	20-15
1	شديد إلى شديد جدا	25<

تم إنشاء حرم مكاني (Buffer) لكل من أراضي البناء المعماري والطرق الرئيسية والنسبة المئوية للميل بأبعاد مختارة بناء على دراسات سابقة وتقديرات الباحث. وتم استبعاد بعض المعايير التي ترى هذه الدراسة عدم أهميتها في اختيار مواقع المدافن بالنسبة لمنطقة الدراسة:

التربة: بالإشارة إلى خريطة التربة التي أعدتها Selkhozeprom Export (1980) إن أراضي منطقة الدراسة ذات قوام ثقيل طيني أو طيني سلتي ويفضل في اختيار المواقع المناسبة لمدافن النفايات أن تكون في الترب ذات النفاذية البطيئة. لذلك تم استبعاد معيار التربة لان منطقة الدراسة تعتبر ملائمة لدفن النفايات.

جيولوجيا منطقة الدراسة: يعتبر المكون الجيولوجي لمنطقة الدراسة هو تكويني أبولونيا التي في أصلها مكون من حجر جيري ذات المسامية الضعيفة والتي تعتبر ملائمة في عملية اختيار المدافن.

المياه الجوفية: تم استبعاد معيار المياه الجوفية حيث أن عمق المياه لمنطقة الدراسة أكثر من 250 متر وبذلك لا تؤثر مدافن النفايات على المياه الجوفية.

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الخامس العدد الأول يونيو 2024
ISSN 2708-8588

البعد عن المطارات: لا يوجد في منطقة الدراسة سوى مطار واحد (الابرق) الذي يبعد مسافة 12 كم حيث تعتبر هذه المسافة امنه عند اختيار مواقع مدافن النفايات.

البعد عن المياه السطحية الدائمة :تم استبعاد معيار مياه الينابيع لعدم تواجدها بالقرب من المواقع المختارة.

إدخال ومعالجة البيانات: تم اتباع المقياس المشترك (1-5) لتصنيف البيانات ومعالجة المعايير التي لم يتم استبعادها باستخدام وظائف التحليل المكاني. وبناء على ذلك تم تحليل البيانات واختيار المواقع وتوزيعها حسب المقياس المشترك لإعطائها الرتب المناسبة. ثم إنتاج خريطة ملائمة لكل معيار وبعد ذلك ومن أجل الوصول إلى الخريطة الملائمة النهائية تم وضع وزن نسبي للمعايير الأربعة الرئيسية ونسبة كل منها (25%).

3. النتائج والمناقشة

تم إدخال صورة Sentinel 2 وتحليلها داخل نظام Erdas Imagine بعد اختيار منطقة الدراسة حتى وصلت إلى إنتاج خريطة تصنيفية قسمت منطقة الدراسة إلى أربعة وحدات تصنيفية على النحو التالي: أراضي غابات طبيعية، أراضي زراعية، ترب عارية، وأراضي بناء معماري. بعد الانتهاء من التصنيف المبدئي للغطاء الأرضي تم اختيار 250 نقطة عشوائياً ممثلة لمنطقة الدراسة لإجراء التحقق الميداني من التصنيف. أسهمت الدراسة الميدانية في تأكيد صحة التصنيف، تم إجراء اختبار دقة التصنيف جدول (4)، باختبار دقة المستخدم ومؤشر كابا (Kappa)، الذي يعتمد على تحليل مصفوفة الخطأ لكل وحدة تصنيفية وكذلك لكل الوحدات التصنيفية (Ediriwic-krema and Khorram, 1997; Congalton *et al.*, 1983). وخلصت النتائج إلى أن دقة التصنيف كانت 94%، ونتيجة التوافق لتحليل كابا كان 0.92 (جدول 5). وبناءً على ذلك تم الحصول على تصنيف نهائي لمنطقة الدراسة (2007) , Guler *et al.* ; Congalton, (1991)، وإنتاج خريطة استخدام الأرض (Land use).

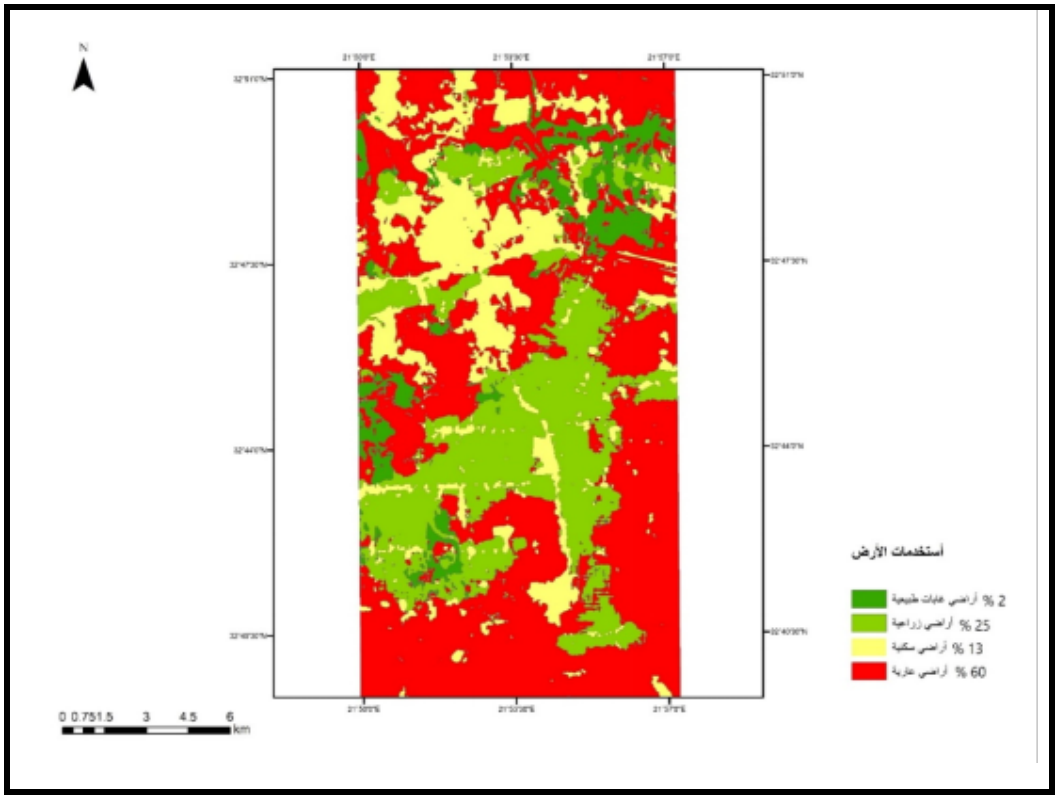
جدول.4. اختيار دقة التصنيف باستخدام مؤشر كابا ودقة المستخدم.

	مرجعية البيانات						
تصنيف البيانات	ترب عارية	أراضي معمارية	أراضي زراعية	أراضي غابات	مجموع الصف	دقة المستخدم (%)	مؤشر كابا
ترب عارية	83	3	1	0	87	95	0.94
أراضي معمارية	2	48	1	0	51	94	0.93
أراضي زراعية	3	1	60	1	65	92	0.91
أراضي غابات	0	0	4	43	47	91	0.91
مجموع العمود	88	52	66	44	250		
الدقة (%)	94	92	91	89			

مجموع البكسل (الخلايا) المصنفة صحيحا: 234؛ مجموع دقة التصنيف 94%؛ مجموع مؤشر كابا 0.92.

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الخامس العدد الأول يونيو 2024
ISSN 2708-8588

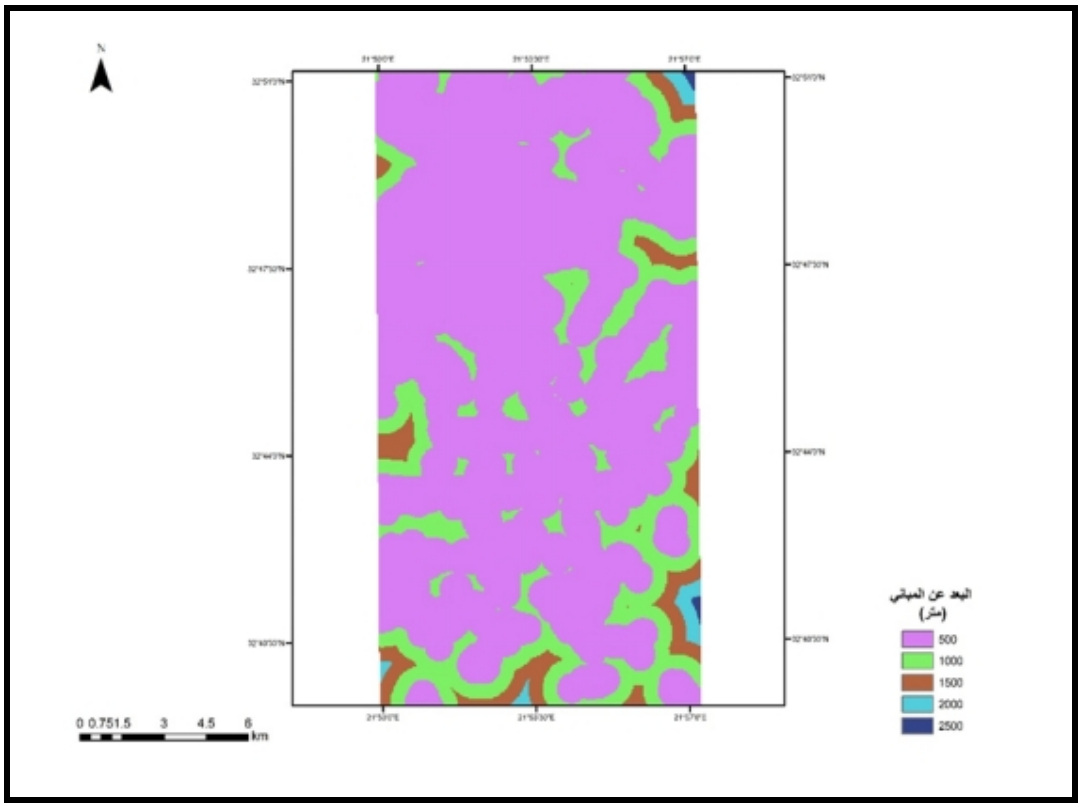
مثلت الأراضي العارية أكبر نسبة وقدرت بحوالي 60 % وتليها الأراضي الزراعية وكانت حوالي 25%، بينما المناطق العمرانية كانت حوالي 13% وأراضي الغابات الطبيعية مثلت اقل مساحة بحوالي 2% (شكل 4).



شكل.4. استخدامات الأرض لمنطقة الدراسة بالاعتماد على المرئية الفضائية Sentinel 2 لسنة 2022.

ولحساب المقاييس لمعاير استخدام الأراضي تم إعطاء القيمة (1) وهي الأقل من درجات الملائمة لأراضي الغابات الطبيعية، والأراضي الزراعية، وتم إعطاء قيمة (2) لمقياس الملائمة للأراضي العارية لكونها أراضي مستهدفة لأنشاء مواقع دفن النفايات. حيث كلما قلت الأهمية الاقتصادية للأرض زادت وملاءمتها وصلاحيتها لتطوير مدافن النفايات (عبدالعاطي، 2021). بالاعتماد على خريطة استخدامات الأرض شكل (4)، تم إنتاج خريطة التجمعات السكانية واجري عليها تطبيق الحرم المكاني (Buffer) للبعد عن المناطق السكنية بعد تصنيفها إلى خمسة مستويات كما في الجدول (2) من 0 إلى 2500 متر (شكل 5).

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الخامس العدد الأول يونيو 2024
ISSN 2708-8588

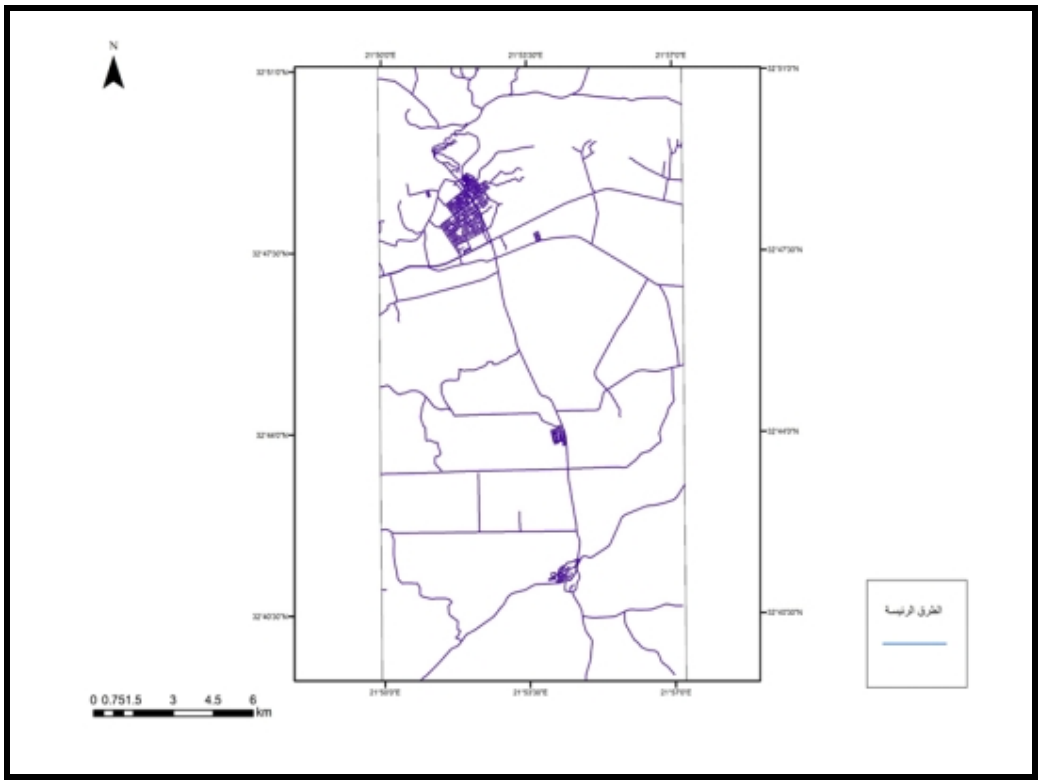


شكل.5. الحرم المكاني للتجمعات السكانية بالاعتماد على المرئية الفضائية Sentinel 2 لسنة 2022.

ولإجراء الحرم المكاني بناءً على سياسات وتوصيات مراكز إدارة النفايات يجب أن يبعد موقع مدفن النفايات عن المناطق السكنية والحيوية بمسافة محددة حسب الظروف البيئية لكل منطقة لمنع انطلاق الروائح السيئة وانتشار الأمراض والدخان المتصاعد كما هو مذكور في دراسة التلاحمة، (2005). وفي منطقة الدراسة تم اختيار **البعد الأنسب** للمدفن بحوالي (2000-2500 متر) وإعطائه القيمة الأعلى من درجات الملائمة وهي القيمة (5)، ثم يليه **البعد المناسب** (1500-2000 متر) ثم المتوسط (1000-1500متر) ويليه الموقع **سيء الملائمة** (500-1000 متر) و**غير مناسب** مسافة اقل من (500 متر) وأعطى لها القيمة (1) (جدول 2).

بالنسبة للمعيار البيئي الثالث فان لشبكة الطرق أهمية كبيرة في مجال التخطيط البيئي، فهي تحدد مسارات شبكة النقل من ناحية ومن ناحية أخري تحقق الترابط المكاني بين مناطق وأقاليم الدولة، وعليه تحتاج إلى أن توضع في الحسبان بالنسبة لاختيار موقع دفن النفايات (زهمول والذوادي، 2020). تم إنتاج خريطة شبكة الطرق لمنطقة الدراسة شكل (6) عن طريق البيانات المكانية (Spatial Data) التي تكون مرتبطة بجملة إحداثيات جغرافية بالاعتماد على المرئية الفضائية Sentinel 2 لسنة 2022 باستخدام التحليل المعتمد على البيانات الخطية (Vector Data) في شكل بيانات خطية (Line Data).

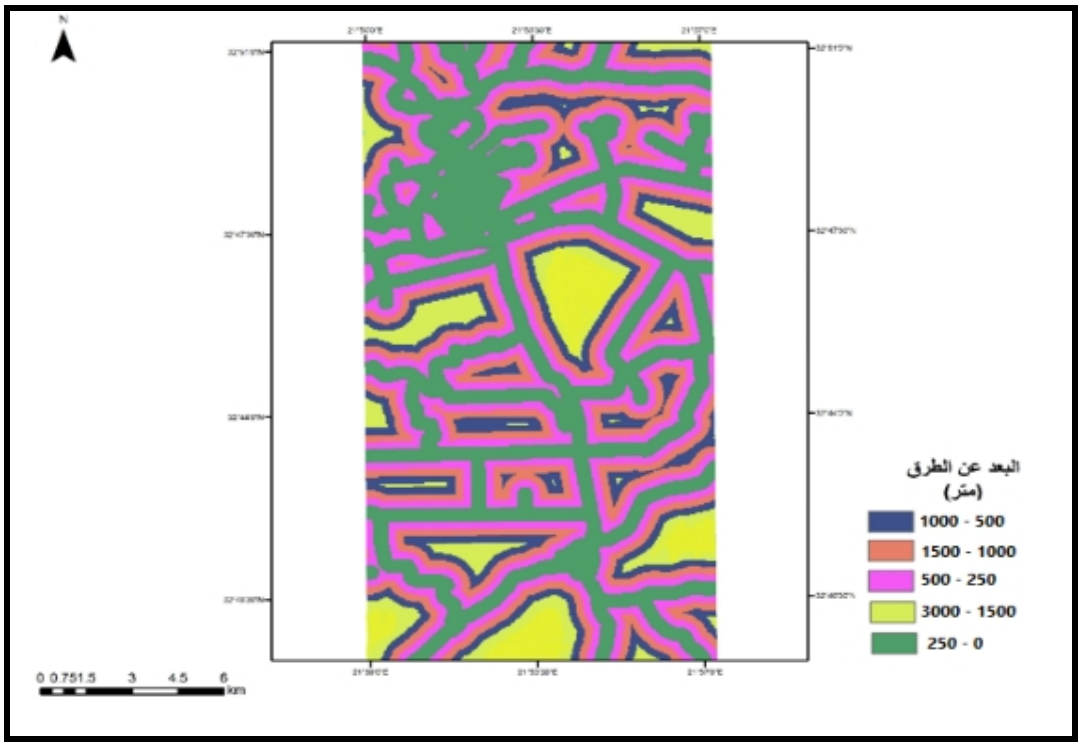
مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الخامس العدد الأول يونيو 2024
ISSN 2708-8588



شكل.6. شبكة الطرق المعبدة والتي تشمل الطرق الرئيسية والفرعية بالاعتماد على المرئية الفضائية Sentinel 2 لسنة 2022.

عند اختيار مواقع مدافن النفايات يفضل أن تكون على بعد معين من الطرق المعبدة لتفادي الزحام المروري والحفاظ على المنظر العام وتجنيب رؤية المارة مناظر غير مناسبة من الناحية الجمالية، كما في ملحق (3) الذي يوضح المكبات المفتوحة في منطقة الدراسة وعلى عكس ذلك كلما زاد بعد المدفن عن الطرق كلما زادت تكاليف النقل (أبوبكر وآخرون، 2015 ; الشكري، 2016). شكل (7) يوضح الحرم المكاني (Buffer) للطرق الرئيسة وحددت به خمسة أبعاد، حيث أن أفضل مواقع للمدافن يجب ألا تكون قريبة جداً من الطرق الرئيسية ولا تكون بعيدة كثيرا وتم تحديد البعد الأنسب بحوالي (500-1000 متر) وأعطى قيمة (5) وذلك حسب ما نصت عليه المعايير التخطيطية والظروف البيئية والتي تشترط أن تكون المسافة أكبر من 500 متر بين مواقع المدافن وأقرب طريق معبد (عبدالعاطي، 2021). ويليه البعد المناسب (1000-1500 متر) ثم البعد متوسط الملائمة (250-500 متر) ثم البعد سيء الملائمة (1500-3000 متر) وأخيراً غير المناسب (0-250 متر) وأعطى قيمة (1).

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الخامس العدد الأول يونيو 2024
ISSN 2708-8588



شكل.7. الحرم المكاني للطرق الرئيسة بالاعتماد على المرئية الفضائية Sentinel 2 لسنة 2022.

المعيار الأخير وهو معيار ميل سطح الأرض وتعتبر التضاريس أو طوبوغرافية السطح من المتغيرات الهامة وتعتبر الجبال والأودية من المعوقات الطبيعية التي يجب مراعاتها في مثل هذه الدراسات (أبوبكر وآخرون،2015). كما ذكر في دراسة شتية وغضية (2018) أن الميل المناسب لسطح الأرض يكون اقل من 5% ولا يزيد عن 25%. كما ذكر عبدالعاطي (2021) في دراسة تقييم مواقع مكبات النفايات في بلدية مصراته تم اختيار مواقع ذات انحدار طفيف يقل عن 5%، لأن هذه النسبة لا تعيق انصراف مياه الأمطار طبيعيا وكذلك سهولة حركة مركبات نقل النفايات وخاصة خلال فصل الشتاء باعتبار تربة منطقة الدراسة ذات قوام طيني.

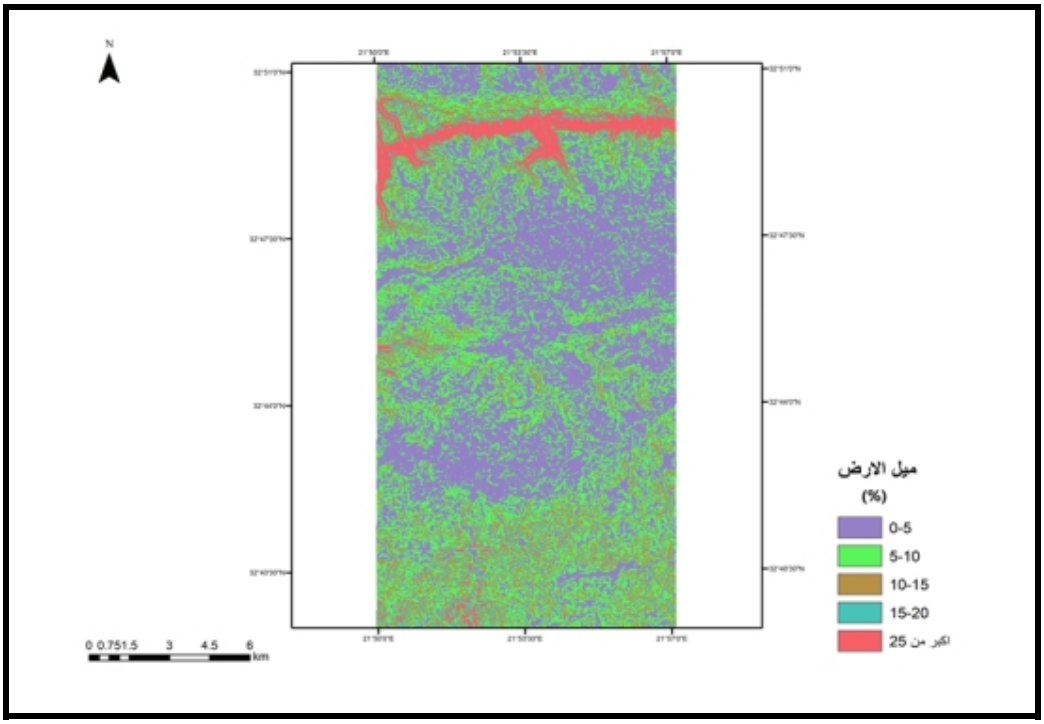
شكل (8) يوضح خريطة انحدار السطح لمنطقة الدراسة باستخدام أداة التحليل المكاني Slope بالاعتماد على Digital Elevation Models وتم تقسيمها إلى خمسة تصنيفات والذي يتوافق مع الصالحي، (2007).

كان الأنسب ذو الانحدار (0-5%) وأعطى قيمة (5)، بينما (5-10%) ويعتبر انحدار مناسب و (10-15%) انحدار متوسط الملائمة، و(15-20%) انحدار سيئ الملائمة، وأخيرا الانحدار **غير مناسب** (>25 %) وأعطى قيمة (1) (جدول 3).

لقد أظهرت نتائج هذه الدراسة أن حوالي 75% من منطقة الدراسة تقع في تصنيف الانحدار شبه المستوي إلى الانحدار الخفيف، كما تخلو من المنحدرات الشاذة والمرتفعات الوعرة ذات نسبة ميل اعلى من 25%، ما عدا المنطقة الواقعة في

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الخامس العدد الأول يونيو 2024
ISSN 2708-8588

السلسلة الجبلية شمال منطقة الدراسة الواقعة بين مدينة شحات ومنطقة المنصورة والتي تمثل حوالي 5% من منطقة الدراسة (شكل 8).

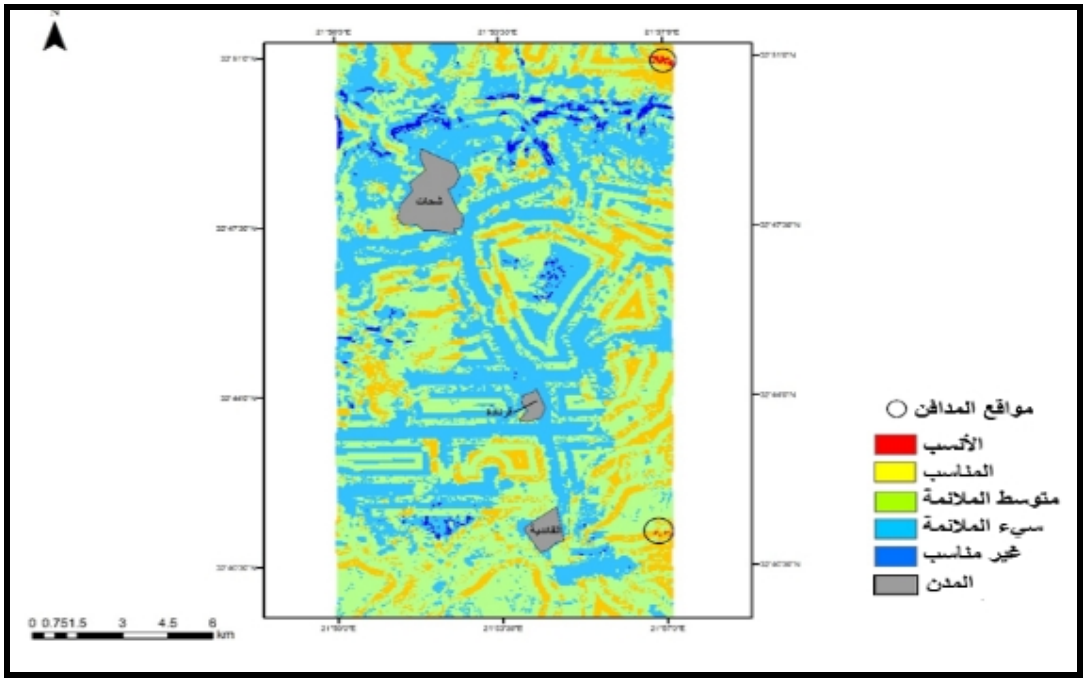


شكل.8. الانحدار (%) لمنطقة الدراسة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM.

بناءً على النتائج المتحصل عليها فان:- **اختيار الموقع الأنسب**، بعد أن تم تحديد المعايير ووضع مواصفاتها تم تطبيق نظم التحليل المكاني من خلال وضع هيكلية لنمذجة المعايير المختلفة من خلال تشغيل النموذج المعلوماتي للمعايير بطريقة النمذجة المعلوماتية الألية التي تعتمد على برنامج التحليل المكاني Spatial Analyst حيث تم إدخال المعايير المعلوماتية التي تم أخذها في الاعتبار عند اختيار انسب المواقع لدفن النفايات المنزلية لمنطقة الدراسة وهي الخرائط من شكل (4 إلى 8) حيث تم وضعها بالاعتماد على وظيفة اختيار الطبقات Layers المعلوماتية التي تدخل في التحليل وهي: خريطة استخدامات الأرض (شكل 4)، خريطة الحرم المكاني للتجمعات السكانية (شكل 5)، خريطة الحرم المكاني للطرق الرئيسة (شكل 7)، خريطة الانحدار (%) (شكل 8). تم تصميم قاعدة معلومات وصفية Attribute database للطبقات المعلوماتية التي تشكل المعايير المختارة، حيث كان لكل طبقة والتي تمثل معيار ملف معلوماتي على أساس Relation Database يحمل كل البيانات عن المعيار, وكل عنصر مكاني على الخريطة يقابله صف Raw يحتوي على نمط العنصر Shape type ، الرمز التعريفي Identify No. (ID)، توصيف العنصر Description وبواسطة الإحداثيات الجغرافية يتم الربط بين البيانات التي تشكل المعايير. وعند إجراء التحليل المكاني بأسلوب المطابقة Overlaying تم تحويل الخرائط من النمط الخطي Vector data type إلى النمط المساحي Raster data type وذلك بهدف

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الخامس العدد الأول يونيو 2024
ISSN 2708-8588

المطابقة المكانية. تمت المطابقة المكانية Spatial Overlaying للمعايير بالاعتماد على وظيفة المطابقة Overlaying وتحديد المطابقة المتوازنة Weighted Overlay وبعد ذلك تم إدخال جميع البيانات والنتائج التي تتعلق بالمعايير الأربعة المختارة التي تم اختيارها بنسبة 25% لكل معيار. تم بعد ذلك تحديد مقاييس كل من المعايير التي تم اختيارها (استخدامات الأرض، التجمعات السكانية، الطرق المعبدة، طوبوغرافيا السطح)، حدد بعد ذلك التدرج الفئوي الذي تعتمد عليه هذه الدراسة وهو: الأنسب، المناسب، المتوسط، سيء الملائمة، غير المناسب. تم تشغيل نموذج Run Model بجميع وظائف التحاليل التي تمت الإشارة اليها في الفقرة السابقة والذي أدي في النهاية إلى الحصول على الخريطة النهائية للمواقع الأنسب لدفن النفايات في بلدية شحات (شكل 9).



شكل (9) المواقع المقترحة لمدافن للنفايات بمنطقة الدراسة.

أظهرت نتائج الزيارات الميدانية التي شملت زيارة (115) موقع في الحقل لمقارنة النتائج بين الواقع والخريطة (شكل 9)، حيث تم اختيار 25 نقطة عشوائية داخل كل وحدة تصنيفية باستثناء الوحدة التصنيفية الأولى، حيث تم اختيار 15 نقطة عشوائية نظرًا لمساحتها الصغيرة التي لا تتجاوز 17 هكتارًا. تم إجراء اختبار دقة التصنيف للمواقع المقترحة لمدافن النفايات بمنطقة الدراسة جدول (5)، باستخدام مؤشرات دقة المستخدم (User's Accuracy) ومعامل كابا (Kappa Coefficient):

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الخامس العدد الأول يونيو 2024
ISSN 2708-8588

جدول.5. اختيار دقة التصنيف للمواقع المقترحة لمدافن النفايات بمنطقة الدراسة باستخدام مؤشر كابا واختبار دقة المستخدم.

تصنيف البيانات (النقاط على الخريطة)	مرجعية البيانات (النقاط الحقلية)					مجموع الصف	دقة المستخدم (%)	مؤشر كابا
	الأنسب	المناسب	متوسط الملائمة	سيء الملائمة	غير مناسب			
الأنسب	14	1	0	0	0	15	0.93	0.91
المناسب	1	22	2	0	0	25	0.88	0.86
متوسط الملائمة	0	2	23	0	0	25	0.88	0.87
سيء الملائمة	0	0	1	23	1	25	0.95	0.94
غير مناسب	0	0	0	1	24	25	0.96	0.94
مجموع العمود	15	25	26	24	25	**115**		
الدقة (%)	0.93	0.88	0.88	0.96	0.96			

دقة المستخدم (%) = 0.92 ومؤشر كابا = 0.90

بلغت نتيجة اختبار دقة المستخدم (92%)، ومعامل كابا (0.90) (جدول 5)، وهي نتائج مقبولة حسب ما أشار إليه (Guler *et al.*, 2007; Congalton *et al.*, 1991).

تفسير خريطة الموقع الأنسب: بناء على النتائج المتحصل عليها من هذه الدراسة تم تحديد عدد (2) مواقع وهي الأنسب لدفن النفايات والتي تقع في شرق وجنوب منطقة الدراسة وهي متمثلة باللون الأحمر وذلك حسب المواصفات والمعايير التي تم اختيارها في هذه الدراسة شكل (9). تم تحديد مواقع الدرجة الأولى في الأراضي العارية وهي ذات بعد مناسب من شبكة الطرق المعبدة وتتميز بانها ذات انحدار مستوي أو شبه مستوي أو خفيف، وللمفاضلة بين المواقع المناسبة لدفن النفايات لابد أن يوفر الموقع المختار طاقة استيعابية كافية لاستيعاب الاحتياجات الحالية والمتوقعة للتخلص من النفايات في المنطقة التي يقوم بخدمتها لمدة لا تقل عن 10 سنوات كحد أدني (اتفاقية بازل، 2005) وبذلك كانت الأولوية لموقع (سطية) كما هو موضح بالشكل (10).

شكل.11. الموقع المقترح لدفن النفايات شرق منطقة الفائدية ويمثل بالإحداثيات E 21°55'48.8" N 32°50'30.9"

شكل.10. الموقع المقترح لدفن النفايات شمال شرق بلدية شحات (سطية) ويمثل بالإحداثيات E 21°55'12" N 32°41'14"

الموقع الأول والذي حدده هذه الدراسة يقع شمال شرق مدينة شحات (منطقة سطية)، ويمثل بالإحداثيات التالية "41'14 N 32º E 21º 55' 12" وتبلغ مساحة المدفن حوالي 14.60 هكتار ويبلغ حجمه حوالي 2,930,000 م^3 (شكل 10). الموقع الثاني حدد شرق منطقة الفائدية ويمثل بالإحداثيات التالية "30 '50 N 32º E 21º 55' 48 " وتبلغ مساحته حوالي 2.75 هكتار ويبلغ حجمه حوالي 550,000 م^3.

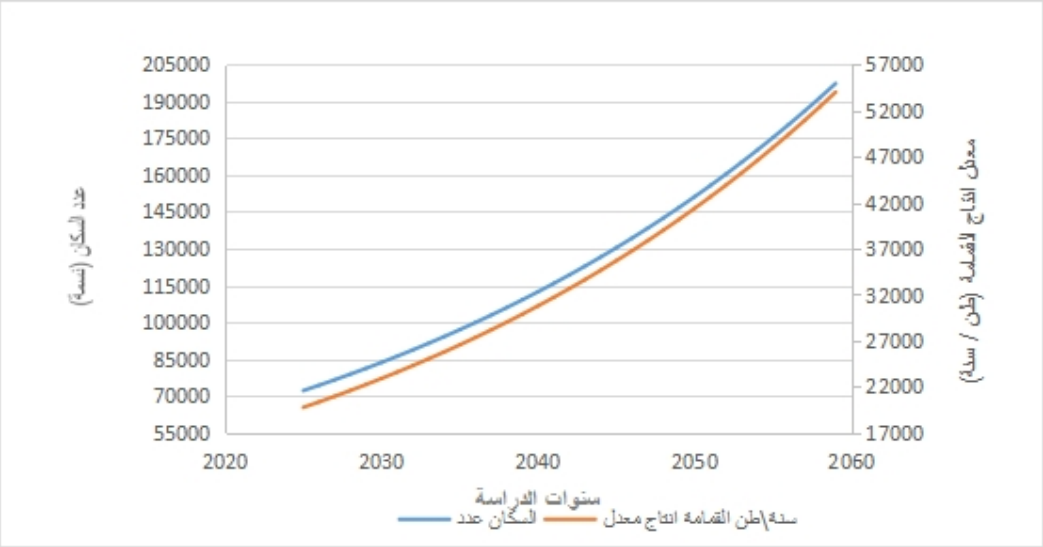
طريقة حساب حجم النفايات والقدر الاستيعابية للمدفن: تم تجميع النفايات بشكل يومي لمدة شهر بوضع 3 صناديق بحجم متر مكعب للصندوق الواحد في أماكن تجميع النفايات وحساب وزنها يوميا، بلغ متوسط وزن المتر المكعب 350 كيلو جرام وتم حساب معدل إنتاج الفرد من نفس المكان عن طريق قسمة الوزن اليومي لنفاية كل عائلة على عدد أفرادها فبلغ متوسط وزن الفرد من القمامة 0.75 كيلو جرام /يوم. وبذلك تم حساب معدل إنتاج الفرد من القمامة والذي يساوي 273.75 كجم /سنة، ومنه تم حساب معدل تراكم الفرد والذي يساوي 0.78 م^3 / سنة ولحساب معدل تراكم النفايات للبلدية تم استخدام المعادلة التالية: معدل تراكم النفايات للبلدية = عدد سكان البلدية لسنة معينة X معدل تراكم النفايات للفرد.

تم استخدام معادلة التنبؤ بعدد السكان حسب (Karwan et al., 2021).

عدد سكان سنة معينة = عدد سكان سنة مدرجة +(1 X معدل نمو سكان البلدية) الفرق في عدد السنوات

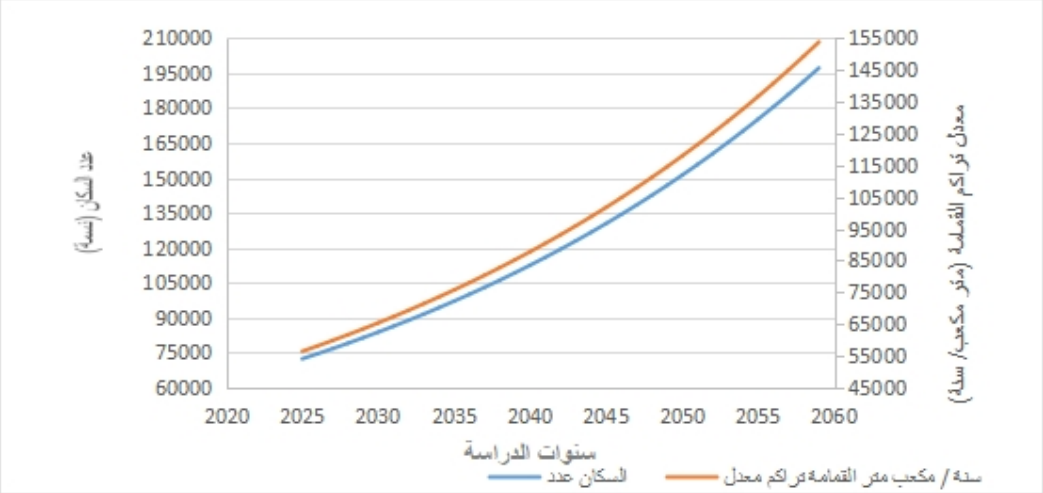
وعلى ذلك تم حساب عدد السكان المتوقع من سنة 2025 والذي بلغ 72214 نسمة وحتى سنة 2059 والذي يتوقع أن يكون 197255 نسمة. يوضح شكل (12) معدل إنتاج القمامة بالمتر المكعب لبلدية شحات خلال السنوات من 2025 إلى 2059 بحاصل ضرب معدل إنتاج الفرد من القمامة في السنة ضرب عدد سكان البلدية في تلك السنة، حيث بلغ 19769 طن لسنة 2025 و53998.6 طن لسنة 2059.

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الخامس العدد الأول يونيو 2024
ISSN 2708-8588



شكل.12. معدل إنتاج القمامة المتوقع لبلدية شحات من سنة 2025 إلى 2059.

يشير شكل (13) إلى معدل تراكم القمامة لبلدية شحات بضرب معدل تراكم الفرد في عدد سكان البلدية، حيث كان حجم القمامة 56326.92 م^3 لسنة 2025 وبلغ حجم القمامة 153858.9 م^3 لسنة 2059.



شكل.13. معدل تراكم القمامة المتوقع لبلدية شحات من سنة 2025 إلى 2059.

حساب القدرة الإنتاجية للمدافن: لحساب مدة صلاحية المدافن المختارة تم حساب حجم مدفن سطية والذي يساوي 2930000م^3 ومدفن الفائدية 550000م^3. من خلال حساب معدل التراكم السنوي من سنة 2025 تبين أن صلاحية المدافن سوف تصل إلى سنة 2059. وبذلك فان مدة استخدام مدفن الفائدية حوالي 8 سنوات وتسعة أشهر من بداية سنة 2025 بينما مدفن سطية يمكن استخدامه حتى سنة 2057 من بداية سنة 2025 (شكل 11). وبذلك فان

موقعي سطية والفائدية لدفن النفايات يمكن استغلالهما على مدى 34 سنة وبالتالي تكتمل الدورة ثم تنتهي صلاحية استخدامهما كمدافن وتستغل لأغراض أخرى حتى يتحقق شرط الاستدامة وتُصبح العملية ذات جدوى اقتصادية. وهناك بعض الدراسات الأخرى مثل العودات (2000) والحسن (2019) ذكرت انه يمكن استغلال المكبات القديمة كمراكز للطاقة عن طريق تجميع غاز الميثان واستخدامه أو بيعه كمصدر للوقود. وكذلك يمكن تحويل موقع مكب نفايات سابق قديم إلى حديقة شمسية أو نباتية من اجل بيئة نظيفة وأكثر استدامة (تقرير جديد للأمم المتحدة بشأن البيئة 2017). وبالنسبة لمنطقة الدراسة فإن شكل (9) يوضح المواقع المناسبة وتبلغ مساحتها حوالي 3345 هكتار باللون الأصفر والمواقع متوسطة الملائمة وتبلغ مساحتها حوالي 11879 هكتار باللون الأخضر. وصنفت مناسبة ومتوسطة الملائمة نتيجة وجود جزء منها بالقرب من التجمعات السكانية والأراضي الزراعية أو أنها تقع تحت درجة الانحدار المعتدل أو انحدار متوسط الشدة. أما بالنسبة للمواقع سيئة الملائمة والغير مناسبة والتي يمثلها اللونان السماوي والأزرق وتندرج تحت التصنيفات الرابعة والخامسة بسبب وقوعها في الأراضي الزراعية أو أراضي الغابات أو مناطق التجمعات السكانية بالإضافة إلى وقوعها قرب شبكات الطرق المعبدة، أو أنها واقعة في مناطق ذات الانحدار الشديد إلى الشديد جدا. في هذه الدراسة تم اعداد الاستبانة للحصول على دعم للنتائج المتحصل عليها في عملية اختيار المعايير وإعداد مقاييسها (ملحق 1). حيث أن استخدام الاستبانة يساعد ويحفز صناع القرار في اتخاذ التدابير اللازمة لوضع خطط وقواعد ولوائح تنظم عملية الإدارة ويزودهم بالثقة المطلوبة في إيجاد الحلول العلمية المناسبة للمشاكل بالتعاون مع ذوي الاختصاص وتوعية السكان إلى أهمية استخدام الطرق العلمية الصحيحة للاستدامة البيئية. حيث كان الاستبانة خاص بأعضاء هيئة التدريس بقسم علوم البيئة –كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة –جامعة عمر المختار وبموظفي شركة النظافة ببلدية شحات و تم تحليل هذه الاستبيانات إحصائيا عن طريق برنامج Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) لإدخال المعايير التي كانت علي شكل بيانات نوعية (ترتيبية) حيث يعد برنامج SPSS من بين أهم وأشهر البرامج الحاسوبية التي تُستخدم في مجال تحليل البيانات والمعلومات ذات الطبيعة الرقمية (بيانات الفترة، والبيانات النسبية)، أو غير الرقمية (البيانات الاسمية، والبيانات الترتيبية). وعليه عند تحليل الاستبيانات تم الحصول على نتائج مماثلة للمقاييس التي تم استخدامها. حيث كانت الأراضي العارية هي أفضل المواقع لدفن النفايات، وكان البعد الأنسب عن المباني السكنية من 2000–2500 متر، وكان البعد الأنسب عن الطرق الرئيسية من 500–1000 متر، وكان الميل الأنسب من 2–15 %. تعد عملية اختيار موقع لإنشاء مدفن صحي ومثالي ليس بالعملية السهلة، فإيجاد أفضل المواقع يتطلب وضع منطقة جغرافية كاملة في الاعتبار ووضع المعايير المناسبة ويتم استبعاد المواقع غير الملائمة وفق أسس محددة ثم إجراء مفاضلة بين المواقع المتبقية بناءً على مميزات كل منها وتحديد المواقع الأكثر ملائمة. حيث تحتوي هذه العملية على خطوة أولى وهي تحديد المعايير لاختيار موقع مناسب لدفن النفايات، ومن ثم تقدير أهميتها وذلك بناء على طبيعة منطقة الدراسة، أما الخطوة الثانية فتتضمن ترتيب المواقع وفقا للمعايير المقترحة. بناء على ما سبق فان هذه الدراسة قدمت الحل الممكن بشكل منظم وعلمي في عملية البحث عن أفضل المواقع

لدفن النفايات في بلدية شحات، كما أنها تعتبر أولى الدراسات التي استخدمت الأساليب الوصفية التطبيقية والتحليلية في إدارة النفايات باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية حيث لا توجد هيكلية واضحة من قبل المسؤولين في منطقة الدراسة. كذلك وفرت هذه الدراسة قاعدة معلومات علمية دقيقة عن مدافن النفايات والتي يمكن للدارسين والباحثين الاستفادة منها في دراسات قادمة.

4. الخلاصة

للتخطيط البيئي أهمية بالغة بالنسبة لجميع مجالات التخطيط المختلفة، حيث ينظر للتخطيط البيئي على انه الإطار الشامل الذي يجمع بين كل أنماط التخطيط المعاصرة من ناحية ويشكل من ناحية أخرى هيكل نجاح أي مجال تخطيطي. وضحت هذه الدراسة أهمية الأدوات التقنية الحديثة مثل نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتقنيات الاستشعار عن بعد دورًا حيويًا في تحديد أنسب المواقع للتخلص من النفايات، حيث تتيح تحليل البيانات المكانية بدقة وتقييم العوامل البيئية والطوبوغرافية بكفاءة عالية. تساعد هذه التقنيات في تحديد المواقع المثلى التي تقلل من التأثير البيئي السلبي وتضمن إدارة مستدامة للنفايات. بفضل هذه الأدوات، يمكن اتخاذ قرارات مدروسة تدعم الحفاظ على البيئة وتحسين الصحة العامة. أن النفايات المنزلية أصبحت تشكل عبء كبير على المدن السياحية والتي تعاني من زيادة مستمرة في عدد السكان حيث بات خطر التعامل بشكلٍ خاطئ مع النفايات يهدد الحياة على الأرض سواءً بالتخلُّص منها في الأماكن غير المخصصة لذلك أو طرق جمعها أو نقلها أو التخلُّص منها بصورة نهائية، لذلك أصبح من الضروري تدخل الجهات المعنية والرسمية في كافة الدول بفرض قرارات صارمة بهذا الشأن وزيادة الوعي لدى السكان بخطورة ذلك على أنفسهم والبيئة المحيطة وإرشادهم إلى طرق التخلُّص منها بشكلٍ صحيح وآمن. إنّ نظام إدارة النفايات هو مجموعة من النشاطات المنهجية المتكاملة التي تساهم في التحكم بعملية نقل النفايات والتخلُّص منها بناءً على مبادئ صحية واقتصادية تهدف إلى حماية البيئة ومظهرها الحضري وزيادة الوعي في المحافظة على ذلك، ويشمل هذا النظام كافّة الأعمال المتعلقة بالنفايات والتي تختلف من دولة إلى دولة ومن منطقة إلى أخرى. تعتبر هذه الدراسة هي الأولى من نوعها في ليبيا عامة ومنطقة الدراسة خاصة في التعامل مع مشكلة النفايات حيث قدمت الأطر التنفيذية التطبيقية لنظام إدارة النفايات باستخدام منهجيات دقيقة واستراتيجيات مناسبة لاختيار مدافن النفايات ومدة استخدامها وكذلك تحديد المكبات الأكثر استدامة.

التوصيات والمقترحات

1. أثبتت نتائج الدراسة بان تقنية نظم التحليل المكاني كأحد مجالات تطبيق نظم المعلومات الجغرافية دورا هاما حيث تم الحصول على نتائج واضحة كما في الشكل (9) والتفسير المرفق لها .
2. اعتماد المواقع المقترحة أن تكون مدفن للنفايات (موقع سطية – موقع الفائدية).
3. ضرورة القيام بعملية التوعية، ونشر المعرفة والتثقيف بالمخاطر والأضرار الناتجة عن التلوث البيئي وما يتبعه من مخاطر صحية وبيئية محتمله على الإنسان والبيئة.

4. عند دراسة كل هذه العوامل مجتمعة للحصول على نتيجة مرضية تخدم التخطيط البيئي لابد من الاعتماد على التقنيات الحديثة ولاسيما تطبيقات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية وخاصة نظم التحليل المكاني.
5. اعتمدت هذه الدراسة على المنهج التطبيقي في التحليل المكاني للعوامل التي يرى الباحث أن لها أهمية مكانية في اختيار الموقع الأنسب وبذلك توصي الدراسة بضرورة الاستفادة من هذه التقنية في مجال التخطيط البيئي وذلك بسبب تشعب المعلومات التي يعتقد عليها صعوبة بتحليلها بالطرق التقليدية، كما توصي الدراسة بالاستفادة من أسلوب النمذجة المعلوماتية الألية في مجال تحديد الموقع الأنسب في مجالات تطبيقية مختلفة ليس فقط في مجال تحديد انسب مواقع دفن النفايات المنزلية.
6. نقل هذه التوصيات إلى خدمة المجتمع والبيئة في كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة وبالتالي إلى مكتب الجامعة لنقلها إلى بلدية شحات للتطبيق ولكي يكون هذا العمل مساهمة في خدمة المجتمع والبيئة كدراسة بحثية فعالة لحل مشكلة البيئة لمنطقتنا.
7. تحجز أراضي المدافن التي حددت بها المواقع المناسبة وتحول ملكيتها باسم الدولة الليبية (باسم بلدية شحات) وتسيج، تجنباً لنزاعات الملكية (ملكية المواطن) في المستقبل.

المراجع

أبوبكر، أميمة عبدالواحد، نور، علي عثمان علي محمد، فضل، عطيات عبدالله وسليمان، الطاهر محمد (2015). استخدام تقنية GIS في تحديد موقع مكب للنفايات بمدينة بورتسودان، International journal for Environment & Global climate change، بورتسودان، السودان، 3 (1) 67 - 84.

اتفاقية بازل (2005). الأدلة الإرشادية لاختيار مواقع وتقييم الأثر البيئي لمدافن المخلفات الخطرة في المناطق شديدة الجفاف متاح علي الرابط: https://www.yumpu.com . تم الوصول إليه في 2023/09/25.

التلاحمة، إسماعيل أحمد (2005). التخطيط السليم لتحديد مواقع مكبات النفايات الصحية محافظة الخليل كحالة دراسية. رسالة ماجستير، جامعة برزيت، فلسطين، 1-121.

الحسن، شكري إبراهيم (2019). دراسات متقدمة في التلوث البيئي، دار المعارف للكتب الجامعية 55-71.

الدليل الفني لإرشادات وضوابط الدفن الصحي للنفايات. متاح على الرابط:

https://www. Momrah.gov.sa./sites/default/files. تم الوصول إليه في 2023/06/01.

الزردومي، ريم علي محمود (2019). استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تحديد الموقع الأمثل لدفن النفايات الصلبة بمدينة بنغازي، مجلة أبحاث، جامعة سرت، ليبيا، 1 (13) 349 – 378.

الشكري، أحمد حسن (2016). مواقع مكبات النفايات الصلبة في قطاع غزة دراسة في جغرافية البيئة. رسالة ماجستير، الجامعة الإسلامية – غزة، 1-133. فلسطين.

الصالحي، شكر علي (2007). أساسيات الخرائط. البيضاء: جامعة عمر المختار. ليبيا.

الطيب، جابري محمد وأحمد، بوسماحة (2019). دور نظم المعلومات الجغرافية في إدارة النفايات الحضرية – مدينة تبسة نموذجا – الأكاديمية للدراسات الاجتماعية والإنسانية. الجزائر. تبسة (12) 1. 162- 176.

العودات، محمد (2000). النظام البيئي والتلوث، مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية 22- 39.

الهيئة العامة لحماية البيئة (2020). معايير تقييم مواقع النفايات الصلبة في المناطق الحضرية. الهيئة العامة لحماية البيئة، قسم إدارة النفايات الصلبة، القاهرة، مصر.

الوافي، محمد عبد الكريم (1990). الإغريق في برقه، منشورات جامعة بنغازي.

بادي، إبراهيم أحمد، عبد الشاهد، علي محمد وعبد الله إبراهيم العجيل (2021). اختيار موقع لمكب النفايات البلدية الصلبة بمدينة مصراته –ليبيا باستخدام الطرق متعددة المعايير، مجلة البحوث الأكاديمية (العلوم التطبيقية)، (17)

بن محمود، خالد رمضان والزرقاني، حمدي عبد الخالق (2023). الترب الليبية)تكوينها - تصنيفها – خواصها – إمكانياتها الزراعية(, الطبعة الثانية. دراسات غير منشورة.

تقرير برنامج الأمم المتحدة (2017). انتهاج نهج قوي للتعامل مع النفايات: كيف تغلبت 5 مدن على مشكلة التلوث. متاح على الرابط: https://www.unep.org/ar/alakhbar-walqss/ . تم الوصول إليه في 2024/4/25.

تقرير مصلحة الأحوال المدنية شحات (2014). بيانات غير منشورة عن عدد سكان البلدية.

جامعة عمر المختار (2005). دراسة تقييم الغطاء النباتي الطبيعي منطقة الجبل الأخضر، التقرير النهائي، مؤسسة القذافي العالمية للجمعيات الخيرية، ليبيا.

حافظ، محمد السيد (2007). تأثير المناخ علي تكوين تربة الجبل الأخضر (شمال شرق الجماهيرية الليبية). بحث منشور في ندوة حماية التربة في المناطق الجافة وشبه الجافة مجلة كلية الأدب فرع دمنهور، جامعة الإسكندرية، 1-30. مصر.

حامد، نهلة عباس محمد ومدني، جميلة عمر إبراهيم (2020). تطبيق نظم المعلومات الجغرافية لرصد مواقع مكبات ومحارق النفايات المنزلية، المجلة المصرية للتغير البيئي، بولاية الجزيرة، السودان، 12(1)، 55-71.

رحمة، فادي (2010). إدارة النفايات الصلبة باستخدام أنظمة المعلومات الجغرافية، 25-45. جامعة تشرين كلية الهندسة، اللاذقية. سوريا.

زهول، وليد والذوادي، وفاء (2020). تحديد أنسب مكان لإنشاء مكب القمامة في مدينة صبراتة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، المؤتمر الدولي الرابع للتقنيات الجيومكانية، 3-5 مارس، طرابلس، ليبيا، 1- 12.

شتية، ضرغام عبداللطيف وغضية، أحمد رأفت (2018). اختيار أفضل المواقع لمكبات النفايات في الضفة الغربية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية(GIS) ، دراسات العلوم الإنسانية والاجتماعية، 45(4)، 101-121. فلسطين.

عبد الله، محمد علي (2018). تحليل المواقع المثلى لمكبات النفايات الصلبة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS).مجلة البيئة والتنمية المستدامة، المجلد 7، العدد 2، صفحات 45-60.

عبد العاطي، فاطمة أحمد (2021). تقييم مواقع مكبات النفايات ببلدية مصراته وتخطيطها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. مجلة كلية الأداب (18)، 320-344. مصراته، ليبيا.

عبد النبي، احمد عبد السلام وعبد الشفيع، موسي رجب (2014). التفاوت المكاني لمعدل نصيب الفرد من المياه في مدينة شحات بليبيا، International Journal of Environment & Water، شحات، ليبيا، 3 (4) 118 – 131.

عبد الواحد، محمد (2011). جيولوجية المنطقة حول مدينة شحات، الجبل الأخضر، ليبيا. 1-25.

كريديش، مصطفي الهادي وبادي، إبراهيم أحمد (2020). تقييم أهمية المعايير المحدِدة لاتخاذ قرار تحديد موقع لمكب النفايات البلدية الصلبة: حالة دراسية في ليبيا (Weighting the Decision Criteria for Landfill Site Selection: A Case Study in Libya). مجلة البحوث الأكاديمية (العلوم التطبيقية)، (16)، 7-11.

وزارة الصحة والبيئة (2019). تأثير مواقع النفايات الصلبة على الصحة العامة والبيئة. وزارة الصحة والبيئة، إدارة البيئة والصحة العامة، بغداد، العراق.

Aziz, M. (2001). Development of the functional structure of cities in small Gulf Countries – a cartographic Case study of Kuwait. Geographic Gotha village, 145(2), Germany.

Brown, D. & Green, E. (2015). Environmental Impact of Steep Slopes. Environmental Conservation Journal.

Campbell, H. and Masser, I. (1999). "GIS in local Government: some findings from Great Britain." International Journal of Geographic Information System, 6(6), 33-45.

Congalton, R. G. (1991). ‘A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data’. Remote Sensing of Environment, 37(1), 35-46.

Congalton, R. G., Oderwald, R. G., and Mead, R. A. (1983). 'Assessing landsat classification accuracy using discrete multivariate-analysis statistical techniques'. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 49(12), 1671-1678.

Demirbas, A. (2011). Waste management, waste resource facilities and waste conversion processes. Energy Conversion and Management, 52(2), 1280-1287.

Ediriwic-krema, J., and Khorram, K. S. (1997). 'Hierarchical maximum-likelihood classification for improved accuracies'. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 35(4), 810-816.

Environmental Protection Agency (EPA). (2017). Safe Distances for Waste Management Facilities. EPA Publications, Washington, D.C. Available at: https://www.epa.gov/waste/safe-distances-waste-management-facilities

Garcia-Ruiz, J. M., Lasanta, T., Ruiz-Flano, P., Ortigosa, L., White, S., Gonzalez, C., and Marti, C. (1996). 'Land-use changes and sustainable development in mountain areas: A case study in the Spanish Pyrenees'. Landscape Ecology, 11(5), 267-277.

Guler, M., Yomralioglu, T., and Reis, S. (2007). 'Using landsat data to determine land use/land cover changes in Samsun, Turkey'. Environmental Monitoring and Assessment, 127(1-3), 155-167.

Jayasinghe, P. C., Adornado, H. A., Yoshida, M., and Leelamanie, D. A. L. (2010). 'A web-based GIS and remote sensing framework for Spatial Information System (SIS): A case study in Nuwaraeliya, Sri Lanka'. Agricultural Information Research, 19(4), 106-116.

Jarjouie, M. M. (1998). Planning and Environment in Lebanon. In: Symposium on Geography and Environmental planning, Kuwait University.

Jones, R., John, A., Basso B., Boote K, J., Conant, R. T.., Foster. I. H., Wheeler ,T. R. (2017). Agricultural Engineering and Terrain Analysis. Agricultural Journal.

Journal of Environmental Management. (2019). Impact of Waste Management Facilities on Local Communities. Journal of Environmental Management, 234, 123-134. DOI: 10.1016/j.jenvman.2019.01.001. Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030147971930001X

Karwan, A., Salahalddin A., Al-Ansari, N., Ali, T., and Laue, J. (2021). Quantitative Estimation of Municipal Solid Waste in Sulaimaniyah Governorate, Iraq: Recent Advances in Environmental Science from the Euro-Mediterranean and Surrounding Regions (2nd Edition), Environmental Science and Engineering, Springer Nature, Switzerland, pp. 265-270.

Kosmas, C., Ferrara, A., Briassouli, H., and Imeson, A. (2011). The Medalus project: Mediterranean desertification and land use. Brussels, Belgium: European Commission, Directorate-General for Science, Research and Development.

Mahamid, A. and S. Thawaba. (2010). Multi Criteria and Landfill Site Selection Using GIS: A Case Study from Palestine. The Open Environmental Engineering Journal, 3, 33-41.

Miller, A. & Tang, Y. (2019). Challenges in Moderate Slope Construction. Construction and Building Materials.

Pietersz, C. R. (1986). Proposed nomenclature for rock units in Northern Cyrenaica. In: Geology and Archaeology of Northern Cyrenaica, Tripoli, Libya, pp. 125-130.

Selkhozeprom Export. (1980). Soil studies in the eastern zone of Libya. Secretariat of Agriculture, Libya.

Smith, B. & Williams, K. (2018). Geomorphological Principles in Urban Planning. Journal of Urban Planning.

Stehman, S. V. (2006). 'Design, analysis, and inference for studies comparing thematic accuracy of classified remotely sensed data: A special case of map comparison'. Journal of Geographical Systems, 8(2), 209-226.

Taylor, J. (2016). Slope Management in Civil Engineering. Journal of Civil Engineering.

World Health Organization. (2015). Guidelines for Safe Waste Management. WHO Press, Geneva. Available at: https://www.who.int/waste_management/guidelines

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الخامس العدد الأول يونيو 2024
ISSN 2708-8588

Applying Spatial Analysis Systems to Determine the Most Suitable Sites for Household Waste Disposal in the Municipality of Shahat, Libya.

Hawa Abdul Daim Idris and Youssef Faraj Abdulrahman*
Faculty of Natural Resources and Environmental Sciences, Omar Al-Mukhtar University, Al Bayda, Libya
*algalazy@yahoo.com

Abstract

In this study, geographic information system used in the field of environmental planning to choose the most appropriate sites for burying waste in the city of Shahat by applying spatial analysis systems and determining some environmental standards and criterion. Including land uses, where the land cover classified based on the satellite image (Sentinel 2) for the year 2022, from which a digital map produced and divided the study area into four categories: (forest, agricultural, bare, residential). Bare land given the highest value 2, while the rest of the other classifications given a value 1. The second criterion is the distance from residential complexes where the spatial buffer (Buffer) used to determine the distance from residential areas. Five levels were determined, and the most appropriate distance from residential complexes was from 2000-2500 meters and given the highest value of suitability degrees, while the worst was a distance of less than (500 meters) which given the lowest value. The third criterion is distance from main roads, the most appropriate distance was determined to be approximately (500-1000 metres) which had the highest value, while the worst was (0-250 metres). The last criterion is the topography and Earth's surface slope, a map of the slope was produced by using the Digital Elevation Model (DEM) and classified into (5) classification units: flat to semi-flat (0-5%) given the highest value, while the steep to very steep slope (<25%) given the lowest value. Spatial analysis were conducted based on stratified modeling of maps in a manner that allows analysis for the spatial places. The study produced a final map in which the proposed sites for waste landfills identified; a classification of five categories obtained according to the degree of its suitability as a chosen site for burying wastes, which varies between the most suitable and the worst. This study has identified two of the most suitable sites for landfilling with an appropriate distance from residential communities and road networks, the sites characterized by a flat to almost flat slope. The first landfilling site is located northeast of the city of Shahat (Satiya area), its area is about 14.60 hectares and its size is about 2,930,000 m³, the duration of use of the landfill is about 32 years starting from 2025. The second site was located east Al-Faydiyah area, its area about 2.75 hectares and its size about 550,000 m³, and the duration of use of the landfill about 8 years starting from 2025.

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الخامس العدد الأول يونيو 2024
ISSN 2708-8588

الملاحق

الملحق (1) استبيان لكل من أعضاء هيئة التدريس بقسم علوم البيئة / كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة وموظفي شركة النظافة – الجبل الأخضر

استبيان لتحديد أنسب المواقع لدفن النفايات ببلدية شحات:

مدة الخبرة في مجال العمل ----------

أولا: نطاق الحماية:

ملاحظات	النطاق					المعيار	
	1500- 3000	1000- 1500	500- 1000	500-250	250-0	البعد عن الطرق الرئيسة (المتر)	1
						(نعم), (لا)	
	2500- 3000	2000- 2500	1500- 2000	1000- 1500	500- 1000	البعد عن التجمعات السكنية (المتر)	2
						(نعم), (لا)	
	45<	45-25	25-15	15-2	2-0	الميل (%)	3
						(نعم), (لا)	

ثانيا: استخدامات الأرض:

ملاحظات	لا يمكن	ممكن	استخدامات الأرض	
			أراضي زراعية	1
			غابات طبيعية	2
			أراضي عارية (صخرية)	3

الملحق (2) الخطوط الإرشادية (المعايير) لاتفاقية بازل لاختيار موقع دفن المخلفات الخطرة في المناطق الجافة

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الخامس العدد الأول يونيو 2024
ISSN 2708-8588

المعيار	المعيار الفرعي	المقياس
المعايير الاجتماعية والاقتصادية	المسافة والسعة (الطاقة)	المسافة كحد أقصي 50 كم
	البنية التحتية	لابد من إتاحة الطريق المؤدية والإمداد الكهربائي
	حدود الموقع	يبعد عن المشاريع السكنية القائمة أو قيد التخطيط في حدود 500 متر من موقع التخلص من النفايات. أن يحيط بالمدفن منطقة عازلة منطقة عازلة من الأرض غير مستخدمة تبلغ 50 متر على الأقل
	المسافة بين المدفن والمطارات	يتم استبعاد أي موقع يقع داخل دائرة نصف قطرها 3 كم من نهاية مدرج الطائرات ذات محركات تربينية يتم استبعاد أي موقع يقع داخل دائرة نصف قطرها 1.5 كم من نهاية مدرج تستخدمه طائرات مروحية يتم استبعاد أي موقع يبعد اقل من 9.5 كم من حدود مطار عام من عملية موقع المنشأة
	التنظيم العقاري المحلي واستخدام الأرض	الأراضي البور والمناطق الملحية تعد ممتازة لموقع الدفن
	المسافة الفاصلة بين المدن والبلديات	لا تقل المسافة عن 3 كم
الاعتبارات البيئة	المياه الجوفية	أن يكون اعلي مستوي للمياه الجوفية على مدي 10 سنوات أسفل قاعدة المدفن ب 200 متر
	التربة	أن تكون ذات نفاذية منخفضة نسبيا
	الصخور	أن تشكل الصخور المسامية مثل الجيرية أو الكربونية جزء من الطبقة الجيولوجية العلوية
	المسافة الفاصلة للبحيرات والبرك	أي ارض تقع في حدود 200 متر حول البحيرات والبرك أو أي مياه لغير الاستخدام الصناعي يتم استبعادها
	المسافة الفاصلة عن الأنهار والمجاري المائية	أي ارض تقع في حدود 500 متر يتم استبعادها والمسافات الدنيا: -500 متر عن المسطحات المائية المتدفقة التي يقل عرضها عن 3 متر 3000 متر عن المسطحات المائية التي يساوي عرضها 3 متر او يزيد
	المسافة الفاصلة عن الآبار المستغلة	أي ارض في حدود 25 كم يتم استبعادها
	الأراضي الرطبة	أي ارض مصنفة كأرض رطبة بخريطة قومية للأراضي الرطبة يتم استبعادها
	السمات الساحلية	لابد أن يبعد المدفن عن أي شاطئ بمسافة لا تقل عن 100 متر كحد ادني
	التنوع الحيوي والمناطق المحمية	لابد أن يبعد المدفن عن المناطق المحمية بمسافة لا تقل عن 1000 متر
	المسافة الفاصلة عن مياه العمليات الصناعية	تستبعد الأراضي الواقعة داخل دائرة نصف قطرها 100 متر حول أي بركة لإدارة مياه العواصف أو العمليات الصناعية
	الحفاظ علي المعالم والأثار التاريخية القومية	استبعاد الأراضي التي تحتوي معالم تاريخية أو اثريه بموجب القوانين القومية
معايير القبول الجماهيري	أ -نقل السكان من المكان لإنشاء المدفن ب – وضع المدفن في مكان ظاهر ومرئي ج – حساسية المناطق التي تمر بها الشاحنات التي تنقل المخلفات في طريقها الي الموقع فكلما قلت المسافة التي تقطعها بين المناطق السكنية كلما قل الرفض الجماهيري	
	اتجاه الرياح السائدة	لابد أن يتم اختيار الموقع في الاتجاه المعاكس لهبوب الرياح نسبة الي المناطق المأهولة
اعتبارات	عدم وجود الخطوط الصدعية أو تراكيب جيولوجية نشطة	في حدود 500 متر من محيط موقع المدفن
	النسبة المئوية للانحدار	استبعاد الأراضي ذات الانحدار الذي يزيد عن 20% ويعد انحدار 5% مثالي

جيولوجية وجيومرفولوجية	الطبوغرافية	يفضل أن تكون ارض الموقع محدبة بالنسبة لما يحيط بها
	الجيولوجيا تحت السطحية	لابد أن يتراوح عمق الأساس الصخري بين 10-15 متر
	مناطق الصدوع	استبعاد أي ارض واقعة في حدود 500 متر من كلا الجانبين من صدوع تعرضت للإزاحة خلال العصر الهولوسيني الحديث
	حركة الكثبان الرملية	أن يكون الموقع بعيدا عن المسار العام لتجمعات الكثبان الرملية

الملحق (3) يوضح المكبات المفتوحة ببلدية شحات

شكل (1) مكب مفتوح بمدينة شحات

شكل (2) مكب مفتوح بمنطقة الفائدية