

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة محمد بوضياف - المسيلة -



الميدان: هندسة معمارية، عمران ومهن المدينة
فرع: تسيير التقنيات الحضرية
تخصص: تسيير مدينة

معهد تسيير التقنيات الحضرية
قسم تسيير مدينة

مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماستر ضمن القرار الوزاري 008 المعدل والمتمم للقرار 1275 تحت
عنوان:

الإدارة الذكية للنفايات نحو تعزيز استدامة البيئة الحضرية
- دراسة حالة المؤسسة العمومية الولائية لتسيير مراكز الردم التقني
بالمسيلة -

من اعداد الطالبة : بركة اكرام

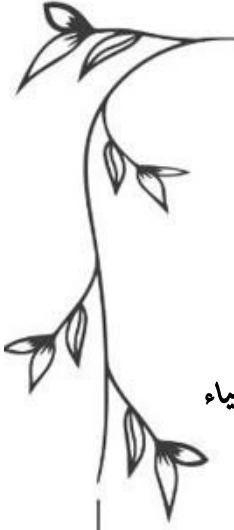
نوقشت بتاريخ 2025/06/24 امام لجنة المناقشة المكونة من السادة :

- الدكتور: دحدوح جمالرئيساً.
الدكتور بركات زين العابدينمشرفاً .
الدكتورة: هوبيب حنانمساعد مشرف.
الاستاذ: سليمان نبيلممتحناً .
البروفيسور: قروش عيسىممثل دار المقاولتية.
المهندس: بن عيسى حمزةنائب مدير مركز الردم التقني بالمسيلة.
الاستاذ: بورزق رضوان ممثلاً عن بلدية المسيلة.



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ





شكر وعرفان

الحمد لله رب العالمين تبارك وتعالى له الكمال وحده، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء

والمُرسلين نبينا محمد وعلى آله وصحبه وجميعين أما بعد:

فإني أشكر الله وأفر الشكر أن وفقني وأعاني على إتمام هذا البحث، ثم أوجه آيات
الشكر والعرفان بالحمد إلى الأستاذ الدكتور "بركات زين العابدين" المشرف الذي منّني
من وقته، وكان لرحابة صدره وسمو خلقه وسلوكه المميز في متابعة البحث ذكر الأثر في
المساعدة على إتمام هذا العمل، وأسأل الله العليّ القدير أن يجازيه خير الجزاء وأن يكتب
صنيعه في موازين حسناته

لي رفاقي الخطوة الأولى والخطوة ما قبل الأخيرة إلى من كانوا خلال السنين العجاف سحابة ممطرة
، أنا ممتن.

لي كل من ومد لنا يد العون

Haram Baraka





اهداء

لحمد لله رب العالمين

لى الاميرة هني وقد ورثت في جوفها كيف اكون انسانا في هذا العالم ...

ولى الطيب والدي وقد بيت في كنفه على ان اكون صادقا قبل ان اخطو خطوتي

الاولى في طريق الحياة ...

لى اخواننا في فلسطين الحبيبة

لى نفسي : دنودر التمام لنا تجلت وطويت المساعي بقلب طموح

لى من شد الله بهم عضدي فكانوا خير معين

اخواني واخوات

ولى كل يد صاغتھا يوما عن ظهر قلب

لى هؤلاء جميعا: اهدىكم هذا العمل

Kham Baraka



الملخص:

في ظل تصاعد التحديات البيئية وتزايد مستويات النفايات في المناطق الحضرية، تبرز الحاجة الملحة إلى اعتماد نماذج ذكية لإدارة النفايات تساهم في تعزيز الاستدامة البيئية والاقتصادية. تهدف هذه المذكرة إلى دراسة الإدارة الذكية للنفايات كأداة حديثة تعتمد على توظيف التكنولوجيا الرقمية لتحسين الكفاءة التشغيلية وتقليل الانبعاثات الضارة في مؤسسات الردم التقني.

تعتمد الدراسة على منهجية تحليلية تجمع بين مراجعة الأدبيات النظرية والممارسات الدولية، بالإضافة إلى دراسة حالة ميدانية لمؤسسات الردم التقني المحلية، بهدف تقييم فرص وتحديات تطبيق الإدارة الذكية في سياق محدودية البنية التحتية، أظهرت النتائج أن التحول الرقمي في تسيير النفايات يسهم بشكل فعال في تحسين جودة الخدمات، وتعزيز مرونة المدن في مواجهة التحديات المستقبلية.

تخلص المذكرة إلى أن الإدارة الذكية للنفايات ليست خياراً بل ضرورة حتمية لتحقيق استدامة البيئة الحضرية، مع التأكيد على أهمية تطوير البنية التحتية الرقمية وتبني استراتيجيات متكاملة تدعم هذا التحول. كما توصي بتعزيز التعاون بين الجهات المعنية وتفعيل المنصات الرقمية لضمان نجاح تطبيق الإدارة الذكية للنفايات.

الكلمات المفتاحية: الإدارة الذكية، النفايات ، الاستدامة ، مراكز الردم، المنصات الرقمية.

Summary:

Amid rising environmental challenges and increasing waste generation in urban areas, there is a pressing need to adopt smart waste management models that foster both environmental and economic sustainability. This thesis investigates smart waste management as a contemporary approach that harnesses digital technologies to enhance operational efficiency and reduce harmful emissions in technical landfill facilities.

The study employs an analytical methodology that combines a review of theoretical literature and international practices with a field case study of local technical landfill centers. It aims to assess the opportunities and challenges associated with implementing smart management in contexts characterized by limited infrastructure. The findings demonstrate that digital transformation in waste management significantly improves service quality and strengthens urban resilience in the face of future challenges.

The thesis concludes that smart waste management is not merely an option, but a vital necessity for achieving sustainable urban environments. It emphasizes the importance of developing digital infrastructure and adopting integrated strategies to support this transition. Furthermore, it recommends enhancing collaboration among stakeholders and activating digital platforms to ensure the successful implementation of smart waste management practices.

Keywords: Smart management, waste, sustainability, landfill centers, digital platforms.



III شكر وعرفان

IV اهداء

V الملخص

XI فهرس الجداول

XI فهرس الاشكال

XI فهرس الصور

الجزء النظري

2 المقدمة العامة

4 الإشكالية

5 الحل المقترح

6 أسباب إختيار الموضوع

7 منهجية البحث والأدوات المستعملة

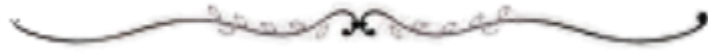
الفصل الاول: الأسس النظرية للإدارة الذكية للنفايات في السياق الحضري

10 تمهيد

11 1. الإدارة الذكية للمدن

11 1. تعريف الإدارة الذكية

11 2. مفهوم الإدارة الذكية للمدن



3. أهداف الإدارة الذكية للمدن 12

II. النفايات الحضرية وتأثيرها البيئي 14

1. تعريف النفايات 14

2. تصنيف النفايات 14

3. خصائص النفايات 15

1.3 الكثافة - DENSITY 15

2.3 الرطوبة MOISTURE CONTENT 16

3.3 القدرة الحرارية CALORIFIC VALUE 16

4.3 نسبة الكربون إلى الآزوت (C/N RATIO) 16

4. دورة حياة النفايات 16

1.4 مرحلة ما قبل الجمع 16

2.4 الجمع والنقل (COLLECTION & TRANSPORTATION) 17

3.4 المعالجة وإعادة التدوير (TREATMENT & RECYCLING) 17

4.4 التخلص النهائي (FINAL DISPOSAL) 18

5. الآثار البيئية السلبية للنفايات الحضرية 20

III. الإدارة الذكية للنفايات 22

1. تعريف الإدارة الذكية للنفايات 22

2. أنظمة الإدارة الذكية للنفايات (SWMSS) 22

1.2 الأنظمة الذكية للنفايات (SWSS) 22

2.2 أنظمة معلومات النفايات الذكية (SWISS) 23

3. الأبعاد التقنية والاستراتيجية للإدارة الذكية للنفايات 25

4. دور أنظمة إدارة النفايات الذكية في تعزيز الاستدامة 25

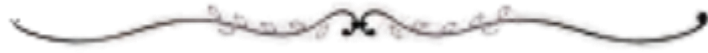
5. دور الإدارة الذكية للنفايات في تعزيز الاقتصاد الدائري 27

الفصل الثاني: الإدارة الذكية للنفايات بين التجارب الدولية والواقع الجزائري في السياق الحضري

I. تجارب دولية رائدة في الإدارة الذكية للنفايات 32

1. التجربة الاماراتية: الإدارة الذكية و المستدامة للنفايات الصلبة في بلدية دبي 32

2. التجربة الروندية: حظر البلاستيك واستراتيجيات الاقتصاد الدائري في إدارة النفايات 36



38..... 3. التجربة النيجيرية: مبادرات المدن الذكية في نيجيريا لإدارة النفايات

43 II. تحديات وفرص تطبيق الإدارة الذكية للنفايات في الدول النامية

43..... أولاً: الفرص (OPPORTUNITIES) .

44..... ثانياً: التهديدات (THREATS)

47 III. جهود الجزائر المبذولة في إدارة النفايات الحضرية الصلبة

47..... 1. النصوص القانونية الرامية لتسيير النفايات الصلبة في الجزائر

50..... 2. المراسيم التنفيذية .

51..... 3. الاستراتيجيات المتبعة لإدارة النفايات في الجزائر ...

51..... 1.3 المخطط الوطني لهيئة الإقليم وتنميته المستدامة آفاق 2030

52..... 2.3 الاستراتيجية الوطنية للتسيير المدمج للنفايات آفاق 2035

53..... 3.3 استراتيجيتها الوطنية الجديدة الإدارة المتكاملة للنفايات في أفق 2035:

الجزء التطبيقي

61 الفصل الثالث: دراسة تحليلية للمؤسسة العمومية الولائية لتسيير مراكز الردم تقني بالمسيلة

62 I. المؤسسة العمومية الولائية لتسيير مراكز الردم التقني بالمسيلة:

62..... 1. التعريف بالمؤسسة.....

62..... 2. مهام المؤسسة.....

62..... 3. المراكز المسيرة من طرف المؤسسة.....

63..... 4. الأبعاد والأهمية الإستراتيجية.....

63..... 5. تعداد عدد العمال المؤسسة.....

64..... 6. كمية النفايات المجمعة من طرف المؤسسة.....

64..... النفايات المنزلية وما شابهها (DÉCHETS MÉNAGERS ET ASSIMILÉS)

64..... النفايات الهامدة (DECHETS INERTES)

65..... 7. جهود المؤسسة في إسترجاع النفايات القابلة للرسكلة

65..... 8. استرجاع النفايات القابلة للثمين.....

67..... 9. الميزانية السنوية للمؤسسة.....

69..... 10. اهم التحديات التي تعاني منها المؤسسة:

تحليل نتائج الاستبيان

- 73..... 11. تحليل نتائج الاستبيان
- 73..... 1. تقييم كفاءة نظام إدارة النفايات الحالي في مدينة المسيلة والجزائر عامة
- 74..... 2. أبرز التحديات التي تعيق تطوير قطاع إدارة النفايات
- 75..... 3. مدى توفر آليات فعالة أو تقنيات حديثة مثل أجهزة الاستشعار الذكية والأنظمة الرقمية لأداء النفايات
- 76..... 4. مدى إمكانية الانتقال نحو إدارة ذكية
- 77..... 5. دور المواطن في إنجاح النظام الذكي
- 78..... 6. العوامل الضرورية لإنجاح التحول الذكي
- 80..... 7. أبرز الفرص الداعمة للتحول الذكي
- 81..... 8. الأنظمة الذكية لإدارة النفايات حسب رأي الخبراء
- 83..... 9. الفوائد المحتملة من تطبيق الإدارة الذكية للنفايات على المستوى الاقتصادي والبيئي
- 85..... 10. خلاصة التحليل
- 85..... التحديات التي أشار إليها الخبراء في تطبيق أنظمة الإدارة الذكية للنفايات :
- 87..... اقتراحات الخبراء لتحسين نظام إدارة النفايات في مدينة المسيلة باستخدام التقنيات الذكية:

89..... خاتمة الفصل

92..... التوصيات

95..... خاتمة عامة

97..... قائمة المصادر والمراجع

100 الملاحق

- 100 الملحق 01: تصريح شرفي بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية
- 101 الملحق 02: نموذج الاستبيان
- 102 الملحق رقم 03: استمارة الموافقة على التأطير



فهرس الجداول

- جدول 1 : جدول نقاط إعادة التدوير iRecycle 41
- جدول 2 : كمية النفايات المنزلية وما شابهها المجمعة من طرف المؤسسة 64
- جدول 3: كمية النفايات الهامدة المجمعة من طرف المؤسسة 64
- جدول 4: يوضح كميات استرجاع النفايات القابلة للتثمين خلال المرحلة (2015-2024) 66
- جدول 5: يوضح النسبة المئوية للنفايات المسترجعة بالنسبة للنفايات 66

فهرس الاشكال

- الشكل رقم 1: رسم توضيحي لركائز الادارة الذكية للمدن 12
- الشكل رقم 2 : اهداف الادارة الذكية للمدن 13
- الشكل رقم 3 : دورة حياة النفايات 19
- الشكل رقم 4 :رسم توضيحي لمبادئ القانون 10-03 49
- الشكل رقم 5: تقييم كفاءة نظام ادارة النفايات من قبل الخبراء 73
- الشكل رقم 6 : أبرز التحديات التي تعيق تطوير قطاع إدارة النفايات حسب رأي الخبراء 74
- الشكل رقم 7 :مدى توفر الآليات الفعالة والأنظمة الرقمية لأداء النفايات حسب رأي الخبراء 75
- الشكل رقم 8 : مدى امكانية الانتقال نحو ادارة ذكية 76
- الشكل رقم 9 : مدى دور المواطن في انجاح النظام الذكي 77
- الشكل رقم 10 :العوامل الضرورية لانجاح التحول الذكي حسب رأي الخبراء 78
- الشكل رقم 11 :ابرز الفرص الداعمة للتحول الذكي حسب رأي الخبراء 80
- الشكل رقم 12 :رأي الخبراء في الانظمة الذكية لادارة النفايات 81
- الشكل رقم 13 :الفوائد المحتملة من تطبيق الإدارة الذكية للنفايات على المستوى الاقتصادي والبيئي 83

فهرس الصور

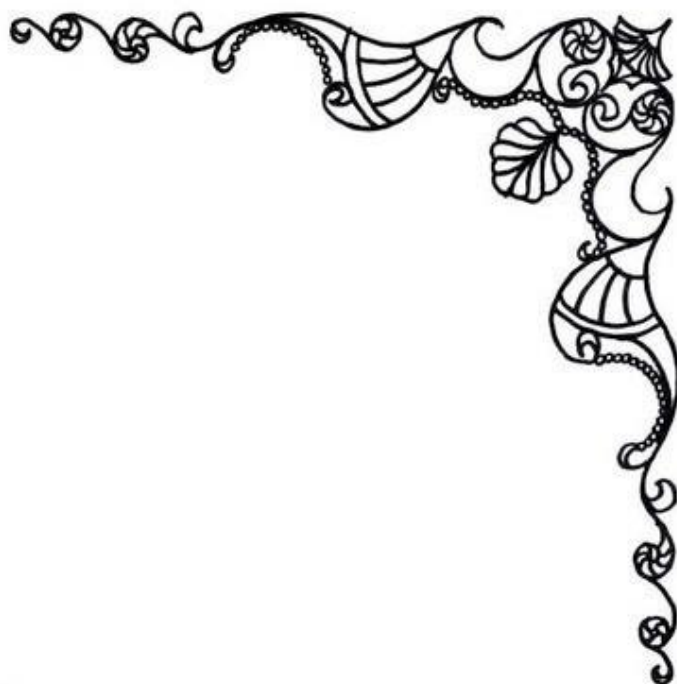
- الصورة رقم 1 : مخطط كتلي عالي المستوى لنظام: iSmartWMS 24
- الصورة رقم 2: نظام البوابة الذكية في بلدية دبي 33
- الصورة رقم 3: 'GPS' نظام تتبع المركبات 35
- الصورة رقم 4 : مبادرات الادارة الذكية للنفايات في روندا 38

فهرس المحتويات

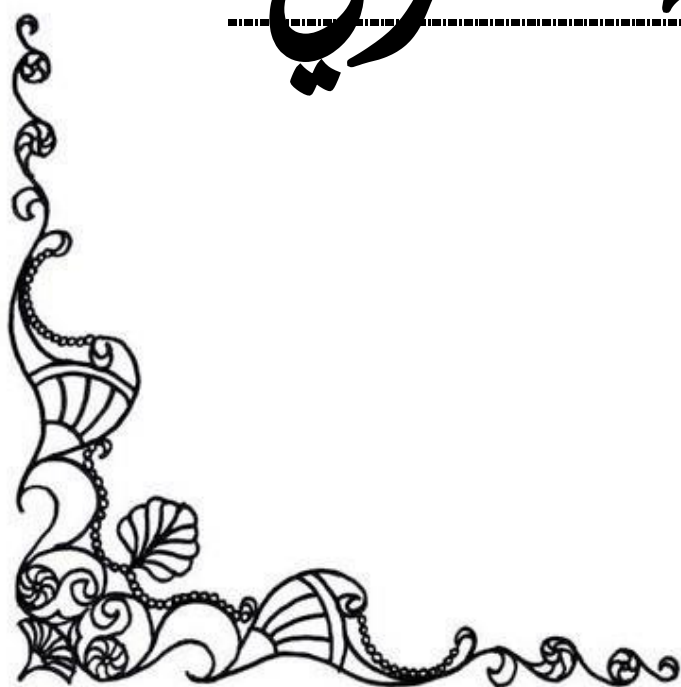
- الصورة رقم 5 : مبادرات المدن الذكية في نيجيريا لإدارة النفايات 42
- الصورة رقم 6 : NDIF تطبيق نظيف 56
- الصورة رقم 7 : بورصة النفايات الصناعية 57

فهرس الاختصارات

الاختصار	الاسم بالفرنسية او الانجليزية	الاسم بالعربية
<i>IOT</i>	Internet of Things	انترنت الاشياء
<i>IA</i>	Artificial Intelligence	الذكاء الاصطناعي
<i>GPS</i>	Global Positioning System	نظام التموقع العالمي
/	Big data	البيانات الضخمة
<i>RFID</i>	Radio-Frequency Identification	التعريف بموجات الراديو
<i>LAWMA</i>	Lagos Waste Management Authority	هيئة إدارة نفايات في لاجوس
<i>ICT</i>	Information and Communication Technology	تكنولوجيا المعلومات والاتصالات
<i>SGD</i>	Sustainable Development Goals	أهداف التنمية المستدامة
<i>SWM</i>	Smart Waste Management	الإدارة الذكية للنفايات
<i>SWSS</i>	Smart Waste Systems)	أنظمة الإدارة الذكية للنفايات
<i>SWISs</i>	Smart Waste Information Systems	أنظمة معلومات النفايات الذكية
<i>PSP</i>	Private Sector Operators	مشغلو القطاع الخاص
<i>WPI</i>	WastePicker Initiative	مبادرة جامعي النفايات
<i>PAPSE</i>	Projet d'Appui à la Petite et Moyenne Entre-prise	برنامج دعم السياسة القطاعية للبيئة
<i>PROGDEM</i>	Programme national de gestion des déchets solides municipaux	برنامج وطني للتسيير المدمج للنفايات المنزلية
<i>PNAGDES</i>	Plan national de gestion des déchets spéciaux	ومخطط وطني لتسيير النفايات الخاصة



الجزء النظري



المقدمة العامة:

في ظل التحديات البيئية المتزايدة التي تواجه المدن الحديثة، شهد العالم في منتصف هذا القرن ثورة تكنولوجية هائلة ونمواً عمرانياً سريعاً وتزايداً مستمراً في عدد السكان، وترتب عن ذلك زيادة في كميات الملوثات وبقياء الاستخدام الصناعي والتجاري والمنزلي، وتعتبر هذه الأخيرة موضوع عالمي معاصر وهم من هموم المختصين بالبيئة والمسؤولين عن شؤون المدينة في أي مكان في العالم، ويعتبر موضوع إدارة وتسيير النفايات من المواضيع التي شغلت ولازالت تشغل حيز كبير من الاهتمام في مجال الاقتصاد البيئي على المستوى العالمي، من أجل الوصول إلى مستوى عالي من النظافة، هي في الحقيقة عملية ليست بالسهلة نظراً لخضوعها إلى عوامل معقدة كثيرة.

ولقد اضحى موضوع النفايات الصلبة إحدى المشكلات البيئية الجسيمة التي تعاني منها كثير من الدول النامية، ليس فقط لآثارها الضارة على الصحة العامة وتعريضها القيم الجمالية والحضارية للتشويه، بل كذلك لآثارها الاقتصادية والاجتماعية ولكل من هذه الآثار ثمنه الباهظ الذي نتكبده، إنفاقاً كان في وسعنا أن نوفره، أو فاقداً كان في مقدورنا أن نتجنبه ففي أكثر مدن العالم الثالث نجدها تواجه مشاكل تدهور البنى الأساسية، وتردي أحوال البيئة، وتواجه البلديات غالباً تركبات ثقيلة من مجمعات المساكن العامة الرديئة التصميم والصيانة والتكاليف المتزايدة واللامبالاة والإعراض من قبل السكان، ففي معظم مدن العالم الثالث نجد ان هناك اهتراء وتآكل النسيج الحضري بسبب الضغط الهائل على المساكن والخدمات، وكثير من القمامة المنزلية مبعثرة في كل مكان وقلما تجد البلديات الوسائل والموارد الكافية لجمعها والتخلص منها، فضلاً عن تراخي السكان وعدم اكترائهم وتعاونهم في هذا المجال.

يُعتبر هذا الموضوع من أخطر المشاكل التي تهدد عالمنا المعاصر ومع التنامي في أشكال وأحجام النفايات وتفاقم مخاطر التلوث وجب اليوم التفكير بجدية في أساليب إدارية فعالة وذات كفاءة أكبر في تذليل مشكل التلوث البيئي وانعكاساته على شعوب العالم ولا بد من التصدي لمشكلات النفايات الحضرية الصلبة في إطار متكامل يستفيد من منجزات العلم والتقنية في هذا المجال ولهذا، وجب اليوم تبني نهج إداري إستراتيجي في إدارة النفايات بشكل أكثر تكاملاً يأخذ بخصائص النفايات من الناحية الكمية والنوعية وحتى الجغرافية، ويعمل بشكل ديناميكي على تقييمها مع الأهداف المحددة مسبقاً، ويحقق في النهاية أكبر قدر ممكن من الاسترجاع والتدوير لتوليد موارد اقتصادية قابلة للاستخدام وتعزيز ما يسمى بالاستدامة البيئية.

ومع التحولات التكنولوجية العميقة التي يشهدها العالم، أضحت الرقمنة وتوظيف التقنيات الذكية خياراً استراتيجياً للارتقاء بكفاءة الخدمات العمومية، ومن بينها منظومة إدارة النفايات وقد شهدت السنوات الأخيرة تنامي الاهتمام بمفهوم "الإدارة الذكية للنفايات"، كأداة تعتمد على تقنيات متقدمة مثل إنترنت الأشياء (IoT)، الذكاء الاصطناعي، والتحليل التنبؤي، بهدف تحسين عمليات جمع وفرز ومعالجة النفايات، وتقليل التكلفة البيئية والاقتصادية لهذه العمليات ويعكس هذا المفهوم تحولاً نوعياً في تصور السياسات الحضرية، كونه يعزز مبدأ الاستدامة ويعيد إدماج النفايات في الدورة الاقتصادية في إطار ما يُعرف بالاقتصاد الدائري.

وتأتي هذه المذكرة في هذا السياق، لتسلط الضوء على الإمكانيات المتاحة لتطبيق الإدارة الذكية للنفايات في مدينة المسيلة، من خلال دراسة حالة المؤسسة التسييرية لمراكز الردم التقني كميدان تطبيقي، وتقييم مدى توافق البنية التحتية والمؤسسية الحالية مع متطلبات هذا النموذج الجديد كما تسعى إلى تقديم تصور أولي لمشروع تطبيقي يستخدم أدوات رقمية حديثة، ويستند إلى تحليل ميداني ودراسة تقييمية تستطلع آراء الخبراء، بغرض تقديم حلول عملية وقابلة للتنفيذ في الواقع المحلي .

الإشكالية:

لقد أصبحت قضية البيئة و حمايتها و المحافظة عليها من مختلف أنواع التلوث واحدة من أهم قضايا العصر وبعدا رئيسيا من أبعاد التحديات التي تواجهها البلدان النامية، خاصة في ظل التخطيط للتنمية الشاملة، وفي ضوء التجارب التي خاضتها البلدان المتقدمة في ايجاد حلول للمشاكل البيئة المعقدة ظهر نهج الإدارة الذكية للنفايات كنهج من المناهج الإدارية المعاصرة في مجال إدارالنفايات، كونه يسمح بتوفير بيئة نظيفة وصحية باستخدام تقنيات مثل إنترنت الأشياء (IoT) ، والذكاء الاصطناعي، وتحليل البيانات، وكونه يمثل تحولا نوعيا في السياسات البيئية، لما يوفره من كفاءة تشغيلية، وجدوى اقتصادية، وتقليل الأثر البيئي للنفايات.

وبالرغم التوجهات الدولية المتسارعة نحو رقمنة إدارة النفايات وتبني تقنيات المدن الذكية لتحقيق التنمية المستدامة، لا تزال معظم المدن الجزائرية، ومنها مدينة المسيلة، تعتمد أنظمة تقليدية في تسيير النفايات الحضرية، ما ينتج عنه قصور في الكفاءة البيئية، وهدر في الموارد، وتفاقم في الأثر السلبي على الصحة العامة والمشهد الحضري وفي هذا السياق، يبرز التساؤل حول مدى إمكانية اعتماد الإدارة الذكية للنفايات كآلية لتحسين جودة التسيير وتعزيز مبادئ الاقتصاد الدائري والاستدامة الحضرية بمدينة المسيلة، وما التحديات والفرص المرتبطة بذلك؟ ومدى استعداد البنية التحتية والمؤسسية لمركز الردم التقني لتبني هذا التحول،

وفي اطار تحليل الاشكالية السابقة سنحاول الاجابة عن الاسئلة الفرعية التالية

1. ما هي أهم الأسس و الاعتبارات التي تعتمد عليها الإدارة الذكية للنفايات ؟
2. ما أبرز النماذج الدولية الناجحة في الإدارة الذكية للنفايات، وما الدروس المستفادة منها؟
3. كيف يمكن للتقنيات التكنولوجية المعتمدة في الإدارة الذكية للمدن أن تواجه التحديات الحضرية المتزايدة وتساهم في تحسين جودة الحياة
4. ما هو واقع تسيير النفايات في مدينة المسيلة، وما أبرز التحديات البيئية والتنظيمية المرتبطة به؟

5. ما مدى توفر الشروط التقنية والمؤسسية التي تتيح تطبيق الإدارة الذكية في مركز الردم التقني بالمسيلة؟
6. كيف يمكن تصميم مشروع نموذجي ذكي لإدارة النفايات في المسيلة يتماشى مع خصوصيات السياق المحلي وهل يمكن لنموذج رقمي ذكي أن يحدث نقلة نوعية في فعالية المعالجة وتحقيق الاستدامة البيئية في هذا السياق؟

الحل المقترح:

إن اعتماد نظام رقمي متكامل ذكي يعتمد على تقنيات التتبع اللحظي (GPS) ، قاعدة بيانات مركزية، ومنصة تفاعلية تشمل خدمات بيئية وإدارية وتجارية، مع دمج آليات تشجيعية لإعادة التدوير ومشاركة المواطنين، سيعمل على تحسين فعالية تسيير النفايات في المدن الجزائرية، تقليل الممارسات الضارة مثل الحرق العشوائي، رفع مستوى الشفافية، وتعزيز الاستدامة البيئية والصحية، مما يؤدي إلى تحسين جودة الحياة وتحقيق التنمية المستدامة على المدى الطويل يمكن أن يشكل التحول نحو الإدارة الذكية للنفايات رافعة استراتيجية لتحقيق الاستدامة الحضرية في مدينة المسيلة، إذا ما تم تكييف التقنيات الرقمية مع الخصوصيات المحلية للمجالين البيئي والتنظيمي.

الأهداف:

لكل بحث غاية أو هدف يسعى الباحث لبلوغه ومن ثمة فنحن نهدف من خلال بحثنا تحقيق مجموعة من الأهداف العلمية والعملية، يمكن تلخيصها كما يلي:

- توضيح الأسس والمبادئ التي تقوم عليها الإدارة الذكية للنفايات، وبيان دورها في تحسين فعالية التسيير الحضري.

- إبراز التقنيات الرقمية المستخدمة في هذا المجال، كأدوات داعمة لتحقيق التنمية المستدامة والحفاظ على البيئة.
- دراسة سبل تحويل قطاع النفايات من عبء بيئي واقتصادي إلى قطاع منتج ومساهم في الاقتصاد الدائري
- اقتراح تصور أولي لنموذج تطبيقي لإدارة النفايات في مدينة المسيلة، يدمج التقنيات الحديثة بهدف دعم الاستدامة البيئية وتحسين جودة الخدمات الحضرية.
- تشخيص واقع إدارة النفايات الحضرية في مدينة المسيلة، مع التركيز على مركز الردم التقني كمؤسسة محورية في منظومة التسيير.
- تحليل إمكانيات التحول نحو الإدارة الذكية في تسيير النفايات باستخدام أدوات رقمية مثل تطبيقات التتبع الذكية.
- رصد التحديات والصعوبات المؤسسية والتقنية التي قد تعيق تطبيق نظام ذكي لإدارة النفايات في السياق المحلي.
- استقراء التجارب الدولية الرائدة في مجال الإدارة الذكية للنفايات، واستخلاص عناصر النجاح القابلة للتكيف محلياً.

أسباب اختيار الموضوع:

لقد جاء اختيارنا لموضوع الادارة الذكية للنفايات لعدة اعتبارات أهمها:

- اهتمامي الشخصي بالمواضيع البيئية، وكل ما يتعلق بها من مشاكل وقضايا بيئية .

- الأهمية المتزايدة لموضوع الإدارة الذكية للنفايات على الصعيد العالمي، في ظل التحولات نحو المدن الذكية والاستدامة البيئية من أجل تجسيد أبعاد التنمية المستدامة.
- الاهتمام المؤسسي المتنامي في الجزائر بهذا القطاع، كما تجلّى في المبادرات الوطنية مثل الحوار الوطني حول النفايات، والإصلاحات القانونية والتنظيمية في المجال البيئي.
- أهمية القضية البيئية، باعتبار النفايات من أكبر التحديات التي تواجه المدن، وتأثيرها المباشر على الصحة العامة وجودة الحياة الحضرية، خاصة في ظل محدودية الموارد، وضعف كفاءة التسيير التقليدي..
- الحاجة الماسة إلى حلول مبتكرة، نظراً لقصور النماذج التقليدية في إدارة النفايات، واستنزافها للموارد، وغيابها عن مفاهيم التحول الرقمي.
- الاهتمام المتزايد من قبل الحكومات والباحثين بمفهوم المدن الذكية، وما يرتبط به من توجهات نحو الرقمنة والاستدامة البيئية.
- حيوية الموضوع وتميزه بتطورات وتحولات متلاحقة تجعل منه موضوع الساعة.
- قلة الدراسات العلمية والتطبيقية في هذا المجال التي تجمع بين البعد البيئي والتكنولوجي في مجال تسيير النفايات مما يمنح البحث طابعاً أصيلاً وقيمة علمية وبالتالي محاولة إثراء المكتبة الجزائرية بموضوع يعد من المواضيع الشائكة التي تستحق الدراسة والتحليل.

منهجية البحث والأدوات المستعملة:

منهج الدراسة: إن اختيار المنهج المناسب هو أفضلية مسبقة للبحث و الوصول إلى نتائج ناجعة، وقد كان لزاماً علينا ونحن نحاول دراسة موضوع الإدارة الذكية للنفايات أن نقوم بتحديد المنهج المناسب للبحث وهو المنهج الوصفي التحليلي، الذي يمكن من فهم المشكلة ومسبباتها ومختلف الطرق الممكنة لمعالجته وتم الاعتماد عليه

نظرًا لملاءمته لطبيعة الموضوع الذي يتناول واقع إدارة النفايات في مدينة المسيلة، وتحليل مدى إمكانية إدماج الحلول الذكية ضمن هذه المنظومة وقد تم توظيف هذا المنهج لتحليل البيانات والمعطيات المتعلقة بالسياق المحلي، وكذلك لدراسة التجارب الدولية المقارنة في مجال الإدارة الذكية للنفايات.

الأدوات المستعملة في إنجاز الدراسة: سعى لنوعية النتائج المراد التوصل إليها و الأهداف المسطرة إرتأينا إلى الإعتماد على تقنيات الإتصال العملية تماشيا مع الظاهرة المدروسة ومن بينها:

1. الكتب و الرسائل الأكاديمية ، المجالات ، و بحوث الوزارة ، و هذا لتحقيق نقطتين أساسيتين :
 - التزود بالمعلومات النظرية.
 - إدراك الأبعاد والمعايير التنظيمية والتقنية.
2. **الملاحظة :** المعاينة الميدانية و الملاحظة المنظمة التي تعتمد على شكل آخر للتشخيص العملي للتغيرات ، وتقنين الإجابات و تثمين الأسباب لرصد واقع تسيير النفايات بمدينة المسيلة، خصوصًا في مركز الردم التقني.
3. **الاستمارة الميدانية :** هي وسيلة مهمة لجمع المادة العلمية بشكلها المباشر ، وهي تسعى لبلوغ دقة المعلومات وُجّه إلى مجموعة من الخبراء والمختصين في مجالات البيئة، وإدارة النفايات، والتخطيط الحضري، وذلك بهدف تقييم مدى جاهزية السياق المحلي لتبني الإدارة الذكية.
4. **المقابلات شبه المهيكلية :** تم إعدادها لتوجيهها إلى مسؤولي مركز الردم التقني بالمسيلة، لفهم التحديات والإمكانات المتوفرة على المستوى العملي.
5. **تحليل الوثائق والتشريعات :** من خلال مراجعة السياسات الوطنية والقوانين المتعلقة بإدارة النفايات في الجزائر



الفصل الاول: الأسس النظرية لإدارة الذكية للنفايات



تمهيد:

مع النمو المتسارع للمدن والتحديات البيئية المتزايدة، أصبح من الضروري البحث عن أساليب أكثر ذكاءً واستدامة لإدارة النفايات بالطرق التقليدية لم تعد قادرة على مواكبة الاحتياجات المتزايدة، إذ تعتمد على جداول جمع ثابتة لا تأخذ بعين الاعتبار الفروقات الفعلية في كميات النفايات المنتجة، مما يؤدي إلى هدر الموارد، ارتفاع التكاليف، وزيادة التلوث البيئي.

في هذا السياق، ظهرت الإدارة الذكية للنفايات كحل مبتكر يعتمد على تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT) لتوفير بيانات دقيقة حول حجم النفايات، مواقع الحاويات، ومستويات الامتلاء، مما يساعد في تحسين عمليات الجمع، تقليل الانبعاثات، وخفض التكاليف التشغيلية. هذه التقنيات تتيح للمدن إدارة النفايات بطريقة أكثر كفاءة، استدامة، ومرونة، بما يتناسب مع متطلبات التنمية الحضرية الحديثة.

يهدف هذا الفصل إلى استعراض مفهوم الإدارة الذكية للنفايات، والتقنيات المستخدمة في تطبيقها، ودورها في تحقيق التنمية المستدامة داخل المدن الذكية. كما سيتم تسليط الضوء على الفوائد التي تقدمها هذه المنظومة، سواء من حيث تحسين كفاءة إدارة النفايات، خفض التكاليف، أو تعزيز جودة الحياة الحضرية

1. الإدارة الذكية للمدن:

1. تعريف الإدارة الذكية:

تعرف الإدارة الذكية بأنها الإدارة التي تستخدم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لتحسين الكفاءة والإنتاجية في تقديم الخدمات العامة.¹

وتعرف أيضا بأنها الإدارة التي تعتمد على استخدام البيانات الكبيرة والتحليلات المتقدمة لتحسين صنع القرار وتعزيز جودة الحياة في المدن²

من خلال التعريفين السابقين يمكن القول أن الإدارة الذكية هي نهج شامل يهدف إلى تحسين إدارة المدن، من خلال الاستفادة من التكنولوجيا الرقمية والبيانات، ويهدف هذا النهج إلى زيادة كفاءة الخدمات عن طريق تبسيط الإجراءات وتقليل الجهد اللازم لتقديم الخدمات. ويهدف كذلك إلى تحسين جودة الحياة وتعزيز الاستدامة البيئية، وكذا توفير قنوات تواصل فعالة بين الحكومة والمواطنين

2. مفهوم الإدارة الذكية للمدن:

يعتبر مفهوم الإدارة الذكية للمدن من المفاهيم المعقدة والمتعددة الأبعاد، حيث لا يوجد تعريف واحد جامع مانع وهذا ما يجعل هذا المفهوم مثير للاهتمام، فالتنوع في التعريف يعكس التنوع في الاحتياجات والتطلعات للمدن المختلفة، فما يناسب مدينة كبيرة ومتقدمة تكنولوجيا قد لا يناسب مدينة صغيرة، لذلك فإن فهم هذه الاختلافات في التعريف يساعدنا على تكييف مفهوم الإدارة الذكية ليناسب كل مدينة على حدى، وفيما يلي أهم هذه التعاريف:

تشير الإدارة الذكية للمدن إلى استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لتعزيز الأداء والرفاهية في المناطق الحضرية، من خلال تحسين كفاءة الخدمات وتحقيق التواصل بين المواطنين والحكومة³.

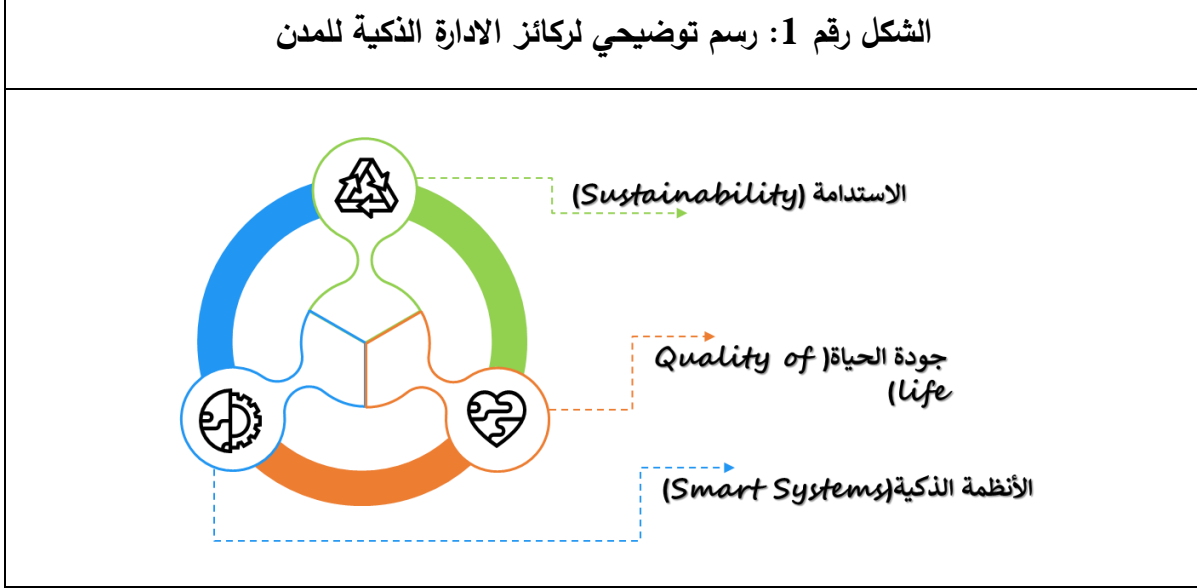
¹ A nthony M. Townsend, Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia, (Norton & Company, usa), 2013, p15

² Michael Batty, " Big Data, Smart Cities and City Planning “, Dialogues in Human Geography, United Kingdom, 2013, p274.

³C. Harrison, I. A. Donnelly, " A research report on A Theory of Smart Cities", IBM Corporation, USA, 2011, p 03.

وتعرف الإدارة الذكية للمدن بأنها تلك التي تعتمد على استخدام الأنظمة الذكية لتحليل البيانات وتقديم الحلول المبتكرة التي تعزز جودة الحياة الحضرية والاستدامة البيئية.¹

الشكل رقم 1: رسم توضيحي لركائز الادارة الذكية للمدن



المصدر: من اعداد الطالبة بالاعتماد على التعاريف السابقة 2025

3. أهداف الإدارة الذكية للمدن:

تُعد الإدارة الذكية نهجًا حديثًا يوظف التكنولوجيا المتقدمة 'الذكاء الاصطناعي، البيانات الضخمة...' في عمليات التخطيط والتنفيذ تتجلى أهميتها في عدة جوانب نذكر منها :

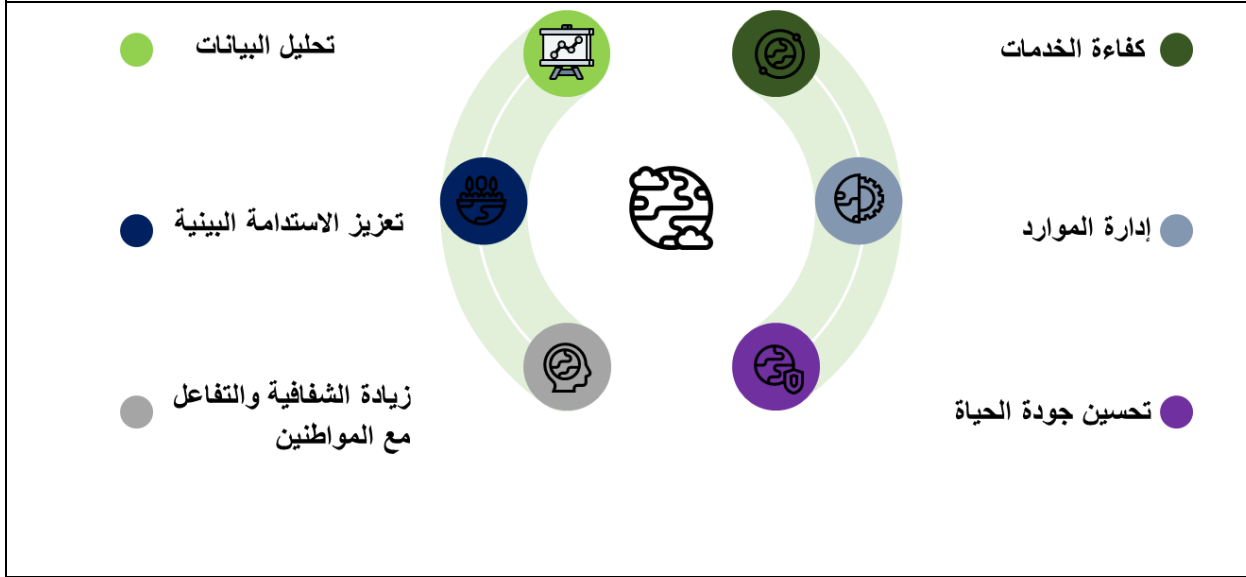
- تسعى الإدارة الذكية إلى خلق بيئة حضرية أفضل من خلال تحسين الخدمات العامة مثل النقل والصحة والتعليم، والأمن.
- تهدف إلى تحسين كفاءة تشغيل الخدمات والبنية التحتية عن طريق استخدام التكنولوجيا والبيانات لاتخاذ قرارات أكثر فعالية وسرعة.
- تهدف الإدارة الذكية إلى تحقيق التنمية المستدامة من خلال تقليل استهلاك الموارد الطبيعية وتقليل الانبعاثات الضارة وتعزيز استخدام الطاقة المتجددة.
- تسعى إلى تعزيز الشفافية والمساءلة في العمل الحكومي والإداري مما يشجع على مشاركة المواطنين في اتخاذ القرارات.

¹ A. M. Townsend, Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia, W.W. Norton & Company, USA, 2013, p15.

الفصل الاول :النفائات الحضرية وتأثيرها البيئي

- تهدف إلى تعزيز التواصل بين الحكومات والمواطنين من خلال منصات رقمية وتطبيقات تتيح للمواطنين الوصول إلى المعلومات والخدمات بسهولة والمشاركة في صنع القرارات
- تسعى إلى خلق بيئة محفزة للابتكار من خلال تشجيع استخدام التقنيات الحديثة والحلول المبتكرة في إدارة المدن.
- تهدف الإدارة الذكية إلى تحسين الأمن والسلامة في المدن من خلال استخدام تقنيات المراقبة والتحليل التنبؤي لتقليل معدلات الجريمة والحوادث
- تسعى الإدارة الذكية إلى خلق بيئة اقتصادية نشطة ومستدامة تدعم الأعمال التجارية المحلية وتجذب الاستثمارات، أي أنها تهدف إلى تعزيز الاقتصاد المحلي.
- تهدف الإدارة الذكية بشكل عام إلى خلق مدن متصلة، مستدامة، وأمنة، حيث يتم تحسين جميع جوانب الحياة اليومية من خلال استخدام التكنولوجيا والبيانات بطرق مبتكرة وفعالة.

الشكل رقم 2 : اهداف الادارة الذكية للمدن



المصدر: من اعداد الطالبة بالاعتماد على اهداف الادارة الذكية للمدن 2025

II. النفايات الحضرية وتأثيرها البيئي:

1. تعريف النفايات:

"كل البقايا الناتجة عن عمليات الإنتاج أو التحويل أو الاستعمال وبصفة أعم كل مادة أو منتج وكل منقول يقوم المالك أو الحائز بالتخلص منه أو قصد التخلص منه، أو يلزم بالتخلص منه أو بإزالته"¹

وتصف النفايات وفقا لمعادلة بازل الشهيرة على أنها "المواد او العناصر التي يتم التخلص منها أو التي من المفترض أن يتم التخلص منها، أو تلك التي يجب التخلص منها بموجب القوانين المحلية المطبقة".

2. تصنيف النفايات:

- حسب تصرف وتأثيرها على البيئة: تصنف ب²
 - **النفايات الخاملة:** تعني النفايات التي لا تبدي أي شكل من أشكال التحولات الفيزيائية أو الكيميائية أو الحيوية، وهي لن تتحلل، أو تحترق أو تتفاعل تفاعلا كيميائيا أو فيزيائيا، ولا تتحلل أو يكون لها تأثير غير عكوس على أي وسط تتواجد على تماس به بأية طريقة ينتج عنها تلويث البيئة أو ضررا على الصحة
 - **النفايات المتحللة حيويا :** هي نفايات قابلة لأن تتحلل تحلا هوائيا أو لا هوائيا كالطعام، نفايات الحدائق الورق المقوى... إلخ
 - **النفايات الخطرة** النفايات الخطرة الناتجة من المنازل نفايات المعالجة والجراحة الحاملة لمواد سامة يتم التخلص منها في مراكز خاصة ولا يمكن خلطها مع النفايات
- تصنيفها حسب مصدرها: وتضم صنفين هما:
 - **النفايات الحضرية الصلبة:** "النفايات الحضرية الصلبة هي الفضلات المنزلية وما يماثلها في النوع والحجم"³.

¹ قانون 01-19 المؤرخ في 27 رمضان عام 1422 الموافق ل 12 ديسمبر سنة 2001 يتعلق بتسيير النفايات ومراقبتها وإزالتها

² وفنارة، فاطمة، و عبدالكريم عيون. "تسيير النفايات الحضرية الصلبة و التنمية المستدامة في الجزائر: حالة مدينة الخروب" رسالة ماجستير. جامعة منتوري قسنطينة، قسنطينة، الجزائر، 2009.

³ المرسوم رقم 378-84 المؤرخ في 15 ديسمبر 1984 الذي يحدد شروط النظافة وجمع ومعالجة النفايات الصلبة والحضرية في مادته رقم 02

اهم مصادر النفايات الحضرية الصلبة¹

- المنازل : نفايات منزلية، نفايات المضايقة، والنفايات الخاصة
- البلدية: كنس الطرقات، الأسواق، الحدائق الوحل الناتج عن معالجة المياه القذرة.
- التجارة، الخدمات والصناعة: النفايات الاستشفائية، بقايا الإنتاج الصناعي، بقايا ورشات البناء والهدم، بقايا قطاع الطاقة والمناجم، النفايات الزراعية،
- **النفايات الصناعية:** هي ذات طبيعة مختلفة نستطيع تقسيمها إلى :
 - النفايات الجامدة: الناتجة عن نفايات ورش البناء والتهديم
 - النفايات الصناعية العادية (DIB) : تتمثل في النفايات الغير خاملة، ولا الخطرة الصادرة عن المؤسسات، ويتم التخلص منها مع النفايات المنزلية
 - النفايات الصناعية الخاصة: باستثناء النفايات المنجمية و الطاقوية المتكونة من جزء كبير من المواد الملوثة والتي تكون جد سامة تتطلب تخزين في مراكز خاصة

3. خصائص النفايات: تتميز بالخصائص التالية²

▪ الكثافة - Density:

وهي نسبة الحجم إلى الكتلة تبين لنا العلاقة بين كتلة القمامة والحجم الذي تشغله ، وهي ذات تأثير كبير على حجم وسائل جمع وتخزين القمامة وتتنغير الكثافة خلال كل مراحل المعالجة التي تتعرض لها النفايات بداية من مكان إنتاجها إلى مكان التخلص منها ، وتتعين الكثافة في كل من - : سلة المهملات - . حاويات النفايات - . في حفر المفرغة - . في المفرغة المضغوطة أو غير المضغوطة . كما تختلف الكثافة في الأحياء المركزية عن الكثافة في الأحياء السكنية ، وفي الأحياء العصرية أكثر من الأحياء القديمة ، ويظهر لنا جليا أنها تتغير في الاتجاه المعاكس للمستوى المعيشي.

¹ idem, Manuel d'information sur la gestion des déchets solides urbains, 2001, p 25

² بديار عادل، تجميع النفايات الصلبة الحضرية وإدارتها . دراسة حالة المسيلة، رسالة ماجستير ، جامعة المسيلة، 2009 ص 19 إلى 21

■ الرطوبة Moisture content:

تعبر الرطوبة عن نسبة الماء الموجودة في المادة فهذه الأخيرة تحتوي عادة على كمية من المياه، يتغير محتواها الاجمالي اساسا مع نسبة الماء في مركبات . وتتغير كمية المياه تبعا للفصول ودرجات الحرارة والظروف الاجتماعية والاقتصادية فكلما كانت نسبة الماء في النفايات مرتفعة، كلما كانت هذه الأخيرة غنية بالمواد العضوية التي تصل رطوبتها المتوسطة الى 80 %، و تكمن الأهمية في معرفة الرطوبة هي أنها تحدد نوع المعالجة المناسبة لهذه النفايات حسب النسبة الموجودة فيها.

■ القدرة الحرارية calorific value :

تعرف بكمية الحرارة المنبعثة من احتراق وحدة كتلة من النفايات الخامة ، وكقاعدة عامة فإنه بقدر ما يزداد محتوى الماء في القمامة بقدر ما تنخفض القدرة الحرارية الدنيا . وتزداد هذه الأخيرة بازدياد المحتوى من السيليلوز (الورق ، مواد التغليف ،...) . وكذا المواد البلاستيكية، التي تعتبر ذو قدرة حرارية كبيرة جدا ، وتقاس بالكيلو كالوري /كلغ.

"كما أن الرطوبة والقدرة الحرارية يعتبران عنصران رئيسيان لاختيار طريقة المعالجة (الحرق أو التسميد) حيث أن الحرق غير ملائم عندما تكون القدرة الحرارية الدنيا أقل من 1500HT أما التخمير فيكون ممكنا في حالة نسبة الرطوبة تقع بين 45% ، 65%¹"

■ نسبة الكربون إلى الآزوت (C/N Ratio) :

المواد العضوية المتواجدة في النفايات المنزلية المتروكة في الهواء الطلق تدخل بسرعة في التخمير تحت تأثير ملايين الكائنات الدقيقة ،فالمعالجة بواسطة التخمير الهوائي المراقب، يؤدي إلى فقدان الكربون مع غناء نسبي الوسط بالآزوت.

4. دورة حياة النفايات:

1.4) مرحلة ما قبل الجمع : وهي المرحلة التي يتم فيها إخراج النفايات من مصدرها وتقديمها للجمع

- يشمل إخراج النفايات من مصدرها سواء من المنازل، المؤسسات، أو الأنشطة التجارية والصناعية.

¹ Robert GILLET , op . cit , p21.

الفصل الاول: النفايات الحضرية وتأثيرها البيئي

- يتم وضع النفايات في أماكن مخصصة لجمعها، إما بجانب الطرقات في الأحياء الحضرية أو في نقاط تجميع مركزية بالمناطق الريفية.

(2.4) الجمع والنقل (Collection & Transportation):

انظمة إزالة النفايات :إن تعدد الإمكانات و الوسائل جعلنا نميز " نظامين لرفع النفايات هما¹ "

نظام الجمع من باب إلى باب: فيه تقوم مصلحة إزالة النفايات بواسطة شاحنات الجمع ، برفع وإزالة النفايات التي يتركها السكان بجانب الطرقات العمومية و تكون في وقت محدد مسبقا

نظام النقل الإرادي: فيه يقوم السكان أنفسهم بحمل نفاياتهم نحو نقاط التجميع (المجمعات) الموضوعة لخدمتهم من طرف البلدية ، لتقوم مصلحة النظافة بنقلها وتفرغها دوريا ، كما يشترط في الحاويات أن توضع في نقاط مركزية و سهلة البلوغ . يطبق عادة هذا النظام في المناطق الريفية أو الأحياء السكنية التي يصعب بلوغها بشاحنات الجمع مثل المدن القديمة.

يتم في هذه المرحلة جمع النفايات بواسطة وسائل مختلفة حسب خصوصيات قطاع الجمع(البنية العمرانية، شبكة الطرق، حجم السكان.. وتبعاً لاختلاف أساليب مرحلة ما قبل الجمع، يتم جمع النفايات المنزلية من نقاط التجميع ونقلها إلى أماكن التخلص النهائي منها ويتم ذلك بواسطة وسائل نقل متخصصة .

(3.4) المعالجة وإعادة التدوير (Treatment & Recycling):

1.3.4 عملية الفرز: تهدف إلى استغلال المواد التي يمكن الاستفادة منها كما أن المواد التي سبق فرزها عند المنبع يعاد فرزها لفصل الورق عن الكرتون والعلب المعدنية إلى الصفيح والألمنيوم، ثم تكبس المواد المفروزة لفصل الحجم، كما يمكن فرم المواد المفروزة إلى قطع صغيرة بالمفارم والكسارات أنواعها²:

- **الطريقة اليدوية التقليدية:** والتي تعتمد على اليد العاملة البشرية في فصل النفايات الصلبة كل حسب نوعها. وتزود بمختلف الأدوات الوقائية (قفازات غير قابلة للثقب، أقنعة واقية للفم، أغطية للرأس)
- **الفرز المغناطيسي:** حسب هذه الطريقة توضع النفايات على رواق متحرك يتعرض إلى مادة مغناطيسية تجذب إليها المعادن القابلة للجذب المغناطيسي.

¹ بديار عادل تثمان النفايات الصلبة الحضرية وإدارتها دراسة حالة المسيلة-مرجع سابق-

² صديقي النعاس، عبد الدائم هاجر، عبد الكريم نادية؛ و اقع تسيير النفايات في الجزائر ودورها في تحقيق التنمية المستدامة، مجلة الإدارة والتنمية للبحوث والدراسات، تامجاد09، العدد 01، 2020، ص 245

الفصل الاول :النفايات الحضرية وتأثيرها البيئي

- الفرز الهوائي: حيث يتم عزل النفايات حسب كثافتها وحجمها وتُقذف في الهواء ليتم عزل المواد المتشابهة حسب مسافة القذف.

2.3.4 المعالجة وإعادة التدوير :

تتمثل هذه المرحلة في كل الإجراءات العملية التي تسمح بترميم النفايات و إزالتها بطرق تضمن حماية الصحة العمومية والبيئة من الآثار الضارة التي قد تسببها النفايات. علما أن معالجة النفايات الحضرية الصلبة كانت تتمثل سابقا في طريقتي الدفن العشوائي أو الحرق العشوائي، وقد تطور هذا المفهوم خلال العقود السابقة وأصبح يعتمد على طرق أخرى تتمثل في: ترميم النفايات أو 4R ويقصد بما أنقص الإنتاج - أعد الاستخدام - أعد التدوير - استرجاع الطاقة " Reduction Reuse - Recycling - recovery " تطبق هذه الطريقة على النفايات غير العضوية ،إعادة تدوير بعض مكوناتها لاستعمالها مرة أخرى، انتاج الطاقة غاز البيوغاز والمواد المحسنة للتربة السماد العضوي وغيرها من المنتجات الحرق الآمن للتخلص من بعض مكونات النفايات أو للاستفادة من بعض نواتج عملية الحرق الدفن الصحي للمواد المتبقية التي لا يمكن استرجاعها أو الاستفادة منها.¹

4.4 التخلص النهائي (Final Disposal):

يتم استخدام هذه الطريقة على النفايات الحضرية الصلبة غير قابلة للتثمين. وتتمثل هذه الطريقة في طريقتين هما: الحرق الآمن أو الدفن الصحي²

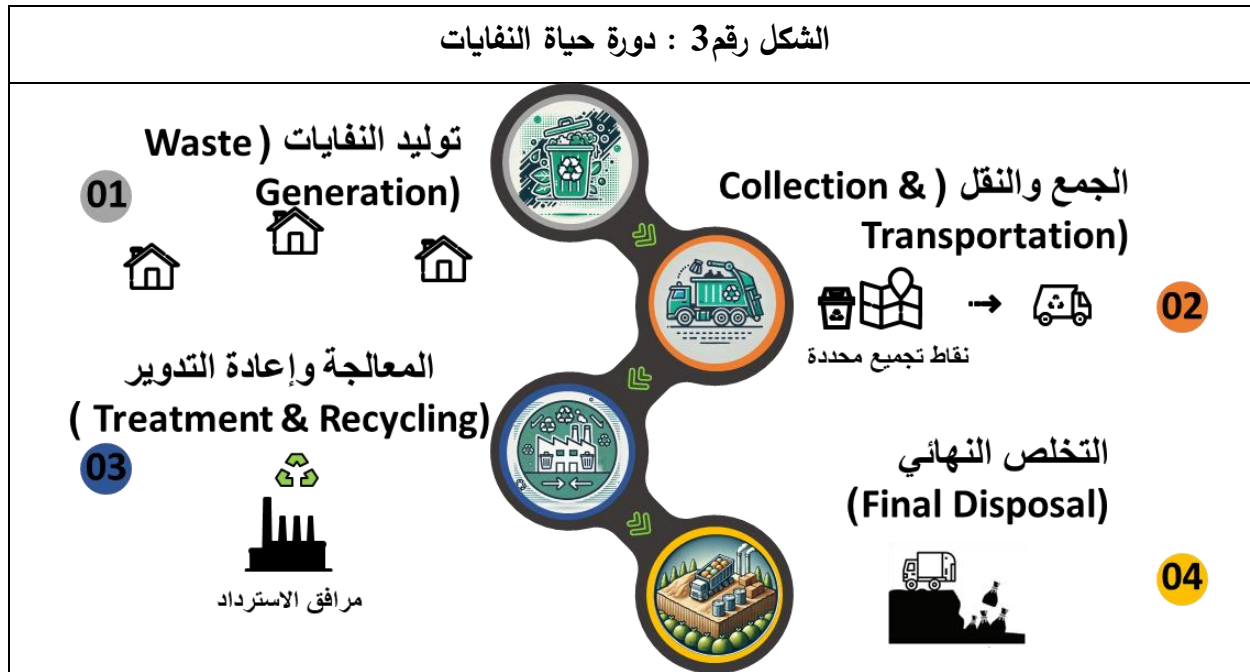
الحرق الآمن: ويطلق عليها بالمعالجة الحرارية أو الترميد، حيث تتم في أفران خاصة، و يتم التحكم في بعض نواتج عملية الحرق بطريقة سليمة من أبخرة وغازات و رماد ويتم اعتماد هذه الطريقة للاستفادة منها، حيث يستفاد من الطاقة الحرارية الناتجة عن الاحتراق في تسخين أنابيب الماء التي تغذي شبكات التدفئة المركزية أو الاستفادة من بخار الماء الناتج عن الحرق الذي يساهم بشكل غير مباشر في إنتاج الطاقة الكهربائية.

¹ بوعفار امال، بن عصمان محفوظ، التسيير المستدام للنفايات الحضرية الصلبة، دراسة حالة المؤسسة العمومية الولائية لتسيير مراكز الردم التقني بسكيكدة، مجلة البشائر الاقتصادية، المجلد 6 العدد 1 ، 2020 ص 852

الفصل الاول :النفايات الحضرية وتأثيرها البيئي

الدفن الصحي: ويطلق عليها أيضا بالطمر الصحي أو الردم التقني، ففي السابق كان يطلق عليها بالدفن العشوائي لأن هذه الطريقة كانت تتم بدفن النفايات في حفر خاصة تقع بعيدة عن المناطق السكنية ويتم ردم هذه الحفرة بطبقات سميكة من الأتربة بهدف طمر النفايات تماما، لكن هذه الطريقة لها آثار سلبية ومتعددة على عناصر البيئة ومنها على صحة الإنسان. أما في السنوات الأخيرة صار يطلق عليها بالدفن الصحي وذلك لأنه يتم التخلص من النفايات الحضرية الصلبة غير قابلة للتدوير أو غير قابلة لإعادة الاستعمال مرة أخرى أو غير قابلة لعملية التسميد بطريقة سليمة لا تؤثر على البيئة و الإنسان.

الشكل رقم 3 : دورة حياة النفايات



المصدر: من اعداد الطالبة بالاعتماد على المراجع السابقة 2025

5. الآثار البيئية السلبية للنفايات الحضرية:

إن الإدارة غير الفعالة للنفايات تؤدي إلى تأثيرات خطيرة على البيئة والصحة العامة والتنمية الحضرية فيما يلي أبرز الآثار السلبية للنفايات الحضرية¹

■ المخاطر الصحية العامة:

- تؤدي النفايات المتراكمة إلى انتشار الأمراض المعدية مثل الكوليرا، التيفوئيد، والتهاب الكبد، خاصة في المناطق التي تفتقر إلى أنظمة إدارة نفايات متطورة.
- يؤدي تحلل النفايات وانبعاث الغازات السامة منها إلى تلوث الهواء، مما يزيد من حالات الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي والحساسية.
- تحتوي بعض النفايات الصناعية والطبية على معادن ثقيلة ومواد سامة يمكن أن تتسرب إلى مصادر الغذاء والمياه، مما يزيد من خطر الإصابة بالأمراض المزمنة مثل السرطان والاضطرابات العصبية.

■ التدهور البيئي:

- تلوث التربة يحدث عندما تتسرب العصارة السامة الناتجة عن تحلل النفايات إلى الأرض، مما يقلل من خصوبة التربة ويؤثر سلباً على الإنتاج الزراعي.
- تلوث المياه ناجم عن تسرب المركبات الكيميائية الخطرة من مكبات النفايات إلى المياه الجوفية والسطحية، مما يجعلها غير صالحة للاستهلاك البشري ويؤدي إلى نفوق الكائنات المائية.
- انبعاث الغازات الدفيئة حرق النفايات العشوائي يؤدي إلى انبعاث مواد سامة مثل الديوكسينات والفورانات، وهي من أخطر المركبات الكيميائية المسرطنة، الميثان (CH_4) وثاني أكسيد الكربون (CO_2) الناتج عن تحلل النفايات العضوية يزيد من ظاهرة الاحتباس الحراري ويعجل بتغير المناخ.
- تأثر التنوع البيولوجي بسبب تلوث البيئات الطبيعية، حيث تتعرض الحيوانات البرية والبحرية لخطر الاختناق أو التسمم .

¹ مسعودي مريم، نحو نظرية عامة للنفايات: آثار النفايات وطرق ومعوقات معالجتها، مجلة دائرة البحوث والدراسات القانونية، مخبر المؤسسات الدستورية والنظم السياسية، العدد 2، 2017، ص 340 إلى 349

■ التأثيرات الاقتصادية والاجتماعية:

- ارتفاع تكاليف إدارة النفايات يمثل عبئاً كبيراً على الحكومات، حيث تتطلب عمليات الجمع والمعالجة والتخلص استثمارات ضخمة.
- انخفاض قيمة العقارات في المناطق القريبة من مكبات النفايات بسبب التلوث البصري، الروائح الكريهة، وانتشار الحشرات والقوارض.
- تؤثر النفايات المتراكمة في الأماكن العامة سلباً على السياحة والاستثمار، حيث تفقد المدن قدرتها على جذب الزوار والمستثمرين.
- يؤدي سوء إدارة النفايات إلى إهدار الموارد القابلة لإعادة التدوير، مما يزيد من استهلاك المواد الخام ويفاقم الأزمات البيئية.

III. الإدارة الذكية للنفايات:

1. تعريف الإدارة الذكية للنفايات

"تُعد الإدارة الذكية للنفايات (SWM) جزءًا أساسيًا من مفهوم البيئة الذكية ضمن المدن الذكية، حيث تهدف إلى تحسين خدمات إدارة النفايات من خلال توظيف تقنيات المعلومات والاتصالات"¹

تشير الإدارة الذكية للنفايات إلى استخدام التكنولوجيا والبيانات لتحسين ممارسات إدارة النفايات، بدءًا من فرز النفايات وفق تصنيفاتها المختلفة، ومرورًا بعمليات الجمع والنقل، وانتهاءً بعمليات التخلص وإعادة التدوير. ويعكس مصطلح "الذكية" على استخدام الأدوات الرقمية مثل أجهزة الاستشعار ونظام تحديد المواقع (GPS) والتحليلات المتقدمة وتقنيات الأتمتة، لمراقبة النفايات وإدارتها بطريقة أكثر كفاءة واستدامة وفعالية.

2. أنظمة الإدارة الذكية للنفايات (SWMSs) :

1) الأنظمة الذكية للنفايات (SWSS) : وهي مكونات مادية تعتمد على تقنيات حديثة، لمراقبة وإدارة النفايات بفعالية نذكر منها ²:

- الحاوية الذكية للنفايات (Smart Trash Bin): تتميز سلة النفايات الذكية بقدرتها على تحديد مستوى امتلائها، والإبلاغ عن حاجتها للصيانة وإرسال هذه البيانات إلى الجهات المعنية، تعتمد على مجموعة من أجهزة الاستشعار الذكية (Smart Sensors) تقوم بالكشف عن أي مدخلات مبرمجة من البيئة المادية والاستجابة لها يتم تركيبها داخل الحاويات لقياس مستوى الامتلاء، درجة الحرارة، والموقع الجغرافي وإرسال هذه البيانات إلى أنظمة الإدارة مثل مستشعرات الموجات فوق الصوتية (Ultrasonic Sensors) لقياس مستوى الامتلاء ومستشعرات (RFID Tags).
- أجهزة GPS لتتبع الشاحنات (GPS Trackers) : أنظمة تتبع يتم تثبيتها على شاحنات جمع النفايات، مما يتيح تحديد مواقعها وتحليل مساراتها لتحسين كفاءة النقل وتقليل استهلاك الوقود.

¹ Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., & Meijers, E. Smart Cities Ranking of European Medium-Sized Cities Vienna, UT: Centre of Regional Science (2007). (p. 11)

² J. S. , K.E.C. A.S.S.'Sorting the Trash: How Smart Waste Management Systems Contribute to Sustainable Development in Smart Cities' Proceedings of the 57th Hawaii International Conference on System Sciences 2024 ,P2244

• **شاحنة النفايات الذكية (Smart Waste Truck " SWT)** : تعد واحدة من أهم المكونات في أنظمة الإدارة الذكية للنفايات حيث تُوظف تقنيات وإساليب متطورة مثل أجهزة الاستشعار، **GPS** ، مع إمكانية تخزين النفايات الرطبة والصلبة بشكل منفصل كما توفر بيانات دقيقة حول مستوى الامتلاء عبر أجهزة استشعار متعددة لتحسين عمليات جمع ونقل النفايات وتقليل التكاليف والانبعاثات الكربونية وتساهم في تعزيز الكفاءة التشغيلية والاستدامة البيئية من خلال الاتصال الفوري مع خوادم النظام وتوجيه مسارات الجمع ديناميكياً استناداً إلى بيانات الامتلاء الحقيقية للحاويات.

(2) **أنظمة معلومات النفايات الذكية (SWISSs):** وهي أنظمة متخصصة في جمع البيانات وتحليلها لدعم اتخاذ القرار وتحسين الخدمات المرتبطة بإدارة النفايات، وذلك من خلال المعلومات التي توفرها الأنظمة الذكية نذكر منها :

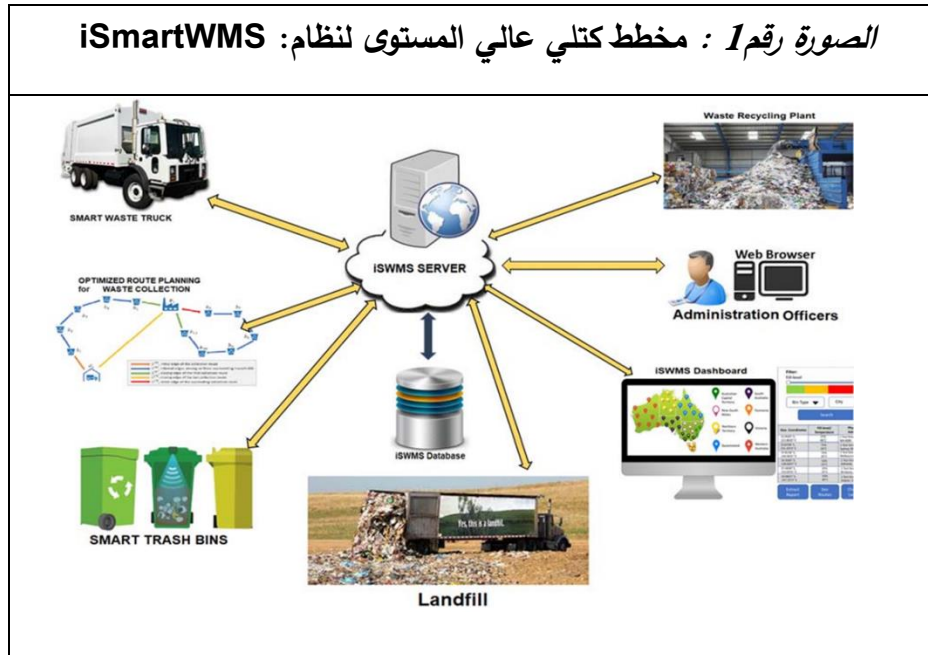
• **الذكاء الاصطناعي (AI)** هو فرع من فروع علوم الحاسب الفرعية التي تهتم بإنشاء برمجيات ومكونات مادية وتطوير أنظمة قادرة على محاكاة القدرات الذهنية البشرية، مثل التفكير والتعلم واتخاذ القرارات، يتم استخدام هذه الأنظمة لحل المشكلات المعقدة في مختلف المجالات، مثل تحسين حركة المرور، إدارة الطاقة، وتوفير الخدمات الحكومية، فعلم الذكاء الاصطناعي يهدف إلى محاكاة بعض عمليات الإدراك والاستنتاج المنطقي التي يجيدها الإنسان بشكل آلي وسرعة عالية، وكذلك انجاز العديد من المهام الصعبة والمعقدة التي كانت تتم يدوياً وذلك باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي المتقدمة، وهذه التقنيات يمكن أن تتكامل مع نظم المعلومات المبنية على الحاسب لزيادة قدراتها وتطوير نطاق التطبيقات التي تتم باستخدامها¹.

• **إنترنت الأشياء (IoT) Internet of Things** : إنترنت الأشياء بنية تحتية ديناميكية وعالمية للشبكة تعتمد على بروتوكولات الاتصال القياسية والقابلة للتشغيل وإمكانات التكوين الذاتي. في هذه البنية التحتية للشبكة المحددة تكون "الأشياء" المادية والافراصية مترابطة لها هويات وسمات مادية وشخصيات افتراضية وتستخدم واجهات ذكية ويتم دمجها بسلاسة في شبكة المعلومات الدولية" في حالة إنترنت الأشياء يمكن اعتبار هذا البعد الجديد للأشياء امتداداً للتفاعل والتواصل بين الإنسان والحاسوب.²

¹ عبد الغني العاقل، خالد قاشي، "البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي لتمكين التحول إلى حكومة ذكية"، مجلة نماء للاقتصاد والتجارة، المجلد 05، العدد 02، ديسمبر 2021، ص42.

² Vermesan O., Friess P., Guillemin P., Gusmeroli S., Sundmaeker H., Bassi A., ... and Doody P. 2011. In-ternet of things strategic research roadmap. Internet of things-global technological and societal trends,1(2011), 9-52)

- **البيانات الضخمة (big data)** :هي عبارة عن مجموعات هائلة من البيانات المعقدة التي تتميز بحجمها الضخم وسرعتها العالية وتنوعها الكبير ، ويتجاوز حجمها قدرات أنظمة معالجة البيانات التقليدية، وكثيرا ما تتاح في وقتها، وتأخذ أشكال متنوعة إذا فهمت بشكل أعمق، وتمثل هذه البيانات فرصة كبيرة لاستخلاص رؤى قيمة وتحسين عمليات اتخاذ القرار في مختلف المجالات¹
- **تطبيق الأندرويد Android Application** يعمل كحلقة وصل بين المستخدمين والجهات المسؤولة يوفر للمستخدم مجموعة من الميزات منها تتبع موقع شاحنة جمع النفايات، مراقبة اوقات الجمع ، بالإضافة إلى إمكانية التفاعل مع الجهات المسؤولة لتقديم الشكاوي كما يمكن للمستخدم تقديم اقتراحات للحكومة بشأن حلول أفضل لمواجهة تحديات إدارة النفايات. علاوة على ذلك، تُضاف ميزة أخرى تسمح للمستخدم بحجز شاحنة جمع النفايات لاستلام المخلفات من موقعه مقابل رسوم محددة.²



المصدر: ³ *Smart City Waste Management through ICT and IoT driven Solution*

¹ 44 عبد الغني العاقل، خالد قاشي، لمرجع نفسه، ص

² Sanjiban Chakraborty, Aniket Mehta SMART WASTE MANAGEMENT SYSTEM, JETIR , Volume 8, Issue 5 May 2021,p251

³ Dipak S. Gade¹ & P. S. Aithal Smart City Waste Management through ICT and IoT driven Solution¹Post Doctoral Research Scholar, Department of Computer Science and Engineering, Srinivas University, Mangalore, Indi 2021 p08

3. الأبعاد التقنية والاستراتيجية للإدارة الذكية للنفايات:

تعتمد الإدارة الذكية للنفايات على منظورين أساسيين :التقني والاستراتيجي، حيث يمكن تحديد ثلاثة أهداف استراتيجية رئيسية تسهم في تحسين كفاءة أنظمة إدارة النفايات:

■ تقليل إنتاج النفايات:

- يتمثل الهدف الأساسي في الحد من توليد النفايات وتقليل آثارها البيئية السلبية.
- لا يقتصر مفهوم النفايات على المواد التي يتم التخلص منها بعد انتهاء دورة استخدامها، بل يشمل أيضًا التلوث البيئي الناتج عن الممارسات غير المستدامة، مثل التخلص العشوائي من المخلفات .
- يعد تقليل إنتاج النفايات خطوة ضرورية لمنع التلوث البيئي، بما في ذلك تلوث المياه، التربة، والهواء

■ تحسين عمليات جمع ونقل النفايات:

- تهدف هذه الاستراتيجية إلى تقليل استهلاك الموارد التشغيلية، مثل الطاقة والوقود، من خلال تحسين كفاءة جمع ونقل النفايات)
- يتم تحقيق ذلك عبر تقليل المسافات المقطوعة لشاحنات جمع النفايات، مما يساهم في خفض الانبعاثات الغازية وتقليل التكلفة التشغيلية

■ تحسين معالجة النفايات وإعادة تدويرها:

- تشمل هذه الاستراتيجية إعادة تدوير النفايات واسترداد الموارد، مما يتيح إعادة استخدامها كمواد خام في الدورة الاقتصادية، وبالتالي تقليل الحاجة إلى استخراج موارد جديدة .
- تشمل هذه العمليات أيضًا إنتاج الطاقة من النفايات، حيث يتم استخدامها في توليد الكهرباء أو توفير التدفئة، مما يجعلها مصدرًا بديلاً للطاقة التقليدية

4. دور أنظمة إدارة النفايات الذكية في تعزيز الاستدامة:

تعزيز السلوك البيئي المستدام من خلال التحفيز التفاعلي:وفقاً لدراسة Hoffmann وPfeiffer ، يعد تعزيز السلوك البيئي المستدام أحد الأهداف الرئيسية في إدارة النفايات الذكية، حيث استخدم الباحثون تقنيات التحفيز

التفاعلي (Gamification) لتشجيع الأفراد على تحسين ممارساتهم البيئية، وتعزيز الوعي بأهمية إعادة التدوير، وتقليل النفايات¹ ، يهدف هذا النهج إلى توفير معلومات شاملة حول كيفية التعامل مع النفايات بطرق أكثر استدامة، مما يحقق أحد الأهداف الفرعية للهدف 12 من أهداف التنمية المستدامة (SDG 12.8) ، والذي ينص على ضرورة توفير المعلومات اللازمة للجميع حول التنمية المستدامة وأهمية تبني أساليب حياة صديقة للبيئة².

- **الأثر البيئي:** يؤدي تحسين سلوكيات الأفراد فيما يتعلق بإدارة النفايات إلى زيادة معدلات إعادة التدوير، مما يقلل من الحاجة إلى استخراج موارد جديدة، وبالتالي يخفض استهلاك الموارد الطبيعية ويحافظ على البيئة.

- استخدام التطبيقات الذكية لتحسين ممارسات التخلص من النفايات: طُورت تطبيقات ذكية تعتمد على تقنيات التحفيز التفاعلي لتشجيع الأفراد على التخلص السليم من النفايات وزيادة معدلات إعادة التدوير تهدف هذه التطبيقات إلى تقليل النفايات العشوائية وزيادة كمية النفايات التي يتم التخلص منها في الحاويات المناسبة، مما يسهم في الحد من التلوث البيئي³.

- **الأثر البيئي:** رفع مستوى الوعي العام حول أهمية التنمية المستدامة وأثر السلوك الفردي على البيئة

وتقليل النفايات المنتشرة في الأماكن العامة، مما يحد من التلوث ويحسن جودة الحياة الحضرية.

- تحسين كفاءة جمع النفايات وتقليل الانبعاثات: تعتمد أنظمة جمع النفايات الذكية على أجهزة استشعار مثبتة في الحاويات، مما يتيح جدولة عمليات الجمع بناءً على مستوى الامتلاء الفعلي للحاويات، بدلاً

■

¹ Hoffmann, G., & Pfeiffer, J. Gameful Learning for a More Sustainable World. *Business & Information Systems Engineering* 2021 , 459-482

² UN. (2022). *The Sustainable Development Goals Report 2022*

³ Aguiar-Castillo, L., Clavijo-Rodriguez, A., De Saa-Perez, P., & Perez-Jimenez, R. Gamification as An Approach to Promote Tourist Recycling Behavior. *Sustainability*, 2019 11(8)

من اتباع جدول زمني ثابت، يؤدي هذا النهج إلى تقليل المسافات غير الضرورية التي تقطعها شاحنات جمع النفايات، مما يقلل من استهلاك الوقود والانبعاثات الضارة¹.

الأثر البيئي:

- تحقيق الاستخدام الأمثل للموارد وتقليل استهلاك الطاقة، بما يتماشى مع الهدف 12 من أهداف التنمية المستدامة (SDG 12)
- الحد من تلوث الهواء وتقليل انبعاثات الغازات الدفيئة، مما يدعم الهدف (SDG 3) والهدف (SDG 11)، اللذين يركزان على تحسين جودة الهواء والاستدامة الحضرية²

أنظمة الفرز الذكي لتعزيز إعادة التدوير: تسهم أنظمة الفرز الذاتي في تحسين إدارة النفايات من خلال فصل المواد القابلة لإعادة التدوير عن النفايات غير القابلة للاسترجاع بطريقة أوتوماتيكية³.

الأثر البيئي: زيادة معدلات إعادة التدوير تؤدي إلى تقليل الحاجة لاستخراج موارد جديدة، مما يدعم الهدف 12 من أهداف التنمية المستدامة (SDG 12)، كما يعزز هذا النهج نموذج الاقتصاد الدائري، مما يتماشى مع الهدف (SDG 8)، الذي يركز على الاستهلاك والإنتاج المستدامين

5. دور الإدارة الذكية للنفايات في تعزيز الاقتصاد الدائري:

"نموذج إقتصادي يهدف للقضاء على الهدر من خلال نظام حلقة الموارد المغلقة بالشكل الذي يضمن تحقيق التنمية المستدامة"⁴

يعتبر نموذجًا اقتصاديًا مبتكرًا يهدف إلى إعادة استخدام الموارد وتقليل الهدر، يركز على سبعة مبادئ 7R: **Reuse**، إعادة التدوير **Recycle**، وإعادة التفكير **Rethink**، والتقليل **Reduce**، وإعادة الاستخدام **Reuse**، والإصلاح **Repair**، التجديد **Refurbish**، والاستعادة **Recover**، بدلاً من النموذج الخطي التقليدي الذي يعتمد على الاستخراج، الإنتاج، الاستهلاك، ثم التخلص. في هذا السياق، تلعب الإدارة الذكية للنفايات دورًا

¹ Aazam, M., St-Hilaire, M., Lung, C. H., & Lambadaris, ICloud-based smart waste management for smart cities. 21st International Workshop on Computer Aided Modelling and Design of Communication Links and Networks.2016.

² Bräutigam, J., Gupta, A., & Göhlich, D. Simulated Annealing-based Energy Efficient Route Planning for Urban Service Robots. 26th International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics2022

³ Janeera, D. A., Pratheeba, R., Ragamaliga, M., & Sheela, M. S. Visual Servoing and Deep Capsule Network Learning for Contactless Smart Waste Segregation. 2nd International Conference on Smart Electronics and Communication2021

⁴ مجلة الإدارة **ZenRobotics** برغوث اسامة، معوشي بوعلام، دور الذكاء الاصطناعي في تطوير الاقتصاد الدائري: دراسة حالة مؤسسة الفنلندية والتنمية للبحوث والدراسات، المجلد رقم 12 العدد 02، 2023، ص128

أساسيًا في دعم الاقتصاد الدائري من خلال اعتماد التقنيات الرقمية، وإنترنت الأشياء IOT، والذكاء الاصطناعي AI لتعزيز عمليات إدارة النفايات وتحويلها إلى موارد اقتصادية وهي كالتالي :

1. **تحسين عمليات الفرز والتصنيف:** تساهم الأنظمة الذكية في تحسين جودة المواد القابلة لإعادة التدوير، مما يزيد من فرص إعادة استخدامها وتقليل النفايات الموجهة إلى المكبات تعتمد على أنظمة الفرز الذكي التي تستخدم تقنيات مثل الرؤية الحاسوبية والاستشعار الذكي لفرز النفايات تلقائيًا، هذا ما يساعد في تعزيز إعادة تدوير المواد الخام مثل البلاستيك والمعادن والورق مما يدعم الاقتصاد الدائري من خلال تقليل الحاجة إلى استخراج موارد جديدة.
2. **تقليل إنتاج النفايات من المصدر:** تعتمد الإدارة الذكية على تحليل البيانات الضخمة لرصد أنماط إنتاج النفايات الحكومات والشركات الصناعية على تحديد مصادر الفاقد واتخاذ تدابير وقائية لتقليل توليد النفايات يساهم هذا التحليل في تطوير نماذج إنتاج أكثر كفاءة، حيث يمكن تحسين عمليات التصنيع بحيث تُنتج كميات أقل من المخلفات، مما يدعم التحول إلى تصميم مستدام للمنتجات.
3. **تعزيز إعادة التدوير وإعادة الاستخدام:** تسمح المنصات الذكية لإدارة النفايات بتوفير بيانات دقيقة حول كمية ونوع النفايات، مما يساعد على تحسين قرارات إعادة التدوير وإعادة الاستخدام على المستويين الصناعي والاستهلاكي يمكن لأنظمة التتبع الذكي للحاويات تمكين الجهات المعنية من مراقبة تدفقات النفايات القابلة لإعادة التدوير، مما يساهم في تحسين كفاءة استخدامها داخل الصناعات المختلفة.
4. **تحويل النفايات إلى موارد جديدة:** تساعد الإدارة الذكية للنفايات في تحويل النفايات العضوية إلى طاقة مثل تقنية الهضم اللاهوائي لإنتاج الغاز الحيوي أو تحويل النفايات البلاستيكية إلى وقود صناعي يؤدي ذلك إلى خلق دورة مستدامة للموارد، حيث يتم استخدام النفايات كمصدر للطاقة أو كمواد خام لصناعات أخرى .
5. **تعزيز الاستدامة البيئية من خلال استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء،** يمكن تحسين كفاءة جمع ونقل النفايات، مما يقلل من استهلاك الوقود وانبعاثات الكربون

خاتمة الفصل الاول :

أثبتت الإدارة الذكية للنفايات أنها ليست مجرد تطور تقني في مجال الخدمات الحضرية، بل تعد ضرورة ملحة لمواجهة التحديات البيئية والاقتصادية والاجتماعية التي تعاني منها المدن الحديثة. فمن خلال استخدام أجهزة الاستشعار الذكية، منصات تحليل البيانات، أصبح من الممكن تحسين كفاءة جمع النفايات، تقليل الانبعاثات الكربونية، وخفض التكاليف التشغيلية، مما يسهم بشكل مباشر في تحقيق أهداف التنمية المستدامة (SDGs).

كما أن الاعتماد على البيانات الحية في اتخاذ القرارات يتيح تطوير سياسات أكثر فاعلية في إدارة النفايات، وتعزيز الشفافية في الخدمات المقدمة للمواطنين ومع تزايد الابتكارات في هذا المجال، من المتوقع أن تشهد الإدارة الذكية للنفايات مزيداً من التحسينات التي ستجعل المدن أكثر استدامة، نظافة، وكفاءة في استخدام مواردها.

بناءً على ما تم عرضه، يمكن القول إن تبني حلول الإدارة الذكية للنفايات يعد خطوة جوهرية في تطوير المدن الذكية، حيث تساهم هذه المنهجية في خلق بيئة حضرية أكثر تنظيماً، وتحسين جودة حياة الأفراد، وتعزيز الاستدامة البيئية. لذا، يجب على البلديات والجهات المختصة تكثيف جهودها في تبني هذه التقنيات والاستفادة القصوى من إمكانياتها لضمان مستقبل حضري أكثر استدامة وكفاءة.



الفصل الثاني: الإدارة الذكية للنفايات بين التجارب الدولية والواقع الجزائري في السياق الحضري



تمهيد :

أصبحت إدارة النفايات في المدن المعاصرة من أكثر القضايا الحضرية تعقيداً، نظراً لارتباطها الوثيق بالصحة العامة، جودة الحياة، وحماية الموارد الطبيعية. ومع التطور التكنولوجي وتزايد الحاجة إلى ممارسات مستدامة، برز مفهوم الإدارة الذكية للنفايات الذي يُعد وليد الأفكار والآراء التي تضمنتها الاستدامة البيئية والتي لفتت اهتمام علماء الاقتصاد البيئي على وجه الخصوص، ما نتج عنه ظهور نظريات هامة تتعلق بتسيير النفايات وقد ركزت خصوصاً على أساليب إعادة التدوير واسترجاع الموارد، ما نتج عنه في الأخير إلى تطور ما يعرف بالتسيير الذكي و المستدام للنفايات كأحد أبرز الحلول الحديثة التي تجمع بين الرقمنة، إنترنت الأشياء (IoT) ، الذكاء الاصطناعي، وتحليل البيانات في خدمة البيئة والحوكمة الحضرية .

وفي هذا السياق بادرت العديد من الدول الأوروبية و الافريقية لتجسيده والعمل وفقاً لآلياته وأساليبه الحديثة في تسيير النفايات ، وهو ما مكنها من تحقيق نتائج ملموسة على مستوى الاستدامة البيئية وكفاءة الخدمات، لذلك، نسعى من خلال هذا الفصل إلى تسليط الضوء على بعض النماذج والتجارب الدولية الرائدة، خاصة في الدول النامية، ممثلة في التجربة الإماراتية، التجربة الروندية والتجربة النيجيرية، وتسليط الضوء على السياسات والاستراتيجيات الوطنية التي تعتمدها الجزائر في تطوير منظومة وطنية فعّالة ومستدامة لإدارة النفايات الحضرية، تعتمد على مبادئ الاقتصاد الدائري والحوكمة البيئية في سياق بناء نموذج محلي قابل للتطوير نحو التسيير الذكي للنفايات.

1. تجارب دولية رائدة في الإدارة الذكية للنفايات:

في ظل التحديات البيئية المتزايدة، اتجهت العديد من الدول إلى اعتماد أنظمة ذكية في إدارة النفايات، تركز على تقنيات حديثة تهدف إلى تحويل النفايات من عبء بيئي إلى مورد اقتصادي، وتقليل الأثر البيئي وقد ساهم هذا التوجه في تحقيق مكاسب بيئية واقتصادية، من خلال تحسين كفاءة التسيير الحضري وتعزيز مبادئ الاستدامة وفيما يلي عرض لبعض التجارب الدولية في هذا المجال:

1. التجربة الاماراتية: الادارة الذكية و المستدامة للنفايات الصلبة في بلدية دبي:

ضمن مشروع دبي مدينة ذكية و مستدامة وفي محاولة لتحويل المدينة إلى منظومة خالية من النفايات، قامت بلدية دبي بتطبيق جملة من التدابير و الآليات من أجل إدارة ذكية ومستدامة لنفايات وهذا عن طريق:

- **واحة الاستدامة الذكية:** تم بناء مركز إعادة تدوير يقوم على الاكتفاء الذاتي ويعمل بالطاقة الشمسية مع أجهزة استشعار وكاميرات مراقبة متصلة بشكل مباشر بالمراكز الرئيسية، وتعتبر واحة الاستدامة الذكية عبارة عن مراكز تقدم حلول مبتكرة لإعادة التدوير في دبي. وستكون هذه المراكز عبارة عن أماكن يمكن للعامة أن يتخلصوا فيها من الأغراض التي لم تعد مرغوبة بالنسبة لهم والقابلة لإعادة التدوير والتي لا يمكن التخلص منها في المرافق العادية لجمع القمامة المتوافرة على أرصفة المدينة. مع وجود 13 مركز موزع على نحو استراتيجي في المدينة، ترغب بلدية دبي في تشجيع العامة على استخدام المرافق من أجل إعادة التدوير وعدم التخلص من المواد غير المرغوبة والقابلة لإعادة التدوير. ومع تطبيق هذا النظام الجديد يتم تقديم الخدمات التوعوية من خلال الشاشات الذكية التي تشجع المستخدمين عبر رسائل معروضة عليها، وتهدف

الحكومة إلى رفع الوعي في إعادة التدوير بدلاً من التخلص من النفايات. وقد تم طرح هذه المبادرة من أجل

زيادة إعادة التدوير في الإمارة والعمل على تقليل كمية النفايات التي يتم إلقتها في مكبات النفايات.¹

■ **نظام البوابة الذكية نافذ:** نظام البوابة الذكية (نافذ) عبارة عن نظام إدارة للدخول أوتوماتيكي بالكامل في

مواقع مكبات بلدية دبي يتم استخدام تكنولوجيا تحديد الهوية بموجات الراديو (RFID) والتعرف الأوتوماتيكي

على اللوحات الرقمية والبرمجيات المتكاملة من أجل التحكم في دخول المركبات إلى المواقع وجمع معلومات

بخصوص الأوزان والخصم الائتماني التلقائي ستؤدي هذه المبادرة إلى تقليل الوقت المستغرق لدخول المركبات

ومن ثم الحد من انبعاث المركبات وزيادة الكفاءة سيعمل النظام الجديد أيضاً على تقليل استخدام الورق في

معاملات الدخول وإعداد التقارير بالإضافة إلى تقليل الأخطاء البشرية وذلك لأن كافة المعلومات ستكون في

نظام أوتوماتيكي.²

الصورة رقم: 2 نظام البوابة الذكية في بلدية دبي

نظام أوتوماتيكي بالكامل للدخول إلى مكب النفايات



- تكنولوجيا RFID (التعريف بموجات الراديو)
- كاميرات ANBR (التعرف التلقائي باللوحات الرقمية)
- البرمجيات الذكية

المصدر: عبد المجيد عبد العزيز سيفاني، الإدارة الذكية والمستدامة للنفايات في دبي، مجلة المدن الالكترونية

¹ المصدر: عبد المجيد عبد العزيز سيفاني، الإدارة الذكية والمستدامة للنفايات في دبي، مجلة المدن الالكترونية، العدد 19، 2018، ص 12

² المرجع نفسه، ص 12

■ **حاويات ضغط النفايات Bigbelly**: عبارة عن حاويات نفايات تعمل على الطاقة الشمسية 100% من احتياجات الطاقة الخاصة وهي مصنوعة من الكربون ويتم تزويد حاوية **Bigbelly** بجهاز قادر على ضغط النفايات وهو ما يجعلها قادرة على استيعاب ما يعادل 6 - 8 ضعف سعة حاويات النفايات العادية في الشارع. أيضاً تم تركيب أجهزة استشعار حجمية في وحدات الضغط الخاصة بالحاوية وذلك للتنبيه عند الوصول إلى مستوى معين. تم وضع علامات جغرافية على محطات **Bigbelly** مع برمجة CLEAN (برمجة الإدارة) وهو ما يتيح للمقرات الرئيسية بمراقبة كفاءة هذه الحاويات بناء على مواقعها أيضاً تقوم أجهزة الاستشعار بإشعار المقرات الرئيسية عندما تكون الحاويات ممتلئة تقريباً، وذلك من أجل تعزيز كفاءة الخدمات اللوجيستية. وبشكل عام فإن **Bigbelly** تعزز من كفاءة أسطول بلدية دبي نظراً للزيادة الملحوظة في سعة جمع النفايات في المرة الواحدة، ناهيك عن تقليل استهلاك الوقود نظراً لعدم كثرة التجول بالإضافة إلى تقليل استغلال العمالة والمعدات.¹

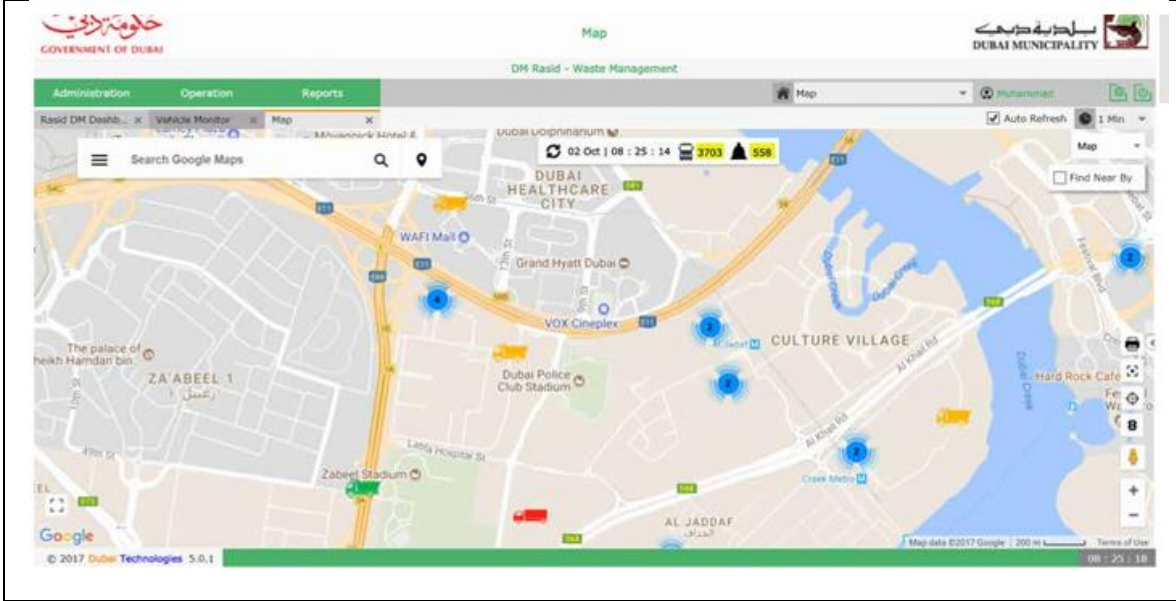
■ **نظام تتبع المركبات (راصد)**: هو عبارة عن تكنولوجيا نظام التموضع العالمي (GPS) والتي تقدم إمكانية إدارة بالوقت الفعلي ونظام تتبع لأسطول بلدية دبي بالإضافة إلى الشركات الخاصة لإدارة النفايات المسجلة في الإمارة يكون النظام أيضاً مزود بتطبيقات للكفاءة والأمن وذلك من أجل تعزيز إنتاجية المركبة والعمالة وتعتبر مرونة وقوة واتزان والأداء المتواصل وغير المتوقف لراصد أحد الأدوات التي عززت قدرة إدارة النفايات في بلدية دبي على مراقبة والإبلاغ عن والتصدي للمتعددين وهو ما يتيح استخدام أفضل للمكبات ومن خلال دمج هذا النظام في التصميم نجد العديد من الوظائف على غرار صيانة المركبة وتتبع المركبة وتشخيص أي خلل قد يطرأ عليها وكذلك إدارة السائق وإدارة السرعة والوقود وإدارة الصحة والسلامة وقد قام قسم إدارة

¹ المرجع نفسه، ص 13

الفصل الثاني: تجارب دولية في إدارة النفايات

النفايات بتركيب النظام وتشغيله على الأسطول وكذلك في الشركات الخاصة التي تحمل ترخيص باستخدام المكبات في إمارة دبي، وهو ما نطمح تطبيقه في مشروعنا¹.

الصورة رقم 3: 'GPS' نظام تتبع المركبات



المصدر : المرجع نفسه ص

■ **مدينتي بيئي** تعمل بلدية دبي على ترويج حس المسؤولية والاستدامة البيئية على المستوى الشخصي ويعتبر جمع النفايات من الباب إلى الباب بمثابة برنامج لفصل النفايات في مصدرها ويهدف إلى زيادة معدل جمع المواد القابلة لإعادة التدوير في القطاع السكني وفي نفس الوقت تقديم خيار التخلص من النفايات غير القابلة لإعادة التدوير².

■ **ضواغط النفايات تحت الأرض**: يعتبر نظام جمع النفايات تحت الأرض بمثابة حل ابتكاري لمواجهة احتياجات التخلص من النفايات في المناطق المزدحمة أو ذات التكدس السكاني. ومع وجود حاوية واحدة

¹ المرجع نفسه، ص 13

² المرجع نفسه، ص 14

كبرى تحت الأرض، يوفر النظام المساحة والتي قد يتم استغلالها بخلاف ذلك من قبل الصناديق المشتركة، يوفر النظام سعة تخزين أكبر والتي بدورها تقلل من تكرار عملية جمع النفايات للحاويات الفارغة ومن ثم تحسين الخصائص اللوجيستية للأسطول. ويعمل النظام أيضاً على التخلص من الروائح الكريهة وحماية الماكينات من التخريب وتقديم منظر جمالي أفضل للبيئة¹.

2. التجربة الروندية: حظر البلاستيك واستراتيجيات الاقتصاد الدائري في إدارة النفايات

تحظى رواندا باعتراف دولي بسبب سياساتها الصارمة في حظر البلاستيك واعتماد الاقتصاد الدائري تشمل الميزات الرئيسية لهذه السياسات ما يلي²:

- **الحظر الكامل على البلاستيك أحادي الاستخدام (2019) تنفيذ حظر وطني على الأكياس والتغليف البلاستيكي:** رواندا تعتمد مشروع قانون لحظر المواد البلاستيكية ذات الاستخدام الواحد اعتمد مجلس الوزراء في رواندا قانون يسعى إلى حظر تصنيع واستخدام وبيع المواد البلاستيكية ذات الاستخدام الواحد ، ويسعى القانون إلى فرض حظر على زجاجات المياه البلاستيكية ، وشفاطات الشرب ، والأطباق، والملاعق، والأكواب البلاستيكية وغيرها من المنتجات. الهيئة التشريعية ، يجرم استخدام "أكياس البوليثين"³ غير القابلة للتحلل.
- **مبادرات الإدارة الدائرية للنفايات:** تشجع الحكومة الشركات على استخدام بدائل قابلة للتحلل الحيوي وتعزيز التعاونيات المجتمعية لإعادة التدوير.
- **نظام كيغالي الذكي لجمع النفايات:** يعتمد على التتبع الرقمي لمراقبة كفاءة عمليات جمع النفايات ، في 30 سبتمبر 2024، أكملت بلدية كيغالي المرحلة الأولى من مشروع تحدي رؤساء البلديات العالمي (Global Mayors Challenge project) الذي يركز على ابتكار أنظمة إدارة النفايات في أحياء مبازي (Mpazi) وبوسانزا (Busanza).

¹ المرجع نفسه، ص 15

² Izuchukwu Precious Obani, SMART CITIES AND CIRCULAR ECONOMY: ADVANCING WASTE MANAGEMENT THROUGH URBAN INNOVATION IN NIGERIA, researchgate, 2025, p96

³ أكياس البوليثين هي أكياس بلاستيكية مصنوعة من البولي إيثيلين، تستخدم بشكل واسع في التعبئة والتغليف وحمل المنتجات، وتتوفر بأنواع مختلفة تناسب احتياجات متعددة من حيث القوة والمرونة والاستخدام

الفصل الثاني: تجارب دولية في إدارة النفايات

في هذه المرحلة تم تركيب أجهزة استشعار تعمل بالطاقة الشمسية في صناديق القمامة العضوية ما يتيح مراقبة مستوى الامتلاء بشكل آني، وتسهيل عمليات الجمع يستفيد من هذا المشروع 1,354 أسرة ما يتيح فرز النفايات بكفاءة لضمان استمرارية النجاح، طبقت المدينة برامج تدريبية، و جداول صيانة دورية، وتعاونت مع شركات إدارة النفايات و دعم هذه الجهود من خلال المشاركة المجتمعية و تعزيز الوعي البيئي و تدريب السكان على إدارة النفايات بمسؤولية.

التأثير و الإنجازات:

أصبحت رواندا واحدة من أنظف الدول في إفريقيا، مما يجعلها نموذجًا يحتذى به في السياسات المستدامة والإدارة المجتمعية للنفايات اعتبارًا من جانفي 2025¹:

- تستفيد 1,354 أسرة من هذه المرافق منذ أكتوبر 2024
- تم بناء 6 محطات نفايات ذكية تحتوي كل منها على 3 صناديق للنفايات العضوية وغير العضوية والإلكترونية، ومستشعرات مستوى الامتلاء
- توزيع 2600 حاوية منزلية للنفايات العضوية وغير العضوية على أحياء مبازي وبوسانزا
- تحتوي الصناديق على تعليمات فصل النفايات باللغتين الإنجليزية والكينيارواندا
- تم تدريب 280 من السكان والقادة المحليين وجامعي النفايات على استخدام المرافق وفصل النفايات
- التدريب والدعم المستمر من خلال اجتماعات القرية الأسبوعية للسكان المتبقين

¹ **KIGALI IMPLEMENTS SMART WASTE SYSTEMS IN MPAZI AND BUSANZA, RWANDA - SDG Local Action** ,access 12-03-2025,12:30

الصورة رقم 4 : مبادرات الادارة الذكية للنفايات في روندا



KIGALI IMPLEMENTS SMART WASTE SYSTEMS IN MPAZI AND BUSANZA, RWANDA - SDG Local Action المصدر

3. التجربة النيجيرية: مبادرات المدن الذكية في نيجيريا لإدارة النفايات

بدأت نيجيريا في تبني الحلول الرقمية لإدارة النفايات، لا سيما في مدينتي لاجوس وأبوجا. وعلى الرغم من استمرار التحديات، فإن المبادرات الحكومية، واستثمارات القطاع الخاص، والابتكارات الرقمية تساهم في تحديث قطاع إدارة النفايات في البلاد.

▪ **نظام التتبع الرقمي لجمع النفايات في ولاية لاجوس :** تُعد لاجوس أكبر مدينة حضرية في نيجيريا، حيث تنتج 14,000 طن من النفايات يوميًا وقد تبنت هيئة إدارة نفايات لاجوس (LAWMA) أنظمة رقمية لجمع النفايات بهدف تحسين الكفاءة التشغيلية من خلال:

- **تتبع شاحنات جمع النفايات باستخدام إنترنت الأشياء (IoT) :** يتم تجهيز شاحنات جمع النفايات بأجهزة GPS ومستشعرات لمراقبة المسارات وتحسين الجداول الزمنية.

• المنصة الرقمية لإدارة النفايات (LAWMA – Lagos Waste Management Authority)

➤ يُمكن للمقيمين الإبلاغ عن النفايات غير المُجمعة عبر تطبيق هاتفي، مما يُحسن من كفاءة تقديم الخدمات.

➤ التعاون مع LASUBEB لإدماج موضوع الاستدامة البيئية في مناهج المدارس.

➤ توقيع اتفاقية امتياز لمدة خمس سنوات مع 437 شركة مشغلي القطاع الخاص (PSP) المبادرة تهدف إلى معالجة التحديات التشغيلية التي يواجهها مشغلو القطاع الخاص نتيجة ارتفاع التكاليف والضغط الاقتصادي تعمل الهيئة على تطوير برنامج تدخل يوفر شاحنات على أساس التأجير لمشغلي القطاع الخاص، بهدف سد فجوات جمع النفايات وتحسين مستوى الخدمة المقدمة.

➤ أبرزت LAWMA الإمكانيات الاقتصادية الكبيرة لاقتصاد دائري منظم وتقدر الهيئة أن ولاية لاغوس يمكن أن تولد ما يصل إلى 2.5 مليار دولار سنويًا إذا تم إعطاء الأولوية لإعادة التدوير وإعادة الاستخدام. فبينما تتخلص الولاية حاليًا من نحو 13,000 طن من النفايات يوميًا في مدافن النفايات، فإن اعتماد نهج الاقتصاد الدائري يمكن أن يحول نحو 10,000 طن يوميًا إلى استخدامات منتجة، مما يفتح الباب أمام فوائد بيئية واقتصادية كبيرة¹.

➤ تعمل LAWMA على تعزيز فرز النفايات من المصدر، وتخطط لإنشاء مراكز إعادة تدوير مجتمعية يمكن للسكان من خلالها تبادل المواد القابلة لإعادة التدوير مثل زجاجات PET والورق والمعادن وبقايا الطعام مقابل حوافز، مما يعزز نظامًا أكثر استدامة وكفاءة في إدارة النفايات على مستوى الولاية.

¹ LAWMA – Lagos Waste Management Authority (LAWMA), access 15-03-2025, 20:45h

➤ **إعادة التدوير (Recycling):** في إطار مبادرة Lagos Recycle Initiative، بدأت LAWMA

في توزيع حاويات في الأسواق، المراكز التجارية، المدارس، والأماكن العامة لتجميع المواد القابلة للتدوير مثل: زجاجات البلاستي (PET) الألمنيوم العلب المعدنية النفايات البلاستيكية الأخرى.

➤ **مشروع تبني حاوية نفايات (Adopt-a-Bin):** يُلزم كل منزل أو وحدة سكنية باقتناء حاويات نفايات

خاصة، ضمن خطة لتطبيق نظام تجميع النفايات داخل الحاويات، بهدف تحقيق الهدف الشامل للولاية والمتمثل في مدينة نظيفة وجميلة.

• **برامج إعادة التدوير الخاصة:** تشمل المبادرات مثل **RecyclePoints**، التي تكافئ المواطنين بنقاط يمكن استبدالها بمنتجات منزلية مقابل تسليمهم مواد قابلة لإعادة التدوير.

تعد **RecyclePoints** هي أولى الشركات في نيجيريا المتخصصة في إعادة تدوير النفايات والفوائد الاجتماعية، وقد طورت نموذج حوافز قائم على النقاط لجمع المواد القابلة لإعادة التدوير مثل أكياس المياه المعدنية (PWS)، زجاجات البلاستيك (PET)، علب المشروبات المستخدمة (UBC)، زجاجات الزجاج (GBS)، الصحف القديمة (ONP)، وعلب الكرتون البني (BCC) من المستهلكين الذين قاموا بالتسجيل، حيث تكافئهم بالنقاط التي يمكنهم استخدامها لاحقاً لاستبدالها بأشياء منزلية أو نقود ويتم تسجيل هذه النقاط على بطاقات خضراء (GreenCard) ¹.

RecyclePoints تقوم بمعالجة المواد القابلة لإعادة التدوير التي تم جمعها في مراكز التجميع والفرز (CoSoHUB)، ثم تقوم ببيعها للمصانع التي تعيد تدوير المواد لاستخدامها في إنتاج مواد جديدة من خلال هذا، أنشأت RecyclePoints أكثر من 50 وظيفة في نيجيريا، حيث يشغل حوالي 80% منها النساء ².

¹ **StartUp Spotlight: RecyclePoints. RecyclePoints is a waste recycling and...** | by Wennovation Hub | Medium, access 16-03-2025, 19:25h

² **#CircularTuesday: Innovative Waste Recycling With RecyclePoints**, access 16-03-2025, 10:15h

جدول 1 : جدول نقاط إعادة التدوير iRecycle

RECYCLE POINTS EARNING CHART

S/N	Description of Recyclables	Acronym	Quantity (Pce)	Points
1	PET Plastic Bottles	PET	1	1
2	Used Beverage Can (Aluminum)	UBC	1	1
3	Pure Water Sachets	PWS	10	1
4	Old Newspapers	ONP	5	1
5	Glass Bottles (Flint Amber Green) only	GBS	10	1
6	Brown Corrugated Cartons	BBC	10	1

المصدر: by StartUp Spotlight: RecyclePoints. RecyclePoints is a waste recycling and...

Wenovation Hub | Medium

- تدير RecyclePoints حاليًا 4 مبادرات لإعادة التدوير هي:
- برنامج **iRecycle** شبكة موجهة للأفراد يتم استبدال المواد القابلة لإعادة التدوير بالأشياء المنزلية يتمكن المشاركون في هذا البرنامج من استبدال موادهم القابلة لإعادة التدوير بـ "نقاط" تتراكم مع مرور الوقت عند نقطة الجمع/الإيداع، يتم عد المواد القابلة لإعادة التدوير وتخصيص النقاط المكتسبة يمكن للمشاركين بعدها استخدام النقاط لاستبدالها بأشياء منزلية قيمة من متجر
- مبادرة **iRecycle** جامعي النفايات (**WastePicker Initiative**) موجهة أيضًا للأفراد في إطار مبادرة جامعي النفايات (WPI)، يقوم المشاركون بتبادل المواد القابلة لإعادة التدوير مقابل مكافآت نقدية تحسب بناءً على وزن المواد المعاد تدويرها يتم تحديد المكافآت النقدية لكل نوع من المواد حسب السعر لكل كيلوغرام. يتم دفع المكافآت النقدية إلى الحسابات المصرفية للمشاركين.
- إعادة التدوير للشركات (**Corporate Recycling**) تستهدف الشركات والمؤسسات.
- إعادة التدوير في المدارس (**Schools Recycling**) تستهدف المدارس والمؤسسات التعليمية.

الفصل الثاني: تجارب دولية في إدارة النفايات

ساهم نظام التتبع الرقمي للنفايات في لاجوس في زيادة كفاءة جمع النفايات بنسبة 25% ومع ذلك، لا تزال هناك تحديات تتعلق بالبنية التحتية والتمويل، مما يعوق التوسع الشامل لهذه الحلول.

الصورة رقم 5 : مبادرات المدن الذكية في نيجيريا لإدارة النفايات



المصدر : [StartUp Spotlight: RecyclePoints. RecyclePoints is a waste recycling and... | by Wennovation Hub](#)

Medium

II. تحديات وفرص تطبيق الإدارة الذكية للنفايات في الدول النامية:

أولاً: الفرص (Opportunities) :

- **التركيبة العمرية للسكان** تمتلك الدول النامية نسبة كبيرة من الشباب، مما يوفر فرصاً لتدريب وتأهيل كوادر بشرية ذات كفاءة عالية للعمل في المجالات التقنية الذكية هذه القوى العاملة يمكن أن تكون داعماً كبيراً في تشغيل وصيانة الأنظمة الذكية.
- **وجود قطاع غير رسمي نشط في إدارة النفايات:** تتميز العديد من الدول النامية بوجود قطاع غير رسمي واسع النطاق لجمع وفرز النفايات هذا القطاع، الذي يتضمن جامعي النفايات التقليديين يمتلك خبرة عملية طويلة في التعامل مع النفايات وإعادة تدويرها يمكن دمج هذا القطاع في الأنظمة الذكية لإدارة النفايات، مما يُعزّز الكفاءة ويوفّر فرص عمل رسمية.
- **التحول نحو الاستدامة والسياسات البيئية:** بدأت العديد من الحكومات في الدول النامية تتبنى سياسات جديدة مرتبطة بالتنمية المستدامة، الأمر الذي يُعد حافزاً لتطبيق الأنظمة الذكية في إدارة النفايات.
- **نمو السوق المحلية لتكنولوجيا البيئة:** ظهور شركات ناشئة متخصصة في التقنيات الخضراء، ما يخلق بيئة مناسبة لتبني حلول ذكية.
- **تطور تكنولوجيا منخفضة الكلفة:** أصبحت تقنيات مثل الحساسات منخفضة التكلفة، تطبيقات الهواتف الذكية، والطائرات بدون طيار أدوات فعالة ومتاحة بسهولة.
- **فرص الشراكة بين القطاعين العام والخاص** تساهم الجهود المشتركة بين القطاعين العام والخاص في تحسين إدارة النفايات يمكن إشراك القطاع الخاص في بناء وتشغيل الأنظمة الذكية، مما يقلل العبء على الحكومات ويوفر حلولاً أكثر كفاءة وابتكاراً .

الفصل الثاني: تحديات وفرص تطبيق الإدارة الذكية للنفايات في الدول النامية

- ارتفاع الوعي المجتمعي بقضايا البيئة والنفايات: يتيح هذا الوعي فرصًا لتعزيز المشاركة المجتمعية عبر تطبيقات التبليغ الذكية، وفرز النفايات من المصدر، وحملات إعادة التدوير.
- الفرص الاقتصادية: الإدارة الذكية للنفايات تؤدي إلى فرص اقتصادية جديدة من خلال تعزيز الاقتصاد الدائري بإعادة التدوير وتحويل النفايات إلى موارد قابلة للاستخدام مرة أخرى كما يساهم في تحسين مستوى الدخل الاجتماعي و تحسين جودة الحياة يمكن أن تشكل الإدارة الذكية للنفايات فرصًا استثمارية لشركات التكنولوجيا والخدمات البيئية¹
- تحسين الكفاءة التشغيلية: يمكن لتطبيق التقنيات الذكية، مثل إنترنت الأشياء (IoT) و ICT و تحليلات البيانات تحسين كفاءة وحدات التحكم التي تعمل على تقييم وتحليل البيانات الميدانية لتعزيز فعالية النظام، جدولة المسارات وتحديدًا بفعالية من خلال استخدام شبكة الهواتف الذكية، تعزيز أنظمة دعم اتخاذ القرار الإلكترونية تحسين كفاءة جمع وتصنيف النفايات وتقليل التكاليف التشغيلية وتعزيز الاستدامة البيئية .

ثانيًا: التهديدات (Threats)

- ضعف البنية التحتية الرقمية والتكنولوجية ونقص الخبرات التقنية: تعاني الكثير من المدن في الدول النامية من نقص في أطر العمل المخصصة للممارسات التقنية المستدامة ويعد تكييف هذه الأنظمة في المناطق الحضرية القائمة أمرًا مكلفًا ومعقدًا من الناحية اللوجستية، ويتطلب وقتًا وتخطيطًا كبيرين. كما أن صعوبة هذا التحدي تزداد بسبب محدودية توفر المنشآت المتطورة لإدارة النفايات: شبكات الإنترنت، الكهرباء المستقرة ونظم إدارة البيانات وهذا يعيق تنفيذ أنظمة ذكية تعتمد على تقنيات إنترنت الأشياء

¹ Seyed Hamidreza Ghaffar, Pathways to circular construction: An integrated management of construction and demolition waste for resource recovery, Journal of Cleaner Production Volume 244, 20 January 2020, 118710

الفصل الثاني: تحديات وفرص تطبيق الإدارة الذكية للنفايات في الدول النامية

(IoT) أو الذكاء الاصطناعي أو ICT اللازمة لتحسين إدارة النفايات، مما يحد من القدرة على تحسين استعادة الموارد، وإعادة التدوير عبر مختلف الصناعات إذ تعد معالجة هذه الفجوات أمراً بالغ الأهمية لتحقيق إدارة ذكية مستدامة¹.

- **القيود المالية والاستثمارية:** تتطلب أنظمة الإدارة الذكية للنفايات استثمارات مالية كبيرة سواء من حيث الإنشاء أو التشغيل أو التدريب ، وهو ما قد يكون صعباً في ظل محدودية الموارد المالية والميزانيات المخصصة لهذا القطاع قد تكون الأولويات الحكومية منصبة على قطاعات أخرى مثل الصحة والتعليم².
- **سوء التنسيق والتعاون بين الجهات المعنية:** يتطلب تحقيق إدارة ذكية للنفايات تعاوناً فعالاً بين جميع الأطراف المعنية، بما في ذلك الجهات الحكومية والقطاع الخاص والمؤسسات الأكاديمية. ومع ذلك، فإن عدم التنسيق بين هذه الأطراف يؤدي غالباً إلى جهود مجزأة وتأثير محدود. كما أن غياب منصات الحوار والتنسيق يزيد من تفاقم هذه المشكلة، مما يجعل من الصعب تطوير وتنفيذ استراتيجيات متكاملة .
- **المقاومة المجتمعية والتقنية للتغيير:** بعض الفئات، خاصة في القطاع غير الرسمي لجمع النفايات، قد ترى في الأنظمة الذكية تهديداً لمصدر رزقها، مما قد يولد مقاومة³.
- **البيروقراطية والفساد الإداري:** تؤثر هذه العوامل سلباً على شفافية وفعالية تنفيذ المشاريع التقنية.
- **عدم الاستقرار السياسي والاقتصادي:** قد تؤدي التغيرات الحكومية أو الأزمات الاقتصادية إلى تعطيل أو إلغاء المشاريع الذكية، أو تقليل الميزانيات المخصصة لها.

¹ Eline Fidje, Moutaz Haddara, Marius Langseth, Sustainable Smart Waste Management Adoption Challenges in Developing Countries, Published by Elsevier, 2020, p909

² Ibid. p910

³ Eline Fidje, Moutaz Haddara, Marius Langseth, Sustainable Smart Waste Management Adoption Challenges in Developing Countries, Published by Elsevier, 2020, p909

الفصل الثاني: تحديات وفرص تطبيق الإدارة الذكية للنفايات في الدول النامية

- **التحديات الأمنية الرقمية والتهديدات السيبرانية:** تعتمد الإدارة الذكية على البيانات، ومع ذلك، فإن ضعف البنية السيبرانية يعرض الأنظمة للاختراق أو الفشل، مما يشكل تهديدًا على استمراريتها¹.
- **ضعف التشريعات البيئية والتنظيمية** هذه الدول تعاني من فجوات واضحة في السياسات التنظيمية والقوانين التشريعية البيئية الصارمة لتنظيم إدارة النفايات، ما يؤدي إلى عدم وجود ضغط حكومي كافٍ لتحفيز التغيير².
- **التغيرات في الأنماط السلوكية والثقافية** تشكل الأعراف الثقافية وعادات المستهلكين عقبة أمام تبني ممارسات الإدارة الذكية للنفايات في الدول النامية مما قد يخلق مقاومة للتغيير على المستويين الفردي والتنظيمي حيث يفتقر العديد من أصحاب المصلحة إلى الوعي بالفوائد البيئية والاقتصادية الناتجة عن الممارسات الموفرة للموارد، مثل فصل النفايات، وإعادة التدوير، وإعادة الاستخدام. وغالبا ما تتفاقم هذه المقاومة بسبب قلة الوعي بمفاهيم الاقتصاد الدائري، مما يعوق الحافز الجماعي المطلوب لتغيير السلوكيات ويعد تحويل هذه الأنماط الثقافية أمرا ضروريا لدعم تبني الممارسات المستدامة على المدى الطويل.
- **يساهم النمو الحضري المتسارع والزيادة السكانية في زيادة مستويات الاستهلاك الذي يؤدي إلى زيادة كمية النفايات المنتجة** الغير القابلة لإعادة التدوير وهو ما يُضعف الضغط على البنية التحتية ويزيد من صعوبة تطبيق نظم ذكية بشكل فعال .
- **سوء اختيار مواقع مكبات النفايات وضعف تقنيات الفرز وإعادة التدوير الفعالة.**
- **عدم وجود خطط واضحة وشاملة للتخلص من النفايات وإعادة تدويرها بشكل صحيح**

¹ Ibid. p910

² Zhechen Zhang, Municipal solid waste management challenges in developing regions: A comprehensive review and future perspectives for Asia and Africa,

III. جهود الجزائر المبذولة في إدارة النفايات الحضرية الصلبة:

1. النصوص القانونية الرامية لتسيير النفايات الصلبة في الجزائر:

a. القانون رقم 01-19 المؤرخ في 12 ديسمبر 2001 المتعلق بتسيير النفايات ومراقبتها وإزالتها :

يعد هذا القانون أول إطار قانوني ينظم تسيير النفايات المنزلية ومن بين أهدافه تحديد كفاءات تسيير النفايات ومراقبتها ومعالجتها ، حيث عرف هذا القانون بشكل واضح مسؤوليات تسيير النفايات، وكذا حدد مبادئ التسيير المتكامل والايكولوجي للنفايات الصلبة الحضرية ، ويهدف هذا القانون كما نصت عليه المادة الأولى منه إلى تحديد كفاءات تسيير النفايات ومراقبتها ومعالجتها¹.

ويرتكز على مجموعة من المبادئ تتمثل فيما يلي:

- الوقاية والتقليل من إنتاج وضرر النفايات من المصدر.
- تنظيم فرز النفايات وجمعها ونقلها ومعالجتها.
- تشجيع النفايات بإعادة استعمالها أو برسكلتها أو بكل طريقة تمكن من الحصول على مواد قابلة لإعادة الاستعمال أو الحصول على الطاقة.
- المعالجة البيئية العقلانية للنفايات
- إعلام وتحسيس المواطنين بالأخطار الناجمة عن النفايات وآثارها على الصحة والبيئة وكذلك التدابير المتخذة للوقاية من هذه الأخطار والحد منها أو تعويضها.

كما تطرق القانون رقم 01-19 إلى سلطات رئيس المجلس الشعبي البلدي، في إعداد المخطط البلدي لتسيير النفايات المنزلية بشرط أن يكون هذا المخطط مطابقا للمخطط الولائي للتهيئة ، إضافة إلى ذلك تأكيد

¹ قانون 01-19 المؤرخ في 12 ديسمبر 2001 ، يتعلق بتسيير النفايات ومراقبتها وإزالتها، جريدة رسمية رقم 77.

الفصل الثاني: جهود الجزائر المبذولة في إدارة النفايات الحضرية الصلبة

مسؤولية البلدية في تسيير النفايات المنزلية وما شابهها في إطار الخدمة العمومية المخولة طبقا لقانون البلدية والولاية المعمول به.

b. قانون 10-03 المؤرخ في 19 جويلية 2003 يتعلق بحماية البيئة في إطار التنمية المستدامة: ¹ حدد

هذا القانون قواعد حماية البيئة في إطار التنمية المستدامة وهي تهدف أساسا إلى ما يلي:

تحديد المبادئ الأساسية وقواعد تسيير البيئة.

- ترقية تنمية وطنية مستدامة بتحسين شروط المعيشة، والعمل على ضمان إطار معيشي سليم.

الوقاية من كل أشكال التلوث والأضرار الملحقة بالبيئة، وذلك بضمان الحفاظ على مكوناتها.

-إصلاح الأوساط المتضررة.

-ترقية الاستعمال البيولوجي العقلاني للموارد الطبيعية المتوفرة، وكذلك استعمال التكنولوجيا الأكثر نقاء.

-تدعيم الاعلام والتحسيس ومشاركة الجمهور ومختلف المتدخلين في تدابير حماية البيئة.

ويتأسس هذا القانون على مجموعة من المبادئ التالية²:

- مبدأ المحافظة على التنوع البيولوجي، الذي ينبغي بمقتضاه على كل ناشط تجنب إلحاق ضرر معتبر بالتنوع البيولوجي.

- مبدأ عدم تدهور الموارد الطبيعية، الذي ينبغي بمقتضاه تجنب إلحاق الضرر بالموارد الطبيعية، كالماء والهواء والأرض وباطن الأرض.

- مبدأ الاستبدال، والذي ينص على استبدال عمل مضر بالبيئة بآخر يكون أقل خطرا عليها، حتى لو كانت تكلفته مرتفعة مادامه مناسبة لحماية البيئة.

¹ قانون 10-03 المؤرخ في 19 جويلية 2003 يتعلق بحماية البيئة في إطار التنمية المستدامة، ص 4-5

² أحططاش نشيدة، دور إدارة النفايات في استدامة الاقتصاد الدائري لتحقيق التنمية المستدامة الخضراء، دراسة حالة الجزائر، المجلد السابع، العدد 02 ، 2021 ص 773_774

الفصل الثاني: جهود الجزائر المبذولة في إدارة النفايات الحضرية الصلبة

- مبدأ الإدماج، الذي يجب بمقتضاه يتم دمج الترتيبات المتعلقة بحماية البيئة والتنمية المستدامة عند إعداد المخططات والبرامج القطاعية وتطبيقها.
- مبدأ النشاط الوقائي وتصحيح الاضرار البيئية بالأولوية عند المصدر، ويكون ذلك باستعمال أحسن التقنيات المتوفرة وبتكلفة اقتصادية مقبولة، ويلزم كل شخص، يمكن أن يلحق ضررا كبيرا بالبيئة، مراعاة مصالح الغير قبل التصرف.
- مبدأ الحيطة، الذي يجب ألا يكون توفر التقنيات سببا في تأخر اتخاذ التدابير الفعلية والمتناسبة، للوقاية من خطر الأضرار الجسيمة المضررة بالبيئة، ويكون ذلك بتكلفة اقتصادية مقبولة.
- مبدأ الملوث الدافع، ستحمل بمقتضاه كل شخص يتسبب في إلحاق الضرر بالبيئة نفقات كل تدابير الوقائية من التلوث والتقليص منه وإعادة الأماكن وبيئتها إلى حالتها الأصلية.
- مبدأ الاعلام والمشاركة، الذي يكون بمقتضاه، لكل شخص الحق في أن يكون على علم بحالة البيئة، والمشاركة في الإجراءات المسبقة عند اتخاذ القرارات التي قد تضر بالبيئة.

الشكل رقم 4 :رسم توضيحي لمبادئ القانون 10-03



المصدر : من اعداد الطالبة بالاعتماد على مبادئ تأسيس القانون 10-03

2. المراسيم التنفيذية¹:

- مرسوم تنفيذي رقم 199-04 المؤرخ في 19 يوليو 2002 يحدد كفايات إنشاء النظام العمومي لمعالجة نفايات التغليف وتنظيم و سيره وتمويله .
- المرسوم التنفيذي رقم 175-02 المؤرخ في 20 ماي 2002 يتضمن إنشاء الوكالة الوطنية للنفايات وتنظيمها وعملها.
- مرسوم تنفيذي رقم 477-03 مؤرخ في 9 ديسمبر سنة 2003، يحدد كفايات وإجراءات إعداد المخطط الوطني لتسيير النفايات الخاصة ونشره ومراجعته.
- مرسوم تنفيذي رقم 372-02 المؤرخ في 11 نوفمبر 2004 يتعلق بنفايات التغليف .
- مرسوم تنفيذي رقم 409-04 المؤرخ في 14 ديسمبر 2004 يحدد كفايات نقل النفايات الخاصة الخطرة .
- مرسوم تنفيذي رقم 410-04 ممضي في 14 ديسمبر 2004 يحدد القواعد العامة لتهيئة واستغلال منشآت معالجة النفايات وشروط قبول النفايات على مستوى هذه المنشآت
- مرسوم تنفيذي رقم 104-06 مؤرخ في 28 فبراير 2006 يحدد قائمة النفايات بما في ذلك النفايات الخاصة الخطرة.
- مرسوم تنفيذي رقم 205-07 مؤرخ في 30 يونيو سنة 2007، يحدد كفايات وإجراءات و إعداد المخطط البلدي لتسيير النفايات المنزلية و ما شابهها و نشره و مراجعته.
- مرسوم تنفيذي رقم 19-09 ممضي في 20 جانفي 2009 يضم تنظيم نشاط جمع النفايات الخاصة..

¹ فضيلة رحموني، إدارة وتأمين النفايات في الجزائر بين الفرص والمهددة والطاقات الكامنة في ضوء التجربة الألمانية، الاتفاق للدراسات الاقتصادية، المجلد 08، 2023، ص 645

- المرسوم التنفيذي رقم 19 - 10 الموافق 23 جانفي سنة 2019 المتعلق بتنظيم تصدير النفايات الخاصة الخطرة

3. الاستراتيجيات المتبعة لإدارة النفايات في الجزائر:

تبنت الحكومة الجزائرية لإدارة النفايات المنزلية والنفايات الخاصة عديد الاستراتيجيات كان الهدف الأساسي منها تحقيق التنمية المستدامة، سنتطرق إلى أبرز هذه الاستراتيجيات:

1.3 المخطط الوطني لتهيئة الإقليم وتنميته المستدامة آفاق 2030 :

تم إعداد هذا المخطط بموجب القانون رقم 02-01 المؤرخ في 12 ديسمبر 2001 المتعلق بتهيئة

الإقليم والتنمية المستدامة¹ الذي يترجم بالنسبة لكافة التراب الوطني التوجيهات والترتيبات

الاستراتيجية الأساسية فيما يخص السياسة الوطنية لتهيئة الإقليم وتنميته المستدامة وانبثق عن هذا

المخطط استراتيجيات طويلة ومتوسطة المدى تهدف إلى تنشيط المشاريع البيئية بما في ذلك

عمليات إعادة التدوير، ولعل أبرزها:

❖ **الاستراتيجية الوطنية للبيئة والتنمية المستدامة:** الهادفة عموما إلى حماية البيئة من خلال الحفاظ على

الرأسمال الطبيعي ومكافحة التلوث الصناعي. ولقد عززت الحكومة عل إثر هذه الاستراتيجية عمليات تسيير

النفايات ورسكلتها من خلال سعيها إلى تحقيق الأهداف الآتية

-وضع نظام وطني لتسيير النفايات الخطيرة بيئيا وبكيفية عقلانية.

-تحسين تسيير النفايات الحضرية بإيجاد أنظمة لمعالجتها.

-تنفيذ سياسة لاسترجاع النفايات الحضرية والصناعية وإعادة رسكلتها وتنميتها

¹ الجريدة الرسمية، القانون رقم 02-01 المؤرخ في 12 ديسمبر 2001 المتعلق بتهيئة الإقليم والتنمية المستدامة

❖ مشروع "الجزائر البيضاء" الذي أطلقته الحكومة في جوان 2005 بهدف تنشيط جملة من المشاريع البيئية، وتأتي على رأسها مشاريع إعادة تدوير النفايات، التي يعتبرها هذا المشروع من الأنشطة الدائمة والمدرة للأرباح، من خلال تأكيده على:¹

-إنشاء مؤسسات مصغرة لتصنيف ومعالجة النفايات الخطرة.

-إنشاء مؤسسات لاسترجاع وإعادة تدوير بعض عناصر النفايات المنزلية والصناعية.

-إنشاء مؤسسات لتسيير نفايات المستشفيات والنفايات السامة الأخرى.

-إنشاء مؤسسات مصغرة لتحويل النفايات كالزجاج، البلاستيك، الورق، المعادن... وغيرها

2.3 الاستراتيجية الوطنية للتسيير المدمج للنفايات آفاق 2035:

تعتبر هذه الاستراتيجية مكملة للمخطط الوطني لتهيئة الإقليم وتنميته المستدامة، تم إعدادها بموجب القانون

10-03 المؤرخ في 20 جويلية 2003 المتعلق بحماية البيئة في إطار التنمية المستدامة² وجاءت هذه

الاستراتيجية لتنمين عملية تسيير النفايات في تنمية الاقتصاد الوطني من خلال جلب الثروة وخلق مناصب شغل

وفي هذا الصدد تم وضع برنامج وطني للتسيير المدمج للنفايات المنزلية **PROGDEM** ومخطط وطني لتسيير

النفايات الخاصة **PNAGDES**. كما تعززت فعالية هذه الاستراتيجية من خلال إصدار القانون 19-01 المتعلق

بتسيير النفايات، والذي يهدف إلى تحديد كفايات تسيير النفايات ومراقبتها ومعالجتها³

¹ أحططاش نشيدة، دور إدارة النفايات في استدامة الاقتصاد الدائري لتحقيق التنمية المستدامة الخضراء، مرجع سابق ص771

² الجريدة الرسمية، القانون 10-03 المؤرخ في 20 جويلية 2003 المتعلق بحماية البيئة في إطار التنمية المستدامة

³ الجريدة الرسمية رقم 43، 2002، صفحة 09

3.3 استراتيجيتها الوطنية الجديدة الإدارة المتكاملة للنفايات في أفق 2035:

كجزء من تحسين البيئة المعيشية والحفاظ على الموارد، تم تطوير استراتيجية وطنية للإدارة المتكاملة للنفايات وتقييمها في (SNGID) يهدف هذا المشروع، الذي يشارك في تمويله الاتحاد الأوروبي لصالح وزارة البيئة والطاقات المتجددة الممثلة في PAPSE (برنامج دعم السياسة القطاعية للبيئة)، إلى تطوير استراتيجية وطنية لتعزيز الإمكانات الاقتصادية للنفايات، وخاصة من خلال الفرز وإعادة التدوير واستعادة النفايات. تشكل الإستراتيجية الوطنية الجديدة جزءاً من المادة 68 من الدستور الجزائري، والتي تقضي بأن يتمتع المواطنون بالحق في بيئة صحية وأن تعمل الدولة على الحفاظ على البيئة. تلبي هذه الاستراتيجية أيضاً تطلعات نموذج الأعمال الجديد لأفق عام 2035 وينعكس هذا النموذج الجديد، الذي يتطلب ميزان مالي داخلي وخارجي للخدمات، ونشر قوى السوق، وحماية الموارد الطبيعية، في قطاع النفايات من خلال إدخال الاقتصاد الدائري الذي يولد دخل العمل وتطوير آليات لاستخدام الطاقات المتجددة

لأهداف الخمسة (5) التي حددتها استراتيجية هي:

•الهدف 1 -لمنع الهدر

•الهدف 2 -تشجيع الفرز الانتقائي

•الهدف 3 -تقليل المخاطر الصحية والبيئية للنفايات النهائية

•الهدف 4 -تطبيق مبدأ الملوث يدفع

•الهدف 5 -تعزيز دور القطاع الخاص

النتائج المتوقعة بحلول عام 2035:

- الحد من توليد النفايات : % 10 خفض النفايات المنزلية وما شابه ذلك.
- تثمين النفايات: المساهمة في الاقتصاد الوطني بمبلغ 80 مليار دينار.
- التخلص من المكبات البرية: التخلص بحلول عام 2024 .
- زيادة مشاركة القطاع الخاص: الشراكة بين القطاعين العام والخاص المحتملة بقيمة 54 مليار دينار.
- خلق فرص العمل 100,000 وظيفة : 30,000 مباشرة و 70,000 غير المباشرة.
- المكاسب البيئية: تخفيض صافي انبعاثات غازات الدفيئة في السنة من 45 مليون طن، أي ما يعادل 150 مليار دولار.
- من أجل ضمان نجاح وتحقيق أهداف ، SNGID تلتزم الوزارة بالتنفيذ المتضافر لآليات التنفيذ على أساس الإدارة الفعالة والقائمة على المشاركة على أساس المشاركة الفعالة لأصحاب المصلحة. وللاعبين رئيسيين في الولايات والبلديات والمشغلين العاميين الخاصين والمنتجين والمنظمات البيئية وعلماء البيئة والمنظمات غير الحكومية ووسائل الإعلام.

1. برنامج دعم التسيير المدمج لنفايات (AGID) (Appui à la Gestion Intégrée des

Déchets)

هو مشروع تعاوني في مجال تسيير النفايات بين الجزائر وبلجيكا تم تمويله ب 11.000.000 يورو من الطرف البلجيكي، وبـ 11.000.000.00 دج من الطرف الجزائري الهدف منه تعزيز ودعم الجمعيات المحلية لغرض ترقية إدارة نفاياتها، والمشروع يخص ثلاث ولايات من الغرب الجزائري: معسكر، مستغام وسيدي بلعباس.

في إطار أشمل، تهدف (AGID) أيضًا إلى تطوير سلاسل تجميع النفايات، وبالتالي تعزيز الاقتصاد الدائري ويشمل ذلك، في المقام الأول، تجميع النفايات المنزلية وما شابهها لتنظيم عمليات جمع انتقائية وبناء مراكز فرز وبناءً على ذلك، سيتم تطوير سلاسل تجميع حسب الاحتياجات والفرص الخاصة بكل ولاية كما تم التخطيط لاتخاذ إجراءات بشأن النفايات غير القابلة للتحلل والنفايات المنزلية الخاصة.

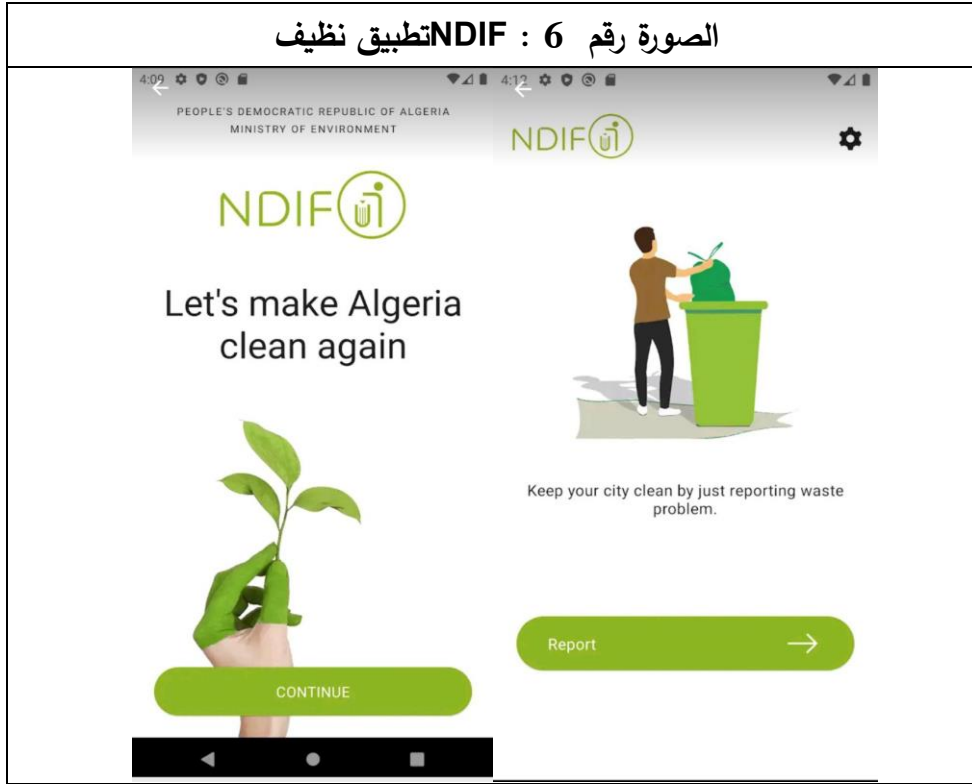
4. الإدارة الذكية للنفايات في الجزائر خدمات إلكترونية:

1. تطبيق نظيف NDIF أطلقت الوكالة الوطنية للنفايات تطبيق نظيف يوم 14 جويلية 2019 المتوفر على

الأجهزة الإلكترونية المحمولة والذي يمكن تحميله عبر تطبيق PLAY STORE يتيح هذا التطبيق للمواطنين فرصة للتفاعل مباشرة مع الوكالة الوطنية للنفايات من خلال التبليغ عن كافة التجاوزات المتعلقة بالنفايات سواء الخاصة بالمفارغ العشوائية، النقاط السوداء، التأخر في عملية جمع ورفع النفايات أو نقص الحاويات.

يمكن للمواطن استعمال هذا التطبيق عبر ارسال صور لمكان تواجد النفايات عبر التراب الوطني بفضل Géolocalisation التي تسمح بالكشف عن الموقع الجغرافي للشكوى. تقوم الوكالة الوطنية للنفايات بنقل شكاوى المواطنين أوتوماتيكيا الى الجماعات المحلية للتكفل بها وهذا ما يجعلها وسيط بين الطرفين¹

الفصل الثاني: جهود الجزائر المبذولة في إدارة النفايات الحضرية الصلبة



المصدر : تطبيق نظيف NDIF 2025

2. بورصة النفايات الصناعية :

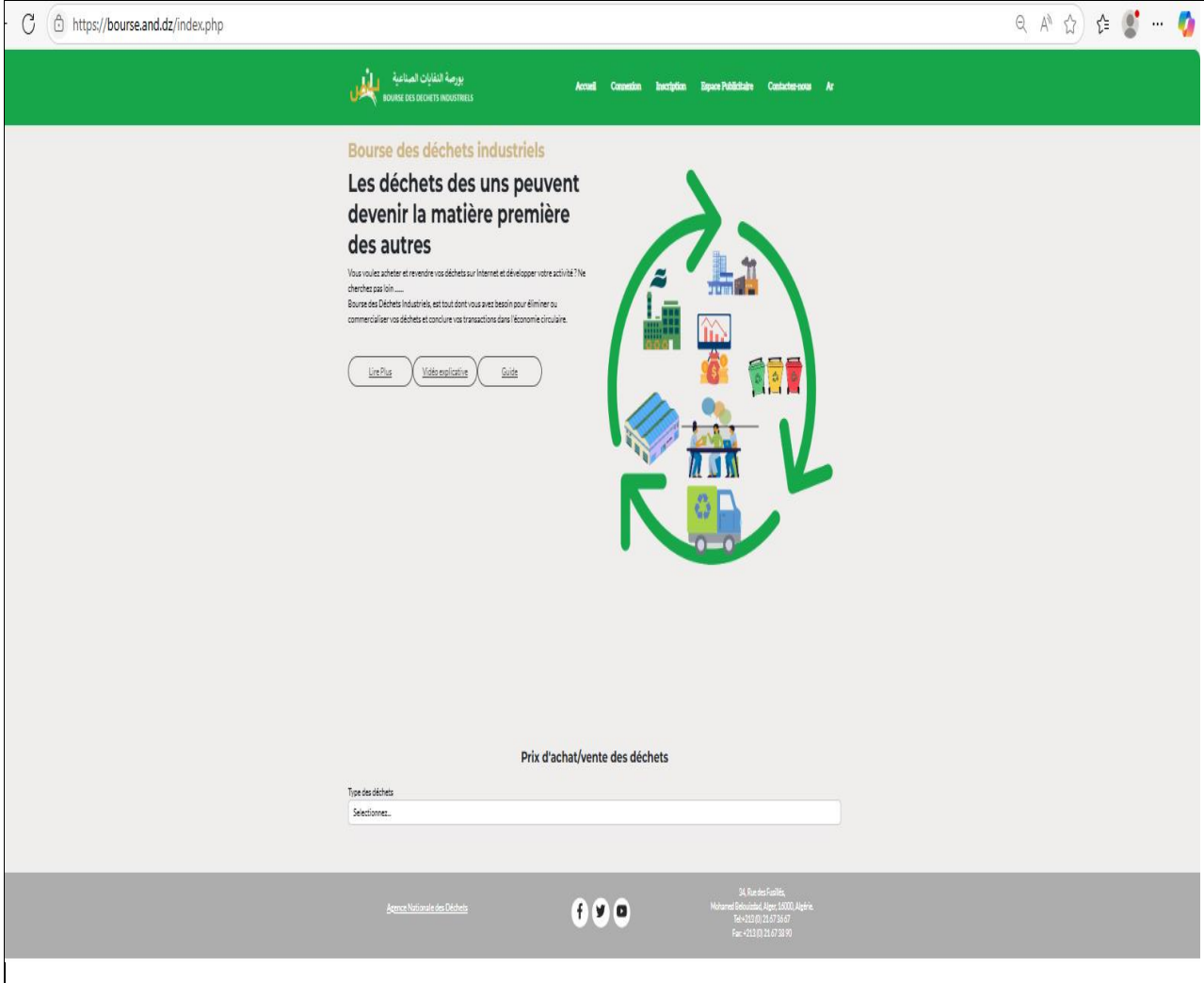
تم إطلاقها عبر شبكة الإنترنت في 05 جوان 2015 من قبل الوكالة الوطنية للنفايات وهي منصة رقمية تساعد المؤسسات المنتجة للنفايات من جهة، ومن جهة أخرى المؤسسات التي تنشط في الاقتصاد الدائري من "جمع، نقل، استرجاع، تثمين ومعالجة للنفايات" وهذا للاستفادة من تبادل للنفايات وإبرام الصفقات بين المنخرطين في البورصة من خلال التسجيل في هذا السوق الإلكتروني الذي يوفر لهم العرض، الطلب والأسعار لمختلف النفايات

الولوج إلى هذه الخدمة عبر الموقع الخاص بها bourse.and.dz¹

¹ Bourse des déchets,

الفصل الثاني: جهود الجزائر المبذولة في إدارة النفايات الحضرية الصلبة

الصورة رقم 7 : بورصة النفايات الصناعية:

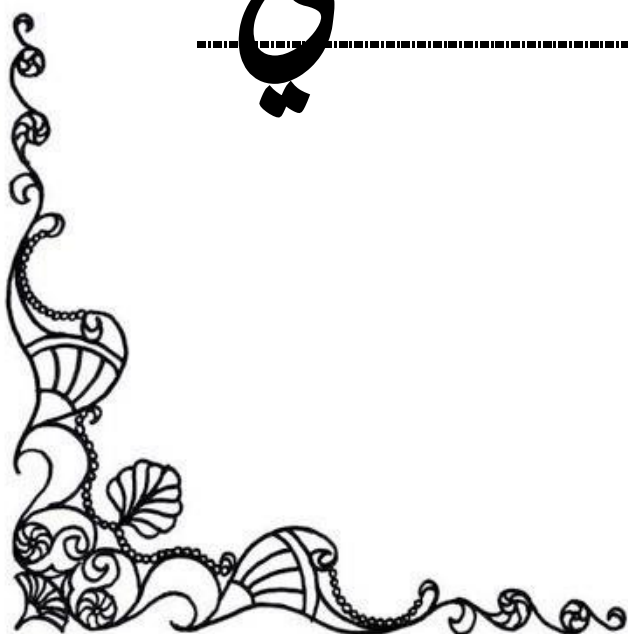


المصدر : موقع بورصة النفايات الصناعية -2025-

خاتمة الفصل:

يتّضح من خلال عرض التجارب الدولية في هذا الفصل أن الإدارة الذكية للنفايات تمثل خيارًا استراتيجيًا لتحقيق التنمية المستدامة وتعزيز كفاءة التسيير الحضري، لما توفره من أدوات رقمية وتقنيات متقدمة تساهم في الحد من الأثر البيئي وتحسين جودة الحياة. وبالرغم من اختلاف وتميز كل نموذج أو تجربة من التجارب الدولية ، إلا أن هناك نقاط مشتركة تجمعها كاشتراكها في آليات تحسين البيئة الحضرية والمتمثلة في القوانين والحوافز ونشر الوعي من خلال الحملات التحسيسية والاستثمارات الإستراتيجية المشاكل البيئية كما أظهرت هذه النماذج إمكانية تكيف تلك الآليات مع خصوصيات الدول النامية، بما فيها الجزائر، التي أبدت التزامًا واضحًا عبر ترسانة قانونية واستراتيجيات وطنية طموحة ومن ثمّ، فإن استلهام تلك التجارب وتوظيفها ضمن رؤية محلية يُعدّ خطوة ضرورية لبناء نموذج جزائري فعّال ومتكامل في مجال التسيير الذكي للنفايات.

جزء التطبيق



تمهيد

يمثل هذا الفصل الجانب التطبيقي من الدراسة، ويهدف إلى إسقاط المفاهيم النظرية والتصورات الابتكارية للمشروع على الواقع الميداني، وذلك من خلال تحليل بيئة العمل المستهدفة وتقييم مدى جاهزيتها للتحويل الرقمي في إدارة النفايات وتمحورت الدراسة التطبيقية حول ولاية المسيلة، باعتبارها نموذجًا محليًا يعكس التحديات والإمكانات التي يمكن أن تواجه المشروع في سياق بيئي ومؤسسي جزائري تضمن هذا الفصل مبحثين رئيسيين هما :

المبحث الأول: دراسة مؤسسة الردم التقني للمسيلة، حيث يتم تقديم قراءة تحليلية شاملة لبنية المؤسسة، مهامها، وسائلها التسييرية، وإشكالاتها الحالية في مجال جمع النفايات وفرزها وتسويقها.

المبحث الثاني: تحليل الاستبيان الميداني، الذي استهدف مجموعة من الخبراء في المجال لجمع معطيات دقيقة حول مدى وعي الفاعلين بأهمية التحويل الرقمي، وأبرز التحديات والفرص التي يمكن البناء عليها لإنجاح التطبيق.



الفصل الثالث :دراسة تحليلية للمؤسسة العمومية

الولائية لتسيير مراكز الردم تقني بالمسيلة



ا. المؤسسة العمومية الولائية لتسيير مراكز الردم التقني بالمسيلة:

1. التعريف بالمؤسسة :

تعرف المؤسسة العمومية لتسيير مراكز الردم التقني على أنها مؤسسة عمومية محلية ذات طابع تجاري وصناعي تتكفل بتسيير مراكز الردم التقني المتواجدة عبر إقليم الولاية حيث تعمل على تسيير الخدمة العمومية الخاصة بجمع، نقل وتسيير النفايات الصلبة الحضرية، انشأت بموجب القرار الوزاري المشترك المؤرخ في 08/11/2008 والموقع بين كل من وزارة الداخلية والجماعات المحلية، وزارة التهيئة العمرانية والبيئة والسياحة ووزارة المالية، وكانت بداية النشاط بتاريخ 01/07/2010

2. مهام المؤسسة :

- تسيير مراكز الردم التقني بجميع الأصناف المتواجدة عبر إقليم الولاية
- إسترجاع المواد القابلة للرسكلة
- رفع القمامة المنزلية عبر أحياء المدن والبلديات.
- القضاء على المفرغات العشوائية و النقاط السوداء

3. المراكز المسيرة من طرف المؤسسة :

- مركز الردم التقني للنفايات المنزلية والهامة بالمسيلة أولاد منصور
- مركز الردم التقني للنفايات المنزلية والهامة ببوسعادة.
- مركز الردم التقني للنفايات المنزلية بعين الملح.
- مركز الردم التقني للنفايات المنزلية بسيدي عيسى.
- مركز الردم التقني أولاد دارج .

- مركز الردم التقني بمقرة.

4. الأبعاد والأهمية الإستراتيجية :

• البعد البيئي

القضاء على مشكل انتشار المعرغات العشوائية.

معالجة النفايات بمختلف أصنافها وفق المعايير البيئية المعمول بها.

استرجاع النفايات القابلة للثمين

• البعد الاجتماعي: المساهمة في القضاء على البطالة من خلال خلق مناصب شغل مباشرة وغير مباشرة

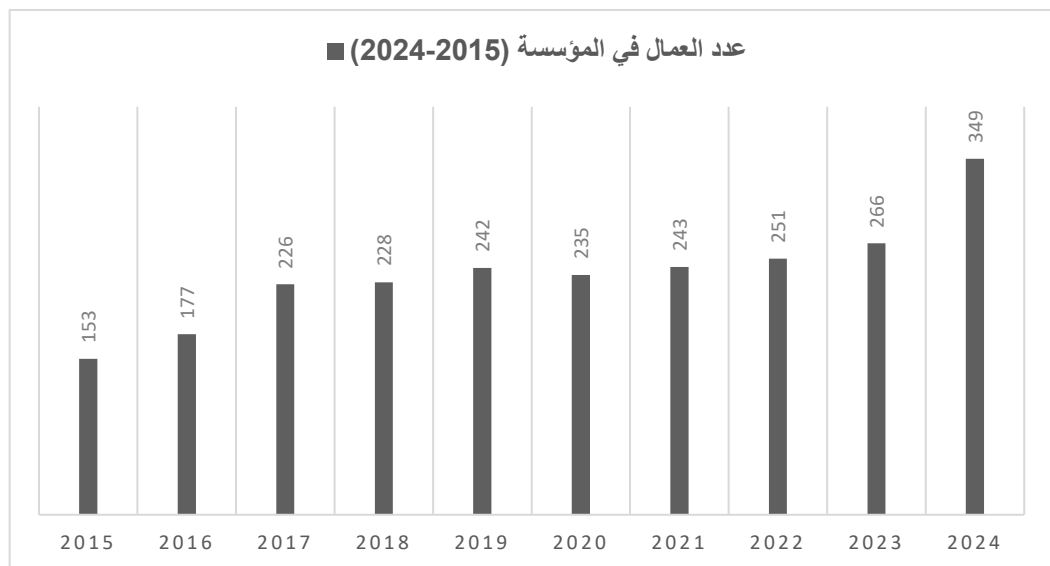
• البعد الاقتصادي: تحقيق رقم أعمال يساهم في خلق الثروة وتكريس الاقتصاد البديل

- البلديات المغطاة : 23 من بين 47

- عدد السكان المشمولين بالخدمة: 476 546 نسمة (43 % من تعداد سكان الولاية)

- العقود المبرمة مع المتعاملين المتعاقدين : 63

5. تعداد عدد العمال المؤسسة:



المصدر: من إعداد الطالبة اعتمادا على المعطيات المقدمة من طرف م. ع. ت. م. ر. ت. 2024

دراسة تحليلية للمؤسسة العمومية الولائية لتسيير مراكز الردم تقني بالمسيلة

تظهر البيانات عدد العمال في المؤسسة العمومية الولائية لتسيير مراكز الردم التقني بالمسيلة اتجاهًا تصاعديًا واضحًا، مع تسارع ملحوظ في السنوات الأخيرة، خاصة في 2024 هذا النمو يعكس توسع المؤسسة، وتزايد متطلبات التسيير، واهتمام الإدارة بتعزيز الموارد البشرية لمواكبة تحديات إدارة النفايات وتحقيق أهداف المؤسسة

6. كمية النفايات المجمعة من طرف المؤسسة :

النفايات المنزلية وما شابهها (Déchets ménagers et assimilés) :

جدول 2 . كمية النفايات المنزلية وما شابهها المجمعة من طرف المؤسسة

السنة	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
الكمية (طن)	84753	96377	102310	104950	117284	117794	117412	115064	135320
المعدل (طن/اليوم)	232	426	280	287	321	321	321	315	371

المصدر : من إعداد الطالبة اعتمادا على المعطيات المقدمة من طرف م. ع. ت. م. ر. ت. 2024

النفايات الهامدة (déchets inertes) :

جدول 3 كمية النفايات الهامدة المجمعة من طرف المؤسسة

السنة	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
الكمية (طن)	19 073	22 288	25944	34131	60353	56198	110756	87602	102115
المعدل (طن / اليوم)	52	61	71	93	165	153	303	240	280

المصدر : من إعداد الطالبة اعتمادا على المعطيات المقدمة من طرف م. ع. ت. م. ر. ت. 2024

7. جهود المؤسسة في إسترجاع النفايات القابلة للرسكلة:

لأجل القيام بهذه المهمة تنتهج المؤسسة طريقتين مع بعض:

الأولى: استراتيجية تتمثل في إبرام اتفاقية سنوية أو دورية بينها وبين الخواص المتمثلين في المؤسسات المصغرة الخاصة بإسترجاع ورسكلة النفايات، حيث تتم هذه العملية على مستوى المراكز الأربعة التابعة لها، يتم تحديد هذه المؤسسات بناء على دفتر شروط يضبط كل الأحكام المتعلقة بمضمون الخدمة وتمنح للمؤسسة المصغرة التي تقدم أحسن عرض مالي على أن تلتزم هذه الأخيرة الحائزة على الإتفاقية بكافة الشروط بما في ذلك توفير عمال للفرز، توفير العتاد اللازم و احترام الكميات الواجب إسترجاعها.

الثانية: القيام بعملية إسترجاع المواد القابلة للرسكلة بواسطة تسخير مجموعة من الإمكانيات البشرية والمادية التابعة لها والمتمثلة فيما يلي:

- تسخير أكثر من 20 عون للقيام بعملية الفرز.
- 06 آلات ضاغطة للنفايات المسترجعة، 02 رافعة ذات ذراع تيليسكوبي
- 03 جرارات فلاحية، 02 شاحنة ذات قلاب 4.5 طن، 01 آلة حفر وشنح

8. إسترجاع النفايات القابلة للتثمين :

جدول 4 يوضح كميات استرجاع النفايات القابلة للتثمين خلال المرحلة (2015-2024)

2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	طبيعة النفايات المسترجعة
786	587	782	1009	664	737	1097	915	819	789	البلاستيك (طن)
573	436	372	510	330	385	684	550	282	261	الورق/الكرتون (طن)
/	/	/	/	08	08	29	29	22	09	الزجاج (طن)
/	03	03	04	03	05	10	10	07	04	الألمنيوم (طن)
54	55	155	168	77	102	119	62	50	43	الحديد (طن)
82	/	/	/	20	1134	3759	2989	2700	1 872	العجلات المطاطية (وحدة)

المصدر : من إعداد الطالبة اعتمادا على المعطيات المقدمة من طرف م. ع. ت. م. ر. ت. 2024

جدول 5 يوضح النسبة المئوية للنفايات المسترجعة بالنسبة للنفايات المجمعة

السنة	النفايات المجمعة (طن)	النفايات المسترجعة	نسبة الاسترجاع %
2019	104 950	1360	1.3%
2020	117284	1190	1.04%
2021	117284	1009	0.86%
2022	117412	1312	1.17%
2023	115064	1081	0.9%
2024	135320	1422	1.05%

المصدر : من إعداد الطالبة اعتمادا على المعطيات المقدمة من طرف م. ع. ت. م. ر. ت. 2024

نستنتج من خلال معطيات هذا الجدول أن كمية المواد المسترجعة ضعيفة حيث بلغت نسبة معدل استرجاع المواد القابلة للرسكلة لسنة 2024 ب : 1.05% فقط من إجمالي النفايات المستقبلية ما يفسر أن كمية النفايات المدفونة في الخنادق كميات كبيرة جدا

دلالات النسبة المنخفضة:

- ضعف منظومة الفرز: النسبة المنخفضة تعكس غالباً ضعفاً في عمليات فرز النفايات من المصدر أو في مراكز الفرز، مما يؤدي إلى اختلاط المواد القابلة لإعادة التدوير مع النفايات الأخرى وصعوبة استرجاعها .
 - غياب أو محدودية الشراكات الصناعية: قد يكون هناك نقص في التعاون مع الشركات القادرة على استيعاب المواد القابلة لإعادة التدوير وتحويلها إلى مواد أولية أو منتجات جديدة .
 - محدودية الوعي المجتمعي: ضعف التوعية المجتمعية حول أهمية الفرز المنزلي وإعادة التدوير يساهم في تراجع الكميات المسترجعة .
 - مشكلات لوجستية وتقنية: قد تعاني المؤسسة من نقص في المعدات أو الموارد البشرية أو التقنية اللازمة لرفع كفاءة الاسترجاع
- النسبة الحالية (1.05%) تعكس قصوراً واضحاً في منظومة إعادة التدوير لدى مؤسسة الردم التقني، وتستدعي مراجعة شاملة للسياسات والإجراءات المعتمدة، مع ضرورة الاستثمار في التوعية والبنية التحتية والشراكات الصناعية لرفع هذه النسبة إلى مستويات مقبولة بيئياً واقتصادياً

9. الميزانية السنوية للمؤسسة :

كغيرها من المؤسسات العمومية تتشكل ميزانيتها السنوية من قسمين قسم الإيرادات وقسم النفقات:

قسم الإيرادات: يوجد ثلاث مصادر رئيسية لإيرادات المؤسسة تتمثل في:

إيرادات ناتجة عن مستحقات المعالجة من قبل البلديات أو الخواص، حيث أن أسعار المعالجة محددة

من طرف مجلس إدارة المؤسسة وهي كالتالي:

• معالجة النفايات المنزلية ألف (1000 دج) دينار جزائري للطن الواحد.

• ردم النفايات الهامدة ثمانون (80 دج) دينار جزائري للطن الواحد.

إيرادات ناتجة عن عملية رفع ونقل النفايات المنزلية من البلديات والخواص يتم تحديد سعرها بالتفاوض الناتج

عن دراسة مجموعة من المعايير عدد الدورات في الشهر المسافة ما بين المركز ومكان الخدمة، عدد العمال،

عدد الشاحنات المخصصة) .

إيرادات ناتجة عن بيع المواد المسترجعة يتم تحديد سعرها بناء على إجراء استشارات للبيع أو البيع بالمزاد

ويرسّى على أكبر عرض مقدم من طرف الزبون، حيث أن أسعار البيع غير ثابتة ومنطقة بالسعر في السوق

الخارجي إضافة إلى التشغيل CTA تعويضات التأمين، وأحيانا مساهمات الدولة على شكل إعانات، تضاف

لتلك الإيرادات المتحصل عليها جراء انشطتها المذكورة أنفا.

قسم النفقات :

وتشمل النفقات على كل المراكز و هي نوعين نفقات التجهيز و نفقات التسيير حيث :

نفقات التجهيز :

تقيد ضمن نفقات التجهيز مختلف الإقتناءات لاسيما الآلات والمعدات بما فيها عناد الأشغال العمومية

الشاحنات ومعدات الاستغلال أشغال المباني تجهيزات المكاتب المصاريف المتعلقة بعملية رفع النفايات بما في

ذلك اقتناء الحاويات وغيرها من التجهيزات.

نفقات التسيير :

تفيد رواتب المستخدمين (كتلة الأجور)، مستحقات التأمين السنوية، ورشة التصليح و قطع الغيار و العجلات الوقود والزيوت، مواد التنظيف لوازم المكتب والطبع، الأنيسة الخاصة بالعمل بكل ما تشمله ، مستحقات الدورات التكوينية للعمال مصاريف نقل العمال بالإضافة إلى تسديد الضرائب الشهرية والسنوية ومصاريف أخرى رد على ذلك مصاريف الإبحار ونفقات الغاز، الكهرباء والماء والهاتف الى حيث أنه في سنة 2019 بلغت نسبة نفقات التسيير 70% من إجمالي نفقات المؤسسة

ديون المؤسسة :

من خلال المقابلات التي فما بها مع مختلف مصالح المؤسسة أدلت كلها أن البلديات السبب في تأخر تحصيل ديون المؤسسة وخاصة تزامنا مع الأزمة الاقتصادية الراهبة التي نتج عنها عمر في ميزانيات الطننات، حيث قدرت نسبة 97% من ديون المؤسسة راجعة إلى البلديات على رأسها بلدية المسيلة بنسبة 84 % حسب إحصائيات المؤسسة لسنة 2019.

10. اهم التحديات التي تعاني منها المؤسسة:

تحديات تسييرية وإدارية (الجانب الإداري والتنظيمي)

- غياب الرقمنة في التسيير اليومي: ما زال الاعتماد غالباً على التسجيل الورقي أو جداول Excel، مما يؤدي إلى ضعف في التتبع وصعوبة استخراج البيانات الدقيقة.
- سوء تخطيط المسارات: لا يتم تحديث المسارات بانتظام، ما يؤدي إلى إهدار الوقت والوقود، وتراكم النفايات في نقاط معينة (نقاط سوداء).
- نقص الكفاءات الإدارية والتقنية
- غياب قواعد بيانات موحدة: لا يوجد سجل رقمي شامل للكميات، نوعية النفايات، أو الموردين والمشتريين.

تحديات تقنية ولوجستية:

- اهتراء التجهيزات والشاحنات: قدم الأسطول المستخدم، غياب الصيانة الدورية، ونقص قطع الغيار.
- نقص الحاويات أو توزيعها بشكل غير عادل: خاصة على مستوى السكنات الفردية مما يؤدي إلى امتلاء سريع للحاويات دون تدخل فوري، .
- ضعف البنية التحتية الرقمية: لا توجد أجهزة متصلة، أو تغطية إنترنت كافية لتشغيل أنظمة ذكية.4
- نقص معدات الفرز والمعالجة داخل المركز: معظم المراكز تعمل فقط على الردم دون فرز أو إعادة تدوير.

تحديات ناتجة عن المواطن والمجتمع المحلي:

- قلة وعي المواطنين بفرز النفايات: لا يتم احترام تصنيف النفايات المنزلية مما يؤدي إلى زيادة كمية النفايات المختلطة التي يصعب عمليات المعالجة وإعادة التدوير .
- سوء استخدام الحاويات العمومية: من رمي عشوائي، تخريب، سرقة الحاويات من قبل المواطنين أو تكديس نفايات غير مطابقة.
- غياب قنوات للتبليغ أو المشاركة المجتمعية: لا يستطيع المواطنون التواصل مع المراكز بسهولة للإبلاغ عن النقاط السوداء لتجمع القمامة.

تحديات مالية واقتصادية:

- ضعف التمويل والتجهيز: لا تخصص ميزانية كافية لتطوير نظم الإدارة أو شراء برمجيات حديثة أغلب الميزانية توجه لاصلاح اغطاب شاحنات الجمع.
- التبعية الكاملة للدعم البلدي أو الولائي: ما يجعل الاستقلالية المالية للمراكز محدودة، ويؤخر أي تطوير ذاتي.

مشاكل مؤسسية وتنظيمية:

- غياب شراكات مع القطاع الخاص أو المجتمع المدني لا يتم إشراك الشركات الناشئة أو الجمعيات البيئية في الحلول المقترحة.
- غياب سياسات توحيد وطنية لتسيير المراكز هناك تفاوت كبير بين مراكز الولايات من حيث الأداء والتقنيات.
- عدم وجود آلية تقييم أداء المراكز بشكل دوري: لا توجد مؤشرات واضحة أو شفافة لمراقبة مدى كفاءة التسيير.
- القطاع غير الرسمي وجامعو الخردة: وجود حظائر جمع خردة كبرى تعمل ليلاً ونهاراً بعيداً عن الرقابة الرسمية، حيث يعمل فيها عمال غير مسجلين أو صغار، مما يؤدي إلى جمع جزء كبير من النفايات الثمينة (كالمعادن والبلاستيك القابل لإعادة التدوير) قبل وصولها إلى مراكز الفرز، وبالتالي تقل الكميات المتاحة لإعادة التدوير المؤسسي
- نقص الحوافز والتشريعات الداعمة: رغم وجود قوانين تحفز على التدوير والفرز، إلا أن ضعف تطبيقها وعدم وجود حوافز مالية أو اجتماعية كافية يحد من مشاركة الفاعلين كافة، خاصة القطاع غير الرسمي



تحليل نتائج الاستبيان

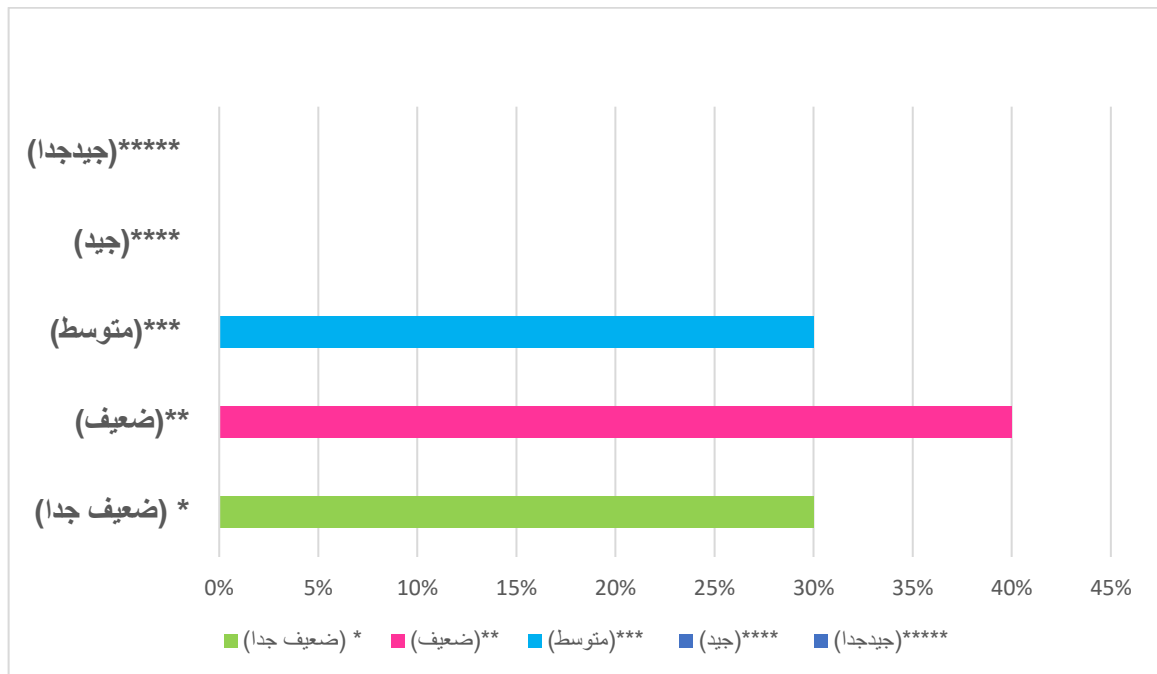


II. تحليل نتائج الاستبيان :

يندرج هذا الاستبيان ضمن إطار بحث أكاديمي لنيل شهادة الماستر، في إطار دراسة تطبيق الحلول الذكية في إدارة النفايات الحضرية، تم إعداد استبيان ميداني يهدف إلى جمع آراء الخبراء والممارسين في مجالات البيئة، التسيير الحضري، الرقمنة، والتخطيط العمراني، من أجل تقييم جاهزية السياق المحلي لاعتماد نموذج رقمي ذكي لتسيير النفايات، فهم واقع التسيير الحالي للنفايات، قياس درجة الوعي والتقبل للتقنيات الرقمية، وتحديد العوائق والفرص المرتبطة بانتقال مؤسسات الردم نحو الإدارة الذكية بالإضافة إلى رصد تصورات دقيقة حول محدودية استعمال التقنيات الحديثة، غياب المنصات الرقمية التفاعلية، وكذا العقبات التي تعرقل تسويق النفايات القابلة لإعادة التدوير.

1. تقييم كفاءة نظام إدارة النفايات الحالي في مدينة المسيلة والجزائر عامة:

5 تقييم كفاءة نظام ادارة النفايات من قبل الخبراء



المصدر : من اعداد الطالبة بالاعتماد على نتائج الاستبيان 2025

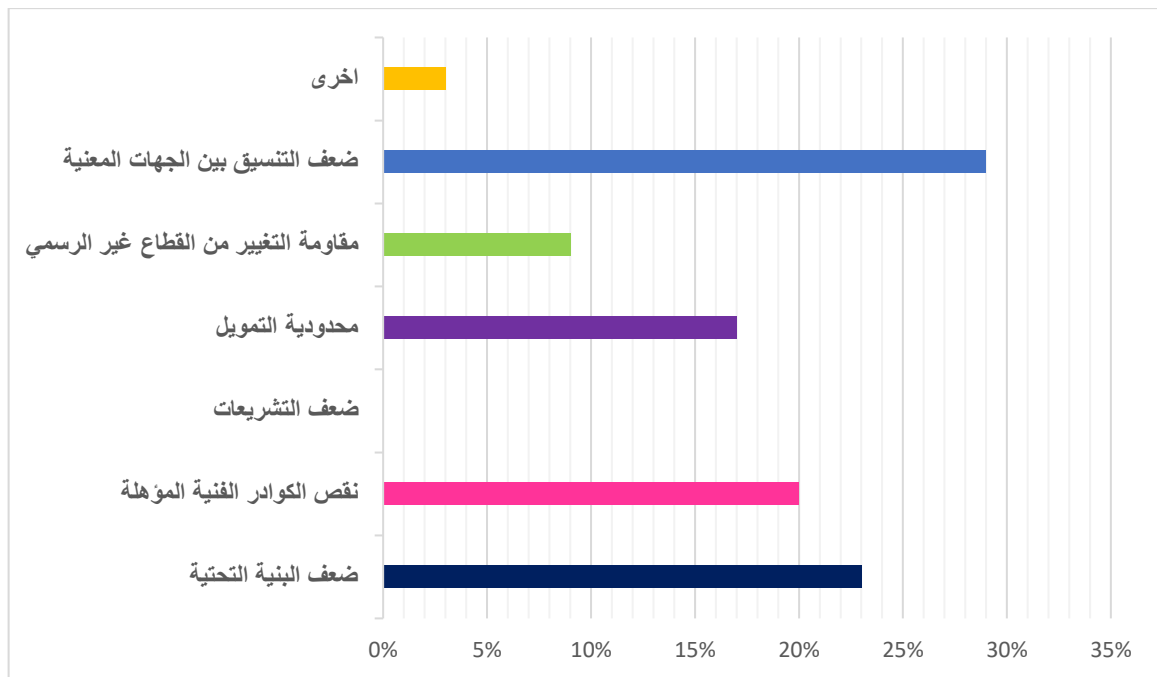
تحليل نتائج الاستبيان

- متوسط التقييم 2.00 من 5، وهو ما يعكس تقييماً ضعيفاً لكفاءة النظام الحالي.

التحليل: يشير متوسط التقييم المنخفض (2 من 5) إلى وجود إجماع بين الخبراء على أن نظام إدارة النفايات الحالي في مدينة المسيلة، وفي الجزائر عمومًا، يعاني من ضعف في الكفاءة. أغلب المشاركين صنفوا النظام بين "ضعيف جدًا" و"ضعيف"، مع قلة من التقييمات عند المستوى المتوسط، وعدم وجود أي تقييمات إيجابية (جيد أو جيد جدًا) هذا يعكس وجود مشكلات هيكلية وفنية تؤثر على فعالية النظام الحالي في إدارة النفايات.

2. أبرز التحديات التي تعيق تطوير قطاع إدارة النفايات :

6. أبرز التحديات التي تعيق تطوير قطاع إدارة النفايات حسب رأي الخبراء



المصدر : من اعداد الطالبة بالاعتماد على نتائج الاستبيان 2025

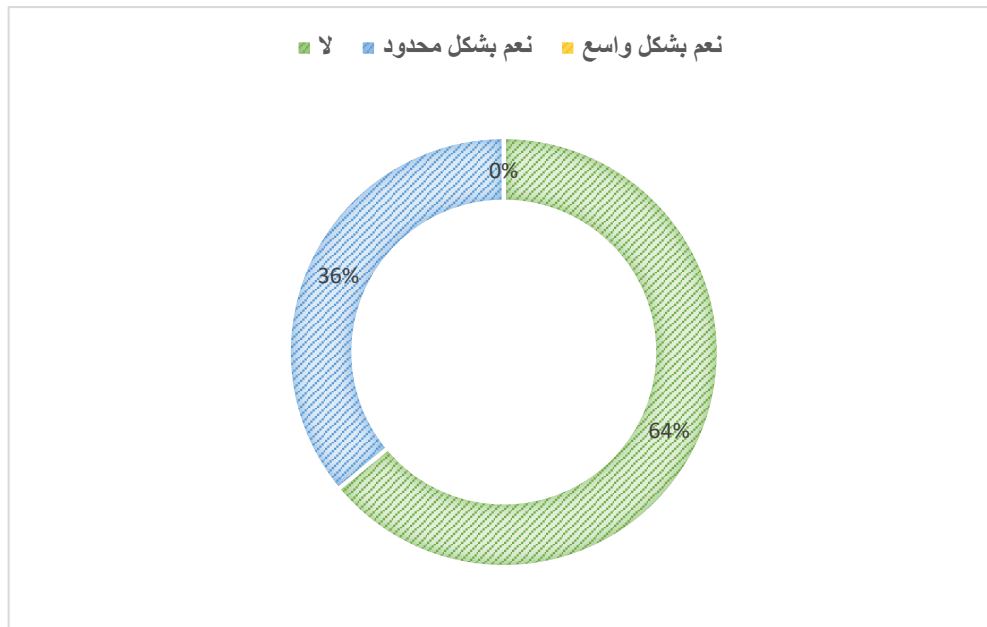
التحليل: تظهر النتائج أن "ضعف التنسيق بين الجهات المعنية" هو التحدي الأكبر الذي يواجه تطوير القطاع، يليه "ضعف البنية التحتية" و"نقص الكوادر الفنية المؤهلة" كما أن "محدودية التمويل" تمثل عقبة مهمة بالمقابل،

لم يعتبر الخبراء أن ضعف التشريعات يمثل تحديًا جوهريًا في الوقت الحالي ويشير ذلك إلى أن الحلول يجب أن تركز على تعزيز التنسيق المؤسسي، تطوير البنية التحتية، وتدريب الكوادر الفنية، إلى جانب توفير التمويل الكافي.

3. مدى توفر آليات فعالة أو تقنيات حديثة مثل أجهزة الاستشعار الذكية والأنظمة الرقمية

لأداء النفايات:

الشكل رقم 7: مدى توفر الآليات الفعالة والأنظمة الرقمية لأداء النفايات حسب رأي الخبراء



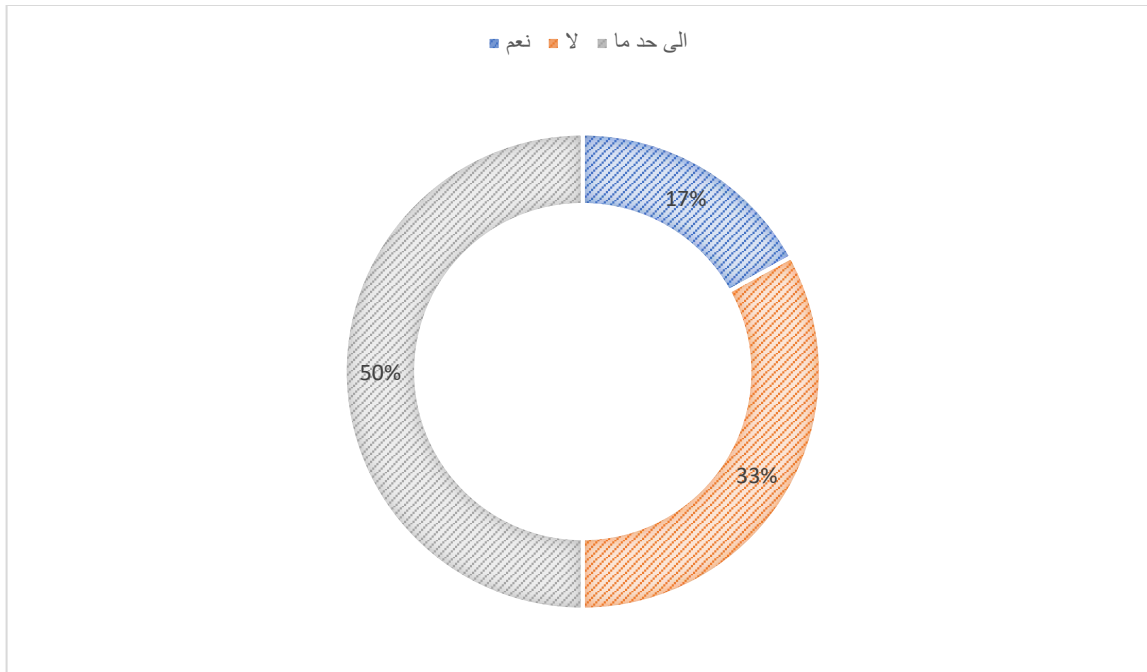
المصدر : من اعداد الطالبة بالاعتماد على نتائج الاستبيان 2025

التحليل :

تشير النتائج بوضوح إلى غياب البنية التحتية الرقمية والتقنية في مراكز الردم المستجوبة لم يُسجل أي وجود لتقنيات متقدمة بشكل واسع حسب ما أقرّه 64% من المشاركين، بينما اشار 36 % بوجود تقنيات بشكل محدود جدا وهو ما يكشف الحاجة الملحة لتحديث الوسائل التكنولوجية المعتمدة حالياً.

4. مدى امكانية الانتقال نحو ادارة ذكية :

الشكل رقم 8 : مدى امكانية الانتقال نحو ادارة ذكية



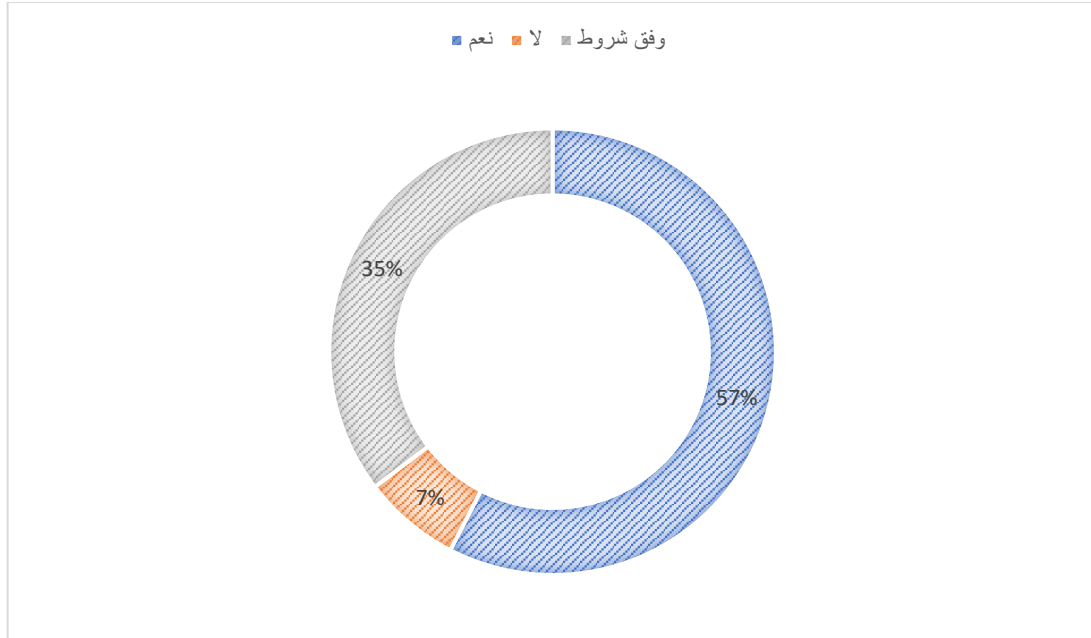
المصدر : من اعداد الطالبة بالاعتماد على نتائج الاستبيان 2025

التحليل :

أغلب المشاركين (50%) يعتقدون أن هناك مقومات جزئية فقط تسمح ببدء الانتقال نحو إدارة ذكية للنفايات، بينما عبّر 35% عن قناعتهم بعدم توفر البيئة المناسبة لذلك، وهو ما يعكس عوائق تنظيمية أو لوجستية أو بشرية فقط 17% يرون أن الشروط متوفرة، مما يثبت أن التحول الرقمي لا يزال في مراحله الأولى ويحتاج لدعم إداري وبنوي واسع هناك حالة من التردد أو التشكيك بين الفاعلين المحليين حول جاهزية الجزائر للانتقال الكامل إلى الإدارة الذكية للنفايات

5. دور المواطن في إنجاح النظام الذكي :

الشكل رقم 9 : مدى دور المواطن في انجاح النظام الذكي



المصدر : من اعداد الطالبة بالاعتماد على نتائج الاستبيان

التحليل :

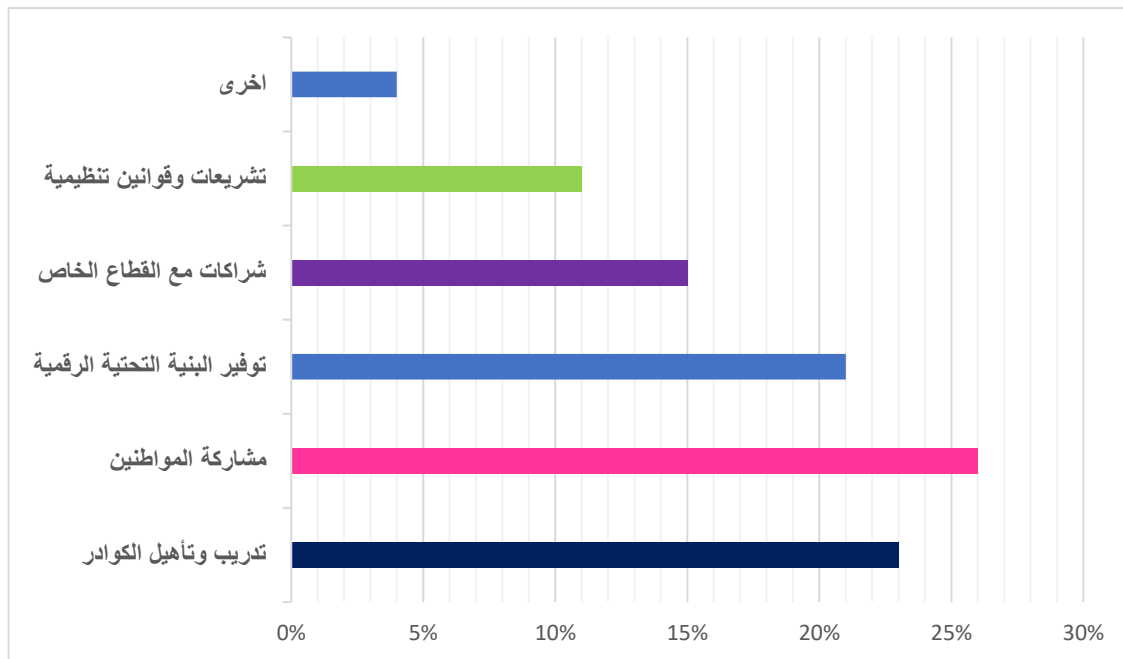
- يرى 57% من المشاركين أن المواطن سيكون شريكاً فاعلاً في إنجاح النظام الذكي، وهذا يعكس إيماناً واسعاً بأهمية مشاركة المواطن في تحقيق أهداف الدارة الذكية للنفايات وتحسين الخدمات المقدمة
- 35% وافقوا على دور المواطن في الادارة الذكية للنفايات بشروط معينة، مما يشير إلى أن المشاركة المجتمعية تعتمد على توفر عوامل دعم مثل البنية التحتية المناسبة، التوعية، التحفيز والتقنيات التي تسهل التفاعل بين المواطن والنظام الذكي هذه الشروط تشمل توفير منصات تفاعلية، تطبيقات ذكية للهواتف المحمولة، وضمان خصوصية وسرية المعلومات للمواطنين

تحليل نتائج الاستبيان

- فقط 7% رفضوا فكرة دور المواطن، ما يعكس قلة من يشككون في جدوى مشاركة المواطن أو قد يكون لديهم مخاوف تتعلق بالخصوصية أو عدم الثقة في قدرة النظام على استيعاب مساهماتهم
 - الخبراء يؤكدون على ضرورة تطوير تطبيقات ذكية تمكن المواطنين من الإبلاغ عن المشاكل والمشاركة في مراقبة الخدمات مثل جمع النفايات، مما يعزز من دقة البيانات ويساعد في اتخاذ قرارات أفضل .
 - كما يشير الخبراء إلى أن مشاركة المواطن في النظام الذكي ليست فقط دورًا تقنيًا، بل هي عملية تشاركية تتطلب توافر عوامل مثل التوعية، الدعم الفني، وضمان الحقوق، مما يجعل المواطن شريكًا حقيقيًا في التنمية المحلية وتحقيق الاستدامة
- بالتالي، يمكن القول إن آراء الخبراء تعكس توجهًا إيجابيًا نحو إشراك المواطن في إنجاح النظام الذكي، مع التأكيد على أهمية تهيئة البيئة المناسبة والدعم التقني لضمان فاعلية هذه المشاركة.

6. العوامل الضرورية لإنجاح التحول الذكي :

الشكل رقم 10 :العوامل الضرورية لانجاح التحول الذكي حسب راي الخبراء



التحليل:

الخبراء يقرّون بوجود إدراك واضح بأن نجاح الإدارة الذكية للنفايات يتطلب مقارنة شاملة تشمل عدة عناصر

أساسية، منها:

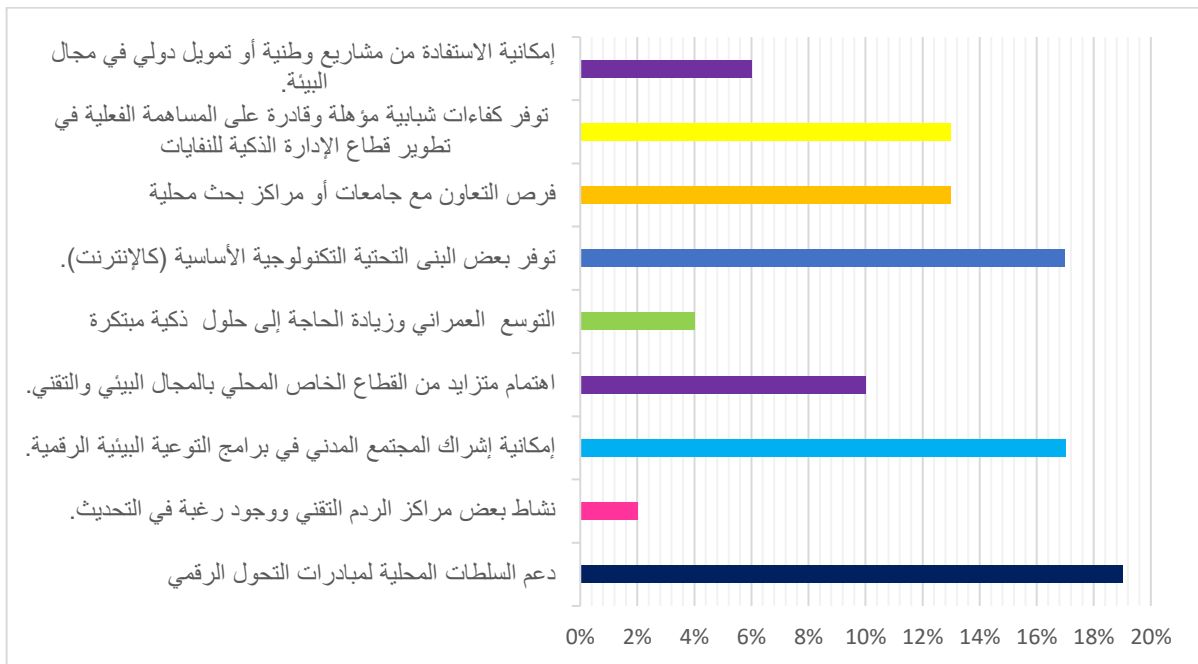
- 23% تدريب وتأهيل الكوادر وتطوير الكفاءات البشرية، حيث يعد في مجال إدارة النفايات الذكية أمراً ضرورياً لضمان فعالية العمليات.
- نسبة 26% لعملية إشراك المواطن مما يؤكد أهمية مشاركة المجتمع في عمليات جمع وفرز النفايات، والإبلاغ عن المشكلات، والمساهمة في تحسين جودة الخدمات.
- 21% بأهمية وجود بنية تحتية رقمية قوية لدعم الأنظمة الذكية من خلال توفير تقنيات متقدمة لجمع البيانات وتحليلها وإدارة العمليات بكفاءة.
- 11% بيئة تنظيمية داعمة، تشمل وضع القوانين والسياسات التي تشجع على الابتكار والتعاون في مجال إدارة النفايات.
- 15% يرى ان تعاون بين القطاعين العام والخاص، يعزز الموارد والخبرات ويحقق التكامل في تقديم الخدمات الذكية.

هذه المقاربة الشاملة تعكس فهم الخبراء لأهمية تضافر الجهود التقنية والبشرية والتنظيمية لضمان نجاح

الإدارة الذكية للنفايات، على المشروع أن يُبنى على هذه الأركان وأن يُروّج لها كشروط أساسية للنجاح.

7. أبرز الفرص الداعمة للتحول الرقمي:

الشكل رقم 11: أبرز الفرص الداعمة للتحول الرقمي حسب رأي الخبراء



المصدر : من اعداد الطالبة بالاعتماد على نتائج الاستبيان

التحليل: تشير المعطيات إلى أن البيئة الجزائرية، رغم التحديات التي قد تواجهها، توفر عدة فرص مواتية للتحول الرقمي، منها:

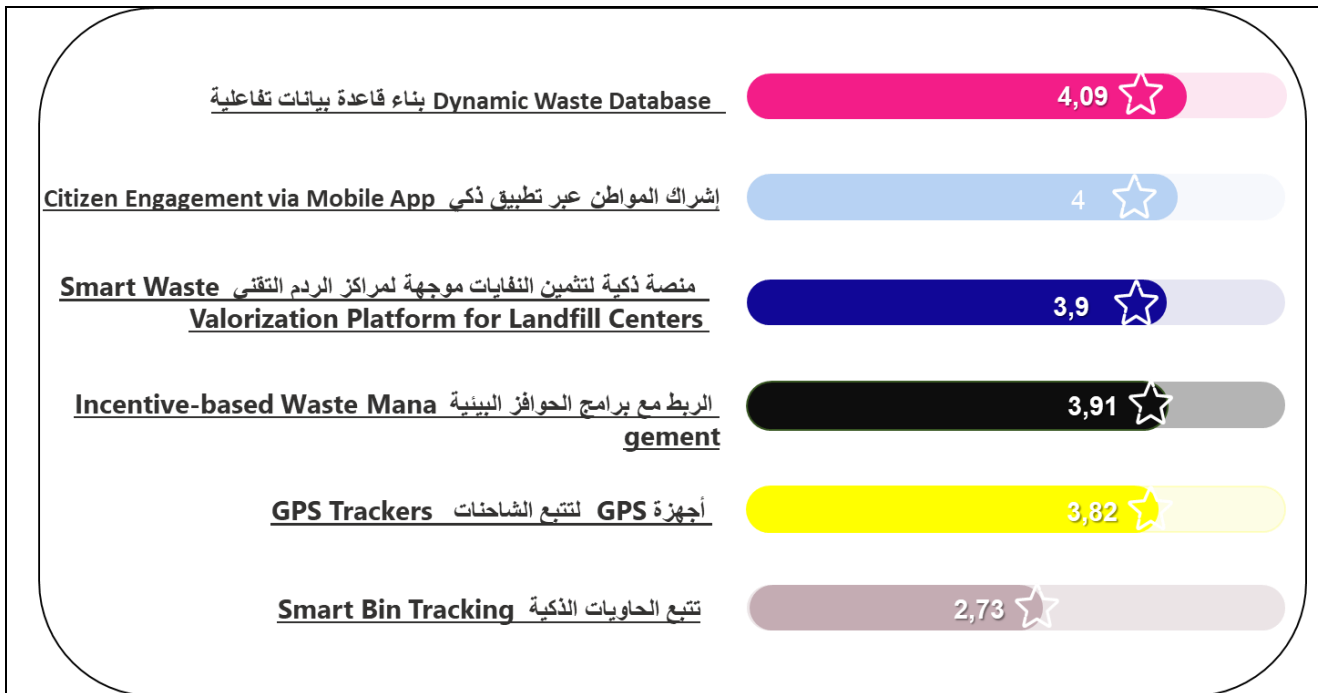
- وجود إرادة سياسية نسبية تدعم مبادرات التحول الرقمي وتطوير البنى التحتية الذكية.
- بداية جاهزية رقمية مع توفر بعض البنى التحتية الرقمية الأساسية التي تمهد الطريق لتبني الحلول الذكية.
- نشاط المجتمع المدني وانخراطه في قضايا الحفاظ على البيئة، مما يعزز المشاركة المجتمعية في نجاح الأنظمة الذكية.

- وجود فرص للتمويل والتعاون، سواء من خلال مؤسسات دعم الابتكار أو الشراكات الدولية التي تتيح نقل الخبرات والموارد.

هذه العوامل مجتمعة تخلق بيئة ملائمة لتطوير مشاريع الإدارة الذكية للنفايات وغيرها من مبادرات التحول الرقمي في الجزائر، مع ضرورة الاستمرار في تعزيز هذه الفرص لمواجهة التحديات القائمة من المهم أن يستند المشروع إلى هذه الفرص، ويُظهر أنه يسد فجوة قائمة ويستثمر عوامل النجاح الحالية.

8. الأنظمة الذكية لإدارة النفايات حسب رأي الخبراء :

9. الشكل رقم 12: رأي الخبراء في الأنظمة الذكية لإدارة النفايات



المصدر : من اعداد الطالبة بالاعتماد على نتائج الاستبيان

رأي الخبراء في الأنظمة الذكية لإدارة النفايات، كما هو معروض في الشكل السابق ، يتلخص في تقييم إيجابي واضح مع بعض التفاوتات حسب نوع النظام ووظيفته فيما يلي تفسير لتقييمات الخبراء ودلالاتها العملية:

- قاعدة بيانات تفاعلية للنفايات قاعدة بيانات تفاعلية للنفايات تقييم 4.09/5 حسب الخبراء تُعد من أكثر الأنظمة فعالية، إذ تتيح جمع وتحليل البيانات بشكل ديناميكي، ما يدعم اتخاذ القرار السريع وتحسين العمليات الخبراء يعتبرونها أولوية لنجاح الإدارة الذكية للنفايات
- إشراك المواطن عبر تطبيق ذكي تقييم 4.0 من اصل 5 يُعد من العوامل الأساسية لنجاح أي منظومة ذكية، حيث يعزز المشاركة المجتمعية ويزيد من وعي السكان ويحفزهم على الالتزام بممارسات الفرز والتدوير.
- منصة ذكية لتتبع النفايات تقييم 3.9 موجهة لمراكز الردم تعتبر خطوة متقدمة في تحويل النفايات إلى موارد، لكنها تحتاج إلى بنية تحتية قوية وتكامل مع باقي الأنظمة لتحقيق أقصى استفادة .
- برامج الحوافز البيئية تلاقي قبولاً جيداً من الخبراء، حيث حصلت على تقييم 3.91 إذ أثبتت فعاليتها في تحفيز الأفراد على المشاركة في إعادة التدوير وتقليل النفايات، خاصة عند ربطها بمكافآت ملموسة .
- تتبع الشاحنات عبر GPS مهم لتحسين كفاءة جمع النفايات وتقليل التكاليف التشغيلية، لكن فعاليته تعتمد على تكامل البيانات مع الأنظمة الأخرى .
- تتبع الحاويات الذكية حصل على أقل تقييم 2.73، غالباً بسبب تحديات في التطبيق العملي أو محدودية الفائدة إذا لم يتكامل مع باقي الأنظمة الذكية أو لا يغطي جميع مناطق المدينة بشكل فعال.

ومنه يمكن تلخيص رأي الخبراء في :

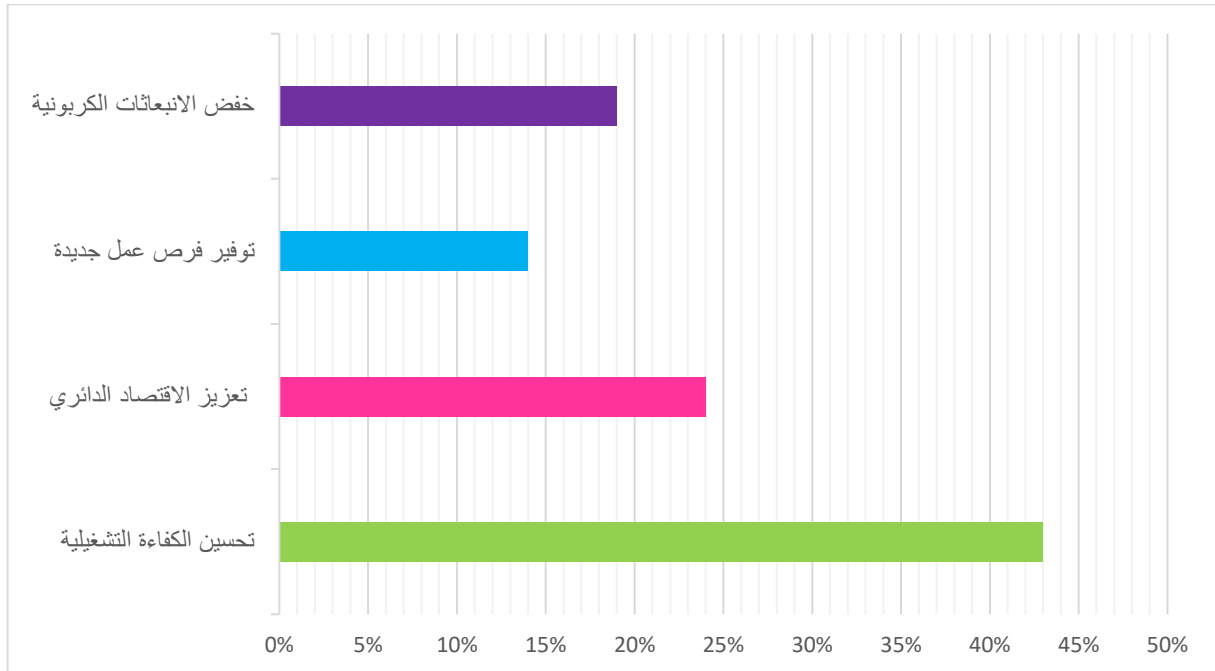
- الأنظمة الأعلى تقييمًا (قاعدة البيانات التفاعلية، مشاركة المواطن، منصات التثمين): تعد ضرورية لتحقيق كفاءة واستدامة في إدارة النفايات، وتدعم اتخاذ القرار المبني على البيانات وتعزز المشاركة المجتمعية.
- برامج الحوافز: تعتبر محفزًا قويًا لتغيير سلوك الأفراد والمجتمع نحو ممارسات أكثر استدامة.
- أنظمة التتبع (GPS والحاويات الذكية): فعالة في تحسين العمليات اللوجستية، لكن فعاليتها القصوى تتحقق عند ربطها بأنظمة تحليل بيانات متقدمة.
- التحديات: بعض الأنظمة مثل تتبع الحاويات الذكية قد تواجه صعوبات في التطبيق أو تحتاج إلى تطوير إضافي لتقديم قيمة مضافة حقيقية.

الخبراء يؤكدون أن نجاح الإدارة الذكية للنفايات يعتمد على التكامل بين هذه الأنظمة، مع ضرورة مراعاة السياق المحلي وتوفير بنية تحتية رقمية قوية وتوعية المجتمع بشكل مستمر

9. الفوائد المحتملة من تطبيق الإدارة الذكية للنفايات على المستوى الاقتصادي والبيئي:

الشكل رقم 13: الفوائد المحتملة من تطبيق الإدارة الذكية للنفايات على المستوى الاقتصادي والبيئي

تحليل نتائج الاستبيان



التحليل:

- تحسين الكفاءة التشغيلية (47%): يعتبر الخبراء أن أكبر فائدة من الإدارة الذكية للنفايات هي رفع كفاءة عمليات جمع وفرز ونقل النفايات، استخدام تقنيات مثل أجهزة الاستشعار، GPS والبيانات يسمح بجمع النفايات في الوقت المناسب، تحسين مسارات الشاحنات، وتقليل الهدر والجهد، مما يخفض التكاليف التشغيلية ويحسن جودة الخدمة
- الاقتصاد الدائري (24%): تسهم الإدارة الذكية في تعزيز الاقتصاد الدائري عبر زيادة معدلات إعادة التدوير واستعادة الموارد من خلال تحليل دقيق للنفايات وتصنيفها، تتيح هذه الأنظمة تقليل كمية النفايات المدفونة وتحويلها إلى مواد قابلة لإعادة الاستخدام، ما يدعم الاستدامة البيئية .

- خفض الانبعاثات (19%): تحسين عمليات الجمع والنقل يقلل من استهلاك الوقود وانبعاثات الغازات الدفيئة المرتبطة بها، كما أن تقليل كمية النفايات المدفونة يساهم في تقليل انبعاثات الميثان من المدافن، مما ينعكس إيجابًا على جودة الهواء ومكافحة تغير المناخ .
- فرص عمل (14%): رغم أن نسبة الخبراء الذين يرون في الإدارة الذكية للنفايات فرصة لخلق فرص عمل أقل مقارنة بالفوائد الأخرى، إلا أن هذه الأنظمة تفتح مجالات جديدة في تكنولوجيا المعلومات، صيانة الأجهزة الذكية، تحليل البيانات، والتوعية المجتمعية، مما يخلق وظائف متخصصة في قطاع إدارة النفايات الحديثة .

10. خلاصة التحليل :

يرى الخبراء أن الإدارة الذكية للنفايات تمثل نقلة نوعية في تحسين الأداء التشغيلي وتقليل الأثر البيئي، مع دعم الاقتصاد الدائري الذي يعزز الاستدامة. كما تفتح المجال أمام فرص عمل جديدة، لكنها تضع الكفاءة وتقليل الانبعاثات في صدارة الأولويات لتحقيق بيئات حضرية أنظف وأكثر استدامة .

التحديات التي أشار إليها الخبراء في تطبيق أنظمة الإدارة الذكية للنفايات :

أجمع الخبراء على أن تطبيق أنظمة الإدارة الذكية للنفايات يواجه عدة تحديات رئيسية تؤثر على نجاحها، ويمكن تلخيصها كما يلي:

- نقص الإمكانيات المالية : أكد الخبراء أن التمويل المحدود يشكل عائقًا رئيسيًا، حيث تتطلب هذه الأنظمة استثمارات كبيرة في البنية التحتية والتقنيات الحديثة، وهو ما يصعب على العديد من البلديات توفيره.

- ضعف البنية التحتية التقنية: أشار الخبراء إلى أن البنية التحتية الرقمية الحالية غير كافية، مع وجود مشاكل في تغطية الشبكات، جودة البيانات، وأمن المعلومات، مما يعرقل فعالية الأنظمة الذكية.
 - نقص الخبرة والكفاءات المتخصصة: لوحظ من قبل الخبراء قلة الكفاءات الفنية والتقنية اللازمة لتشغيل ومتابعة هذه الأنظمة، إضافة إلى ضعف أدوات التقييم والمتابعة لدى المسيرين.
 - مشاكل في التنسيق والتسيير الإداري: شدد الخبراء على أن ضعف التنسيق بين الجهات المعنية والبيروقراطية تعيق اتخاذ القرارات السريعة والفعالة، مما يؤدي إلى تأخير تنفيذ المشاريع واتباع سياسات غير فعالة.
 - نقص الوعي والمشاركة المجتمعية: أشار الخبراء إلى أن قلة الوعي لدى المواطنين والمجتمع المدني، بالإضافة إلى مقاومة التكنولوجيا من قبل شريحة كبيرة من السكان، تشكل تحدياً كبيراً أمام تطبيق هذه الأنظمة.
 - الفجوة الرقمية وصعوبة التكيف مع التكنولوجيا: بيّن الخبراء أن الفجوة الرقمية بين فئات المجتمع المختلفة تؤثر على قدرة المستخدمين على التكيف مع التقنيات الحديثة، مما يقلل من فعالية الأنظمة.
 - المقاومة الثقافية والذهنيات التقليدية: أشار الخبراء إلى أن الذهنيات المحافظة والمقاومة لأي تغيير تقني تشكل حاجزاً نفسياً واجتماعياً، يتطلب التعامل معه عبر حملات توعية مستمرة.
- ✚ يرى الخبراء أن هذه التحديات تتطلب حلولاً متكاملة تشمل تعزيز التمويل، تطوير البنية التحتية، بناء القدرات البشرية، تحسين التنسيق الإداري، ورفع الوعي المجتمعي كما يؤكدون على أهمية تبني نهج تدريجي يراعي الخصوصيات المحلية ويشجع المشاركة الفعلية للمواطنين لضمان نجاح أنظمة الإدارة الذكية للنفايات.

اقتراحات الخبراء لتحسين نظام إدارة النفايات في مدينة المسيلة باستخدام التقنيات الذكية:

تقدم الخبراء مجموعة من الاقتراحات العملية والمتكاملة لتطبيق أنظمة الإدارة الذكية للنفايات بنجاح، تشمل

الجوانب التقنية، البشرية، والتوعوية، وهي كالتالي:

- تكوين العمال والمهنيين في قطاع جمع النفايات، مثل عمال النظافة ومشرفي مراكز الردم التقني، لضمان كفاءة التشغيل وإدارة الأنظمة الذكية بشكل فعال.
- عمليات توعية وإشهار واسعة على مستوى الأحياء والأسر، باستخدام وسائل متعددة مثل الوسائط السمعية والبصرية، الإذاعة، ومنصات التواصل الاجتماعي والإلكتروني، لتعزيز الوعي والمشاركة الشعبية.
- ربط مراكز الردم بالمخابر والمؤسسات الجامعية للاستفادة من البحث العلمي والخبرات الأكاديمية في تطوير حلول مستدامة.
- الاستفادة من الخبرات الأجنبية والمحلية، خاصة في مجال الاقتصاد الأخضر، لتبني أفضل الممارسات التقنية والإدارية.
- إشراك المواطن في العملية وإقناع الإدارات المعنية بأهمية هذه التقنيات لضمان الدعم والتعاون.
- تعزيز الوعي والتعليم، وتكوين القدرات من خلال تدريب الموظفين، مع تحسين التنسيق والتعاون بين مختلف الجهات المعنية.
- بناء بنية تحتية رقمية قوية وشبكة اتصالات كافية لدعم تشغيل الأنظمة الذكية وتوفير قاعدة بيانات متكاملة تشمل معلومات دقيقة عن النفايات، عمليات الجمع، والفرز.
- تحسين مسارات شاحنات جمع النفايات باستخدام نظام تتبع GPS لمراقبة العمليات وتقليل استهلاك الوقود.

- تطوير تطبيقات ذكية للمواطنين تتيح الإبلاغ عن مشاكل النفايات، معرفة مواعيد الجمع، وأماكن مراكز إعادة التدوير.

- توفير نظام مكافآت لتشجيع الفرز وإعادة التدوير بين السكان.

🚦 هذه الاقتراحات تعكس رؤية شاملة تجمع بين التكنولوجيا، المشاركة المجتمعية، والتطوير المؤسسي

لضمان نجاح تطبيق الإدارة الذكية للنفايات وتحقيق التنمية المستدامة .

خلاصة :

تشير نتائج الاستبيان إلى وجود تحديات تقنية وبشرية وتنظيمية كبيرة تواجه تطبيق الإدارة الذكية للنفايات في المسيلة والجزائر، لكنها تبرز أيضًا فرصًا واعدة يمكن استثمارها لتعزيز كفاءة النظام وتحقيق التنمية المستدامة. بناءً على هذه النتائج، يُوصى بالتركيز على تطوير البنية التحتية الرقمية، تأهيل الكوادر، تعزيز التنسيق المؤسسي، ودعم مشاركة المجتمع والقطاع الخاص في منظومة إدارة النفايات الذكية.

خاتمة الفصل :

من خلال دراسة المؤسسة العمومية الولائية لتسيير مراكز الردم التقني بالمسيلة وتحليل نتائج الاستبيان، تبين أن واقع إدارة النفايات في السياق المحلي لا يزال يعاني من مجموعة من الاختلالات التسييرية واللوجستية، خاصة في ما يتعلق باستخدام الأدوات الرقمية، تتبع عمليات الجمع، وطرق تسويق النفايات المرسكلة. ورغم هذه التحديات، كشفت النتائج أيضًا عن وجود وعي متزايد لدى الفاعلين بأهمية التحول نحو أنظمة الإدارة الذكية، واستعداد جزئي لتبني حلول مبتكرة شرط توفر البنية التحتية المناسبة، والتكوين، والدعم المؤسسي.

وقد سمح هذا الفصل بترسيخ فرضيات المشروع وتأكيد الحاجة إلى منصة رقمية تجمع بين الإدارة الذكية، التفاعل المجتمعي، والمردودية الاقتصادية، بشكل يراعي الخصوصيات المحلية ويستثمر الفرص المتاحة من أجل إحداث نقلة نوعية في قطاع النفايات على المستوى المحلي، مع إمكانية تعميمه لاحقًا على المستوى الوطني.



دليل المشروع للحصول على شهادة مؤسسة ناشئة

منصة Green Orbit



ملخص عام للمشروع :

بناءً على ما تم تناوله وعلى مجموع هذه التحديات والفرص، يقترح مشروعنا إنشاء نظام ذكي لإدارة مراكز الردم التقني بالمسيلة، يعتمد على تطوير تطبيق رقمي يهدف إلى تحسين الأداء البيئي والاقتصادي لمركز الردم، تحسين فعالية إدارة النفايات، خفض التكاليف، وتعزيز مفهوم المدينة المستدامة بما يتماشى مع التوجهات الوطنية والدولية، يندرج هذا المشروع ضمن مجال الخدمات البيئية الذكية بالاعتماد على التكنولوجيا الحديثة في رقمنة قطاع إدارة النفايات، في ظل التحديات البيئية المتزايدة، اتجهت العديد من الدول إلى اعتماد أنظمة ذكية، تركز على تقنيات

حديثة تهدف إلى تحويل النفايات من عبء بيئي إلى مورد اقتصادي وتقليل الأثر البيئي، وقد ساهم هذا التوجه في تحقيق مكاسب بيئية واقتصادية، من خلال تحسين كفاءة التسيير الحضري وتعزيز مبادئ الاستدامة. بدأت فكرة المشروع استجابةً لحاجة ملحة إلى تطوير آليات العمل التقليدية وتحقيق كفاءة تشغيلية وبيئية أعلى انطلقت الفكرة من ملاحظة التحديات الميدانية التي تواجهها المؤسسات التسييرية لمراكز الردم التقني، خاصةً في ما يتعلق بتتبع الشاحنات، سوء تنظيم جمع النفايات، ضعف التواصل مع المواطنين وغيرها من المشاكل التسييرية، حيث يُلاحظ غياب التنسيق والتسيير الفعال لهذا القطاع ، وانطلاقاً من هذا تطورت الفكرة لتشمل حلولاً رقمية سيتم إنجاز هذا المشروع من خلال تطوير تطبيق ويب تفاعلي قابل للوصول عبر الأجهزة الذكية والحواسيب، مع بناء قاعدة بيانات سحابية مركزية تتيح للإدارة متابعة الأداء وتحليل البيانات،

سيتم تنفيذ ذلك من خلال تصميم واجهات سهلة الاستخدام، تُمكن من اتخاذ قرارات آنية وتحسين الكفاءة التشغيلية. سيتم إنجاز هذا المشروع بالتعاون بين باحث في مجال التسيير الحضري ومطور برمجيات يقدم الدعم في التصميم والبرمجة، كما سيتم إشراك مراكز الردم كمستفيد مباشر من المشروع المقترح، سيُنجز المشروع ميدانياً على مستوى المؤسسات التسييرية لمراكز الردم التقني لولاية المسيلة كنموذج تجريبي، مع إمكانية التوسع لاحقاً ليشمل مراكز أخرى في الولايات المجاورة، حتى يتوسع المشروع ويشمل كل التراب الوطني .

التوصيات :

- ✚ بناء بنية تحتية رقمية قوية وشبكة اتصالات كافية لدعم تشغيل الأنظمة الذكية وتوفير قاعدة بيانات متكاملة تشمل معلومات دقيقة عن النفايات، عمليات الجمع، والفرز.
- ✚ يجب على الحكومات والشركات تطوير قوانين وأنظمة صارمة لحماية البيانات الشخصية، وضمان الأمن السيبراني.
- ✚ يتطلب التحول نحو الإدارة الذكية وضع سياسات مرنة وشاملة تتكيف مع التغيرات التكنولوجية وتضمن العدالة الاجتماعية.
- ✚ يجب تكثيف جهود نشر الوعي البيئي بين أفراد المجتمع وأهمية الإدارة الجيدة لنفايات بداية من المستهلك في منزله إلى المؤسسات الإنتاجية، وهذا من خلال ما يلي:
 - غرس الثقافة البيئية وطرق بسيطة لإعادة التدوير في أوساط التلاميذ في كل الاطوار بدأ بالمستوى الابتدائي وتشجيعهم على المشاركة في عمليات تنظيف المحيط، وتعليمهم كيفية فرز النفايات وأهمية إعادة تدويرها.
 - تعزيز الوعي بالتقنيات الذكية، حيث يجب العمل على زيادة الوعي بين المواطنين حول فوائد التكنولوجيا الذكية
 - ودورها في تحسين حياتهم، الأمر الذي يساهم في زيادة التفاعل المجتمعي مع هذه التقنيات
 - توعية المواطنين بأهمية تقليل من النفايات المنزلية والتوجه أكثر نحو المنتجات التي لا تخلق النفايات والتي يمكن استخدامها لأغراض أخرى .
 - توعية المواطنين بضرورة اخراج النفايات في الوقت المحدد لها وفي مكان المخصص لها، ومحاربة كل أشكال الرمي العشوائي لنفايات بوضع غرامات مالية لمن ثبت تسببهم في ذلك.

التوصيات

- تشجيع المواطنين على فرز النفايات في المنزل؛ نشر أفكار وطرق إعادة تدوير المنتجات في المنزل واستخدامها أو بيعها لتحقيق موارد مالية.
- توعية بأهمية جمع النفايات المنزلية التي يمكن بيعها بدل اتلافها كالبلاستيك، الكرتون، المعادن بأنواعها عبر طلب الشاحنة الذهبية من منصة GreenOrbit .
- فرض على المؤسسات الصناعية فرز نفاياتها، وعدم الاضرار بالبيئة عن طريق الرمي العشوائي وتغريم المؤسسات المتسببة في ذلك.
- + النفايات عبارة عن سلعة كغيرها من السلع التي يمكن تداولها في السوق وتحقيق عائد معتبر، كما يمكن شرائها وإعادة تدويرها واستثمارها في عديد المشاريع المدرة للأرباح، فالنفايات يمكن أن تتحول من مصدر لنفقات مالية إلى مصدر للموارد المالية وهذا بتكاثف الجهود بين الدولة ومواطنين من خلال تشجيع وتدعيم المشاريع في هذا المجال وهذا ب:
 - تسهيل إجراءات انشاء مؤسسات خاصة بمعالجة نفايات وتدوير؛
 - تقديم تحفيزات للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة لنشاط في المجال؛
 - تقديم تحفيزات جبائية للمؤسسات الناشطة في المجال؛
- **رقمنة عمليات البيع والتسويق للنفايات المرسكلة**: الانتقال من نظام المناقصات الورقية التقليدي إلى سوق رقمية شفافة يتيح التنافسية، تحقيق عائدات حقيقية، وجذب المستثمرين في مجال التدوير.
- + ربط الجامعة والباحثين في المجال بلجان وزارية المكلفة بتطبيق الاستراتيجيات الوطنية لإدارة النفايات في الجزائر للاستفادة من بحوثهم وخبراتهم في المجال.
- + تكوين العمال والمهنيين في قطاع جمع النفايات، مثل عمال النظافة ومشرفي مراكز الردم التقني، لضمان كفاءة التشغيل وإدارة الأنظمة الذكية بشكل فعال.

التوصيات

✚ الاستفادة من الخبرات الأجنبية والمحلية، خاصة في مجال الاقتصاد الأخضر، لتبني أفضل الممارسات التقنية والإدارية.

✚ تطوير إطار تشريعي وتنظيمي داعم للتحول الرقمي: على الجهات الوصية (وزارة البيئة، الوكالة الوطنية للنفايات) مراجعة القوانين المتعلقة بتسيير النفايات لتشمل بنودًا واضحة تدعم الرقمنة، وتمنح المؤسسات التسييرية لمراكز الردم صلاحيات أكبر في استخدام الحلول التكنولوجية والتعامل مع منصات رقمية لتسويق النفايات.

✚ تحقيق التكامل بين الإدارات المحلية والتقنيات الحديثة: يجب أن يتم ربط البلديات، المؤسسات التسييرية لمراكز الردم، وشركات الجمع، ضمن نظام رقمي موحد، لتسهيل تبادل البيانات الفورية، وتقليص ازدواجية المهام والتأخير في المعالجة.

✚ توظيف البيانات في اتخاذ القرار البيئي: يجب أن تعتمد مراكز الردم على نظام تقارير بيئية ذكية ناتجة عن بيانات فعلية (GPS)، البلاغات، الكميات، لتوجيه التخطيط والتحسين المستمر.

✚ اعتماد نظام تقييم دوري للأداء الرقمي لضمان استمرارية التحسين، يجب تقييم أداء المنصة من حيث سرعة التتبع، رضا المستخدمين، كفاءة جمع البيانات، ونسبة التفاعل.

✚ تحسين بيانات التعليم الذكي من خلال تحويل المدارس إلى بيئات تعليمية ذكية تعتمد على التكنولوجيا الحديثة مثل الواقع المعزز والواقع الافتراضي، لتقديم تجارب تعليمية تفاعلية وواقعية تدعم تطوير المهارات اللازمة في العصر الرقمي

خاتمة عامة:

في خضم التحديات البيئية والاقتصادية المتسارعة التي تواجهها مدننا المعاصرة، أصبحت الحاجة إلى إعادة صياغة نماذج تسيير النفايات أمراً ملحاً، يتجاوز البُعد الخدمي اليومي نحو رؤية استراتيجية شاملة تربط بين الكفاءة التشغيلية، الاستدامة البيئية، والانخراط المجتمعي وتأتي الإدارة الذكية للنفايات كخيار ضروري لإعادة تشكيل العلاقة بين المواطن، المؤسسة، والبيئة، ضمن إطار من الشفافية والمساءلة والتحسين المستمر.

سعت هذه المذكرة إلى استكشاف إمكانيات الانتقال من النماذج التقليدية إلى نماذج رقمية ذكية، وذلك من خلال تصميم مشروع *Green Orbit* كمبادرة تطبيقية مبتكرة تستهدف المؤسسات التسييرية لمراكز الردم التقني، باعتبارها الفاعل المحوري في منظومة إدارة النفايات وقد تم الدمج بين الدراسة النظرية والتحليل الميداني لحالة المؤسسة التسييرية مركز الردم التقني بولاية المسيلة، مما مكن من تحديد مكامن الخلل، ورصد القابلية المؤسسية والاجتماعية للتحويل الرقمي، إلى جانب تسليط الضوء على الفجوات التكنولوجية والفرص الكامنة.

وقد أظهرت نتائج الدراسة أن اعتماد منصة رقمية متعددة الوظائف — تشمل تتبع الشاحنات، السوق الرقمي للنفايات، التبليغ البيئي، التقارير الذكية، والتحفيز المجتمعي — يُعدّ خطوة عملية نحو تحديث المنظومة، وخفض التكاليف، ورفع مستوى الشفافية، وكذا تحقيق أهداف التنمية المستدامة كما بيّنت أن التحويل لا يركز على التكنولوجيا فقط، بل على تأطير مؤسساتي داعم، يشمل التشريع، التمويل، التكوين، والشراكات متعددة الأطراف. إن *Green Orbit* لا يُقدم فقط كمنتج رقمي، بل كنموذج متكامل للحكومة الذكية البيئية، قابل للتكيف مع الواقع المحلي، والانفتاح على التوسّع وطنياً ودولياً، عبر تمكين النفايات وتحويلها إلى مورد، وتعزيز إشراك المواطن في حلقة الإنتاج البيئي.

وفي هذا الإطار، حاولت المذكرة أن تضع لبنة أولى في مشروع بحثي-تطبيقي يُمكن من تطوير حلول فعالة لتسيير مراكز الردم التقني، ويواكب التحولات الرقمية العالمية في ظل أهداف التنمية المستدامة. كما أبانت أن رغم التحديات، هناك بيئة خصبة للتغيير بفضل وجود وعي إداري ومجتمعي متنامٍ، وإرادة للتحسين، خصوصًا في ظل توفر البنية البشرية القابلة للتكوين والتطوير.

نأمل أن تساهم هذه الدراسة في تحفيز المؤسسات البيئية، والمخططين الحضريين، وصناع القرار، على تبني مناهج رقمية ذكية، وأن تُشكل نقطة انطلاق نحو مشاريع مستقبلية أكثر تكاملًا وعمقًا، تضع البيئة والمجتمع في صلب التحوّل الرقمي الفعلي في الجزائر.



قائمة المصادر والمراجع:

- أحططاش نشيدة، دور إدارة النفايات في استدامة الاقتصاد الدائري لتحقيق التنمية المستدامة الخضراء، دراسة حالة الجزائر، المجلد السابع، العدد 02 ، 2021
- بديار عادل، تميم النفايات الصلبة الحضرية وإدارتها . دراسة حالة المسيلة، رسالة ماجستير ، جامعة المسيلة، 2009
- برغوث اسامة ، معوشي بوعلام، دور الذكاء الاصطناعي في تطوير الاقتصاد الدائري: دراسة حالة مؤسسة الفنلندية ZenRobotics، مجلة الادارة والتنمية للبحوث والدراسات، المجلد رقم 12 العدد 02 ، 2023
- بن النية، شهيرة &، نحوي فؤاد. الإدارة الذكية للمدن- رؤية مستقبلية لتحسين الحياة الحضرية. مجلة الحقوق والعلوم السياسية، 12(1)، (2025).
- بوعفار امال، بن عصمان محفوظ، التسيير المستدام للنفايات الحضرية الصلبة، دراسة حالة المؤسسة العمومية الولائية لتسيير مراكز الردم التقني بسكيكدة، مجلة البشائر الاقتصادية، المجلد 6 العدد 1 ، 2020
- الجريدة الرسمية، القانون 03-10 المؤرخ في 20 جويلية 2003 المتعلق بحماية البيئة في إطار التنمية المستدامة
- الجريدة الرسمية، القانون رقم 02-01 المؤرخ في 12 ديسمبر 2001 المتعلق بتهيئة الإقليم والتنمية المستدامة
- سليمان نورة. نهج الجزائر في مجال التسيير المدمج للنفايات- تفعيل للاقتصاد التدويري وتكريس للتنمية المستدامة. مجلة العلوم الإدارية والمالية (2023).
- صديقي النعاس، عبد الدائم هاجر، عبد الكريم نادية؛ و اقع تسيير النفايات في الجزائر ودورها في تحقيق التنمية المستدامة، مجلة الادارة والتنمية للبحوث والدراسات، تامجاد 09، العدد 01، 2020،
- عبد الغني العاقل، خالد قاشي، "البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي لتمكين التحول إلى حكومة ذكية"، مجلة نماء للاقتصاد والتجارة، المجلد 05، العدد 02، ديسمبر 2021،
- فضيلة رحموني، إدارة وتأمين النفايات في الجزائر بين الفرص والمهددة والطاقات الكامنة في ضوء التجربة الألمانية، الاتفاق للدراسات الاقتصادية، المجلد 08، 2023،
- قانون 01-19 المؤرخ في 27 رمضان عام 1442 الموافق ل 12 ديسمبر سنة 2001 يتعلق بتسيير النفايات ومراقبتها وإزالتها
- قانون 03-10 المؤرخ في 19 جويلية 2003 يتعلق بحماية البيئة في إطار التنمية المستدامة،
- مرسوم رقم 378-84 المؤرخ في 15 ديسمبر 1984 الذي يحدد شروط النظافة وجمع ومعالجة النفايات الصلبة والحضرية في مادته رقم 02
- مسعودي مريم، نحو نظرية عامة للنفايات: آثار النفايات وطرق ومعوقات معالجتها، مجلة دائرة البحوث والدراسات القانونية، مخبر المؤسسات الدستورية والنظم السياسية، العدد 2، 2017،
- وفارة، فاطمة، و عبدالكريم عيون. "تسيير النفايات الحضرية الصلبة و التنمية المستدامة في الجزائر: حالة مدينة الخروب" رسالة ماجستير. جامعة منتوري قسنطينة، قسنطينة ، الجزائر ، 2009

بالمصادر باللغات الاجنبية

- A nthony M. Townsend, Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia, (Norton & Company, usa), 2013
- A. M. Townsend, Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia, W.W. Norton & Company, USA, 2013, p15.
- Aazam, M., St-Hilaire, M., Lung, C. H., & Lambadaris, ICloud-based smart waste management for smart cities. 21st International Workshop on Computer Aided Modelling and Design of Communication Links and Networks. 2016.



- Aguiar-Castillo, L., Clavijo-Rodriguez, A., De Saa-Perez, P., & Perez-Jimenez, R. Gamification as An Approach to Promote Tourist Recycling Behavior. *Sustainability*, 2019 11(8)
- Bräutigam, J., Gupta, A., & Göhlich, D. Simulated Annealing-based Energy Efficient Route Planning for Urban Service Robots. 26th International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics 2022
- C. Harrison, I. A. Donnelly, " A research report on A Theory of Smart Cities", IBM Corporation, USA, 2011
- Dipak S. Gade¹ & P. S. Aithal Smart City Waste Management through ICT and IoT driven Solution¹ Post Doctoral Research Scholar, Department of Computer Science and Engineering, Srinivas University, Mangalore, Indi 2021
- Eline Fidje, Moutaz Haddara, Marius Langseth, Sustainable Smart Waste Management Adoption Challenges in Developing Countries, Published by Elsevier, 2020,
- Eline Fidje, Moutaz Haddara, Marius Langseth, Sustainable Smart Waste Management Adoption Challenges in Developing Countries, Published by Elsevier, 2020,
- Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., & Meijers, E. Smart Cities Ranking of European Medium-Sized Cities Vienna, UT: Centre of Regional Science (2007)
- Hoffmann, G., & Pfeiffer, J. Gameful Learning for a More Sustainable World. *Business & Information Systems Engineering* 2021 ,
- idem, Manuel d'information sur la gestion des déchets solides urbains, 2001, p 25
- Izuchukwu Precious Obani: SMART CITIES AND CIRCULAR ECONOMY: ADVANCING WASTE MANAGEMENT THROUGH URBAN INNOVATION IN NIGERIA, reserchgate, 2025, p96
- Izuchukwu Precious, O., Zino Izu, O., Theresa Ojevwe, A., & Frank Chudi, A. SMART CITIES AND CIRCULAR ECONOMY ADVANCING WASTE MANAGEMENT THROUGH URBAN INNOVATION IN NIGERIA. *Journal of Economy, Tourism and Service*, (2025).
- J .S , K.E.C. A.S.S.'Sorting the Trash: How Smart Waste Management Systems Contribute to Sustainable Development in Smart Cities' Proceedings of the 57th Hawaii International Conference on System Sciences 2024
- Janeera, D. A., Pratheeba, R., Ragamaliga, M., & Sheela, M. S. Visual Servoing and Deep Capsule Network Learning for Contactless Smart Waste Segregation. 2nd International Conference on Smart Electronics and Communication 2021
- Michael Batty, " Big Data, Smart Cities and City Planning ", Dialogues in Human Geography, United Kingdom, 2013,
- Robert GILLET , op . cit ,
- Sanjiban Chakraborty, Aniket Mehta SMART WASTE MANAGEMENT SYSTEM, *JETIR* , Volume 8, Issue 5 May 2021,
- Seyed Hamidreza Ghaffar, Pathways to circular construction: An integrated management of construction and demolition waste for resource recovery, *Journal of Cleaner Production* Volume 244, 20 January 2020, 118710
- Strunk, J., Ebner, K., Anschütz, C., & Smolnik, S. Sorting the Trash: How Smart Waste Management Systems Contribute to Sustainable Development in Smart Cities. (2024).
- UN. (2022). *The Sustainable Development Goals Report 2022*
- Vermesan O., Friess P., Guillemin P., Gusmeroli S., Sundmaeker H., Bassi A., ... and Doody P. 2011. Internet of things strategic research roadmap. Internet of things-global technological and societal trends, 1(2011),
- Zhang, A., Venkatesh, V. G., Liu, Y., Wan, M., Qu, T., & Huisinsh, D. (2019). Barriers to smart waste management for a circular economy in China. *Journal of Cleaner Production* 118198.

قائمة المصادر والمراجع



- Zhechen Zhang, Municipal solid waste management challenges in developing regions: A comprehensive review and future perspectives for Asia and Africa,

المواقع الالكترونية:

- الموقع الالكتروني للوكالة الوطنية للنفايات، تم الإطلاع عليه 2025-04-1 على الرابط Page d'accueil | Agence Nationale des Déchets
- KIGALI IMPLEMENTS SMART WASTE SYSTEMS IN MPAZI AND BUSANZA, RWANDA - SDG Local Action, access 12-03-2025, 12:30
- LAWMA – Lagos Waste Management Authority (LAWMA), access 15-03-2025, 20:45h
- StartUp Spotlight: RecyclePoints. RecyclePoints is a waste recycling and... | by Wennovation Hub | 5h2:19-03-2025, 6Medium, access 1
- #CircularTuesday: Innovative Waste Recycling With RecyclePoints, access 16-03-2025, 10:15h



الملحق 01: تصريح شرفي بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة محمد بوضياف - المسيلة
Université Mohamed Boudiaf - M'SILA
معهد تسيير التقنيات الحضرية
Institut de Gestion des Techniques Urbaines



ملحق بالقرار رقم 1082 المؤرخ في 27 ديسمبر 2020
الذي يحدد القواعد المتعلقة بالوقاية من السرقة العلمية و مكافحتها
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

مؤسسة التعليم العالي والبحث العلمي : جامعة محمد بوضياف - المسيلة

تصريح شرفي

خاص بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية لانجاز بحث

أنا الممضي أسفله:

السيد [ة]: بركة اكرام الصفة (أستاذ، باحث، طالب): طالب
الحامل (ة) لبطاقة التعريف الوطنية رقم: 211039704 والصادرة بتاريخ: 05.11.2024
المسجل [ة] بكلية /معهد : معهد تسيير التقنيات الحضرية قسم : تسيير المدن
و المكلف [ة] بانجاز أعمال بحث [مذكرة التخرج، مذكرة ماستر، مذكرة ماجستير، أطروحة دكتوراه]
عنوانها : الإدارة الذكية للنفايات نحو تعزيز استدامة البيئة الحضرية
دراسة حالة المؤسسة العمومية الولائية لتسيير مراكز الردم التقني
بالمسيلة -

أصريح بشرفي أنني ألتزم بمراعاة المعايير العلمية و المنهجية و معايير الأخلاقيات المهنية و التزامه الأكاديمية المطلوبة في انجاز
البحث المذكور أعلاه.

التاريخ : 24.06.2025

توقيع المعني [ة]



الملحق 02: نموذج الاستبيان

مكنكم الاطلاع على نموذج الاستبيان من خلال الرابط ادناه

<https://forms.office.com/r/0P6yz9KA8W>

او QR:

آفاق وتحديات تطبيق الإدارة الذكية
للتحديات



الملاحق



الملحق رقم 03: استمارة الموافقة على التأطير

 الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية وزارة التعليم العالي والبحث العلمي جامعة محمد بوضياف بالمسيلة حاضنة الأعمال		
السنة الجامعية: 2024-2025		
استمارة الموافقة على المناقشة		
إطار خاص بالمشرف		
الاسم واللقب	بركان زينة العالدي	
الرتبة	أستاذ محاضر (4)	
القسم	إدارة مشاريع المسار	
الهاتف	05.54.65.66.99	
إطار خاص بالطلبة		
لقب واسم الطالب الأول	بركة باكرام	
لقب واسم الطالب الثاني	الجنس أليون	
لقب واسم الطالب الثالث	/	
لقب واسم الطالب الرابع	/	
لقب واسم الطالب الخامس	/	
لقب واسم الطالب السادس	/	
إطار خاص بعنوان المشروع		
العنوان	الإدارة الذكية للتأطير في إطار استراتيجية الجامعة للبيئة المحيطة	
القسم	تسيير المدينة	
إطار خاص بقرار المشرف:		
أوافق على مناقشة مشروع الطلبة والمسجل بحاضنة الأعمال للموسم الجامعي 2024-2025.		
التاريخ المقترح للمناقشة	14 جويلية 2025	
إمضاء المشرف		