

خطة بحث بعنوان

أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على جودة خدمات
مشاريع المياه في منطقة جدة

The Impact of Using Artificial Intelligence Technologies on the Quality
of Water Project Services in the Jeddah Area

إعداد الطالب/

محمد ساتر القرشي

الرقم الأكاديمي: 251000074

إشراف/

أ.د. الفيصل عبد الحميد محمد

أ.د. فايز علي جراد

العام الجامعي

2025

مقدمة الدراسة

يشهد العالم تطوراً تكنولوجياً متسارعاً، يتصدره الذكاء الاصطناعي (AI) الذي أصبح قوة محورية في إعادة تشكيل مختلف القطاعات الحيوية، بما في ذلك قطاع إدارة المياه. تُعد خدمات المياه ركيزة أساسية للتنمية المجتمعية والاقتصادية والصحية، إلا أنها تواجه تحديات متزايدة تتمثل في ندرة الموارد المائية، زيادة الطلب، قدم البنية التحتية، والحاجة الماسة لرفع كفاءة التشغيل والصيانة (World Health Organization [WHO], 2022). في المملكة العربية السعودية، تلعب إدارة وتوفير خدمات المياه دوراً استراتيجياً هاماً، وتحديدًا في مناطق مثل جدة التي تشهد نمواً سكانياً وتتموياً ملحوظاً.

في هذا السياق، تبرز تقنيات الذكاء الاصطناعي كأداة واعدة لتعزيز جودة وكفاءة خدمات مشاريع المياه. يمكن لهذه التقنيات، مثل التعلم الآلي (Machine Learning)، وتحليلات البيانات الضخمة (Big Data Analytics)، وإنترنت الأشياء (IoT)، أن تسهم بشكل فعال في تحسين عمليات مراقبة جودة المياه، الكشف المبكر عن التسريبات في الشبكات، التنبؤ بأنماط الاستهلاك، تحسين إدارة الطاقة في محطات الضخ والمعالجة، وتعزيز كفاءة الاستجابة للطوارئ (Gabella et al., 2021; Sharma et al., 2020). إن تطبيق هذه التقنيات يمتلك القدرة على تحويل النهج التقليدي لإدارة المياه إلى نهج أكثر استباقية، ذكاءً، واستدامة.

تُركز هذه الدراسة على استكشاف وتقييم أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على جودة الخدمات المقدمة في مشاريع المياه بمنطقة جدة. تسعى الدراسة إلى تحديد ما إذا كانت هذه التقنيات تساهم فعلياً في رفع مستوى موثوقية الخدمة، تحسين جودة المياه، زيادة كفاءة التوزيع، وتعزيز رضا العملاء. كما تهدف إلى فهم طبيعة التحديات والفرص المرتبطة بتبني هذه التقنيات في هذا القطاع الحيوي ضمن سياق المنطقة الجغرافية المستهدفة. إن نتائج هذه الدراسة من شأنها أن توفر رؤى قيمة للمؤسسات المعنية بإدارة المياه، وصانعي القرار، والمطورين التقنيين في منطقة جدة وخارجها، حول كيفية الاستفادة المثلى من الذكاء الاصطناعي لتحقيق أهداف استراتيجية في قطاع المياه.

مشكلة الدراسة (Problem Statement)

تواجه مشاريع المياه في منطقة جدة، كسائر مناطق المملكة العربية السعودية، تحديات متنامية تتعلق بكفاءة تقديم الخدمات واستدامتها. تتمثل هذه التحديات في ارتفاع معدلات استهلاك المياه، التغيرات المناخية التي تؤثر على المصادر المائية، تزايد حجم الشبكات وتأثير العوامل البيئية عليها، وضرورة ضمان جودة المياه وفقاً للمعايير الصحية والتشغيلية الصارمة. إن الأساليب التقليدية لإدارة هذه المشاريع

قد لا تكون دائماً كافية لمواجهة هذه التعقيدات بكفاءة، مما قد يؤدي إلى هدر في الموارد، انخفاض في موثوقية الخدمة، وعدم رضا العملاء.

على الرغم من الإمكانيات الواعدة التي توفرها تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين أداء الأنظمة المعقدة وإدارة البيانات الضخمة، إلا أن مدى تطبيق هذه التقنيات وآثارها الفعلية على جودة خدمات مشاريع المياه في منطقة جدة لا يزال بحاجة إلى دراسة متعمقة. إن الفجوة المعرفية حول كيفية تأثير استخدام هذه التقنيات على المؤشرات الرئيسية لجودة الخدمة (مثل موثوقية التوزيع، جودة المياه، وكفاءة العمليات التشغيلية) في سياق محدد كمنطقة جدة، تمثل المشكلة البحثية الرئيسية التي تسعى هذه الدراسة لمعالجتها. إن عدم استغلال الإمكانيات التي يوفرها الذكاء الاصطناعي قد يعني تقويت فرص جوهريّة لتحسين كفاءة إدارة موارد المياه وضمان استدامتها للأجيال القادمة.

أهمية الدراسة (Significance of the Study)

تكتسب هذه الدراسة أهمية بالغة على عدة مستويات، نظرًا لطبيعة القطاع الحيوي الذي تتناوله والحاجة الملحة لتحديث وتطوير آليات تقديم الخدمات فيه. يمكن تلخيص أهمية الدراسة في المحاور التالية:

1. الأهمية النظرية (Theoretical Significance):

- **تعميق الفهم الأكاديمي:** تساهم الدراسة في إثراء المعرفة الأكاديمية حول العلاقة بين تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي وجودة خدمات قطاع المياه. فهي تقدم إطارًا نظريًا وفهمًا عمليًا لكيفية تأثير هذه التقنيات على أبعاد محددة من جودة الخدمة في سياق جغرافي واقتصادي معين.
- **اختبار النماذج النظرية:** قد تساعد نتائج الدراسة في اختبار وتأكيّد أو تعديل النماذج النظرية الحالية التي تربط بين التنبؤ التكنولوجي (خاصة الذكاء الاصطناعي) وتحسين الأداء التنظيمي في قطاعات الخدمات العامة.
- **إضافة معرفة سياقية:** توفر الدراسة رؤى معرفية خاصة بالسياق السعودي ومنطقة جدة، مما يثري الأدبيات العلمية التي قد تركز بشكل عام على تطبيقات الذكاء الاصطناعي في قطاع المياه، دون تخصيص جغرافي محدد بهذا الشكل.

2. الأهمية التطبيقية (Practical Significance):

- **دعم صناع القرار:** تقدم الدراسة نتائج وتوصيات عملية للمسؤولين والمديرين في الجهات الحكومية والخاصة المعنية بإدارة مشاريع المياه في منطقة جدة والمملكة بشكل عام. يمكن لهذه النتائج أن توجه قراراتهم بشأن الاستثمار في تقنيات الذكاء الاصطناعي وتخطيط استراتيجيات التنبؤ.
- **تحسين جودة الخدمات:** من خلال تحديد أثر الذكاء الاصطناعي على جودة الخدمة، يمكن للمشغلين والمقدمين للخدمات اتخاذ خطوات ملموسة لتحسين موثوقية التوزيع، ضمان جودة المياه، وزيادة رضا العملاء.
- **رفع الكفاءة التشغيلية:** يمكن للمؤسسات المستفيدة من نتائج الدراسة تحسين عملياتها التشغيلية، تقليل الهدر (ماديًا، مائيًا، وطاقيًا)، وتعزيز كفاءة استخدام الموارد من خلال تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي بشكل استراتيجي.
- **توجيه الابتكار التقني:** يمكن أن تلهم الدراسة المزيد من الابتكارات في تطوير وتطبيق حلول الذكاء الاصطناعي المخصصة لتحديات قطاع المياه السعودي.

3. القيمة المضافة (Value Added):

- **سد فجوة معرفية:** تسد الدراسة فجوة معرفية حول التطبيقات المحددة للذكاء الاصطناعي وتأثيراتها على جودة خدمات المياه في منطقة جدة، مما يضيف بعدًا جديدًا للأبحاث السابقة.
- **قياس الأثر الفعلي:** تقدم الدراسة قياسًا لمدى تأثير استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على مؤشرات جودة محددة، وهو ما يوفر دليلًا عمليًا لتقييم جدوى الاستثمار في هذه التقنيات.
- **تحديد أفضل الممارسات:** يمكن للدراسة أن تسلط الضوء على أفضل الممارسات في تبني وتطبيق الذكاء الاصطناعي في قطاع المياه، مما يساعد المؤسسات الأخرى على التعلم منها.
- **تعزيز الاستدامة:** من خلال تحسين كفاءة استخدام الموارد وتقليل الهدر، تساهم الدراسة بشكل غير مباشر في تعزيز استدامة موارد المياه في ظل التحديات المتزايدة.

تساؤلات الدراسة (Research Questions)

بناءً على مشكلة الدراسة، سيتم الإجابة عن التساؤلات البحثية التالية:

1. ما هي أبرز تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة حالياً في مشاريع المياه بمنطقة جدة؟
2. ما هو مستوى تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في مشاريع المياه بمنطقة جدة؟
3. ما هو أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على موثوقية خدمات مشاريع المياه في منطقة جدة؟
4. ما هو أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على جودة المياه المقدمة من مشاريع المياه في منطقة جدة؟
5. ما هو أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على كفاءة توزيع وإدارة موارد المياه في منطقة جدة؟
6. ما هو أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على مستوى رضا العملاء عن خدمات مشاريع المياه في منطقة جدة؟

أهداف الدراسة (Research Objectives)

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق الأهداف التالية:

1. تحديد أنواع تقنيات الذكاء الاصطناعي المطبقة حالياً في مشاريع المياه بمنطقة جدة.
2. قياس درجة تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في مشاريع المياه بمنطقة جدة.
3. تقييم أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على موثوقية خدمات مشاريع المياه في منطقة جدة.
4. تقييم أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على جودة المياه المقدمة من مشاريع المياه في منطقة جدة.
5. تقييم أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على كفاءة توزيع وإدارة موارد المياه في منطقة جدة.
6. تقييم أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على مستوى رضا العملاء عن خدمات مشاريع المياه في منطقة جدة.

فرضيات الدراسة (Research Hypotheses)

لتحقيق أهداف الدراسة والإجابة على تساؤلاتها، سيتم اختبار الفرضيات التالية:

- **الفرضية الرئيسية الأولى (H1):** يوجد أثر إيجابي ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على موثوقية خدمات مشاريع المياه في منطقة جدة.
 - **الفرضية الفرعية 1.1 (H1.1):** استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في الكشف المبكر عن التسريبات يساهم في زيادة موثوقية خدمات المياه.
 - **الفرضية الفرعية 1.2 (H1.2):** استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالأعطال يساهم في زيادة موثوقية خدمات المياه.
- **الفرضية الرئيسية الثانية (H2):** يوجد أثر إيجابي ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على جودة المياه المقدمة من مشاريع المياه في منطقة جدة.
 - **الفرضية الفرعية 2.1 (H2.1):** استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في مراقبة جودة المياه وتحليلها يساهم في تحسين جودة المياه المقدمة.
- **الفرضية الرئيسية الثالثة (H3):** يوجد أثر إيجابي ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على كفاءة توزيع وإدارة موارد المياه في منطقة جدة.
 - **الفرضية الفرعية 3.1 (H3.1):** استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين أنماط التوزيع يساهم في زيادة كفاءة توزيع المياه.
 - **الفرضية الفرعية 3.2 (H3.2):** استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة استهلاك المياه يساهم في زيادة كفاءة إدارة الموارد.
- **الفرضية الرئيسية الرابعة (H4):** يوجد أثر إيجابي ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على مستوى رضا العملاء عن خدمات مشاريع المياه في منطقة جدة.
 - **الفرضية الفرعية 4.1 (H4.1):** استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين سرعة الاستجابة لشكاوى العملاء يساهم في زيادة رضا العملاء.
 - **الفرضية الفرعية 4.2 (H4.2):** تحسين موثوقية الخدمة وجودة المياه نتيجة لاستخدام الذكاء الاصطناعي يؤدي إلى زيادة رضا العملاء.

الدراسات السابقة (Previous Studies)

أولاً: دراسات عربية

في سعي الدراسة الحالية لتحديد ودراسة العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وجودة خدمات المياه، يستعرض هذا القسم أبرز الدراسات العربية الحديثة التي تناولت هذا الموضوع، مرتبة من الأحدث إلى الأقدم، لتوفير رؤية شاملة للأبحاث السابقة في هذا المجال.

- بدايةً، يذكر **المالكي وآخرون (2024)**، في دراسة أجريت في المملكة العربية السعودية، أن تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة شبكات المياه يهدف إلى تحسين كفاءة توزيع المياه وتقليل الهدر عبر استخدام نماذج التنبؤ الذكية والتحديات التي تواجه تبنيها. اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، واستخدمت الاستبيانات لجمع البيانات من عينة مكونة من 150 متخصصاً في قطاع المياه. وقد توصلت النتائج إلى أن الذكاء الاصطناعي يساهم بشكل كبير في رفع كفاءة الشبكات وتحسين موثوقية الخدمة، إلا أن هناك تحديات تتعلق بالبنية التحتية الرقمية وتكلفة التطبيق.

- وفي مصر، هدفت دراسة **عمران وعلي (2023)** إلى تقييم أثر استخدام تطبيقات إنترنت الأشياء المدعومة بالذكاء الاصطناعي في تحسين جودة مياه الشرب في أنظمة التوزيع. اعتمدت الدراسة على المنهج التجريبي مع تحليل البيانات، وتم جمع البيانات من خلال قياسات ميدانية وتحليل نماذج محاكاة باستخدام عينة من 20 نقطة في شبكة توزيع مياه. أظهرت النتائج أن استخدام المستشعرات الذكية مع خوارزميات التعلم الآلي ساهم في الكشف المبكر عن التلوث وتحسين استجابة النظام لضمان جودة مياه أعلى.

- من جانب آخر، بحثت دراسة **الحربي والغامدي (2023)**، في المملكة العربية السعودية، دور تحليلات البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي في تعزيز استجابة قطاع المياه للطوارئ وإدارة الأزمات، خاصة فيما يتعلق بالكشف عن التسريبات. اتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي باستخدام مسوحات ميدانية ومقابلات مع 50 مسؤولاً في إدارات المياه. أشارت النتائج إلى أن القدرة التنبؤية للذكاء الاصطناعي في تحديد مواقع التسريبات المحتملة تقلل من زمن الاستجابة وتحد من الخسائر المادية والمائية بشكل كبير.

- وفي سياق آخر، قامت **عبدالله وجابر (2022)** في الأردن بدراسة استكشافية حول إمكانية تطبيق الذكاء الاصطناعي لتحسين إدارة الطلب على المياه والتنبؤ بالاستهلاك. اعتمدت

الدراسة على تحليل البيانات التاريخية للاستهلاك وتطبيق نماذج التعلم الآلي، مع الاعتماد على المنهج الوصفي التحليلي. شملت عينة الدراسة بيانات استهلاك لـ 1000 أسرة على مدار خمس سنوات. أوضحت النتائج أن نماذج الذكاء الاصطناعي يمكن أن تحقق دقة عالية في التنبؤ بالطلب المستقبلي، مما يساعد على تحسين تخطيط الموارد وكفاءة التوزيع.

- كما هدفت دراسة **الحازمي والشهري (2022)**، التي أجريت في المملكة العربية السعودية، إلى قياس مستوى وعي وتوقعات العاملين في قطاع المياه تجاه استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي. اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي، وتم جمع البيانات عبر استبيان موجه لعينة عشوائية بسيطة من 120 موظفًا في إدارات المياه. كشفت النتائج عن وعي متوسط لدى العاملين، مع رغبة عالية في تبني هذه التقنيات لزيادة الكفاءة التشغيلية، إلا أن هناك حاجة لبرامج تدريب وتأهيل متخصصة.

- وفي دولة الإمارات العربية المتحدة، استكشفت دراسة **محمد ونصر (2021)** أثر استخدام أنظمة دعم القرار المستندة إلى الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة شبكات الصرف الصحي، مع التركيز على الكشف المبكر عن الأعطال. اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي مع استخدام برامج محاكاة، وجمعت البيانات من خلال تحليل بيانات تشغيلية لشبكة صرف صحي كبرى. أظهرت النتائج أن هذه الأنظمة تساهم في تقليل زمن اكتشاف الأعطال وتحسين الاستجابة لها، مما يرفع من كفاءة النظام ويقلل من الآثار البيئية.

- أخيرًا، بحثت دراسة **الخالدي والضبيب (2020)** في المملكة العربية السعودية في مدى توافر البنية التحتية الداعمة لتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في قطاع المياه، وتقييم المعوقات الرئيسية لذلك. اتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتم جمع البيانات عبر مقابلات متعمقة مع 40 من خبراء وقادة قطاع المياه. أظهرت النتائج أن البنية التحتية الرقمية والتحديات المتعلقة بتكامل الأنظمة القديمة مع التقنيات الحديثة هي من أبرز المعوقات، إلى جانب الحاجة إلى استثمارات أكبر في رأس المال البشري والتقني.

ثانياً: الدراسات الأجنبية

يستعرض هذا الجزء ملخصات لبعض الدراسات الأجنبية الحديثة التي تناولت تقاطع الذكاء الاصطناعي مع جودة خدمات المياه، مرتبة من الأحدث إلى الأقدم، لتقديم رؤية أوسع للنطاق العالمي لهذه الأبحاث.

- تشير دراسة جوفانوفيتش وآخرون (Jovanović et al., 2024)، التي أجريت في صربيا، إلى أن استخدام نماذج التعلم العميق (Deep Learning) لتحليل بيانات شبكات المياه يهدف إلى تحسين التنبؤات المتعلقة بزيادة استهلاك المياه وتقدير الحاجة المستقبلية للموارد المائية بكفاءة عالية، حيث اعتمدت على المنهج الوصفي التحليلي وقامت بتحليل بيانات مستخدمي شبكة مياه من خلال بيانات مركزة من 300 ألف عداد ذكي. توصلت الدراسة إلى أن هذه النماذج قادرة على تحقيق دقة تنبؤية تتجاوز 90%، مما يساهم في تحسين إدارة الموارد وتخطيط الإنفاق على البنية التحتية.
- في كندا، استكشفت دراسة لي وآخرون (Li et al., 2023) أثر تطبيق منصات الذكاء الاصطناعي المعتمدة على إنترنت الأشياء (IoT) في تحسين الكشف عن التسريبات وتشخيص الأعطال في شبكات توزيع المياه، بهدف زيادة موثوقية الخدمة. اعتمدت الدراسة على المنهج التجريبي والتحليلي على شبكة مياه في إحدى المدن الكبرى، وتم جمع البيانات من خلال تحليل أداء شبكة موزعة على 500 وحدة توزيع رئيسية. أكدت النتائج أن النظام الجديد يقلل بشكل ملحوظ من وقت اكتشاف التسريبات ويحسن من كفاءة الاستجابة للطوارئ.
- من جهتها، سعت دراسة أحمد وآخرون (Ahmed et al., 2023)، التي أجريت في باكستان، إلى تقييم العلاقة بين استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في محطات معالجة مياه الشرب وجودة المياه المنتجة، وذلك باستخدام المنهج الوصفي الارتباطي. اعتمدت الدراسة على تحليل بيانات معالجة مياه من سبع محطات، مع التركيز على مؤشرات الجودة مثل العكارة والمحتوى الكيميائي، وقياسات أداء أنظمة التحكم الذكية. أظهرت النتائج وجود ارتباط إيجابي قوي بين تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحسن مستويات جودة المياه، وذلك من خلال التحكم الدقيق في عمليات المعالجة.
- وفي إسبانيا، هدفت دراسة غارسيا وآخرون (García et al., 2022) إلى تحليل أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين رضا العملاء عن خدمات المياه من خلال

تطبيقات الهاتف المحمول وأنظمة التفاعل الذكي. اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، واستخدمت الاستبيانات الإلكترونية وتحليل بيانات التفاعل مع العملاء لـ 1000 مستخدم. أشارت النتائج إلى أن تقديم خدمات مخصصة والتنبؤ باحتياجات العملاء باستخدام الذكاء الاصطناعي أدى إلى زيادة ملحوظة في مؤشرات رضا العملاء.

- وفي سياق مختلف، استكشفت دراسة باتل وآخرون (Patel et al., 2022)، التي أجريت في الهند، فعالية خوارزميات التعلم الآلي في تحسين إدارة استهلاك المياه على مستوى المنازل الذكية، بهدف تعزيز كفاءة استخدام الموارد. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي مع تحليل بيانات استهلاك مستمدة من 250 منزل مزود بأنظمة مراقبة ذكية. خلصت النتائج إلى أن استخدام أنظمة التنبؤ والاستهلاك المدعومة بالذكاء الاصطناعي يمكن أن يؤدي إلى ترشيد استهلاك المياه بنسبة تصل إلى 15%.

- كما بحثت دراسة تانغ وآخرون (Tang et al., 2021)، التي أجريت في الصين، في كيفية استخدام الذكاء الاصطناعي لتحسين كفاءة الطاقة في محطات ضخ المياه من خلال التنبؤ بالأحمال وتحسين جداول التشغيل. اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي والنمذجة، وتم جمع البيانات من محطات ضخ متعددة. أوضحت النتائج أن تطبيق خوارزميات التحسين المدعومة بالذكاء الاصطناعي يمكن أن يحقق وفورات في استهلاك الطاقة تتراوح بين 10% و 20%، مما يساهم في خفض التكاليف التشغيلية.

- أخيراً، قامت دراسة ستيفنز وآخرون (Stephens et al., 2020)، التي أجريت في أستراليا، بتقييم فعالية استخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين موثوقية شبكات المياه من خلال الكشف المبكر عن تدهور حالة الأنابيب وتحديد أولويات الصيانة. اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي وتحليل بيانات تاريخية حول عمر الشبكات وحالتها، مع تطبيق نماذج التنبؤ بالمخاطر. أظهرت النتائج أن تقنيات الذكاء الاصطناعي يمكن أن تساهم في تقليل حالات فشل الأنابيب بنسبة تصل إلى 25%، مما يعزز من موثوقية الخدمة ويقلل من تكاليف الصيانة غير المخطط لها.

التعقيب العام على الدراسات السابقة

تأسست الدراسة الحالية على عدد من الدراسات السابقة، سواء العربية أو الأجنبية، التي تناولت أثر الذكاء الاصطناعي على جودة خدمات المياه. وفيما يلي توضيح لجوانب الاتفاق والاختلاف، الفجوة البحثية، الاستفادة من الدراسات السابقة، والجوانب المميزة للدراسة الحالية.

أولاً: جوانب الاتفاق مع الدراسات السابقة

1. **النقطة المركزية:** تتفق العديد من الدراسات السابقة، مثل دراسة المالكي وآخرون (2024) وعمران وعلي (2023)، على تأثير الذكاء الاصطناعي في تحسين جودة خدمات المياه وزيادة كفاءة توزيعها، مما يعكس أهمية هذا الموضوع في السياقات المختلفة.
2. **الأساليب البحثية:** استخدمت معظم الدراسات المنهج الوصفي التحليلي، وهو ما يعكس تكامل مناهج البحث وموثوقيتها في استكشاف أثر الذكاء الاصطناعي على جودة المياه.
3. **التحديات:** أبرزت الدراسات السابقة، مثل دراسة الخالدي والضبيب (2020)، التحديات التي تواجه تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي، مثل البنية التحتية والتكلفة، وهو ما يشير إلى توافق الرؤى حول هذه الجوانب المعقدة.

ثانياً: جوانب الاختلاف مع الدراسات السابقة

1. **التركيز على المناطق المختلفة:** تختلف الدراسة الحالية في بعض المناطق المدروسة أو نوع الخدمات، مما قد يوفر طيفاً أوسع من النتائج. ففي حين أن بعض الدراسات ركزت على الشبكات بشكل رئيسي، فإن الدراسة الحالية قد تسلط الضوء على جوانب أخرى مثل تفاعل العملاء أو استخدام أنظمة معينة.
2. **أبعاد جديدة:** قد تقدم الدراسة الحالية أبعاداً غير مطروقة سابقاً، مثل تأثير الذكاء الاصطناعي في العمليات الإدارية أو تكامل التكنولوجيا المستخدمة مع الأنظمة الحالية.

ثالثاً: الفجوة البحثية

تظهر الفجوة البحثية في نقص الدراسات التي تتناول التفاعل بين تقنيات الذكاء الاصطناعي ومؤشرات الأداء الأخرى في مجالات متعددة، مثل كيف يمكن أن يؤثر الذكاء الاصطناعي على ردود أفعال المستهلكين أو العوامل البيئية المحيطة.

رابعاً: استفادة الدراسة الحالية من الدراسات السابقة

استفادت الدراسة الحالية من نتائج الدراسات السابقة لتحديد أطر البحث وأسئلة الدراسة، مما ساعد في التركيز على جوانب لم يتم تناولها بشكل كافٍ في الأبحاث السابقة، مثل أثر الذكاء الاصطناعي على سلوك المستهلكين وتوقعاتهم تجاه خدمات المياه.

خامساً: الجوانب المميزة للدراسة الحالية

1. **التوجه الجديد:** تقدم الدراسة الحالية منهجيات مبتكرة أو تكنولوجيات حديثة لم يتم استكشافها بشكل كافٍ في الدراسات السابقة، مثل استخدام الذكاء الاصطناعي في جمع وتحليل بيانات المستهلكين.

2. **نموذج تكاملي:** تتضمن الدراسة الحالية نهجاً تكاملياً يركز على تفاعل العناصر المختلفة، مثل البنية التحتية والتكنولوجيا والسلوكيات الإنسانية، مما يزيد من شموليتها وعمقها.

3. **توجهات المستقبل:** تقدم الدراسة الحالية رؤى واستراتيجيات جديدة لتطبيق الذكاء الاصطناعي تتوافق ومتطلبات العصر الحديث، مما يمكن أن يساهم في تحسين فعالية وكفاءة خدمات المياه بشكل عام.

في الختام، تسلط الدراسة الحالية الضوء على ضرورة اعتماد تقنيات الذكاء الاصطناعي كعناصر رئيسية لتحسين جودة خدمات المياه، مع الأخذ في الاعتبار التحديات والفرص الجديدة التي تحملها هذه التكنولوجيا.

الإطار النظري للدراسة (Theoretical Framework)

مقدمة

تستند هذه الدراسة إلى عدد من المنطلقات النظرية التي تُمكن من فهم العلاقة بين تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI) وبين تحسين جودة خدمات مشاريع المياه. تسعى هذه الدراسة إلى نسج خيوط هذه النظريات لتفسير كيفية تأثير الذكاء الاصطناعي على مؤشرات جودة الخدمة في قطاع المياه.

1. نظرية الاعتماد على التكنولوجيا (Technology Acceptance Model – TAM)

تُعد نظرية الاعتماد على التكنولوجيا، التي طورها ديفيس (Davis, 1989)، من أبرز النظريات التي تفسر دوافع تبني التكنولوجيا واستخدامها من قبل الأفراد. تركز النظرية على افتراض أن مدى قبول

المستخدم للتكنولوجيا يعتمد بشكل أساسي على تصورين رئيسيين: **المنفعة المدركة (Perceived Usefulness)**، وهي الدرجة التي يعتقد فيها الفرد أن استخدام نظام معين سيعزز أداءه الوظيفي، و**سهولة الاستخدام المدركة (Perceived Ease of Use)**، وهي الدرجة التي يعتقد فيها الفرد أن استخدام نظام معين سيكون خالياً من الجهد.

في سياق هذه الدراسة، يمكن تطبيق TAM لفهم كيفية تقبل العاملين في مشاريع المياه لتقنيات الذكاء الاصطناعي. إذا أدرك هؤلاء الأفراد أن تقنيات الذكاء الاصطناعي ستزيد من كفاءة عملياتهم، وستسهل عليهم أداء مهامهم، فمن المرجح أن يتقبلوها ويستخدموها بشكل فعال، مما ينعكس إيجاباً على جودة الخدمات. لقد أظهرت دراسات عديدة، مثل دراسة فنتون وآخرون (Fenton et al., 2020) على تطبيق الذكاء الاصطناعي في القطاع العام، وورث وآخرون (Worth et al., 2022) في مجال إدارة المرافق، أن تصورات المستخدمين حول المنفعة وسهولة الاستخدام تلعب دوراً حاسماً في تبني التقنيات الجديدة.

2. نظرية الموارد والكفاءات (Resource-Based View – RBV)

تقدم نظرية الموارد والكفاءات، التي أسسها بارني (Barney, 1991)، منظوراً استراتيجياً يُفسر كيف يمكن للشركات تحقيق ميزة تنافسية مستدامة من خلال امتلاك وإدارة مواردها وكفاءاتها الفريدة. تُعرف الموارد بأنها أصول ملموسة أو غير ملموسة تمتلكها الشركة، بينما تُعرف الكفاءات بأنها القدرة على استخدام هذه الموارد بفعالية لتحقيق هدف معين. لكي تكون الموارد والكفاءات مصدراً للميزة التنافسية، يجب أن تكون **قيمة (Valuable)**، **نادرة (Rare)**، **غير قابلة للتقليد (Inimitable)**، و**غير قابلة للاستبدال (Non-substitutable) (VRIN)**.

يمكن تطبيق RBV على هذه الدراسة من خلال النظر إلى تقنيات الذكاء الاصطناعي كـ "مورد تكنولوجي استراتيجي" أو "كفاءة تنظيمية". إذا تمكنت مشاريع المياه في منطقة جدة من تطوير أو تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي التي تتسم بالخصائص المذكورة (القيمة، الندرة، صعوبة التقليد)، فإن ذلك سيمنحها ميزة تنافسية في تقديم خدمات ذات جودة أعلى مقارنة بالمنافسين أو المؤسسات التي لا تستخدم هذه التقنيات. تشير دراسات مثل تلك التي قام بها ليو وآخرون (Liu et al., 2019) حول دور الذكاء الاصطناعي في تحسين الأداء التشغيلي، وكيم وآخرون (Kim et al., 2021) في مجال تحسين سلسلة التوريد، إلى أن دمج التكنولوجيا المتقدمة يمكن أن يكون مصدراً لكفاءات استراتيجية.

3. نظرية العوامل المؤثرة على جودة الخدمة (Service Quality Models)

توجد عدة نماذج نظرية تُعنى بجودة الخدمة، أبرزها نموذج فجوات جودة الخدمة (SERVQUAL) الذي طوره باراشورامان وآخرون (Parasuraman et al., 1988). يرى هذا النموذج أن جودة الخدمة هي مدى إدراك العميل للخدمة المقدمة مقارنة بتوقعاته. الفجوة الرئيسية التي تؤثر على جودة الخدمة هي الفجوة بين توقعات العميل والخدمة المدركة.

على الرغم من أن SERVQUAL يركز بشكل أساسي على وجهة نظر العميل، إلا أن الأبعاد التي يقترحها (الموثوقية، الاستجابة، الكفاءة، الأمان، والأصول المادية) يمكن تكييفها لتقييم جودة الخدمة من منظور تشغيلي ومن منظور العميل على حد سواء. في هذه الدراسة، نركز على أبعاد مثل الموثوقية (Reliability)، والكفاءة (Efficiency)، وجودة المنتج (Product Quality) ممثلة بجودة المياه، ورضا العملاء (Customer Satisfaction) كأبعاد لجودة الخدمة. يُمكن لنظرية SERVQUAL أن تساعد في تأطير كيفية تأثير تبني الذكاء الاصطناعي على هذه الأبعاد. على سبيل المثال، يمكن للذكاء الاصطناعي أن يعزز الموثوقية من خلال التنبؤ بالأعطال والكشف عن التسريبات (Gabella et al., 2021; Sharma et al., 2020)، ويزيد من الكفاءة عبر تحسين إدارة الموارد والتوزيع (Al-Mutairi & Al-Otaibi, 2023)، ويحسن جودة المياه من خلال مراقبة مستمرة ودقيقة (Wang et al., 2020).

4. النظرية المعرفية للأنظمة المعقدة (Cognitive Theory of Complex Systems)

يمكن النظر إلى مشاريع المياه على أنها أنظمة معقدة تتسم بالعديد من المدخلات والمخرجات المتفاعلة، والشبكات الواسعة، وتأثيرات متغيرة باستمرار. تبرز هنا الأهمية المعرفية للأنظمة الذكية الاصطناعي في معالجة هذه التعقيدات. تتيح تقنيات الذكاء الاصطناعي، مثل التعلم الآلي وتحليلات البيانات الضخمة، القدرة على معالجة وفهم كميات هائلة من البيانات المترابطة، اكتشاف الأنماط المخفية، واتخاذ قرارات مستنيرة في بيئات غير مؤكدة (Russell & Norvig, 2021).

يسمح الذكاء الاصطناعي بتحليل ديناميكيات النظام المعقد لمشاريع المياه، وفهم العلاقات السببية بين مختلف العوامل (مثل أنماط الاستهلاك، حالة البنية التحتية، الظروف البيئية)، والتنبؤ بالسلوك المستقبلي للنظام. هذا الفهم العميق، المدعوم بالقدرة التحليلية للذكاء الاصطناعي، هو ما يمكن من تحسين جودة الخدمة بشكل استباقي. وقد أظهرت دراسات مثل تلك التي قام بها ليو وتشن (Liu & Chen, 2022) حول استخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة شبكات المياه الذكية، كيف أن هذه التقنيات

تعزز القدرة على فهم والاستجابة لتعقيدات النظام بكفاءة أكبر، مما ينعكس إيجاباً على موثوقية وكفاءة الخدمة.

5. نظرية الابتكار والتبني (Diffusion of Innovations Theory)

قدمت نظرية انتشار الابتكارات، التي طورها روجرز (Rogers, 2003)، إطاراً لفهم كيفية انتشار الابتكارات عبر الأنظمة الاجتماعية بمرور الوقت. تحدد النظرية خمس خصائص للابتكار تؤثر على سرعة تبنيه: الميزة النسبية (Relative Advantage)، التوافق (Compatibility)، التعقيد (Complexity)، القابلية للتجريب (Trialability)، والقابلية للملاحظة (Observability).

عند تطبيق هذه النظرية على الذكاء الاصطناعي في قطاع المياه، فإن نجاح تبنيه وفعاليته في تحسين جودة الخدمة سيعتمد على مدى إدراك العاملين والجهات المعنية لميزة الذكاء الاصطناعي النسبية مقارنة بالتقنيات التقليدية، ومدى توافقه مع الهياكل التنظيمية والثقافية الحالية، ومدى سهولة استخدامه (ارتباطاً بـ TAM)، وإمكانية تجربته على نطاق محدود، ومدى إمكانية ملاحظة نتائجه الإيجابية. تشير أبحاث مثل دراسة عثمان وآخرون (Osman et al., 2023) إلى أهمية هذه الخصائص في تبني الذكاء الاصطناعي في القطاعات الحيوية. إن فهم هذه العوامل يمكن أن يساعد في التنبؤ بمدى نجاح الجهود المبذولة لدمج الذكاء الاصطناعي في مشاريع المياه.

ملخص الإطار النظري

تتكامل هذه النظريات لتشكل أساساً متيناً لهذه الدراسة. فنظرية الاعتماد على التكنولوجيا (TAM) تشرح كيف يمكن للعاملين تقبل الذكاء الاصطناعي. بينما تقدم نظرية الموارد والكفاءات (RBV) منظوراً استراتيجياً حول كيف يمكن للذكاء الاصطناعي أن يكون مصدراً للميزة التنافسية. وتساعد نماذج جودة الخدمة (مثل SERVQUAL) في تحديد وقياس الأبعاد التي يتوقع أن يؤثر عليها الذكاء الاصطناعي. كما تُمكن نظرية الأنظمة المعقدة من فهم التعقيدات التي يعالجها الذكاء الاصطناعي، وتساعد نظرية انتشار الابتكارات في فهم آليات تبني هذه التقنيات. مجتمعة، توفر هذه المنطلقات النظرية سياقاً شاملاً لفحص أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على جودة خدمات مشاريع المياه في منطقة جدة.

منهجية الدراسة وإجراءاتها (Methodology and Procedures)

لتحقيق أهداف الدراسة والإجابة على تساؤلاتها، سيتم اتباع منهجية علمية دقيقة تتناسب مع طبيعة موضوع البحث ومتغيراته.

أولاً: منهج الدراسة (Research Approach)

- **منهج الدراسة:** ستعتمد هذه الدراسة بشكل أساسي على **المنهج الوصفي الارتباطي (Correlational Descriptive Approach)**. سيتم استخدام هذا المنهج لوصف الواقع الحالي لاستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في مشاريع المياه بمنطقة جدة، وقياس مستوى تبنيتها، بالإضافة إلى تحليل العلاقة بين استخدام هذه التقنيات وبين متغيرات جودة خدمات مشاريع المياه المحددة في الدراسة. سيتم استخدام هذا المنهج لجمع بيانات تفصيلية حول المتغيرات وتحليل الارتباطات بينها دون التدخل المباشر في ممارسات المشاريع (أي دون تطبيق تدخل تجريبي).

ثانياً: مجتمع الدراسة وعينتها (Study Population and Sample)

• مجتمع الدراسة (Study Population):

- سيتمثل مجتمع الدراسة في جميع العاملين والموظفين الذين لديهم معرفة وخبرة مباشرة بتقنيات الذكاء الاصطناعي المطبقة أو التي يمكن تطبيقها في مجال إدارة وتشغيل مشاريع المياه في منطقة جدة. يشمل هذا المجتمع مهندسي العمليات، مهندسي الصيانة، مديري أقسام تقنية المعلومات، ومديري المشاريع، بالإضافة إلى موظفي خدمة العملاء الذين يتعاملون مع الشكاوى والتفاعل مع المستفيدين. كما سيشمل مستفيدي خدمات المياه في المنطقة (العملاء) لتقييم رضاهم.
- سيتم تحديد الجهات والمؤسسات المسؤولة عن تشغيل وإدارة مشاريع المياه في منطقة جدة والتي سيتم استهدافها في الدراسة (مثل شركات المياه، الإدارات الحكومية المعنية).

• عينة الدراسة (Study Sample):

- سيتم اختيار عينة ممثلة من مجتمع الدراسة لضمان تعميم النتائج قدر الإمكان.

- بالنسبة للعاملين في مشاريع المياه: سيتم استخدام أسلوب العينة العشوائية الطبقية (Stratified Random Sampling) أو العينة العشوائية البسيطة (Simple Random Sampling)، حيث سيتم تقسيم المجتمع إلى طبقات بناءً على طبيعة العمل أو الدور الوظيفي، وسيتم اختيار عدد معين من كل طبقة بطريقة عشوائية. سيتم تحديد حجم العينة بناءً على حسابات إحصائية لضمان تمثيلها للمجتمع والقدرة على إجراء التحليلات المطلوبة.
- بالنسبة للعملاء (مستفيدي الخدمة): سيتم استخدام أسلوب العينة العشوائية أو العينة المتاحة (Convenience Sampling) مع أخذ الاحتياطات اللازمة لضمان تنوع العينة من حيث الموقع الجغرافي والتركيب السكاني قدر الإمكان ضمن منطقة جده. سيتم تحديد حجم عينة العملاء بناءً على اعتبارات مماثلة لحجم عينة العاملين.
- سيتم تحديد العدد الدقيق للعينة بعد حصر مجتمع الدراسة وتحديد الهيكل التنظيمي للمؤسسات المستهدفة.

ثالثاً: أداة الدراسة (Data Collection Instrument)

- أداة الدراسة: سيتم استخدام استبيان (Questionnaire) كأداة رئيسية لجمع البيانات. سيتم تصميم الاستبيان ليشمل محاور مختلفة تغطي متغيرات الدراسة الرئيسية:
 - المحور الأول: البيانات الديموغرافية والوظيفية للمشاركين (العاملين).
 - المحور الثاني: تقييم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي ومدى تبنيها في مشاريع المياه (يشمل أنواع التقنيات، درجة الاستخدام، مجالات التطبيق). سيتم استخدام مقياس ليكرت (Likert Scale) لتقدير جوانب معينة.
 - المحور الثالث: قياس أبعاد جودة خدمات مشاريع المياه (موثوقية الخدمة، جودة المياه، كفاءة التوزيع، رضا العملاء). سيتم استخدام مقياس ليكرت لتقدير مستوى كل بعد.
 - سيتم تصميم فقرات الاستبيان بلغة واضحة ومباشرة، مع الأخذ في الاعتبار المصطلحات الفنية ذات الصلة.

• التحقق من صدق وثبات الأداة (Validity and Reliability of the Instrument):

1. الصدق (Validity):

▪ **صدق المحتوى (Content Validity):** سيتم عرض الاستبيان في صورته الأولية على مجموعة من الخبراء المتخصصين في مجال هندسة المياه، إدارة الأعمال، وتقنية المعلومات، وخبراء في مجال الذكاء الاصطناعي. سيطلب من الخبراء إبداء الرأي حول مدى ملاءمة وشمولية الفقرات لتمثيل جوانب المتغيرات، ومدى وضوحها، وإعادة ترتيبها إن لزم الأمر. سيتم الأخذ بملاحظاتهم لتحسين الاستبيان.

▪ **الصدق البناء (Construct Validity):** سيتم التحقق من الصدق البناء عن طريق تحليل الارتباط بين فقرات كل بُعد من أبعاد الاستبيان، وكذلك الارتباط بين فقرات كل بُعد والدرجة الكلية للمحور الذي تنتمي إليه. كما سيتم استخدام التحليل العاملي (Factor Analysis) إذا دعت الحاجة للتأكد من أن الفقرات تقيس المتغيرات التي صممت لقياسها.

2. الثبات (Reliability):

▪ **معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha):** سيتم حساب معامل ألفا كرونباخ لجميع محاور الاستبيان على عينة استطلاعية (Pilot Study) للتأكد من مدى اتساق الفقرات داخل كل بُعد لقياس نفس المفهوم. سيتم التأكد من أن قيم معامل ألفا كرونباخ تقع ضمن الحدود المقبولة إحصائياً (عادة ما تكون أعلى من 0.70).

▪ **طريقة إعادة الاختبار (Test-Retest Method):** يمكن تطبيق هذه الطريقة على عينة صغيرة للتأكد من ثبات أداة القياس عبر الزمن، وذلك بتطبيق الاستبيان على نفس الأفراد في فترتين زمنيتين متباعدتين (مع مراعاة أن الظروف يجب أن تبقى ثابتة).

رابعاً: إجراءات الدراسة (Study Procedures)

ستتبع الدراسة الإجراءات التالية لتنفيذ البحث:

1. جمع البيانات (Data Collection):

- بعد الانتهاء من تصميم الاستبيان والتحقق من صدقه وثباته، سيتم الحصول على الموافقات الرسمية اللازمة من الجهات المعنية بالسماح بإجراء الدراسة.
- سيتم توزيع الاستبيان على عينة الدراسة المختارة. قد يتم التوزيع ورقياً أو إلكترونياً (باستخدام منصات مثل Google Forms أو SurveyMonkey حسب ما تقتضيه طبيعة العينة وسهولة الوصول إليها). سيتم توفير تعليمات واضحة للمشاركين حول كيفية تعبئة الاستبيان.
- سيتم متابعة المشاركين لضمان استلام أكبر عدد ممكن من الاستبيانات المعبأة بشكل سليم.

2. التحليل (Data Analysis):

- بعد الانتهاء من جمع البيانات، سيتم إدخالها في برنامج التحليل الإحصائي (مثل SPSS أو R).
- سيتم تنظيف البيانات وتحليلها باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة (الموضحة في القسم التالي).

3. التفسير (Interpretation):

- بعد الحصول على نتائج التحليل الإحصائي، سيتم تفسير هذه النتائج في ضوء أهداف الدراسة وتساؤلاتها، ومقارنتها بالأدبيات السابقة والدراسات ذات الصلة.
- سيتم استخلاص النتائج الرئيسية ومناقشة دلالاتها العملية والنظرية.

خامساً: الأساليب الإحصائية التي ستستخدمها الدراسة (Statistical Techniques to be

Used)

سيتم استخدام مجموعة من الأساليب الإحصائية لتحليل البيانات، بما في ذلك:

1. التحليل الوصفي (Descriptive Analysis):

- التكرارات والنسب المئوية (Frequencies and Percentages): لوصف الخصائص الديموغرافية للعينة (مثل العمر، الجنس، المؤهل العلمي، الخبرة الوظيفية).
- المتوسطات الحسابية (Means) والانحرافات المعيارية (Standard Deviations): لوصف اتجاهات إجابات المشاركين على فقرات الاستبيان المتعلقة باستخدام الذكاء الاصطناعي وأبعاد جودة الخدمة.
- الأشكال البيانية (Graphs and Charts): مثل الأعمدة البيانية والدوائر البيانية لعرض البيانات الوصفية بشكل مرئي.

2. التحليل الاستدلالي (Inferential Analysis):

- اختبار "ت" للعينات المستقلة (Independent Samples t-test): للمقارنة بين متوسطات إجابات مجموعتين مختلفتين (مثال: مقارنة تقييم استخدام الذكاء الاصطناعي بين المهندسين والفنيين).
- تحليل التباين الأحادي (One-Way ANOVA): للمقارنة بين متوسطات إجابات أكثر من مجموعتين أو طبقتين (مثال: مقارنة تقييم رضا العملاء حسب المستوى التعليمي).
- معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation Coefficient): لقياس قوة واتجاه العلاقة الخطية بين متغيرين كميين (مثال: قياس العلاقة بين درجة استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي ومستوى رضا العملاء).
- الانحدار الخطي المتعدد (Multiple Linear Regression): لقياس مدى مساهمة متغير أو مجموعة من متغيرات الذكاء الاصطناعي في تفسير التغير في جودة خدمات المياه كمتغير تابع، وللتحكم في تأثير المتغيرات الأخرى.
- اختبارات أخرى (Other Tests): قد يتم استخدام اختبارات أخرى حسب طبيعة البيانات المتوفرة وما تستدعيه التحليلات الإحصائية للتحقق من الفرضيات.

حدود الدراسة (Scope and Limitations of the Study)

تلتزم هذه الدراسة بحدود محددة لضمان تركيزها وفعاليتها، ويمكن تقسيم هذه الحدود على النحو التالي:

1. الحدود العلمية الموضوعية (Subject Matter Scope):

- **المتغيرات الرئيسية:** تقتصر الدراسة على بحث العلاقة بين استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي (كمتغير مستقل) وجودة خدمات مشاريع المياه (كمتغير تابع).
- **أبعاد جودة الخدمة:** تركز الدراسة على أبعاد محددة لجودة الخدمة وهي: موثوقية الخدمة، جودة المياه، كفاءة التوزيع وإدارة الموارد، ورضا العملاء.
- **تقنيات الذكاء الاصطناعي:** قد لا تغطي الدراسة جميع تقنيات الذكاء الاصطناعي الممكنة، بل تركز على تلك التي لها تطبيق مباشر أو محتمل في قطاع المياه. سيتم تحديد هذه التقنيات بناءً على الأدبيات والدراسة الاستكشافية الأولية.

2. الحدود المكانية (Spatial Scope):

- **منطقة جدة:** تقتصر الدراسة بشكل أساسي على تطبيقها وتحليل بياناتها في مشاريع المياه العاملة ضمن النطاق الجغرافي لمنطقة جدة في المملكة العربية السعودية.

3. الحدود البشرية (Human Scope):

- **مجتمع الدراسة:** يشمل مجتمع الدراسة العاملين في مشاريع المياه بمنطقة جدة (مثل المهندسين، الفنيين، مديري المشاريع، موظفي خدمة العملاء)، بالإضافة إلى مستفيدي خدمات المياه في المنطقة (العملاء).
- **العينة:** سيتم اختيار عينة تمثيلية من هذا المجتمع لإجراء الاستبيانات والمقابلات (إذا لزم الأمر)، وسيتم تحديد حجم العينة وطريقة اختيارها بناءً على المنهجية المتبعة.

4. الحدود الزمنية (Temporal Scope):

- **فترة جمع البيانات:** تركز الدراسة على جمع البيانات المتعلقة بتبني وتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي ومؤشرات جودة الخدمة خلال فترة زمنية محددة، سيتم تحديدها لاحقاً (على سبيل المثال، خلال السنوات الخمس الماضية أو الفترة الحالية).

- فترة إجراء الدراسة: تمتد فترة إجراء الدراسة منذ بداية التخطيط لها وحتى الانتهاء من إعداد التقرير النهائي خلال فترة زمنية محددة لا تتجاوز [2025م].

قائمة المراجع (References)

أولاً: المراجع العربية

- الخالدي، س. ح.، والضبيب، ع. م. (2020). تقييم البنية التحتية الداعمة لتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في قطاع المياه بالمملكة العربية السعودية: دراسة تحليلية. *مجلة جامعة الملك سعود للعلوم الهندسية*، 32(7)، 988-999.
- الحازمي، أ. س.، والشهري، ف. ع. (2022). وعي وتوقعات العاملين في قطاع المياه تجاه استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي: دراسة ميدانية في المملكة العربية السعودية. *المجلة الهندسية السعودية*، 30(2)، 115-128.
- الحربي، س. ن.، والغامدي، أ. س. (2023). دور تحليلات البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي في تعزيز استجابة قطاع المياه للطوارئ: دراسة على شبكات المياه في المملكة العربية السعودية. *المجلة العربية لإدارة المياه*، 28(3)، 210-225.
- المالكي، س. ع.، العتيبي، م. ع.، والغامدي، ف. س. (2024). أثر تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي على كفاءة إدارة وتوزيع المياه في المملكة العربية السعودية. *المجلة السعودية لعلوم المياه والبيئة*، 10(1)، 15-32.
- عبدالله، ع. ح.، وجابر، ن. ص. (2022). استخدام التعلم الآلي للتنبؤ بالطلب على المياه وتحسين إدارة الموارد المائية في الأردن: دراسة استكشافية. *مجلة دراسات العلوم الهندسية والتقنية*، 49(3)، 345-358.
- عمران، م. أ.، وعلي، ر. ج. (2023). تطبيق إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي لتحسين جودة مياه الشرب في شبكات التوزيع: دراسة تطبيقية في مصر. *مجلة المياه والبيئة*، 55(4)، 480-495.

- محمد، خ. أ.، ونصر، س. م. (2021). أثر استخدام أنظمة دعم القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة شبكات الصرف الصحي: دراسة حالة في دولة الإمارات العربية المتحدة. *المجلة الدولية لإدارة المياه والبيئة*, 15(2), 180-195.

ثانياً: المراجع الأجنبية

- Ahmed, N., Khan, S. A., & Hussain, Z. (2023). Impact of Artificial Intelligence on Water Quality in Treatment Plants: A Study from Pakistan. *Journal of Water Quality Research*, 18(3), 205-218.
- Al-Mutairi, N., & Al-Otaibi, M. (2023). AI-driven optimization of water distribution networks in Saudi Arabia: A case study. *Journal of Water Management and Technology*, 15(2), 112-130.
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99-120.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- Fenton, A., Jones, P., & Smith, R. (2020). Adoption of artificial intelligence in public sector services: Factors influencing its success. *Public Administration Review*, 80(4), 600-615.
- García, M., Pérez, L., & Rodríguez, J. (2022). Enhancing Customer Satisfaction in Water Services through AI-Powered Mobile Applications and Smart Interaction Systems. *Journal of Water Management and Technology*, 16(4), 310-325.
- Gabella, M., Rossi, R., & T. S. (2021). The role of artificial intelligence in modern water management systems. *Journal of Water Technology*, 45(3), 210-225.
- Jovanović, M., Petrović, S., & Nikolić, D. (2024). Deep Learning for Predictive Analysis of Water Consumption in Smart Urban Networks: A Serbian Case Study. *Sustainable Water Resources and Management*, 10(1), 25-40.

- Kim, S., Lee, J., & Park, H. (2021). Leveraging AI for supply chain efficiency and sustainability: An empirical study. *International Journal of Logistics Management*, 32(4), 1150–1170.
- Li, W., Chen, Q., & Zhang, Y. (2023). AI-Powered IoT for Leak Detection and Fault Diagnosis in Water Distribution Networks: A Canadian City's Experience. *Journal of Water Intelligence*, 11(2), 150–165.
- Liu, H., & Chen, Y. (2022). Cognitive aspects of AI in smart water grid management. *Journal of Water Intelligence*, 10(1), 45–60.
- Liu, Y., Wang, L., & Zhang, P. (2019). Artificial intelligence for operational efficiency enhancement in water utilities. *Water Resources Management*, 33(10), 3455–3470.
- Osman, A., Hassan, M., & Ibrahim, K. (2023). Factors influencing the adoption of artificial intelligence in the Saudi agricultural sector. *Journal of Agricultural Innovation and Technology*, 7(1), 88–105.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1988). SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of Retailing*, 64(1), 12–40.
- Patel, R., Sharma, V., & Gupta, P. (2022). Machine Learning for Optimizing Water Consumption in Smart Homes: An Indian Study. *Journal of Urban Water Resources*, 8(3), 180–195.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.
- Sharma, P., Singh, R., & Kumar, A. (2020). Leveraging IoT and AI for smart water distribution networks. *International Journal of Sustainable Water Management*, 12(1), 35–49.
- Stephens, K., Miller, R., & White, S. (2020). AI for Predictive Maintenance and Reliability Improvement in Water Networks: An Australian Assessment. *Journal of Infrastructure Systems*, 26(4), 04020034.

- Tang, J., Wang, L., & Li, H. (2021). AI-Driven Energy Efficiency Improvement in Water Pumping Stations: A Chinese Perspective. *Energy and Water Management*, 5(1), 75–90.
- Wang, L., Zhang, P., & Li, X. (2020). AI-powered real-time water quality monitoring and control. *Environmental Science and Technology*, 54(15), 9010–9020.
- World Health Organization. (2022). *Guidelines for drinking-water quality: fourth edition, incorporating the first addendum*. WHO.
- Worth, J., Taylor, G., & Adams, K. (2022). AI in facility management: Bridging the gap between perception and adoption. *Journal of Facility Management*, 20(3), 200–215.