إعادة تدوير المخلفات الصلبة ودور الإطار التكنولوجي والتشريعي في إدارتها وسبل تطويرها

اعداد

شعبان محمد محمود عثمان

مدرس مساعد بقسم الجغرافيا – كلية الآداب – جامعة بني سويف

اشراف

أ.د اسلام حمزة أبو المجد

أ.د عبير ابراهيم مصطفى

د. تامر يوسف عمرون

المستخلص

تعد أحد أهم مميزات عملية إعادة تدوير المخلفات الصلبة حماية عناصر البيئة ومكوناتها من التلوث، وذلك لأن المخلفات الصلبة تشكل خطرًا على جميع المكونات الحية، فعملية إعادة التدوير تحفظ لنا استدامة الموارد الطبيعية وتحفظ الأنظمة البيئية؛ فهي بذلك تمثل أهم صور ومخرجات الإدارة البيئية للمخلفات الصلبة بشكل عام، وتتعدد صور وأساليب عملية إعادة تدوير المخلفات الصلبة وفقًا لنوع المادة وحالتها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية، ومن ثم كان من الضروري توفر إطار تشريعي وتكنولوجي لتعظيم موارد المخلفات الصلبة، ولذلك تم استحداث العديد من القوانين واللوائح التنفيذية لتنظيم عملية إدارة جميع أنماط المخلفات؛ منها قانون رقم 38 لسنة 1967، وقانون رقم 48 لسنة 1982، وقانون رقم 9 لسنة 2009، والقانون رقم 202 لعام 2020 ولائحته التنفيذية الصادرة في فبراير 2022، فضلًا عن تنوع الوسائل التكنولوجية الحديثة في إدارة المخلفات الصلبة ومن أهمها التقنيات المكانية المتمثلة في نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من البعد، فضلًا عن أجهزة تحديد المواقع على سطح الأرض.

الكلمات المفتاحية: المخلفات الصلبة، إعادة التدوير، تكنولوجيا إدارة المخلفات الصلبة، محافظة بني سويف.

Abstract

Recycling solid waste prevents ecosystem pollution, Unfortunately Solid waste has an impact to all living components Therefore, Recycling represents one of the important forms of environmental management. depending on the physical, chemical, and biological characteristics of the materials, there are many different ways to recycle solid waste, many laws and executive regulations have been introduced to regulate the process of managing all types of waste. Including Law No. 38 of 1967, Law No. 48 of 1982, Law No. 9 of 2009, Law No. 202 of 2020 and its executive regulations issued in February 2022, Different modern technological methods are employed to manage solid waste., one of them is spatial technologies, which includes geographic information systems, remote sensing, and Global postioning system.

Key words: solid waste, Recycling, Solid waste management technology, Beni – suef Governorate.

مقدمة البحث:

تصنف المخلفات الصلبة وفقًا لدرجة توافقها البيئي إلى مخلفات تدخل في دورة النظام البيئي، ومخلفات تحتاج إلى معالجة لإعادة تأهيلها وتدويرها في النظام البيئي، ونفايات لا يمكن معالجتها وتبقى مكوناتها دون أن تتحلل(عيسى، 2000، ص187). لذا فإن الإدارة البيئية للمخلفات الصلبة تعد أحد أهم القضايا البيئية المعاصرة والمركبة، وهي بضرورة الأمر أحد صور تفاعل الإنسان مع بيئته، والتي تؤدي في نهاية المطاف – حال عدم إدارتها بيئيًا – إلى خلل في الأنظمة الأيكولوجية، وكذلك آثار بالغة الضرر على صحة الإنسان وعلى جميع المكونات الحية.

نتج عن التزايد المستمر في عدد السكان، والتطور الصناعي والزراعي، وتحسن المستوى المعيشي، وتغير نمط المعيشة والاستهلاك، إضافة إلى غياب الأسس الصحية في إدارة النفايات الصلبة؛ إلى تكدس آلاف الأطنان من النفايات في مكبات عشوائية أصبحت منتشرة في جميع أنحاء مدن محافظة بني سويف، الأمر الذي أصبح يشكل خطرًا على السكان والموارد الطبيعية، وينتج عنه تلوث الماء والهواء والتربة، وكذلك ضرر يشمل الجوانب الاقتصادية والاجتماعية والحضارية، لذلك كان من الضروري الإدارة البيئية السليمة للمخلفات الصلبة باستخدام أفضل الوسائل والتقنيات الجغرافية المناسبة.

يمكن تتبع دورة حياة المخلفات الصلبة منذ بداية تولدها ونشأتها مرورًا بمرحلة الجمع والنقل، ثم مرحلة التخزين، وإعادة تدوير المواد ذات القيمة الاقتصادية، ثم مرحلة التخلص النهائي والدفن للأشياء غير المفيدة والتى لا يمكن استعادة موادها

الأصلية أو إنتاج طاقة من خلالها، فالمواد الجديدة المنتجة من خلال عملية إعادة التدوير لها خصائصها المختلفة والتي تكونت أثناء مراحل المعالجة، والتي تتطلب ضرورة مراقبتها وضبط جودتها بما يضمن سلامة البيئة وصحة الإنسان.

لا يقتصر مفهوم الإدارة البيئية على جمع المخلفات الصلبة بشكل صحي وآمن فحسب، ولكنها تشمل أيضًا مراحل تصنيف المخلفات الصلبة بشكل دقيق وسليم، وكذلك طريقة نقلها واختيار مواقع دفنها ووسائل معالجتها، ومتابعة كفاءة تشغيلها وإعادة تدوير الممكن منها، وتقييم الآثار البيئية الناجمة عن سوء إدارتها، ومن ثم كان من الضروري أن يكون للدراسة الجغرافية دورًا في دراستها وبخاصة استخدام التقنيات الجغرافية المتمثلة في نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من البعد ومحاولة نمذجة نتائجهما.

يمكن تقسيم بيئة إدارة المخلفات الصلبة إلى قسمين أساسيين هما بيئة ومناطق توليد هذه المخلفات بمختلف أنماطها، وكذلك البيئة التي تمر بها المخلفات الصلبة أثناء مرحلة جمعها أو نقلها أو التخلص النهائي منها أو بالأدق المساحات والمناطق التي يتم بها نظام أو أكثر لإدارة المخلفات كمناطق المدافن الصحية أو المحارق أو مناطق إعادة التدوير فهذه البيئات وإن كانت صغيرة المساحة ولكنها شديدة التأثر فمثلًا الرشيح Leachate الناتج من مناطق الدفن وتأثيره على المياه الجوفية يعد أحد الآثار البيئية السلبية لتلوث هذه المياه والناتج عن سوء إدارة المخلفات الصلبة.

أهداف البحث:

- التعرف على أساليب إدارة المخلفات الصلبة في محافظة بني سويف.
- دراسة دور الإطار التشريعي والتكنولوجي في إدارة المخلفات الصلبة.
- دراسة مراحل إعادة تدوير المخلفات الصلبة مثل الورق والكرتون والبلاستيك.
- إبراز دور التقنيات المكانية في الإدارة البيئية للمخلفات الصلبة.

أسباب اختيار موضوع البحث:

- معرفة طرق وأساليب إدارة المخلفات الصلبة في محافظة بني سويف من خلال إنتاج الأسمدة المشتقة من المخلفات النباتية والمنزلية وإعادة تدوير الورق والكرتون.
- معرفة دور الإطار التشريعي والتكنولوجي في إدارة المخلفات الصلبة.
- وضع تصور مقترح لتطوير طرق إدارة المخلفات الصلبة والمتمثلة في عملية جمع المخلفات الصلبة ونقلها أو من خلال إعادة تدويرها.

مكونات البحث:

يشمل البحث خمسة عناصر رئيسية هي:

أولًا: طرق إعادة تدوير المخلفات الصلبة في محافظة بني سويف.

ثانيًا: دور الإطار التشريعي في إدارة المخلفات الصلبة.

ثالثًا: دور تكنولوجيا إدارة المخلفات الصلبة.

رابعًا: تصور مقترح لعملية جمع ونقل المخلفات الصلبة في محافظة بني سويف.

خامسًا: تصور مقترح لإعادة تدوير المخلفات الصلبة في محافظة بني سويف.

أولًا: طرق إعادة تدوير المخلفات الصلبة في محافظة بني سويف:

تتعدد صور وأساليب عملية إعادة تدوير المخلفات الصلبة وفقًا لنوع المادة وحالتها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية ونسبة ما يمكن استرجاعه من المادة الأصلية إلى جانب تكلفة التشغيل ونسبة الربح. فالاقتصاد الدائري Circular

Economy أسلوب يشمل عدة عناصر أساسية هي عملية إعادة تدوير المواد من المخلفات الصلبة من خلال قابلية المواد للتحلل البيولوجي، واسترداد المواد وتحويلها لمدخلات إنتاج جديدة، وإطالة عمر المنتج، فضلًا عن الاقتصاد الوظيفي (Goel, 2017, pp. 33 - 37). وفيما يلي عرض لأهم أساليب إعادة تدوير المخلفات الصلبة في محافظة بني سويف.

أ. إنتاج السماد العضوي:

تشمل عملية إنتاج السماد العضوي علي عدة أنواع، منها إنتاج السماد العضوي من المتبقيات الزراعية أو مخلفات الثروة الحيوانية، وأيضًا السماد العضوي المشتق من المخلفات المنزلية حيث تحتوي المخلفات المنزلية على مواد عضوية بنسب تتراوح بين 50 – 55% تتمثل في بقايا الطعام. فمن خلال عمليات التحلل الهوائي المتمثلة في تحلل المواد العضوية في وجود الأكسجين، وكمر الأكوام وهي أيضًا طريقة تساعد في نشاط البكتريا والكائنات الدقيقة من خلال تنظيم المخلفات الصلبة في أكوام بشكل هندسي مع تهويتها بشكل مستمر ينتج عن هاتان العمليتان معًا السماد العضوي (كمبوست) وهي مادة تساهم في رفع خصوبة التربة(وزارة الدولة لشوؤن البيئة، دت. ص4 – 11).

وتعد مخلفات النباتات الطبية والعطرية وكذلك عروش البطاطس هي أكثر أنواع المخلفات الزراعية ملائمة من حيث إنتاج السماد العضوي النباتي، ومن مؤشرات جودة ونضج وصلاحية السماد العضوي أن تكون نسب النيتروجين إلى الكربون بنحو كل 15 ذرة نيتروجين تعادلها 1 ذرة كربون، وأن تكون درجة الحرارة 60 – 75 درجة مئوية أثناء النضج ثم تنخفض تدريجيًا، ونسب الرطوبة 30 – 35%

، وقيمة الأس الهيدروجيني تتروح بين 7.5 – 8.5، ونسب النيتروجين الكلي 1.4 – 1.8%، وكلما كان حجم الجزئيات صغير كانت صلاحية المتبقيات الزراعية لإنتاج سماد عضوي بشكل أفضل (نتائج الدراسة الميدانية، 2021).

وتتمثل مراحل إنتاج السماد العضوي من خلال تجميع المخلفات الزراعية في مناطق تخزين مؤقتة بهدف تنقيتها من الشوائب، ثم كمرها في مصفوفات (الصور 1 أ –ب –ج – هـ) ذات أبعاد منتظمة لتسهيل عملية التقليب والترطيب المستمر(الصور 1 ح – ط – ي)، ومع تكرار هذه العملية لمدة محددة (عدة أسابيع)، ومتابعة خصائص هذه المصفوفات من خلال قياس درجات الحرارة لحين مؤشرات النضج ثم عملية الغربلة للتتنقية النهائية (الصور 1 – و) تمهيدًا للتعبئة والتغليف والعرض في الأسواق (الدراسة الميدانية، سبتمبر 2021).

تتباين الفترة الزمنية التي تستغرقها عملية التحلل الهوائي للسماد العضوي وخصائصه من حيث درجات الحموضة والقلوية، ودرجة التشبع بالماء، ودرجات الحرارة وفقًا للفصول الموسمية، حيث يلاحظ زيادة حجم التجمعات الميكروبية ومادة السليولاز في فصلي الربيع والخريف على فصلي الصيف والشتاء، في حين أن قيم الأس الهيدروجيني ودرجات الحرارة كانت متقاربة خلال كل فصول العام، وتنخفض نسبة الكربون إلى النيتروجين في فصلي الربيع والخريف عن فصلي الصيف والشتاء (Khalil, Beheary, & Salem, 2001, p. 155) وهذه العناصر مجتمعة تحدد درجات نضج السماد العضوي.

تتطلب عملية إنتاج السماد العضوي معالجة دقيقة للمخلفات الصلبة المنزلية أو المخلفات الزراعية أو المخلفات الحيوانية أو تتداخل أحد الأنواع معًا لينتج نوع من

السماد يحمل أكثر من مصدر، ولكن لضمان عدم تأثر التربة سلبيًا من نمو الحشائش غير المفيدة أو النيموتادا يتم إجراء اختبار كريس[1].

لا تلتزم مصانع السماد العضوي بهذه الإختبارات مما ينتج عنه أثار بيئية سلبية علي التربة من ملوثات وغيرها. وفي دراسة أجريت في الفترة من (1969 – 1975) في الولايات المتحدة الأمريكية علي بعض الصوب الزراعية والتي تستخدم نظام التسميد العضوي المشتق من المخلفات المنزلية لوحظ وجود تركيزات مرتفعة لبعض المعادن الثقلية في أنسجة النباتات (Wiles, 1977, p. 237). تقتصر عملية إنتاج السماد العضوي من المخلفات المنزلية في محافظة بني سويف علي مصانع الواسطى وسنور وسمسطا، في حين تنتشر مصانع إنتاج السماد العضوي من المتبقيات الزراعية والمخلفات الحيوانية بطرق غير مرخصة باستثناء مصنع بني سويف للأسمدة العضوية، والذي يعتمد علي المخلفات الزراعية من مراكزمحافظة بني سويف في نقطة تخزين وحيدة بقرية أبوصير بمركز الواسطى، في حين تتم عمليات المعالجة وإنتاج السماد في منطقة العاشر من رمضان.

[1] هو اختبار الهدف منه قياس درجة صلاحية السماد العضوي من حيث معدل الإنبات أو صحة النبات مقارنة بالتربة الأخرى التي لم تتلقي أي نوع من التسميد، ويكون الاختبار علي بذور من نوع محدد ويتم ملاحظة وتقييم المنتج النهائي ومدي صلاحيته(وزارة الدولة لشؤون البيئة، دت. ص1).

(صور 1) مراحل إنتاج السماد العضوي من المخلفات الزراعية.

المصدر: الدراسة الميدانية سبتمبر 2021

ب. إعادة تدوير الورق والكرتون:

وفقًا لتقارير وكالة حماية البيئة الأمريكية فإن إعادة تدوير طن واحد من المخلفات الورقية سوف يوفر نحو 4100 (كيلو – وات / ساعة) وكذلك توفير 28 متر مكعب من المياه وتقليل تلوث الهواء بما يعادل 24 كجم من ملوثات الهواء المختلفة (خطاب، وسلام، وعبدالبديع،2016، ص478). فعملية إعادة تدوير الورق والكرتون تمر بخمس مراحل أساسية، وهي التجميع، الفرز، التقطيع وتتبع اللب، المعالجة ثم تصفية الملوثات وإزالة الأحبار (حسين، ومحمود، 2020، ص141 – 142). يقوم العاملون بجمع مخلفات الكرتون والورق من المحلات

والسوبر ماركت ومن مختلف مصادره ليتم تسليمها للمصانع ثم فرزها وتصنيفها وفقًا لدرجات جودة المادة الخام الأصلية وذلك للتخلص من الشوائب أثناء مرورها علي سلم آلي صاعد (كما هو موضح بالصور2 – أ – ب)؛ ثم تأتي مرحلة التقطيع والذوبان ليصبح الورق والكرتون على شكل عجينة (كما هو موضح بالصور2 – د)، ومن ثم تمر بمراحل تبريد وتنقية من خلال سير لتكوين ألواح الورق (كما هو مبين بالصور رقم 2 – هـ – و). تساهم عملية إعادة تدوير الورق والكرتون في تقليل فرص تلوث الهواء حيث تتعرض هذه المخلفات في نهاية المطاف للحرق أو الطمر في حالة عدم معالجتها واسترداد المواد الخام الأصلية منها، ولذلك تعد صناعة إعادة تدوير الورق أحد الصناعات المهمة والتي تدخل في قطاع الصناعات الخضراء المستدامة، لأنها تضمن الحفاظ على موارد البيئة الطبيعية ولا ينتج عنها ملوثات(El-Haggar, 2001, p. 15).

(صور 2) مراحل إعادة تدوير الكرتون والورق المقوى

المصدر : الدراسة الميدانية، يونيو 2021.

ج. إعادة تدوير البلاستيك :

تتمثل أسباب زيادة الطلب على البلاستيك في كونه يمثل بديلًا للمطاط الطبيعي في العديد من الصناعات، ولأن الأخير من خصائصه الندرة، فهناك أنواع محددة من المواد البلاستيكية يمكن اعادة تدويرها[1] (أحمد، 2009، ص1-5). في حين أن هناك أنواع أخرى لا تصلح لإعادة التدوير والاستخدام لعدة أسباب من أهمها احتوائها على ملوثات تضر بصحة الإنسان. وكما تمكننا عملية إعادة التدوير من استرداد المواد والخامات الأصلية فإن المخلفات البلاستيكية يمكن أن تكون مصدر جيد للطاقة خصوصًا لتشغيل صناعة الأسمنت بعد خلطها بمواد أخرى تساعد على عمليات الحرق(Jabłońska, Kiełbasa, Korenko, & Dróżdż, 2019, p. 1).

تمر عملية إعادة تدوير المواد البلاستيكية بعدة مراحل حيث يتم تجميع المواد البلاستيكية مثل زجاجات المياه البلاستيكية، وزجاجات زيت الطعام البلاستيكية، أو أي مصدر آخر يحتوي في أحد أجزائه علي مادة بلاستيكية ثم عملية الفرز، وذلك تمهيدًا لإعادة تصنيفها لدرجات وفقًا لدرجة نقاءها من الشوائب، ثم تمر من خلال ماكينات التكسير في حالة البلاستيك الصلب(صور 3 – أ)، ثم ماكينة البلورة لتقطيعها لقطع صغيرة جدًا (صور 3– ب – ج)، ثم التنظيف حيث يتم غسله بمادة كاويه للتخلص من الملوثات (صور3 – هـ) ثم يمر من خلال فرن حراري ليتحول البلاستيك لمادة تشابه خصائصها العجين ثم ماكينة تحوله لكرات بلاستيكيه

[1] هي (PS – PP – LDPE –PVC – HDPE – PET) وهي اختصارات لنوعية المواد البلاستيكية PET (Polyethylene Terephthalate) – PP (Polypropylene) – LDPE (Low Density Polyethylene) – PVC (Polyvinylchloride) – HDPE (High Density Polyethylene) – PS (Polystyrene) – Others، وهي مرقمة من 1 إلى 7 ولها رموز متعارف عليها وتدون على العبوات البلاستيكية كعبوات المياه وغيرها.

صغيرة من خلال التبريد السريع، ليدخل في خط تصنيع آخر لماكينات الحقن أو النفخ أو السحب لصناعة لعب الأطفال أو صحون بلاستيكية أو جزء من صناعات آخري.

وتعد المخاطر البيئية التي تؤثر على صحة السكان والناتجة عن عملية إعادة تدوير المخلفات البلاستيكية محل تقييم، وفقًا لإحدى الدراسات التي تم تطبيقها واختبارها (سعيد، وسعيدان، وسعيد، 2020، ص7) وتم خلالها قياس تركيزات بعض المعادن الثقيلة في لعب الأطفال المصنوعة من مواد خام بلاستيكية معاد تدويرها، أظهرت نتائج الدراسة أن تركيزات الزرنيخ تتراوح بين 0.033 – 0.293 جزء من المليون، والنيكل 0.04 – 0.273 جزء من المليون، والخارصين 0.033 – 2.133 جزء من المليون، والحديد 0.123 – 0.763 جزء من المليون، وذلك بعد دراسة عشر عينات من ألعاب الأطفال البلاستيكية تم جمعها عشوائيًا من محلات وأكشاك بيع ألعاب الأطفال في أسواق محافظة عدن باليمن.

هذا يؤكد علي نظرة (السالم،2021، ص 23 – 24) أن المنتجات البلاستيكية المعاد تدويرها لا بد وأن تخضع لعملية القياس البيئي للتأكد من صلاحيتها للاستخدام، فمعظم طرق المعالجة الميكانيكية لإعادة تدوير البلاستيك تتطلب مراقبة بيئية مستمرة وذلك لتجنب المشكلات الناجمة عن طرق المعالجة غير الجيدة للمواد البلاستيكية، لاسيما المواد التي تستخدم في حفظ وتعليب الأغذية.

د. إعادة تدوير المعادن:

هي عملية إعادة تدوير المخلفات التي تحتوي في أحد أجزائها علي مواد ذات أصل معدني مثل الحديد والألمونيوم والنحاس والفضة والرصاص، وتتنوع مصادر

هذه المخلفات مثل علب المشروبات الغازية أو أسلاك الكهرباء والأجهزة الالكترونية التي تتسم بسرعة انتشارها متمثلة في أجهزة الهواتف المحمولة والكمبيوتر ومكوناته، ولأن هذه الأشياء تحتوي علي مواد ذات قيمة اقتصادية مثل معادن الحديد والنحاس والفضة والألمونيوم وبعض المعادن النفيسة (Shakra, Awny, & Research, 2017, p. 338) ، فضلًا عن أن هذه المعادن لا تفقد جودتها فيجب إعادة تدويرها، حيث إن إعادة تدوير طن واحد من الألمونيوم يوفر ما يقارب (2.350 جالون – بترول) وهو ما يعادل جهد من الكهرباء يوفر إضاءة لمنزل مدة عشرة أعوام (Yani & Budiman, 2015, p. 1). والألمونيوم يكون قابل لأعادة التصنيع بنسبة 100% بدون فقد في خاماته الطبيعية الأصلية فإعادة التصنيع تتضمن صهر الخردة المستخدمة، وهي عملية تستهلك 5% من الطاقة المستخدمة في إنتاج الألمونيوم من الخام الأصلي (شهاب، وتوفيق، وعبدالله، 2011، ص82). فعملية دفن المخلفات والتي تحمل في خصائصها معادن كالألمونيوم تسبب العديد من المخاطر البيئية خصوصًا عند دفنها بدون معالجة تضمن سلامة البيئة (Shinzato & Hypolito, 2005, p. 37).

هـ. إعادة تدوير الزجاج:

يمكن أن يدخل الزجاج في العديد من المظاهر الجمالية لفن التصميم كأن يستخدم في تزيين الميادين العامة من خلال عمل صيغة تصميمة جديدة تتناسب مع بيئة الميدان (القزاز، وعلى، وعمرو، 2021، ص515). أو من خلال أستخدام هالك أفران صهر الزجاج الملون في انتاج حلي زجاجية (محمود، 2015، ص 387). وكذلك يمكن أستخدام مخلفات الزجاج كمواد أولية تدخل في صناعة

الخرسانة بدلًا من الأسمنت والرمال (M. N. N. Khan, Saha, & Sarker, 2020, p. 1).

تتنوع مصادر المخلفات التي تحتوي علي زجاج في أحد مكوناتها أو أجزائها، مثل الناتج عن عمليات الهدم والبناء فقد تحتوي هذه المخلفات علي كميات من الزجاج في أوجه المباني أو الشبابيك، وكذلك زجاج السيارات أو الناتج عن المخلفات المنزلية أو الهادر من صناعات الزجاج ، وعملية إعادة تدوير الزجاج تمر بعدة مراحل فبعد عملية جمع مخلفات الزجاج من مصادره ونقله لمصانع إعادة التدوير من خلال موردين وتجار تقوم بالشراء من النباشين أو عمال الجمع، يتم تنقيته من الشوائب ثم عملية الطحن ليتحول لبلورات صغيرة جدًا ثم يخلط بالحجر الجيري أو الدولوميت بنسب محددة ثم تصهر في فرن معًا، وفي النهاية يتم تشكيلها من خلال عمالة مدربة أو ماكينات مخصصة لعملية تشكيل الزجاج لصناعة أكواب زجاجية أو زجاج تعليب أو غيرها من الصناعات.

(صور 3) مراحل إعادة تدوير البلاستيك.

المصدر: نتائج الدراسة الميدانية، فبراير 2022.

ثانيًا: دور الإطار التشريعي في إدارة المخلفات الصلبة:

صدر العديد من القوانين واللوائح التنفيذية لتنظيم عملية إدارة جميع أنماط المخلفات؛ منها قانون رقم 38 لسنة 1967، وقانون رقم 48 لسنة 1982، وقانون رقم 9 لسنة 2009، والقانون رقم 202 لعام 2020 ولائحته التنفيذية الصادرة في فبراير 2022، وهو أحدث القوانين الصادرة بشأن تنظيم إدارة المخلفات الذي شمل على عدة مواد تضمن إدارة المخلفات وينظم العلاقة بين الجهات المختلفة التي تتولى إدارة المخلفات ويحقق العديد من الأهداف الخاصة بالتنمية المستدامة، ويضمن آلية مناسبة لدمج القطاع الخاص في القطاع الحكومي فضلًا عن اعتماد مفاهيم الاقتصاد الدوار والاستدامة البيئية والتحضر ناحية الأخضر عند

صياغة مواده، وفيما يلي تعليق على بعض المواد التى تسهل وتنظم إدارة المخلفات الصلبة، ودورها في الإدارة البيئية للمخلفات (قانون رقم 202، 2020):

مادة (1) تعرضت هذه المادة للعديد من المفاهيم الأساسية الشائعة في إدارة المخلفات لضمان المسئوليات والقررات المنظمة، وعدم التداخل في العبارات مما يجعل من القانون وبعض مواده غير واضحة، ويقطع الطريق على عدم فهم بعض مواده لغرض أو غيره ومن هذه المفاهيم تعريف: المخلفات، المخلفات غير الخطرة، المخلفات الخطرة، المدفن الصحى، مدافن المخلفات الخطرة، الإستراتيجية الوطنية للإدارة المتكاملة للمخلفات، معالجة المخلفات، المسئولية الممتدة للمنتج، التسلسل الهرمي، والعلامة الخضراء.

مادة (2) تحديد دور الجهات الإدارية التي تختص بإدارة المخلفات غير الخطرة، والمتمثلة في المحافظات ونطاقها الإداري، وهيئة المجتمعات العمرانية الجديدة، وتتمثل دورها في الدعم الفني والرقابي لجهاز تنظيم إدارة المخلفات الصلبة، وإتاحة الأراضي لتنفيذ مشروعات البنية التحتية، أو أي مشروعات تخص إدارة المخلفات، وأعمال الطرح والترسية ومراقبة عقود العمل.

مادة (3) إنشاء جهاز تنظيم إدارة المخلفات ومقره محافظة القاهرة ومن الممكن إنشاء فروع له في باقي محافظات الجمهورية، ويعين رئيسه بموجب قرار من وزير الدولة لشئون البيئة وحددت المادة (4) هدف الجهاز وهو تنظيم ومراقبة ومتابعة وتقييم وتطوير كل ما يتعلق بأنشطة الإدارة المتكاملة للمخلفات، وجذب الاستثمارات بما يضمن أهداف التنمية المستدامة والتنظيم المستمر مع القطاع الحكومي والخاص ومنظمات المجتمع المدني والدولي.

مادة (5) ناقشت سبل تحقيق أهداف الجهاز من خلال تقديم استراتيجية وطنية متكاملة لإدارة المخلفات، وإعداد قاعدة بيانات تخص المخلفات وإدارتها، وتحديد أدوار ومسئوليات الفاعلين في منظومة إدارة المخلفات، وتحديد النطاقات الجغرافية لمناطق خدمة إدارة المخلفات البلدية، وتحديد مسئوليات الجهات الإدارية، وإدارة موارد الجهاز ومنح التراخيص لمزاولة أي نشاط للمخلفات، وتشجيع البحوث المرتبطة بالمخلفات.

المواد من مادة (6) إلى مادة (14) تناقش مجلس إدارة الجهاز، وتنظم آلية اختياره ودوره ومسئولياته ودورية اجتماعه، والأمانة الفنية المنبثقة عنه، وتنظيم مداخيل الجهاز المالية وآليات ضبطها.

المادة (15) كل شخص ينتج عن نشاطه مخلفات ملزم بضرورة التقليل من كمية المخلفات إلى أقل كمية ممكنة، وتعزيز إعادة استخدام المواد، وإعادة التدوير ومعالجة المخلفات، والحد من الأضرار البيئية والصحية وهذه الخطوات تسلسل هرمي لابد من مراعاته. ووفقًا للمادة (16) يتحمل مولد المخلفات تكلفة الإدارة المتكاملة للمخلفات وبطريقة آمنة صحية بيئيًا.

المادة (17) يحدد رئيس مجلس الوزراء المواد والمنتجات ذات المسئولية الممتدة، والتي يتحمل فيها المنتج تكلفة دورة حياتها كاملة، وبما في ذلك مرحلة ما بعد الاستهلاك وتشمل مرحلة الجمع والنقل والتخلص النهائي.

المادة (18) لا يجوز البيع أو التخزين أو التداول أو التوزيع للمواد البلاستيكية أحادية الاستخدام إلا بعد مطابقتها للشروط الفنية والقياسية الصادرة عن الهيئة المصرية العامة للمواصفات، ولا توزع مجانًا إلا بتصريح كتابي من الجهاز، وتلتزم المنافذ الاستهلاكية الكبرى بتولي عملية جمع وتخزين أكياس التسوق البلاستيكية.

المادة (19) يلتزم المرخص لهم بإدارة نشاط أو أكثر يختص بإدارة المخلفات تدريب وتأهيل العاملين في النشاط، ويضمن سلامتهم المهنية والصحية المنصوص عليها.

المادة (20) يحظر الحرق المكشوف للمخلفات فلا يمكن حرق أي صنف من المخلفات في أماكن غير مخصصة لذلك. المادة (21) الجهات أو الأشخاص المرخص لهم بممارسة نشاط من أنشطة الإدارة المتكاملة للمخلفات يحظر لهم خلط أصناف المخلفات معًا إلا بموافقة الجهاز.

المادة (22) ، (23)، (24) يجوز للمحافظة أو هيئة المجتمعات العمرانية تأسيس شركات بنفسها أو بالمساهمة مع الغير لتنفيذ أي من مهام أو أنشطة الإدارة المتكاملة للمخلفات مع تطبيق المزايا والضمانات والإعفاءات المنصوص عليها في قانون الاستثمار رقم 72 لسنة 2017 مع تخصيص 10% من أرباح الشركات الصافية لدعم منظومة الإدارة المتكاملة للمخلفات .

المادة (25) وضع تعريفة خاصة لأسعار الكهرباء للمشروعات التي تنفذ إنتاج الطاقة من المخلفات بقرار من رئيس مجلس الوزراء وعرض من وزير البيئة وبالاتفاق مع وزير الكهرباء.

المادة (26) تلتزم الجهة الإدارية بنقل نواتج التكريك من مجرى نهر النيل والترع والمصارف والمخلفات المرتبطة بهم من حشائش وطمي وقمامة وغيرها إلى الأماكن المخصصة لذلك.

المواد من (31) إلى (40) ناقشت كل ما يخص المخلفات البلدية من حيث أحقية ملكيتها ومسئولية إدارتها، وتكلفة نقلها وجمعها وفقًا لفئات محددة، وغلق

المقالب العشوائية، وتقديم الدعم المالي والفني لمقدمي خدمة جمع ونقل القمامة، ومنع معالجة المخلفات إلا في المناطق المخصصة لذلك، وتخصيص مناطق للجمع والفرز، وكذلك الغرامات الموقعة والقيمة المطلوب تحصيلها نظير الغرامة.

المواد من (41) إلى (44) ناقشت كل ما يخص مخلفات البناء والهدم وحددت الجهة الإدارية كمسئول رئيسي في إدارة مخلفات الهدم والبناء، ويتحمل الأفراد والجهات المصرح لهم بالهدم والبناء تكلفة نقل وإعادة تدوير مخلفات الهدم والبناء.

المواد (45)، (46) ناقشت كل ما يخص المخلفات الزراعية فتقع مسئولية إدارة المخلفات الزراعية علي مولد تلك المخلفات مع وزارة الزراعة من خلال مديريات الزراعة، ويحظر التخلص منها في الترع والمصارف.

المواد (47)، (52) ناقشت كل ما يخص المخلفات الصناعية فهي تلزم هيئة التنمية الصناعية والمناطق الصناعية الحرة بضرورة وضع خطة لإدارة مخلفات النشاط الصناعي، من خلال جهاز تنظيم إدارة المخلفات وكذلك ألزمت المنشآت الصناعية بضرورة إنشاء سجل للمخلفات الصناعية مع ضرورة عرضه على جهاز تنظيم إدارة المخلفات بشكل سنوي، مع مراعاة فصل المخلفات الصناعية من المنبع واتباع التسلسل الهرمي لإدارتها.

المواد (53)، (64) ناقشت هذه المواد كل ما يخص المخلفات الخطرة فتحديد قوائم المواد الخطرة من خلال لجان فنية من جهاز تنظيم إدارة المخلفات، وتكون المحافظات وهيئة المجتمعات العمرانية هي المختصة بمنح تراخيص تداول المخلفات الخطرة وفقًا لما حددته اللجنة الفنية بالجهاز، وكذلك المنشآت التى ينتج عنها مخلفات خطرة بأنواعها المختلفة الصلبة والسائلة والغازية، وأن يحتفظ بسجل تفصيلي لها وتقع عليه مسئولية تطهير التربة منها، وكذلك ما بعد إغلاق المنشأة

تقع عليه مسئولية آثارها المحتملة في حال حدوث تسرب للمواد أو رشح يسبب تلوثًا للبيئة، ويحظر استخدام العبوات الفارغة للمواد الخطرة، ويحظر تصدير أو استيراد أى من المواد الخطرة أو مرورها بالمياه الإقليمية أو قناة السويس، وكذلك يقع مسئولية جمع وتعبئة ونقل وتخزين والتخلص النهائي من المخلفات الخطرة على المنشآت مولدة هذه المخلفات وناقشت المواد (65) إلى (80) العقوبات على مخالفي نصوص مواد القانون 202 لسنة 2020 ولائحته التنفيذية.

ثالثًا دور تكنولوجيا إدارة المخلفات الصلبة في تحقيق أهداف البعد البيئي لرؤية مصر 2030:

عند تصنيف التكنولوجيات المستخدمة في إداراة المخلفات الصلبة يمكن حصرها في أربع فئات رئيسية، وهي التقنيات المكانية Spatial Technologies والتى تعتمد على البعد المكانى مثل تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من البعد ونظام تحديد المواقع العالمي فهذه التقنيات تتكامل معًا لتسهل اختيار أفضل المواقع للتخلص من المخلفات الصلبة، وتحديد أفضل المسارات لحركة شاحنات نقل المخلفات، والتقييم والمراقبة البيئية للآثار الناجمة لمعالجة المخلفات الصلبة من خلال صور الأقمار الصناعية، وكذلك تقنية تحديد الهوية والخصائص Identification Technologies وتشمل علي عدة أدوات هى الرموز التعريفية Barcode وكذلك أدوات تحديد الهوية بموجات الراديو RFID، وتسهل هذه الأدوات في حصر خصائص المخلفات وتحديد طرق المعالجة المناسبة وتقليل كثافة المواد عند الدفن والتخلص النهائي، وكذلك تقنية الحصول على البيانات من خلال أدوات المجسات sensors وأدوات التصوير Imaging وتسهل هذه الأدوات في تحديد كميات وخصائص المخلفات الصلبة عند الحاجة لإعادة تأهيل المقالب المحكومة

ودراسة التراكمات بها، فضلًا عن تقنية الاتصالات، وهذه التقنية تدخل كأحد الأدوات المساعدة لباقى التقنيات لأنها تشمل أدوات الاتصال القريبة والبعيدة المدى (Hannan, Al Mamun, Hussain, Basri, & Begum, 2015, p. 511) .ولأن عملية إدارة المخلفات الصلبة وطرق معالجتها هى عملية شديدة التعقيد أصدر البنك الدولى دليل استرشاديًا لمتخذي القرار وصانعي ومنفذي السياسات للاسترشاد به وتم من خلاله مقارنة التكنولوجيات الأساسية لعملية المعالجة وتقييم الآثار والنتائج المحتملة لكل طريقة للمعالجة وقد لخص هذا التقرير المقارنات بين تكنولوجيا إدارة المخلفات الصلبة وهي الدفن الصحي، وصناعة السماد العضوي، والتحلل اللاهوائي، والحرق والتحلل الحراري(Kaza & Bhada-Tata, 2018, p. 8).

تعد المخلفات الصلبة أحد مصادر التلوث البيئي التي تشكل عبئًا على صانعي القرارت ومنفذي السياسات، ومن ثم فإن عملية تحويلها إلى مصدر مهم للطاقة أو إنتاج مواد ذات أهمية استراتيجية تعد إحدى المؤشرات البيئية المهمة، ولتنفيذ ذلك لابد من استخدام تكنولوجيا حديثة تضمن مدخلات التنمية المستدامة في عملية إدارة المخلفات الصلبة والتي تضمن بدورها حقوق الأجيال القادمة في الموارد الطبيعة، وصون الطبيعة ومكوناتها، واتباع التسلسل الهرمي في إدارة المخلفات، وكذلك الوصول إلى نقطة صفر مخلفات، فعلى سبيل المثال الغازات التي تنتج من عملية معالجة المخلفات الصلبة البلدية مثل الميثان وغيره من الغازات التي تسبب مشكلة الصوبة الحرارية للأرض وذلك في حال زيادتها على النسب الطبيعية، ومن ثم أثناء معالجة المخلفات الصلبة يتم جمع هذه الغازات واستخدامها في أغراض

إنتاج الطاقة، وذلك بعد معالجتها من خلال تكنولوجيا التغويز Gasification(Tozlu, Özahi, & Abuşoğlu, 2016, pp. 809 - 810).

يقصد بتكنولوجيا إدارة المخلفات الصلبة استخدام التقنيات الحديثة في عملية إدارتها من خلال مجموعة من الوسائل تضمن تحقيق أهداف البعد البيئي (عبد الجليل وآخرون، 2021، ص444). وقد حددت ست آليات لتفعيل دور التكنولوجيا في إدارة المخلفات الصلبة من خلال التحكم في منظومة إدارتها والمتمثلة في تقليل معدلات تولد المخلفات الصلبة، وتحسين عملية جمع المخلفات، وتعزيز عملية الفصل من المصدر وإعادة التدوير، والنقل ورفع كفاءة مواقع الدفن والتخلص النهائي(S. Khan, Anjum, Raza, Bazai, & Ihtisham, 2022, p. 3). وتحسين إيرادت المخلفات الصلبة من خلال رسوم النظافة.

رابعًا تصور مقترح لجمع ونقل المخلفات الصلبة في محافظة بني سويف:

يعد الهدف الأساسي من وضع هذا التصور هو الحفاظ على القيمة الاقتصادية للمواد، وكذلك الفصل من المنبع لضمان تقليل مخاطر الفرز اليدوي على العاملين في قطاع إدارة المخلفات الصلبة، فضلًا عن تحقيق مبدأ التسلسل الهرمي عند إدارة المخلفات الصلبة، ولتحقيق ذلك كان من الضروري أن تقدم الدراسة تصورًا مستدام لهذه العملية، وتتنوع الطرق التقليدية المستخدمة في عملية جمع ونقل المخلفات الصلبة من خلال حاويات لجمع القمامة أو متعهدي جمع القمامة من باب المنزل في حضر المحافظة، أو من خلال سيارات نقل تمر بشكل دوري في ريف المحافظة، حيث يمكن تحقيق أهداف هذا التصور من خلال تفعيل دور التكنولوجيا في جمع ونقل المخلفات الصلبة خصوصًا تطبيق مفهوم الإدارة الشاملة لإدارة المخلفات الصلبة، وكما سبقت الإشارة أن تكنولوجيا إدارة المخلفات الصلبة تصنف لأربع

أقسام أساسية هي: التقنيات المكانية، وتقنية تحديد الهوية والخصائص، وتقنية الحصول علي البيانات، وتقنية الاتصالات، وتكامل هذه التقنيات معًا يحقق مفهوم الإدارة الشاملة للمخلفات الصلبة، ومن خلال هذا التصور سنحاول دمج هذه التقنيات معًا لضمان سريان الإدارة الآلية للمخلفات الصلبة في المحافظة.

يمكن تطبيق هذا التصور في البداية علي مساحة جغرافية صغيرة ثم التوسع مستقبلًا، وتعد مدينة بني سويف الجديدة شرق نهر النيل مناسبة لذلك أو أية منطقة أخرى يقع عليها الاختيار من قبل متخذي القرار، ويتطلب تطبيق التقنيات المكانية قاعدة بيانات متكاملة تشمل استخدامات الأرض، وشبكة الطرق التفصيلية، ومواقع حاويات القمامة، ومناطق توليد المخلفات الصلبة، ومن خلال بيئة نظم المعلومات الجغرافية يمكننا تحديد أقصر الطرق والمسارات للتنقل بين مواقع حاويات القمامة من خلال تحليل الشبكات Network Analysis.

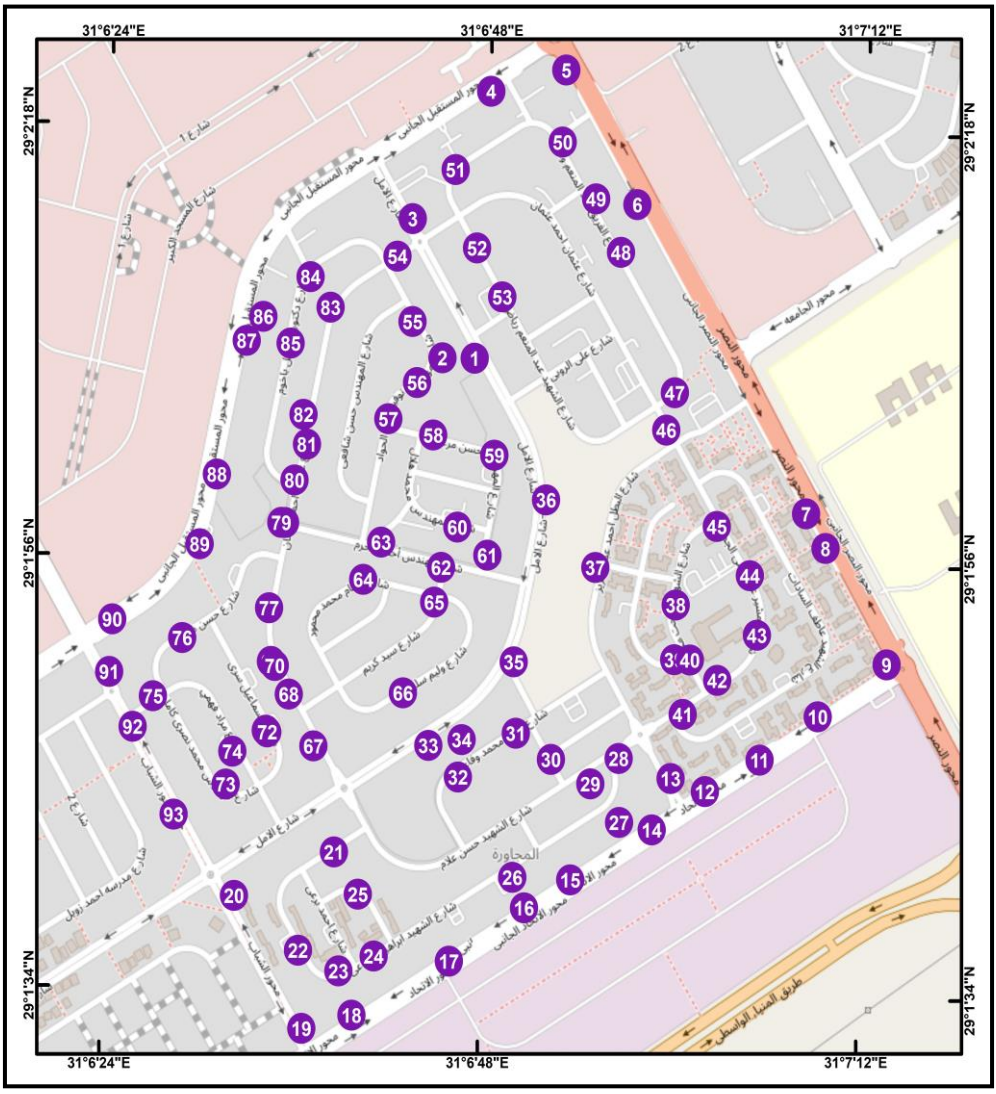
وهنا يأتي دور تكنولوجيا الاتصالات والمعلومات والتي تخبرنا بحالة صناديق وحاويات القمامة بشكل لحظي، ولتطبيق ذلك لابد من استبدال صناديق جمع القمامة التقليدية بصناديق قمامة مختلفة مزودة بحساسات تنقل البيانات إلى غرف التحكم التي تدير منظومة جمع المخلفات ونقلها، ومن خلالها يمكن تصنيف المخلفات من المنبع فيمكن أن تكون هناك فتحات مخصصة للبلاستيك، وأخرى مخصصة لعلب الكانز، وأخرى للكرتون والورق، وأخرى لبقايا الطعام، والأقمشة وتستبدل هذه المواد بإيصالات خصم لمنافذ البيع التجارية؛ فبذلك يمكن للسكان الاستفادة من موادهم ذات القيمة الاقتصادية والتي تكون في الغالب من نصيب لاقطي المخلفات، ويأتي دور تقنية تحديد الخصائص والهوية للمواد ومن خلالها نضمن الفصل من المنبع وعدم تداخل المواد ذات الخصائص المختلفة، ومن ضمن

الأدوات المهمة التي تساعدنا في المتابعة اللحظية لحركات الشاحنات تحليلات التتبع Tracking analyst وهذا التحليل من شأنه أن يسهل من المتابعة الزمنية لحركة شاحنات المخلفات الصلبة بين مواقع ونقاط تجميع المخلفات الصلبة.

من خلال (شكل 1) يتبين ما يلي:

- **وفقًا لشبكة الطرق المتوفرة ومواقع صناديق القمامة المنتشرة في الحي الثاني بمدينة بني سويف الجديدة تم تحديد المسارات النسبية بين هذه الصناديق فكل موقع يحمل رقم يعبر ترتيبه في عملية مرور شاحنات النقل لتفريغه من محتوياته تمهيدًا لنقله لمناطق إدارة المخلفات الصلبة المتمثلة في محطات التخزين الوسيطة أو مصانع إعادة التدوير، وهدف عرض (شكل 1) هو إبراز دور التقنيات المكانية في عملية جمع ونقل المخلفات الصلبة، واستبدال هذه الصناديق بحاويات قمامة ذكية لتسهيل عملية الفرز الآلي، والحفاظ على المواد ذات القيمة الاقتصادية، وتقليل تكلفة النقل، وضمان تحقيق الإدارة الآلية والشاملة لمنظومة المخلفات الصلبة، فعملية الفصل من المنبع لا تطبق حاليًا في محافظة بني سويف، فهناك بعض أنماط الصناديق والحاويات التقليدية لجمع القمامة تحقق عملية الفصل من المنبع ولكنها غير دقيقة وترتبط بسلوك السكان بشكل أساسي.**
- **من المتوقع أن تطبيق الإدارة الشاملة للمخلفات الصلبة سوف يوفر الكثير من النفقات، مثل تقليل المسارات التي تقطعها الشاحنات لجمع المخلفات الصلبة، وكذلك رفع كفاءة جمع المخلفات الصلبة، فضلًا عن تحسين سلوك السكان تجاه المخلفات الصلبة، وهذه النتائج تمثل في الواقع جميع أهداف محور إدارة المخلفات الصلبة.**

- **غرف التحكم لإدارة المخلفات الصلبة هي النقطة المركزية والتي تشمل علي أجهزة الحاسب الآلي وقواعد البيانات التي تستقبل وتخزن البيانات من حيث حالة حاويات القمامة، وتقوم بإرسال هذه البيانات لشاحنات الجمع وتكون مسئولة بشكل كلي عن منظومة النظافة في هذه المساحة الجغرافية والتي قد تمثل مركز أو مجموعة من المجالس القروية معًا وتنسق بشكل فني وإداراي مع مصانع إعادة التدوير لمنع تكدس المخلفات الصلبة.**
- **شاحنات جمع القمامة تكون مزودة بأجهزة اتصال ونقل واستقبال البيانات من وإلى غرف التحكم ومصانع إعادة التدوير، فهي حلقة الوصل بين جميع عناصر منظومة إدارة المخلفات الصلبة وبالتالي من الضروري أن يكون العاملون مدربون ومؤهلون جيدًا.**
- **يمكن من خلال تقنيات الذكاء الاصطناعي إنتاج صناديق وحاويات قمامة ذكية تحقق الأهداف السابقة وبتكلفة مقبولة، فالعائدات المتوقعة قد تغطي تكاليف تشغيلها، ولكن لابد أن يتزامن ذلك مع توعية السكان بكيفية التعامل مع منظومة إدارة المخلفات الصلبة الشاملة والجديدة من خلال برامج تعليمية مخصصة لذلك.**



(شكل 1) مسارات التنقل بين حاويات جمع القمامة بالتطبيق على الحي الثاني بمدينة بني سويف الجديدة

المصدر من إعداد الطالب اعتمادًا على بيانات الدراسة الميدانية أبريل 2021 وباستخدام حزمة برمجيات ArcGIS desktop 10.8.

خامسًا تصور مقترح لإعادة تدوير المخلفات الصلبة في محافظة بني سويف:

تتوزع مصانع إعادة التدوير في محافظة بني سويف وعددها ثلاثة مصانع في مراكز بني سويف والواسطى وسمسطا، ولكن هذه المصانع هي مساحات واسعة

مخصصة فقط لعملية الفرز الآلي واليدوي، وإنتاج السماد العضوي من المخلفات الصلبة المنزلية بكفاءة منخفضة، ولكن المواد ذات القيمة الاقتصادية لا يتم الاستفادة منها لأسباب تم مناقشتها سابقًا فهذه المصانع لا تشمل علي أية وحدات للمعالجة أو إعادة التدوير ويقتصر دورها علي الفرز والتصنيف فقط، ولذلك سوف نعرض تصور مقترح يتمثل في:

- التوسع في إنشاء المصانع المخصصة لعملية الفرز والتصنيف ويكون لكل مركز من مراكز محافظة بني سويف مصنع واحد علي الأقل تنقل إليه جميع مخلفات هذا المركز، وأن يكون ملحق بكل مصنع وحدات للتحلل الحراري ومعدات حديثة تستخدم في استرداد المواد الأصلية مثل الورق والبلاستيك والكرتون والمعادن، فعملية التوسع في إنشاء المصانع أحد أهداف محور إدارة المخلفات الصلبة وفقًا لرؤية مصر 2030 فمن المتوقع أن ترتفع كفاءة جمع المخلفات الصلبة في محافظة بني سويف مما يترتب عليه رفع كفاءة منظومة النظافة.
- فصل أصناف المخلفات الصلبة المختلفة والتي تتدفق لهذه المصانع لأن هذه المصانع تستقبل بعض مخلفات الهدم والبناء، ومخلفات تطهير الترع والمصارف، وبعض المخلفات الطبية فلابد أن تكون المخلفات التي تصل إلى هذه المصانع هي مخلفات منزلية فقط مثل بقايا الطعام والورق والكرتون والبلاستيك والمعادن، فتحقيق منهجية التسلسل الهرمي، والفصل من المنبع يقلل من مخاطر الفرز اليدوي.
- كل مجموعة من المجالس القروية تتبع مركز من مراكز المحافظة تقوم بجمع ونقل المخلفات الصلبة من القرى والمدن بالطرق المناسبة إلى مصانع إعادة التدوير وذلك بعد تأهيل المصانع أوالتوسع في إنشاء مصانع جديدة لتخدم جميع مساحات

محافظة بني سويف، فمعظم المصانع القائمة بالفعل تفتقر للمعدات فلا يمكنها استيعاب كل المخلفات الصلبة التي تنقل إليها.

- إعادة صياغة عقود الانتفاع بين القطاع الحكومي المتمثل في الجهة الإدارية والمستثمرين من القطاع الخاص، لأن المخلفات الصلبة ليست عبئًا في حالة إدارتها بطرق اقتصادية وبيئية جيدة، ومن الممكن أن تمثل موردًا لإنتاج الوقود والمواد والسماد العضوي.
- ضرورة التقييم المستمر لجودة المواد المعاد تدويرها من المخلفات الصلبة مثل البلاستيك أو الزجاج والكرتون والتأكد من مطابقتها للمواصفات القياسية المعتمدة من منظمة الصحة العالمية، مع ضرورة وضع علامة مميزة تعبر عن أن هذه المادة معاد تدويرها وصديقة للبيئة، ولكن لا تدخل في مجال حفظ وتعليب الأغذية ويمكن أن تدخل في صناعات ثانوية أخرى لا تسبب مخاطر لصحة البيئة أو الإنسان.

(جدول 1) التوزيع النسبي لمصانع إعادة تدوير المخلفات الصلبة القائمة والمقترحة في محافظة بني سويف وأطوال المسارات وعدد النقاط المخدومة لكل مصنع

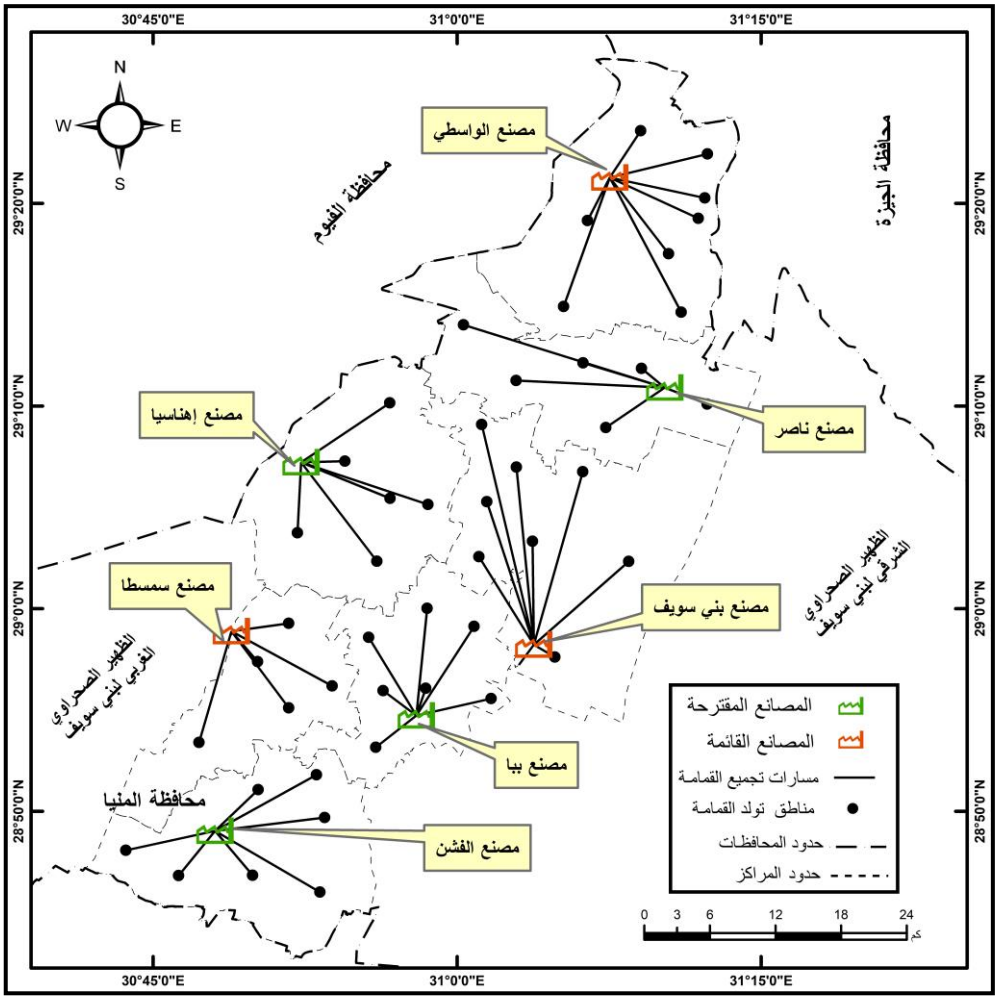
المراكز	عدد المصانع	حالة المصنع	عدد المواقع المخدومة لكل مصنع	أطوال المسارات
الواسطي	1	قائم بالفعل	8	67.4
ناصر	1	مقترح	6	48.10
بني سويف	1	قائم بالفعل	9	100
إهناسيا	1	مقترح	6	48.46
ببا	1	مقترح	7	43.9
سمسطا	1	قائم بالفعل	5	36.46
الفشن	1	مقترح	7	51.2
المجموع	7	-	48	395.5

المصدر من إعداد الطالب اعتمادًا على بيانات الدراسة الميدانية 2021 وباستخدام حزمة برمجيات ArcGIS desktop 10.8.

من خلال تحليل الجدول السابق و شكل (2) يتبين ما يلي:

- تقترح الدراسة إقامة عدد أربعة مصانع بحيث يكون في كل مركز من مراكز محافظة بني سويف مصنع لإعادة تدوير المخلفات الصلبة به، وكذلك عدم التوسع في إنشاء محطات تخزين وسيطة لأن المخلفات الصلبة في النهاية لا تعالج بهذه المحطات وتكون تكلفة النقل مضاعفة لأنها تنقل مرة من مناطق تولدها وتنقل مرة أخرى من محطات التخزين الوسيطة لمصانع إعادة التدوير والفرز، ولكن تحقيق الإدارة الشاملة للمخلفات الصلبة سوف يضمن التنسيق بين مصانع إعادة تدوير المخلفات الصلبة السبع من جهة وشاحنات نقل المخلفات الصلبة.
- التوسع في إنشاء مصانع إعادة تدوير المخلفات الصلبة سوف يرفع من كفاءة جمع المخلفات الصلبة، ومنظومة النظافة فبعد أن كانت كل المخلفات الصلبة تنقل إلى ثلاثة مصانع فقط، ستصبح عدد المصانع سبعة وبالتالي سوف يقلل من تكدس كميات القمامة ويسهل عملية الفرز والتصنيف.
- عدد المواقع المخدومة لكل مصنع ستكون متقاربة بشكل كبير، فنجد مصنع بني سويف يخدم حوالي 9 مناطق يتولد منها مخلفات صلبة، ومصنع الواسطي يخدم حوالي 8 مناطق يتولد منها مخلفات صلبة، في حين أن مركزي إهناسيا وناصر يخدم كل منهما 6 مناطق يتولد عنها مخلفات صلبة.
- مجموع أطوال المسارات التي ستقطعها شاحنات نقل المخلفات الصلبة من مصادر تولدها إلى مناطق إداراتها تمثل حوالي 395.5 كم، هذه المسارات تمثل المسافة من مناطق تولد المخلفات الصلبة ومصانع إعادة تدوير القمامة فهذه المناطق تمثل العمران كالقرى والمدن وجميع المناطق العمرانية.

- **المخلفات الناتجة عن النشاط الصناعي يجب أن يتم إدارتها في مناطق قريبة من المناطق الصناعية كأن يكون بالقرب من كل منطقة صناعية مساحة مخصصة لمعالجة المخلفات الناتجة عن النشاط الصناعي، وكذلك مخلفات الهدم والبناء يجب أن تخصص مساحات مناسبة لتجميعها وإعادة تدويرها، فضلًا عن المخلفات الناتجة عن تطهير الترع والمصارف.**



.(شكل 2) التوزيع المكاني للمصانع القائمة والمقترحة لإعادة تدوير المخلفات الصلبة في محافظة بني سويف
المصدر من إعداد الطالب اعتمادًا على بيانات الدراسة الميدانية 2021 وباستخدام حزمة برمجيات ArcGIS desktop 10.8.

قائمة المراجع

1. عيسى، صلاح عبدالجابر. (2000). البيئة منظور جغرافى. الطبعة الثانية. المنوفية: مطبعة جامعة المنوفية.
2. وزارة الدولة لشؤون البيئة المصرية. (دت). قائمة التعريفات: دليل إجراءات خصخة إدارة المخلفات الصلبة. الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية، البرنامج المصري للسياسات البيئية.
3. خطاب، جمال سعد؛ وسلام، صلاح حسن؛ وعبدالبديع، أيمن سعد. (2016). تأثير إعادة تدوير مخلفات الصناعة على البيئة الاقتصادية: دراسة تطبيقية على شركة مصر للألمونيوم. مجلة العلوم البيئية. معهد البحوث والدراسات البيئية جامعة عين شمس. المجلد (35): الجزء الأول. ص 473 – 491.
4. حسين، فاطمة أحمد محمد؛ محمود، محمد محي الدين. (2020). جدوى إستخدام الكرتون المعاد تدويره فى تنفيذ وحدات الأثاث المستدامة. مجلة علوم التصميم والفنون التطبيقية. المجلد(1). العدد (2). ص 140 – 147.
5. أحمد، أحمد ابراهيم. (2009). إعادة تدوير البلاستيك: الرؤي والاهداف. الهيئة السودانية للمواصفات والمقاييس: اللجنة الفنية للبلاستيك والمطاط ومنتجاتها.
6. سعيد، عادل أحمد محمد؛ وسعيدان، أحمد محمد الحاج؛ وسعيد، سامي زيد محمد. (2020). تقدير تراكيز بعض المعادن الثقيلة في ألعاب الأطفال البلاستيكية المبيعة في أسواق محافظة عدن – اليمن. المجلة العربية للبحث العلمي. العدد (2).
7. السالم، سلطان. (2020). النفاية البلاستيكية والثروة المستدامة: تقرير عن ندوة إعادة تدوير النفايات البلاستيكية ومفهوم الاقتصاد التدويري. منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول. الكويت.
8. شهاب، عمر حمد؛ توفيق، نبيل عارف؛ عبدالله، رشا عزام. (2011). إعادة تدوير المخلفات الصلبة لعلب الألمنيوم للمشروبات الغازية لصناعة الشب والالومينا. المجلة المصرية للتغير البيئي. العدد (3). ص 75 – 96.

9. القزاز، هناء أحمد؛ وعلى، رشا محمد؛ وعمرو، سارة. (2021). أثر إعادة إستخدام نفايات الزجاج على تجميل الميادين العامة بمصر (الرماية بالهرم – جيزة). مجلة العمارة والفنون والعلوم الانسانية. المجلد(6). العدد (30). ص 515 – 537.

10. محمود، سحر شمس الدين. (2015). الاستفادة من فاقد الكتل الزجاجية الملونة في تصميم وانتاج الحلى الزجاجية محليًا. مجلة الفنون والعلوم التطبيقية. المجلد (2). العدد(2). ص 387 – 405.

11. قانون رقم 202 الصادر في 13 أكتوبر لعام 2020، قانون تنظيم إدارة المخلفات، الجريدة الرسمية لجمهورية مصر العربية، العدد 41 مكرر (ب).

12. عبد الجليل، محمد على؛ وصبح، محمود محمد عبدالهادي؛ والغيطاني، شوقي الشحات محمد؛ محمد، طه عبدالعظيم. (2021). استخدام تكنولوجيا حديثة للحد من تراكم المخلفات الصلبة: دراسة تطبيقية على محافظة القاهرة مجلة العلوم البيئية: معهد الدراسات والبحوث البيئية – جامعة عين شمس. المجلد (50). العدد 6: الجزء الرابع. ص ص 429 – 468. نقلاً عن Gupta, P. K., Shree, V., Hiremath, L., & Rajendran, S. (2019). The Use of Modern Technology in Smart Waste Management and Recycling: Artificial Intelligence and Machine Learning. Paper presented at the Recent Advances in Computational Intelligence.

13. Goel, S. (2017). Advances in Solid and Hazardous Waste Management: Springer.

14. Khalil, A., Beheary, M., Salem, E. J. (2001). Monitoring of Microbial Populations and their Cellulolytic Activities During the Composting of Municipal Solid wastes. World Journal of Microbiology and Biotechnology. Vol. 17. No. (2), pp. 155-161.

15. Wiles, C. C. (1977). Effects on Soils and Plants From Applications of Composted Municipal Solid Waste - A Summary of Selected Research Projects. Municipal Environmental Research Laboratory Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency. Management of Gas and Leachate in Landfills.

16. El-Haggar, S. (2001). Paper Recycling in Egypt. In Recovery and Recycling of Paper :Thomas Telford Publishing. pp. 9-16.

17. Jabłońska, B., Kiełbasa, P., Korenko, M., & Dróżdż, T. (2019). Physical and Chemical Properties of Waste from PET Bottles Washing as a Component of Solid Fuels. Journal of Energies . Vol. 12 No. (11), pp. 1 - 17.

18. Shakra, E. H., Awny, M. (2017). A model for E-Waste Recycling System Case Study in EGYPT. International Journal of Engineering and Management Research. Vol. 7. No. (3), pp. 338-345.

19. Yani, I., & Budiman, I. (2015). Development of Identification System of Cans and Bottle. Paper presented at the Journal of Physics: Conference Series.

20. Shinzato, M., & Hypolito, R. (2005). Solid Waste from Aluminum Recycling Process: Characterization and Reuse of Its Economically Valuable Constituents. Journal of Waste Management. Vol. 25. No. (1), pp. 37- 46 .

21. Khan, M. N. N., Saha, A. K., & Sarker, P. K. (2020). Reuse of Waste Glass as a Supplementary Binder and Aggregate for Sustainable Cement-based Construction Materials: A review. Journal of Building Engineering. Vol.28, pp. 1 – 19.

22. Hannan, M., Al Mamun, M. A., Hussain, A., Basri, H., & Begum, R. A. (2015). A review on Technologies and their Usage in Solid Waste Monitoring and Management Systems: Issues and Challenges. Journal of Waste Management. Vol (43). pp. 509-523.

23. Kaza, S., & Bhada-Tata, P. (2018). Decision Maker's Guides for Solid Waste Management Technologies. World Bank Group.

24. Tozlu, A., Özahi, E., Abuşoğlu, A. (2016). Waste to Energy Technologies for Municipal Solid Waste Management in Gaziantep.

Journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol. (54). pp. 809-815 .

25. Khan, S., Anjum, R., Raza, S. T., Bazai, N. A., & Ihtisham, M. (2022). Technologies for Municipal Solid Waste Management: Current status, Challenges, and Future Perspectives. Journal of Chemosphere. Vol. 288 .