

المملكة العربية السعودية

خطة مشروع بحثية لمرحلة الماجستير

تقديم حلول تقنية مبتكرة لإدارة النفايات وأثرها في تحسين البيئة المحلية في المملكة العربية السعودية

Research Proposal

Innovative Technological Solutions for Waste Management and Their Impact on Improving the Local Environment in the Kingdom of Saudi Arabia

إعداد الطالب/ باسم قاسم العوفي

التخصص/ ماجستير ادارة اعمال

العام الجامعي/2026

فهرس المحتويات

3.....	المقدمة:
4.....	مشكلة الدراسة:
4.....	أهمية الدراسة:
5.....	أهداف الدراسة:
6.....	تسائلات الدراسة:
6.....	فروض الدراسة:
7.....	الدراسات السابقة وتحليلها:
11.....	الفجوة الدراسة:
11.....	المنطلقات النظرية للدراسة:
12.....	الإطار المفاهيمي المقترح:
13.....	المنهجية وطرق البحث:
14.....	مجتمع الدراسات وعيناتها:
15.....	أدوات الدراسة:
17.....	أساليب التحليل الإحصائي:
18.....	حدود الدراسة:
19.....	المراجع:

المقدمة:

أصبحت إدارة النفايات من القضايا المحورية في خطط التنمية الحضرية والبيئية، نظرًا لما يرتبط بها من آثار مباشرة على جودة الحياة، والصحة العامة، واستدامة الموارد، وانبعثات الغازات الدفيئة، وكفاءة استخدام الأراضي. ومع تزايد النمو السكاني والتوسع العمراني والصناعي، تواجه المدن تحديات متزايدة في التعامل مع كميات كبيرة ومتنوعة من النفايات، بما في ذلك النفايات البلدية الصلبة، والنفايات التجارية، والنفايات الصناعية، ومخلفات البناء والهدم، والنفايات الإلكترونية، والنفايات الخطرة وغير الخطرة.

في المملكة العربية السعودية، يكتسب هذا الموضوع أهمية خاصة في ضوء التحولات الوطنية الكبرى التي تقودها رؤية المملكة 2030، والتي نصت على حماية البيئة من خلال زيادة كفاءة إدارة النفايات، وإنشاء مشاريع إعادة تدوير شاملة، وتقليل جميع أنواع التلوث. كما أن مبادرات السعودية الخضراء وبرامج التحول الوطني تعزز التوجه نحو خفض الأثر البيئي للأنشطة البشرية ورفع جودة الحياة في المدن والمجتمعات المحلية.

تقليديًا، اعتمدت كثير من أنظمة إدارة النفايات على عمليات جمع مجدولة ومحدودة المرونة، ونقل النفايات إلى المرامد، مع مستويات متفاوتة من الفرز والاسترداد. غير أن هذا النموذج يواجه تحديات عملية، من أبرزها ارتفاع تكاليف التشغيل، عدم كفاءة مسارات الجمع، تراكم النفايات في بعض المواقع، انخفاض دقة البيانات، محدودية التتبع، ضعف مشاركة المجتمع، وصعوبة قياس الأداء البيئي بشكل لحظي. لذلك برزت الحاجة إلى حلول تقنية مبتكرة قادرة على تحويل إدارة النفايات إلى نظام ذكي قائم على البيانات والتنبؤ والرقابة الفورية.

تشير الأدبيات الحديثة إلى أن دمج الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في إدارة النفايات يمكن أن يحسن عمليات الرصد، والفرز، وجدولة جمع النفايات، وتحسين المسارات، وخفض التكاليف والانبعثات التشغيلية. كما تسهم الحاويات الذكية، وأجهزة قياس مستوى الامتلاء، وأنظمة GPS، وتطبيقات البلاغات، ولوحات البيانات في تقديم صورة دقيقة عن مواقع النفايات وكمياتها وسلوكيات التخلص منها، مما يدعم اتخاذ القرار لدى البلديات ومقدمي الخدمة.

وعلى الرغم من وجود توجه عالمي واضح نحو إدارة النفايات الذكية، إلا أن تطبيق هذه الحلول في السياق السعودي يتطلب دراسة علمية تراعي الخصائص المحلية، ومنها طبيعة المدن السعودية، الظروف المناخية، أنماط الاستهلاك، البنية التنظيمية، جاهزية الجهات، مدى تقبل المستخدمين للتقنيات، وتكامل هذه الحلول مع الإطار النظامي الذي يشرف عليه المركز الوطني لإدارة النفايات.

مشكلة الدراسة:

على الرغم من الجهود التنظيمية والتنموية المتزايدة في المملكة العربية السعودية لتطوير قطاع إدارة النفايات، ما زالت بعض الممارسات التقليدية في الجمع والنقل والفرز والتخلص النهائي تؤثر في كفاءة النظام البيئي المحلي. وتتمثل المشكلة في أن إدارة النفايات في بعض السياقات المحلية قد لا تعتمد بشكل كاف على البيانات اللحظية، أو التحليلات التنبؤية، أو أدوات التتبع الرقمي، الأمر الذي يحد من القدرة على منع تراكم النفايات، تحسين مسارات الجمع، رفع معدلات التدوير، وتقليل الأثر البيئي.

تظهر المشكلة بشكل أوضح عند النظر إلى الفجوة بين الإمكانيات التقنية المتاحة عالمياً وبين مستوى توظيفها في منظومات النفايات المحلية. فالتقنيات الحديثة قادرة على توفير بيانات دقيقة حول مستوى امتلاء الحاويات، نقاط التلوث، كثافة المخلفات، حركة المركبات، الالتزام بالفرز، ومعدلات التدوير. غير أن غياب إطار تطبيقي واضح يربط هذه التقنيات بمؤشرات البيئة المحلية قد يؤدي إلى تطبيقات متفرقة وغير متكاملة لا تحقق الأثر المطلوب.

ومن هنا، تتمثل مشكلة الدراسة في السؤال الرئيسي الآتي: إلى أي مدى يمكن أن تسهم الحلول التقنية المبتكرة في تحسين إدارة النفايات، وما أثرها في تحسين البيئة المحلية في المملكة العربية السعودية؟

صياغة المشكلة في صورة بحثية

تسعى الدراسة إلى معالجة محدودية المعرفة التطبيقية حول العلاقة بين تبني الحلول التقنية المبتكرة في إدارة النفايات وبين تحسين البيئة المحلية في المملكة العربية السعودية، مع تقديم إطار مقترح يساعد الجهات المعنية على اختيار وتطبيق الحلول التقنية المناسبة وفق مؤشرات أداء قابلة للقياس.

أهمية الدراسة:

الأهمية العلمية:

إثراء الأدبيات العربية والسعودية في مجال إدارة النفايات الذكية والتحول الرقمي البيئي.

تقديم نموذج مفاهيمي يربط بين التقنيات الحديثة وكفاءة إدارة النفايات وتحسين البيئة المحلية.

سد فجوة بحثية تتعلق بدراسة أثر التقنيات البيئية في سياق جغرافي محدد هو المملكة العربية السعودية.

دمج نظريات الابتكار وقبول التكنولوجيا وأصحاب المصلحة والاقتصاد الدائري في إطار واحد قابل للاختبار.

الأهمية التطبيقية:

- مساعدة البلديات ومقدمي خدمات النفايات على تحديد التقنيات الأكثر ملاءمة للمدن السعودية.
- تقديم مؤشرات أداء يمكن استخدامها لقياس أثر التحول التقني في قطاع النفايات.
- دعم جهود المركز الوطني لإدارة النفايات والجهات التنظيمية في رفع جودة الخدمة وتحسين الامتثال.
- تعزيز مشاركة المجتمع من خلال التطبيقات الرقمية والبلاغات الذكية والتوعية المبنية على البيانات.
- دعم مستهدفات رؤية المملكة 2030 ومبادرة السعودية الخضراء في تقليل التلوث وتحسين جودة الحياة.

أهداف الدراسة:

الهدف العام:

تهدف الدراسة إلى تحليل أثر تطبيق الحلول التقنية المبتكرة في إدارة النفايات على تحسين البيئة المحلية في المملكة العربية السعودية، واقتراح إطار تطبيقي يساعد على تعزيز كفاءة إدارة النفايات وتحقيق الاستدامة البيئية.

الأهداف الخاصة:

- تحديد أهم الحلول التقنية المبتكرة القابلة للتطبيق في إدارة النفايات في المملكة العربية السعودية.
- قياس أثر استخدام تقنيات إنترنت الأشياء والحاويات الذكية على كفاءة جمع النفايات وتقليل تراكمها.
- تحليل دور الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات في تحسين مسارات الجمع والتنبؤ بمستويات النفايات.
- تقييم أثر نظم المعلومات الجغرافية ولوحات البيانات على دعم اتخاذ القرار البيئي.
- قياس العلاقة بين مستوى تبني الحلول التقنية وتحسين مؤشرات البيئة المحلية.
- تحديد أبرز العوائق التنظيمية والتقنية والمالية والبشرية التي تحد من تطبيق إدارة النفايات الذكية.
- تقديم إطار مقترح لتبني حلول تقنية متكاملة لإدارة النفايات في المدن السعودية.

تساؤلات الدراسة:

ما أبرز الحلول التقنية المبتكرة المستخدمة في إدارة النفايات؟

ما مستوى جاهزية الجهات المعنية في المملكة العربية السعودية لتبني حلول إدارة النفايات الذكية؟

كيف تسهم تقنيات إنترنت الأشياء والحاويات الذكية في تحسين كفاءة جمع النفايات؟

ما أثر الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات في تحسين مسارات الجمع وخفض التكاليف والأثر البيئي؟

ما العلاقة بين تطبيق الحلول التقنية وتحسين البيئة المحلية من حيث النظافة العامة، تقليل التلوث، ورفع معدلات التدوير؟

ما أبرز المعوقات التي تواجه تطبيق الحلول التقنية في قطاع إدارة النفايات السعودي؟

ما الإطار المقترح لتطبيق حلول تقنية مبتكرة لإدارة النفايات في المملكة العربية السعودية؟

فروض الدراسة:

بما أن الدراسة تتضمن جانباً كمياً، تقترح الخطة مجموعة من الفرضيات القابلة للاختبار إحصائياً كما يلي:

الفرضية الرئيسية:

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق الحلول التقنية المبتكرة في إدارة النفايات وتحسين البيئة المحلية في المملكة العربية السعودية.

لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق الحلول التقنية المبتكرة في إدارة النفايات وتحسين البيئة المحلية في المملكة العربية السعودية.

الفرضيات الفرعية:

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام الحاويات الذكية وإنترنت الأشياء وتحسين كفاءة جمع النفايات.

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات وتقليل تراكم النفايات والتلوث البصري.

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام نظم المعلومات الجغرافية وتحسين قرارات التوزيع والمسارات ونقاط الجمع.

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق منصات البلاغات والمشاركة المجتمعية وتحسين جودة البيئة المحلية.

تؤثر العوائق التنظيمية والمالية والتقنية تأثيراً سلبياً في تبني الحلول التقنية لإدارة النفايات.

نموذج الدراسة ومتغيراتها:

يقترح البحث نموذجاً مفاهيمياً يقوم على وجود متغير مستقل يتمثل في الحلول التقنية المبتكرة، ومتغير تابع يتمثل في تحسين البيئة المحلية، مع متغير وسيط أو مفسر يتمثل في كفاءة إدارة النفايات. ويمكن تصور النموذج كما يلي:

المتغير	الأبعاد المقترحة	مؤشرات القياس
المتغير المستقل: الحلول التقنية المبتكرة	الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، الحاويات الذكية، GIS، لوحات البيانات، التطبيقات الرقمية	مستوى الاستخدام، التكامل، سهولة الاستخدام، توافر البيانات، موثوقية النظام
المتغير الوسيط: كفاءة إدارة النفايات	الجمع، النقل، الفرز، التدوير، الرقابة، الاستجابة للبلاغات	زمن الاستجابة، دقة الجداول، معدل امتلاء الحاويات، التزام المتعهدين، كفاءة المسارات
المتغير التابع: تحسين البيئة المحلية	النظافة العامة، تقليل التلوث، تقليل المرادم، جودة الحياة، رضا المجتمع	انخفاض التراكم، انخفاض الروائح، انخفاض التلوث البصري، ارتفاع التدوير، رضا المستفيدين

النموذج المفاهيمي المقترح: الحلول التقنية المبتكرة ← كفاءة إدارة النفايات ← تحسين البيئة المحلية. كما تفترض الدراسة أن العوائق التنظيمية والمالية والتقنية قد تؤثر في قوة العلاقة بين المتغيرات.

الدراسات السابقة وتحليلها:

تعرض هذه الخطة مجموعة من الدراسات والتقارير الحديثة ذات الصلة بإدارة النفايات الذكية والتقنيات الرقمية والاقتصاد الدائري. وقد رتبت الدراسات موضوعياً وفق محاور رئيسية: التقنيات الذكية في إدارة النفايات، الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، السياق السعودي، والاقتصاد الدائري والسياسات البيئية.

العلاقة بالدراسة الحالية	أبرز النتائج	المنهجية	الهدف	الدراسة/المصدر
يرتبط بالبحث من خلال تأكيد الحاجة إلى نماذج ذكية تقلل الهدر وتدعم الاقتصاد الدائري.	أكد التقرير أن الانتقال نحو سياسات الصفر نفايات والاقتصاد الدائري يمكن أن يقلل الخسائر البيئية والاقتصادية مقارنة بسيناريو العمل المعتاد.	اعتمد التقرير على تحليل عالمي مقارنة ومنهجيات تقييم دورة الحياة والسيناريوهات.	قدم تقرير التوقعات العالمية لإدارة النفايات تحديثاً شاملاً حول نمو النفايات عالمياً وتكاليف الإدارة والأثر البيئي والاقتصادي للسيناريوهات المختلفة.	UNEP & ISWA (2024)
يدعم مبررات البحث في أهمية إدارة النفايات القائمة على البيانات في المدن.	بين التقرير أن النمو الحضري وارتفاع الدخل يزيدان كميات النفايات، وأن ضعف الإدارة يؤدي إلى آثار بيئية وصحية واقتصادية.	تحليل بيانات عالمية ومقارنات بين الدول حسب مستوى الدخل والتحضر.	حلل تقرير البنك الدولي What a Waste 2.0 اتجاهات تولد النفايات عالمياً وتحديات إدارتها في المدن.	Kaza et al. (2018)
تعد الدراسة أساساً مباشراً لاختيار متغير الحلول التقنية المبتكرة.	أظهرت الدراسة أن AI و IoT يمكن أن يحسنا الرصد اللحظي، الجدولة، التنبؤ، وفرز النفايات، مع تحديات تتعلق بالتكلفة.	مراجعة أدبية تحليلية للدراسات والتطبيقات الحديثة.	راجع أثر الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في إدارة النفايات الحضرية، خاصة الجمع والفرز والتدوير.	Lakhouit (2025)

			والخصوصية والتكامل.	
Radwan (2024)	ناقشت واقع إدارة النفايات الصلبة في محافظات المملكة العربية السعودية والتحديات القائمة.	دراسة حالة وتحليل وصفي للبيانات والممارسات في السياق السعودي.	أشارت إلى الحاجة إلى تحسين الإدارة ورفع مستوى السلامة البيئية وتطوير حلول أكثر فاعلية.	تدعم اختيار المملكة العربية السعودية سياقاً جغرافياً للدراسة الحالية.
MWAN (2026)	تعرض الخطة الاستراتيجية الشاملة لإدارة النفايات توجه المملكة لتطوير القطاع وتطبيق مبادئ الاقتصاد الدائري.	وثيقة استراتيجية وطنية صادرة عن جهة تنظيمية مختصة.	تؤكد الخطة استهداف تحويل القطاع نحو استرداد الموارد وتقليل الاعتماد على المرامم ورفع كفاءة الإدارة.	تمثل الإطار التنظيمي الوطني الذي تنطلق منه الدراسة.
Vision 2030 (2016/2025)	تؤكد رؤية المملكة 2030 وبرامجها أهمية حماية البيئة، رفع كفاءة إدارة النفايات، وتقليل التلوث.	وثيقة وطنية استراتيجية.	ترسخ الرؤية العلاقة بين جودة الحياة، حماية البيئة، وكفاءة إدارة النفايات.	تدعم أهمية الدراسة وتربطها بالأولويات الوطنية.
Ecolex / Royal Decree M/3 (2021)	يعرض نظام إدارة النفايات السعودي المتطلبات المتعلقة بالنقل، الفرز، التخزين، التدوير،	تحليل نظامي وتنظيمي.	يؤكد النظام مسؤولية المنتجين ومقدمي الخدمة والجهات المعنية، وضرورة الترخيص والامتثال.	يوفر الأساس النظامي لتطبيق الحلول التقنية والرقابية.

	الاسترداد، والتخلص الآمن.			
Davis (1989)	قدم نموذج قبول التكنولوجيا لشرح قبول المستخدمين للأنظمة التقنية بناءً على المنفعة المدركة وسهولة الاستخدام.	دراسة نظرية/كمية أسست لنموذج TAM.	أثبتت أن المنفعة المدركة وسهولة الاستخدام تؤثران في نية استخدام التقنية.	يساعد البحث الحالي في تفسير قبول العاملين والمستفيدين لحلول إدارة النفايات الذكية.
Rogers (2003)	قدم نظرية انتشار الابتكار لشرح تبني الابتكارات عبر المراحل والفئات الاجتماعية.	إطار نظري شامل قائم على تحليل اجتماعي للابتكار.	يوضح أن التبني يتأثر بالميزة النسبية، التوافق، التعقيد، القابلية للتجربة، والقابلية للملاحظة.	يساعد في تفسير أسباب تسارع أو بطء تبني تقنيات إدارة النفايات.
Freeman (1984)	قدم نظرية أصحاب المصلحة التي تؤكد ضرورة مراعاة مصالح الأطراف المختلفة في قرارات المنظمة.	إطار نظري إداري.	أبرز أهمية إشراك الجهات المتأثرة بالقرارات، مثل الحكومة والمجتمع والموردين والعملاء.	مهم لأن إدارة النفايات تتطلب تعاون البلديات والمجتمع والمقاولين والجهات التنظيمية.

التحليل النقدي للدراسات السابقة:

تتفق الدراسات السابقة على أن إدارة النفايات التقليدية لم تعد كافية لمواجهة تحديات المدن الحديثة، وأن التقنيات الرقمية يمكن أن تسهم في تحسين الرصد، التنبؤ، وجدولة عمليات الجمع. كما تتفق التقارير الدولية، مثل UNEP والبنك الدولي، على أن إدارة النفايات ترتبط مباشرة بالاستدامة والاقتصاد الدائري وتقليل الخسائر البيئية والاقتصادية.

ومع ذلك، تختلف الدراسات في مستوى تركيزها. فالدراسات العالمية غالبًا ما تقدم إطارًا عامًا للتقنيات الذكية، بينما تركز الدراسات السعودية على واقع القطاع والتحديات التنظيمية والبيئية. وتكمن الفجوة في قلة الدراسات التي تختبر العلاقة بين تبني حلول تقنية محددة وبين مؤشرات تحسين البيئة المحلية في المملكة باستخدام نموذج كمي/نوعي متكامل.

كما أن كثيرًا من الدراسات تركز على التقنية بوصفها أداة تشغيلية، لكنها لا تربطها دائمًا بقبول المستخدمين، وأصحاب المصلحة، والحوكمة، والجدوى المؤسسية. لذلك تسعى الدراسة الحالية إلى الربط بين البعد التقني والبعد التنظيمي والبيئي، بما يوفر نموذجًا أكثر شمولية وقابلية للتطبيق.

فجوة الدراسة:

قلة الدراسات التطبيقية التي تربط بين الحلول التقنية المبتكرة ومؤشرات تحسين البيئة المحلية في المملكة العربية السعودية تحديدًا.

محدودية الدراسات التي تجمع بين المنهج الكمي والنوعي في دراسة إدارة النفايات الذكية في السياق السعودي.

ضعف وجود أطر عملية توضح كيف يمكن اختيار وتطبيق التقنيات بحسب نوع النفايات، طبيعة المدينة، جاهزية الجهة، ومؤشرات الأداء.

الحاجة إلى دراسة قبول أصحاب المصلحة للتقنيات، وليس فقط دراسة التقنية من منظور تشغيلي.

الحاجة إلى ربط إدارة النفايات الذكية بمستهدفات رؤية المملكة 2030 والاقتصاد الدائري ومبادرة السعودية الخضراء.

وبناءً على ذلك، تتمثل الفجوة البحثية في الحاجة إلى نموذج علمي وتطبيقي يوضح أثر تبني الحلول التقنية المبتكرة في تحسين إدارة النفايات وانعكاس ذلك على البيئة المحلية في المملكة العربية السعودية، مع تحديد العوائق ومؤشرات الأداء المناسبة.

المنطلقات النظرية للدراسة:

نظرية انتشار الابتكار:

تفسر نظرية انتشار الابتكار كيفية تبني الأفراد والمؤسسات للتقنيات الجديدة عبر الزمن. وتنطبق هذه النظرية على الدراسة من خلال تحليل مدى قابلية الجهات البلدية وشركات النفايات والمجتمع لتبني حلول مثل الحاويات الذكية، تطبيقات البلاغات، وأنظمة التتبع. وتساعد أبعاد النظرية، مثل الميزة النسبية والتوافق والتعقيد والقابلية للتجربة، على فهم دوافع أو معوقات التبني.

نموذج قبول التكنولوجيا:

يفترض نموذج قبول التكنولوجيا أن تبني المستخدمين للتقنية يتأثر بالمنفعة المدركة وسهولة الاستخدام المدركة. وفي هذه الدراسة، يمكن استخدام النموذج لتفسير قبول العاملين في البلديات ومقدمي الخدمة للحلول الرقمية، وكذلك قبول المجتمع لاستخدام تطبيقات البلاغات والفرز الذكي.

نظرية أصحاب المصلحة:

تؤكد نظرية أصحاب المصلحة أن نجاح أي مبادرة تنظيمية أو تقنية يعتمد على مراعاة مصالح الأطراف ذات العلاقة. وفي قطاع إدارة النفايات، يشمل أصحاب المصلحة الجهات التنظيمية، البلديات، شركات التشغيل، السكان، القطاع الخاص، والمستثمرين. وبناء على هذه النظرية، فإن نجاح الحلول التقنية يتطلب حوكمة واضحة، مشاركة مجتمعية، وتكاملاً بين الجهات.

نظرية الاقتصاد الدائري:

تقوم نظرية الاقتصاد الدائري على تقليل الهدر واسترداد القيمة من الموارد والنفايات. وتدعم هذه النظرية الدراسة من خلال النظر إلى التقنية ليس فقط كأداة لتحسين الجمع، بل كأداة لتحويل النفايات إلى مورد، وزيادة الفرز والتدوير والاسترداد، وتقليل الاعتماد على المارد.

الإطار المفاهيمي المقترح

يقوم الإطار المفاهيمي على افتراض أن تبني الحلول التقنية المبتكرة يؤدي إلى تحسين كفاءة إدارة النفايات، ومن ثم ينعكس إيجاباً على البيئة المحلية. كما يتأثر هذا المسار بعوامل مساعدة أو معوقة، مثل الحوكمة، التمويل، البنية التحتية الرقمية، ووعي المستخدمين.

المخرجات البيئية	عمليات التحسين	المدخلات التقنية
تقليل التراكم والروائح والتلوث البصري	جمع قائم على الحاجة الفعلية بدل الجداول الثابتة	حساسات امتلاء الحاويات
خفض استهلاك الوقود والانبعاثات التشغيلية	تحسين مسارات المركبات وتوزيع الحاويات	GIS وGPS

رفع كفاءة التخطيط والاستجابة	توقع مواقع وكميات النفايات ومواسم الذروة	الذكاء الاصطناعي والتحليلات التنبؤية
تحسين رضا السكان وجودة الحياة	تسريع معالجة البلاغات ورفع الوعي	تطبيقات البلاغات والمشاركة المجتمعية
تحسين الحوكمة والشفافية واتخاذ القرار	رقابة فورية على المقاولين والعمليات	لوحات البيانات ومؤشرات الأداء

المنهجية وطرق البحث:

تقترح الدراسة استخدام المنهج المختلط Mixed Methods ، لأنه الأنسب لدراسة موضوع يجمع بين الجوانب التقنية والتنظيمية والبيئية والإنسانية. ويسمح هذا المنهج بفهم عميق للواقع من خلال المقابلات، ثم اختبار العلاقات بين المتغيرات من خلال الاستبيان والتحليل الإحصائي.

نوع الدراسة:

من حيث الغرض: دراسة تطبيقية لأنها تهدف إلى تقديم إطار عملي قابل للتنفيذ.

من حيث المستوى: دراسة وصفية تفسيرية لأنها تصف واقع تبني التقنية وتفسر أثرها في تحسين البيئة المحلية.

من حيث المنهج: منهج مختلط يجمع بين النوعي والكمي.

من حيث الزمن: دراسة مقطعية تعتمد على جمع البيانات خلال فترة زمنية محددة.

مراحل تنفيذ البحث:

مراجعة الأدبيات العلمية والتقارير الرسمية المتعلقة بإدارة النفايات الذكية في السعودية والعالم.

تحديد المتغيرات وبناء النموذج المفاهيمي للدراسة.

تصميم دليل مقابلات شبه منظمة مع الخبراء والممارسين.

إجراء مقابلات نوعية وتحليل نتائجها لاستخراج المحاور الرئيسية.

تصميم الاستبيان الكمي بناءً على الأدبيات ونتائج المقابلات.

تحكيم الأداة من قبل مختصين أكاديميين وممارسين.

توزيع الاستبيان على عينة الدراسة.

تحليل البيانات باستخدام SPSS أو SmartPLS حسب متطلبات النموذج.

صياغة النتائج ومقارنتها بالدراسات السابقة.

إعداد الإطار التطبيقي والتوصيات النهائية.

مجتمع الدراسة وعينتها:

يتكون مجتمع الدراسة من العاملين والمهتمين بقطاع إدارة النفايات والبيئة في المملكة العربية السعودية، ويشمل موظفي البلديات، موظفي شركات إدارة النفايات، مسؤولي البيئة والاستدامة، العاملين في الجهات التنظيمية، ومقدمي خدمات التقنية البيئية.

المجال	الوصف المقترح
المجال البشري	العاملون في البلديات، شركات النفايات، الجهات البيئية، مزودو التقنية، وخبراء الاستدامة.
حجم العينة الكمية	من 200 إلى 300 مشارك، بحسب إمكانية الوصول والتمثيل.
طريقة اختيار العينة	عينة قصدية/طبقية تستهدف أصحاب العلاقة والخبرة في إدارة النفايات والبيئة.
عينة المقابلات	من 10 إلى 15 مقابلة مع خبراء ومديرين وممارسين.
المجال المكاني	المملكة العربية السعودية، مع إمكانية التركيز على مدن رئيسية مثل الرياض، جدة، الدمام، المدينة المنورة، ومكة المكرمة.
المجال الزمني	فترة جمع البيانات المقترحة خلال الربع الثاني أو الثالث من عام 2026.

أدوات الدراسة:

المقابلات شبه المنظمة:

ستستخدم المقابلات شبه المنظمة لاستكشاف واقع إدارة النفايات، مستوى تبني التقنية، العوائق، فرص التحسين، وتصور الخبراء حول الحلول المناسبة للسياق السعودي. وستكون المقابلة من 10 إلى 12 سؤالاً مفتوحاً.

ما أبرز تحديات إدارة النفايات في الجهة أو المدينة التي تعمل بها؟

ما مستوى استخدام التقنية في عمليات الجمع والنقل والفرز والرقابة؟

ما التقنيات التي ترى أنها الأكثر ملاءمة للتطبيق في المملكة؟

ما العوائق التي تحد من تبني التقنيات الذكية؟

ما مؤشرات الأداء التي يجب استخدامها لقياس أثر الحلول التقنية؟

الاستبيان:

سيتم بناء استبيان كمي باستخدام مقياس ليكرت الخماسي من 1 إلى 5، بحيث تعبر الدرجة 1 عن عدم الموافقة بشدة والدرجة 5 عن الموافقة بشدة. ويتكون الاستبيان من المحاور التالية:

المحور	عدد العبارات المقترح	أمثلة على العبارات
البيانات العامة	6	الجهة، الخبرة، المدينة، طبيعة العمل، المؤهل، مستوى التعامل مع النفايات.
مستوى تبني الحلول التقنية	10	تستخدم الجهة أنظمة رقمية لمتابعة عمليات النفايات؛ تتوفر بيانات لحظية عن الحاويات والمسارات.

كفاءة إدارة النفايات	8	تسهم الأنظمة الرقمية في تحسين زمن الاستجابة؛ يتم تحسين مسارات الجمع بناءً على البيانات.
تحسين البيئة المحلية	8	أدى استخدام التقنية إلى تقليل تراكم النفايات؛ تحسن مستوى النظافة العامة.
العوائق والتحديات	8	ارتفاع التكلفة يحد من التطبيق؛ ضعف التكامل بين الأنظمة يمثل تحديًا.
المقترحات والتوجهات المستقبلية	5	تحتاج الجهات إلى إطار موحد لتطبيق إدارة النفايات الذكية.

نموذج عبارات الاستبيان:

المحور	العبارة	رقم
الحلول التقنية	تستخدم الجهة أنظمة رقمية لمراقبة عمليات جمع النفايات.	1
الحلول التقنية	تساعد الحاويات الذكية على تقليل تراكم النفايات في المواقع العامة.	2
كفاءة الإدارة	تسهم أنظمة GPS/GIS في تحسين مسارات مركبات جمع النفايات.	3
كفاءة الإدارة	تساعد التحليلات التنبؤية على التخطيط لمواسم زيادة النفايات.	4

5	أدى استخدام التقنية إلى تحسين مستوى النظافة العامة.	البيئة المحلية
6	تسهم تطبيقات البلاغات في سرعة معالجة مخالفات النفايات.	البيئة المحلية
7	ارتفاع تكلفة الأنظمة الذكية يحد من تطبيقها.	العوائق
8	ضعف وعي المستخدمين يؤثر في نجاح الحلول التقنية.	العوائق

أساليب التحليل الإحصائي:

ستستخدم الدراسة مجموعة من الأساليب الإحصائية المناسبة لطبيعة البيانات والفرضيات. ويمكن تنفيذ التحليل باستخدام SPSS، مع إمكانية استخدام SmartPLS إذا تم اعتماد نمذجة المعادلات الهيكلية.

الأسلوب الإحصائي	الغرض
الإحصاءات الوصفية	عرض المتوسطات والانحرافات المعيارية والنسب المئوية لوصف خصائص العينة.
كرونباخ ألفا	قياس ثبات محاور الاستبيان.
معامل ارتباط بيرسون	اختبار العلاقة بين الحلول التقنية وتحسين البيئة المحلية.
تحليل الانحدار الخطي	قياس أثر الحلول التقنية على كفاءة إدارة النفايات وتحسين البيئة المحلية.

اختبار ANOVA و T واختبار	اختبار الفروق بين المجموعات بحسب الخبرة أو نوع الجهة أو المدينة.
التحليل العاملي الاستكشافي	التحقق من تجانس العبارات وارتباطها بالمحاور النظرية.

حدود الدراسة:

نوع الحدود	الوصف
الحدود الموضوعية	تركز الدراسة على الحلول التقنية المبتكرة لإدارة النفايات وأثرها في تحسين البيئة المحلية، ولا تتناول تفصيلاً الجوانب المالية الدقيقة أو تصميم الأنظمة البرمجية من الناحية الهندسية.
الحدود البشرية	العاملون والخبراء وأصحاب العلاقة في قطاع النفايات والبيئة والتقنية داخل المملكة.
الحدود المكانية	المملكة العربية السعودية، مع إمكانية اختيار مدن رئيسية تمثل أنماطاً عمرانية وتشغيلية مختلفة.
الحدود الزمنية	فترة جمع البيانات المقترحة خلال عام 2026.
الحدود المنهجية	تعتمد الدراسة على بيانات يتم جمعها من الاستبيانات والمقابلات، وقد تتأثر النتائج بدرجة استجابة المشاركين ودقة تقديراتهم.

المراجع:

- Al Qurashi, R. S. (2024). Smart waste management system for Makkah City using IoT. In Smart Cities and Sustainable Development. Springer.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MIS Quarterly, 13(3), 319-340.
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition. Ellen MacArthur Foundation.
- Ecolex. (2021). Royal Decree No. M/3 of 2021 issuing the Waste Management System. FAOLEX/Ecolex.
- Freeman, R. E. (1984). Strategic management: A stakeholder approach. Pitman.
- Islam, M. T. (2026). Waste management and circular economy in Saudi Arabia. Cleaner Waste Systems.
- 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.
- Lakhouit, A. (2025). Revolutionizing urban solid waste management with AI and IoT: A review of smart solutions for waste collection, sorting, and recycling. Results in Engineering, 25, 104018. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.104018>
- National Center for Waste Management. (2026). Comprehensive strategic plan for waste management. MWAN.
- OECD. (2022). Global plastics outlook: Economic drivers, environmental impacts and policy options. OECD Publishing.
- Rogers, E. M. (2003). Diffusion of innovations (5th ed.). Free Press.
- Saudi Green Initiative. (2025). SGI initiatives: Build a sustainable and advanced waste management sector in Saudi Arabia. Saudi Green Initiative.
- Saudi Vision 2030. (2016). Kingdom of Saudi Arabia Vision 2030. Government of Saudi Arabia.
- Saudi Vision 2030. (2026). National Transformation Program. Government of Saudi Arabia.
- The National Center for Waste Management. (2026). About MWAN and waste sector development. MWAN.
- U.S. International Trade Administration. (2026). Saudi Arabia - Waste management. Country Commercial Guide.
- United Nations Environment Programme, & International Solid Waste Association. (2024). Global Waste Management Outlook 2024: Beyond an age of waste - Turning rubbish into a resource. UNEP.
- World Bank. (2018). What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050. World Bank.
- Zaman, A. U. (2015). A comprehensive review of the development of zero waste management: Lessons learned and guidelines. Journal of Cleaner Production, 91, 12-25.

- Zuberi, M. J. S., & Ali, S. F. (2015). Greenhouse effect reduction by recovering energy from waste landfills in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, 117-131.
- Radwan, N. (2024). Municipal solid waste management: A case study of Saudi Arabia provinces. *Ecological Questions*.
- Frontiers in Energy Research. (2025). AI-powered municipal solid waste management. *Frontiers in Energy Research*.
- SaudiPedia. (2025). Waste Management Law in Saudi Arabia. SaudiPedia.
- SaudiPedia. (2025). National Center for Waste Management. SaudiPedia.
- United Nations. (2015). Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations.
- World Economic Forum. (2024). Harnessing technology for circular economy and waste reduction. World Economic Forum.