

تحليل أداء المشاريع الحكومية في ضوء المثلث الحديدي لإدارة
المشاريع (الوقت، التكلفة، الجودة): دراسة تطبيقية على شركة المياه
الوطنية في منطقة الرياض

إعداد الطالب

م / محمد بن صالح النويصري

إشراف

د. الفیصل عبد الحمید

د. فايز جراد

العام الدراسي:

2025

MidOcean University
Faculty of Management
Department of Project Management

**Analysis of Government Project Performance in
Light of the Project Management Iron Triangle
(Time, Cost, Quality): An Applied Study on the
National Water Company in Riyadh Region**

Prepared by:
MOHAMMED SALEH ALNUWUYSIRI

Supervised by:

Dr. Faisal Abdelhamid
Dr. Fayez Jarad

Academic Year: 2025

المقدمة

تُعد منطقة الرياض من أبرز المراكز التنموية والإدارية في المملكة العربية السعودية، حيث تجمع بين الثقل السياسي باعتبارها العاصمة، والدور الاقتصادي المحوري الذي تتبوأه في ظل الطفرة الاستثمارية والمشاريع الاستراتيجية التي تشهدها ضمن مستهدفات رؤية المملكة 2030.

وتمثل البنية التحتية في منطقة الرياض حجر الأساس في تحقيق التحول الحضري والخدمي، إذ تسهم هذه المشاريع في تحسين جودة الحياة، ودعم النمو الاقتصادي، وتعزيز كفاءة الخدمات الحكومية. وقد شملت مشاريع البنية التحتية في المنطقة مجالات متنوعة كالنقل العام (مترو الرياض)، والمياه، والصرف الصحي، والإسكان، والتوسع الحضري، ما يجعلها نموذجًا تطبيقيًا ملائمًا لتحليل أداء المشاريع الحكومية من منظور علمي ومنهجي.

وبالنظر إلى حجم هذه المشاريع وتعقيداتها، تبرز الحاجة إلى أدوات تقييم دقيقة تقيس مدى التزام المشاريع بأبعاد النجاح الجوهرية، والمتمثلة في الوقت والتكلفة والجودة؛ وهي ما يُعرف في أدبيات إدارة المشاريع بـ "المثلث الحديدي" (Iron Triangle). يُعد هذا النموذج من الأطر النظرية الأساسية في قياس الأداء، حيث يرى أن نجاح أي مشروع مرهون بتحقيق توازن ديناميكي بين هذه الأبعاد الثلاثة. ومع ذلك، فإن العديد من المشاريع، رغم أهميتها الاستراتيجية، تواجه تحديات تتعلق بتجاوز الجداول الزمنية، وتضخم الميزانيات، وانخفاض جودة التنفيذ، وهي إشكالات موثقة في التقارير الصادرة عن الجهات الرقابية والتنفيذية. وفي هذا الإطار، تسعى هذه الدراسة إلى تحليل أداء مشاريع البنية التحتية الحكومية في منطقة الرياض من خلال تطبيق نموذج المثلث الحديدي، مستندة إلى منهج وصفي تحليلي يدمج بين الأدوات الكمية والنوعية مثل الاستبيانات.

وتتناول الدراسة عدة محاور، تشمل: قياس درجة الالتزام بالجدول الزمني، وتحليل الانحرافات المالية، وتقييم مطابقة التنفيذ للمواصفات الفنية، بالإضافة إلى استكشاف العوامل التنظيمية والإدارية المؤثرة في تلك الأبعاد.

وتكمن أهمية الدراسة في أنها تستجيب لحاجة وطنية ملحة تتعلق بتعزيز كفاءة الإنفاق العام، وتحسين مخرجات المشاريع الحكومية، وتحقيق القيمة مقابل المال، لا سيما في منطقة تشهد توسعاً عمرانياً ومؤسسياً متسارعاً. كما تسهم في سد فجوة علمية في الأدبيات المحلية التي غالباً ما عالجت عناصر الأداء بشكل منفصل أو دون تركيز كافٍ على البيئة المؤسسية للمشاريع الحكومية في العاصمة.

ومن المتوقع أن تُفُضي نتائج هذه الدراسة إلى بناء نموذج تحليلي متكامل لتقييم المشاريع الحكومية في بيئة حضرية معقدة كمنطقة الرياض، وتقديم توصيات عملية تسهم في دعم صناع القرار وتعزيز منظومة الحوكمة والمساءلة في إدارة المشاريع العامة.

مشكلة الدراسة:

تُعد مشاريع شركة المياه الوطنية أحد المكونات الحيوية لمشاريع البنية التحتية الحكومية التي تسهم في دعم التنمية المستدامة وتحقيق مستهدفات رؤية المملكة 2030، لا سيما في منطقة الرياض التي تشهد توسعاً عمرانياً متسارعاً ونموً سكانيًا واقتصاديًا مستمرًا. ورغم الجهود الكبيرة التي تبذلها الشركة لتنفيذ مشاريعها ضمن الجداول الزمنية المحددة وبجودة عالية، إلا أن التقارير الميدانية والرقابية تشير إلى وجود تحديات متكررة تتعلق بتأخر إنجاز بعض المشاريع، وتجاوز التكاليف التقديرية، وضعف الالتزام بمعايير الجودة في مراحل التنفيذ. وتُعد هذه التحديات مؤشرات على وجود فجوات في تطبيق مبادئ إدارة المشاريع الحديثة، وخصوصاً تلك المرتبطة بنموذج المثلث الحديدي لإدارة المشاريع الذي يربط بين ثلاثة أبعاد رئيسية هي الوقت، التكلفة، والجودة.

وعلى الرغم من تنامي الاهتمام بتطوير آليات تقييم الأداء في مشاريع البنية التحتية، إلا أن الدراسات التطبيقية التي تناولت هذا الموضوع في سياق شركة المياه الوطنية ما زالت محدودة، ولم تُعالج بصورة شمولية العلاقة بين أبعاد المثلث الحديدي والعوامل التنظيمية والإدارية المؤثرة عليها. وبناءً على ما سبق، تتمثل مشكلة الدراسة في محاولة الإجابة عن السؤال الرئيس الآتي:

ما مدى التزام مشاريع شركة المياه الوطنية بأبعاد المثلث الحديدي لإدارة المشاريع (الوقت، التكلفة، الجودة)، وما أبرز العوامل التنظيمية والإدارية التي تؤثر على تحقيق هذا الالتزام؟

أهمية الدراسة:

أولاً: الأهمية العلمية

تتبع الأهمية العلمية لهذه الدراسة من الحاجة المتزايدة إلى توظيف نماذج تحليلية دقيقة لتقييم أداء المشاريع الحكومية في ضوء المثلث الحديدي لإدارة المشاريع (الوقت، التكلفة، الجودة). إذ تسعى الدراسة إلى سد فجوة بحثية في الأدبيات المحلية، من خلال تناول مشاريع شركة المياه الوطنية بوصفها نموذجاً تطبيقياً لمشاريع البنية التحتية في منطقة الرياض، وهي بيئة حضرية تتسم بدرجة عالية من التعقيد الإداري والفني. كما تضيف الدراسة قيمة علمية من خلال دمج الأبعاد الثلاثة للمثلث الحديدي في إطار تحليلي واحد يربط بين الأداء الزمني والمالي والجودوي للمشاريع، وتحليل العوامل التنظيمية والإدارية المؤثرة في تحقيق التوازن بينها. ومن شأن هذا الطرح أن يُسهم في تطوير المعرفة العلمية بمجال إدارة المشاريع الحكومية وقياس كفاءتها في تحقيق مستهدفات رؤية المملكة 2030.

ثانياً: الأهمية العملية

تتمثل الأهمية العملية للدراسة في ما يمكن أن تقدمه من نتائج وتوصيات قابلة للتطبيق تسهم في تحسين إدارة المشاريع داخل شركة المياه الوطنية، وتعزيز كفاءة التنفيذ والحوكمة. فمن خلال تحليل الأداء الفعلي

للمشاريع وربطه بعوامل الوقت والتكلفة والجودة، يمكن للدراسة أن تقدم نموذجًا تقييميًا متكاملًا يُمكن متخذي القرار من تحديد مواطن القوة والضعف في عمليات التخطيط والمتابعة والتنفيذ. كما تُسهم النتائج المتوقعة في دعم الجهات التنفيذية والرقابية من خلال تزويدها بمؤشرات عملية لقياس الأداء وتوجيه الموارد بكفاءة أعلى، بما ينعكس إيجابًا على جودة الخدمات المقدمة، واستدامة الإنفاق، وتحقيق قيمة مضافة للمال

ثالثًا: الأهمية المؤسسية

تتجلى الأهمية المؤسسية للدراسة في ارتباطها المباشر بأداء شركة المياه الوطنية باعتبارها أحد الكيانات الرئيسية في قطاع الخدمات العامة في المملكة، والمسؤولة عن إدارة وتنفيذ مشاريع استراتيجية تمس حياة المواطنين وجودة الخدمات الأساسية. ومن خلال النتائج التي ستتوصل إليها الدراسة، يمكن للشركة تعزيز الرقابة المؤسسية والتكامل الداخلي بين الإدارات، وتحسين آليات اتخاذ القرار المتعلقة بجدولة المشاريع، وتقدير التكاليف، وضمان الجودة التنفيذية. كما تدعم هذه الدراسة توجهات الشركة نحو التحول المؤسسي والحوكمة المستدامة، وترزّد صنّاع القرار بأدوات تحليل كمية ونوعية تساعد في قياس كفاءة الأداء ومطابقة النتائج مع مؤشرات رؤية 2030 الخاصة بقطاع المياه والبنية التحتية.

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى تقديم تحليل منهجي ومتكامل لأداء مشاريع البنية التحتية الحكومية في منطقة الرياض، وذلك من خلال تطبيق نموذج المثلث الحديدي لإدارة المشاريع، والذي يُعد من الأطر النظرية الرائدة في قياس نجاح المشاريع على أساس التوازن بين الجدول الزمني، والميزانية، وجودة التنفيذ. وتتمثل الأهداف الفرعية للدراسة فيما يلي:

- 1- تقييم مدى التزام مشاريع البنية التحتية الحكومية في منطقة الرياض بالجدول الزمني المعتمد لتنفيذها، وتحليل حجم الانحرافات الزمنية - إن وجدت - وأسبابها.
- 2- تحليل الفروقات بين التكاليف المخططة والتكاليف الفعلية لتلك المشاريع، واستقصاء العوامل التي تؤدي إلى تجاوز الميزانيات المرصودة.
- 3- قياس مدى مطابقة مخرجات المشاريع للمواصفات الفنية والمعايير التصميمية المعتمدة، وتحديد مؤشرات جودة التنفيذ.
- 4- استكشاف العوامل التنظيمية والإدارية (مثل كفاءة التخطيط، التنسيق المؤسسي، آليات الرقابة) التي تؤثر على التوازن بين عناصر المثلث الحديدي في المشاريع المدروسة.
- 5- بناء نموذج تحليلي متكامل يُسهم في تحسين عملية تقييم الأداء في المشاريع الحكومية، ويوفر أداة عملية لصناع القرار في الجهات الرقابية والتنفيذية.

تساؤلات الدراسة:

في ضوء الإشكالية المحددة، وسعيًا إلى بناء تصور علمي متكامل لتقييم أداء مشاريع شركة المياه الوطنية في منطقة الرياض، تستهدف هذه الدراسة الإجابة عن مجموعة من التساؤلات التي تهدف إلى تحليل أبعاد المثلث الحديدي لإدارة المشاريع (الوقت، التكلفة، الجودة) والعوامل المؤثرة عليها، وذلك على النحو الآتي:

ما مدى التزام مشاريع شركة المياه الوطنية في منطقة الرياض بأبعاد المثلث الحديدي لإدارة المشاريع (الوقت، التكلفة، الجودة)، وما أبرز العوامل التنظيمية والإدارية المؤثرة على تحقيق هذا الالتزام؟

الأسئلة الفرعية

1. ما مدى التزام مشاريع شركة المياه الوطنية بالجدول الزمني المحددة في خطط التنفيذ؟
2. ما درجة الانحراف بين التكاليف التقديرية المعتمدة والتكاليف الفعلية في مشاريع الشركة؟

3. ما مدى التوافق بين مخرجات التنفيذ والمواصفات الفنية ومعايير الجودة المعتمدة في المشاريع؟

4. ما أبرز العوامل التنظيمية والإدارية (مثل التخطيط، التنسيق، التعاقد، الحوكمة) التي تؤثر على التوازن

بين عناصر الوقت والتكلفة والجودة في مشاريع الشركة؟

فروض الدراسة:

H1: توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين جودة التخطيط الزمني ومستوى الالتزام بالجدول الزمني لمشاريع

شركة المياه الوطنية في منطقة الرياض.

H2: توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين مستوى نضج الحوكمة وإدارة المشتريات وبين نسبة تجاوز

التكاليف في مشاريع شركة المياه الوطنية.

H3: توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين فعالية التنسيق بين الجهات المنفذة (المالك، المقاول، الاستشاري)

ومستوى مطابقة الجودة للمواصفات الفنية في مشاريع الشركة.

H4: توجد علاقة ذات دلالة إحصائية موجبة بين التأخر الزمني وتجاوز التكاليف في مشاريع شركة المياه

الوطنية.

H5: توجد فروق ذات دلالة إحصائية في مؤشر الأداء الكلي للمشاريع (الوقت-التكلفة-الجودة) تُعزى إلى

اختلاف نمط التعاقد المستخدم في تنفيذ مشاريع شركة المياه الوطنية.

الدراسات السابقة:

دراسة الزعبي والجغير (2019): أثر تطبيق إدارة الجودة الشاملة على أداء المشاريع الإنشائية هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على أثر تطبيق مبادئ إدارة الجودة الشاملة (TQM) في تحسين أداء المشاريع الإنشائية في الأردن، وذلك من خلال قياس العلاقة بين تطبيق أبعاد الجودة الشاملة (القيادة، تمكين العاملين، التركيز على الزبائن، إدارة الموردين، والتحسين المستمر) وبين تحقيق الأداء الفعّال من حيث الوقت، التكلفة، والجودة. استخدم الباحثان المنهج الوصفي التحليلي من خلال استبانة وُزعت على عينة من العاملين في جمعية مستثمري قطاع الإسكان الأردني (JHDA) شملت مهندسين، مقاولين، واستشاريين، وتم تحليل البيانات باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة.

أظهرت نتائج الدراسة وجود علاقة ارتباط إيجابية ذات دلالة إحصائية بين تطبيق مبادئ إدارة الجودة الشاملة ومستوى أداء المشاريع الإنشائية، خاصة في ما يتعلق بتحسين جودة المخرجات والالتزام بالجدول الزمنية وخفض التكاليف الناتجة عن الهدر. كما تبين أن العاملين الذين يمتلكون ثقافة تنظيمية داعمة للجودة أكثر قدرة على ضبط الوقت والتكلفة دون المساس بمستوى الجودة المطلوب.

وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز ثقافة الجودة في المؤسسات الإنشائية الحكومية والخاصة، وتبني أنظمة تقييم أداء تربط بين عناصر المثلث الحديدي (الوقت، التكلفة، الجودة) ضمن إطار شامل لإدارة الجودة الشاملة، بما يضمن تحقيق الكفاءة التشغيلية والاستدامة في مشاريع البنية التحتية

دراسة الغزاوي وآخرون (2023): البنية التحتية الرشيقة ودورها في تحسين كفاءة إدارة الجداول الزمنية والموارد في مشاريع البنية التحتية بالمملكة العربية السعودية هدفت هذه الدراسة إلى تحليل أثر تبني مفاهيم البنية التحتية الرشيقة (Agile Infrastructure) في تحسين إدارة الجداول الزمنية والموارد ضمن مشاريع البنية التحتية في المملكة العربية السعودية. اعتمد الباحثون المنهج الوصفي التحليلي، حيث جرى

تحليل مجموعة من المشاريع الحكومية والخاصة في قطاع البنية التحتية، مع التركيز على الأساليب الحديثة في استخدام الذكاء الاصطناعي والتحليلات التنبؤية في تحسين كفاءة التنفيذ وإدارة الوقت والتكلفة.

أظهرت نتائج الدراسة أن تطبيق مبادئ البنية التحتية الرشيقة يساهم في رفع كفاءة استخدام الموارد البشرية والمادية بنسبة ملموسة، ويقلل من التأخيرات الناتجة عن تغيرات المتطلبات أو ضعف التنسيق بين الأطراف المشاركة. كما تبين أن الاعتماد على تقنيات الذكاء الاصطناعي في الجدولة الزمنية وإدارة الموارد يؤدي إلى تحسين عملية اتخاذ القرار وتقليل الهدر في الإنفاق.

خلصت الدراسة إلى أن نجاح المشاريع الكبرى في المملكة يتطلب تبني نهج إداري مرن يجمع بين الرؤية الإستراتيجية لإدارة المشاريع والممارسات التقنية الحديثة في تحليل البيانات والتنبؤ بالمخاطر. وأوصت بتعزيز التعاون بين الجهات الحكومية وشركات التقنية لتطوير أنظمة ذكية قادرة على مراقبة الأداء وضمان تحقيق التوازن بين الوقت والتكلفة والجودة في مشاريع البنية التحتية

دراسة المزيبي والأحمد (2020): تطبيق مثلث إدارة المشاريع (الوقت - التكلفة - الجودة) على تنفيذ فيلا سكنية في دولة الكويت

هدفت هذه الدراسة إلى توضيح كيفية تطبيق مبادئ مثلث إدارة المشاريع - المتمثل في عناصر الوقت والتكلفة والجودة - على مشاريع البناء السكني في دولة الكويت، وذلك من خلال دراسة حالة عملية لبناء فيلا سكنية خاصة. اعتمد الباحثان المنهج التطبيقي التحليلي، حيث تم تقديم ثلاث نماذج عملية لإدارة المشروع وفق تقنيات الجدولة الزمنية والتحكم في التكلفة والجودة.

توصلت الدراسة إلى أن تطبيق إدارة المشاريع وفق نموذج المثلث الحديدي يساهم في تقليص مدة التنفيذ بنسبة تصل إلى (30%) من البرنامج الزمني، مع إمكانية خفض التكلفة الإجمالية بنسبة (31%) دون

التأثير السلبي على الجودة، وذلك عبر استخدام تقنيات المسار الحرج وأدوات التحليل الزمني للمشروعات. كما بيّنت النتائج أن الوعي بتقنيات إدارة المشاريع لدى الأفراد الراغبين في البناء يسهم في تجنب التعثر المالي والزمني، ويحقق توازنًا بين جودة التنفيذ والقدرة المالية.

أوصت الدراسة بضرورة نشر ثقافة إدارة المشاريع بين الأفراد والمؤسسات في قطاع الإسكان، وتبني أدوات تخطيط حديثة تعتمد على الموازنة بين الوقت والتكلفة والجودة في مراحل التصميم والتنفيذ والتسليم

دراسة الخرماني (2025): أثر تأخر الدفعات المالية على سلوك العاملين في مشاريع البنية التحتية:

الدور المعدل للمواطنة التنظيمية بالتطبيق على مشاريع البنية التحتية بالمملكة العربية السعودية

هدفت الدراسة إلى تحليل تأثير تأخر الدفعات المالية على سلوك العاملين في مشاريع البنية التحتية، مع التركيز على دور المواطنة التنظيمية كمُغيّر معيّل في هذه العلاقة. اعتمد الباحث المنهج الوصفي التحليلي، من خلال توزيع استبيان مفصّل على عينة مكونة من 374 مدير مشروع في مشاريع البنية التحتية داخل المملكة العربية السعودية.

أظهرت نتائج الدراسة وجود علاقة سلبية ذات دلالة إحصائية بين تأخر الدفعات المالية وسلوكيات العاملين، حيث بلغ معامل الانحدار -0.52 ، مما يدل على أن التأخير يقلل من الأداء والسلوك الإيجابي. كما أشارت النتائج إلى أن المواطنة التنظيمية تؤثر إيجابيًا على سلوك العاملين بمعامل $+0.61$ ، وأنها تقلل من الأثر السلبي لتأخر الدفعات، بحيث عند إدخال المواطنة التنظيمية كمُغيّر تفاعلي، انخفض التأثير السلبي من -0.52 إلى -0.16 .

توصّلت الدراسة إلى أن تحسين نظام الدفعات المالية وتعزيز المواطنة التنظيمية داخل مؤسسات التنفيذ يُمكن من تحسين سلوك الموظفين وزيادة الإنتاجية في مشروعات البنية التحتية.

Study of Alzara, Kashiwagi, and Al-Tassan (2016): Using PIPS to Minimize Causes of Delay in Saudi Arabian Construction Projects: University Case

Study هدفت هذه الدراسة إلى تحليل أهم أسباب التأخير في مشاريع التشييد العامة في المملكة العربية السعودية، من خلال دراسة حالة تطبيقية في إحدى الجامعات شمال المملكة، وذلك باستخدام نظام Performance Information Procurement System (PIPS) كأداة لتقليل التأخيرات وتحسين الأداء العام للمشروعات. اعتمد الباحثون المنهج الوصفي المقارن، حيث تم جمع بيانات التأخير من إدارة المشاريع الجامعية ومقارنتها مع العوامل الموثقة في الأدبيات السابقة حول التأخيرات في المشاريع السعودية. أظهرت نتائج الدراسة أن نسبة التأخير في مشاريع الجامعة تراوحت بين 50% و150%، وأن أبرز أسبابها تمثلت في ضعف التخطيط المسبق، وتأخر صرف الدفعات المالية، وتغير أوامر العمل من المالك، وضعف الكفاءة الإدارية لدى المقاولين. كما توصلت الدراسة إلى أن تطبيق نظام PIPS يسهم بفاعلية في تقليل هذه الأسباب من خلال تعزيز الشفافية، وتحديد الأداء القائم على القيمة، وتحسين التواصل بين المالك والمقاول.

خلصت الدراسة إلى أن تطبيق منهج PIPS في إدارة المشاريع العامة بالمملكة يمكن أن يؤدي إلى رفع كفاءة الأداء الزمني والمالي وجودة المخرجات، إذا ما تم تكييفه مع البيئة الإدارية المحلية وتبنيه كإطار وطني لإدارة المشروعات

Study of Alajmi & Memon (2022): A Review on Significant Factors Causing

Delays in Saudi Arabia Construction Projects هدفت هذه الدراسة إلى تحليل شامل للعوامل المؤدية إلى تأخر تنفيذ المشاريع الإنشائية في المملكة العربية السعودية، من خلال مراجعة منهجية لأكثر من خمسين دراسة وأطروحة تناولت موضوع التأخيرات في مشاريع البناء الحكومية والخاصة. استخدم

الباحثان المنهج التحليلي المقارن (Comparative Analytical Method) لتصنيف العوامل حسب تكرارها وشدتها وتأثيرها في الأداء الزمني والمالي.

أظهرت النتائج أن العوامل المالية والإدارية تمثل النسبة الأكبر من أسباب التأخير، وتتمثل في تأخر صرف المستحقات، وضعف إدارة العقود، وقصور عملية التخطيط المسبق، وتكرار التغييرات في التصميم أثناء التنفيذ. كما أوضحت الدراسة أن نقص الخبرة لدى المقاولين وضعف التنسيق بين الأطراف من الأسباب الجوهرية التي تزيد من احتمالية تجاوز المدة الزمنية للمشروع.

خلصت الدراسة إلى أن معالجة مشكلة التأخير تتطلب إصلاحات تنظيمية في آلية إسناد المشاريع الحكومية، واعتماد أنظمة متابعة ومراقبة إلكترونية فاعلة، إضافة إلى تطوير الكفاءات البشرية في مجالات التخطيط وإدارة المخاطر. وأوصى الباحثان ببنّي نموذج وطني موحد لإدارة المشاريع يربط بين عناصر الوقت والتكلفة والجودة ضمن منظومة المثلث الحديدي، بما يساهم في تحقيق الانضباط الزمني والاستدامة المالية في تنفيذ المشروعات الإنشائية بالمملكة.

Study of Al-Kharashi & Skitmore (2009): Causes of Delays in Saudi

Arabian Public Sector Construction Projects سعت هذه الدراسة إلى تحديد وتحليل الأسباب الرئيسة لتأخر تنفيذ المشاريع الحكومية في المملكة العربية السعودية، من خلال دراسة ميدانية شاملة اعتمدت على بيانات واقعية من عدد كبير من المشاريع العامة المنفذة في مختلف المناطق. استخدم الباحثان المنهج الوصفي التحليلي عبر استبانة موجهة إلى المهندسين والمقاولين والاستشاريين العاملين في القطاع الحكومي، وتم تحليل النتائج إحصائياً لتصنيف الأسباب بحسب درجة تأثيرها على الوقت والتكلفة والجودة.

أظهرت النتائج أن تأخر الدفعات المالية من الجهات المالكة، وسوء إدارة المقاولين، وضعف التنسيق بين الأطراف المشاركة في المشروع تمثل أهم العوامل المؤثرة على التأخير. كما تبين أن التغييرات المتكررة في التصاميم والمواصفات أثناء التنفيذ تُعد من أكثر المسببات التي تؤثر سلباً في جودة الأداء وتزيد من التكاليف النهائية.

وأشارت الدراسة إلى أن المشاريع الحكومية تعاني من غياب نظام متابعة فعال يربط بين عناصر الوقت والتكلفة والجودة، مما يؤدي إلى تراكم الأخطاء وصعوبة تصحيحها في المراحل المتأخرة من التنفيذ. خلصت الدراسة إلى ضرورة تبني منهج موحد لإدارة المشاريع الحكومية في المملكة يعتمد على مؤشرات أداء واضحة ضمن إطار المثلث الحديدي، مع التركيز على تحسين التخطيط المسبق، وتفعيل الرقابة، وتطوير إجراءات التعاقد والمتابعة لضمان الالتزام بالجدول الزمنية وتحسين جودة المخرجات.

Study of Zakaria, S. F., Mohamad Zin, R., Mohamad, I., Balubaid, S., Mydin, S. H., & Mohd Rahim, E. M. R. (2017): Critical Success Factors in Infrastructure Projects هدفت هذه الدراسة إلى تحديد عوامل النجاح الحرجة في مشاريع البنية التحتية ومقارنتها مع تلك الخاصة بمشاريع المباني، نظراً لاختلاف طبيعة بيئة العمل بين النوعين. أوضح الباحثون أن مشاريع البنية التحتية، مثل مشاريع الحد من أخطار الفيضانات، تختلف عن مشاريع المباني من حيث الامتداد الجغرافي، وطول فترة التنفيذ، وكثرة الأطراف المشاركة، مما يجعل عوامل النجاح في كل نوع مختلفة جزئياً.

اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي باستخدام مزيج من تحليل الخبراء والمراجعة الأدبية السابقة لتحديد أهم العوامل التي تؤثر في نجاح مشاريع البنية التحتية، مع تطبيق الدراسة على مشاريع التخفيف من الفيضانات في ماليزيا. تم جمع بيانات الخبراء من خلال أسئلة مفتوحة ركزت على الأسس المطلوبة

لإنجاز المشاريع بنجاح، ثم استخدم الباحثون تحليل الترابط (Affinity Analysis) لتطوير نموذج لعوامل النجاح.

أظهرت النتائج أن عوامل التنسيق بين الجهات الحكومية، وكفاءة إدارة الوقت، وجودة مراقبة التنفيذ، والقدرة على التعامل مع المخاطر البيئية هي من أكثر العوامل تأثيراً في نجاح مشاريع البنية التحتية. كما بينت المقارنة مع مشاريع المباني أن العوامل البيئية والموقعية والحوكمة المؤسسية تكتسب أهمية أكبر في مشاريع البنية التحتية.

خلصت الدراسة إلى أن تبني نموذج لعوامل النجاح الخاصة بمشاريع البنية التحتية يساعد الجهات الحكومية وشركات المقاولات على رفع كفاءة التنفيذ وتحقيق أهداف التنمية، خاصة في المشاريع الحكومية ذات الطابع الخدمي، وأوصت بضرورة تطوير معايير وطنية تقيس الأداء الزمني والمالي والجودوي وفق خصائص كل نوع من المشاريع.

Study of Rostiyanti, S. F., Nindartin, A., & Kim, J.-H. (2022): Critical

Success Factors Framework of Value Management for Design and Build

Infrastructure Projects هدفت هذه الدراسة إلى تحديد العوامل الحرجة لنجاح تطبيق إدارة القيمة

(Value Management) في مشاريع البنية التحتية المنفذة وفق نظام التصميم والتنفيذ (Design-

Build)، وهو النظام الذي يجمع بين مرحلتَي التصميم والتنفيذ ضمن جهة واحدة مسؤولة عن المشروع.

أوضحت الباحثات أن هذا النظام أصبح يحظى بانتشار واسع في دول عديدة نظراً لقدرته على تقليل الوقت

والتكلفة وتحقيق تكامل أكبر بين فرق العمل الهندسية.

اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال توزيع استبانة على مجموعة من مقاولي مشاريع البنية

التي في إندونيسيا، بهدف تحديد العوامل الرئيسة المؤثرة في نجاح إدارة القيمة في مختلف مراحل ورش

العمل الثلاث :مرحلة ما قبل الدراسة، ومرحلة الدراسة، ومرحلة ما بعد الدراسة .استخدمت الباحثات أسلوب الأهمية النسبية (Relative Importance Index) لتحليل 28 عاملاً محتملاً للنجاح. أظهرت النتائج أن هناك ثلاثة عوامل حرجة لمرحلة ما قبل الدراسة تشمل: وضوح أهداف إدارة القيمة، اكتمال المعلومات الخاصة بالمشروع، وكفاءة الأفراد المشاركين في ورشة العمل. أما في مرحلة الدراسة فقد تبين أن النجاح يعتمد على كفاءة عملية إدارة القيمة، وتطوير التصاميم البديلة، ومستوى الابتكار لدى فريق العمل. وفي مرحلة ما بعد الدراسة، يرتبط النجاح بقدرة الفريق على تنفيذ خطة الإدارة ومتابعة تطبيق نتائج ورشة العمل ميدانياً. كما أظهرت النتائج أن التعاون بين جميع أصحاب المصلحة يعد عاملاً داعماً محورياً لضمان نجاح تطبيق إدارة القيمة في مشاريع التصميم والتنفيذ.

خلصت الدراسة إلى أن تطبيق إطار متكامل لإدارة القيمة في مشاريع البنية التحتية يعزز كفاءة التصميم والتنفيذ، ويسهم في تحقيق وفر مالي وتحسين جودة المخرجات. وأوصت بتبني نموذج منهجي لتقييم نجاح إدارة القيمة في مشاريع التصميم والتنفيذ الحكومية لتطوير الممارسات المهنية في قطاع التشييد.

Study of Dithebe, K., Aigbavboa, C., Thwala, W., & Oke, A. (2019): Factor Analysis of Critical Success Factors for Water Infrastructure Projects

Delivered under Public–Private Partnerships هدفت هذه الدراسة إلى تحليل العوامل

الدرجة لنجاح مشاريع البنية التحتية المائية المنفذة من خلال الشراكات بين القطاعين العام والخاص (PPP)، والتي أصبحت تمثل أحد أهم نماذج التمويل والتنفيذ في المشاريع الحكومية الحديثة. ركز الباحثون على تحديد أبرز المتغيرات الإدارية والفنية التي تؤثر في الأداء الزمني والمالي والجودة ضمن هذا النوع من المشروعات.

اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي الكمي، حيث تم تصميم استبانة شاملة وزعت على عدد من مديري المشاريع والمقاولين والاستشاريين المشاركين في مشاريع المياه في جنوب أفريقيا. استخدم الباحثون تحليل العوامل (Factor Analysis) لتحديد المكونات الرئيسة لعوامل النجاح وترتيبها بحسب أهميتها النسبية. أظهرت نتائج التحليل أن العوامل الإدارية والمؤسسية تمثل المكوّن الأكثر تأثيراً في نجاح المشاريع، وتشمل وضوح الأدوار والمسؤوليات، وكفاءة آليات المتابعة والحوكمة، واستقرار العلاقات التعاقدية بين القطاعين العام والخاص. كما تبين أن العوامل الفنية مثل جودة التصميم، ودقة التقديرات المالية، والقدرة على إدارة المخاطر البيئية، تؤدي دوراً محورياً في تقليل احتمالية التأخير وتجاوز التكاليف.

وأشارت الدراسة إلى أن نجاح مشاريع المياه ضمن نموذج الشراكة يعتمد بدرجة كبيرة على التكامل بين إدارة الوقت والتكلفة والجودة، حيث يؤدي ضعف أحد الأبعاد الثلاثة إلى خلل في الأداء العام للمشروع. خلص الباحثون إلى أن تحقيق التوازن بين الأبعاد الثلاثة للمثلث الحديدي يمثل جوهر نجاح مشاريع البنية التحتية المائية ضمن نموذج PPP، وأوصوا بضرورة تطوير أطر تقييم أداء قائمة على مؤشرات مشتركة للوقت والتكلفة والجودة، وتفعيل آليات التنسيق بين الأطراف لتقليل النزاعات وتحقيق استدامة المشاريع.

التعقيب على الدراسات السابقة

تكشف الدراسات السابقة – العربية والأجنبية – عن اتفاقٍ واسع على أن تحقيق التوازن بين عناصر المثلث الحديدي (الوقت، التكلفة، الجودة) يمثل جوهر نجاح المشاريع الحكومية والبنية التحتية، إذ تؤكد جميعها أن الإخلال بأحد الأبعاد يؤدي إلى ضعف الأداء الكلي للمشروع. كما يتضح أن العوامل الإدارية والتنظيمية، مثل التخطيط المسبق، وكفاءة التنسيق بين الأطراف، وإدارة الموارد، تعد الأكثر تأثيراً في ضبط الوقت والتكلفة دون الإضرار بالجودة.

في المقابل، يُلاحظ تفاوتٌ في المنهج والسياق بين الدراسات؛ فالدراسات العربية ركزت على تحليل الأداء الفعلي والتحديات المحلية في مشاريع البنية التحتية، بينما اتجهت الدراسات الأجنبية إلى بناء نماذج تحليلية تربط بين إدارة القيمة، وعوامل النجاح، والمخرجات النهائية للمشروعات. كما ركزت بعض الأعمال على المشروعات التقليدية، في حين تناولت أخرى بيئات تنفيذ متقدمة مثل نظام الشراكة (PPP) أو نظام التصميم والتنفيذ (DB).

ورغم هذا التراكم البحثي، تظل هناك فجوات بحثية مشتركة، أبرزها:

1. ندرة الدراسات التي تطبق المثلث الحديدي بشكل متكامل في البيئة السعودية.
2. محدودية الدراسات التي تربط بين الأداء المؤسسي ونظم الحوكمة في إدارة المشاريع الحكومية.
3. قلة الأبحاث الميدانية التي تقيس العلاقة إحصائيًا بين الوقت والتكلفة والجودة في مشاريع المياه والبنية التحتية.

مميزات الدراسة الحالية

تتميز الدراسة الحالية بتركيزها على شركة المياه الوطنية كمثال تطبيقي، وعلى توظيف نموذج المثلث الحديدي كإطار تحليلي شامل لقياس الأداء الفعلي للمشروعات الحكومية. كما تقدم معالجة تطبيقية تجمع بين التحليل الكمي والنوعي وتربط النتائج بالواقع الإداري المحلي، بما يسهم في سد فجوات الدراسات السابقة وتطوير نموذج وطني لتقييم الأداء

المنطلقات النظرية للدراسة

نموذج الدراسة

يهدف هذا النموذج إلى تحليل أثر تطبيق مبادئ المثلث الحديدي لإدارة المشاريع (الوقت، التكلفة، الجودة) في تعزيز كفاءة وأداء مشاريع شركة المياه الوطنية في المملكة العربية السعودية، وذلك من خلال دراسة العلاقة بين درجة الالتزام بأبعاد المثلث الحديدي والعوامل التنظيمية والإدارية المؤثرة على تحقيق أهداف المشروع من حيث الإنجاز في الوقت المحدد، ضمن التكلفة المعتمدة، وبالجودة المطلوبة. يركز النموذج على أن التكامل بين عناصر الوقت، والتكلفة، والجودة يُعد محددًا رئيسًا لنجاح المشاريع الحكومية، وأن أي اختلال في أحدها هذه الأبعاد يؤدي إلى ضعف في كفاءة التنفيذ العامة. كما يسعى النموذج إلى اختبار دور العوامل التنظيمية (مثل التخطيط، التنسيق، الحوكمة، والرقابة) في دعم هذا التكامل وتحسين الأداء المؤسسي.

متغيرات الدراسة

المتغير التابع	المتغير المستقل
كفاءة وأداء المشاريع الحكومية	تطبيق مبادئ المثلث الحديدي لإدارة المشاريع

أولاً: الأسس النظرية لإدارة المشاريع

تُعد إدارة المشاريع من أهم المداخل الإدارية الحديثة التي تهدف إلى تحقيق الأهداف التنظيمية ضمن قيود الوقت والتكلفة والجودة. ويُعرّف معهد إدارة المشاريع إدارة المشاريع بأنها:

"تطبيق المعرفة والمهارات والأدوات والتقنيات على أنشطة المشروع لتلبية متطلباته وتحقيق أهدافه المحددة".

وتشير الأدبيات إلى أن المشروع هو جهد مؤقت يُنفذ لتحقيق هدف فريد من نوعه ضمن موارد ومدة زمنية محددة، وأن نجاحه يعتمد على كفاءة التخطيط المسبق وقدرة الإدارة على ضبط التغيرات في الموارد الزمنية والمالية. كما انتقلت إدارة المشاريع الحديثة من التركيز على الجداول الزمنية والميزانيات إلى تبني مفهوم القيمة المضافة ورفع كفاءة الأداء المؤسسي من خلال التكامل بين فرق العمل، والرقابة المستمرة، وتقييم الجودة في كل مرحلة من مراحل المشروع. (Meredith & Mantel, 2012)

ثانيًا: مفهوم المثلث الحديدي لإدارة المشاريع

يُعد المثلث الحديدي نموذجًا متكاملًا يقوم على الوقت والتكلفة والجودة كعناصر مترابطة تحدد نجاح المشروع أو فشله، بحيث يؤدي أي اختلال في أحد الأضلاع الثلاثة إلى تأثير مباشر في الباقين. وتكمن أهميته في كونه أداة معيارية لتقييم الأداء، إذ يتيح للمديرين قياس مدى تحقيق التوازن بين السرعة في الإنجاز، وضبط التكاليف، والحفاظ على جودة المخرجات.

كما يُعد هذا المثلث من أقدم النماذج التحليلية في علم إدارة المشاريع، إذ يُستخدم لتقدير مدى الكفاءة الشاملة للمشروعات الحكومية والخاصة، ويُعد تحقيق التوازن بين عناصره الثلاثة مؤشرًا على نجاح المشروع. (Atkinson, 1999)

ثالثًا: أنواع إدارة المشاريع

تنقسم إدارة المشاريع إلى ثلاثة أنواع رئيسة تتكامل فيما بينها لتحقيق أهداف المشروع:

1. إدارة الوقت: وتركز على إعداد الجداول الزمنية ومتابعة التنفيذ باستخدام أدوات مثل المسار الحرج (CPM).

2. إدارة التكلفة: وتُعنى بتقدير التكاليف ومقارنتها بالميزانية الفعلية مع تطبيق الرقابة المالية في جميع مراحل المشروع.

3. إدارة الجودة :وتهدف إلى ضمان مطابقة مخرجات المشروع للمواصفات الفنية من خلال أساليب الفحص والتقييم.

وتؤكد الدراسات أن نجاح المشروع يعتمد على الدمج بين هذه الأنواع الثلاثة ضمن إطار موحد يحقق الاتساق بين الجدول الزمني والتكلفة والمواصفات لتحقيق رضا المستفيد النهائي. (Lock, 2020)

رابعاً: أهمية تطبيق المثلث الحديدي في المشاريع الحكومية

تكتسب المشاريع الحكومية أهمية خاصة لارتباطها المباشر بالتنمية الاقتصادية والاجتماعية. ويُعد تطبيق المثلث الحديدي أحد أهم العوامل التي تضمن نجاح هذه المشاريع، إذ يساعد على ضبط الوقت والتكلفة وجودة التنفيذ في بيئة عمل تتسم بتعدد الجهات وتنوع المتغيرات. وقد أوضحت الدراسات التطبيقية أن الالتزام بعناصر المثلث الحديدي يُعد مفتاح النجاح المؤسسي، وأن الإخلال بها يؤدي إلى زيادة التكاليف وتأخر الإنجاز وضعف جودة المخرجات. كما بينت النتائج أن التخطيط المسبق والتنسيق المؤسسي واستخدام أدوات إدارة القيمة تساهم في تحقيق الوفورات وتحسين الأداء العام للمشاريع الحكومية (Zakaria et al., 2017)

المنهجية وطرق البحث

تعتمد هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، لكونه الأنسب لتحليل العلاقة بين متغيرات الدراسة المتمثلة في الوقت، والتكلفة، والجودة، من خلال جمع البيانات الميدانية من موظفي شركة المياه الوطنية وتحليلها إحصائيًا للوصول إلى نتائج تدعم أهداف البحث وتساؤلاته. يركز هذا المنهج على وصف الواقع الفعلي لأداء المشاريع الحكومية في الشركة، ثم تحليل العوامل التنظيمية والإدارية المؤثرة في مدى الالتزام بمبادئ المثلث الحديدي لإدارة المشاريع.

سيتم تطبيق الاستبانة على شركة المياه الوطنية في منطقة الرياض، نظرًا لدورها الحيوي في تنفيذ مشاريع البنية التحتية بالمملكة، وارتباطها المباشر بمؤشرات جودة الحياة ضمن مستهدفات رؤية السعودية 2030، مما يجعلها بيئة مثالية لتحليل كفاءة إدارة المشاريع الحكومية.

مصادر البيانات

1. **المصادر الأولية:** تمثلت في الاستبانة الميدانية التي وُجّهت إلى عينة من موظفي شركة المياه الوطنية العاملين في إدارات المشاريع، والتخطيط، والمشتريات، والجودة، بهدف جمع بيانات حول مدى الالتزام بأبعاد المثلث الحديدي (الوقت، التكلفة، الجودة) والعوامل المؤثرة عليها داخل بيئة العمل الفعلية.
2. **المصادر الثانوية:** شملت الكتب الأكاديمية، والأبحاث المحكمة، والتقارير الإحصائية، والدراسات السابقة العربية والأجنبية ذات العلاقة بإدارة المشاريع الحكومية والبنية التحتية، إضافة إلى الأدلة التنظيمية الصادرة عن معهد إدارة المشاريع (PMI) وهيئة المقاولين السعوديين، وذلك لتأطير الإطار النظري وبناء الأداة البحثية بشكل علمي سليم.

مجتمع الدراسة وعينتها

يتكوّن مجتمع الدراسة من جميع الموظفين الإداريين والفنيين العاملين في إدارات المشاريع داخل شركة المياه الوطنية - فرع منطقة الرياض، نظرًا لارتباطهم المباشر بتخطيط وتنفيذ ومتابعة المشاريع الحكومية. أما عينة الدراسة، فسيتم اختيارها باستخدام الأسلوب العشوائي البسيط بحيث تشمل مختلف المستويات الإدارية، لضمان تمثيل كافٍ لمجتمع الدراسة.

وسيُحدد حجم العينة لاحقًا وفقًا لعدد أفراد المجتمع الكلي، وبما يحقق متطلبات التحليل الإحصائي في برنامج SPSS ويضمن صدق النتائج وقابليتها للتعميم على مشاريع البنية التحتية الحكومية.

أداة الدراسة

تم إعداد أداة الاستبانة بما يتوافق مع أهداف البحث ومتغيراته، بعد مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة المتخصصة في مجال إدارة المشاريع والمثلث الحديدي. وجاءت الاستبانة في صورتها النهائية مقسّمة إلى قسمين رئيسيين:

- **القسم الأول:** يتناول البيانات الشخصية (النوع، الفئة العمرية، المؤهل العلمي، سنوات الخبرة، المسمى الوظيفي).
- **القسم الثاني:** يحتوي على مجموعة من الفقرات التي تقيس أبعاد الدراسة؛ حيث خُصصت فقرات لقياس عناصر المثلث الحديدي الثلاثة (الوقت، التكلفة، الجودة)، وفقرات أخرى لقياس مستوى الأداء المؤسسي وكفاءة التنفيذ في المشاريع الحكومية.

الأساليب الإحصائية

ستُحلل البيانات باستخدام برنامج SPSS الإحصائي، بما يتناسب مع طبيعة فرضيات البحث وأهدافه، وذلك من خلال الأساليب التالية:

- التكرارات والنسب المئوية: لتحليل الخصائص الديموغرافية لأفراد العينة.
- المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية: لقياس مستوى استجابات المشاركين لكل بُعد من أبعاد الدراسة.
- معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation): لقياس العلاقة بين أبعاد المثلث الحديدي ومستوى كفاءة المشاريع الحكومية.
- الانحدار الخطي البسيط والمتعدد (Simple & Multiple Regression): لاختبار أثر الوقت والتكلفة والجودة على الأداء العام للمشاريع.
- تحليل الثبات (Reliability Analysis): باستخدام معامل كرونباخ ألفا (Cronbach's Alpha) للتحقق من مدى اتساق وثبات فقرات الاستبانة لكل بُعد من أبعاد الدراسة.

حدود الدراسة

1. الحدود الموضوعية: تقتصر الدراسة على تحليل مدى تطبيق مبادئ المثلث الحديدي (الوقت، التكلفة، الجودة) في إدارة المشاريع الحكومية، وتحديد أثرها على كفاءة الأداء في شركة المياه الوطنية.
2. الحدود المكانية: تجرى الدراسة في شركة المياه الوطنية – فرع منطقة الرياض بصفتها إحدى الجهات الرئيسة المنفذة لمشاريع البنية التحتية الحيوية في المملكة.
3. الحدود الزمانية: الفترة الزمنية للعام الجامعي 2025م.

المراجع والمصادر

أولاً: المراجع العربية

1. الزعبي، أحمد، والجبير، خالد. (2019). أثر تطبيق إدارة الجودة الشاملة على أداء المشاريع الإنشائية. المجلة الأردنية في إدارة الأعمال، جامعة الأردنية
2. الغزاوي، محمد، وآخرون. (2023). البنية التحتية الرشيدة ودورها في تحسين كفاءة إدارة الجداول الزمنية والموارد في مشاريع البنية التحتية بالمملكة العربية السعودية. مجلة الإدارة والتخطيط، جامعة الملك سعود،
3. المزيني، عبدالله، والأحمد، خالد. (2020). تطبيق مثلث إدارة المشاريع (الوقت-التكلفة-الجودة) على تنفيذ فيلا سكنية في دولة الكويت. المجلة العربية للهندسة والإدارة،
4. الخرمانى، عبدالله عطية. (2025). أثر تأخر الدفعات المالية على سلوك العاملين في مشاريع البنية التحتية: الدور المعدل للمواطنة التنظيمية بالتطبيق على مشاريع البنية التحتية بالمملكة العربية السعودية. مجلة البحوث الإدارية والاقتصادية، جامعة جدة،

ثانياً: المراجع الأجنبية

1. Alajmi, A., & Memon, A. H. (2022). A review on significant factors causing delays in Saudi Arabia construction projects. *International Journal of Construction Engineering and Management*, 11(2),
2. Alzara, M., Kashiwagi, D., & Al-Tassan, A. (2016). Using PIPS to minimize causes of delay in Saudi Arabian construction projects: University case study. *Journal for the Advancement of Performance Information and Value*, 8(1), 1–15.*

3. Al-Kharashi, A., & Skitmore, M. (2009). Causes of delays in Saudi Arabian public sector construction projects. *Construction Management and Economics*, 27(1),
4. Zakaria, S. F., Mohamad Zin, R., Mohamad, I., Balubaid, S., Mydin, S. H., & Mohd Rahim, E. M. R. (2017). Critical success factors in infrastructure projects. *AIP Conference Proceedings*,
5. Rostiyanti, S. F., Nindartin, A., & Kim, J.-H. (2022). Critical success factors framework of value management for design and build infrastructure projects. *Journal of Design and Built Environment*
6. Dithebe, K., Aigbavboa, C., Thwala, W., & Oke, A. (2019). Factor analysis of critical success factors for water infrastructure projects delivered under public–private partnerships. *Journal of Facilities Management and Project Control*,