مجلة البحوث الأكاديمية

Journal homepage: www.lam.edu.ly

اختيار موقع لمكب النفايات البلدية الصلبة بمدينة مصراتة-ليبيا باستخدام الطرق متعددة المعايير

إبراهيم أحمد بادي
الأكاديمية الليبية- مصراتة، قسم الهندسة الميكانيكية والطاقات، ليبيا

علي محمد عبدالشاهد
قسم الهندسة الكهربائية- كلية الهندسة- جامعة مصراتة

عبدالله إبراهيم العجيل
قسم الهندسة النفطية- كلية الهندسة- جامعة مصراتة

الملخص— **إن عملية اختيار الموقع المناسب لمكبات التخلص من النفايات البلدية الصلبة هي عملية معقدة وذلك لاعتمادها على العديد من المعايير التي قد تكون في الكثير من الأحيان متضاربة. وبالتالي فإنه من المهم تحديد هذه المعايير بحرص شديد، وكذلك تحديد أهمية كل منها. ولعل الطرق متعددة المعايير من أنسب الطرق لاتخاذ مثل هذه القرارات. *تهدف هذه الورقة لاختيار الموقع المناسب لمكب نفايات البلدية الصلبة بمدينة مصراتة- ليبيا، وذلك من خلال استخدام نموذج مركب من الطرق المتعددة المعايير، حيث تم استخدام طريقة التناسق التام* Full Consistency Method (FUCOM) *لغرض تحديد أوزان المعايير، وطريقة البدائل وترتيبها حسب طريقة الحل الوسط* The Measurement of Alternatives and Ranking According to Compromise Solution (MARCOS) method *لغرض اختيار الموقع المناسب. وقد أظهرت النتائج أن معيار المياه السطحية هو الأهم عند اتخاذ هذا القرار من ضمن سبعة معايير تم استخدامها، يليه معيار اتجاه الرياح، أما معيار سهولة الوصول إلى الموقع فقد كان هو المعيار الأقل أهمية. كما تم اختيار الموقع S2 كأفضل موقع باستخدام هذه المعايير من ضمن خمسة مواقع مقترحة.*

الكلمات الدالة— **اختيار المواقع، القرارات متعددة المعايير، النفايات الصلبة، نمذجة.**

1. المقدمة

النفايات الصلبة البلدية Municipal Solid Waste (MSW) هي المواد الصلبة وشبه الصلبة التي يتم توليدها في المنازل والتجمعات السكنية، بالإضافة إلى نفايات أخرى والناتجة عن نشاط المؤسسات العامة والأنشطة التجارية الخاصة وغيرها. فقبل جيل مضى، لم تمتلك العديد من مدن العالم برامج شاملة لإدارة النفايات الصلبة البلدية، وكانت النفايات العضوية تقدم كغذاء للحيوانات، ولم تكن هناك تقريبا أي نفايات من مواد التغليف والتعبئة. لكن الأمر تغير في يومنا هذا تغيرا كبيرا. فقد أصبحت إدارة النفايات الصلبة البلدية، نتيجة للنمو السكاني والتوسع العمراني السريع ، إحدى القضايا الأكثر إلحاحاً التي تواجه الدول المتقدمة والنامية على حد سواء. فقد أصبح من المستحيل إقامة بيئة يمكن العيش فيها من دون وجود إدارة ذات فعالية لإدارة النفايات. تتعدد أساليب التخلص من النفايات الصلبة البلدية وتختلف تكاليفها الاقتصادية تبعا للطريقة المستخدمة والمتطلبات البيئية، وقد أثبتت العديد من الدراسات العلمية في هذا المجال أن أحد أنسب الطرق للتخلص من النفايات في الدول النامية من الناحية الاقتصادية والبيئية هو أسلوب المدافن الصحية [1]. إن تطبيق هذا الأسلوب من المتوقع أن يحقق جملة من الأهداف لعل أبرزها هو القضاء على ظاهرة تعدد المدافن وحصرها في مواقع مناسبة للحد من تشويه مزيد من الأراضي و تلوث البيئة وانبعاث الغازات المصاحب لها [2].

يعد التخلص من النفايات الصلبة من أهم القضايا البيئية المعاصرة، فنتيجة للزيادة السكانية و حالة التحضر والهجرة من الريف إلى المدن الكبرى في الدول الأفريقية تعتبر إحدى الظواهر التي تشهدها القارة في السنوات الأخيرة، والتي تملك أعلى نسبة نمو في المناطق الحضرية في العالم حيث يقدر هذا النمو بنحو 3.5 % سنوياً، كما أنها تشهد أيضاً نهضة صناعية كبيرة وتحسناً في مستوى المعيشة و بالتالي أصبح هناك حاجة ملحة لاتباع أساليب تقنية في إدارة النفايات الصلبة بكل مراحلها للحفاظ على صحة الإنسان و حماية البيئة من التلوث [3]. وتختلف كمية النفايات المتولدة في أفريقيا 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 [4]. وقد أظهرت العديد من الدراسات نتائج لنسب وأحجام النفايات المتولدة في أفريقيا، فعلى سبيل المثال ينتج الكينيون أقل كمية من النفايات الصلبة حيث يبلغ متوسط إنتاج الفرد حوالي 109.5 كجم سنوياً، ويقدر الإنتاج الإثيوبي بحوالي 109.8 كجم سنوياً. وتجدر الإشارة هنا إلى أن هذه المعدلات هي السائدة في الدول الأفريقية ذات الدخل المحدود وخاصة في المناطق النائية، بينما تزداد هذه المعدلات في الدول الأفضل دخلاً مثل دول الشمال الافريقي [3]. يمكن وصف إدارة النفايات البلدية الصلبة الحاليةً في أغلب دول أفريقيا خاصة في البلدان ذات الدخل المتدني بالتقليدية أو القديمة، نظراً لأنها تفتقر لتطبيق عمليات المعالجة المتطورة والمستخدمة في بلدان العالم المتقدمة، كما أنها تتبع ممارسات وأساليب خاطئة للتخلص من النفايات البلدية الصلبة، حيث أن عمليات التخلص تتم في مواقع لا تراعى فيها معايير الاختيار السليم لمواقع التخلص، إضافة إلى أن عمليات تشغيل هذه المواقع بدائية وسيئة للغاية [5]. كما تظهر بعض التقارير[6] أن معظم دول مجلس التعاون الخليجي من ضمن العشر الدول الأولى عالمياً في إنتاج النفايات على مستوى الفرد، فعلى سبيل المثال ينتج البحرينيون كمية كبيرة من النفايات الصلبة، حيث يبلغ متوسط إنتاج الفرد حوالي 1 كجم يومياً، ويقدر الإنتاج العماني بحوالي 1.1 كجم يومياً، والإنتاج السعودي بحوالي 1.25 كجم يومياً، والقطري بحوالي 1.3 كجم يومياً، والكويتي بحوالي 1.4 كجم يومياً، كما ينتج الإماراتيون أعلى كمية من النفايات في دول المجلس، حيث يبلغ متوسط إنتاج الفرد حوالي 2.2 كجم يومياً [6]. ويمكن القول إن عملية جمع المخلفات الصلبة البلدية والتخلص منها يمثل تحدياً يومياً لهذه البلديات في هذه المناطق، حيث إن التخلص العشوائي يمثل مشكلة بيئية رئيسية، وبذلك تحتاج هذه البلديات لإيجاد خطة متكاملة لإدارة النفايات الصلبة تضمن حماية البيئة المحيطة بالدرجة الأولى. وبالنظر إلى تجربة المملكة السعودية في إدارة النفايات الصلبة، تتم عملية إختيار الموقع بناءا على دراسات التقييم البيئي الصادر عن الرئاسة العامة للإرصاد وحماية البيئة والتي تمنع استخدام أي أرض للتخلص من النفايات الصلبة قبل القيام بإجراء دراسات التقويم البيئي، والحصول على موافقة الوزارة أو الأجهزة المختصة [7]. والجدير بالذكر أن نسبة تدوير النفايات حاليا في المملكة تقدر بحوالي 23.5% لمكونات منها الحديد والنحاس والبلاستيك [6]. وبالنظر إلى التجربة العمانية في التخلص من النفايات الصلبة، يبلغ إجمالي عدد المرادم في السلطنة 350 مردماً منها عدد 3 مرادم صحية والباقي عبارة عن مواقع طمر تقليدية لا تراعي المواصفات الصحيحة في إختيار الموقع. وفي نفس السياق قامت بلدية دولة قطر بإعداد خطة إستراتيجية شاملة لإدارة المخلفات الصلبة تهدف للحفاظ على الصحة العامة والبيئة من خلال تشغيل مركز متكامل لمعالجة النفايات الصلبة بمنطقة مسيعيد سنة 2011 م ، بحيث يقوم المركز بمعالجة 1200-1800 طن يومياً، و يعتبر المردم الوحيد في دولة قطر [6]. وعليه فإن وضع نظام إدارة متكامل للنفايات يبدأ من إختيار الموقع المناسب، و إتباع التدابير اللوجستية الصحيحة، أصبح من أهم الإستراتيجيات لتحقيق تنمية بيئية مستدامة.

أصبحت مشكلة النفايات الصلبة البلدية عالمية، وبزيادة المساحة وكثافة السكان في كثير من البلديات تبرز حجم المشكلة في كيفية تأمين المكان المناسب للتخلص من تلك النفايات الصلبة، وقد لا تستطيع البلديات توفير

استلمت الورقة بتاريخ 26 يوليو 2020، وروجعت بتاريخ 29 سبتمبر 2020، وقبلت بتاريخ 8 أكتوبر 2020، ومتاحة على الانترنت بتاريخ 10 أكتوبر 2020

الخدمات في هذا المجال حسب المواصفات السليمة وذلك بسبب قلة الموارد والإمكانيات. حيث أصبح إنشاء مكبات صحية للنفايات هو مشروع بالغ الأهمية يتم أختيار موقعه وفق مجموعة من المعايير، وفي كثير من الأحيان تكون متضاربة. إن عمليات اختيار الموقع ووضع التصاميم اللازمة وتشغيله وقفله هي عمليات مترابطة تعتمد كل منها على الأخرى، فطبيعة الموقع الذي يتم إختياره تحدد متطلبات تصميمه، وتصميمه يحدد خطة وعمليات تشغيله التي بدورها تحدد خطة قفله. المواقع ذات المياه الجوفية العالية المنسوب خاصة في المناطق التي تستخدم فيها هذه المياه للزراعة أو كمصدر لمياه الشرب، يجب عدم إنشاء مكبات فيها إلا بعد اتخاذ إجراءات مناسبة تبعد احتمال تلوث المياه الجوفية. فالمواقع ذات التربة الطينية والجيرية تعتبر من أفضل المواقع لضعف مساميتها مما يقلل من تسرب سوائل المكب إلى المياه الجوفية، كما أن للتربة دور هام في عمليات تشغيل المكب حيث أنها مادة تغطية النفايات، فالتربة الجيدة تمنع من إنبعاث الروائح وتقلل من تعرية النفايات وبعثرتها بفعل الرياح. وللتعرف على مكونات التربة من الممكن حفر بئر في الموقع وتحديد سمك الطبقة الطينية ومدى قدرتها على حماية المياه الجوفية [7]. هناك بعض الدراسات التي تمحورت حول الموضوع أو قريبه منه [1]،[8] ، حيث أعتمد شتية وآخرون [1] على المنهج الوصفي التحليلي، والتحليل الاستقرائي لغرض أختيار أفضل مواقع مكبات النفايات في الضفة الغربية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. حيث أجرى البحاث مقابلات مع المسؤولين في قسم النفايات الصلبة وقسم مجالس الخدمات المشتركة في وزارة الحكم المحلي. تم اشتقاق المعايير المطلوبة، ومن ثم تمثيلها على شكل خرائط تعكس أهم هذه المعايير. والجدير بالذكر هنا أن عدد مكبات النفايات في الضـــفة الغربية بلغ 156 مكباً، منها ثلاث مكبات إقليمية، والبقية مكبات عشـــوائية. تم التوقف عن إلقاء النفايات في بعض هذه المكبات العشوائية والإنتقال إلى المكبات الإقليمية، ولكن المكبات التي تم تركها لم يتم إعادة تأهيلها مما يعني اســتمرار آثارها الســلبية وأخطارها على الإنسان والبيئة المحيطة. وأوصت الدراسة بضرورة تفعيل دور نظم المعلومات الجغرافية في مجال الإدارة السليمة. وكذلك حثت المسؤولين على ضرورة إغلاق مكبات النفايات العشوائية وإعادة تأهيلها، وإتباع الأسس الصحيحة في التخطيط السليم لاختيار الموقع.

وبالنظر إلى ليبيا، فإن النفايات البلدية الصلبة تعتبر من أهم أسباب التلوث البيئي في هذا البلد الذي لم يواكب التطور الكبير الحاصل في هذا الجانب، ويحتاج للكثير من الجهد لغرض تحقيق متطلبات نجاح عملية إدارة النفايات البلدية الصلبة. لقد أصبحت هذه المشكلة في كثير من الأحيان تشكل مصدر قلق وازعاج للمواطنين، كما تشكل عائقاً ينهك كاهل المجالس البلدية بالمدن الليبية. إن ليبيا التي تتميز باتساع مساحتها الجغرافية وانخفاض كثافتها السكانية مع دخل متوسط نسبيا لازالت تعالج ملف إدارة النفايات بشكل بدائي كما أغلب الدول الأفريقية، فبناءً على التقرير الذي أعده برنامج الأمم المتحدة للبيئة الذي ينص على أن الفرد العربي ينتج ما بين 0.5 – 1.75 كيلو جرام من النفايات في اليوم الواحد، فإن ليبيا تعتبر ذات إنتاج متوسط من النفايات البلدية الصلبة بمعدل 1.25 كيلو جرام لكل فرد يوميا [9]، ويقدر الإنتاج السنوي من النفايات البلدية الصلبة بحوالي 3.2 مليون طن سنوياً [10]. ولعل أحد أهم المشاكل التي يعاني منها ملف إدارة النفايات البلدية في الوقت الحالي هو اختيار المواقع النهائية المناسبة لمكبات النفايات البلدية الصلبة بحيث يراعي فيها كافة الشروط والمعايير البيئية والإقتصادية والجمالية والإجتماعية.

تعد المكبات المفتوحة من أقدم أنواع المكبات، إذ يتم اختيار موقعها بناء على مجموعة من المعايير وغالباً ما يتم تجاهل الأهمية البيئية. ولعل من أهم المعايير أن يكون موقع المكب بعيد عن السكان، كما تفضل المناطق المنخفضة والتي تكون على شكل أحواض، إذ تعتبر أكثر استيعابا للنفايات، ويتم التخلص من النفايات في هذا النوع من المكبات بشكل عشوائي بدون أدنى إدارة أو تنظيم للعمل. والجدير بالذكر هنا أن من أهم عيوب هذه المكبات هو تسرب العصارة إلى المياه الجوفية، والتي غالباً ما تكون بالقرب من المناطق الزراعية. يقدر ما يتم رميه بشكل عشوائي في ليبيا ما نسبته 30% من إجمالي النفايات البلدية الصلبة، حيث يتم رميها على جوانب الطرقات وعلى شواطئ البحر وبالقرب من التجمعات السكانية وعدم خضوعها لأي نوع من أنواع السيطرة والإدارة السليمة. بينما حوالي 67% من إجمالي النفايات المولدة يتم التخلص منها في مقالب مفتوحة خاضعة للسلطات المحلية بالمدن من خلال عمليات تشغيلية بدائية للغاية وذلك عن طريق دكها بواسطة جرافات، وتغطيتها بطبقة من الرمل أو بمخلفات البناء والتشييد كمحاولة لمنع تبعثرها وتعريتها بواسطة الرياح [10]. كما أن الرياح تحمل معها الروائح إلى السكان مما يسبب لهم الكثير من المشاكل، وتزداد هذه المشاكل مع اشتعال النار في المكب حيث تنتشر سحب الدخان في المكان مما يؤدي إلى تلوث الهواء بالغازات الضارة.

تعتبر عملية اختيار موقع مناسب لإنشاء مكب صحي للتخلص من النفايات البلدية الصلبة أمرا معقدا لاعتمادها على معايير متعددة، وفي كثير من الأحيان متضاربة. إن صعوبة هذه العملية تزداد في البلدان التي تفتقر لقواعد البيانات والمعلومات المتعلقة بالخطط المستقبلية التوسعية للمنشآت والمرافق الحيوية، والتوسع العمراني عموماً، والخرائط المكانية، ومعلومات حصر ومتابعة الموارد الطبيعية والحياة البرية. كما أن الوعي المجتمعي والمساهمة الجماعية في مساعدة الجهات المختصة في إنشاء مكبات صحية تلعب دورا مهما في إنجاح مثل هذه القرارات، بل إنها في كثير من الأحيان قد تشكل عائقا أمام عملية الاختيار المناسب. ومن الناحية الفنية فإن هذه العملية تعتبر مهمة معقدة وحساسة للغاية، لأنها تتطلب وضع منطقة جغرافية كاملة في الاعتبار بحيث تخضع فيها هذه المنطقة لعمليتين رئيسيتين هما استبعاد المواقع غير المناسبة، وذلك بناءً على مواصفات واشتراطات قانونية تخص كل دولة، تليها عملية مفاضلة بين المواقع غير المستبعدة وذلك من خلال تطبيق مجموعة من المعايير على هذه المواقع واختيار الأنسب بينها.

تعتبر عملية اختيار معايير المفاضلة التي تبنى عليها عملية الاختيار السليم للموقع المناسب هي العملية الأصعب والأكثر حساسية نظراً لتداخل وترابط هذه المعايير بعضها ببعض وتقارب أهميتها، كما أنها تحكمها عدة ضوابط أهمها طبيعة منطقة الدراسة والخصائص البيئية والجيولوجية وعوامل الطقس والمناخ المختلفة، وعوامل اقتصادية وأخرى جمالية، إضافة إلى معايير واعتبارات اجتماعية لا يمكن تجاهلها. إن هذه المعايير وكذلك أهميتها وتأثيرها على القرار تتأثر 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 وذلك لضمان اختيار الأنسب من هذه المعايير. إن دراسة اختيار الموقع النهائي لمكب النفايات البلدية الصلبة تعتبر عملية مُهمة للغاية لضمان نجاح عملية التخلص النهائي من النفايات البلدية الصلبة باستخدام طريقة المكب، ولضمان هذه العملية يجب أن تكون معايير الاختيار قد تمت بعناية ومرجعية صحيحة. تهدف هذه الدراسة إلى اختيار المعايير التي تحدد عملية اختيار موقع مناسب لمكب النفايات البلدية الصلبة لمدينة مصراتة وكذلك تحديد أهمية هذه المعايير باستخدام طريقة التناسق التام. حسب علم البحاث فإن هذه هي الدراسة الأولى في هذا المجال في ليبيا، حيث تركزت الدراسات السابقة في مجال إدارة النفايات البلدية الصلبة في مجال الفرز والتصنيف [9].

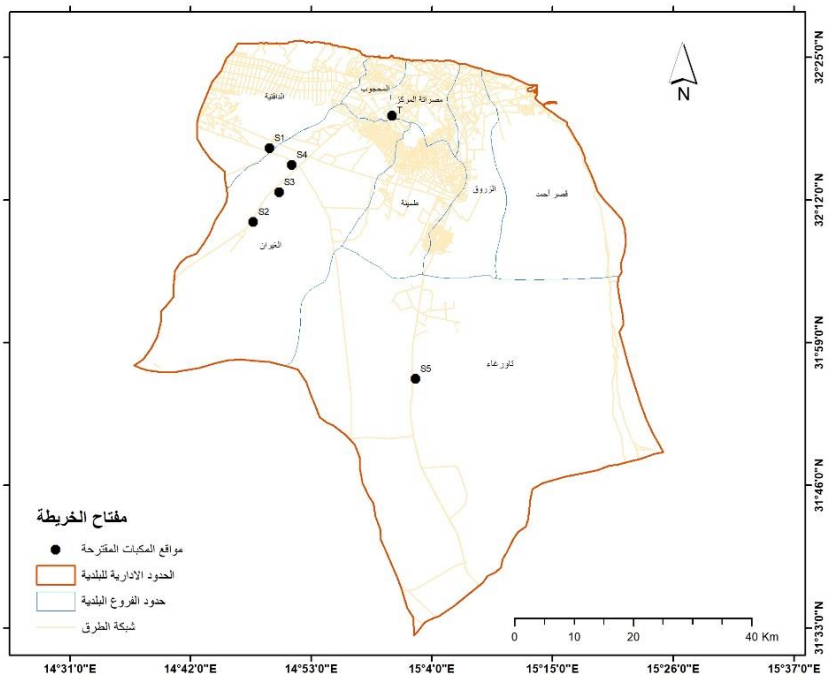
2. الوضع الحالي لإدارة النفايات البلدية الصلبة بمدينة مصراتة

تعتبر مدينة مصراتة الواقعة في شمال غرب ليبيا، من أسرع مدن ليبيا نمواً ويبلغ عدد سكانها أكثر من 360 ألف نسمة [11]. ولقد صاحب ذلك تغيراً في أنماط الحياة وسلوك الإستهلاك، الذي بدوره أدى إلى زيادة معدلات كميات النفايات الصلبة التي يتم توليدها في المدينة من قبل السكان والقطاعات المختلفة. وتواجه مدينة مصراتة، كبقية المدن الليبية، تحدياً كبيراً في إدارة النفايات البلدية الصلبة من حيث الكميات المتزايدة منها، وطرق وأساليب معالجتها والتخلص منها، وتعتمد المدينة على عدد ثلاثة مكبات مرحلية غير مجهزة بشكل جيد، ونتج عن ذلك تأثيرات بيئية واقتصادية، وما يترتب على ذلك من كثرة الشكاوي حول قضايا انتشار الروائح والأدخنة. كما أدى غياب إدارة النفايات البلدية الصلبة وقلة التشريعات التي تختص بهذا الجانب إلى العديد من التحديات المالية والإدارية والتشغيلية، بالإضافة إلى تدني الوعي المجتمعي بالمخاطر الكبيرة التي قد تنجم عن سوء إدارة النفايات، وعدم مشاركتهم المشاركة المثلى في منهجية الإدارة المتكاملة للنفايات، وفي مقدمتها عدم اتباعهم لأولى الخطوات ألا وهي الفرز من المصدر. ولكن يبقى الجانب الأهم في الوقت الحـالي هو اختيـار الموقع المنـاسب لمكب النفايات البلدية الصـلبة للمدينة.

تمثل إدارة النفايات الصلبة إحدى المشاكل المتفاقمة التي تواجه الوحدات الإدارية والبلدية في المجلس البلدي مصراتة كما هو الحال في معظم المدن الليبية الأخرى، وقد أولت البلدية بصفتها الجهة المسئولة عن إدارة النفايات الصلبة في مصراتة الاهتمام اللازم بإدارة النفايات الصلبة. يقدر الإنتاج اليومي للمدينة من النفايات البلدية الصلبة بحوالي 450 طن، أي ما يعادل 1.25 كيلو جرام للفرد الواحد يومياً [12]، حوالي 60 طن من

كمية النفايات العضوية الصلبة التي تولدها المدينة كانت تنقل يومياً إلى مصنع السماد العضوي بالمدينة الذي يعمل بكفاءة منخفضة في الوقت الحالي، وبقية الكمية كانت تجمع وتنقل إلى عدد 3 مكبات مرحلية مفتوحة وغير مسيجة وبالقرب من تجمعات سكانية مكتظة بالسكان الأمر الذي أدى إلى إغلاق هذه المكبات بناءً على مطالبة الأهالي والضغط على الشركة العامة لخدمات النظافة باعتبارها الجهة الحكومية التي تدير هذا الموضوع. حالياً لم يتبقى إلا مكب مرحلي واحد يقع في منطقة الغيران، وموقعه يبعد عن مركز المدينة حوالي 8 كيلو متر، وهو مجاور لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي ومصنع السماد العضوي.

تعتبر الشركة العامة لخدمات النظافة هذا الموقع خياراً جيداً في الوقت الحالي باعتباره موجوداً ضمن رقعة جغرافية تحتوي على مواقع مماثلة، بالإضافة إلى احتوائه على سياج يحجبه عن المارة. ولكن هذا الموقع يواجه العديد من الصعوبات أبرزها ضغوطات السكان المجاورين المتزايدة خصوصاً في فصل الصيف نتيجة للروائح الكريهة التي تنبعث منه، وكذلك انتشار الحشرات والبعوض، كما أن هذا الموقع يواجه مشاكل تشغيلية عديدة أهمها السعة المحدودة التي لا تستوعب كمية النفايات التي يتم توليدها يومياً، وهذا الأمر يشكل عائقاً أخر في برنامج إدارة النفايات الصلبة حيث يحصل تراكم للنفايات الصلبة أمام المنازل و المنشآت بالمدينة مما يُجبر السكان على رمي نفاياتهم بشكل عشوائي على جوانب الطرقات وعلى شاطئ البحر وفي المناطق الفضاء. وتعتبر هذه الحالة هي العامل الرئيسي في نشوء تجمعات للقمامة غير خاضعة لأي سيطرة، وجعلها عرضة دائمة للحرائق وما ينتج عنها من مشاكل وآثار بيئية وصحية وجمالية سلبية، ويوضح الشكل (1) المكب الحالي إضافة إلى المواقع المقترحة كمكب بديل.



شكل (1): المكب الحالي والبدائل المقترحة [13]

ويوضح الجدول (1) تفاصيل هذه المواقع.

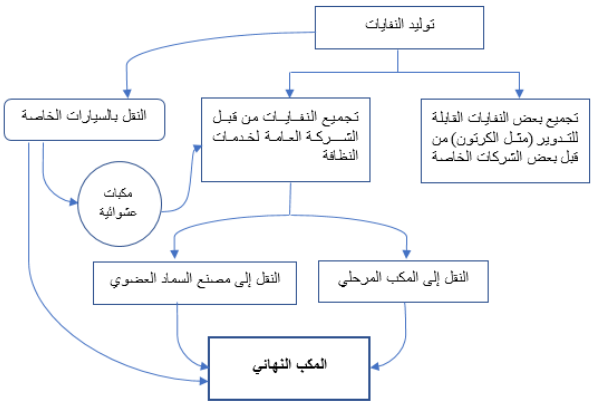
جدول (1): المواقع المقترحة كمكب للنفايات البلدية الصلبة بالمدينة

الموقع	احداثيات الموقع	المساحة (هكتار)	المسافة من الطريق الرئيسية (متر)	نوع التربة	التضاريس	البعد عن مركز المدينة (كم)	أقرب تجمعات سكانية (كم)	وصف عام
S1	32°16'45.3"N 14°49'12.4"E	55	900	منطقة صخرية	أرض صخرية مستوية	30	5	لا يوجد بها تجمعات سكانية مقيمة بشكل دائم.
S2	32°10'01.7"N 14°47'43.6"E	100	50	منطقة صخرية	أرض صخرية بها منخفضات ومرتفعات	38	15	هذه المنطقة يوجد بها احواض الصرف الصحي وبها كسارات وأنشطة مشابهة
S3	32°12'45.2"N 14°50'05.6"E	78	150	منطقة صخرية	أرض صخرية مستوية	33	10	هذه المنطقة يوجد بها كسارات وحضائر دواجن ومواقع لتربية الحيوانات بشكل عام
S4	32°15'13.5"N 14°51'13.9"E	50	100	منطقة صخرية	أرض صخرية مستوية	28	5	هذه المنطقة بها لا يوجد بها سكان، وهناك نشاط صناعي ملحوظ في الفترة الأخيرة
S5	31°55'41.7"N 15°02'32.4"E	100	500	سبخة ملحية	أرض سبخيه مستوية	60	2	هذه المنطقة سبخة وقريبة من عين مياه، وتعتبر قريبة من الطريق الساحلي بشكل كبير جدا، كما ان هذه المنطقة قريبة من التجمعات السكانية

منذ منتصف شهر أغسطس سنة 2017 ميلادي يتم نقل النفايات البلدية الصلبة بواسطة شركة نقل مساندة خاصة الملكية من المكب المرحلي بالغيران إلى المكب النهائي. هذا التعاقد جاء كنتيجة لبعد المكب النهائي الحالي، ولضعف الإمكانيات المالية للشركة العامة لخدمات النظافة التي أصبحت تعاني مؤخراً من أعطال كبيرة في أسطول شاحنات التجميع والنقل الخاص بها. يقع المكب النهائي الحالي شرق مدينة مصراتة ويبعد مسافة تزيد عن 60 كيلو متر من مركز المدينة، ويعتبر هذا الموقع هو المكب الوحيد الذي تعتمد عليه شركة الخدمات العامة للنظافة مصراتة في التخلص من كافة المخلفات الصلبة التي تولدها المدينة يومياً، إضافة إلى كونه مكانا للتخلص من النفايات الطبية [14]، كذلك فإن هذا الموقع يتم استغلاله من قبل المواطنين وشاحنات النقل الخاصة في التخلص من كافة المخلفات الصلبة بما فيها مخلفات البناء والهدم، وهذه العمليات تتم بشكل عشوائي مما أدى إلى اتساع الرقعة الجغرافية لموقع المكب والزحف على المعالم

الطوبوغرافية للمنطقة والسبخة الملحية القريبة من هذا الموقع، كما أن عمليات تشغيل المكب التي تقوم بها شركة الخدمات العامة للنظافة بواسطة مجموعة من العاملين وبعدد قليل من المعدات هي عمليات تقليدية وبدائية وتتم من خلال تفريغ حمولات شاحنات النقل وفي أحسن الأحوال يتم دكها بجرافات وتغطيتها بطبقات من مخلفات البناء والهدم. تعتبر العمليات المتبعة حالياً بدائية، حيث أنها تسبب وبشكل بالغ الخطورة في الإضرار بالعناصر البيئية الرئيسية وقد تساهم في نشوء الأمراض والأوبئة، كما أنها تقضي على فرص الفرز وإعادة التدوير وغيرها من العمليات السليمة والتي يتم اتباعها في المكبات، ولعل قلة إمكانات الشركة العامة للخدمات وضعف الوعي العام ساهما بجزء كبير في هذا الوضع القائم. هناك العديد من المشاكل التي برزت مؤخراً تتعلق بهذا المكب، وأولها وجوده بالقرب من منطقة سكانية أصبحت في حالة انزعاج وشكاوى متواصلة نتيجة للآثار السلبية الناتجة عن هذا الموقع، كما أن هذا الموقع تعتبره الشركة العامة لخدمات النظافة يشكل عبئاً مالياً يكلف الشركة أرقاماً مالية كبيرة تتعلق بعمليات النقل، بالإضافة إلى أن بُعده عن أماكن توليد النفايات يتسبب في هدر الكثير من الوقت الأمر الذي يعرقل عملية إدارة النفايات وما ينتج عنها من مشاكل بيئية وصحية وجمالية.

ويمكن تلخيص الخطوات المتبعة حالياً لإدارة النفايات البلدية الصلبة في مدينة مصراتة من خلال الشكل التوضيحي (2).



شكل (2) دورة حياة النفايات البلدية الصلبة الحالية بمدينة مصراتة [13]

3. منهجية الحسابات

لقد أصبحت تطبيقات القرارات المتعددة المعايير تتزايد يوما بعد يوم، وتتعدد مجالاتها مثل التطبيقات في المجال اللوجستي، وإدارة المشاريع، والتصنيع، وإدارة المخلفات الصلبة، والجودة، وغيرها من التطبيقات [15-22]. سيتم في هذا البحث استخدام طريقة Full Consistency FUCUM Method لغرض حساب أوزان المعايير، وطريقة The Measurement of Alternatives and Ranking According to Compromise Solution (MARCOS) method لغرض اختيار الموقع المناسب. لقد جاء تطوير طريقة FUCOM والتي تعتمد على طريقة المقارنة الزوجية والتحقق من صحة النتائج من خلال الانحراف عن أقصى ثبات [23]. بالمقارنة مع طريقة التحليل المتعدد المعايير Analytic Hierarchy Process AHP، فإن طريقة FUCOM تستلزم عددا أقل من المقارنات الزوجية للمعايير، كما أنها أيضا توفر القدرة على التحقق من النتائج من خلال تحديد الانحراف عن أقصى ثبات للمقارنة (DMC) Deviation from Maximum Consistency. علاوة على ذلك، فإنها تتغلب على مشكلة التكرار في المقارنات الزوجية للمعايير التي تحدث في بعض النماذج الذاتية لتحديد أوزان المعايير. تم تطبيق FUCOM في العديد من مشاكل صنع القرار مثل إدارة الإنتاج [24] ، وترتيب شركات الطيران [25] ، مسائل النقل [26] ، ترتيب الطلب على خدمات النقل [27]، وجودة خدمة النقل بالسكك الحديدية [28]، و اختيار المورد [30,29].

افترض أن أوزان المعاملات التي يتطلب قياسها هي $wj, j = 1,2, \ldots, n$، فإنه يمكن تطبيق الخوارزمية كما موضح بالخطوات التالية:

الخطوة الأولى: ترتيب المعايير تنازليا.

الخطوة الثانية: حساب مقدار الأهمية النسبية لتقييم المعايير.

الخطوة الثالثة: حساب محدد نموذج الأمثلة غير الخطية.

نسبة معاملات الوزن للمعايير تساوي الأهمية النسبية بين المعايير المرصودة

$w_k / w_{k+1} = \varphi_{k/(k+1)}$.

استيفاء قيم معاملات الوزن لحالة العبور الرياضي

$$\varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} = \varphi_{k/(k+2)}$$

الخطوة الرابعة: حل النموذج الرياضي

$$\min \chi$$

$$s.t.$$

$$\left| \frac{w_{j(k)}}{w_{j(k+1)}} - \varphi_{k/(k+1)} \right| \le \chi, \ \forall j$$

$$\left| \frac{w_{j(k)}}{w_{j(k+2)}} - \varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} \right| \le \chi, \ \forall j$$

$$\sum_{j=1}^{n} w_j = 1, \ \forall j$$

$$w_j \ge 0, \ \forall j$$

الخطوة الخامسة: حساب القيمة النهائية للمعايير من العلاقة

$$\left(w_1, w_2, \ldots, w_n\right)^T$$

تعتمد طريقة MARCOS على تحديد العلاقة بين البدائل والقيم المرجعية (البدائل المثالية والمضادة للمثالية) [31]. وبالتالي يتم تحديد أولويات اتخاذ القرار على أساس وظائف المنفعة، والتي يمكن تعريفها بأنها موضع البديل بالنسبة للحلول المثالية والمضادة للمثالية، وهذا يعني بأن أفضل بديل هو الأقرب إلى النقطة المثالية والأبعد من النقطة المضادة للمثالية [32]. يتم ترتيب البدائل بهذه الطريقة وفقا للخطوات التالية [33]:

الخطوة الأولى: تشكيل مصفوفة القرار الأولي.

الخطوة الثانية: تشكيل مصفوفة أولية موسعة، حيث تحدد هذه الخطوة الحلول المثالية والمضادة للمثالية. فالحل المثالي هو البديل بالنسبة لمعايير معينة، في حين أن الحل المضاد للمثالية يتضمن أسوأ بديل لمعايير معينة. ويمكن حساب هذه المصفوفة من العلاقات التالية (تمثل B معايير الربح، بينما تمثل C معايير التكلفة):

$$AAI = \min_j x_{ij} \ \ if \ \ j \in B \ and \ \ AAI = \max_j x_{ij} \ \ if \ \ \in C \quad (3)$$

$$AI = \max_j x_{ij} \ \ if \ \ j \in B \ and \ \ AAI = \min_j x_{ij} \ \ if \ \ j \in C \quad (4)$$

الخطوة الثالثة: حساب مصفوفة الأوزان المرجحة من خلال المعادلتين:

$$n_{ij} = \frac{x_{ai}}{x_{ij}} \ if \ j \in C \quad (5)$$

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{ai}} \ if \ j \in B \quad (6)$$

الخطوة الرابعة: حساب المصفوفة الموزونة.

الخطوة الخامسة: ويتم فيها حساب درجة منفعة البدائل من خلال المعادلات التالية:

$$K_i^- = \frac{S_i}{S_{aai}} \quad (7)$$

$$K_i^+ = \frac{S_i}{S_{ai}} \quad (8)$$

$$S_i = \sum_{i=1}^{n} v_{ij} \quad (9)$$

الخطوة السادسة: تشكيل دالة المنفعة للبدائل من خلال المعادلة التالية:

$$f(K_i) = \frac{K_i^+ + K_i^-}{1 + \frac{1 - f(K_i^+)}{f(K_i^+)} + \frac{1 - f(K_i^-)}{f(K_i^-)}} \quad (10)$$

$$f(K_i^-) = \frac{K_i^+}{K_i^+ + K_i^-} \quad (11)$$

$$f(K_i^+) = \frac{K_i^-}{K_i^+ + K_i^-} \quad (12)$$

الخطوة السابعة: ترتيب البدائل وذلك بناء على القيمة النهائية لوظيفة المنفعة.

4. الحالة الدراسية

لقد أصبحت الحاجة لتوفير مكان جديد كمكب نهائي للنفايات البلدية الصلبة في مدينة مصراتة أمرا ملحاً. من هنا جاءت فكرة هذه الدراسة والتي تهدف إلى تحديد أهم المعايير التي يمكن استخدامها لغرض اتخاذ القرار، وكذلك تحديد أهمية كل معيار من هذه المعايير. لقد تم تحديد مجموعة من المعايير بناءً على الدراسات السابقة [34-37]، إضافة إلى النقاشات التي تمت مع أعضاء اللجنة المشكلة لغرض تحديد موقع جديد لمكب النفايات الصلبة بالمدينة، وهذه المعايير هي:

C1: اتجاه الرياح
C2: تكلفة الأرض
C3: مستوى المياه السطحية
C4: سعة الموقع
C5: قبول الناس
C6: المسافة إلى مناطق تجميع النفايات
C7: سهولة الوصول للموقع

حيث يمثل كل من المعيارين 2، 6 معايير تكلفة.

يوضح الجدول (2) القيم المتحصل عليها لتصنيف المعايير وذلك باستخدام مقياس من 1 إلى 9.

الجدول (2): ترتيب المعايير

Criteria	C_3	C_1	C_5	C_2	C_4	C_6	C_7
$\varpi_{C_{j(k)}}$	1.0	2.0	2.5	4.0	6.0	7.0	7.5

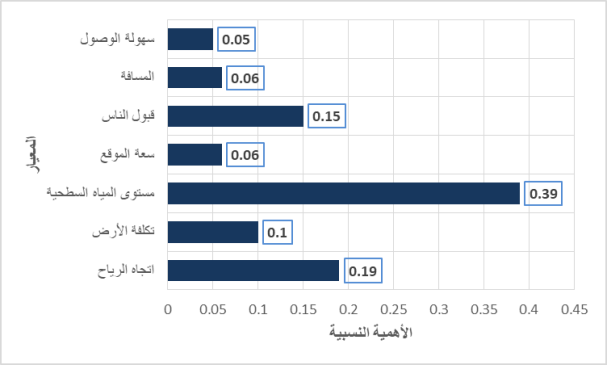
يتم حل النموذج الرياضي مع الأخذ في الاعتبار تحقق الشروط:

$$\frac{w_3}{w_1} = 2.0, \frac{w_1}{w_5} = 1.25, \frac{w_5}{w_2} = 1.6, \frac{w_2}{w_4} = 1.5, \frac{w_4}{w_6} = 1.17, \frac{w_6}{w_7} = 1.07$$

$$\min \chi$$

$$s.t \begin{cases} \left|\frac{\omega_3}{\omega_1} - 2{,}0\right| \le \chi, \left|\frac{\omega_1}{\omega_5} - 1{,}25\right| \le \chi, \left|\frac{\omega_5}{\omega_2} - 1{,}6\right| \le \chi \\ , \left|\frac{\omega_2}{\omega_4} - 1{,}5\right| \le \chi, \left|\frac{\omega_4}{\omega_6} - 1.17\right| \le \chi, \left|\frac{\omega_6}{\omega_7} - 1{,}07\right| \le \chi \\ \left|\frac{\omega_3}{\omega_5} - 2{,}5\right| \le \chi, \left|\frac{\omega_1}{\omega_2} - 2{,}0\right| \le \chi, \left|\frac{\omega_5}{\omega_4} - 2{,}4\right| \le \chi \\ \left|\frac{\omega_2}{\omega_6} - 1{,}75\right| \le \chi, \left|\frac{\omega_4}{\omega_7} - 1{,}25\right| \le \chi, \\ \sum_{j=1}^{5} \omega_j = 1, \omega_j \ge 0, \forall j \end{cases}$$

من خلال حل هذا النموذج ، يتم الحصول على القيم النهائية لمعاملات الوزن و DFC للنتائج $\chi = 0.00$. تم حل النموذج باستخدام نموذج اكسل MS excel. ويوضح الشكل (3) النتائج التي تم الحصول عليها من النموذج، حيث يتضح أن أهم معيار هو C3 ، يليه المعيار C1.



الشكل (3): أوزان المعايير المتحصل عليها

بعد أن تم تحديد أوزان المعايير يتم الاختيار بين البدائل المقترحة الخمسة. يوضح الجدول (3) تقييم المواقع الخمسة المقترحة وفقا للمعايير من طرف الخبراء الذين تم التواصل معهم.

جدول (3) تقييم المواقع

الموقع/ المعيار	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
S1	4	4	4	3	5	6	6
S2	6	6	7	6	6	4	6
S3	3	5	4	4	4	4	5
S4	3	4	5	3	3	6	6
S5	5	8	3	7	7	3	8

ويوضح الجدول (4) حساب الأوزان المرجحة للبدائل، وكذلك القيم المثالية والمضادة للمثالية للبدائل.

جدول (4) الأوزان المرجحة، والقيم المثالية والمضادة للمثالية للبدائل

الموقع/ المعيار	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Si
S1	0.127	0.200	0.223	0.026	0.107	0.060	0.038	0.780
S2	0.190	0.133	0.390	0.051	0.129	0.090	0.038	1.021
S3	0.095	0.160	0.223	0.034	0.086	0.090	0.031	0.719
S4	0.095	0.200	0.279	0.026	0.064	0.060	0.038	0.761
S5	0.158	0.100	0.167	0.060	0.150	0.120	0.050	0.805
Ideal	0.190	0.200	0.390	0.060	0.150	0.120	0.050	1.160
Anti-ideal	0.095	0.100	0.167	0.026	0.064	0.060	0.031	0.543

ويوضح الجدول (5) ترتيب المواقع وفق المعايير المقترحة

جدول (5) ترتيب المواقع

Site	K_i^-	K_i^+	F(ki)	Rank
S1	1.435	0.672	0.585	3
S2	1.879	0.880	0.766	1
S3	1.323	0.620	0.539	5
S4	1.401	0.656	0.571	4
S5	1.482	0.694	0.604	2

5. مناقشة النتائج:

لعل العامل الأساس للنظر في صحة النظام المقترح لإدارة النفايات الصلبة البلدية هو تكوين النفايات وطبيعة المنطقة قيد الدراسة. هذا التكوين هو ديناميكي ويتغير وفقاً لعناصر عديدة مثل مستوى الدخل، وتغيير نمط الحياة، والمناخ، والمستوى المعيشي للفرد، والموقع الجغرافي. عموماً، المكوّن العضوي هو السائد، خاصة في البلدان النامية مثل ليبيا، ومعظم الدول الأفريقية الأخرى. فالنفايات الناتجة في هذه البلدان تختلف في تكوينها كما في توزيعها وكثافتها ومستوى الرطوبة فيها، بالإضافة إلى الاختلافات في قابلية التحلل وقيمة الطاقة فيها. هذه العوامل تتقاطع ايضاً مع عوامل أخرى مؤثرة مثل، حجم السكان، المناخ وتوزع الفصول، مستوى التمدن، الوضع الاجتماعي والاقتصادي. كما يمكن ربط معدلات إنتاج النفايات مع مؤشرات مختلفة مثل الناتج المحلي الإجمالي للفرد، واستهلاك الطاقة لكل فرد. كما تؤثر العوامل الاقتصادية بشكل مباشر على توليد النفايات للفرد الواحد. هذه الإختلافات هي التي تحدّد الاختلافات القائمة في الاتجاهات والمعايير بين البلدان في عملية تحديد المعايير الخاصة باختيار أنسب موقع مكب للتخلص من النفايات البلدية الصلبة. وبالتالي، يجب إتباع نظام متكامل لإدارة النفايات الصلبة استناداً إلى المعايير المحلية أولاً.

لقد أظهرت نتائج هذه الدراسة أهمية معيار المياه الجوفية، حيث أنها المصدر الوحيد للمياه التي يستخدمها أهالي المناطق المجاورة في عمليات الاستهلاك المنزلي العادية وسقاية الأشجار والحيوانات، حيث تحصل هذا المعيار على وزن 38%. كما أن معيار اتجاه الرياح بلغت أهميته النسبية 18% بالنسبة لإجمالي أهمية المعايير، حيث أن أحد أهم المشاكل المتعلقة بالمكب النهائي الحالي هو حركة الرياح التي تنقل الروائح الكريهة المنبعثة من الموقع إلى السكان المجاورين، وهو معيار مهم للغاية لأنه يشكل مصدر ازعاج كبير ويعمل على نقل الحشرات كالبعوض والذباب إلى المناطق القريبة والمأهولة بالسكان وما قد ينتج عنها من انتشار للأوبئة والأمراض.

ويلاحظ أن المعيارين الخاصين بالتكلفة المتمثلان في تكلفة الأرض والمسافة من نقاط التجميع قد بلغت أهميتهما الإجمالية 16%، مما يضعهما في مراتب أقل أهمية عند اتخاذ القرار، مباشرة بعد معيار قبول الناس، والذي أخذ أهمية قدرها 15%. إن بُعد المسافة من نقاط التوليد يعتبر من مؤشرات سوء اختيار الموقع، كما هو الحال في الموقع الحالي للمدينة الذي يبعد مسافة تزيد عن 60 كيلو متراً من مركز المدينة، مما يسبب في تكاليف نقل كبيرة وإهدار الكثير من الوقت وما ينتج عنه من تراكم للنفايات داخل المدينة.

بناء على هذه الأوزان تم ترتيب المواقع المقترحة كمكبات نهائية للنفايات البلدية الصلبة. وقد جاء الموقع S2 كأفضل بديل لتفوقه في أغلب المعايير المقترحة. فهذا الموقع يبعد تقريبا عن وسط المدينة بمسافة أقل 40% تقريبا عن الموقع الحالي، وهو ما سيسهل من عملية النقل، كما أنه يبعد عن أقرب تجمع سكاني حوالي 15 كيلومترا، ويسهل الوصول إليه بشبكة الطرق الحالية.

6. الخلاصة:

إن عملية اختيار الموقع المناسب لمكب التخلص من النفايات البلدية الصلبة عملية معقدة وصعبة تحكمها محددات عديدة بعضها بيئي وبعضها اقتصادي وأخرى اجتماعية وجمالية، حيث تحتوي هذه العملية خطوة أولى لتحديد المعايير المستخدمة في التقييم، ومن ثم لتقدير أهميتها وذلك بناء على طبيعة منطقة الدراسة، أما الخطوة الثانية فتتضمن ترتيب المواقع وفقا للمعايير المقترحة. خلصت نتائج هذه الدراسة إلى أن الأولوية في معايير الاختيار هي للمعايير البيئية والتي كان في مقدمتها مستوى المياه السطحية بأهمية بلغت الـ 38%، يليه معيار اتجاه الرياح والذي بلغت أهميته 18%، وجاء المعيار الاجتماعي والمتمثل في قبول الناس في المرتبة الثالثة من حيث الأهمية حيث بلغت أهميته 15%. وبناء على الأهمية المحددة فقد تم ترتيب المواقع الخمسة المقترحة كمكبات للنفايات البلدية الصلبة. يمكن لهذه الدراسة أن تساعد متخذي القرار في المدينة حول اتخاذ القرار المناسب لاختيار المكب.

References

[1]. شتية، ضرغام، وغضية، أحمد. (2017). "اختيار أفضل المواقع لمكبات النفايات في الضفة الغربية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية". جامعة النجاح.

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

[3]. Samwine, T., Wu, P., Xu, L., Shen, Y., Appiah, E., & Yaoqi, W. (2017). Challenges and prospects of solid waste management in Ghana. International Journal of Environmental Monitoring and Analysis, 5(4), pp. 96-102.

[4]. Kabera, T., Wilson, D. C., & Nishimwe, H. (2019). Benchmarking performance of solid waste management and recycling systems in East Africa: Comparing Kigali Rwanda with other major cities. Waste Management & Research, 37(1_suppl), pp. 58-72.

[5]. Erasu, D., Feye, T., Kiros, A., & Balew, A. (2018). Municipal solid waste generation and disposal in Robe town, Ethiopia. Journal of the Air & Waste Management Association, 68(12), pp. 1391-1397.

[6]. الدليل الإرشادي لإدارة النفايات البلدية الصلبة في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، 2013. الأمانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربية.

[7]. السويلم، فارس. "النفايات المنزلية بين إعادة التدوير والأضرار الصحية والبيئية".

[8]. وزان، أحمد. (2014). "دراسة كمية المخلفات المعاشية المجمعة في مدينة اللاذقية وحاجتها من الحاويات والتوزيع المكاني لها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية". مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية. 36 (5).

[9]. Badi, I., A. Abdulshahed, A. Shetwan, and W. Eltayeb, (2019). Evaluation of solid waste treatment methods in Libya by using the analytic hierarchy process. Decision Making: Applications in Management and Engineering, vol. 2, pp. 19-35.

[10]. Hamad, T. A., Agll, A. A., Hamad, Y. M., & Sheffield, J. W. (2014). Solid waste as renewable source of energy: current and future possibility in Libya. Case studies in thermal Engineering, 4, pp. 144-152.

[11]. Sawalem, M., Badi, I., & Aljamel, S. (2015). Evaluation of Solid Wastes for Utilisation in Biogas Plant in Libya–a Case Study. International journal of engineering sciences & research technology, 4(11), pp 577-583.

[12]. Badi, I., Ž. Stević, and S. Sremac, (2019). An Integrated Fuzzy Model for Solid Waste Management in Libya. in Sustainability Modeling in Engineering: A multi-criteria perspectives, ed: World Scientific. pp. 117-143.

[13]. كريديش، مصطفى و بادي، إبراهيم. (2020).“ تقييم أهمية المعايير المحددة لاتخاذ قرار تحديد موقع لمكب النفايات البلدية الصلبة: حالة دراسية في ليبيا". مجلة البحوث الأكاديمية. العدد (16).

[14]. Badi, I., A. Shetwan, and A. Hemeda. (2019). A grey-based assessment model to evaluate health-care waste treatment alternatives in Libya. Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications, vol. 2, pp. 92-106.

[15]. Moslem, Sarbast, and Szabolcs Duleba. (2018). Application of AHP for evaluating passenger demand for public transport improvements in Mersin, Turkey. Pollack Periodica, 13.2. pp. 67-76.

[16]. Kiracı, K., & Bakır, M. (2018). Using the Multi Criteria Decision Making Methods in Aircraft Selection Problems and an Application. Journal of Transportation and Logistics, 3(1), 13-24.

industries using a new MCDM method: Measurement of Alternatives and Ranking according to COmpromise Solution (MARCOS). *Computers & Industrial Engineering*, *140*, 106231.
[32]. Badi, I., & Pamucar, D. (2020). Supplier selection for Steelmaking Company by using combined Grey-MARCOS methods. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, *3*(2), 37-48.
[33]. Puška, A., Stojanović, I., Maksimović, A., & Osmanović, N. (2020). Evaluation software of project management used measurement of alternatives and ranking according to compromise solution (MARCOS) method. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, *3*(1), 89-102.
[34]. Beskese, A., Demir, H. H., Ozcan, H. K., & Okten, H. E. (2015). Landfill site selection using fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS: a case study for Istanbul. Environmental Earth Sciences, 73(7), 3513-3521.
[35]. Isalou, A. A., Zamani, V., Shahmoradi, B., & Alizadeh, H. (2013). Landfill site selection using integrated fuzzy logic and analytic network process (F-ANP). Environmental Earth Sciences, 68(6), 1745-1755.
[36]. Yazdani, M., Tavana, M., Pamučar, D., & Chatterjee, P. (2020). A Rough Based Multi-Criteria Evaluation Method for Healthcare Waste Disposal Location Decisions. Computers & Industrial Engineering, 106394.
[37]. Nazari, A., Salarirad, M. M., & Bazzazi, A. A. (2012). Landfill site selection by decision-making tools based on fuzzy multi-attribute decision-making method. Environmental Earth Sciences, 65(6), 1631-1642.
[17]. Bakır, M., Akan, Ş., & Durmaz, E. (2019). Exploring service quality of low-cost airlines in Europe: An integrated MCDM approach. Economics and Business Review, 5(2), 109-130.
[18]. Farooq, D., & Moslem, S. (2020). Evaluation and Ranking of Driver Behavior Factors Related to Road Safety by Applying Analytic Network Process. Periodica Polytechnica Transportation Engineering, 48(2), 189-195.
[19]. Moslem, S., Gul, M., Farooq, D., Celik, E., Ghorbanzadeh, O., & Blaschke, T. (2020). An integrated approach of best-worst method (bwm) and triangular fuzzy sets for evaluating driver behavior factors related to road safety. Mathematics, 8(3), 414.
[20]. Kasim, K., & Mahmut, B. (2020). Evaluation of Airlines Performance Using an Integrated Critic and Codas Methodology: The Case of Star Alliance Member Airlines. Studies in Business and Economics, 15(1), 83-99.
[21]. Radović, D., Stević, Ž., Pamučar, D., Zavadskas, E. K., Badi, I., Antuchevičiene, J., & Turskis, Z. (2018). Measuring performance in transportation companies in developing countries: a novel rough ARAS model. Symmetry, 10(10), 434.
[22]. Aljamel, S. A., Badi, I. A., & Shetwan, A. G. (2017). Using analytical hierarchy process to select the best power generation technology in Libya. The international journal of engineering and information technology, 3(2), 159-163.
[23]. D. Pamučar, Ž. Stević, and S. Sremac. (2018). A new model for determining weight coefficients of criteria in mcdm models: Full consistency method (FUCOM), Symmetry, vol. 10, p. 393.
[24]. Erceg, Ž., Starčević, V., Pamučar, D., Mitrović, G., Stević, Ž., & Žikić, S. (2019). A New Model for Stock Management in Order to Rationalize Costs: ABC-FUCOM-Interval Rough CoCoSo Model. Symmetry, 11(12), 1527.
[25]. Badi, I., and A. Abdulshahed. (2019). Ranking the Libyan airlines by using full consistency method (FUCOM) and analytical hierarchy process (AHP). Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications, vol. 2, pp. 1-14.
[26]. Pamucar, D., Deveci, M., Canıtez, F., & Bozanic, D. (2020). A fuzzy Full Consistency Method-Dombi-Bonferroni model for prioritizing transportation demand management measures. *Applied Soft Computing*, *87*, 105952.
[27]. Pamucar, D., Deveci, M., Canıtez, F., & Bozanic, D. (2020). A fuzzy Full Consistency Method-Dombi-Bonferroni model for prioritizing transportation demand management measures. Applied Soft Computing, 87, 105952.
[28]. D. Đorđević, G. Stojić, Ž. Stević, D. Pamučar, A. Vulević, and V. Mišić. (2019). A New Model for Defining the Criteria of Service Quality in Rail Transport: The Full Consistency Method Based on a Rough Power Heronian Aggregator. Symmetry, vol. 11, p. 992.
[29]. E. Durmić. (2019). Evaluation of criteria for sustainable supplier selection using FUCOM method. Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications, vol. 2, pp. 91-107.
[30]. Stević, Ž., Durmić, E., Gajić, M., Pamučar, D., & Puška, A. (2019). A Novel Multi-Criteria Decision-Making Model: Interval Rough SAW Method for Sustainable Supplier Selection. Information, 10(10), 292.
[31]. Stević, Ž., Pamučar, D., Puška, A., & Chatterjee, P. (2020). Sustainable supplier selection in healthcare