

تحديد أنسب مكان لإنشاء مكب القمامة في مدينة صبراتة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

أ.وليد زهمول¹، م. وفاء الذواوي²

1 كلية الهندسة، صبراتة، ليبيا، بريد إلكتروني: wzahmol@outlook.com

2 كلية الهندسة، صبراتة، ليبيا، بريد إلكتروني: wafaaldawadi@outlook.com

الملخص

نظرا للتزايد الكبير في أعداد السكان في مدينة صبراتة ، وكذلك التغير في أنماط المعيشة والاستهلاك، فقد تزايدت كميات النفايات الصلبة المتولدة عن النشاط الإنساني بشكل كبير، الأمر الذي أدى إلى بروز أهمية دراسة المواقع الأنسب (Optimum Location) لمكبات النفايات وأثرها البيئي على المياه والتربة والهواء. هدفت هذه الدراسة إلى استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية كتقنية حديثة لدعم صناع القرار في البلدية من حيث تقييم وتحديد وإنتاج خريطة رقمية لأفضل المواقع الملائمة لإنشاء مكب نفايات صحية بناءً على مجموعة من الشروط والمعايير البيئية المحلية والدولية .

تم خلال هذه الدراسة استخدام البيانات المكانية والوصيفية المتوفرة حول منطقة الدراسة والتي تمثلت في نموذج الارتفاعات (DEM)، طبوغرافية منطقة الدراسة، اتجاه الرياح السائد، شبكة الطرق ، التجمعات السكانية ، الشريط الساحلي (البحري)، الحدود الادارية لمنطقة الدراسة، استخدامات الاراضي (Land Use)، تم اشتقاق المعايير المطلوبة ، ومن ثم تم تحويلها إلى طبقات تمثل المعايير المتوفرة ، والمعايير البيئية والمناخية ، والتي تمت معالجتها باستخدام وظائف التحليل المكاني الإحصائي لتحديد أكثر المواقع الملائمة في منطقة الدراسة لإقامة مكب النفايات الصحية .

نتجت عن هذه الدراسة تحديد عدد ثلاث مواقع تم اختيار إحداها ليكون موقع تجميع وفرز أما الموقعين الاخرين تم التفضيل بينها من ناحية ملكية الارض وبعدها عن آبار المياه ، كذلك تقييم الموقع الحالي للمكب ووجد أنه لا يطابق شرطين أساسيين وهما البعد عن الطرق واستخدامات الأراضي .

كلمات مفتاحية: نفايات صلبة ، نظم المعلومات الجغرافية ، المواقع الانسب ، النمذجة المكانية ، تحليل مكاني.

1. المقدمة

تعد مشكلة المخلفات الصلبة من أهم المشاكل البيئية المعاصرة التي تواجه دول العالم وخاصة الدول النامية، لكونها أحد مصادر التلوث في هذه الدول ومقدمة المشاكل البيئية في المناطق الحضرية .

أصبحت الدراسات التطبيقية في نظم المعلومات الجغرافية تمثل أهمية بالغة في جميع مجالات التنمية المستدامة خاصة فيما يتعلق منها بدراسة المقومات الطبيعية والبشرية والاقتصادية للتنمية، والحاجة المستمرة لتحقيق التنمية المستدامة والتي لا يمكن أن تتحقق الا اذا أعتمدت على نظم التحليل المكاني بهدف طرح أفضل البدائل لإختيار الموقع الانسب للمشاريع التنموية أو النموذج الافضل لاستغلال الموارد الطبيعية بما يحقق التنمية المستدامة .

تضع تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية الحلول الجزرية التي تسهم في دعم متخذتي القرار فيما يتعلق بإعادة تخطيط وتوزيع الخدمات الحضرية بما يحقق الارتقاء بمستوى المعيشة في المدن.

عليه يضع البحث التطبيقي الحالي عدة معلومات من شأنها أن تساهم في أسلوب أختيار الموقع الانسب لدفن النفايات دون وجود سلبيات أو التقليل منها.

الموقع الانسب هو الموقع الذي تتوازن فيه جميع العوامل المؤثرة في المشروع على أساس تطبيقي للضوابط والعوامل الجغرافية البيئية والربط فيما بينها . حيث لا يوجد موقع ضمني واحد لكل مشروع فهناك أكثر من موقع واحد، فلكل موقع ميزاته الخاصة فلا بد من الموازنة لاختيار موقع المكب إختياراً منطقياً ومعقولاً يعطي أكبر قدر من العائد بأقل التكاليف الممكنة وأقل الاضرار البيئية المحتملة .

باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية نستطيع تخطيط وتنظيم وجمع ونقل المخلفات بأفضل الطرائق وأدقها بأقل كلفة اقتصادية ممكنة، وتساعد هذه الطرائق أصحاب القرار في كل مراحل التخطيط لإدارة النفايات الصلبة بما في ذلك التنبؤ بكميات المخلفات المتولدة ومعالجتها وتحديد نوعية المخلفات الصلبة من أجل اختيار الحل الأكثر اقتصادية بشكل يتوافق مع القيود التشريعية والتقنية والاقتصادية والبيئية .

2. مشكلة البحث

ساهمت التطورات الاقتصادية والاجتماعية خلال العقدين الأخيرين في ظهور أنماط معيشية جديدة أدت إلى زيادة متطلبات الإنسان وتويعها داخل مدينة صبراته، ورافق هذا التطور تزايد وتنوع في كمية النفايات الطلبة ، ولكن هذا التطور لم يواكبه إجراءات فعلية من قبل صناع القرار داخل البلدية على مستوى الجوانب التنظيمية والتقنية والبيئية مما أدى إلى زيادة الآثار السلبية لهذه النفايات على صحة المواطنين وعلى البيئة كاكل.

3. فرضية البحث

لكي تتحقق أهداف البحث تم وضع عدة فرضيات سيتم إثبات مدى صحتها وهي على النحو التالي:

1. إن للعوامل الطبيعية والبشرية أثر كبير في إختيار موقع المكب.
2. الموقع الانسب هو الموقع الذي تتوازن فيه جميع العوامل ومعايير البيئية المختلفة .
3. إن تطبيق المعايير بواسطة تقنية نظم المعلومات الجغرافية يسهل في إختيار المواقع الاكثر ملائمة لإنشاء مكب .
4. توافق المكب الحالي مع المعايير والشروط الصحية والبيئية محلية والدولية لإقامة مكب نفايات .

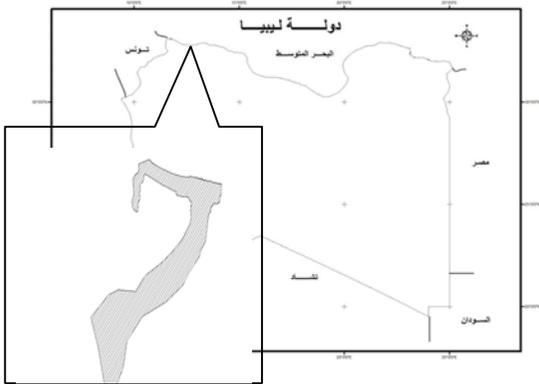
4. أهمية البحث

يهدف البحث الى تحقيق الاتي :

1. تحديد المواقع الاكثر ملائمة لإقامة مكب نفايات داخل بلدية صبراتة ضمن اشتراطات ومعايير بيئية مختلفة وترتيبها من الاكثر ملائمة الى الاقل ملائمة .
2. التعرف على موقع مكب النفايات الحالي في مدينة صبراتة وتوزيع الحاويات التجميع داخل مخطط صبراتة المدينة ومدى مطابقتها للمعايير والمواصفات والشروط الصحية والبيئية المحلية والدولية المعمول به في دولة ليبيا.
3. إنتاج خريطة رقمية لمدينة صبراتة توضح أفضل المواقع الملائمة لإقامة مكب النفايات .

5. حدود البحث

حددت منطقة البحث بمدينة صبراتة التي تقع في الشمال الغربي لليبيا على الساحل والى الشرق من مدينة زوارة بحوالي 42 كم، كما تبعد عن مدينة العجيلات بحوالي 8 كم في اتجاه الجنوب الغربي وتبعد بحوالي 9 كم عن مدينة صرمان التي تقع شرقها وتعد تضاريسها مستوية الى حد ما حيث يتراوح ارتفاعها من 19 الى 212 متر على مستوى سطح البحر، ويتميز مناخ هذه المدينة بحرارة مرتفعة صيفاً ومناخ معتدل شتاءً ، عدد سكان المدينة يزيد عن 100 ألف نسمة وتبلغ مساحة هذه المدينة حوالي (887 كيلومتر²)، والإحداثيات الجغرافية للمدينة هي: [1]



الشكل (1) منطقة البحث

خطوط طول (12,00 - 12,32)

دوائر العرض (32,20 - 32,50) .

6. منهج وأسلوب البحث

يعتمد البحث على المنهج التجريبي الذي يعتمد على النمذجة التجريبية على أساس النموذج المقياسي حيث يتم إعادة نمذجة مكانية للموضوعات الجغرافية التي لها علاقة بالخصائص البيئية لمنطقة البحث حيث يمر البحث بالمراحل التالية :

- تحديد المعايير المعلوماتية الوصفية والمكانية المتاحة لمنطقة الدراسة .
- ترقيم الخرائط بواسطة برنامج ARCMAP10.5 بالاعتماد على نظم الاحداثيات موحد لجميع الخرائط .
- تصميم النمذجة المعلوماتية Data Modelling من حيث تحاليل Buffer-Union-Erase
- اجراء التحليل المكاني للمعايير المختلفة بغرض الحصول على الموقع الأنسب Optimum Location لدفن النفايات المنزلية .

1.6 المعايير المعلوماتية المكانية للبحث

تعتمد عمليات اختيار الموقع الأنسب على أساليب التخطيط البيئي والتي تدخل فيها مجالات علمية ومعلوماتية مكانية متشعبة منها عمرانية، جيولوجية ، بيئية ونباتية وغيرها.

1.6.1 المناخ

يقصد به حالة الجو في مكان ما خلال فترة طويلة، ويشمل عدة عناصر منها : درجة الحرارة، الرياح، الامطار والرطوبة النسبية التي تعاني منها المنطقة بسبب قربها من البحر .[2]

1.1.6.1 درجة الحرارة

درجات الحرارة المرتفعة تزيد من معدلات التبخر، فكلما أرتفعت درجات الحرارة كلما قلت كمية العصاراة الموجودة في المكبات، وبالتالي قلت إحتمالية تسرب هذه العصاراة إلى المياه الجوفية، لذلك تفضل المناطق ذات درجات الحرارة المرتفعة لإقامة مكبات النفايات عليها، كما أن درجة الحرارة تؤثر في تحلل النفايات العضوية وتخمرها مما يساهم في زيادة الروائح الكريهة .

الجدول (1) يوضح تباين درجات الحرارة خلال الفترة 2000_ 2013 م بمنطقة الدراسة .

الشهور	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
المتوسط	14.7	15.2	18.2	21.5	25.1	25.5	30.5	26.2	27.1	25.1	20.8	16.1

2.1.6.1 الأمطار

تعد الأمطار من أهم العناصر المناخية تأثيراً على حياة السكان وتحركاتهم في المناطق الجافة وهي أساس الحياة ومصدر تغذية المياه الجوفية، وإن سقوط الأمطار يخلق ظروفا رطبة على سطح الأرض حيث تتجمع المياه خاصة في المناطق الرديئة الصرف وتكون البرك والمستنقعات .

جدول (2) متوسط كميات الامطار في مدينة صبراتة

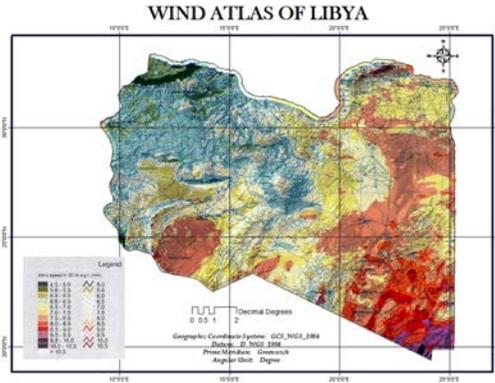
الشهور	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
متوسط كميات الأمطار (مليمتر)	43.6	24.7	10.9	5.3	1.7	0.3	0.0	0.2	4.7	20.8	29.1	33.8

3.1.6.1 الرطوبة النسبية

بشكل عام ليبيا ترتفع فيها الرطوبة النسبية في المناطق الساحلية لتصل الى أكثر من 80%، وتتنخفض كلما اتجهنا نحو الداخل حتى تصل إلى أدنى مستوياتها في المناطق الوسطى والجنوبية لتصل الى أقل من 10% .

4.1.6.1 الرياح

تساهم الرياح بفاعلية قوية في نقل الغازات والروائح المتصاعدة من مكبات النفايات، مما يؤثر على الصحة العامة، ومن هذا المنطلق فإن جميع التشريعات والقوانين والاتفاقيات الدولية توصي بإنشاء المكبات في مناطق تقع عكس إتجاه الرياح بالنسبة للمناطق العمرانية.



الشكل (2) اطلس الرياح

2.6.1 مظاهر السطح

لدراسة السطح يستوجب الاستعانة بالخريطة الطبوغرافية للمنطقة التي تقع فيها صبراتة وذلك لإظهار التضاريس ولإعطاء صورة تفصيلية عن مظاهر السطح ، لما لهذه المظاهر من أثر كبير في نمو المستوطنات البشرية بالمنطقة [3].

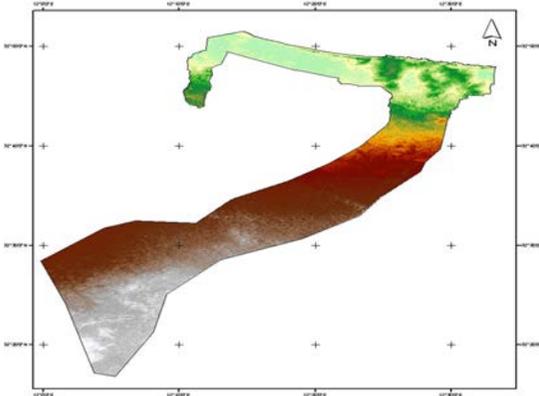
1.2.6.1 التربة

التربة هي الطبقة السطحية التي تعلو صخور الأساس وتحدث فيها التغيرات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية وهي مكونة من خليط من المواد العضوية وغير العضوية وتكثر فيها الفراغات الهوائية.

جدول (3) نتائج تحاليل لعينات تربة في منطقة الدراسة

البيانات المنطقة	رقم الحموضة	التوصيل الكهربائي	المادة العضوية	كربونات الكالسيوم
صبراتة	8.55	0.226	0.12	3.85

وتعتبر التربة من العناصر الهامة التي تؤخذ بعين الاعتبار عند اختيار موقع مكب النفايات، إذ تفضل أن تكون تربة المكب تربة طينية ذات نفاذية قليلة مما يقلل من تسرب العصارة إلى الخزان الجوفي وبالتالي تقلل من تلوث المياه الجوفية .



2.2.6.1 تضاريس المنطقة

تم الاستعانة بنموذج إرتفاعات (DEM) من قمر SRTM بدقة 30 متر وذلك لظهور التضاريس بمنطقة الدراسة بشكل أكثر وضوح .

شكل (3) نموذج الارتفاعات لمنطقة الدراسة

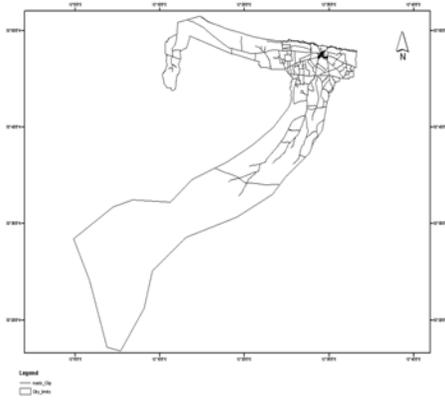


3.2.6.1 النطاق العمراني

يمثل النطاق العمراني أحد أهم المعايير المكانية التي تعتمد عليها الدراسة حيث يجب أن يكون الموقع الأنسب خارج النطاق العمراني لكي يتم التفادي السلبيات والمتمثلة في إنبعاث غاز الميثان ومخاطره على السكان والبيئة العمرانية المحيطة لذلك يجب أن يوضع في الاعتبار امتداد العمراني الحالي والمستقبلي والخريطة توضح جزء من مناطق التركيز العمراني في مدينة صبراتة .

شكل (4) التركيز العمراني بمنطقة الدراسة

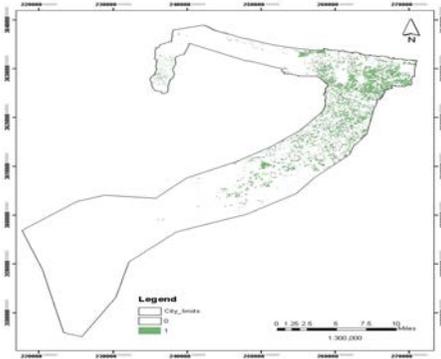
4.2.6.1 شبكة الطرق



تلعب شبكة الطرق أهمية كبيرة في مجال التخطيط البيئي، فهي تحدد مسارات شبكة النقل من ناحية ومن ناحية أخرى تحقق الترابط المكاني بين مناطق وأقاليم الدولة المختلفة، وعليه تحتاج أن توضع في الحسبان بالنسبة لاختيار موقع دفن النفايات .

شكل (5) شبكة الطرق المعبدة بمنطقة الدراسة

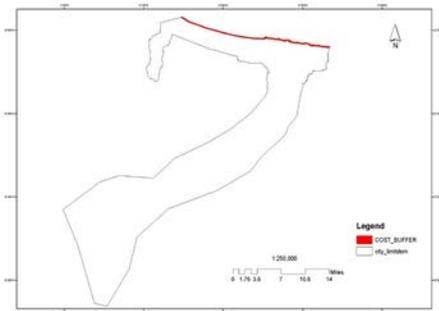
5.2.6.1 الغطاء النباتي



يمثل الغطاء النباتي أهمية بيئية خاصة، إلا أن النباتات تتفاوت فيما بينها من حيث الأهمية الاقتصادية ومن حيث فترة تتواجد فيها، فمنها نباتات فصلية فقط ومنها نباتات تظهر عقب سقوط أمطار فقط ولفترة محدودة زمنها نباتات على شكل شجيرات دائمة .

شكل (6) الغطاء النباتي

6.2.6.1 الشريط الساحلي البحري



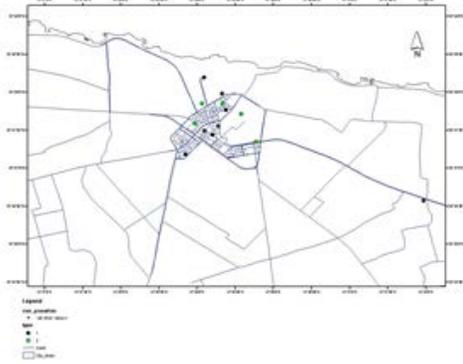
تكمُن أهمية الشريط الساحلي في كون طبيعة المدينة في وجهة سياحية واقتصادية، وهذا ما سبب التركيز على معيار الشريط الساحلي .

شكل (7) الشريط الساحلي البحري

3.6.1 موقع دفن النفايات الحالية ومواقع أماكن الحاويات داخل مخطط المدينة

1.3.6.1 موقع دفن النفايات المنزلية الحالي

موقع المكب الحالي وهو يقع جنوب مدينة صبراتة وهو حسب الزيارة الميدانية إتضح أنه قريب من المناطق السكنية كذلك قريب من الطريق المعبد ويخالف التطور العمراني المستقبلي والقرب من آبار المياه .

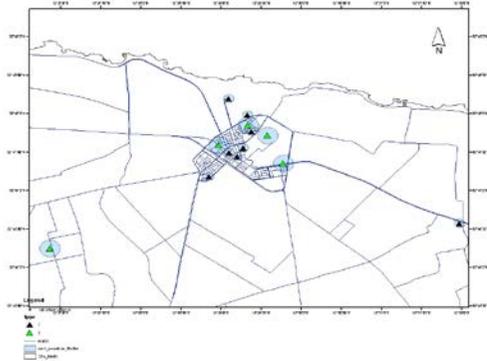


2.3.6.1 موقع تجميع القمامة داخل المخطط المدينة

لغرض تحديد مواقع وحدات تجميع القمامة المركزية تم

إستخدام جهاز تحديد المواقع العالمي (GPS)

شكل (8) أماكن تجميع القمامة داخل مخطط صبراتة



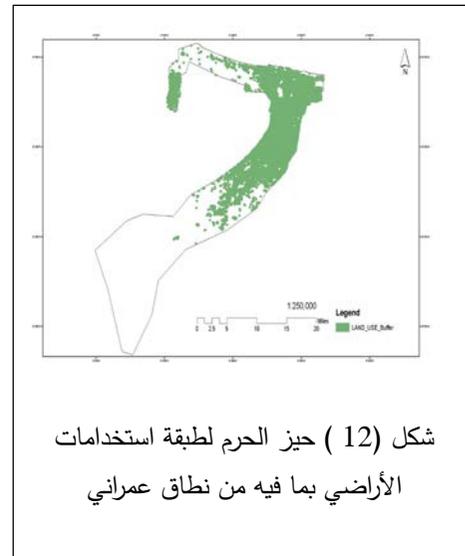
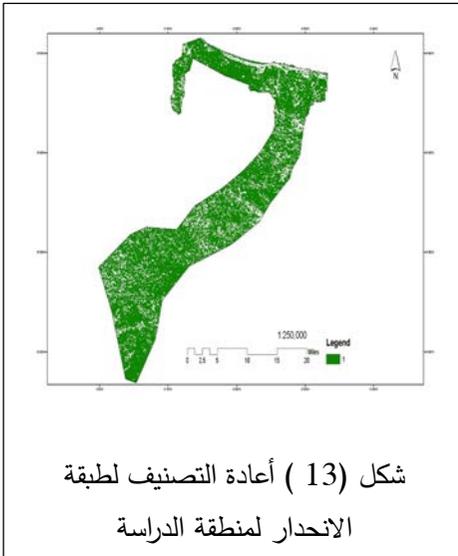
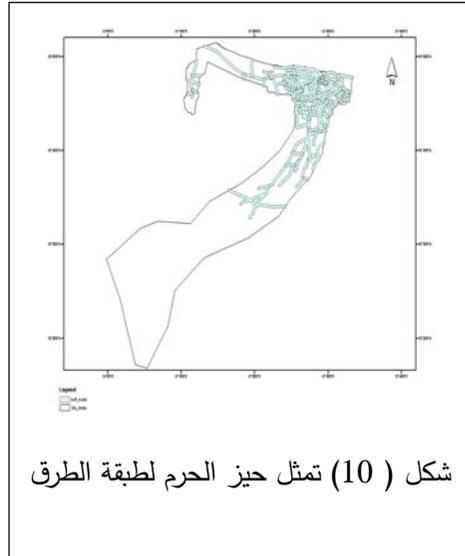
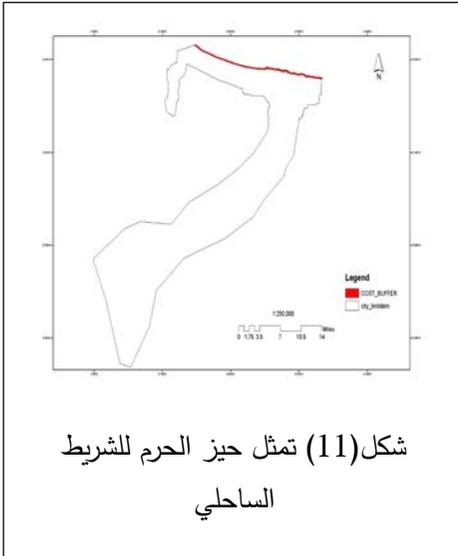
لوحظ من خلال الشكل (8) التوزيع الغير متناسق للحاويات مع العلم أن النقاط أعلاه تمثل نوعين من الحاويات المتوسط والكبيرة نظير الكثافة السكانية بالمدينة .

شكل (9) تمثل الحيز الذي يمكن للحاويات تغطيته .

2.6 اسلوب العمل والتحليل والمناقشة

اعتمد أسلوب العمل على مرحلة تجميع وإدخال البيانات الوصفية والمكانية في قاعدة بيانات جغرافية ، مرحلة تحليل البيانات والمعايير والاشتراطات البيئية ، مرحلة إستخلاص النتائج . حيث تمر بالمرحل التالية :

1.2.6 وضع المواصفات أو المعايير المعلوماتية البيئية المختلفة في قاعدة معلومات جغرافية مع ربطها مع الخرائط والمرئيات الفضائية المناظرة لها عمل حيز (Buffer) لكل اشتراط [4].

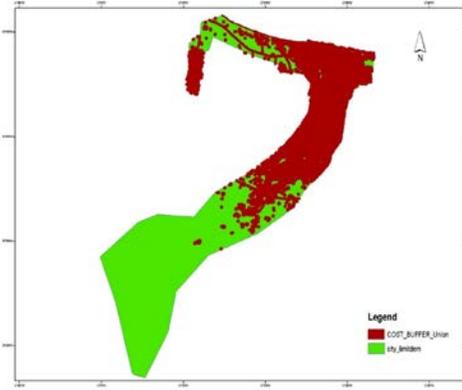


2.2.6 تصميم النمذجة المعلوماتية Data Modeling

يمثل التكامل و الدمج أو تركيب البيانات أفضل وظيفة عرفت بها أنظمة المعلومات الجغرافية ويقصد بها مطابقة البيانات مع بعضها بعضاً، وعلى الرغم من أن هذه الطريقة تبدو بسيطة إلا أن عمليات دمج البيانات تحتاج إلى جهد حاسوب ضخم، يشتمل أساساً على مطابقة عدة بيانات تسمى طبقات (Layer) بعضها فوق بعض ومن ثم تأدية بعض العمليات الرياضية العلاقية عليها والربط بينها.

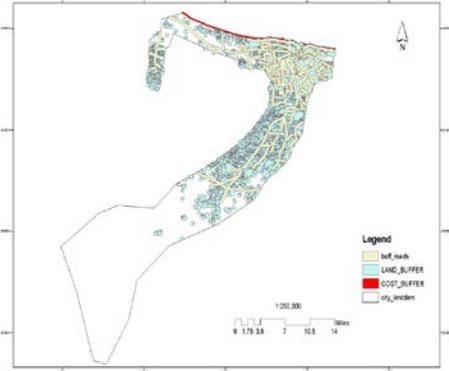
3.2.6 إجراء التحليل المكاني للمعايير المختلفة بغرض الحصول على الموقع الأنسب Optimum Location لدفن النفايات الصلبة .

ثانيا : تحليل الاتحاد UNION :



شكل (15) جمع جميع الطبقات في طبقة واحدة

أولا : عملية التراكب Overlay :



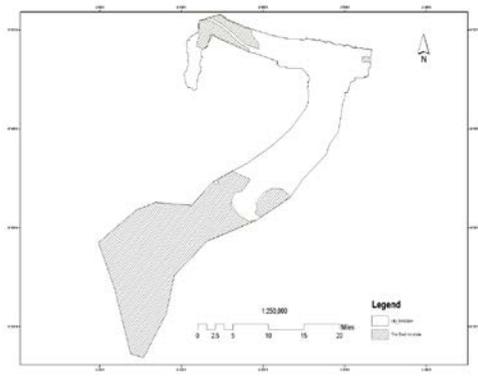
شكل (14) عملية التراكب لجميع الطبقات البحث

خامسا : المياه الجوفية



شكل (17) المواقع التي وافقت كل الشروط والمعايير لإنشاء مكب.

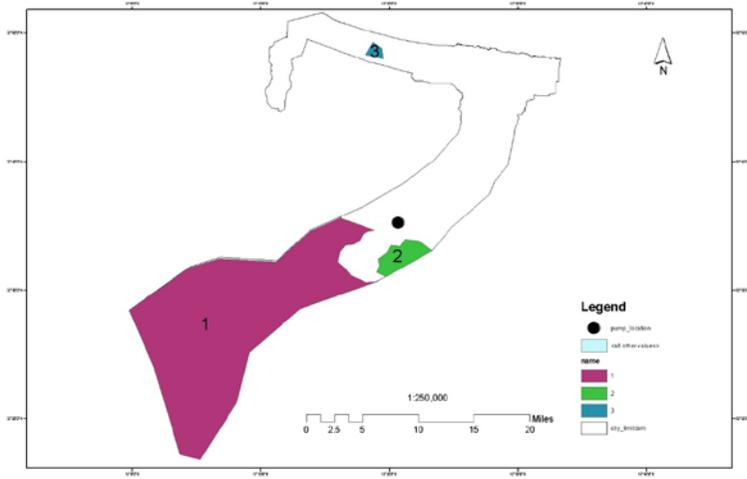
ثالثا : تحليل المحو Erase



شكل (16) الأماكن المخصصة والموافقة للمعايير وينصح بإنشاء مكب بها.

3.6 مقارنة بين الموقع الحالي للمكب مع المواقع المقترحة

بعد استخلاص مواقع مكبات النفايات الصحية المقترحة من خلال الدراسة، تم توقيع طبقة المكب النفايات الحالي على الخريطة أفضل المواقع المقترحة في مدينة صبراتة والتي تمثل اللون الأسود كما موضحة بالشكل رقم (18)



شكل (18) الموقع الحالي مع المواقع المقترحة التي وافقت الشروط في البحث

5. النتائج

1. خلصت الدراسة الى تحديد افضل المواقع لاقامة مكب النفايات الصحية بالمدينة والتي تم تمثيلها بخرائط ملائمة أي أكثر المواقع ملائمة على الاطلاق وتحمل الدرجات (1,2,3)، حيث بلغ مساحة المناطق الصالحة لاقامة مكب النفايات والتي تحمل درجة الملائمة 1 حوالي (41230 هكتار) بينما المنطة التي تحمل درجة الملائمة 2 حوالي (1860 هكتار) .
2. حددت الدراسة استخدام درجة الملائمة رقم 3 والذي بلغ مساحته حوالي (299 هكتار) منطقة تجميع وفرز للنفايات المنزلية لكي تقلل من التكاليف كذلك توفر عدد النقلات لمكب الرئيسي وإطالة عمر الاليات بالموقع عند اجراء الزيارة الميدانية للموقع وجد انه مكب سابق للبلدية .
3. أظهرت الدراسة أن موقع مكب النفايات الحالية في المدينة لا يوافق بعض الشروط والمعايير البيئية المستخدمة في الدراسة، كذلك توزيع الحاويات تجميع القمامة لاتغطي كافة احياء وازقة المدينة .

4. أثبتت الدراسة أن تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية ذات كفاءة وفاعلية عالية في تحديد مواقع مكبات النفايات الصلبة كما تساهم بشكل فاعل في مساعدة صناع القرار لاختيار مكبات جديدة تعمل علي تحقيق إدارة متكاملة سليمة ومستدامة في التخلص من النفايات ودعم اتخاذ القرار.
5. نجحت الدراسة في إعداد دراسة تفصيلية حول المعايير والشروط الواجب اتباعها في عملية اختيار مواقع مكبات النفايات الصحية.

6. المراجع

- [1] السجل المدني صبراتة ، الإحصاءات التعداد السكاني لمدينة صبراتة، 2018 م .
- [2] البيانات مجمعة من محطة الأرصاد المناخية بصبراتة (بيانات غير منشورة) للفترة 2000_2013م.
- [3] حسن الجديدي ، الزراعة المرورية وأثرها على استنزاف المياه الجوفية في شمال غرب سهل الجفارة، 2000 م .
- [4] جودة، حسنين، ابحاث جيومورفولوجية الاراضي الليبية ، منشورات جامعة بنغازي ، 1973
- [5] أميمة، علي ، استخدام تقنية GIS في تحديد موقع مكب النفايات بمدينة بورتسودان، مؤتمر الجيوماتيكس العالمي السابع ، ابريل 2015، المملكة الاردنية الهاشمية.