Journal of Engineering Sciences
Assiut University
Faculty of Engineering
Vol. 47
No. 5
September 2019
PP. 720–736

دور نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في تحديد المواقع الأنسب لمكبات النفايات الطبية الخطرة (دراسة حالة: مدينة سوهاج)

فاطمة عثمان محمد [1]، محمد حلمى الحفناوي [2]، أمل عبد الوارث محمد [3]، هبة الله أنور خليف [4]

[1] كلية الهندسة - جامعة سوهاج
[2] كلية الفنون الجميلة - جامعة أسيوط
[3، 4] قسم الإنشاءات المدنية والمعمارية بكلية التعليم الصناعي - جامعة سوهاج

Received 12 May 2019; Accepted 10 June 2019

الملخص

تمثل النفايات الطبية الخطرة مصدراً خطيراعلى صحة الإنسان والنظام البيئي لما تحمله من مواد وعناصر كميائية وعضوية ومشعة شديدة الخطورة، وتضم عملية التخلص من النفايات الطبية الخطرة عدة مراحل وهى الجمع والفرز والتخزين والنقل والمعالجة، وتنتهى بمرحلة التخلص النهائي الأمن من النفايات وهي مرحلة هامة من هذه المراحل، ويعتبر الطمر أو الدفن الصحي من أهم أساليب التخلص النهائى من النفايات وذلك باستخدام مكبات للنفايات (مطامر) ذات مواصفات محددة تعد لهذا الغرض، مع أهمية الاهتمام بكيفية إختيار مكانها والتحديد الدقيق لأماكنها بصورة لا تؤثر سلباً على البيئة وتوفر سبل الأمان الكافية، ويتم ذلك باستخدام وسائل وأساليب علمية حديثة كنظم المعلومات الجغرافية وغيرها، كبديل للوسائل التقليدية التي تعتمد على الخبرة الذاتية، والتجربة لمتخذي القرار، ومن هنا جاءت أهمية الدراسة في مدينة سوهاج والتي تعد واحدة من المناطق التي تعانى من مشكلة إدارة النفايات الطبية، والتخلص منها بطريقة سليمة، ووفقاً لأسس ومعايير الصحة والسلامة العامة حيث يتم بها الاعتماد علي وسيلة الحرق فقط للتخلص النهائي منها وذلك بمجمع المحارق بمنطقة الكوثر بمدينة سوهاج، والتي لا تحتوى على أي مواقع لدفن النفايات الطبية الخطرة.

اشكالية البحث

عدم القدرة علي تحديد المواقع الأنسب كمكبات للنفايات الطبية الخطرة بالمدن المصرية ومنها مدينة سوهاج، كبديل لإستخدام الأساليب غير الآمنة للتخلص النهائي منها، مع القصور في إستخدام الأساليب العلمية الحديثة- ومنها نظم المعلومات الجغرافية - في اختيار المواقع المناسبة لمكبات النفايات الطبية الخطرة في المدن المصرية ومنها مدينة سوهاج والتى تنتج مستشفياتها حوالى 20 طن شهرياً من النفايات الطبية الخطرة طبقاً لتقرير وحدة إدارة النفايات الطبية الخطرة بمدينة سوهاج.

هدف البحث

تهدف الدراسة إلى الاستفادة من أحد الأساليب العلمية الحديثة المساعدة وهو نظم المعلومات الجغرافية (Geographic Information System) (GIS)، في تحديد المواقع الأنسب لمكبات النفايات الطبية الخطرة، وتحديد مواقع مستقبلية لها، فضلاً عن انتاج خريطة رقمية لأفضل مواقع دفن النفايات الطبية، طبقاً للمواصفات العالمية المعتمدة، وتطبيق ذلك في مدينة سوهاج، مما يساعد أصحاب القرار في إدارة النفايات الطبية ومرحلة التخلص النهائي الآمن من النفايات الطبية الخطرة بطريقة الطمر.

وتنبع أهمية هذه الدراسة من كونها تتعامل مع مشكلة بيئية خطيرة تؤثر علي انتقال العدوى وانتشار الأمراض، ومن كونها تساعد فى صياغة قاعدة معلومات يمكن للباحثين الاستفادة منها فى تحديد مواقع المكبات فى المدن المصرية، ولكونها تشير إلى إمكانية استخدام تقنية (GIS) فى التخلص من النفايات الطبية الخطرة.

منهجية البحث

يتبع البحث المنهج الوصفى التحليلى من خلال جمع البيانات والمعلومات من مصادرها المختلفة، وتحليلها واستخلاص النتائج منها، ووضع الحلول والتوصيات، كما يتبع المنهج الإستقرائى فى دراسة المشكلة على مستوى أحد المدن المصرية وهى مدينة سوهاج، مع إمكانية تطبيق الحلول على باقي المدن المصرية. وتضم هذه الورقة البحثية أربعة أجزاء رئيسية، **أولاً**: يشمل خلفية نظرية عن النفايات الطبية الخطرة وأنواعها المختلفة وطرق التخلص منها، **ثانياً**: يشمل أهمية نظم المعلومات الجغرافية ومميزاتها واستخداماتها في مجال إدارة النفايات الطبية، **ثالثاً**: يتضمن تطبيق عملي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية لإنتاج خريطة لمدينة سوهاج موضحاً عليها أفضل المواقع المقترحة لإنشاء مكبات للنفايات الطبية الخطرة، **رابعاً**: النتائج والتوصيات.

الكلمات الافتتاحية: النفايات الطبية الخطرة – نظم المعلومات الجغرافية (GIS) – مكبات النفايات الطبية الخطرة

1. مقدمة

في ظل التطور الذى يشهده قطاع الصحة في جميع دول العالم، تتزايد أهمية التخلص النهائي من النفايات الطبية الخطرة، باعتبارها أشد خطراً من النفايات العادية، ويتطلب التخلص منها سياسات صارمة لتجنب انتشار الأمراض والأوبئة، التي قد تحمل المجتمع أعباءً ضخمة، لذا يجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة تجاه هذه المشكلة؛ لتفادى الأضرار التي تنتج عنها، وذلك بإتباع الأساليب العلمية الحديثة في التخلص منها مثل الطمر الصحي، والذى يعد أفضل طرق التخلص النهائي من النفايات الطبية الخطرة، ويتم ذلك بإنشاء مكبات صحية (مطامر) لدفن النفايات، وتعد نظم المعلومات الجغرافية من أحدث الوسائل العلمية الحديثة، المستخدمة فى تحديد مواقع دفن النفايات، وذلك وفق شروط وقواعد معينة أقرتها الإتفاقيات الدولية وأهمها شروط (اتفاقية بازل بشأن التحكم في نقل النفايات الخطرة عبر الحدود والتخلص منها سنة 1989م). ومن ثم يتم فى هذا البحث وضع آلية للإستفادة من نظم المعلومات الجغرافية فى تحديد الأماكن المثلى لمكبات النفايات وتطبيق ذلك على مدينة سوهاج.

2. التخلص من النفايات الطبية الخطرة

تعد النفايات الطبية الخطرة من أهم المشكلات التي تواجه الإنسان والبيئة في العصر الحديث، لما تسببه من أضرار جسيمة على صحة الإنسان والمجتمع، مما يحتم تسليط الضوء عليها وعلى كيفية التعامل معها والتخلص منها، وذلك بأحدث الطرق الحديثة، وأهمها إستخدام نظم المعلومات الجغرافية فى التخلص الآمن من النفايات الطبية الخطرة، وذلك بتحديد المواقع الأنسب لمكبات النفايات الخطرة المدن المختلفة ومنها مدينة سوهاج كحالة دراسة.

2.1. مفهوم النفايات الطبية الخطرة

تعرف النفايات الخطرة بأنها تلك النفايات التي تحتوى على عناصر أو مركبات تؤثر تأثيراً مزمناً خطيراً على صحة الإنسان أو البيئة، ولها القدرة على البقاء لدرجة كبيرة[15]. وعرفت في إتفاقية بازل الدولية بأنها المواد والأشياء التي يراد التخلص منها طبقا للأنظمة والقوانين الوطنية، والتي تحتاج إلى طرق وأساليب خاصة للتعامل معها ومعالجتها، حيث لا يمكن التخلص منها في مواقع طرح النفايات المنزلية وذلك بسبب خواصها الخطرة وتأثيراتها السلبية على البيئة والسلامة العامة[10].

وتعرف النفايات الطبية الخطرة بأنها نفايات الأنشطة والعمليات المختلفة أو رمادها المحتفظة بخواص المواد الخطرة التي ليس لها إستخدامات أصلية تالية أو بديلة مثل النفايات الإكلينيكية المتخلفة عن الأنشطة العلاجية، والنفايات الناتجة عن تصنيع أى من المستحضرات الصيدلانية والأدوية أو المذيبات العضوية أو الأحبار، أو الأصباغ والدهانات. (وذلك وفقاً لأحكام القانون رقم 4 لسنة 1994 الصادر بشأن حماية البيئة ولائحته التنفيذية وتعديلاتهما وقرارات وزير الصحة ذات الصلة)[14]. وهى أيضا التي تفرز من مصادر شديدة العدوى، وكذلك المواد الكيماوية والمشعة، وهى التي تتطلب الحرص عند تداولها والتخلص منها، كما يمكن أن تسبب مخاطر للصحة والبيئة لإحتوائها على واحدة أو أكثر من الأربع خصائص التالية: العدوى، التسمم الجيني والكيميائي، الإشعاع، قدرتها على التسبب في الوخز أو القطع في جسم الانسان[5].

2.2. أنواع النفايات الطبية الخطرة

توجد أنواع عديدة من النفايات الطبية الخطرة وهى:

أ- النفايات المعدية: هي كافة أنواع النفايات التي تحتوى على كائنات دقيقة مسببة للمرض[3].
ب- النفايات المرضية (الباثولوجية): هي عبارة عن كافة أنواع النفايات التي تنتج عن فصل أو بتر أو قطع أعضاء الجسم[4].
ج- السنون والأدوات الحادة: مثل الإبر، شفرات جراحية، أجهزة حقن الوريد، إبر وسنون خياطة الجروح، مقصات جراحية مكسورة[11].
د-النفايات الكيميائية: هي النفايات التي تحتوى على مواد كيمائية مثل المواد المستخدمة داخل المعمل (المختبر)، والزجاجات الفارغة للمواد الكيمائية الدوائية، أو المستخدمة في المعمل ...الخ[8].
هـ- العلب أو الحاويات المعبأة تحت ضغط: مثل عبوات الأيروسولات بمختلف أنواعها[3].
و- نفايات المواد المشعة: نفايات صلبة أو سائلة أو غازية ملوثة بالنويدات، وهى تتولد نتيجة لتحليل أنسجة الجسم وسوائله الحيوية أو نتيجة لتصوير أعضاء أو أجهزة الجسم بالأشعة وحيث أنه لا توجد طريقة مثالية للتعامل مع النفايات الخطرة تتناسب مع جميع دول العالم على حد سواء، فلكل دولة من الدول لها ظروفها الخاصة والتي تختلف أو تتشابه مع الدول الأخري وفقاً للعديد من العوامل والظروف الإجتماعية والإقتصادية والمناخية[2].

3.2. طرق التخلص النهائي من النفايات الطبية الخطرة

تمر النفايات الطبية بعدة مراحل منذ لحظة تولدها داخل المبنى، وحتى التخلص النهائي منها وهذه المراحل هى الجمع والتخزين والنقل خارج المستشفى؛ تمهيداً للتخلص النهائى منها، ويحتاج التخلص النهائي للنفايات إلى تحديد طريقة التعامل مع المواد المستعملة، ومعالجتها كنفايات ملوثة، وهناك العديد من الطرق المستخدمة فى التخلص النهائي من النفايات مثل[3]:

أ- المعالجة الحرارية: المقصود بالمعالجة الحرارية أوالترميد هى عملية الحرق المحكوم للنفايات فى محارق ذات مواصفات خاصة، تقرها سلطات البيئة والصحة لكى تتحول النفايات إلى رماد (يليها التخلص النهائي من الرماد والمتبقيات فى حفر أو مطامر آمنة تقع خارج المنشأة الصحية) [6].
ب- المعالجة بالتعقيم: وتعتمد هذه الطريقة على تعريض النفايات الطبية لدرجات حرارة لقتل مصادر العدوى، وتكون درجات الحرارة أقل بكثير من المستخدمة بالمحارق، ولا تؤدى إلى إنبعاث مواد غازية تسبب السرطان مع فرم النفايات والحاويات الخاصة بحفظها قبل تعقيمها، وذلك لزيادة مساحة الأسطح المعرضة للتعقيم؛ مما يزيل خطورة إنتقال العدوى منها أثناء مراحل تداولها وحتى دفنها كمخلفات غير خطرة، ويراعى عند تصميم وحدة معالجة النفايات الطبية الخطرة توفير مساحة لا تقل عن 20 متراً مربعاً بالدور السفلى للمبنى مع مراعاة أن تكون الوحدة جيدة التهوية، وعلى إتصال مباشر لنقل المخلفات بعد المعالجة (يليها التخلص النهائي من نواتج التعقيم)[5].

وهناك عدة أليات للتعقيم، وهى: التعقيم بالبخار (أوتوكلاف)، التعقيم بالموجات متناهية الصغر (ميكروويف)، التعقيم الكيماوي (بإستخدام الكلور أو أيودوفور أو الكحور أو الفورمالدهيد...الخ)، التعقيم الغازي (بإستخدام أكاسيد الإثيلين أو الفورمالدهيد)، التعقيم بالهواء الساخن والحرارة الجافة، وقف النشاط الحيوي بإستعمال طرق كهرو حرارية (فولت عالي فى مجال تردد الراديو)، التعقيم بالاشعاع بإستخدام أياً من التقنيات التالية: كوبالت 60 المصدر لاشعاعات جاما، الأشعة الفوق بنفسجية، والتعقيم بتيار الالكترونات [3].

ج- الطمر أو الدفن الصحى: وهى من أقدم الطرق المتبعة إلى الآن، ولا توجد مخاطر من إستعمال طريقة الردم للمخلفات الطبية والبيولوجية إذا تمت إجراءات الردم بطريقة صحيحة وآمنة، وهى طريقة مثالية لدول العالم الثالث، ولكنه لا يفضل إستعمالها في حالة النفايات الطبية المشعة ومخلفات أدوية العلاج الكيماوي، فهناك طرق أكثر أماناً منها [1]. والردم أو الطمر الصحي هي طريقة تستعمل لردم النفايات الصلبة، ويحتاج موقع الردم لمواصفات هندسية خاصة بعد دراسة جيولوجية للموقع، بحيث تضمن عدم الإضرار بالبيئة عن طريق

تسرب السوائل الناتجة من تحلل النفايات للمياه الجوفية، وتعتمد تلك الطريقة على ردم النفايات الصلبة لإستيعاب أكثر كمية ممكنة، ولتقليل النفاذية وتغطية النفايات بطبقة طينية عازلة وغير منفذة [16].

وتعد طريقة الطمر الصحى من الطرق الجيدة للتخلص من النفايات الطبية الخطرة، وأكثرها توافقاً وحفاظاً على البيئة، وتحتاج هذه الطريقة إلى إنشاء المكبات الصحية اللازمة لدفن النفايات، حيث تمرعملية تخطيط مكبات النفايات بمراحل متعددة؛ فهى تحتاج إلى وسائل وإمكانيات متعددة للقيام بها. ويتم فى عملية التخطيط أخذ مجموعة من المعايير بعين الإعتبار، حيث يتم مراعاة وجود التجمعات السكانية القريبة، وكذلك إستخدامات الأراضى المختلفة، والطبوغرافية والتربة والمياه الجوفية واتجاه الرياح والمسافة من الطرق، والبعد عن الأودية وكمية الأمطار؛ للوصول فى النهاية إلى خيارات لا تلحق الأذى أو تقلل الضرر الناتج عن مكبات النفايات إلى أدنى مستوياته، مع أمكانية استخدام نظم المعلومات الجغرافية فى صنع القرار فى اختيار مواقع مكبات النفايات الطبية الخطرة؛ لما تتمتع به هذه التقنية من أدوات وعمليات تحليلية مناسبة لعمليات التخطيط البيئي[13].

4.2. مكبات النفايات الطبية الخطرة كأحد أهم طرق التخلص من النفايات الطبية الخطرة

سيتم فيما يلي وضع مفهوم لمكبات النفايات الطبية الخطرة والخصائص والاعتبارات المرتبطة بها

1.4.2. تعريف مكبات النفايات الطبية الخطرة

مكبات النفايات الخطرة هي عبارة عن تكوين هندسي مصمم بعناية بهيكل ثابت، يحتوي على خلايا معزولة يفصلها غطاء من التربة، وتستخدم للتعامل مع النفايات، وهذا الهيكل مصمم للحد من إرتشاح المياه المترشحة وتيسير تجميعه. وتستعمل مكبات النفايات الطبية الخطرة لعزل النفايات عن البيئة المحيطة ولاسيما المياه الجوفية، وحتى بعد إغلاق مكبات النفايات الطبية الخطرة قد تتطلب عناية طويلة الأجل تشمل صيانة الغطاء، وتجميع السائل المترشح ومعالجته، وتجميع غازات المدافن وإشعالها وإعادة إستخدامها، ورصد المياه الجوفية لإبقاء النفايات معزولة عنها. ويعرف أيضاً بأنه مساحة معينة من الأرض يتم إختيارها وتتم دراستها دراسة كاملة ضمن مجموعة معايير، منها إستخدامات الأرض في منطقة معينة والتجمعات السكنية بها والوضع الجيولوجي والهيدرولوجي والتربة وغيرها، مع مراعاة أخذ الشروط الصحية والبيئية بعين الإعتبار، وتجهيزه لأجهزة والمعدات والتصميمات المطلوبة لتحقيق التخلص من النفايات فيه دون إلحاق الضرر بالبيئة والانسان[13].

2.4.2. الخصائص الضرورية لمواقع مكبات النفايات الطبية الخطرة

يجب عند إختيار مواقع مكبات النفايات الطبية الخطرة مراعاة بعض الخصائص وهى[17]:

أ- أن يكون الموقع منسجماً مع إستخدامات الأراضي الحالية والمستقبلية في المنطقة.
ب- أن يكون الوصول إليه سهلاً في جميع فصول السنة.
ج- أن تتوفر به التربة الكافية لتغطية النفايات.
د- أن لا يتسبب في تلوث أى مصدر للنفايات.
ه- أن لايضر بأي موارد طبيعية هامة.
و- أن يكون مقبولاً من السكان المجاورين.
ز- أن تكون مساحته كافية لإستيعاب النفايات المنتجة من المنطقة المخدومة.
ح- أن لا يكون مكلف إقتصادياً.
ط- أن يكون في عكس إتجاه الرياح السائدة في المنطقة.
ي- المساحة الفعالة اللازمة للمكب لجميع القطاعات ولعمر تصميمى قدره على الأقل 30 سنة حوالى 36هكتار (360.000م^2). وذلك فى حالة عدم وجود محطة معالجة ميكانيكية وبيولوجية وإعتبار أن كمية النفايات السنوبة فى بداية الطمر هى 15400 طن سنوياً.

وتعد عملية إختيار موقع المكب الصحي عملية معقدة لأنه يجب أن يجمع بين العوامل الإجتماعية والبيئية والتقنية. وكذلك مراعاة مجموعة من المعايير والتي منها: المياه السطحية، والنظم البيئية الحساسة، وغطاء الأراضي وإستخداماتها، والمناطق الحضرية والريفية، والمسافة بين الطرق، والمنحدرات، ونوع الأرض

التي تم إختيارها وفقاً لمعايير اللوائح[29]. تقوم نظم المعلومات الجغرافية (GIS) بدمج المعلومات الجغرافية والجيولوجية والمواقع الأخرى مع البيانات السكانية وغيرها من البيانات ذات الصلة في اختيار الموقع المناسب[23]، وذلك كما يوضح جدول (1) بالصفحة التالية.

3.4.2. إعتبارات استخدام طريقة الطمر الآمن النفايات الطبية الخطرة

تعتبر طريقة الطمر الآمن من الطرق المستخدمة للتخلص النهائي من النفايات الطبية الخطرة لأمد طويل، مع إمكانية تطبيقها بشكل واسع للتخلص من أنواع عديدة من النفايات، كما أنها لا تحتاج إلى تقنيات عالية في التشغيل. ويتطلب عند القيام بإتخاذ القرار بإنشاء مكب للنفايات الطبية الخطرة القيام بدراسات منفصلة حول نوع وحجم النفايات المطلوب طمرها، والإحتياطات الواجب إتخاذها لحماية الصحة العامة والبيئة من إختيار الموقع وتصميمه وتنفيذه وتشغيله، والمراقبة المستمرة له، وإغلاقه والعناية اللاحقة للموقع، وبشكل عام فإنه يجب مراعاة الإعتبارات المحتملة التالية[27]:

أ- إرتفاع التكاليف بسبب ضرورة تنفيذ مراقبة طويلة الأمد للموقع.
ب- تلوث التربة.
ج- تلوث المصادر السطحية والجوفية.
د- إنطلاق الغازات مثل الميثان وثانى أكسيد الكربون وغيرها.
ه- حدوث إنزلاقات في التربة وإنفجارات نتيجة التفاعلات المتبادلة والغازات القابلة للإشتعال.
و- تحتاج إلى مساحات واسعة للإنشاء.
ز- تحتاج إلى تقنيات ودقة عالية عند إختيار الموقع وتصميمه وتنفيذه والمراقبة طويلة الأمد.
ح- حدوث تشوه للموقع العام.
ط- المعارضة المستمرة من قبل السكان على تحديد الموقع المناسب للطمر الصحي.

كل هذه الاعتبارات يمكن مراعاتها عند إختيار مواقع دفن النفايات مع مراعاة الشروط والاعتبارات التى أقرتها الاتفاقيات الدولية مما يتطلب وجود أساليب علمية دقيقة لاختيار مواقع تلك المكبات مثل استخدام نظم المعلومات الجغرافية فى التخلص النهائي من النفايات الطبية الخطرة.

جدول (1): المعايير والاعتبارات الخاصة بإتفاقية بازل لإختيار موقع دفن المخلفات الخطرة[9]

المعيار	المعيار الفرعي	المقياس
المعايير الاجتماعية والاقتصادية	إستخدامات الأراضي	تعد الأراضي البور والأراضي الملحية والصخرية وغير الصالحة للزراعة ممتازة لموقع المكب، بينما المواقع كثيفة الزراعة والخضرة والمخططة لأغراض تنموية تعتبر مواقع سيئة
	المسافة بين المكب والطرق الرئيسية السريعة	مسافة لا تقل عن 500متر
	البعد عن المناطق السكنية	يبعد عن المناطق السكنية القائمة والمخططة مسافة تزيد عن 1500متر
	البعد عن مصدر توليد النفايات	كلما قلت المسافة عن مصدر توليد النفايات، كلما قلت تبعاً لذلك تكاليف نقل وإدارة النفايات
	القدرة الإنتاجية للأرض	تفضل الأراضي منخفضة القيمة الزراعية
الاعتبارات الجيولوجية والجيومورفولوجية	التربة	أن تكون التربة ذات قيمة نفاذية منخفضة كالتربة الطينية والتربة التى تتصف بضعف مساميتها مما يقلل من تسرب مياه المكب الى المياه الجوفية وتمنع انبعاث الروائح الكريهة من المكب وتقلل من تعرية النفايات وبعثرتها بسبب الرياح
	الطبوغرافيا ونسبة الإنحدار	5% يعد إنحدار مثالى ولا يزيد عن 25%

تابع جدول (1):

المعيار	المعيار الفرعي	المقياس
الاعتبارات البيئية	الآبار المستغلة	أن تكون المسافة بين المكب وأقرب بئر مياه لا تقل عن360متر حيث أن تواجد أحد مكبات النفايات بالقرب من الآبار أو وصلت إليها العصارة ، فإن هذه العصارة ستختلط بالمياه وتتسرب معها الى الطبقات الحاملة للمياه وتلوثها بالمواد الكيماوية الأمر الذى يشكل خطراً على السكان الذين يستخدمون هذه الآبار.
	البعد عن مجارى الأودية والسيول	مسافة لا تقل عن 100متر
	البعد عن الينابيع	مسافة لا تقل عن 360متر
	الأحواض الجوفية	تفضل الأحواض ذات المخزون الأقل ، ومنسوب المياه الأعمق
الاعتبارات المناخية	إتجاه السفوح الجبلية وإتجاه الرياح السائدة	تفضل المناطق التى يمكن فيها حجب المكبات عن الرؤيا، والسفوح التى تقع بعكس إتجاه الرياح بالنسبة للمناطق المأهولة
	كمية الأمطار الساقطة	تفضل المناطق الأقل مطراً، للتقليل من عصارة المكبات لأقصى درجة
	درجة الحرارة ومعدل التبخر	تفضل المناطق الأعلى حرارة مما يترتب عليه زيادة معدلات التبخر للعصارة السوداء
	المسافة عن خط ساحل البحر المتوسط	الإبتعاد قدر الإمكان عن التجمعات السكانية، واتجاه الرياح والامطار الغزيرة
معيار القبول الجماهيرى	القبول الجماهيرى	لابد من إشراك الجماهير فى كل مراحل التخطيط لموقع المكب وتوعيتهم بأهمية إقامة مكبات النفايات الطبية الخطرة، وذلك لتجنب معارضة السكان لإنشاء المكب خاصة عند محاولة نقل السكان من مناطقهم السكنية بغرض انشاء مكب للنفايات، أو لكون موقع المكب المقترح مجاورا للمناطق السكنية، أو فى اتجاه الرياح السائدة بالنسبة للمناطق المأهولة بالسكان، مما يؤدى لمضايقتهم وشعورهم بعدم الراحة نتيجة تعرضهم للغازات المتصاعدة من المكب.

3. استخدام نظم المعلومات الجغرافية لإدارة عملية التخلص النهائي من النفايات الطبية الخطرة

تعد نظم المعلومات الجغرافية من الأساليب الحديثة المستخدمة في مجال إدارة النفايات والتخلص منها بطريقة سليمة كما تعتبر نظم المعلومات الجغرافية كخريطة ذكية يمكن تعريفها كما يلى[24]

1.3. مفهوم نظم المعلومات الجغرافية (GIS) Geographic Information System

تشير الدراسات إلى أن نظم المعلومات الجغرافية هى عبارة عن مجموعة من برامج الكمبيوتر، والمعلومات التي تستخدم في عرض البيانات الجغرافية، وتحليلها، وإدارتها، وتسمح نظمُ المعلومات الجغرافية للمستخدمين بالبحث عن معلومات حولَ مناطقَ جغرافية محددة، وتحليل هذه المعلومات، وتعديلها، وإنشاء الخرائط، والمخططات، والتقارير، وعرضها على شاشات مرئية لدى المستخدمين، وهو نظام يساعد المستخدمين في تقديم إجابات لأسئلتهم، وتقديم حلول لمشاكلهم من خلال عرض البيانات على شاشات مرئية[31]. والـ (GIS) هو برنامج يعتمد على الحاسب الآلى ويربط المعلومات الجغرافية مع المعلومات الوصفية وبخلاف الخريطة الورقية المستوية، كما يقدم الـ (GIS) العديد من طبقات المعلومات المختلفة، ويسمح بتخزين البيانات البيئية وتحليلها وعرضها مكانياً[30].

2.3. مكونات نظم المعلومات الجغرافية

تتكون نظم المعلومات الجغرافية من ثلاثة أجزاء هي[20]:

أ- النظام: وهو عبارة عن تكنولوجيا الحاسوب والبرمجيات المرتبطة به.
ب-المعلومات: وهى البيانات التي تتكون منها هذه النظم وطرق إداراتها وتنظيمها وإستخدامها.

ج- الجغرافيا: وهى تمثل العنصر المكاني في هذه النظم وهى عبارة عن الأرض والعالم الحقيقي الذى توجد به تلك المعلومات. ويعتمد أى نظام معلوماتي على عدة مكونات أساسية، وترجع قوة وثبات هذه النظم إلى كفاءة مكوناتها ومدى تفاعلها وتطورها مع التطور العلمي والتقني ومواكبتها له، وتعتمد خصائص مكونات هذه النظم على نوعية التطبيقات التي من أجلها يتم إنشاء هذا النظام المعلوماتي وتنقسم مكونات نظم المعلومات الجغرافية إلى أربعة عناصر أساسية كما يلي[22]:

- المكونات المادية: وتضم أجهزة الحاسب والأجهزة المساعدة كالطابعات وأجهزة الشبكات.
- البرامج: وهى توفر الأدوات التحليلية وأدوات تخزين وعرض البيانات الجغرافية.
- الأفراد والقوى البشرية بكافة التصنيفات الفنية: تضم مديري ومنسقي النظم ومدخلى البيانات..الخ.
- البيانات: أهم مكونات نظم المعلومات الجغرافية ويجب أن تتميز بدرجات عالية من الدقة.

3.3. أهمية نظم المعلومات الجغرافية

يؤدي استخدام نظم المعلومات الجغرافية إلي سهولة العمل وتوفير الوقت والدقة والسرعة وإمكانية التجديد والتحديث والإضافة والحذف، كما تتسم بالموضوعية والحيدة والوضوح، وإمكانية التحليل والقياس من الخرائط وإجراء الجوانب والعمليات الإحصائية، والربط بين المعلومات مختلفة المصدر، وكذلك التنبؤ والتوقع المستقبلي، بالإضافة للخلق والإبتكار وإثراء العلوم الجغرافية فكراً ومنهجاً[7]. ويمكن تحديد أهمية نظم المعلومات الجغرافية فى مجال تحديد مواقع المكبات الصحية في التالي[28]:

أ- توفير خرائط جغرافية على درجة عالية من الدقة، حيث تساعد هذه الميّزة فى تحديد حيز المدينة والكتلة السكنية وكذلك توضح مدى البعد أو القرب عن نطاق المدينة والأراضى البور أو الصحراوية التى تنتمى لحيز المحافظة بشكل دقيق جداً، وذلك من خلال الإعتماد على الخرائط الطبوغرافية والخرائط الجيولوجية ومخطّطات الأراضي.

ب- تقديم وعرض المعلومات بشكل واضح، حيث تعرض لك نظم المعلومات الجغرافية المعلوماتِ، والبيانات بشكل واضح، ومن أكثرَ من مصدر، ممّا يساعد على فهمها بسهولة، وعلى اتخاذ القرار أيضاً.

ج- تساعد في اتخاذ قرارات أكثر دقة، وذلك بالوصول لأفضل معلومات ولتفاصيل صغيرة، فالقرار يُؤخذ بناء على المعلومة، فإذا كانت المعلومة دقيقةً، وتفصيلية يكون القرارُ أكثر كفاءة، وفعالية.

د- إيجاد موقع مركزي، حيث تسمح الـ (GIS) بربط عدد غير محدود من البيانات والمعلومات في المدينة كسجلات الصيانة، والمخططات، والرسومات وغيرها، فهي تُعتبر نظاماً لإدارة المعلومات.

4.3. إستخدامات نظم المعلومات الجغرافية فى إدارة النفايات الطبية الخطرة

لقد تطورت الحاجة إلى إستخدام نظم المعلومات الجغرافية في المجالات والتخصصات المختلفة مثل التخطيط العمراني، وحماية البيئة، وإستخدامات الأراضي، وإدارة المرافق وغيرها بسبب قدرتها على تنظيم وتحليل المعلومات الجغرافية، حيث يتم إستخدام الخريطة من أجل الدراسات المختلفة في المجالات البيئية، المعمارية، الجيولوجية، إدارة الموارد البيئية ...الخ. وتعد عمليات التحليل الجغرافية ليست جديدة إلا أن أنظمة المعلومات الجغرافية تقوم بإجراء هذه العمليات بشكل أفضل وأسرع من الطرق اليدوية القديمة[18]، وتوفر نظم المعلومات الجغرافية (GIS) مجال هاما من مجالات رسم الخرائط، حيث توفر طريقة رقمية لتخزين وإسترجاع ومعالجة وتحليل وعرض البيانات المرجعية جغرافياً. ولكون الـ (GIS) لديها القدرة على إدراج المعلومات الإيكولوجية والبيولوجية، والديمغرافية، والإقتصادية، فإنها تصبح أداة قيمة في العلوم البيئية والهندسية[26].

وترتبط إدارة النفايات بمعالجة النفايات الصلبة من مصادر توليدها من خلال عمليات التخزين، الجمع، النقل، الإستعادة والمعالجة للتخلص منها[25]. وتعد عملية جمع النفايات الصلبة من أهم وظائف إدارة النفايات وهي الأكثر تكلفة إقتصادياً حيث تصل نفقاتها إلى نحو ٧٠% من نفقات أنظمة إدارة ومعالجة المخلفات الصلبة. وتعد عملية جمع ونقل النفايات الصلبة المسألة الأولى والأساسية في إدارة النفايات الصلبة، حيث تبدأ هذه العملية من وضع النفايات في الحاويات إلى تفريغ هذه الحاويات في سيارات النقل ومن ثم نقلها إلى

محطات الترحيل، ولذلك فضبط هذه العملية لمدينة أو محافظة بالطرق المتبعة يعتبر عملاً صعباً وغير منظم. إلا أن استخدام نظم المعلومات الجغرافية يتيح لنا الآتى:

أ- تخطيط وتنظيم عملية جمع ونقل المخلفات بأفضل الطرق وأدقها وأقل كلفة اقتصادية ممكنة.
ب- إدخال المعطيات والبيانات كطبقات مثل: (طبقة شبكة الشوارع والمسارات، طبقة توزع الكتل السكنية ومعلومات عن تولد النفايات الناتجة عنها، طبقة حركة السيارات العادية في المدينة وأوقات الإزدحام، طبقة مواقع الحاويات، طبقة مناطق ....الخ).
ج- إضافة معلومات عن أوقات الجمع، عدد الشاحنات وأنواعها، عدد العمال ونوع وحجم الحاويات.
د- تحليل المعلومات للحصول على مسارات الجمع المثالية، زمن الجمع المثالي وتقليل الكلفة الاقتصادية.
ه- وضع برنامج من أجل تسيير عربات جمع النفايات والجدولة الزمنية لعملها في نظام إدارة النفايات الصلبة.

5.3. كيفية أستخدام نظم المعلومات الجغرافية في تحديد مواقع مكبات النفايات فى مصر

تم في مصر إنشاء نظام المعلومات الجغرافية، بحيث يأخذ في الإعتبار المعايير والإشتراطات البيئية المطلوب توافرها في المكبات الصحية للنفايات، وإمكانية التعامل مع هذه المعايير والإشتراطات لوضع عدة سيناريوهات لكل منطقة حسب طبيعة النشاط السكاني، وإستخدامات الأراضي والتراكيب الجيولوجية[19]. وقد تم استخدام الخرائط والطبقات الجغرافية التالية كمدخلات أساسية لهذا النظام.

أ- الخرائط الطبوغرافية بمقياس 1:250.000 والتي تغطى مناطق الدلتا والوادي وسيناء.
ب- الخرائط الجيولوجية بمقياس رسم 1:250.000 والتي تغطى نفس المناطق.
ج- الخريطة الهيدروجيولوجية لمصر بمقياس رسم 1:2000.000.
د- خريطة الحدود الإدارية للمحافظات بمقياس رسم 1:50000.

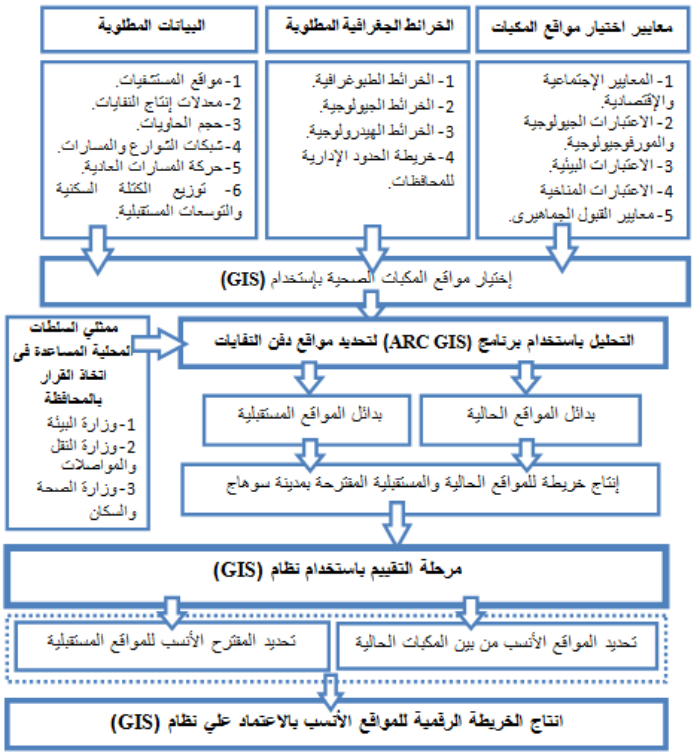
كما تم ربط الخرائط والطبقات الجغرافية بالبيانات الخاصة بتعداد السكان، ومعدلات إنتاج المخلفات بالمدن الرئيسية، وإنتاج خرائط بالمواقع المتاحة للإستخدام كمدافن صحية، ومراجعة مدى صلاحيتها وتحديد الإختيارات النهائية لها بكل محافظة؛ تمهيداً لبدء إجراءات إعداد دراسات تقييم الأثر البيئي لهذه المواقع قبل إستخدامها. وفي مدينة القاهرة كمثال تم بناء عديد من نظم المعلومات الجغرافية، واستخدام تقنيات الإستشعار عن بعد لإدارة التنمية العمرانية وتسهيل عرض وتحليل وتحديث البيانات العمرانية لشبكات الشوارع والمرافق والمنشات والخدمات[18]. كما تقوم الـ (GIS) بدور كبير فى تحديد المواقع المثلى لمكبات النفايات الطبية، من خلال النظرة الشمولية وربط كل العوامل التى تدخل فى تحديد المواقع، وإظهارالطبقات مع بعضها البعض بإستخدام عملية تسمى التغطية المكانية [13].

4. آلية الإستفادة من نظم المعلومات الجغرافية فى التحديد الدقيق لمواقع مكبات النفايات

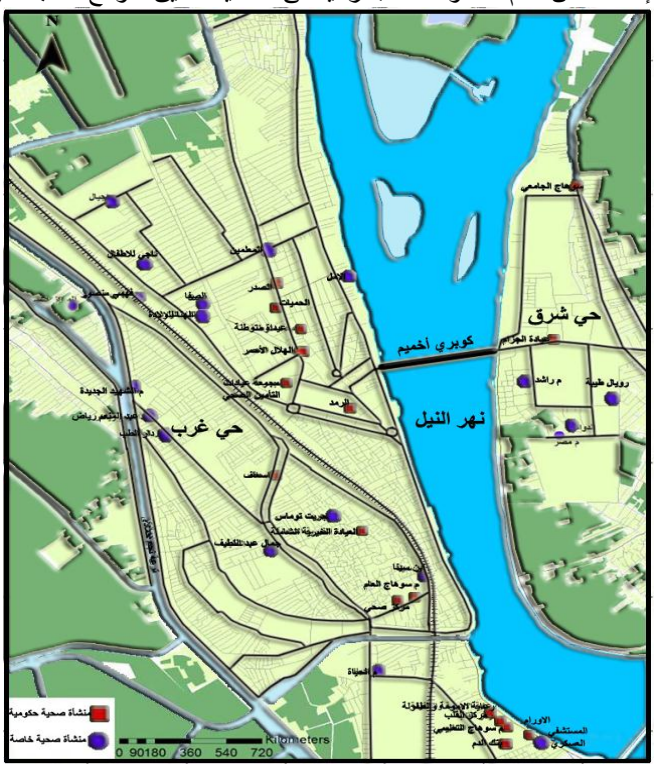
توجد مجموعة من الخطوات التى تحدد آلية الإستفادة من نظم المعلومات الجغرافية فى تحديد مواقع المكبات النفايات الطبية، والتى يوضحها شكل (1).

4.1. تحديد بدائل مواقع مكبات النفايات بمدينة سوهاج باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

سيتم تطبيق هذه الآلية على مدينة سوهاج (حالة الدراسة) والتي تعد عاصمة لمحافظة سوهاج والتي تبلغ مساحتها حوالي 11022كم^2، وتمتّد على 125كم، أمّا عرضها فهو بين الـ 16كم^2، حتّى 25كم^2، ولا تزيد المساحة الآهلة بالسّكان عن 1593.92كم^2، بنسبة لا تزيد عن 14.5% من مساحة المحافظة الإجماليّة. وتحتوى مدينة سوهاج على 16منشأة صحية حكومية و20 منشأة صحية خاصة تزيد عدد اسرتها عن 15 سرير[21] وتنتج حوالى 20 طن شهرياً من النفايات الطبية الخطرة وفقاً لتقرير وحدة إدارة النفايات الطبية الخطرة بمدينة سوهاج لعام 2019م، كما بالشكل (2).



شكل (1): آلية الإستفادة من نظم المعلومات الجغرافية فى التحديد الدقيق لمواقع المكبات (المصدر: الباحثون)



شكل (2): المنشآت الصحية العامة والخاصة بمدينة سوهاج. (المصدر:الباحثون)

وبدراسة الوضع الراهن تبين أن الطريقة المستخدمة حالياً في التخلص النهائى من النفايات الطبية الخطرة هى طريقة الحرق، وذلك عن طريق مجمع المحارق بالكوثر[12]. حيث يتم حرق النفايات بمحارق خاصة تكون مصممة لهذا الغرض بدلاً أن تحرق بمحارق الأماكن المفتوحة أو المحارق المبنية من الطوب، كما تبين أن المحرقة تولد حرارة حوالى 800-2000 درجة مئوية ويوجد العديد من أنواع المحارق التى من بينها: محارق البرولوتيك المزودة بمصفيات الغاز، المحارق ذات الحجرة الواحدة مع أجهزة تقليل الغبار، محارق دوارة ذات درجات حرارة عالية، المحارق المتنقلة.

وتم تطبيق هذه الآلية على مدينة سوهاج كما يلى:

أ- معرفة الشروط والمعايير اللازمة لإختيار مواقع مكبات النفايات والتى من أهمها شروط إتفاقية بازل الدولية والحصول على جميع الخرائط اللازمة مثل الخرائط الطبوغرافية والخرائط الجيولوجية والخرائط الهيدرولوجية وخريطة الحدود الإدارية للمحافظة والتى تعد ضمن المعلومات المطلوبة.

ب- إدخال البيانات اللازمة من الخرائط والشروط اللازمة لاختيار مواقع المكبات ببرنامج نظم المعلومات الجغرافية والتى يتم معالجتها لاخراج المعلومات المطلوبة عن مواقع المكبات:

ج- إستخدام العديد من البرامج والأساليب لتحليل البيانات منها إستخدام برنامج (ARC GIS) تم الإعتماد على هذا البرنامج في رسم وإعداد الخرائط وكذلك توزيع بعض الظاهرات الكمية والنوعية وكذلك إجراء التحليل المكاني لبعض المقاييس.

علماً بأنه نظام معلومات جغرافية متكامل تصدره شركة معهد بحوث أنظمة البيئة والمعروفة اختصارا باسم (ESRI) يتكون هذا النظام كنظام متكامل من ثلاث أجزاء رئيسية وهي[32]:

- (Arc GIS Desktop): وهي النسخة المكتبية لنظم المعلومات الجغرافية وهي عبارة عن مجموعة متكاملة لتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية.
- (Arc SDE): وهو عبارة عن واجهة لإدارة قواعد البيانات الجغرافية.
- (Arc IMS): وهو عبارة عن برنامج نظام معلومات جغرافية خاص ليعمل على الشبكة العنكبوتية (الانترنت).

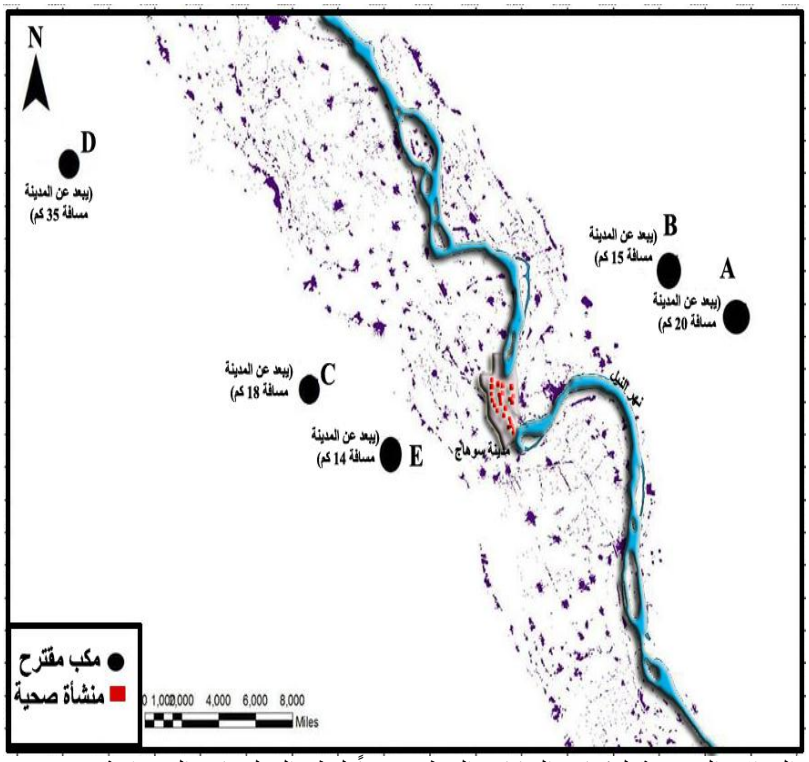
د- إستنتاج خريطة توضح أهم المواقع المقترحة لمكبات النفايات بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

حيث تم من خلال الدراسة لعملية التحليل والنمذجة في بيئة نظم المعلومات الجغرافية إدخال الشروط والمعايير اللازمة لإختيار مواقع المكبات وكذلك الخرائط الطبوغرافية لمدينة سوهاج والخرائط التى توضح أنواع التربة والصخور والمياه الجوفية فى برنامج (ARC GIS) وبعد معالجة هذه البيانات بواسطة البرنامج تم تحديد احداثيات المكبات المقترحة بمدينة سوهاج، كما بالجدول التالي (2).

جدول (2): احداثيات المكبات المقترحة بمدينة سوهاج (المصدر:الباحثون)

المكبات	خطوط الطول	دوائر العرض
مكب (A) شرق المدينة	31° 54' 0.396 "	26° 36' 12.168"
مكب (B) شرق المدينة	31° 50' 38.346"	29° 37' 50.268"
مكب (C) غرب المدينة	31° 31' 50.952"	26° 33' 41.4"
مكب (D) غرب المدينة	31° 18' 94.716"	26° 41'13.704"
مكب (E) غرب المدينة	31° 36' 3.816"	26° 31' 1.404"

كما تم تم أيضا انتاج خريطة توضح أفضل المواقع المقترحة لمكبات النفايات الطبية الخطرة وعلاقتها بأماكن المنشآت الصحية بمدينة سوهاج كما بالشكل التالي (3)



شكل (3): المواقع المقترحة لمكبات النفايات الخطرة وفقاً لنظم المعلومات الجغرافية (GIS) وعلاقتها باماكن المنشآت الصحية بمدينة سوهاج (المصدر: الباحثون)

4.2. استخدام نظم المعلومات الجغرافية لتحديد المكب الأنسب من المكبات المقترحة بمدينة سوهاج

بدراسة أفضل خمس مواقع مقترحة لأماكن المكبات الصحية المقترحة للنفايات الطبية الخطرة، وذلك وفقاً للمعايير والإشتراطات التي وضعتها إتفاقية بازل الدولية لتحديد مواقع المكبات الصحية الموجودة وذلك كما بالشكل (3) واحداثيات هذه المكبات ومواقعها كما في جدول (1)، تبين من خلال استخدام برنامج (GIS) أن جميع المكبات المقترحة مستوفية الشروط اللازمة لاختيار مواقع المكبات من حيث تحقيق المعايير الاجتماعية والاقتصادية كالبعد عن الطرق الرئيئة والسريعة والأراضي الزراعية، وكذلك الاعتبارات الجيولوجية والبيئية والمناخية كالتربة والرياح والطبوغرافيا والبعد عن مجاري الأودية والسيول والأمطار والآبار، بالإضافة إلي مراعاة القبول الجماهيري لبعدها عن المناطق السكنية المأهولة.

ومن هنا سيكون العامل المحدد لتحديد موقع المكب الأنسب هو عامل القرب والبعد عن المستشفيات والمنشآت الصحية بمدينة سوهاج مع عدم اغفال الاتجاه لبيان تأثير الرياح السائدة علي اختيار المواقع، وباستخدام برنامج (GIS) يبين كلا من جدول (3) وجدول (4) التاليين مواقع المكبات الصحية المقترحة بمدينة سوهاج حسب كلا من الاتجاه والمسافة التى تبعدها عن المستشفيات والمنشآت الصحية الحكومية والخاصة بالمدينة بالكيلومتر.

جدول (3): مواقع المكبات الصحية المقترحة بمدينة سوهاج وفقاً للاتجاه والمسافة التى تبعدها عن المستشفيات والمنشآت الصحية الحكومية بالمدينة بالكيلومتر - (المصدر: الباحثون)

مسلسل	مستشفى	مكب (A) كم	مكب (B) كم	مكب (C) كم	مكب (D) كم	مكب (E) كم
1	مستشفى سوهاج عام	17.8 شرقاً	21.1 شمال شرق	10.5 غرباً	39.7 جنوب غرب	17.2 شمال غرب
2	مستشفى صدر	16.7 شرقاً	21.54 شمال شرق	16.43 غرباً	39.9 جنوب غرب	10.4 شمال غرب
3	مستشفى رمد	17.5 شرقاً	21.6 شمال شرق	10.2 غرباً	37.1 جنوب غرب	16.8 شمال غرب
4	مستشفى حميات	16.7 شرقاً	21.54 شمال شرق	16.43 غرباً	39.9 جنوب غرب	10.34 شمال غرب
5	عيادة متوطنة	16.6 شرقاً	21.4 شمال شرق	16.47 غرباً	40 جنوب غرب	10.4 شمال غرب
6	عيادة الجزام	15.9 شرقاً	20.8 شمال شرق	17.1 غرباً	41.3 جنوب غرب	10.6 شمال غرب
7	مستشفى القلب والجهاز الهضمى	15.2 شرقاً	20.1 شمال شرق	18.4 غرباً	42.1 جنوب غرب	10.9 شمال غرب
8	مركز صحى حضرى	17.9 شرقاً	21.3 شمال شرق	10.8 غرباً	39.9 جنوب غرب	17.5 شمال غرب
9	بنك دم رئيسي	15.8 شرقاً	21.4 شمال شرق	19 غرباً	43.5 جنوب غرب	10.6 شمال غرب
10	مستشفى الهلال	17.1 شرقاً	21 شمال شرق	10.6 غرباً	39.1 جنوب غرب	16.55 شمال غرب
11	معهد الاورام	15.4 شرقاً	21 شمال شرق	18.9 غرباً	43 جنوب غرب	11.2 شمال غرب
12	مستشفى سوهاج الجامعى	15.4 شرقاً	20.14 شمال شرق	11.7 غرباً	39.5 جنوب غرب	7.8 شمال غرب
13	مستشفى سوهاج التعليمى (اليوم الواحد)	17 شرقاً	21 شمال شرق	10.2 غرباً	40.5 جنوب غرب	17.6 شمال غرب
14	مجمع عيادات التأمين الصحى	16.7 شرقاً	21.6 شمال شرق	10.7 غرباً	38.3 جنوب غرب	6.36 شمال غرب
15	العيادة الطبية الشاملة	17.9 شرقاً	21.9 شمال شرق	9.5 غرباً	36.4 جنوب غرب	16.53 شمال غرب
16	رعاية أمومة وطفولة	15.3 شرقاً	20.9 شمال شرق	18.4 غرباً	42.9 جنوب غرب	11 شمال غرب
	اجمالى المسافة المقطوعة	264.9	338.92	225.33	643.7	201.48

ويوضح الجدول السابق (3) أن المكب (E) هو اقرب المكبات الى المستشفيات والمنشآت الصحية الحكومية بمسافة تتراوح ما بين 6.36 كم إلي 17.2 كم.

جدول (4): مواقع المكبات الصحية المقترحة بمدينة سوهاج وفقاً للاتجاه والمسافة التى تبعدها عن المستشفيات والمنشآت الصحية الخاصة بالكيلومتر (التى يزيد عدد أسرتها عن 15 سرير) - (المصدر: الباحثون)

مسلسل	مستشفى	كم	كم	كم	كم	كم
1	راشد التخصصى	16.8 شرقا	21.3 شمال شرق	11.1 غربا	39.8 جنوب غرب	17.7 شمال غرب
2	المركز الطبى الخيرى	17.3 شرقا	21.4 شمال شرق	9.1 غربا	39.5 جنوب غرب	15.39 شمال غرب
3	مستشفى ناجى للاطفال	17.3 شرقا	21.5 شمال شرق	9.6 غربا	37.3 جنوب غرب	15.7 شمال غرب
4	مستشفى الدولى	15.8 شرقا	22.3 شمال شرق	12 غربا	41.6 جنوب غرب	17.9 شمال غرب
5	مجموعة عيادات	17.7 شرقا	21.2 شمال شرق	9.4 غربا	38 جنوب غرب	6.56 شمال غرب
6	ابن سينا	17.1 شرقا	21.4 شمال شرق	9.5 غربا	38.3 جنوب غرب	6.33 شمال غرب
7	الامل	16.3 شرقا	21.4 شمال شرق	16.8 غربا	40.5 جنوب غرب	10.4 شمال غرب
8	الحياه	17.4 شرقا	21.8 شمال شرق	11.8 غربا	40.7 جنوب غرب	16.73 شمال غرب
9	المعلمين	17.1 شرقا	21.4 شمال شرق	9.5 غربا	38.3 جنوب غرب	16.33 شمال غرب
10	جمال عبد اللطيف	15.5 شرقا	22 شمال شرق	17.4 غربا	40.1 جنوب غرب	10 شمال غرب
11	فهمى منصور	17.6 شرقا	21.4 شمال شرق	9.1 غربا	38.9 جنوب غرب	15.44 شمال غرب
12	مستشفى سوهاج العسكرى	16.75 شرقا	20.9 شمال شرق	18.1 غربا	42.4 جنوب غرب	10.6 شمال غرب
13	جريت توماس	17.4 شرقا	21.5 شمال شرق	10 غربا	39.1 جنوب غرب	16.57 شمال غرب
14	الهنا للولادة	15.6 شرقا	21.8 شمال شرق	17.2	39.6 جنوب غرب	10.4 شمال غرب
15	اجيال	17.5 شرقا	22 شمال شرق	15.8 غربا	42 جنوب غرب	9.3 شمال غرب
16	طيبة رويال	17.04 شرقا	19.9 شمال شرق	18.23 غربا	41.6 جنوب غرب	11.42 شمال غرب
17	مستشفى دار الطب	17.57 شرقا	22.25 شمال شرق	15.9 غربا	7.39 جنوب غرب	9.26 شمال غرب
18	مستشفى الشهيد الجديدة	17.61 شرقا	22.35 شمال شرق	15.75 غربا	39.4 جنوب غرب	9.18 شمال غرب
19	مستشفى مصر	15.9 شرقا	20.8 شمال شرق	17.9 غربا	41.56 جنوب غرب	11.3 شمال غرب
20	الشهيد عبد المنعم رياض	17.58 شرقا	22.22 شمال شرق	15.86 غربا	39.6 جنوب غرب	9.2 شمال غرب
اجمالى المسافة المقطوعة		254.5	281.72	270.04	759.26	245.71

ويوضح الجدول (4) أن المكب (E) هو أقرب المكبات الى المستشفيات والمنشآت الصحية الخاصة بمسافة تتراوح ما بين 6.33 كم إلي 17.7 كم.

مما سبق وبدراسة كلا من الجدولين السابقين والمسافة التي تبعدها بدائل المكبات عن كل مستشفى أو منشأة صحية حكومية أو خاصة بالكيلومتر، تبين أن جميع المكبات مستوفية للشروط من حيث البعد عن المناطق السكنية القائمة والمخططة (مسافة لا تقل عن 1.5 كم)، وأن المكب (D) هو أبعد المكبات عن المنشآت الصحية بمسافة متوسطة قدرها 35 كم عن المدينة حيث تقع المستشفيات، وأن المكب (E) هو اقرب المكبات الى المستشفيات والمنشآت الصحية بمدينة سوهاج بمسافة متوسطة من مختلف المستشفيات قدرها 14 كم، كما أن المكبات (C)& (D)& (E) في غرب مركز المدينة وأن المكب (E) يقع في أقصي جنوب غرب مركز مدينة سوهاج، وفقاً لاتفاقية بازل لاختيار موقع دفن المخلفات الخطرة والذي يشير إلي أفضلية قرب المكب من مصدر توليد النفايات ووفقا لاتجاه الرياح السائدة فإن المكب (E) يعد الأفضل لكونه الأقرب ولأنه يقع في أقصي جنوب غرب المدينة وبالتالي عكس اتجاه الرياح السائدة بما لا يؤثر بيئياً علي المدينة.

5.النتائج والتوصيات

وقد خلص البحث الى أهم النتائج والتوصيات وهى كالآتي:

1.5. النتائج

من أهم نتائج الدراسة ما يلى:

أ- تمر عملية التخلص من النفايات الطبية الخطرة بعدة مراحل وهى الجمع والفرز والتخزين والنقل والمعالجة وتنتهى بالتخلص النهائي الأمن ومن أهمها طريقة الطمر أو الدفن الصحي.
ب- لا تحتوى مدينة سوهاج على أي مواقع لدفن النفايات الطبية الخطرة وأنها تتبع وسيلة حرق النفايات للتخلص النهائي منها بمجمع المحارق بمنطقة الكوثر مما يؤثر بيئياً علي المدينة.
ب- تظهر قدرة نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في تحديد أفضل مواقع مكبات النفايات الطبية الخطرة، وذلك من خلال قدرتها على ربط مجموعة كبيرة من المعايير التي تدخل في عملية إختيار مكبات النفايات.
ج- تساهم تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) بشكل كبير في تحديد مواقع المكبات النفايات الطبية الخطرة كما تساهم بشكل كبير في مساعدة صناع القرار في إختيار مواقع المكبات الأنسب والتي تعمل على تحقيق إدارة متكاملة ومستدامة في التخلص من النفايات الطبية بشكل سليم.
د- يمكن الاستفادة من نظم المعلومات الجغرافية (GIS) فى تحديد مواقع مثلى لدفن النفايات وتحديد مواقع مقترحة لدفنها مستقبلياً وانتاج خريطة رقمية شاملة توضح مسارات الجمع والنقل والتخزين.
هـ- ساهم استخدام نظم المعلومات الجغرافية في انتاج خريطة جغرافية بالمواقع الأنسب للمكبات بمدينة سوهاج وعددهم خمس مكبات النفايات الخطرة مقترحة لمدينة سوهاج وهم (A،B، C، D، E) وفقاً لأسس ومعايير الصحة والسلامة العامة والإتفاقيات الدولية وأهمها شروط اتفاقية بازل بشأن التحكم في نقل النفايات الخطرة.
و- يعد المكب (E) جنوب غرب المدينة هو أنسب مكبات النفايات الطبية الخطرة المقترحة للمستشفيات والمنشآت الصحية الحكومية والخاصة لمدينة سوهاج نظراً لأنه أقربها من حيث المسافة حيث يبعد عنها بمسافة قدرها 14 كم ولكونه الأكثر ملائمة بيئياً حيث يقع عكس اتجاه الرياح السائدة، وذلك في ظل استيفاء جميع المكبات الشروط وتحقيق المعايير الاجتماعية والاقتصادية وكذلك الاعتبارات الجيولوجية والبيئية والمناخية ومعايير القبول الجماهيري.

2.5. التوصيات

من أهم التوصيات ما يلى:

أ- تشجيع المسئولين والوزارت المعنية مثل وزارة الحكم المحلى والتخطيط على التفكير في الإتجاه الى إنشاء مكبات صحية لدفن النفايات الطبية الخطرة بمدينة سوهاج وذلك بإتباع الأسس والمعايير الصحية في إختيار مكبات النفايات، والأخذ بما جاء في هذه الدراسة من شروط ومعايير صحية لإختيار أفضل مواقع مكبات النفايات الصحية وذلك كبديل لطريقة الحرق الضارة بيئيا.
ب- تعظيم الإستفادة من نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في مجال إختيار أفضل مواقع مكبات النفايات، لما لهذه التكنولوجيا من دور كبير في تسهيل عملية إختيار أفضل المواقع.
ج- ضرورة الإهتمام بالأبعاد الجغرافية الطبيعية والبشرية وأخذها بعين الإعتبار عند إختيار مواقع مكبات النفايات.
د- يجب أن تتميز المنطقة التي يتم بها إنشاء مكبات النفايات بخصائص مميزة عن غيرها ضمن محددات وشروط معينة لتقليل آثارها الضارة على الإنسان والبيئة.
هـ- إستكمال الدرسات التطبيقية فى مجال تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) فى إنتاج خرائط رقمية تسهل عملية إدارة النفايات الطبية الخطرة على مستوى باقى مدن جمهورية مصر العربية.
و- يوصى البحث باستخدام مكب النفايات (E) المقترح باعتبار أنه الأقرب مسافة للمستشفيات والمنشآت الصحية العامة والخاصة بمدينة سوهاج والأنسب من جهة اتجاه الرياح السائدة.

المراجع

أولا: المراجع العربية

[1] أبو العطا، أحمد على، محمد الغمرى، أيمن، (2009) ،**"الادارة المتكاملة للنفايات"** ،المكتبة العصرية للنشر والتوزيع.
[2] أبو رؤوف ، عمر أدم على، (2016)، **"أثر تطبيق مفاهيم الجودة على كفاءة الخدمات الصحية بولاية الخرطوم من خلال خدمات التخلص من النفايات الطبية"**،كلية الدرسات العليا والبحث العلمى ، مركز الجودة الشاملة والامتياز ، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، السودان.
[3] إصدارات وزارة الصحة والسكان، (2015)، **"ادارة نفايات الرعاية الصحية فى مصر"**، جمهورية مصر العربية.
[4] اندراوس، سلفيا مجدى جيد، (2017)، **"تطبيق أفضل طرق جمع النفايات الطبية والتخلص منها فى المستشفيات السودانية،دراسة حالة مستشفى امبريال فى الخرطوم"**، كلية الدرسات العليا، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، السودان.
[5] الحفناوى، محمد حلمى، (2010)، **"التخلص الامن من النفايات الطبية ودوره فى تقليل فرص العدوى فى المستشفيات والمبانى العلاجية"**، رساله دكتوراه، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، جمهورية مصر العربية.
[6] الخطيب، عصام أحمد، (2003)، **"تنمية ادارة قطاع النفايات الطبية الصلبة لدى القطاع الطبى الخاص فى فلسطين"**، معهد الصحة العامة والمجتمع وكلية الهندسة، جامعة بيرزيت، فلسطين.
[7] الجبورى، خلف جاسم احمد، (2012)، **"التمثيل الخرائطى لبعض المقاييس الاحصائية وتطبيقاتها على شكل محافظة صلاح الدين باستخدام GIS"**، العراق.
[8] الدليل القومى لمكافحة العدوى، (2005)،**"الاحتياطات القياسية لمكافحة العدوى جمهورية مصر العربية"**، الجزء الاول، وزارة الصحة والسكان، الادارة المركزية للشئون الوقائية، ادارة مكافحة العدوى، جمهورية مصر العربية.
[9] الشكري، احمد حسن، (2016)، **" مواقع مكبات النفايات الصلبة فى قطاع غزة دراسة فى جغرافيا البيئة."**، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، الجامعة الاسلامية.
[10] المطيرى،محمد مهجى منيع الله، (2015)، **"المسئولية الجنائية عن إساءة التخلص من النفايات الطبية الخطرة فى المستشفيات (دراسة تأصيلية مقارنة)"**، قسم الشريعة والقانون، كلية العدالة الجنائية، جامعة نايف العربية للعلوم الامنية.
[11] جاسم ، عماد عريس، (2017)، **"الرقابة على إدارة النفايات الطبية ودورها فى تقليل المتولدة فى المؤسسات الصحية"**، دائرة صحة الديوانية،مجلة القادسية للعلوم الادارية والاقتصادية، بغداد، العراق.
[12] جهاز شئون البيئة بمحافظة سوهاج (2019)، جمهورية مصر العربية.
[13] شيتة، ضرغام عبد اللطيف حسين (2012)، **"تقييم واقع مكبات النفايات فى الضفة الغربية وتخطيطها بواسطة نظم المعلومات الجغرافية "**، كلية الدراسات العليا، جامعة النجاح الوطنية، فلسطين.
[14] عبيدات، سوسن هانى، (2018)، **"التلوث بالنفايات الصلبة فى السفوح الشرقية لجبال فلسطين الوسطى: بلدات شرقى القدس(العيزيرية، أبو ديس، السواحرة الشرقية)كحالة دراسة"** ، كلية الاداب جامعة بيرزيت فلسطين.
[15] محمد سعيد، مصطفى& عبد القادر، محمود، (2009)، **"فاعلية القوانين البيئية للادارة الآمنة للنفايات الخطرة"**، منشورات المنظمة العربية للتنمية الادارية.
[16] محمد، نبيل على بيومى، (2013)، **"نحو اختيار أسلوب فعال ومستدام لمعالجة واعادة تدوير المياه المترشحة من المدافن الصحية للمخلفات الصلبة فى مصر"**، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، جمهورية مصر العربية.
[17] فادى، رحمة، (2015)، **"إدارة النفايات الصلبة، باستخدام أنظمة المعلومات الجغرافية (GIS)"**، كلية الهندسة، جامعة تشرين، اللاذقية، الجمهورية العربية السورية.
[18] محمد، مصطفى، (٢٠٠١)،**"تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار من بعد في التنمية المتواصلة إدارة المدن والتحكم في العمران. دراسة حالة: إقليم القاهرة الكبرى"**، الحلقة الدراسية السابعة لمنظمة العواصم والمدن العربية، تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في التخطيط والتنمية المتواصلة، القاهرة، جمهورية مصر العربية.
[19] موسى، موسى إبراهيم، (٢٠٠٣)، **"نظم المعلومات البيئية في جمهورية مصر العربية "**، ورقة عمل في المؤتمر العربي الثاني الإدارة البيئية في نظم الإدارة المحلية في الوطن العربي الشارقة - الإمارات العربية المتحدة.

[20] هادى، خلود على، (2011)، **"تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية فى خرائط استعمالات الاراضى التعليمية لمدينة بعقوبة "**، العدد الثامن والاربعون، مجلة ديالى، سوريا.
[21] مديرية الصحة والسكان بمحافظة سوهاج.
[22] يسن، معتز محمد محمود، (2014)، **"استخدام نظم المعلومات الجغرافية فى التنمية العمرانية للقرية المصرية (دراسة حالة قريتى المطيعة ودروة بمحافظتى أسيوط والمنيا)"**، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، جمهورية مصر العربية.

المراجع الاجنبية

[23] Rathinam, Kuppu, (2017), **"Application of Remote Sensing and GIS in Solid Waste Management: A Case Study of Mellur Municipality"**, India V, Research Scholar, Department of Geography, Govt Art & Science College Coimbatore, India
[24] British, Jerry Maedel, (2016),**"Columbia Indigenous GIS Land Claims"**, Management Plans, Monitoring and Enforcement, IDEAL Justice Conference.
[25] Adebayo P. Idowu, Emmanuel R. Adagunodo, Olapeju A. Esimai, & Tosin C. Olapade, " **Development of A Web based GIS Waste Disposal Management System for Nigeria"**, Department of Computer Science & Engineering, Obafemi Awolowo University Ile-Ife, Nigeria Information Engineering and Electronic Business, (2012).
[26] Taleb, Ammar Hussain, (2007), **"GIS Application in Solid Waste Management."**
[27] Soffar, Heba, (2018), **"GIS Data (Geographic Information Systems) uses advantages and disadvantages"** ،www.online-sciences.com.
[28] Volk, Kyle, (2018), **"Top 5 Benefits of Geographic Information Systems GIS)"**, www.mooreengineeringinc.com.
[29] Nadali Alavi & Gholamreza Goudarzi& Ali Akbar Babaei, (2012),**" Municipal solid waste landfill site selection with geographic information systems and analytical hierarchy process: a case study in Mahshahr County"**, Iran.
[30] John R. Nuckols,1 Mary H. Ward,2 and Lars Jarup3, (2004), **"Using Geographic Information Systems for Exposure Assessment in Environmental Epidemiology Studies"**
[31] **"What is GIS"**, www.jurovichsurveying.com.au, (2018).
[32] http://geo-libya.yoo7.com/t116-topic, (2010).

JES, Assiut University, Faculty of Engineering, Vol. 47, No. 5, September 2019, pp. 720–736

ROLE OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS) IN LOCATING THE MOST SUITABLE SITES FOR HAZARDOUS MEDICAL WASTE DUMPSTERS (CASE STUDY: SOHAG CITY)

ABSTRACT

Hazardous medical waste is a very serious source on human health and environmental system، for its highly hazardous chemicals، organic، and radiant content. The disposal process of hazardous medical waste is carried out in several stages: collection، sorting، storage، transportation and treatment، and ending with the final safe disposal. The final disposal phase is an important stage from these stages. The landfill or burial is one of the most important methods of waste final disposal process. This is done by using waste dumpsters with specific specifications prepared for this purpose. It is important in this regard to determine the location of sanitary dumpsters، which need to determine their places accurately، in a way that does not adversely affect the environment، and provide adequate safety means، by using scientific methods as a substitute for the traditional means of self-experience and decision-makers experience. From here the study importance in Sohag city، where Sohag is one of the areas that suffer from medical waste management and disposal problem in accordance with the principles and standards of health and safety the public، Where the reliance on the means of burning only for the final disposal of tit at the complex of incinerators in (Kawther) area، Sohag city، which is not contain any sites for the burial of hazardous medical waste.

Research Problem: The inability to identify the most suitable sites as hazardous medical waste dumpsters in Egyptian cities and using unsafe methods for disposal، the lack of use scientific methods - including geographic information systems (GIS) - in selecting suitable sites for dangerous medical waste dumpsters in Egyptian cities، including Sohag city which produces 20 tons per month of hazardous medical waste according to the report of the hazardous medical waste management unit in Sohag city.

Research Aims: The study aims to benefit from one of the modern assistance methods of scientific، geographic information system (GIS) in determining the optimal sites of public health dumpsters، and to identify future sites as well as producing a digital map of the best landfill sites according to the approved international specifications، and apply it in Sohag city، which helps decision makers in the management of medical waste and the safe disposal phase of hazardous medical waste by landfill.

The importance of this study stems from the fact that it deals with a serious environmental problem، affect on infection transmission and diseases spread، which would help in produce a data base that researchers can take advantage of it، to determine sites of dumpsters in Egyptian cities، as well as indicate the wide possibilities in using (GIS) technology within the disposal of hazardous medical waste.

Research Methodology: The research is followed by descriptive analytical methodology، in which data and information will be collected from different sources، analyzed and extracted، developing solutions and recommendations. A theoretical approach will be followed in studying the problem at the level of one of the Egyptian cities -Sohag City- with the ability to apply the solutions on other Egyptian cities. This paper includes four main parts: **First:** a theoretical background on hazardous medical waste، its different types and disposal methods، **Second:** The importance of GIS، its characteristics and uses in the management of medical waste، **Third:** Practical application using GIS to produce a map for Sohag city explaining the best sites proposed for establishing the dumpsters for hazardous medical waste، **Fourth:** Conclusions and recommendations.

Keywords: Hazardous medical waste - GIS - Hazardous medical waste dumpsters