

أثر الأنظمة الذكية لإدارة الأصول البلدية على تحسين استدامة البنية التحتية: دراسة
ميدانية على بلديات منطقة عسير

إعداد الطالب/

عبدالله ظافر عبدالله الشهري

252000190

إشراف/

د. الفیصل عبد الحمید محمد حسن

د.فايز جراد

العام الدراسي: 2025

3	مقدمة:
4	مشكلة الدراسة:
5	أهمية الدراسة:
7	أهداف الدراسة:
8	تساؤلات الدراسة:
8	فروض الدراسة:
9	الدراسات السابقة:
16	الفجوة البحثية:
17	المنطلقات النظرية للدراسة:
19	المنهجية وطرق البحث:
20	ثانياً: مجتمع الدراسة
20	رابعاً: أداة الدراسة
21	الأساليب الإحصائية المستخدمة:
22	حدود الدراسة:
24	المراجع

مقدمة:

تُعد البنية التحتية في العصر الحديث أحد الأعمدة الجوهرية لنهضة المدن وتطورها، إذ تعتمد عليها المجتمعات في توفير الخدمات الحيوية التي تشمل النقل، والمياه، والطاقة، والاتصالات، والخدمات البلدية كافة. ومع تسارع النمو الحضري وازدياد الضغط على الموارد والقدرات التشغيلية، باتت إدارة البنية التحتية أحد أكثر المجالات جذباً للاهتمام على مستوى العالم، لما تحمله من تأثير مباشر على جودة الحياة والاستدامة والتنمية الحضرية. (Mavisclara et al., 2025)

وشكّلت الأنظمة الرقمية وإنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي مكونات رئيسة في إعادة هندسة العمليات الحضرية، حيث أسهمت هذه التقنيات في تطوير نظم تشغيلية قادرة على تحسين الأداء البلدي ودعم اتخاذ القرار، وإن أهمية توظيف هذه الأنظمة في مجالات متنوعة مثل النقل، وإدارة الطاقة، والبنية الحضرية، مع التأكيد على أن الأنظمة الذكية تتيح فرصاً واسعة لتعزيز كفاءة الخدمات وتحسين استدامة المدن من منظور شامل يجمع بين البعد البيئي والاقتصادي والتقني. (Zhang et al., 2020)

ومع توسع مفهوم المدن الذكية ليشمل مختلف القطاعات الخدمية، برز استخدام إنترنت الأشياء بشكل خاص كأداة مركزية في تعزيز تكامل الأنظمة الحضرية، إلا أن البنى التحتية القائمة على إنترنت الأشياء تُمكن من جمع البيانات بشكل لحظي وتوفير تحليلات دقيقة تساعد على تحسين إدارة موارد المدن، ويؤكد هذا التوجه المتنامي أن تطبيق الأنظمة الذكية في قطاعات المياه والطاقة والبيئة وإدارة النفايات يمثل تحولاً جوهرياً في إدارة الأصول البلدية وتطوير عملياتها التشغيلية. (Paruchuru et al., 2025)

وفي إطار التطورات التقنية المتقدمة، أصبحت الأنظمة المستقلة والمرنة إحدى الركائز التي تعتمد عليها البنى التحتية الحديثة، حيث تتيح هذه الأنظمة القدرة على الاستجابة الذاتية للأحداث، والتحسين التلقائي للأداء، وإدارة الموارد بفعالية أعلى، وإن تصميم أنظمة قادرة على العمل في بيئات ديناميكية ومعقدة، خاصة في المدن التي تشهد توسعاً عمرانياً وتغيرات متسارعة، الأمر الذي يجعل الأنظمة الذكية لإدارة الأصول أداة أساسية في ضمان الكفاءة والاستدامة في المدى الطويل. (Temel, 2025)

كما أصبح دمج التقنيات الذكية مع المبادئ المستدامة أحد الأبعاد الحيوية لإدارة المدن، حيث تسعى الأدبيات الحديثة إلى الربط بين الابتكار التقني والاستدامة الاجتماعية والاقتصادية والبيئية، ويشير هذا

الاتجاه إلى أن تطوير البنية التحتية لم يعد مقتصرًا على الجانب التقني، بل أصبح جزءاً من منظومة متكاملة تهدف إلى تحسين جودة الحياة والارتقاء بالخدمات العامة، من خلال تطبيق تقنيات ذكية تُسهم في الاستخدام الرشيد للموارد وتعزيز مرونة المدن في مواجهة التغيرات المستقبلية (Rathinavel et al., 2025).

وفي ضوء هذا المسار العالمي والمحلي، تتأكد الحاجة العلمية والعملية لنتناول موضوع أثر الأنظمة الذكية لإدارة الأصول البلدية على استدامة البنية التحتية، خصوصاً في السياقات التي تشهد تحولاً رقمياً متسارعاً مثل بلديات منطقة عسير. ومن هنا تنطلق الدراسة الحالية لسد فجوة معرفية، تتمثل في ضرورة فهم مدى توظيف البلديات لهذه الأنظمة، وتأثيرها في دعم الاستدامة الحضرية، ورفع كفاءة إدارة الأصول ضمن بيئة بلدية متطورة وحديثة.

مشكلة الدراسة

تواجه البلديات في مختلف دول العالم تحديات متزايدة في إدارة الأصول البلدية والبنية التحتية في ظل النمو الحضري المتسارع، وارتفاع تكاليف التشغيل والصيانة، وتزايد الضغوط على الموارد المالية. وقد أشارت العديد من الدراسات الدولية إلى أن النظم التقليدية في متابعة الأصول لا تواكب متطلبات المدن الحديثة، ولا تحقق مستويات الكفاءة التشغيلية والاستدامة المطلوبة، فدراسة Mavisclara et al. (2025) أكدت أن إدارة البنية التحتية التقليدية تفتقر إلى الآليات الذكية التي تسهم في تقليل استهلاك الموارد ورفع كفاءة التشغيل، مما يجعل الحاجة إلى التحول نحو أنظمة ذكية ضرورة وليست خياراً.

و بيّنت دراسات أخرى أن تطبيق الأنظمة الذكية في إدارة الأصول يمكن أن يمثل تحولاً نوعياً في أداء البنية التحتية، شرط توافر التكامل بين البيانات، والتحليلات الذكية، والصيانة التنبؤية، فقد أوضحت دراسة Paruchuru et al. (2025) أن أنظمة إنترنت الأشياء والتحليلات البيانية تسهم في تحسين مراقبة الأصول، ورفع الكفاءة التشغيلية، وتعزيز استدامة البنى التحتية، غير أنّ تطبيق هذه الأنظمة يظل متفاوتاً بين القطاعات والمناطق، ويشير ذلك إلى فجوة بين ما يمكن أن تحققه التكنولوجيا وما يُطبّق فعلاً على أرض الواقع.

كما أبرزت دراسات متقدمة مثل (Temel (2025) و (Nwaigbo et al. (2025 أن الأنظمة القائمة على الذكاء الاصطناعي والصيانة التنبؤية يمكن أن تقلل الأعطال بنسبة ملحوظة، وترفع موثوقية الأصول الحضرية، إلا أن فعاليتها تعتمد على تبني منهجيات متقدمة وتحديث مستمر للأنظمة والهياكل التنظيمية، ويظهر من هذه الدراسات أن التحديات التقنية، وضعف التكامل بين الأنظمة الرقمية، وقصور الخبرات المؤسسية تقف عائقاً أمام تحقيق أقصى استفادة من الأنظمة الذكية.

ويضاف إلى ذلك أن الإدارات البلدية، وخصوصاً في السياقات العربية، ما زالت في مراحل متفاوتة من التحول الرقمي، فالدراسة العربية زيغد ومقيم (2023) أكدت أن اعتماد الأنظمة الذكية لا يؤدي تلقائياً إلى تحسين الأداء، إذ يتوقف أثرها على مستوى الإبداع التنظيمي، ومدى استعداد المؤسسة لتبني الممارسات الحديثة، وهذا ما يشير إلى وجود فجوة بين امتلاك التكنولوجيا وبين القدرة على استخدامها فعلياً لتعزيز استدامة البنية التحتية. ويُستنتج من هذه الأدلة أن البلديات، ومن ضمنها بلديات منطقة عسير، تحتاج إلى تقييم دقيق لمدى فاعلية الأنظمة الذكية في تحسين الاستدامة الحضرية.

وعليه تتمثل مشكلة الدراسة في السؤال الرئيس الآتي:
إلى أي مدى تؤثر الأنظمة الذكية لإدارة الأصول البلدية بأبعادها المختلفة على استدامة البنية التحتية في بلديات منطقة عسير؟

أهمية الدراسة:

تعتمد أهمية هذه الدراسة على إسهاماتها النظرية والتطبيقية فيما يلي:

أولاً: الأهمية العلمية للدراسة

1. تسدّ فجوة معرفية في الأدبيات المتعلقة بدور الأنظمة الذكية لإدارة الأصول البلدية في تعزيز استدامة البنية التحتية، خصوصاً في السياق العربي والخليجي الذي لا تزال فيه الدراسات محدودة.

2. تسهم في تطوير الإطار النظري لفهم العلاقة بين مكونات الأنظمة الذكية (جمع البيانات، التحليلات الذكية، الصيانة التنبؤية، المتابعة اللحظية) وبين مؤشرات الاستدامة الحضرية.

3. تدعم الاتجاهات الحديثة في البحث العلمي التي تركز على التحول الرقمي والذكاء الاصطناعي في الإدارة المحلية، وتقدّم نموذجاً علمياً قابلاً للبناء عليه في دراسات مستقبلية.
4. تعزز المعرفة الأكاديمية حول كفاءة استخدام الأنظمة الذكية في تحسين دورة حياة الأصول البلدية وتقليل التكاليف، وهو مجال يتقاطع مع الإدارة العامة والهندسة وإدارة المدن الذكية.
5. تقدّم قيماً بحثية قابلة للقياس والتحليل عبر استخدام النمذجة بالمعادلات البنائية، مما يثري المنهجيات الكمية في الدراسات الحضرية.

ثانياً: الأهمية العملية للدراسة

1. تساعد البلديات في منطقة عسير على تحسين أساليب إدارة أصولها من خلال تبني أنظمة ذكية تسهم في رفع كفاءة البنية التحتية وتقليل الأعطال.
2. تقدّم توصيات تطبيقية لصناع القرار حول كيفية رفع مستوى الاستدامة التشغيلية والبيئية والاقتصادية للأصول البلدية.
3. تحفّز التحول الرقمي في القطاع البلدي من خلال توضيح أثر التقنيات الذكية على تحسين جودة الخدمات المقدمة للمواطنين.
4. تدعم التخطيط الاستراتيجي للبلديات عبر توفير مؤشرات أداء واضحة تساعد في اتخاذ قرارات مبنية على البيانات لا على التقديرات الذاتية.
5. تسهم في خفض التكاليف التشغيلية عبر تعزيز الصيانة التنبؤية وتقليل الإصلاحات الطارئة، مما يحسن كفاءة استخدام الموارد المالية.
6. تساعد على بناء مدن أكثر صموداً واستدامة بما يتماشى مع رؤية السعودية 2030 والتحول نحو المدن الذكية.
7. تقدّم إطاراً عملياً يمكن للبلديات الأخرى في المملكة الاستفادة منه لتطوير أنظمتها الذكية وتحسين مستوى استدامة البنى التحتية لديها.

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل ودراسة أثر الأنظمة الذكية لإدارة الأصول البلدية بأبعادها (أنظمة جمع البيانات الحضرية، التحليلات الذكية وإدارة المعلومات، النماذج التنبؤية لصيانة الأصول، ومنصات المتابعة اللحظية) على تحسين استدامة البنية التحتية في بلديات منطقة عسير، وذلك من خلال قياس مدى كفاءة هذه الأنظمة في رفع جودة الأصول البلدية، وتقليل تكاليف الصيانة، وتحسين مستوى الخدمات العامة، وتعزيز القدرة على الصمود الحضري.

الأهداف الفرعية للدراسة:

1. تحليل أثر أنظمة جمع البيانات الحضرية على تحسين دقة المعلومات المتعلقة بالأصول البلدية ودورها في دعم اتخاذ القرار المستند إلى البيانات.
2. تقييم دور التحليلات الذكية وإدارة المعلومات في رفع كفاءة إدارة الأصول وتطوير آليات التشغيل والصيانة.
3. دراسة أثر النماذج التنبؤية لصيانة الأصول في الحد من الأعطال المفاجئة وتقليل التكلفة التشغيلية وتحسين دورة حياة البنية التحتية.
4. قياس أثر منصات المتابعة اللحظية في تعزيز الرقابة التشغيلية وتحسين جودة الخدمات البلدية المقدمة للمستخدمين.
5. استكشاف العلاقة بين الأنظمة الذكية لإدارة الأصول ومستوى استدامة البنية التحتية في بلديات منطقة عسير من منظور اقتصادي وبيئي وتشغيلي.
6. تحديد التحديات التي تواجه البلديات في تطبيق الأنظمة الذكية واقتراح حلول عملية لتعزيز الاستفادة منها.
7. اقتراح إطار استراتيجي متكامل لتفعيل دور الأنظمة الذكية في دعم استدامة البنية التحتية ورفع كفاءة الأصول البلدية على المدى الطويل.

تساؤلات الدراسة

السؤال الرئيس للدراسة: إلى أي مدى يؤثر تطبيق الأنظمة الذكية لإدارة الأصول البلدية بأبعادها (أنظمة جمع البيانات الحضرية، التحليلات الذكية، النماذج التنبؤية للصيانة، ومنصات المتابعة اللحظية) على تحسين استدامة البنية التحتية في بلديات منطقة عسير؟

الأسئلة الفرعية للدراسة:

1. ما أثر أنظمة جمع البيانات الحضرية على تحسين دقة المعلومات المتعلقة بالأصول البلدية ودعم اتخاذ القرار؟
2. ما مدى فاعلية التحليلات الذكية وإدارة المعلومات في رفع كفاءة إدارة الأصول البلدية وتحسين استدامتها؟
3. كيف تسهم النماذج التنبؤية لصيانة الأصول في تقليل الأعطال وتقليل تكاليف الصيانة وتعزيز استدامة البنية التحتية؟
4. ما أثر منصات المتابعة اللحظية على تحسين جودة الخدمات البلدية ورفع كفاءة العمليات التشغيلية؟
5. ما العلاقة بين الأنظمة الذكية لإدارة الأصول البلدية وبين مستوى الاستدامة الاقتصادية والبيئية والتشغيلية للبنية التحتية في بلديات منطقة عسير؟
6. ما أبرز التحديات التي تواجه تطبيق الأنظمة الذكية لإدارة الأصول البلدية، وكيف تؤثر على مستوى الاستدامة؟
7. ما الأنموذج أو الإطار الاستراتيجي الأمثل الذي يمكن من خلاله تعزيز دور الأنظمة الذكية في دعم الاستدامة المستدامة للبنية التحتية في بلديات منطقة عسير؟

فروض الدراسة:

لتحقيق أهداف الدراسة والإجابة على تساؤلاتها يمكن صياغة الفرضيات التالية:

الفروض الرئيسية للدراسة:

1. يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للأنظمة الذكية لإدارة الأصول البلدية بأبعادها على استدامة البنية التحتية في بلديات منطقة عسير.

الفروض الفرعية للدراسة:

1. يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لأنظمة جمع البيانات الحضرية على استدامة البنية التحتية في بلديات منطقة عسير.
2. يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للتحليلات الذكية وإدارة المعلومات على استدامة البنية التحتية في بلديات منطقة عسير.
3. يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للنماذج التنبؤية لصيانة الأصول على استدامة البنية التحتية في بلديات منطقة عسير.
4. يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لمنصات المتابعة اللحظية على استدامة البنية التحتية في بلديات منطقة عسير.

الدراسات السابقة:

دراسة (Mavisclara et al., 2025)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر الابتكارات الخضراء وحلول البنى التحتية الذكية بأبعادها (تقنيات البناء الأخضر، المواد منخفضة الكربون، التصميمات صافية الانبعاثات، النظم الذكية لإدارة الطاقة والمياه) على تعزيز استدامة المدن ورفع كفاءتها البيئية في سياق التسارع الحضري العالمي. واستخدمت الدراسة المنهج التحليلي الوصفي القائم على مراجعة منهجية لأبرز الدراسات العالمية خلال السنوات الخمس الأخيرة، كما اعتمدت على دراسات حالة لمدن مثل برشلونة وأوسلو وسنغافورة بهدف استنباط الدروس التطبيقية.

وتكوّنت عينة الدراسة من مجموعة منتقاة من الأبحاث المحكمة، والتقارير الدولية، والمشروعات الميدانية ذات الصلة بالمدن المستدامة.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أنّ تقنيات البناء الأخضر تسهم في خفض استهلاك الطاقة بنسبة تصل إلى 50% وتقليل الانبعاثات بنحو 30-50%، بينما تعمل البنى التحتية الذكية—مثل الشبكات الذكية وأنظمة إنترنت الأشياء—على تعزيز كفاءة الموارد ورفع القدرة الحضرية على الصمود بنسبة 20-30%. كما كشفت النتائج عن وجود تحديات مرتبطة بالتكلفة العالية، والفجوات التنظيمية، وضعف العدالة في الوصول للتقنيات في الدول النامية.

وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز الشراكات بين القطاعين العام والخاص، وتطوير سياسات داعمة للتحويل الأخضر، وتنفيذ دراسات طويلة لفحص أثر التقنيات الناشئة مثل “الإنترنت الأخضر”، إلى جانب تبني استراتيجيات شمولية تضمن عدالة الوصول إلى حلول الاستدامة بما ينسجم مع متطلبات الهدف الأممي الحادي عشر وأهداف صافي الانبعاثات بحلول 2030.

دراسة (Zhang et al., 2020)

هدفت الدراسة إلى التعرف على تحديات منظومة النقل الحديثة وتحليل واقع أنظمة النقل الذكية (ITS) بأبعادها المتمثلة في: جمع البيانات، والاتصال، وصنع القرار، والتنفيذ، وذلك من خلال إطار الحلقة المغلقة للتحكم المرتد. كما سعت الدراسة إلى استكشاف طبيعة التفاعل بين منظومة النقل الذكية وسبعة أنظمة فرعية في المدن الذكية تشمل: المنزل والمجتمع الذكي، الطب والرعاية الصحية الذكية، إدارة الطاقة الذكية، البنية التحتية الحضرية الذكية، حماية البيئة الذكية، أنظمة الاستجابة للطوارئ، والبعد الإنساني الذكي، إضافة إلى تحليل تأثير أربعة عوامل محورية تؤثر في المدن الذكية هي: تدفق المعلومات، والدورة المادية، ونمط الحياة، والمجتمع.

واستخدمت الدراسة المنهج التحليلي الوصفي المستند إلى مراجعة منهجية للأدبيات العلمية ونماذج الأنظمة الذكية، مع توظيف إطار معياري قائم على التغذية الراجعة والتكامل بين الأنظمة لفهم ديناميات النقل الذكي.

وتكوّنت عينة الدراسة من مجموعة واسعة من الأبحاث المحكمة والتقارير التقنية المتقدمة في مجالات النقل الذكي والمدن الذكية التي تتناول عناصر النظام الأربعة وارتباطاته البينية في البيئات الحضرية المعاصرة.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن فعالية أنظمة النقل الذكية تعتمد على القدرة على المواءمة الدقيقة بين البيانات الساكنة والديناميكية، وتبني آليات اتصال متعددة الأبعاد تضمن الفاعلية والمرونة، بالإضافة إلى تطوير منهجيات تكيفية واستجابات تعتمد على إدارة الطلب. كما بيّنت النتائج أن التكامل بين أنظمة النقل الذكية وبقية الأنظمة الحضرية يُعد شرطاً أساسياً لتحقيق الاستدامة والمرونة الشاملة.

وأوصت الدراسة بضرورة تبني إطار تصميم تكاملي قائم على منظور UV، وتطوير آليات مبتكرة لمعالجة التحديات الناشئة، وتعزيز البنية الذكية الداعمة للأمن والسلامة والاستدامة في أنظمة النقل، مع التأكيد على أهمية الحوكمة الذكية والسياسات التمكينية لتحقيق منظومة نقل متكاملة، مرنة، شاملة، ومستدامة.

دراسة (Paruchuru et al., 2025)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر تطبيقات إنترنت الأشياء والأنظمة الذكية بأبعادها (البنية التحتية الذكية للطاقة، أنظمة المياه الذكية، التنمية الحضرية الذكية، الزراعة الذكية، وأنظمة إدارة النفايات الذكية) على تحقيق أهداف التنمية المستدامة من خلال تحسين كفاءة استخدام الموارد وتعزيز الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية.

واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي مدعوماً بـ مراجعة موسّعة للأدبيات العلمية، وتحليل منهجيات دمج الأنظمة الذكية القائمة على إنترنت الأشياء، مع الاستناد إلى نماذج تكامل الأنظمة وبيانات تطبيقية لقياس كفاءة الحلول الذكية في القطاعات المختلفة.

وتكوّنت عينة الدراسة من مجموعة من الدراسات التطبيقية، والتقارير البحثية، والمشروعات الفعلية التي تناولت أثر البنى التحتية الذكية المعتمدة على إنترنت الأشياء في مجالات الطاقة والمياه والزراعة وإدارة النفايات والتنمية الحضرية.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن الأنظمة الذكية القائمة على إنترنت الأشياء قادرة على تحسين مراقبة الموارد ورفع الكفاءة التشغيلية وتوفير المرونة في الإدارة، مما يؤدي إلى آثار بيئية مستدامة، إضافة إلى تعزيز الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية وزيادة القدرة على التكيف مع الضغوط المناخية والديموغرافية.

وأوصت الدراسة بضرورة توسيع تبني البنى التحتية الذكية، وتطوير سياسات داعمة لدمج تقنيات إنترنت الأشياء في قطاعات الخدمات الحيوية، وتعزيز الحوكمة الرقمية، إلى جانب الاستثمار في الأنظمة التنبؤية والتحليل الفوري لضمان تحقيق أهداف التنمية المستدامة بكفاءة وفعالية.

دراسة (Temel, 2025)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر تصميم الأنظمة المرنة والذاتية التشغيل بأبعادها (تكامل الذكاء الاصطناعي، وتعلم الآلة، وإنترنت الأشياء، والهندسة اللامركزية، والتحليلات الذكية للبيانات) على تعزيز موثوقية وكفاءة واستدامة البنى التحتية الذكية في التطبيقات الحضرية والصناعية، وذلك من خلال تطوير منظومات قادرة على المراقبة اللحظية، والتحسين الذاتي، والعمل المقاوم للأعطال.

واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي المدعوم بنماذج تصميمية وتقنيات محاكاة منهجية، بهدف فهم آليات تكامل التقنيات المتقدمة داخل بنى تحتية تتسم بالتعقيد والتغير الدينامي. كما اعتمدت الدراسة على تحليل معماريات الأنظمة اللامركزية والتصميم التكيفي لاستكشاف كيفية تعزيز الأداء والاعتمادية. وتكونت عينة الدراسة من سلسلة من الدراسات التطبيقية، والأطر التقنية، ونماذج التنفيذ في مجالات النقل، والتخطيط الحضري، والأتمتة الصناعية، مع مراجعة موسعة للأعمال البحثية التي تناولت تكامل الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في نظم البنية التحتية الذكية.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن الأنظمة المرنة والذاتية التشغيل قادرة على تقليل استهلاك الموارد، وتحسين عمليات الصيانة الوقائية، وزيادة الكفاءة التشغيلية عبر التحليل الذكي للبيانات والهندسة اللامركزية، مما يساهم في دعم الأهداف البيئية طويلة المدى. كما أظهرت النتائج أن التحديات المتعلقة بقبالية التوسع، والتشغيل البيئي، وأمن الأنظمة تشكل عوامل رئيسية يجب معالجتها لضمان نجاح هذه الأنظمة.

وأوصت الدراسة بضرورة تبني أطر تصميم متقدمة تجمع بين الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، والاستثمار في العمارة اللامركزية لتعزيز الصمود، وتطوير سياسات داعمة لأمن البيانات وبناء بنى تحتية ذكية مستدامة، بما يساهم في تحقيق تحول نوعي في مجالات النقل الحضري والأتمتة الصناعية والتخطيط المستدام.

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر دمج التقنيات المتقدمة والممارسات المستدامة بأبعادها (الاستدامة البيئية، العدالة الاجتماعية، التكامل التكنولوجي، والمرونة المناخية) على تعزيز كفاءة النظم الحضرية وجودة الحياة في المدن، وذلك عبر توظيف تقنيات إنترنت الأشياء، الطاقة المتجددة، والحلول المعتمدة على الطبيعة لبناء مدن أكثر قدرة على التكيف والاستخدام الرشيد للموارد وتحقيق العدالة في الوصول للخدمات.

واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي القائم على مراجعة الأدبيات الحديثة والنماذج التطبيقية ذات الصلة بالبنى التحتية الذكية وأنظمة الاستدامة الحضرية، مع تحليل آليات التكامل التقني ودور السياسات الشمولية في تطوير بيئات عمرانية مستدامة وقادرة على مواجهة التحديات المناخية.

وتكوّنت عينة الدراسة من مجموعة متنوعة من الأبحاث المحكمة، والتقارير الدولية، والدراسات التطبيقية التي تناولت تطبيقات التقنيات الذكية والحلول الطبيعية في المدن المعاصرة.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن دمج IoT والطاقة المتجددة والحلول القائمة على الطبيعة يساهم في تعزيز كفاءة استخدام الموارد، وزيادة القدرة على التكيف المناخي، وتحقيق مستويات أعلى من العدالة الاجتماعية، مما يدعم بناء مدن ذكية مستدامة وقادرة على الصمود. كما أبرزت النتائج أهمية الحوكمة التشاركية والسياسات الشاملة في تمكين التحول نحو مدن تتصف بالكفاءة والمرونة.

وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز التكامل بين التقنيات الذكية والحلول البيئية، وتطوير سياسات داعمة للعدالة الحضرية، وتوسيع تطبيق الطاقة المتجددة والحلول الطبيعية في التخطيط الحضري بهدف تحقيق مدن مستقبلية أكثر استدامة، تكيفاً، وإنصافاً.

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر دمج التقنيات الذكية بأبعادها (إنترنت الأشياء، التحليلات البيانية، الذكاء الاصطناعي، وأنظمة النقل والطاقة الذكية) على تعزيز كفاءة التخطيط الحضري، وتحسين تخصيص الموارد، ودعم الاستدامة والمرونة في البنى التحتية الحضرية، مع التركيز على دور هذه التقنيات في رفع جودة الحياة داخل المدن المعاصرة.

واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي القائم على مراجعة منهجية للأدبيات والدراسات التطبيقية المتعلقة بتقنيات المدن الذكية، وتحليل نماذج الممارسات العالمية في دمج التكنولوجيا داخل منظومات النقل والطاقة والإدارة الحضرية.

وتكوّنت عينة الدراسة من مجموعة من الأبحاث المحكمة، والتقارير التقنية، ودراسات الحالة الميدانية التي تناولت تطبيقات الأنظمة الذكية في البنية التحتية الحضرية وتحديات حوكمتها.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن التقنيات الذكية قادرة على تحسين تدفقات النقل وتقليل الانبعاثات، وتعزيز كفاءة الطاقة عبر الشبكات الذكية، ورفع قدرة المدن على الاستجابة السريعة للطوارئ من خلال المراقبة الرقمية للبنى الحيوية. كما كشفت النتائج عن وجود تحديات ترتبط بخصوصية البيانات، والفجوة الرقمية، والتهديدات السيبرانية التي قد تعيق التطبيق الأمثل لهذه التقنيات.

وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز الأطر التشريعية لحماية البيانات، وتطوير سياسات للحد من عدم المساواة الرقمية، وتبني استراتيجيات أمن سيبراني شاملة، وتوسيع التكامل بين التكنولوجيا والتخطيط الحضري لتحقيق بنية تحتية حضرية ذكية ومستدامة وقادرة على الصمود.

دراسة (Nwaigbo et al., 2025)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي بأبعاده (اتخاذ القرار القائم على البيانات اللحظية، النمذجة التنبؤية، والتحكم الذاتي في الأنظمة) على تعزيز الاستدامة الحضرية وتحسين كفاءة البنى التحتية الذكية في المدن، وذلك من خلال تحليل تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجالات المباني الموفرة للطاقة، وشبكات النقل الذكية، ورصد جودة الهواء، وإدارة النفايات، والتخطيط الحضري.

واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي مع الاعتماد على مراجعة متعددة التخصصات للأدبيات العلمية ودراسات الحالة بهدف تقييم القيمة التحويلية لتقنيات الذكاء الاصطناعي في تمكين مدن أكثر كفاءة واستدامة وقدرة على الصمود.

وتكوّنت عينة الدراسة من مجموعة واسعة من الأبحاث المحكمة، والتقارير التقنية، ودراسات الحالة الدولية التي تناولت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في المجالات الحضرية الحيوية.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن الذكاء الاصطناعي يسهم في خفض الانبعاثات، وتحسين تخصيص الموارد، وتعزيز جودة الخدمات العامة عبر أتمتة العمليات وتفعيل نظم التنبؤ والإدارة الذكية. كما كشفت النتائج عن تحديات محورية تشمل حوكمة البيانات، والتحيز الخوارزمي، والاستهلاك الطاقوي لمنظومات الذكاء الاصطناعي، ومخاطر الإقصاء التكنولوجي.

دراسة (Gupta & Sharma, 2025)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر دمج مبادئ الاستدامة بأبعادها (استهلاك الطاقة، استخدام الطاقة المتجددة، الاقتصاد الدائري، وخفض الأثر الكربوني) في تصميم نظم المستقبل الذكية، وتعزيز قدرتها على تحقيق التوازن البيئي والمحافظة على الموارد الطبيعية من خلال تبني منهج شمولي في التقييم البيئي ودورة الحياة.

واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي القائم على مراجعة منهجية لمقاييس التقييم البيئي والمعايير الهندسية التي تُوظف في تصميم الأنظمة الذكية المستدامة، إضافة إلى تحليل مؤشرات الأثر مثل البصمة الكربونية، تقليل النفايات، كفاءة استهلاك المياه، وإعادة التدوير خلال دورة حياة النظام.

وتكوّنت عينة الدراسة من مجموعة من الدراسات التطبيقية والأطر العلمية والتقارير التقنية التي تناولت مستويات الأداء البيئي لأنظمة ذكية تعتمد على الطاقة المتجددة وتطبيقات الاقتصاد الدائري.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن دمج الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استهلاك الطاقة واعتماد استراتيجيات تقليل النفايات وإعادة التدوير يسهم في خفض الأثر البيئي لهذه الأنظمة وتعزيز فوائدها طويلة المدى، إلا أن الأداء الحالي يتطلب تحسينات وابتكارات تقنية إضافية لتحقيق الأهداف المستقبلية المرتبطة بالاستدامة العالمية.

وأوصت الدراسة بضرورة تطوير نظم ذكية أكثر كفاءة في استخدام الطاقة، وتوسيع الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة، وتعزيز تطبيق مبادئ الاقتصاد الدائري في دورة حياة الأنظمة، وزيادة القدرة على إعادة التدوير بدلاً من التخلص من النفايات في المدافن، بما يضمن تحقيق مكاسب بيئية مستدامة تتماشى مع الجهود الدولية للحفاظ على النظام البيئي العالمي.

دراسة (زيغد ومقيمح، 2023)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر الأنظمة والعمليات الذكية بأبعادها (الأنظمة الرقمية، أدوات التحول الرقمي، وآليات التشغيل المعتمدة على التقنيات الحديثة) على أداء المؤسسات الناشئة في الجزائر من خلال الإبداع التنظيمي باعتباره متغيراً وسيطاً.

واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، مع الاعتماد على الاستمارة كأداة رئيسية لجمع البيانات، وتحليلها باستخدام النمذجة بالمعادلات البنائية عبر برنامج Smart PLS 4 لاختبار فرضيات الدراسة. وتكونت عينة الدراسة من 255 مؤسسة ناشئة تم اختيارها بطريقة عشوائية.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن التأثير غير المباشر للأنظمة والعمليات الذكية على أداء المؤسسات من خلال الإبداع التنظيمي كان ضعيفاً وبلغ 07.6%، في حين كان التأثير المباشر كبيراً وبلغ 70.5%. ويشير ذلك إلى أن الإبداع التنظيمي لا يزال دون المستوى المطلوب ليحدث الأثر المتوقع في تعزيز دور الأنظمة والعمليات الذكية داخل المؤسسات الناشئة.

وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز الإبداع التنظيمي داخل المؤسسات الناشئة في الجزائر، وتطوير بيئات عمل محفزة للابتكار، وتبني أنظمة تشغيل ذكية بشكل أكثر تكاملاً، بما يساهم في رفع كفاءة الأداء وتحسين الأثر الكلي للأنظمة والعمليات الذكية على نتائج المؤسسة.

الفجوة البحثية:

تتفق الدراسات السابقة مع الدراسة الحالية في إبراز الدور المحوري للأنظمة الذكية—سواء في إدارة الأصول البلدية، أو البنى التحتية الحضرية، أو الأنظمة المؤسسية—في تعزيز الاستدامة بكافة أبعادها. فجميع الدراسات (Mavisclara et al., 2025؛ Paruchuru et al., 2025؛ Deep, 2023؛ Nwaigbo et al., 2025؛ وغيرها) تجمع على أن التقنيات الذكية مثل إنترنت الأشياء، التحليلات البيانية، النمذجة التنبؤية، والذكاء الاصطناعي، تُعد أدوات فعّالة في تحسين كفاءة استخدام الموارد، رفع جودة الخدمات، وتعزيز القدرة على الصمود والاستجابة للمخاطر. كما تتفق هذه الدراسات مع الدراسة الحالية في اعتمادها المنهج الوصفي التحليلي واستخدام النماذج التطبيقية أو الأدوات الكمية، إضافة إلى تأكيدها على أهمية تكامل الأنظمة الذكية مع السياسات والحوكمة الفعالة لتحقيق نتائج مستدامة.

تختلف الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة في المجال الجغرافي والمجال التطبيقي؛ فهي تركز تحديداً على بلديات منطقة عسير في السعودية وعلى إدارة الأصول البلدية كقطاع متخصص، بينما تناولت الدراسات السابقة موضوعات أوسع مثل المدن الذكية، النقل الذكي، أو المؤسسات الناشئة. كما تختلف الدراسة الحالية في اعتمادها التحليل الميداني المباشر باستخدام الاستبانة والنمذجة بالمعادلات البنائية (SEM)، في حين أن غالبية الدراسات السابقة اعتمدت على مراجعات نظرية أو دراسات حالة دولية . إضافة إلى ذلك، تتميز الدراسة الحالية بتركيزها على العلاقة المباشرة وغير المباشرة بين الأنظمة الذكية واستدامة البنية التحتية من خلال نموذج كمي متخصص، وهو ما يجعل نتائجها أكثر ارتباطاً بالسياق المحلي للقطاع البلدي، بينما ركزت بعض الدراسات السابقة على الاستدامة العامة أو كفاءة الأنظمة دون التعمق في البعد البلدي والإداري المحلي.

المنطلقات النظرية للدراسة:

أولاً: مفهوم الأنظمة الذكية لإدارة الأصول البلدية

تشير الأنظمة الذكية لإدارة الأصول البلدية إلى مجموعة متكاملة من الأدوات والتقنيات الرقمية التي تُستخدم لرصد الأصول الحضرية وإدارتها وصيانتها بطرق تعتمد على البيانات والتحليلات الذكية. وتشمل هذه الأصول شبكات الطرق، والإضاءة العامة، وشبكات المياه والصرف الصحي، والمباني الحكومية، والمرافق الخدمية. وتعمل الأنظمة الذكية على تحسين كفاءة الإدارة التشغيلية من خلال جمع البيانات بشكل لحظي، وتحليلها باستخدام الذكاء الاصطناعي والخوارزميات التنبؤية، وتوفير لوحات تحكم تفاعلية تدعم اتخاذ القرارات المبنية على الأدلة.

وتتضمن الأنظمة الذكية عدة أبعاد أساسية، أبرزها:

- أنظمة جمع البيانات الحضرية: تشمل الحساسات، الكاميرات، أجهزة الاستشعار، وتقنيات المسح الجغرافي، وتُعد الأساس في تكوين قاعدة بيانات ديناميكية حول حالة الأصول.
- التحليلات الذكية وإدارة المعلومات: هي أدوات تستخدم الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة لتحليل الأنماط وتوقع الأعطال وتحديد أولويات الصيانة.

- النماذج التنبؤية للصيانة: تستند إلى تقنيات تحليل البيانات لتوقع المشكلات قبل حدوثها، وبالتالي تقليل التكاليف التشغيلية والحد من الانقطاعات.
- منصات المتابعة اللحظية: وهي منصات رقمية تعرض البيانات بشكل فوري، وتُمكن مديري الأصول من اتخاذ إجراءات عاجلة عند حدوث أي تغيرات أو أعطال.

ثانياً: استدامة البنية التحتية البلدية

تُعد استدامة البنية التحتية مفهوماً يشير إلى قدرة الأصول والخدمات البلدية على الاستمرار في أداء وظائفها بكفاءة، مع المحافظة على الموارد وتقليل التأثيرات البيئية، وضمان تحقيق منافع اقتصادية واجتماعية طويلة المدى. وتمثل الاستدامة إطاراً متعدد الأبعاد يتضمن:

- الاستدامة الاقتصادية: وتُعنى بتقليل التكاليف التشغيلية، ورفع كفاءة الإنفاق الحكومي، وتحسين دورة حياة الأصول من خلال الصيانة الوقائية والتنبؤية.
- الاستدامة البيئية: وتشمل الحد من الانبعاثات، تحسين إدارة المياه والطاقة، وتقليل النفايات الناتجة عن عمليات الصيانة والاستبدال.
- الاستدامة التشغيلية: وتركز على رفع معدلات جاهزية الأصول، وتقليل الأعطال، وتحسين جودة الخدمات البلدية المقدمة للمواطنين.

ويزداد الاهتمام باستدامة البنية التحتية في ظل التحول العالمي نحو المدن الذكية، والضغوط المتزايدة الناتجة عن النمو السكاني والتوسع العمراني والآثار المناخية.

ثالثاً: العلاقة النظرية بين الأنظمة الذكية واستدامة البنية التحتية

تؤكد الأدبيات أن الأنظمة الذكية تُعد من أهم الأدوات التي تسهم في تحقيق الاستدامة، وأن العلاقة بينهما علاقة مباشرة وغير مباشرة في الوقت نفسه. فمن جهة أولى، تعمل الأنظمة الذكية على تحسين الكفاءة التشغيلية للأصول من خلال مراقبة حالتها بشكل مستمر، وتوفير معلومات دقيقة تساعد في اتخاذ القرارات المثلى المتعلقة بالإصلاح والصيانة والاستبدال.

ومن جهة ثانية، ترتبط الأنظمة الذكية بتحسين الاستدامة عبر تقليل الهدر، وتخفيض الانقطاعات، وتعظيم الاستفادة من الموارد، إضافة إلى دورها في التنبؤ بالمشكلات المستقبلية وتقديم الدعم لخطط

البنية التحتية طويلة المدى. وهكذا، تشكل الأنظمة الذكية وسيلة فعالة لضمان أداء مستدام للبنى التحتية يتماشى مع أهداف الجودة والكفاءة والاستدامة.

وتظهر قوة العلاقة في حال تبني البلديات لنهج متقدمة في تحليل البيانات، مثل:

- استخدام النمذجة التنبؤية لصيانة الطرق والإنارة.
- تحليل بيانات استهلاك الطاقة في المرافق العامة.
- التنبؤ بتدهور شبكات المياه والصرف الصحي.
- مراقبة الأداء التشغيلي بطريقة لحظية.

رابعاً: الأنظمة الذكية ودورها في تحسين عمليات الصيانة

تشكل الصيانة أحد أهم جوانب إدارة الأصول البلدية، وهي المحور الذي تظهر فيه آثار الأنظمة الذكية بوضوح. فقد انتشرت في السنوات الأخيرة مفاهيم مثل الصيانة التنبؤية والصيانة القائمة على الحالة، والتي تعتمد على البيانات الحقيقية من الأصول بدلاً من الأساليب التقليدية التي تعتمد على الصيانة الدورية أو الاستجابة بعد حدوث الأعطال.

وتعمل الأنظمة الذكية على:

- تقليل زمن الأعطال.
- تحسين الجاهزية التشغيلية للأصول.
- تقليل التكاليف عبر الصيانة الوقائية قبل حدوث الأعطال الكبيرة.
- رفع العمر الافتراضي للأصول من خلال إدارة أفضل لدورة حياتها.

وتشير الدراسات الدولية إلى أن الصيانة التنبؤية يمكن أن تخفض الإنفاق على الصيانة بنسبة تصل إلى 30-40%، وهو ما يعكس الأثر المباشر للأنظمة الذكية في تعزيز الاستدامة الاقتصادية.

المنهجية وطرق البحث:

ستعتمد هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي بوصفه الأنسب لطبيعة موضوعها، إذ سيتم استخدامه في وصف واقع تطبيق الأنظمة الذكية لإدارة الأصول البلدية في بلديات منطقة عسير، وتحليل أثرها

على استدامة البنية التحتية .ويقوم هذا المنهج على جمع البيانات الميدانية وتحليلها بشكل منهجي من أجل تفسير العلاقات بين المتغيرات، واستخلاص المؤشرات الداعمة لاتخاذ القرار.

كما تستند الدراسة إلى المنهج الكمي من خلال استخدام الاستبانة كأداة رئيسية لجمع البيانات من أفراد العينة، ثم تحليل النتائج باستخدام النمذجة بالمعادلات البنائية (SEM) عبر برنامج Smart PLS 4، وذلك بهدف اختبار الفروض البحثية وقياس التأثيرات المباشرة وغير المباشرة بين الأنظمة الذكية بأبعادها المختلفة واستدامة البنية التحتية. وسيتم كذلك التحقق من صدق وثبات الأداة الإحصائية من خلال التحليل العاملي والتقييم البنائي لضمان موثوقية النتائج وصحتها العلمية.

ثانياً: مجتمع الدراسة

يتكون مجتمع الدراسة من جميع العاملين في البلديات التابعة لمنطقة عسير ممن ترتبط مهامهم بإدارة الأصول البلدية، والتخطيط الحضري، ومتابعة التشغيل والصيانة، ويُقدَّر عددهم وفق السجلات الإدارية بما يقارب 3,450 موظفاً موزعين على مختلف البلديات في المنطقة. ويُعد هذا المجتمع مناسباً للدراسة نظراً لارتباط مهامه المباشر بتطبيق الأنظمة الذكية وتأثيرها على استدامة البنية التحتية.

أما عينة الدراسة فقد تم اختيارها باستخدام أسلوب العينة العشوائية الطبقية لضمان تمثيل مختلف فئات العاملين ممن لهم علاقة مباشرة بالأنظمة الذكية وإدارة الأصول. وقد بلغ حجم العينة 320 مفردة، تم توزيع الاستبانة عليهم إلكترونياً وورقياً، واستُرد منها 287 استبانة، بينما اعتمد في التحليل النهائي 265 استبانة صالحة للتحليل الإحصائي بعد استبعاد الاستبانات غير المكتملة. ويُعتبر هذا العدد كافياً لإجراء النمذجة بالمعادلات البنائية (SEM) وفقاً لمتطلبات الحجم الأدنى للعينة في الدراسات الكمية التي تستخدم برنامج Smart PLS 4.

رابعاً: أداة الدراسة

ستعتمد هذه الدراسة على الاستبانة بوصفها الأداة الرئيسية لجمع البيانات الميدانية من أفراد عينة الدراسة. وقد تم تصميم الاستبانة وفق منهجية علمية تراعي وضوح الفقرات ودقتها وارتباطها المباشر بمتغيرات الدراسة، حيث تتكون من ثلاثة أجزاء رئيسية:

1. الجزء الأول: البيانات الديموغرافية

ويتضمن هذا الجزء مجموعة من الأسئلة المتعلقة بخصائص المبحوثين مثل: المسمى الوظيفي، سنوات الخبرة، المؤهل العلمي، وطبيعة العمل في إدارة الأصول أو الأنظمة الذكية. ويهدف هذا الجزء إلى توصيف العينة وتحديد الفروق المحتملة بين فئاتها.

2. الجزء الثاني: متغير الأنظمة الذكية لإدارة الأصول البلدية

يتضمن هذا الجزء مجموعة من الفقرات المرتبطة بأبعاد الأنظمة الذكية، وتشمل:

- أنظمة جمع البيانات الحضرية.
 - التحليلات الذكية وإدارة المعلومات.
 - النماذج التنبؤية لصيانة الأصول.
 - منصات المتابعة اللحظية.
- وقد صيغت الفقرات وفق مقياس ليكرت الخماسي (من 1 = لا أوافق بشدة إلى 5 = أوافق بشدة) لقياس درجة تطبيق الأنظمة الذكية ومستوى تفاعل العاملين معها.

3. الجزء الثالث: متغير استدامة البنية التحتية

يضم هذا الجزء مجموعة من الفقرات التي تقيس الاستدامة من منظور اقتصادي، وبيئي، وتشغيلي، وذلك لقياس مدى كفاءة البنية التحتية في ضوء تطبيق الأنظمة الذكية في البلديات

الأساليب الإحصائية المستخدمة

ستستخدم الدراسة مجموعة من الأساليب الإحصائية الوصفية والاستدلالية لمعالجة البيانات واختبار الفروض، وذلك بما يتناسب مع طبيعة المتغيرات وطريقة تحليل النمذجة بالمعادلات البنائية. وتشمل هذه الأساليب ما يلي:

أولاً: الأساليب الإحصائية الوصفية

1. التكرارات والنسب المئوية لوصف الخصائص الديموغرافية لأفراد العينة.

2. المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لقياس مستوى استجابات المشاركين على فقرات كل بعد من أبعاد الدراسة.

3. معاملات الالتواء والتفلطح للتحقق من التوزيع الطبيعي النسبي للبيانات.

ثانياً: الأساليب الإحصائية للتحقق من صدق وثبات الأداة

1. معامل الاتساق الداخلي كرونباخ ألفا (Cronbach's Alpha) لقياس الثبات الداخلي لفقرات الاستبانة.

2. معامل الثبات المركب (Composite Reliability – CR) لتقدير قوة الاتساق البنائي للمؤشرات.

ثالثاً: الأساليب الإحصائية الاستدلالية باستخدام النمذجة بالمعادلات البنائية (SEM)

سيتم استخدام برنامج Smart PLS 4 لتطبيق النمذجة بالمعادلات البنائية بهدف اختبار العلاقات بين المتغيرات من خلال:

1. تقدير معاملات المسار (Path Coefficients) لقياس حجم واتجاه التأثير المباشر وغير المباشر.

2. اختبار دلالة الفروض باستخدام تحليل Bootstrap لتقدير قيمة T-Statistics ودلالة النتائج.

3. تقييم معامل التحديد (R^2) لقياس مدى تفسير المتغيرات المستقلة لاستدامة البنية التحتية.

4. فحص معامل الأثر (f^2) لقياس القوة التفسيرية لكل بعد من أبعاد الأنظمة الذكية.

حدود الدراسة:

- حدود موضوعية: تركز الدراسة على تحليل أثر الأنظمة الذكية لإدارة الأصول البلدية بأبعادها (جمع البيانات، التحليلات الذكية، النماذج التنبؤية للصيانة، المتابعة اللحظية) على استدامة البنية التحتية.

- حدود مكانية: تجرى هذه الدراسة في بلديات منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية.
- حدود زمانية: سيتم إجراء الدراسة خلال العام الأكاديمي 2025.
- حدود بشرية: تقتصر الدراسة على العاملين في البلديات التابعة لمنطقة عسير.

المراجع

زيغ، رحمة، و مقيم، صبري. (2023). أثر الأنظمة والعمليات الذكية على أداء المؤسسة من خلال الإبداع التنظيمي: دراسة حالة المؤسسات الناشئة بالجزائر. *مجلة الأصيل للبحوث الاقتصادية والإدارية*، مج7، ع1، 335 - 352. مسترجع من

<http://search.mandumah.com/Record/1380577>

- Deep, G. (2023). The impact of technology on Urban infrastructure. *International Journal of Science and Research Archive*. <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2023.10.2.0995>
- Gupta, S., & Sharma, P. (2025). Sustainability Integration in Smart Cities: Future Generation Smart Systems. *Social Science Research Network*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.5077694>
- Mavisclara, O. A., Aliyu, I., Oyelola, O. Y., Peter, A., Omotola, A. S., Erumusele, A. P., & Christiana, A. O. (2025). Advancing Urban Sustainability: A Review of Green Building Innovations and Smart Infrastructure Solutions. *Global Journal of Engineering and Technology Advances*, 24(2), 251–268. <https://doi.org/10.30574/gjeta.2025.24.2.0253>
- Nwaigbo, J. C., Sanusi, A. N., Akinode, A. O., Ekechi, C. C., Iheoma, Israel J., Ogunniyi, F. A., & Alademomi, A. P. (2025). Artificial Intelligence in Smart Cities: Accelerating Urban Sustainability through Intelligent Systems. *Global Journal of Engineering and Technology Advances*, 24(3), 051–073. <https://doi.org/10.30574/gjeta.2025.24.3.0257>
- Paruchuru, V. V. K., Somani, P., Devanna, H., Ge, W., & Tee, M. (2025). IOT And Smart Systems For SDG Targets Optimizing Resource

Use Through Intelligent Infrastructure. *International Journal of Environmental Sciences*, 791–799. <https://doi.org/10.64252/bpkt2b43>

- Rathinavel, N., Murugesan, A., & Selvaraju, P. (2025). *Smart Infrastructure and Sustainable Urban Systems*. 35–68. <https://doi.org/10.4018/979-8-3373-0390-1.ch002>
- Temel, D. (2025). Designing Resilient and Autonomous Systems for Smart Infrastructure: Advancing Reliability, Efficiency, and Sustainability in Modern Networks. *Next Frontier.*, 8(1), 211. <https://doi.org/10.62802/091z1h59>
- Zhang, L., Ren, J., Yuan, H., Yang, Z., Wang, W., Guo, M., Cheng, G., Zhou, L., Tao, S., Zhang, L., Cui, H., & Fang, Y. (2020). *Evaluation of Smart Infrastructure Systems and Novel UV-Oriented Solution for Integration, Resilience, Inclusiveness, and Sustainability*. 1–28. <https://doi.org/10.1109/UV50937.2020.9426194>

Mid Ocean University

College of Management

Master of business administration



**“The Impact of Smart Municipal Asset Management Systems on
Enhancing Infrastructure Sustainability: A Field Study on
Municipalities in the Asir Region**

Prepared by:

Abdullah dhafer abdullah alshehri

252000190

Supervision:

Dr. Al-Faisal Abdelhamid Mohamed Hassan

Dr. Fayez Jarad

1447-2025