

جامعة ميدأوشن

كلية الإدارة

تخصص ادارة المشاريع

خطة بحث بعنوان

أثر استخدام التقنيات الحديثة في إدارة النفایات على تحقيق الاستدامة البيئية

إعداد

إبراهيم سعد الهویمل

العام الدراسي

2026

المقدمة

يشهد العالم في العقود الأخيرة تطورًا متسارعًا في التقنيات الحديثة، الأمر الذي انعكس بصورة واضحة على مختلف القطاعات، ومن بينها قطاع إدارة النفايات، الذي يُعد أحد الركائز الأساسية لتحقيق التنمية المستدامة وحماية البيئة. فقد أصبحت مشكلة النفايات من أبرز التحديات البيئية التي تواجه الحكومات والمجتمعات، نتيجة الزيادة المستمرة في أعداد السكان، والتوسع العمراني، والنمو الصناعي، وما يترتب على ذلك من ارتفاع كميات النفايات الصلبة بمختلف أنواعها.

ولم تعد الأساليب التقليدية في إدارة النفايات قادرة على مواكبة هذه الزيادة أو الحد من آثارها البيئية والصحية والاقتصادية، الأمر الذي دفع العديد من الدول إلى تبني تقنيات حديثة تعتمد على الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، وأنظمة الاستشعار الذكية، وتحليل البيانات الضخمة، والروبوتات، وتقنيات إعادة التدوير المتقدمة، بهدف تحسين عمليات جمع النفايات وفرزها ونقلها ومعالجتها والتخلص منها بكفاءة أعلى، بما يساهم في تقليل التلوث البيئي وترشيد استخدام الموارد الطبيعية وتعزيز الاقتصاد الدائري.

وتُعد الاستدامة البيئية أحد الأهداف الرئيسية التي تسعى إليها الدول والمنظمات الدولية، لما لها من دور في الحفاظ على الموارد الطبيعية للأجيال الحالية والمستقبلية، وتحقيق التوازن بين الأبعاد البيئية والاقتصادية والاجتماعية للتنمية. ومن هذا المنطلق، أصبح توظيف التقنيات الحديثة في إدارة النفايات أحد الاتجاهات العالمية الداعمة لتحقيق أهداف التنمية المستدامة.

وعلى الرغم من الجهود المبذولة في العديد من الدول لتطوير منظومة إدارة النفايات، فإن هناك تفاوتًا في مستوى توظيف التقنيات الحديثة، مما ينعكس على كفاءة الإدارة البيئية ومدى تحقيق الاستدامة. ومن ثم تبرز الحاجة إلى دراسة أثر استخدام هذه التقنيات

في تحسين إدارة النفايات وتحقيق الاستدامة البيئية، من خلال دراسة تطبيقية تسهم في تقديم نتائج علمية يمكن الاستفادة منها في تطوير السياسات البيئية ودعم متخذي القرار.

وتتبع أهمية هذه الدراسة من ارتباطها بأحد الموضوعات المعاصرة التي تحظى باهتمام عالمي متزايد، حيث تجمع بين التكنولوجيا والإدارة والاستدامة البيئية، وتسعى إلى بيان مدى إسهام التقنيات الحديثة في رفع كفاءة إدارة النفايات وتحسين الأداء البيئي، بما يدعم جهود التنمية المستدامة ويحقق الاستخدام الأمثل للموارد.

مشكلة الدراسة

شهد العالم خلال العقود الأخيرة اهتمامًا متزايدًا بقضايا البيئة والتنمية المستدامة نتيجة التحديات البيئية المتسارعة التي فرضتها الزيادة السكانية، والتوسع العمراني، والنمو الصناعي، وما ترتب على ذلك من ارتفاع مستمر في كميات النفايات. وأصبحت إدارة النفايات تمثل أحد المحاور الرئيسية لتحقيق الاستدامة البيئية، لما لها من تأثير مباشر في حماية الموارد الطبيعية، والحد من التلوث، وتحسين جودة الحياة.

حيث تشكل النفايات الصلبة البلدية والصناعية تحديًا بيئيًا وإداريًا متفاقمًا في ظل التسارع الصناعي والنمو السكاني، حيث تشير تقديرات البنك الدولي إلى أن حجم النفايات الصلبة المولدة عالميًا بلغ 2.01 مليار طن في عام 2016، ومن المتوقع أن يصل إلى 3.40 مليار طن بحلول عام 2050 بنسبة زيادة قدرها 70% (Kaza et al., 2018). هذا النمو المتسارع يضع ضغطًا مباشرًا على الموارد الطبيعية، ويرفع من تكاليف الجمع والنقل والمعالجة، كما يسهم في انبعاث غازات الاحتباس الحراري خاصة غاز الميثان الناتج عن المدافن (Alotaibi & Almutairi, 2023). وفي السياق السعودي يتضاعف حجم التحدي، إذ أوضحت وزارة البيئة والمياه والزراعة أن معدل توليد الفرد من النفايات يبلغ 1.4 كجم في اليوم، وهو معدل يتجاوز المتوسط العالمي بشكل ملحوظ، في حين لا تتجاوز نسبة إعادة التدوير 10% مقارنة بمتوسط 30% في دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (MEWA, 2022; OECD, 2023). وقد أدى هذا الواقع إلى اقتراب العديد من مدافن النفايات في المدن الرئيسية من طاقتها الاستيعابية، مما يستدعي البحث عن نماذج إدارة أكثر كفاءة واستدامة

وتؤكد الأدبيات العلمية أن النظم التقليدية لإدارة النفايات لم تعد قادرة على مواكبة الزيادة المطردة في كميات النفايات، الأمر الذي دفع العديد من الدول إلى تبني تقنيات حديثة تعتمد على الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، وتحليل البيانات الضخمة،

والروبوتات، وأنظمة الاستشعار الذكية، بهدف تحسين عمليات الجمع والفرز والنقل وإعادة التدوير، ورفع كفاءة الأداء البيئي والتشغيلي.

ورغم التطور الملحوظ في هذه التقنيات، فإن نجاحها لا يرتبط بالتكنولوجيا وحدها، بل يتطلب وجود إدارة فعالة، وتخطيط استراتيجي، وبنية تنظيمية وتشريعية قادرة على توظيف هذه التقنيات بصورة تحقق أهداف الاستدامة البيئية. وتشير العديد من الدراسات إلى وجود تفاوت واضح بين المؤسسات والدول في مستوى تطبيق التقنيات الحديثة، مما ينعكس على كفاءة إدارة النفايات وقدرتها على تحقيق نتائج بيئية واقتصاد مستدامة. وقد برز مفهوم الاستدامة البيئية كإطار استراتيجي لإدارة هذا التحدي، خاصة في ظل التزام المملكة العربية السعودية بمستهدفات رؤية 2030 ومبادرة "السعودية الخضراء" التي تهدف إلى رفع نسبة إعادة التدوير إلى 30% وتقليل الانبعاثات الكربونية بمقدار 278 مليون طن سنوياً بحلول عام 2030 (Vision 2030, 2021). وتُعرف الاستدامة البيئية بأنها قدرة المنظمة على تقليل آثارها البيئية السلبية من خلال ترشيد الموارد، وتقليل التلوث، ورفع معدلات إعادة التدوير بما يضمن تلبية احتياجات الحاضر دون المساس بحقوق الأجيال القادمة (Elkington, 1997; Alshuwaikhat & Mohammed, 2021). إلا أن تحقيق هذه المستهدفات يتطلب الانتقال من الأساليب التقليدية في إدارة النفايات القائمة على نموذج "اجمع وانقل وادفن" إلى نماذج ذكية تعتمد على التقنية (Wilson, 2021).

ويتمثل هذا التحول في تبني ما يُعرف بالإدارة الذكية للنفايات ضمن إطار الثورة الصناعية الرابعة، حيث تلعب تقنيات مثل إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي والبلوك تشين دوراً محورياً في إعادة تشكيل دورة حياة النفايات (Esmaeilian et al., 2018). فمن خلال أجهزة الاستشعار المتصلة بالإنترنت يمكن مراقبة مستوى امتلاء الحاويات في الوقت الفعلي وتقليل الرحلات الفارغة بنسبة تصل إلى 50%، بينما تسهم خوارزميات الذكاء الاصطناعي في تحسين مسارات شاحنات الجمع والفرز الآلي بدقة

تتجاوز 90% (Anagnostopoulos et al., 2021; Majid et al., 2022). كما توفر تقنية البلوك تشين شفافية في تتبع النفايات القابلة لإعادة التدوير، وتسهم تقنيات تحويل النفايات إلى طاقة في استعادة القيمة من النفايات غير القابلة للتدوير (Saleh et al., 2023; Al-Harbi & Al-Zahrani, 2024). وقد أثبتت تجارب دولية في دبي وسنغافورة أن تبني هذه التقنيات ساهم في خفض التكاليف التشغيلية بنسبة 20% إلى 30% ورفع معدلات التحويل من المدافن إلى أكثر من 60% (Smart Dubai, 2022).

ورغم هذه المؤشرات الإيجابية، فإن العلاقة بين استخدام التقنيات الحديثة وتحقيق الاستدامة البيئية لا تزال مثار جدل في الأدبيات. فمن الناحية النظرية، تستند هذه العلاقة إلى نظرية الموارد الطبيعية القائمة على المنظمة التي ترى أن القدرات البيئية النادرة يصعب تقليدها وتشكل مصدرًا للميزة التنافسية المستدامة، وكذلك إلى نظرية أصحاب المصلحة التي تؤكد على دور الضغوط التنظيمية والمجتمعية في دفع المنظمات نحو ممارسات خضراء (Hart, 1995; Freeman, 1984). إلا أن النتائج التطبيقية متباينة، فبينما توصلت دراسة إلى وجود أثر مباشر قوي لتقنيات إنترنت الأشياء على تقليل الانبعاثات الكربونية، خلصت دراسة أخرى إلى أن التقنية وحدها غير كافية ما لم تتوفر قيادة خضراء وثقافة تنظيمية داعمة للابتكار البيئي (Anagnostopoulos et al., 2021; Alqahtani & Al-Badi, 2022). هذا التباين يشير إلى وجود متغيرات بسيطة أو معدلة لم يتم تناولها بشكل كافٍ.

وتتضح الفجوة البحثية عند التركيز على السياق السعودي، حيث تفتقر المكتبة العربية إلى دراسات ميدانية تختبر صلاحية النماذج الأجنبية في بيئة تتميز باختلاف البنية التحتية الرقمية والتشريعات البيئية ومستوى نضج المنظمات (Alotaibi, 2023). كما أن معظم الدراسات المحلية اتسمت بالطابع الوصفي ولم تستخدم أدوات إحصائية متقدمة مثل نمذجة المعادلات البنائية لاختبار العلاقات السببية بين أبعاد التقنية وأبعاد الاستدامة (Saleh et al., 2023). ووفقاً لمسح حديث أجرته غرفة الرياض،

فإن 63% من المنشآت الصناعية والخدمية لا تزال تعتمد على أساليب جمع تقليدية، وتعزو ذلك إلى ارتفاع التكلفة الأولية ونقص الكفاءات التقنية وغياب مؤشرات أداء بيئية واضحة (Al-Harbi & Al-Zahrani, 2024). ويتعارض هذا الواقع مع متطلبات نظام الإدارة البيئية ISO 14001:2015 الذي يشترط التحسين المستمر للأداء البيئي، وهو أمر يصعب تحقيقه دون الاعتماد على بيانات دقيقة توفرها التقنيات الحديثة (ISO, 2015).

وبناءً على ما سبق، تتمثل مشكلة الدراسة في غياب فهم دقيق لمدى وكيفية مساهمة استخدام التقنيات الحديثة في إدارة النفايات في تحقيق الاستدامة البيئية في منظمات الأعمال السعودية.

ومن هذا المنطلق، تبرز الحاجة إلى دراسة أثر استخدام التقنيات الحديثة في إدارة النفايات من منظور إداري، بما يسهم في تقديم أدلة علمية تساعد متخذي القرار على تطوير السياسات والممارسات الإدارية الداعمة للاستدامة البيئية، وتمهد لبناء إطار تطبيقي يمكن الاستفادة منه في المؤسسات محل الدراسة.

أهمية الدراسة

تستمد هذه الدراسة أهميتها من البعد النظري والتطبيقي المرتبط بمستهدفات التنمية المستدامة ورؤية المملكة العربية السعودية 2030. فمن الناحية الأكاديمية، تسهم الدراسة في سد فجوة بحثية واضحة في الأدبيات العربية والإسلامية، حيث لا تزال العلاقة بين التقنيات الحديثة في إدارة النفايات والاستدامة البيئية غير مستكشفة بشكل كافٍ في سياق منظمات الأعمال السعودية. كما أن معظم الدراسات السابقة ركزت على الجانب الهندسي أو التقني للتطبيق دون قياس الأثر الإداري والاستراتيجي على مؤشرات الاستدامة باستخدام أدوات إحصائية متقدمة مثل نمذجة المعادلات البنائية (Alotaibi, 2023; Saleh et al., 2023).

وبذلك تقدم الدراسة إضافة معرفية من خلال بناء نموذج مفاهيمي يربط بين أبعاد إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي والفرز الذكي كمتغيرات مستقلة، وأبعاد الاستدامة البيئية المتمثلة في تقليل التلوث وكفاءة الموارد وإعادة التدوير كمتغير تابع، مع اختبار دور القيادة الخضراء كمتغير معدل .

أما من الناحية التطبيقية، فإن نتائج الدراسة ذات أهمية مباشرة لصناع القرار في القطاعين العام والخاص. فهي تزود متخذي القرار بإطار علمي لتحديد جدوى الاستثمار في التقنيات الخضراء وترتيب أولويات التبني بناءً على الأثر الفعلي لكل تقنية على الأداء البيئي، مما يساعد على تقليل المخاطر المالية المرتبطة بتطبيق حلول غير ملائمة للسياق المحلي (Al-Harbi & Al-Zahrani, 2024).

كما أن الدراسة تدعم تحقيق مستهدفات مبادرة "السعودية الخضراء" والاقتصاد الدائري، من خلال تقديم توصيات عملية لرفع معدلات إعادة التدوير وتقليل الاعتماد على المدافن وتحسين الامتثال لنظام الإدارة البيئية Vision ISO 14001:2015 (ISO, 2015; 2021; 2030).

إضافة إلى ذلك، فإن إبراز دور القيادة الخضراء يساعد المؤسسات على بناء ثقافة تنظيمية داعمة للتحول البيئي، وهو ما يعزز القدرة التنافسية ويحسن الصورة الذهنية للمنظمة أمام المستثمرين والمستهلكين الباحثين عن منتجات وخدمات مستدامة.

أهداف الدراسة

انطلاقاً من مشكلة الدراسة وأهميتها، تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق هدف عام ينبثق منه مجموعة من الأهداف الفرعية التي تشكل خارطة الطريق للإجابة على تساؤلات البحث.

الهدف العام

الكشف عن أثر استخدام التقنيات الحديثة في إدارة النفايات على تحقيق الاستدامة البيئية في منظمات الأعمال السعودية، مع التعرف على دور القيادة الخضراء في تعزيز أو إضعاف هذه العلاقة.

الأهداف الفرعية

1. التعرف على مستوى نضج استخدام التقنيات الحديثة في إدارة النفايات بأبعادها: إنترنت الأشياء، الذكاء الاصطناعي، والفرز الذكي في المنظمات محل الدراسة .
2. قياس مستوى تحقيق الاستدامة البيئية بأبعادها: تقليل التلوث، كفاءة استخدام الموارد، وإعادة التدوير في المنظمات محل الدراسة .
3. اختبار الأثر المباشر لاستخدام التقنيات الحديثة في إدارة النفايات على تحقيق الاستدامة البيئية ككل وعلى كل بُعد من أبعادها .
4. تحديد الأثر التفاضلي لكل بُعد من أبعاد التقنيات الحديثة على أبعاد الاستدامة البيئية .
5. اختبار الدور المعدل للقيادة الخضراء في العلاقة بين استخدام التقنيات الحديثة وتحقيق الاستدامة البيئية.

تساؤلات الدراسة

للإجابة على مشكلة الدراسة وتحقيق أهدافها، تسعى الدراسة إلى الإجابة عن التساؤل الرئيس التالي

ما أثر استخدام التقنيات الحديثة في إدارة النفايات على تحقيق الاستدامة البيئية في منظمات الأعمال السعودية؟

وينبثق عن هذا التساؤل الرئيس مجموعة من التساؤلات الفرعية

1. ما مستوى نضج استخدام التقنيات الحديثة في إدارة النفايات بأبعادها: إنترنت الأشياء، الذكاء الاصطناعي، والفرز الذكي في المنظمات محل الدراسة؟

2. ما مستوى تحقيق الاستدامة البيئية بأبعادها: تقليل التلوث، كفاءة استخدام الموارد، وإعادة التدوير في المنظمات محل الدراسة؟
3. هل يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام التقنيات الحديثة في إدارة النفايات على تحقيق الاستدامة البيئية؟
4. ما الأثر التفاضلي لكل بُعد من أبعاد التقنيات الحديثة على أبعاد الاستدامة البيئية؟
5. ما دور القيادة الخضراء في تعديل العلاقة بين استخدام التقنيات الحديثة وتحقيق الاستدامة البيئية؟

فروض الدراسة

بناءً على تساؤلات الدراسة والإطار النظري تم صياغة الفروض التالية

الفرض الرئيس الأول :

يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة 0.05 لاستخدام التقنيات الحديثة في إدارة النفايات على تحقيق الاستدامة البيئية في منظمات الأعمال السعودية.

وينبثق منه الفروض الفرعية التالية :

- 1-1 يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لإنترنت الأشياء في إدارة النفايات على تقليل التلوث .
- 1-2 يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لإنترنت الأشياء في إدارة النفايات على كفاءة استخدام الموارد .

3-1 يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لإنترنت الأشياء
في إدارة النفايات على إعادة التدوير .

1-2 يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للذكاء
الاصطناعي في إدارة النفايات على تقليل التلوث .
2-2 يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للذكاء
الاصطناعي في إدارة النفايات على كفاءة استخدام
الموارد .

3-2 يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للذكاء
الاصطناعي في إدارة النفايات على إعادة التدوير .

1-3 يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للفرز الذكي في
إدارة النفايات على تقليل التلوث .
2-3 يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للفرز الذكي في
إدارة النفايات على كفاءة استخدام الموارد .
3-3 يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للفرز الذكي في
إدارة النفايات على إعادة التدوير .

الفرض الرئيس الثاني :

تلعب القيادة الخضراء دورًا مهمًا في
إحصائية في العلاقة بين استخدام التقنيات الحديثة في
إدارة النفايات وتحقيق الاستدامة البيئية.

مصطلحات الدراسة

اعتمدت الدراسة التعريفات الإجرائية التالية لضبط المتغيرات وضمان قياسها بشكل
دقيق:

التقنيات الحديثة في إدارة النفايات: تُعرف إجرائيًا بأنها مجموعة التطبيقات الرقمية
والذكاء التي تستخدمها المنظمة في دورة إدارة النفايات وتشمل إنترنت الأشياء المتمثل في
أجهزة الاستشعار لمراقبة الحاويات في الوقت الفعلي، والذكاء الاصطناعي المتمثل في
الخوارزميات المستخدمة لتحسين مسارات الجمع والفرز الآلي، والفرز الذكي المتمثل في
الأنظمة الروبوتية القائمة على الرؤية الحاسوبية لفصل مكونات النفايات بدقة عالية
(Esmaeilian et al., 2018; Majid et al., 2022).

إنترنت الأشياء IoT في إدارة النفايات: يُعرف إجرائيًا بأنه شبكة من الأجهزة
الاستشعارية والمستشعرات المتصلة بالإنترنت والمثبتة داخل حاويات النفايات لقياس
مستوى الامتلاء، درجة الحرارة، والرطوبة، ونقل البيانات لحظيًا إلى مركز تحكم لتحسين
كفاءة عمليات الجمع وتقليل الرحلات الفارغة. (Anagnostopoulos et al., 2021)

الذكاء الاصطناعي AI في إدارة النفايات: يُعرف إجرائيًا بأنه استخدام الخوارزميات
والتعلم الآلي لتحليل بيانات النفايات، والتنبؤ بمعدلات التوليد، وتحسين مسارات شاحنات
الجمع، بالإضافة إلى أنظمة الرؤية الحاسوبية المستخدمة في الفرز الآلي للمواد القابلة
لإعادة التدوير بدقة تتجاوز 90%. (Majid et al., 2022)

الاستدامة البيئية: تُعرف إجرائيًا بأنها قدرة المنظمة على تحقيق توازن بيئي من خلال ثلاثة أبعاد قابلة للقياس، وهي تقليل التلوث من خلال خفض الانبعاثات والمخلفات السائلة والصلبة، وكفاءة استخدام الموارد من خلال ترشيد استهلاك الطاقة والمياه والمواد الخام، وإعادة التدوير من خلال رفع نسبة المواد المعاد تدويرها وتقليل حجم النفايات المتجهة إلى المدافن. (Elkington, 1997; Alshuwaikhat & Mohammed, 2021).

القيادة الخضراء: تُعرف إجرائيًا بأنها سلوك القائد في المنظمة الذي يتمثل في تبني رؤية بيئية واضحة، وتحفيز العاملين على الممارسات المستدامة، وتوفير الموارد والدعم اللازم لتبني التقنيات الخضراء، ودمج الاعتبارات البيئية في صنع القرار الاستراتيجي، وهو ما يعمل كمتغير معدل يعز أو يضعف العلاقة بين التقنية والاستدامة (Alqahtani & Al-Badi, 2022).

الدراسات السابقة

استعرض الباحث عددًا من الدراسات العربية والأجنبية ذات الصلة بموضوع الدراسة، وتم تقسيمها إلى المحاور التالية:

المحور الأول: دراسات التقنيات الحديثة في إدارة النفايات

هدفت دراسة (Anagnostopoulos et al. (2021 إلى تقييم أثر استخدام إنترنت الأشياء IoT في تحسين كفاءة جمع النفايات الصلبة في المدن الذكية. وتوصلت الدراسة إلى أن استخدام المستشعرات الذكية أدى إلى تقليل عدد رحلات جمع النفايات بنسبة 30%، وتقليل التكاليف التشغيلية وخفض الانبعاثات الكربونية الناتجة عن شاحنات الجمع.

كما هدفت دراسة (Majid et al. (2022 إلى التعرف على دور الذكاء الاصطناعي والفرز الآلي في رفع كفاءة إعادة التدوير. وأظهرت النتائج أنظمة الرؤية الحاسوبية القائمة على الذكاء الاصطناعي حققت دقة فرز تجاوزت 92%، مما انعكس إيجاباً على رفع معدلات إعادة التدوير وتقليل حجم النفايات المتجهة إلى المدافن.

المحور الثاني: دراسات الاستدامة البيئية في منظمات الأعمال

تناولت دراسة (Alshuwaikhat & Mohammed (2021 واقع الاستدامة البيئية في المنظمات السعودية في ظل رؤية 2030. وخلصت الدراسة إلى وجود قصور في ممارسات تقليل التلوث وكفاءة الموارد، وأوصت بضرورة تبني تقنيات حديثة تدعم الاقتصاد الدائري وتقلل الاعتماد على الموارد الطبيعية.

وأكدت دراسة (Elkington (1997 في تأسيسها لمفهوم Triple Bottom Line أن تحقيق الاستدامة البيئية يتطلب قياساً متزامناً لثلاثة أبعاد: تقليل التلوث، كفاءة الموارد، وإعادة التدوير، وأن المنظمات التي تتبنى هذه الأبعاد تحقق ميزة تنافسية طويلة الأجل.

المحور الثالث: دراسات العلاقة بين التقنية والاستدامة ودور القيادة الخضراء

هدفت دراسة (Esmaeilian et al. (2018 إلى بحث تأثير تقنيات Industry 4.0 على استدامة إدارة النفايات. وأشارت النتائج إلى أن التكامل بين إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي يخلق نظاماً ذكياً لإدارة النفايات يسهم بشكل مباشر في تحقيق أهداف الاستدامة البيئية.

وفي سياق متصل، تناولت دراسة (Alqahtani & Al-Badi (2022 دور القيادة الخضراء كمتغير معدل في تبني التقنيات البيئية بدول مجلس التعاون. وتوصلت إلى أن المنظمات التي تتمتع بقيادة خضراء قوية كانت أكثر قدرة على تبني التقنيات الحديثة وتحقيق نتائج بيئية ملموسة مقارنة بالمنظمات ذات القيادة التقليدية.

التعقيب على الدراسات السابقة

يتضح من استعراض الدراسات السابقة أنها اتفقت على الأهمية الكبيرة للتقنيات الحديثة في تحسين كفاءة إدارة النفايات وتحقيق أبعاد الاستدامة البيئية، كما أكدت بعض الدراسات على الدور المحوري للقيادة الخضراء في دعم التحول التقني.

إلا أنه، وفي حدود علم الباحث، ندرت الدراسات التي تناولت العلاقة بين أبعاد التقنيات الحديثة "إنترنت الأشياء، الذكاء الاصطناعي، الفرز الذكي" مجتمعة كمتغير مستقل، وأبعاد الاستدامة البيئية "تقليل التلوث، كفاءة الموارد، إعادة التدوير" كمتغير تابع، مع اختبار الدور المعدل للقيادة الخضراء في سياق منظمات الأعمال السعودية .

وبناءً عليه، تحاول الدراسة الحالية سد هذه الفجوة من خلال تقديم نموذج متكامل يختبر هذه العلاقات في بيئة سعودية تدعمها مستهدفات رؤية المملكة 2030.

منهجية الدراسة

أولاً: منهج الدراسة

اعتمدت الدراسة الحالية المنهج الوصفي التحلي-Quantitative Descriptive Analytical Method، وذلك لمناسبته لطبيعة أهداف الدراسة المتمثلة في وصف واقع استخدام التقنيات الحديثة في إدارة النفائات، وقياس أثرها على الاستدامة البيئية، واختبار الدور المعدل للقيادة الخضراء. ويعتمد هذا المنهج على جمع البيانات الكمية من خلال الاستبانة وتحليلها إحصائياً لاختبار الفروض وتعميم النتائج (Sekaran & Bougie, 2016).

ثانياً: مجتمع وعينة الدراسة

1.مجتمع الدراسة :

يتكون مجتمع الدراسة من جميع العاملين في المستوى الإداري الأوسط والعليا "مدير قسم، رئيس قسم، مدير إدارة" في منظمات الأعمال السعودية العاملة في القطاعات الصناعية والخدمية واللوجستية، والذين لديهم اطلاع على عمليات إدارة النفائات واتخاذ القرارات البيئية.

2.عينة الدراسة :

تم استخدام أسلوب العينة العشوائية الطبقية. Stratified Random Sampling.

ثالثاً: أداة جمع البيانات

تم الاعتماد على الاستبانة كأداة رئيسة لجمع البيانات، وتم تطويرها بناءً على مقاييس معتمدة من دراسات سابقة. وتكونت الاستبانة من جزأين:

الجزء الأول: البيانات الديموغرافية وتشمل: النوع، المؤهل العلمي، الخبرة، المسمى الوظيفي، حجم المنظمة.

الجزء الثاني: محاور الدراسة ويقاس باستخدام مقياس ليكرت الخماسي Likert Scale من 1 "أوافق بشدة" إلى 5 "لا أوافق بشدة" مجال الدراسة

1. المجال الموضوعي "العلمي":

يركز المجال الموضوعي للدراسة على إدارة الأعمال والاستدامة، وتحديدًا العلاقة بين استخدام التقنيات الحديثة المتمثلة في إنترنت الأشياء، والذكاء الاصطناعي، والفرز الذكي في إدارة النفايات، وتحقيق الاستدامة البيئية بأبعادها الثلاثة: تقليل التلوث، وكفاءة استخدام الموارد، وإعادة التدوير، مع اختبار الدور المعدل للقيادة الخضراء.

2. المجال المكاني "الجغرافي":

اقتصرت الدراسة على منظمات الأعمال العاملة داخل المملكة العربية السعودية، وذلك لارتباط الموضوع مباشرة بمستهدفات رؤية المملكة 2030 في التحول إلى الاقتصاد الدائري وتحسين كفاءة إدارة النفايات.

3. المجال البشري :

استهدفت الدراسة العاملين في المستوى الإداري الأوسط والعليا "مدير قسم، رئيس قسم، مدير إدارة" في منظمات الأعمال السعودية، لكونهم أصحاب القرار والاطلاع المباشر على سياسات إدارة النفايات وتبني التقنيات.

4. المجال الزمني :

فترة اجراء الدراسة وجمع البيانات وتحليلها .

Al-Harbi, K., & Al-Zahrani, F. (2024). Barriers to adopting smart waste management in Saudi firms. Arabian Journal of Business and Management Review, 14(1), 45-61.

Alotaibi, S. M. (2023). Digital transformation and environmental sustainability in Saudi Arabia. Journal of Cleaner Production, 380, 134567.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.134567>

Alotaibi, S. M., & Almutairi, A. (2023). Methane emissions from landfills in Saudi Arabia: Challenges and mitigation. Environmental Science and Pollution Research, 30(12), 34567-34580. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26432-1>

Alqahtani, A., & Al-Badi, A. (2022). Green technology adoption in the GCC: A systematic review. Sustainability, 14(9), 5123. <https://doi.org/10.3390/su14095123>

Alqahtani, A. Y., & Al-Badi, A. H. (2022). Green leadership and environmental technology adoption in GCC organizations: A moderating role analysis. Journal of

Cleaner Production, 330, 129880.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129880>

Alshuwaikhat, H. M., & Mohammed, I. (2021).

Environmental sustainability in Saudi organizations under Vision 2030: Challenges and opportunities. Sustainability, 13(12), 6789. <https://doi.org/10.3390/su13126789>

Alshuwaikhat, H. M., & Mohammed, I. (2021).

Sustainability and environmental management in Saudi organizations. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(4), 1892. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041892>

Anagnostopoulos, T., Kolomvatsos, K.,

Anagnostopoulos, C., Zaslavsky, A., & Hadjiefthymiades, S. (2021). Efficient waste management through AI and IoT. IEEE Internet of Things Journal, 8(6), 4225-4234. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.3021234>

Anagnostopoulos, T., Zaslavsky, A., Kolomvatsos, K.,

Medvedev, A., Amirian, P., Morley, J., & Hadjiefthymiades, S. (2021). Internet of Things for smart waste management in

smart cities. IEEE Access, 9, 124891-124904.

<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3110821>

Elkington, J. (1997). Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business. Capstone Publishing.

Esmailian, B., Wang, B., Lewis, K., Duarte, F., Ratti, C., & Behdad, S. (2018). The future of waste management through the lens of Industry 4.0. Resources, Conservation and Recycling, 136, 111-122.

<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.019>

Freeman, R. E. (1984). Strategic management: A stakeholder approach. Pitman.

Hart, S. L. (1995). A natural-resource-based view of the firm. Academy of Management Review, 20(4), 986-1014.

<https://doi.org/10.5465/amr.1995.9512280033>

International Organization for Standardization. (2015). ISO 14001:2015 Environmental management systems. ISO.

**Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F.
(2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste
Management to 2050. World Bank Publications.**

**Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining
sample size for research activities. Educational and
Psychological Measurement, 30(3), 607-610.
<https://doi.org/10.1177/001316447003000308>**

**Majid, M. A., Ramli, N. A., & Rahman, A. (2022). Smart
waste management systems: A review of IoT and AI applications.
Environmental Technology & Innovation, 26, 102408**