

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

إعداد:

م / محمد بن صالح النويصري

إشراف:

د. الفیصل عبد الحمید

د. فايز جراد

العام الدراسي:

٢٠٢٥

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الإهداء

﴿ رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَىٰ وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ ﴾

في محطات الحياة، تتوقف اللحظات لتشهد أن الجهد لا يضيع، وأن السعي الصادق يثمر بفضل الله وتوفيقه. وها أنا اليوم أجني ثمرة طريقٍ طويل، كان عنوانه الصبر والعزيمة والإصرار، حامدًا المولى على فضله الذي لا يُحصى، وعلى عونه الذي لم ينقطع.

إلى والدي الكريم الذي كان سندي الأول وقُدوتي في الثبات والعطاء، وهو من علّمني معنى الرجولة والمسؤولية، وغرس فيّ الإصرار على بلوغ الحلم، ومنع القوة وركن الأمان، الذي أفتخر بحملي لاسمه وأتشفّر بكوني امتدادًا له. وإلى أُمي الغالية، من كانت دعواتها تحفّني في كل خطوة، إلى القلب الذي لا يعرف إلا العطاء، إلى من حملت عني الهمّ قبل أن أنطقه، إلى رمز الحنان ومصدر البركة في حياتي، جعل الله الجنة مستقرّها ومثواها.

إلى زوجتي الحبيبة، رفيقة الدرب ونصف الروح، التي كانت لي سكا وسندا في لحظات التعب، وداعمة بصبرها وتشجيعها وتضحياتها المتواصلة، فكانت بعد توفيق الله السبب الأكبر في بلوغ الحلم.

وإلى ابني الغالي، نبض قلبي وفرحة عمري، الذي كان وجوده مصدر الهامي ودافعي نحو المثابرة والعطاء، أسأل الله أن يبارك لي في عمره، ويجعله قرّة عين لي ولأمة

إلى إخواني وأختي، الذين كانوا عونًا لي في كل مرحلة، بتشجيعهم ودعائهم ومواقفهم الصادقة، فأنتم الدافع الحقيقي وراء هذا الإنجاز.

وإلى أساتذتي الأفاضل الذين نهلت من علمهم وتوجيههم، فكانوا النور الذي أضاء الطريق، جزاهم الله عني خير الجزاء. أهدي إليكم جميعًا ثمرة هذا الجهد، ونتاج أعوامٍ من العمل والمثابرة، سائلًا الله أن يجعلها خالصةً لوجهه الكريم، وأن ينفع بها حيثما شاء.

الحمد لله أولًا وآخرًا، ظاهرًا وباطنًا، على ما يسّر وأعان وأتمّ.

الشكر والتقدير

الحمد لله الذي وفقني وأعانني، وأكرمني بتمام هذا العمل بعد جهدٍ وسعيٍ طويل، فله الحمد عدد ما أنعم، وعدد ما كتب لي من توفيقٍ وفضل.

لقد كانت هذه الرحلة العلمية ميدانًا للتعلم والخبرة والتحدي، وما كان لها أن تكتمل لولا دعم الله أولاً، ثم عطاء المخلصين الذين أحاطوني بعلمهم وإرشادهم ومساندتهم الصادقة.

أتوجّه بخالص الامتنان والتقدير إلى سعادة الدكتور الفیصل عبدالحمید حسن وسعادة الدكتور فايز علي جراد، لما بذلاه من وقتٍ وجهدٍ وتوجيهٍ علمي رصين، كان له الأثر الأبرز في تطوير هذا البحث وتجويده. لم يكونا فقط مشرفين أكاديميين، بل ملهمين وموجهين، منحاني من علمهما وصبرهما ما لا يُقاس بثمن.

كما أرفع شكري إلى كل من أسهم في إنجاح هذا العمل، من أساتذة أجلاء وزملاء كرام، شاركوني النقاش والمشورة، وكانوا العون في لحظات البحث والتفكير.

ولا يسعني إلا أن أعبر عن أعمق الامتنان لأسرتي العزيزة، والديّ الكريمين، وإخوتي الذين كانوا الدعامة الأولى في مسيرتي، بصبرهم وتشجيعهم ودعائهم الذي كان وقود العزيمة في كل مراحل هذا الإنجاز.

والى كل من ترك أثراً طيباً في هذه الرحلة، أصدقاءً أو زملاءً أو رفقاء طريق، أقول: شكرًا من القلب، فلكم في كل صفحةٍ من هذا العمل نصيب.

أسأل الله أن يجعل هذا الجهد خالصاً لوجهه الكريم، وأن ينفع به، ويجعله خطوة على طريق العلم والعمل النافع.

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل العلاقة بين تطبيق مبادئ المثلث الحديدي لإدارة المشاريع (الوقت، التكلفة، الجودة) وبين الأداء المؤسسي للمشاريع الحكومية، من خلال دراسة تطبيقية على مشاريع شركة المياه الوطنية في منطقة الرياض. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وجمعت البيانات من (٥٩) مشاركًا يمثلون مختلف المستويات الإدارية والفنية في المشاريع الحكومية، كما تم تحليلها باستخدام برنامج SPSS للتحقق من صحة الفرضيات الخمس الرئيسية للدراسة.

أظهرت النتائج أن المتوسطات الحسابية لجميع الفقرات جاءت مرتفعة، مما يعكس مستوى عالٍ من تطبيق ممارسات إدارة المشاريع داخل المؤسسات المدروسة، كما أظهرت قيم الانحراف المعياري تقاربًا في آراء المستجيبين بما يدل على استقرار الاتجاهات نحو متغيرات الدراسة. وأكدت نتائج معامل الثبات (كرونباخ ألفا) أن أداة الدراسة تتمتع بدرجة موثوقية عالية بلغت (٠.٩١٧) لكامل المحاور، وهو ما يعزز ثقة الباحث في نتائج التحليل الإحصائي.

وفيما يتعلق بالعلاقات بين المتغيرات، أوضحت نتائج الارتباط وجود علاقة موجبة قوية وذات دلالة إحصائية بين المحور الأول (تطبيق المثلث الحديدي) والمحور الثاني (الأداء المؤسسي)، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط ($r = 0.767$, Sig = 0.000)، مما يدل على أن تحسين إدارة الوقت والتكلفة والجودة يؤدي إلى تعزيز الأداء المؤسسي في المشاريع الحكومية. كما بين تحليل الانحدار أن متغير إدارة الجودة يفسر ما نسبته (٤٠.٢٪) من التغير في جودة التنفيذ ورضا المستفيد، وهو ما يؤكد أهمية تبني مؤشرات الجودة الشاملة والرقابة المستمرة في رفع كفاءة الأداء. كذلك أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط موجبة متوسطة بين الكفاءة الزمنية والكفاءة المالية ($r = 0.569$, Sig = 0.000)، مما يعكس أثر الانضباط الزمني في تحسين كفاءة الإنفاق وترشيد الموارد.

وتتلخص الدراسة إلى أن نجاح المشاريع الحكومية يعتمد بدرجة كبيرة على تكامل عناصر المثلث الحديدي لإدارة المشاريع، وأن المؤسسات التي تطبق ممارسات دقيقة في التخطيط الزمني وضبط التكلفة والجودة تحقق أداءً مؤسسيًا أكثر فاعلية واستدامة. كما تؤكد النتائج أن إدارة المشاريع وفق أسس علمية تساهم في رفع جودة الخدمات العامة وتحقيق الكفاءة التشغيلية، بما يتماشى مع أهداف رؤية المملكة ٢٠٣٠ في تعزيز الإنتاجية وتحسين كفاءة الإنفاق العام.

الكلمات المفتاحية: المثلث الحديدي، إدارة المشاريع، الأداء المؤسسي، إدارة الوقت، إدارة التكلفة، إدارة الجودة، الكفاءة المؤسسية، رؤية المملكة ٢٠٣٠.

Abstract

This study aimed to analyze the relationship between the application of the Project Management Iron Triangle principles (time, cost, and quality) and the institutional performance of governmental projects, through an applied study on the National Water Company's projects in Riyadh. The study employed the descriptive-analytical approach, with data collected from 59 participants representing various administrative and technical levels in government projects. The data were analyzed using SPSS to test the five main hypotheses of the study.

The results indicated that the arithmetic means of all items were high, reflecting a strong level of project management practice within the studied institutions. The standard deviation values showed a convergence of participants' opinions, indicating consistency and stability in their responses. Cronbach's Alpha coefficient for reliability reached (0.917), confirming a high level of internal consistency and reliability of the study instrument.

Regarding the relationships between variables, the correlation analysis revealed a strong and statistically significant positive relationship between the first axis (application of the Iron Triangle) and the second axis (institutional performance), with a correlation coefficient of ($r = 0.767$, $\text{Sig} = 0.000$). This indicates that improving time, cost, and quality management leads to enhanced institutional performance in government projects. The regression analysis further showed that quality management explains (40.2%) of the variation in implementation quality and beneficiary satisfaction, highlighting the importance of total quality management and continuous monitoring in improving project outcomes. Additionally, a moderate positive correlation was found between time efficiency and financial efficiency ($r = 0.569$, $\text{Sig} = 0.000$), implying that adherence to project schedules contributes to better cost control and resource utilization.

The study concludes that the success of government projects largely depends on the integration of the Iron Triangle elements, as institutions that apply precise practices in time planning, cost control, and quality management achieve higher institutional performance and sustainability. The findings emphasize that adopting professional project management standards significantly enhances operational efficiency and service quality, aligning with the goals of Saudi Vision 2030 in promoting productivity and improving public sector performance.

Keywords: Iron Triangle, Project Management, Institutional Performance, Time Management, Cost Management, Quality Management, Efficiency, Saudi Vision 2030.

قائمة الجداول

رقم الصفحة	العنوان
42	الجدول (١): توزيع المشاركين حسب النوع
43	الجدول (٢): توزيع المشاركين حسب العمر
44	الجدول (٣): توزيع المشاركين حسب المستوى التعليمي
45	الجدول (٤): توزيع المشاركين حسب عدد سنوات الخبرة
46	الجدول (٥): المتوسطات والانحرافات المعيارية لتطبيق المثلث الحديدي لإدارة المشاريع
48	الجدول (٦): المتوسطات والانحرافات المعيارية للأداء المؤسسي للمشاريع الحكومية
50	الجدول (٧): اختبار المحاور
51	الجدول (٨): معامل الارتباط بين إدارة الوقت والكفاءة الزمنية
52	الجدول (٩): نموذج الانحدار بين إدارة التكلفة والكفاءة المالية
53	الجدول (١٠): نموذج الانحدار بين إدارة الجودة وجودة التنفيذ ورضا المستفيد
54	الجدول (١١): نتائج تحليل الارتباط والانحدار بين إدارة الجودة والكفاءة المؤسسية
55	الجدول (١٢): اختبار الوقت وإدارة التكلفة
56	الجدول (١٣): معامل Alpha Cronbach

قائمة الأشكال

رقم الصفحة	العنوان
42	شكل (١): المشاركين حسب النوع
43	شكل (٢): توزيع المشاركين حسب العمر
44	شكل (٣): توزيع المشاركين حسب المستوى التعليمي
45	شكل (٤): توزيع المشاركين حسب عدد سنوات الخبرة

الفهرس

ب.....	الإهداء
ج.....	الشكر والتقدير
د.....	الملخص
و.....	قائمة الجداول
ز.....	الفهرس
١.....	الفصل الأول: الإطار العام للدراسة
٢.....	المقدمة
٣.....	مشكلة الدراسة
٤.....	أهداف الدراسة
٥.....	تساؤلات الدراسة
٦.....	فروض الدراسة
٧.....	الدراسات السابقة
١٥.....	المنطلقات النظرية للدراسة
١٧.....	المنهجية وطرق البحث
١٩.....	الفصل الثاني: الإطار النظري
٢٠.....	المبحث الأول: المثلث الحديدي لإدارة المشاريع
٢٠.....	المطلب الأول: مفهوم إدارة المشاريع
٢١.....	النشأة والتطور التاريخي لنموذج المثلث الحديدي
٢٢.....	المفهوم العلمي للمثلث الحديدي
٢٣.....	المكونات الأساسية والعلاقات الديناميكية للنموذج
٢٤.....	المطلب الثالث: أبعاد المثلث الحديدي (إدارة الوقت - إدارة التكلفة - إدارة الجودة)
٢٤.....	إدارة الوقت

٢٥	إدارة التكلفة.....
٢٦	إدارة الجودة
٢٧	المبحث الثاني: كفاءة ونجاح المشروع في ضوء المثلث الحديدي.....
٢٧	المطلب الأول: مفهوم كفاءة المشروع وعلاقته بأبعاد المثلث الحديدي.....
٣٠	المطلب الثاني: العوامل المؤثرة في انحراف الوقت والتكلفة والجودة وفق نماذج التأخير وفشل المشاريع
٣٠	أولاً: عوامل انحراف الوقت (Delay Drivers)
٣٠	ثانياً: عوامل تجاوز التكلفة (Cost Overrun Drivers)
٣١	ثالثاً: عوامل تدهور الجودة/النطاق (Quality/Scope Deterioration Drivers)
٣٢	المطلب الثالث: نماذج قياس نجاح المشاريع
٣٢	نموذج المثلث الحديدي (Triple Constraint / Project Triangle)
٣٢	نموذج القيمة المكتسبة (Earned Value Management – EVM)
٣٣	نموذج العوامل الحرجة لنجاح المشروع (Critical Success Factors – CSFs)
٣٣	النموذج المتعدد الأبعاد لشنهار وديفر (Shenhar & Dvir Multi-Dimensional Success)
٣٤	نموذج درجة نجاح المشروع (Project Success Score – PSS)
٣٥	المبحث الثالث: المثلث الحديدي وإدارة الأداء المؤسسي في المشاريع الحكومية.....
٣٥	المطلب الأول: العلاقة بين المثلث الحديدي والأداء المؤسسي.....
٣٥	دور إدارة الوقت والتكلفة والجودة في تحسين مؤشرات الأداء
٣٦	العلاقة التكاملية بين الكفاءة التشغيلية والمثلث الحديدي.....
٣٧	المطلب الثاني: الحوكمة المؤسسية كإطار داعم للمثلث الحديدي
٣٨	آليات الربط بين الحوكمة وضبط الوقت والتكلفة والجودة
٣٨	أثر الشفافية والمساءلة في تحسين كفاءة المثلث الحديدي
٣٩	المطلب الثالث: التحول الرقمي وتعزيز فاعلية المثلث الحديدي
٣٩	نظم المعلومات الإدارية كوسيلة لتكامل الوقت والتكلفة والجودة

٤٠	التحول الرقمي كعامل تمكيني للأداء المؤسسي المستدام
٤١	الفصل الثالث: الدراسة التطبيقية
٤٢	التحليل الإحصائي
٤٦	المتوسطات والانحرافات المعيارية
٤٦	المحور الأول: تطبيق المثلث الحديدي لإدارة المشاريع
٤٨	المحور الثاني: الأداء المؤسسي للمشاريع الحكومية
٥٠	تطبيق المثلث الحديدي لإدارة المشاريع
٥١	اختبار الفرضيات
٥١	إدارة الوقت والكفاءة الزمنية
٥٢	إدارة التكلفة والكفاءة المالية
٥٣	إدارة الجودة وجودة التنفيذ ورضا المستفيد
٥٤	العلاقة بين إدارة الجودة والكفاءة المؤسسية
٥٥	الوقت وإدارة التكلفة في مشاريع البنية التحتية الحكومية
٥٦	ثبات الاداة (كرونباخ ألفا)
٥٧	الفصل الرابع: مناقشة النتائج والتوصيات
٥٨	نتائج التحليل الإحصائي للمتوسطات والانحرافات المعيارية
٥٨	أولاً: نتائج المحور الأول - تطبيق المثلث الحديدي لإدارة المشاريع
٥٨	ثانياً: نتائج المحور الثاني - الأداء المؤسسي للمشاريع الحكومية
٥٩	تحليل الفرضيات الإحصائية
٥٩	أولاً: الفرضيات الارتباطية
٥٩	ثانياً: الارتباط بين المحاور والمتغيرات
٦١	الخاتمة
٦٢	المراجع والمصادر

الفصل الأول: الإطار العام للدراسة

المقدمة

تُعد منطقة الرياض من أبرز المراكز التنموية والإدارية في المملكة العربية السعودية، حيث تجمع بين الثقل السياسي باعتبارها العاصمة، والدور الاقتصادي المحوري الذي تتبناه في ظل الطفرة الاستثمارية والمشاريع الاستراتيجية التي تشهدها ضمن مستهدفات رؤية المملكة ٢٠٣٠.

وتمثل البنية التحتية في منطقة الرياض حجر الأساس في تحقيق التحول الحضري والخدمي، إذ تسهم هذه المشاريع في رفع مستوى جودة الحياة، وتعزيز النمو الاقتصادي، وتطوير 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 توسعًا عمرانيًا ومؤسسيًا متسارعًا. كما تسهم في سد فجوة علمية في الأدبيات المحلية التي غالبًا ما عالجت عناصر الأداء بشكل منفصل أو دون تركيز كافٍ على البيئة المؤسسية للمشاريع الحكومية في العاصمة.

مشكلة الدراسة

تُعد مشاريع شركة المياه الوطنية أحد المكونات الحيوية لمشاريع البنية التحتية الحكومية التي تسهم في تعزيز الاستدامة وتحقيق الأهداف الاستراتيجية لرؤية المملكة ٢٠٣٠، لاسيما 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، وخصوصًا 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.

استنادًا إلى المعطيات السابقة، تُطرح إشكالية الدراسة من خلال التساؤل 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

ترجع القيمة العلمية لهذه الدراسة إلى تزايد الحاجة 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 نموذجًا تطبيقيًا 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 والجودة للمشاريع، وتحليل العوامل التنظيمية والإدارية المؤثرة في تحقيق التوازن بينها. ومن شأن هذا الطرح أن يسهم في تطوير المعرفة العلمية بمجال إدارة المشاريع الحكومية وقياس كفاءتها في تحقيق مستهدفات رؤية المملكة ٢٠٣٠

ثانيًا: 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 الرئيسة 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، وتزود صنّاع القرار بأدوات تحليل كمية ونوعية تساعد في قياس كفاءة الأداء ومطابقة النتائج مع مؤشرات رؤية ٢٠٣٠ 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. وتتمثل الأهداف الفرعية للدراسة فيما يلي:

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

١. ما مدى التزام مشاريع شركة المياه الوطنية بالجدول الزمني المحددة في خطط التنفيذ؟
٢. ما درجة الانحراف بين التكاليف التقديرية المعتمدة والتكاليف الفعلية في مشاريع الشركة؟
٣. ما مدى التوافق بين مخرجات التنفيذ والمواصفات الفنية ومعايير الجودة المعتمدة في المشاريع؟
٤. 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: هناك ارتباط إحصائي معنوي بين جودة التخطيط الزمني ومدى الالتزام بالجدول الزمني لمشاريع شركة المياه الوطنية

في منطقة الرياض

H2: يظهر تأثير إحصائي واضح لمستوى نضج الحوكمة وإدارة المشتريات على نسبة تجاوز التكاليف في مشاريع شركة

المياه الوطنية

H3: العلاقة بين فعالية التنسيق بين الجهات المنفذة (المالك، المقاول، الاستشاري) ومستوى مطابقة الجودة للمواصفات

الفنية تعد علاقة ذات أهمية إحصائية

H4: التأخر الزمني يرتبط ارتباطاً مباشراً ذو دلالة إحصائية مع تجاوز التكاليف في مشاريع شركة المياه الوطنية

الدراسات السابقة

دراسة الزعبي والجغبير (٢٠١٩): تناولت الدراسة أثر تبني ممارسات الجودة في تحسين أداء المشاريع الإنشائية داخل الأردن، حيث ركزت على تحليل العلاقة بين عناصر الجودة الشاملة مثل القيادة، وتحفيز العاملين، والاهتمام بالمستفيد النهائي، وتنظيم علاقات التوريد، واستمرار التطوير، وبين مستوى كفاءة التنفيذ فيما يتعلق بالوقت والتكلفة وجودة المخرجات. اعتمد الباحثان على منهج وصفي تحليلي، وجمعت البيانات باستخدام استبانة طبقت على مجموعة من العاملين في قطاع الإسكان الأردني، ضمت مهندسين ومقاولين واستشاريين، وتمت معالجة البيانات باستخدام أدوات إحصائية مناسبة.

وأظهرت النتائج وجود علاقة إيجابية واضحة بين تطبيق ممارسات الجودة وتحسن الأداء في المشاريع الإنشائية، إذ ساهم تطبيق هذه المبادئ في خفض التكاليف الناتجة عن إعادة العمل، والالتزام بالمدد الزمنية المحددة، ورفع جودة النتائج النهائية للمشاريع. 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 (٢٠٢٣): 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 المشاريع الإنشائية والبنى 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 المزيني والأحمد (٢٠٢٠): تطبيق مثلث إدارة المشاريع (الوقت - التكلفة - الجودة) على تنفيذ فيلا سكنية في دولة الكويت

سعت الدراسة إلى بيان آلية تطبيق عناصر 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 يسهم في تقليص مدة التنفيذ بنسبة تصل إلى (٣٠٪) من البرنامج الزمني، مع إمكانية خفض التكلفة الإجمالية بنسبة (٣١٪) 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 (٢٠٢٥): تبحث هذه الدراسة أثر تأخر الدفعات المالية على سلوك العاملين في مشاريع البنية التحتية داخل المملكة العربية السعودية، مع دراسة الدور التعديلي للمواطنة التنظيمية في هذه العلاقة. استخدم الباحث المنهج الوصفي التحليلي، من خلال تطبيق استبانة على عينة مكونة من ٣٧٤ مدير مشروع ضمن قطاع البنية التحتية في المملكة.

وأشارت النتائج إلى وجود تأثير سلبي ملحوظ إحصائيًا بين تأخر الصرف المالي وسلوك العاملين ، حيث بلغ معامل الانحدار -٠.٥٢، مما يدل على أن التأخير يقلل من الأداء والسلوك الإيجابي. كما أشارت النتائج إلى أن المواطنة التنظيمية تؤثر إيجابيًا على سلوك العاملين بمعامل +٠.٦١، وأنها تقلل من الأثر السلبي لتأخر الدفعات، بحيث عند إدخال المواطنة التنظيمية كمتغير تفاعلي، انخفض التأثير السلبي من -٠.٥٢ إلى -٠.١٦.

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.

(2016) Alzara, Kashiwagi, and Al-Tassan تقوم هذه الدراسة بتحليل أبرز العوامل المسببة للتأخير في مشاريع البناء العامة داخل المملكة العربية السعودية، من خلال تطبيق نموذج PIPS كآلية للحد من تلك التأخيرات، واعتمدت الدراسة على حالة دراسية في بيئة جامعية. ، 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 ٥٠٪ و ١٥٠٪، وأن أبرز أسبابها تمثلت في ضعف التخطيط المسبق، وتأخر صرف الدفعات المالية، وتغيّر 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

(2022) Alajmi & Memon تطرقت هذه الدراسة إلى مراجعة أهم العوامل المؤثرة في حدوث التأخير في مشاريع التشييد بالمملكة العربية السعودية، من خلال تحليل شامل للأسباب الرئيسة وتأثيرها على أداء المشاريع. 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 بتبني 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.

(2009) Al-Kharashi & Skitmore تناول هذه الدراسة الأسباب الرئيسة التي تؤدي إلى تأخير المشاريع الإنشائية في القطاع الحكومي بالمملكة العربية السعودية، مع تحليل تأثير هذه العوامل على مدى الالتزام الزمني وجودة التنفيذ. 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 التصميم 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.

Zakaria, S. F., Mohamad Zin, R., Mohamad, I., Balubaid, S., Mydin, S. H., & Mohd

Rahim, E. M. R. (2017) تركز الدراسة على تحديد العوامل الأساسية المسببة لتأخر تنفيذ المشاريع الإنشائية في القطاع العام بالمملكة العربية السعودية، ودراسة مدى انعكاس هذه العوامل على الالتزام بالجدول الزمني وجودة أداء المشروع. هدفت هذه الدراسة إلى تحديد عوامل النجاح الحرجة في مشاريع البنية التحتية ومقارنتها مع تلك الخاصة بمشاريع المباني، نظرًا 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 جزئيًا.

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 تأثيرًا 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 والجودة وفق خصائص كل نوع من المشاريع.

Rostiyanti, S. F., Nindartin, A., & Kim, J.-H. (2022) تركز هذه الدراسة على وضع إطار لعوامل النجاح

الجوهرية في إدارة القيمة ضمن مشاريع البنية التحتية التي تعتمد أسلوب التصميم والبناء، بهدف رفع كفاءة التنفيذ وتحقيق

أفضل نتائج ممكنة من حيث التكلفة والجودة والأداء. 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 مرحلتي التصميم والتنفيذ ضمن جهة واحدة مسؤولة عن المشروع. أوضحت الباحثات أن هذا النظام أصبح يحظى بانتشار واسع في دول عديدة نظرًا لقدرته على تقليل الوقت والتكلفة وتحقيق تكامل أكبر بين فرق العمل الهندسية.

استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وذلك عبر تطبيق استبانة على عينة من المشاركين على مجموعة من مقاولي مشاريع البنية التحتية في إندونيسيا، بهدف تحديد العوامل الرئيسية 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 ٢٨ 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 ميدانيًا. 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) تبحث هذه الدراسة تحليل العوامل الجوهرية المؤثرة في نجاح مشاريع البنية التحتية المائية المنفذة بنظام الشراكة بين القطاعين العام والخاص، وذلك من خلال تحديد أهم عناصر النجاح وتحليل تأثيرها على تحقيق الأهداف الاستراتيجية للمشاريع هدفت هذه الدراسة إلى تحليل العوامل الحرجة لنجاح مشاريع البنية التحتية المائية المنفذة من خلال الشراكات بين القطاعين العام والخاص (PPP)،

والتي أصبحت تمثل أحد أهم نماذج التمويل والتتفيذ 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 المكون 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 اتفاق 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، يلاحظ تفاوت 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:

١. ندرة الدراسات التي تطبق المثلث الحديدي بشكل متكامل في البيئة السعودية.
٢. محدودية الدراسات التي تربط بين الأداء المؤسسي ونظم الحوكمة في إدارة المشاريع الحكومية.
٣. 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 يساهم 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.

يرتكز النموذج على أن التكامل بين عناصر الوقت، والتكلفة، والجودة يُعدّ رئيساً لنجاح المشاريع الحكومية، وأن أي اختلال في أحد 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

تُعتبر إدارة المشاريع من أبرز الأساليب الإدارية المعاصرة التي تُستخدم لتحقيق الأهداف المؤسسية ضمن حدود محددة تشمل الوقت والتكلفة والجودة.

ويعرّف معهد إدارة المشاريع إدارة المشروع بأنها ممارسة تهدف إلى توظيف المهارات والمعرفة والأدوات والتقنيات في تنفيذ أنشطة المشروع بما يضمن تحقيق 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 الباقيين. 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:

١. إدارة الوقت: وتركز على إعداد الجداول الزمنية ومتابعة التنفيذ باستخدام أدوات مثل المسار الحرج (CPM).
 ٢. إدارة التكلفة: وتُعنى بتقدير التكاليف ومقارنتها بالميزانية الفعلية مع تطبيق الرقابة المالية في جميع مراحل المشروع.
 ٣. 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)

رابعًا: 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. (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.

تم 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 ٢٠٣٠، مما يجعلها بيئة مثالية لتحليل كفاءة إدارة المشاريع الحكومية.

مصادر البيانات

١. 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.
٢. 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.

محل الدراسة وعينتها

يتكوّن مجتمع الدراسة من جميع الموظفين الإداريين والفنيين العاملين في إدارات المشاريع داخل شركة المياه الوطنية – فرع منطقة الرياض، نظرًا لارتباطهم المباشر بعمليات تخطيط وتنفيذ ومتابعة المشاريع الحكومية، وما يمثلونه من فئة أساسية في تحقيق أهداف تلك المشاريع.

أما عينة الدراسة، فقد تم اختيارها باستخدام الأسلوب العشوائي البسيط لتشمل مختلف المستويات الإدارية والفنية ذات العلاقة بإدارة المشاريع، بما يضمن تمثيلًا واقعيًا وشاملاً لمجتمع الدراسة. وقد بلغ حجم العينة الفعلي (٥٩) مشاركًا من منسوبي

الشركة، وتم تحليل بياناتهم باستخدام برنامج SPSS الإحصائي. ويُعد هذا الحجم كافيًا لتحقيق متطلبات التحليل الإحصائي، وضمان صدق النتائج ودقتها وقابليتها للتعميم على مشاريع البنية التحتية الحكومية المشابهة..

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 مقسمة إلى قسمين رئيسيين:

- **القسم الأول:** يتناول البيانات الديموغرافية
- **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

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

- عرض التكرارات والنسب المئوية: لدراسة الخصائص السكانية لعينة البحث
- حساب المتوسطات والانحرافات المعيارية: لتحديد مستوى إجابات الأفراد على كل محور من محاور الدراسة
- معامل بيرسون للارتباط: لبيان طبيعة العلاقة بين مكونات المثلث الحديدي وكفاءة تنفيذ المشاريع الحكومية
- تحليل الانحدار الأحادي والمتعدد: لقياس تأثير الوقت والتكلفة والجودة على الأداء الكلي للمشروعات
- اختبار الثبات: من خلال معامل كرونباخ ألفا للتحقق من موثوقية واتساق فقرات الاستبانة عبر أبعاد الدراسة

حدود الدراسة

١. 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.
٢. الحدود المكانية: تجرى الدراسة في شركة المياه الوطنية – فرع منطقة الرياض بصفتها إحدى الجهات الرئيسية المنفذة لمشاريع البنية التحتية الحيوية في المملكة.
٣. الحدود الزمانية: الفترة الزمنية للعام الجامعي ٢٠٢٥م.

الفصل الثاني: الإطار النظري

المبحث الأول: المثلث الحديدي لإدارة المشاريع

في بيئة الأعمال الحديثة، أصبحت إدارة المشاريع أحد المحاور الرئيسية لضمان تحقيق الأهداف الاستراتيجية للمؤسسات، خصوصًا في القطاعات التي تعتمد على مشاريع ذات طبيعة إنشائية أو خدمية معقدة. ويُعد نموذج المثلث الحديدي لإدارة المشاريع من أبرز الأطر النظرية التي تحدد معايير نجاح المشروع؛ حيث يقوم على ثلاثة أبعاد رئيسية هي: الوقت، التكلفة، والجودة. تمثل هذه الأبعاد مجتمعة منظومة مترابطة لا يمكن الفصل بينها، إذ يؤدي أي انحراف في أحدها إلى تأثير مباشر على البعدين الآخرين، مما يجعل إدارة التوازن بينها عملية حاسمة لضمان تحقيق الكفاءة التشغيلية والنتائج المستهدفة.

وينظر إلى المثلث الحديدي ليس فقط كأداة للقياس، بل كفلسفة إدارية تعكس جوهر عملية اتخاذ القرار في المشاريع، من خلال تحديد الأولويات، وإدارة الموارد، والتعامل مع المخاطر، وضبط التغييرات. كما يعد هذا النموذج أحد الركائز الأساسية التي تعتمد عليها منهجيات إدارة المشاريع الحديثة مثل PMBOK وPRINCE2، نظرًا لدوره المحوري في تفسير أسباب نجاح أو فشل المشاريع.

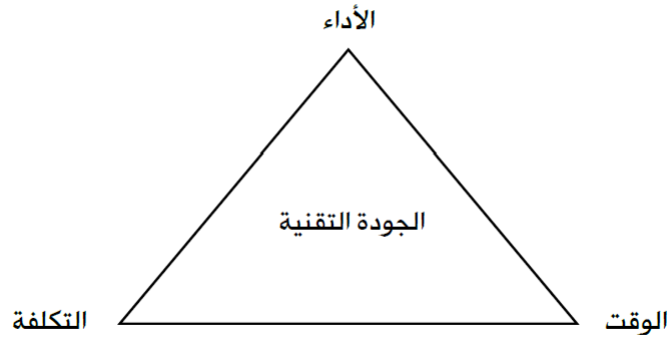
المطلب الأول: مفهوم إدارة المشاريع

إدارة المشاريع هي عملية مهنية تهدف إلى توجيه الموارد وتنظيم الأنشطة لتحقيق هدف محدد ضمن وقت معين وميزانية محددة وجودة مستهدفة، ويتم ذلك من خلال تطبيق مهارات وأدوات ومعارف متخصصة تضمن التحكم بمسار المشروع منذ بدايته وحتى اكتماله النهائي (PMI، ٢٠١٢). ويعتمد هذا المفهوم على منهجية دقيقة تشمل تحديد نطاق العمل، وضع الخطة الزمنية، تقدير التكلفة، وضبط الجودة، مع المتابعة المستمرة لجميع مراحل التنفيذ لضمان توافق النتائج مع المتطلبات التعاقدية. وتقوم إدارة المشاريع على مبدأ تحقيق النتيجة بأعلى كفاءة ممكنة، من خلال تقليل الانحرافات ومعالجة التحديات الميدانية بطريقة منهجية تسمح بالإبقاء على المشروع ضمن المسار الصحيح.

وتعتمد إدارة المشاريع في بيئات الأعمال عالية التعقيد على التحكم في عناصر الوقت والتكلفة والجودة، حيث يشكل كل عنصر منها محورًا أساسيًا للحكم على نجاح المشروع. يتم ضبط الوقت من خلال وضع جدول زمني واضح وتحديد الأنشطة الحرجة، ويتم إدارة التكلفة عبر مراقبة الصرف والتأكد من الالتزام بالميزانية المحددة، بينما تهدف إدارة الجودة إلى تحقيق المخرجات وفق المعايير الفنية المطلوبة دون الحاجة إلى إعادة العمل. ويؤدي هذا التوجه إلى بناء إطار إداري يحقق التوازن بين المتغيرات التشغيلية، ويضمن إنجاز المشروع بكفاءة عالية من بداية التنفيذ حتى التسليم النهائي (نصير، ٢٠٠٦).

ويستند مفهوم إدارة المشاريع كذلك إلى الاستخدام المنظم للموارد المتاحة، سواء كانت بشرية أو مادية أو تقنية، حيث يتم توزيع المسؤوليات، وتحديد مهام كل طرف، وتفعيل قنوات الاتصال لضمان الانسياب الفعال للمعلومات داخل بيئة المشروع. ويسهم هذا النهج في تحقيق تكامل وظيفي بين مراحل المشروع، ويعزز قدرة المؤسسة على تنفيذ الأعمال دون تجاوز أو تأخير، مع ضمان توافق النتائج مع الأهداف المتفق عليها. وبهذا المفهوم، تصبح إدارة المشاريع إطارًا تنظيميًا يسهم في تحسين كفاءة التنفيذ، والحد من المخاطر التشغيلية، وتحقيق مخرجات قابلة للقياس تدعم الأداء المؤسسي (يوسف، ٢٠١٢).

المطلب الثاني: نموذج المثلث الحديدي: النشأة والمفهوم والمكونات



الشكل (١): نموذج المثلث الحديدي

النشأة والتطور التاريخي لنموذج المثلث الحديدي

ظهر نموذج المثلث الحديدي في سياق الحاجة إلى إطار يضبط توازن المشروع بين الزمن والتكلفة والنطاق باعتبارها الركائز الرئيسية التي يقوم عليها أي نشاط مشروع، حيث أصبح يُنظر إلى المشروع على أنه منظومة مقيدة بمجموعة من الالتزامات التي يجب إدارتها في وقت واحد لتحقيق النتائج المطلوبة. وقد برز هذا النموذج مع تطور إدارة المشاريع الحديثة في الثمانينيات والتسعينيات، عندما ازدادت أهمية التخطيط والتحكم الاستراتيجي كعوامل حاسمة لضمان نجاح المشاريع في مختلف القطاعات. (Morris & Hough, 1987) وقد أسهمت المؤسسات العالمية في تبني هذا النموذج بوصفه حجر الأساس في صياغة معايير إدارة المشاريع، خاصة بعد أن أثبت أن المشروعات تفشل غالبًا ليس بسبب نقص الموارد بل نتيجة عدم تحقيق التوازن بين الزمن والتكلفة والنطاق. (Project Management Institute, 2004) وقد تأسس هذا

النموذج على فرضية أن كل مشروع يجب أن يعمل داخل مثلث تتحدد أضلاعه وفق متطلبات الإنجاز ومتغيرات السوق، مما جعله إطاراً مرجعياً لاتخاذ القرار وتقييم الأداء.

كما ارتبط انتشار هذا النموذج بالتطبيقات العملية في إدارة المشاريع التكنولوجية والإنشائية، حيث أثبتت التجارب أن أي تغيير في أحد أضلاع المثلث يؤدي بالضرورة إلى آثار مباشرة على الضلعين الآخرين، وهو ما جعله يمثل أداة تشخيصية لتوقع المخاطر وتوجيه القرارات التصحيحية في المراحل المبكرة من المشروع. (Marchewka, 2006) وبمرور الوقت، تحول هذا النموذج من مجرد أداة لقياس النجاح إلى نموذج إداري يعكس طبيعة التحديات التي تواجه المشاريع ويحدد المعايير الواقعية للأداء القابل للتحقيق. (Van Wyngaard, 2011)

المفهوم العلمي للمثلث الحديدي

يعبر نموذج المثلث الحديدي عن العلاقة التبادلية بين الزمن والتكلفة والنطاق، حيث يُنظر إلى هذه العناصر بوصفها قيوداً إجبارية وليست خيارات يمكن التحكم بها بمعزل عن بعضها. ويستند المفهوم إلى مبدأ أن نجاح المشروع لا يتحقق من خلال التركيز على عنصر فردي، بل من خلال إيجاد التوازن بين هذه القيود بما يحقق الجودة المطلوبة. وقد تم اعتماد هذا النموذج في الأدبيات الإدارية باعتباره يمثل جوهر عملية التخطيط، ويشكل الأساس الذي يُبنى عليه تحديد أهداف المشروع ومؤشرات الأداء. (Campbell & Baker, 2007)

يقوم المفهوم على أن الزمن يمثل الإطار الذي يجب ضمنه إنجاز مخرجات المشروع، والتكلفة تمثل الميزانية المخصصة للموارد، والنطاق يشير إلى حجم العمل المطلوب تحقيقه. ولا يمكن لأي مشروع أن يحقق نجاحه دون تحديد واضح لهذه الأبعاد الثلاثة، إذ إن أي تغيير في أحدها يؤدي إلى خلل في الآخر. فعند تقليل مدة المشروع، غالباً ما تزداد التكلفة أو ينخفض النطاق، وعند محاولة تقليل التكلفة، قد يضطر مدير المشروع إلى تمديد المدة الزمنية أو تقليص مخرجات المشروع. (Barker & Cole, 2007).

ويستخدم هذا النموذج كأداة تحليلية لاتخاذ القرار، حيث يساعد في فهم آليات تبادل القيود وتحديد أي من الأبعاد هو الأكثر أولوية في المشروع. فإذا كان الهدف الاستراتيجي للمؤسسة هو تسريع التسليم، فإن الزمن يصبح القيد الحاكم، بينما تصبح التكلفة والنطاق عناصر قابلة للتعديل. أما إذا كان المشروع موجهاً بتحقيق جودة عالية للنطاق، فإن المؤسسة قد تسمح بزيادة التكلفة أو تمديد الزمن لضمان الامتثال للمعايير. (Project Management Institute, 2004)

المكونات الأساسية والعلاقات الديناميكية للنموذج

يتكون المثلث الحديدي من ثلاثة عناصر مترابطة هي الزمن والتكلفة والنطاق. يمثل الزمن إطار المشروع الزمني الذي يجب خلاله تنفيذ الأنشطة وتحقيق التسليمات، وهو عنصر أساسي لأنه يرتبط مباشرة بالالتزامات التعاقدية ومتطلبات السوق (Newell & Grashina, 2003). وتمثل التكلفة الموارد المالية والبشرية والمادية المستخدمة لإنجاز المشروع، وهي تعكس القدرة التمويلية للمؤسسة ومدى كفاءتها في إدارة الموارد المحدودة. أما النطاق فهو المخرجات المتوقعة من المشروع، ويشمل حجم الأنشطة ومتطلبات الجودة والتسليم النهائي. (Ward, 2003)

تعتمد العلاقة بين هذه العناصر على مبدأ التأثير المتبادل، حيث يؤدي تعديل أي عنصر إلى تغير في العنصرين الآخرين. فعلى سبيل المثال، زيادة نطاق المشروع تتطلب زمناً أطول وتمويلًا إضافيًا، بينما يؤدي تقليص الميزانية إلى إطالة الفترة الزمنية أو تقليل جودة النطاق. (Dobson & Feickert, 2007)

ويعمل هذا النموذج كإطار لاتخاذ القرار، حيث يمكن من ترتيب الأولويات وتحديد ما إذا كان المشروع مقيدًا بالزمن أو التكلفة أو النطاق، ومن ثم اتخاذ الإجراءات التصحيحية المناسبة لضمان تحقيق أفضل توازن ممكن بين هذه المتغيرات (Van Wyngaard, 2011).

كما يُظهر هذا النموذج طبيعة المخاطر في المشروع، إذ يُعد كل ضلع مصدرًا محتملاً للمخاطر التشغيلية أو المالية أو التنظيمية. ولذلك فإن المدير الفعال هو من يستطيع إدارة العلاقات التبادلية بين هذه الأضلاع لتحقيق القيمة النهائية للمشروع دون تجاوز القيود المفروضة عليه. (Collins & Porras, 1994) وفي سياق الإدارة الاستراتيجية للمشاريع، أصبح هذا النموذج يُستخدم لتحديد مركز القوة في المشروع، سواء كان زمنيًا أو ماليًا أو تشغيليًا، وبناءً عليه يتم وضع الهيكل الإداري وخطط التنفيذ والمتابعة.

المطلب الثالث: أبعاد المثلث الحديدي (إدارة الوقت - إدارة التكلفة - إدارة الجودة)

إدارة الوقت

الوقت يمثل أحد الأعمدة الأساسية في المثلث الحديدي، ويُعد عاملاً حاسماً في تحديد نجاح المشروع، إذ يُقاس مدى كفاءة الإدارة بقدرتها على الالتزام بالجدول الزمني المحدد دون حدوث تأخير يؤدي إلى اختلال بقية عناصر المشروع. ثبات الوقت يسهم في الحفاظ على الانسجام بين التكلفة والنطاق، كما أن أي انحراف زمني يؤدي إلى زيادة المتطلبات التشغيلية والمالية. يعتمد المشروع في مساره الزمني على مراحل تخطيطية متتابعة لضمان تنفيذ جميع المهام وفق تسلسل منطقي يمنع التداخل أو الارتباك في الأنشطة، مما يحافظ على الجودة ويمنع التوسع غير المنضبط في التكلفة. (Highsmith, 2009)

التحكم في الوقت يوفر بيئة مستقرة لاتخاذ القرارات وإدارة الموارد بكفاءة، حيث ترتبط الجدولة الزمنية بتقدير حجم العمل وتوزيعه على فترات مدروسة تمنع الضغط التشغيلي أو تعطيل التسليم النهائي. الالتزام الزمني يُعد مؤشراً على متانة الإدارة ووضوح الأهداف، كما يمثل وسيلة لضمان توافق المشروع مع متطلبات أصحاب المصلحة. التأخير الزمني يؤدي إلى تأثيرات تراكمية تشمل ارتفاع التكلفة، تقليل جودة المخرجات، أو الحاجة إلى إعادة هيكلة نطاق العمل. إدارة الوقت تتطلب المرونة في التعامل مع المتغيرات مع الحفاظ على الاستقرار العام للمشروع، مما يجعل عنصر الوقت ليس مجرد إطار زمني بل منظومة تحكم متكاملة تمنع انهيار المشروع أو فقدانه لقيمته الاستراتيجية. (Kerzner, 2023)

العلاقة بين الوقت وبقية عناصر المثلث الحديدي علاقة تبادلية تؤدي إلى إعادة ضبط مستمرة لضمان الحفاظ على التوازن. الاختلال الزمني يؤدي إلى اضطراب مباشر في التكلفة والجودة، فكلما تم تقليص الوقت دون تعديل الموارد تنخفض الجودة نتيجة تسريع العمليات، بينما يؤدي تمديد الوقت إلى ارتفاع التكلفة نتيجة استمرار استهلاك الموارد. إدارة الوقت تعمل كعامل ضبط استراتيجي يمنع الانحرافات ويضمن بقاء المشروع ضمن المسار المخطط له، كما يساهم في تحقيق القيمة النهائية للمشروع وضمان قبول المخرجات من الأطراف المستفيدة. الحفاظ على الوقت هو الخط الدفاعي الأول لضمان عدم انهيار المشروع، وهو الركيزة التي تستند عليها العمليات التشغيلية لضمان جودة المخرجات وتحقيق الأهداف وفق نطاق المشروع المعتمد. (Highsmith, 2009)

إدارة التكلفة

التكلفة قيدٌ أساسي ضمن أضلاع المثلث الحديدي، وتمثل الحدود المالية التي يجب أن يعمل داخلها المشروع لضمان الحفاظ على توازنه العام. ثبات التكلفة يعني بقاء المشروع ضمن الميزانية المعتمدة، وهو جزء من الهدف المركزي للإدارة المتمثل في إبقاء المشروع «ضمن الميزانية والموعد النهائي ومع تلبية الخصائص الجوهرية للنطاق» (Team Asana, 2024) ويتحدد موقع التكلفة داخل النموذج التقليدي للمثلث إلى جانب الوقت والنطاق باعتبارها متغيرات تحدد جودة المشروع، ومعادلة التوازن فيه تقتضي أنه عند تغير أحد الأضلاع يجب ضبط الضلعين الآخرين للمحافظة على الترابط، وإلا حدث «انهيار المثلث» وتدهورت الجودة (Highsmith, 2009)

التكلفة تتأثر تبادلياً بالزمن والنطاق؛ تمديد الزمن يرفع الكلفة لاستمرار استهلاك الموارد، وتوسيع النطاق يفرض زيادات مقابلة لضمان الاتساق مع الجودة المستهدفة. يحسم الإطار النظري أن المثلث التقليدي يقوم على ضبط الأضلاع الثلاثة بحيث لا يؤدي تحريك أي رأس دون تعديل الآخرين إلى تدهور في المخرجات، ما يجعل الرقابة على التكلفة ممارسةً ملازمةً لإدارة الجدول الزمني والنطاق في آنٍ واحد (Team Asana, 2024؛ Highsmith, 2009)

وفي البيئات التي تتسع فيها منظومة القيود، تقدم أدبيات القياس تصور «القيود التنافسية» حيث تبقى التكلفة عنصرًا رئيسًا ضمن مجموعة أوسع من القيود، مع اشتراط «تعريف مقياس لكل قيد» دون افتراض أن كل القياسات ستكون مؤشرات أداء رئيسية، وهو ما يرسخ التعامل المهني مع التكلفة كقيدٍ قابل للقياس المستمر داخل نظام مؤشرات واقعي (Kerzner, 2023) إدارة التكلفة تتأسس على التخطيط المسبق والقياس الدوري واتخاذ إجراءات تصحيحية عند أول انحراف، لأن نجاح المشروع يُقاس تقليدياً بتحقيق الاتزان بين الوقت والتكلفة والنطاق، مع الحفاظ على جودة تُعدّ نتيجةً لتوازن الأضلاع لا ضلعاً مستقلاً. وفي التصورات الحديثة الممتدة من النموذج التقليدي، تبقى «القيود التقليدية الثلاثة» (الوقت، التكلفة، النطاق) موجودة حتى داخل الأطر الرشيقة، لكن مركز الثقل ينتقل إلى «القيمة» مع بقاء الوقت قيدًا ثابتًا وإعادة ضبط النطاق والتكلفة لتحقيق أعلى قيمة ضمن الزمن المتاح؛ ما يعني أن التكلفة تُدار كمتغير تكيفي لتحقيق قيمة أصحاب المصلحة دون الخروج عن قيود المثلث (Highsmith, 2009)

إدارة الجودة

الجودة في المثلث الحديدي ليست عنصراً مستقلاً، وإنما هي النتيجة التي تُقاس بها كفاءة تحقيق التوازن بين الوقت والتكلفة والنطاق. فعندما يتم التحكم في هذه العناصر الثلاثة والمحافظة على اتساقها، تتحقق جودة المشروع وفقاً للمعايير المتفق عليها مع أصحاب المصلحة. يشير النموذج التقليدي إلى أن أي اختلال في أحد هذه الأبعاد، مثل تأخير الوقت أو تجاوز التكلفة أو التوسع في النطاق، يؤدي مباشرة إلى تدهور مستوى الجودة، ما يعني أن الجودة تُعد انعكاساً لحالة التوازن الداخلي للمشروع، وليست قراراً منفصلاً يمكن التحكم به بمعزل عن بقية المتغيرات (Highsmith, 2009)

الجودة تُفهم في إطار المثلث الحديدي بوصفها مقياس تحقيق متطلبات المشروع، حيث تتحقق عندما يُسَلَّم المشروع في الوقت المحدد، وضمن الميزانية المقررة، ووفق نطاق العمل المعتمد. وفي حال تحرك أي ضلع من الأضلاع الثلاثة دون تعديل الضلعين الآخرين، تتعرض جودة المشروع للخطر. هذا المفهوم يضع الجودة في مركز المثلث كمعيار نهائي للحكم على النجاح، ويُظهر أنها لا تُدار بمعزل عن الزمن والتكلفة، بل هي نتيجة منطقية لضبط تلك القيود بدقة طوال دورة حياة المشروع، وتُقاس من خلال مدى توافق النتائج مع المتطلبات التعاقدية وقيمة المخرجات بالنسبة للمستخدم النهائي (Team Asana, 2024)

كما توضح النماذج الموسعة للمثلث الحديدي أن الجودة يمكن أن تأخذ مكاناً في رأس المثلث بدلاً من النطاق في بعض الصناعات، ما يعكس أهميتها في المشاريع المعقدة التي تتطلب درجات عالية من الموثوقية والأداء. في هذه الحالة تصبح الجودة قيماً رئيسياً يتعين على الإدارة تحقيقه حتى لو استلزم الأمر تعديل التكلفة أو الوقت أو نطاق العمل. غير أن الصيغة الأساسية التي يعتمدها الملف تؤكد أن الجودة يتم تعريفها وتقييمها من خلال ضبط عناصر التكلفة والوقت والنطاق، مما يجعلها معياراً لتحديد نجاح المشروع وليست مجرد أحد مدخلاته التشغيلية (Pollack et al., 2018)

المبحث الثاني: كفاءة ونجاح المشروع في ضوء المثلث الحديدي

في ظل التوسع المتسارع في تنفيذ المشاريع الإنشائية ومشاريع البنية التحتية، لم يعد النجاح يُقاس بالاكتمال بتسليم المشروع في صورته النهائية، وإنما أصبح يُنظر إليه بوصفه عملية مركبة تتداخل فيها الأبعاد الزمنية والمالية والفنية ضمن إطار تكاملي يعبر عنه نموذج "المثلث الحديدي". ويُعد هذا النموذج من أكثر النماذج شمولاً وواقعية في تفسير كفاءة المشروع، إذ ينظر إلى الإنجاز الحقيقي من زاوية القدرة على تحقيق التوازن بين الوقت المخصص للتنفيذ، والتكلفة المعتمدة، ومستوى الجودة المطلوب، دون الإخلال بأي من هذه العناصر أو التضحية بأحدها لصالح الآخر.

ويرى أن كفاءة المشروع لا تتجلى في بلوغ هدف واحد من أهدافه، وإنما في تحقيق التكامل بين الأداء الزمني والمالي والجودة بوصفها عناصر مترابطة تشكل حجر الأساس في نجاح المشروع واستدامة أثره. فكل انحراف في واحد من هذه الأبعاد يؤدي إلى انعكاسات مباشرة على الضلعين الآخرين، مما يجعل المثلث الحديدي إطاراً حاكماً لفهم ديناميكية النجاح وتقويمه بطريقة علمية يمكن قياسها وتحليلها.

المطلب الأول: مفهوم كفاءة المشروع وعلاقته بأبعاد المثلث الحديدي

يُعرّف نجاح المشروع—في الممارسة المهنية لإدارة المشاريع—بوصفه قدرة المشروع على تحقيق غاياته المخططة ضمن توازنٍ متزامن بين الزمن والتكلفة والجودة/النطاق؛ أي الالتزام بالجدول الزمني، والبقاء داخل الميزانية، وتسليم مخرجات مطابقة للمواصفات. هذا التصور يركز على نموذج المثلث الحديدي الذي يصوّر العلاقة الترابطية والتبادلية بين أضلاعه: فكل تغيير في أحد الأبعاد يقابله بالضرورة تأثير على البعدين الآخرين؛ ومن ثم لا تُقاس النتيجة النهائية على بُعد منفرد بل على قدرة الإدارة على موازنة القيود الثلاثة معاً. (Van Wyngaard, Pretorius & Pretorius, 2012)

تُعد الإدارة الفعالة للقيود الثلاثة بوصفها نظاماً مترابطاً شرطاً سابقاً للنجاح؛ إذ إن سوء إدارة مقايضات الوقت/التكلفة/النطاق يؤدي إلى انفصال المشروع عن غايته وظهور صراع "إما/أو"، بينما المطلوب هندسة "و" التي تُمسك بالأطراف المتعارضة معاً عبر آلية واضحة لإدارة المرونة النسبية داخل المثلث وصولاً لنتيجة نافعة من حيث نجاح المشروع (Van Wyngaard, Pretorius & Pretorius, 2012).

في الأدلة المهنية المعتمدة، يرد المثلث بوصفه الإطار الأكثر تأثيراً على مسار المشروع؛ إذ تُعرض الإدارة هنا باعتبارها توظيف المعرفة والمهارات والأدوات لبلوغ النتائج المرجوة ضمن قيود الزمن والتكلفة والجودة، مع تأكيد أن تلك الأبعاد هي

الأكثر حساسية لتغير القرارات التنفيذية. وبذلك يصبح نجاح المشروع عملياً دالةً في ضبط هذه القيود أثناء التخطيط والتنفيذ والرقابة والإقبال. (Project Management Institute, 2017).

على مستوى البعد الزمني، يتجلى النجاح في الوفاء بالمواعيد الحرجة والمسار الحرج وتقادي تراكم التأخيرات صغيرة الحجم التي تُنتج انزياحاً كبيراً على خط الأساس الزمني. ويُظهر الواقع التطبيقي أن الانزياحات الزمنية لا تقف عند حدّ تمديد المدة، بل تُصعد تكاليف المشروع (تكاليف مباشرة وغير مباشرة) وتضغط على الجودة بفعل التسريع غير المدروس. ومع أن مسببات التأخير متعددة، فإن الأدلة الميدانية تُبرز دور العوامل الإدارية والتنظيمية (ضعف التخطيط المسبق، بطء اتخاذ القرار، قصور التأهيل والخبرة) في تكبير فجوة الأداء الزمني، ما يجعل التحكم في الوقت علامةً فارقةً لنجاح المشروع (Al-Kharashi & Skitmore, 2009).

وبالنسبة إلى البعد المالي، فإن نجاح المشروع يتطلب الالتزام بالميزانية وتحقيق قيمة مكتسبة متناسبة مع الإنفاق؛ فالتجاوزات ليست مجرد أرقام، بل مؤشرات على خلل في تقدير النطاق أو في إدارة العقود والمشتريات أو في ضبط التغييرات أثناء التنفيذ. وتُظهر الشواهد الميدانية أن التأخر في الدفعات، وضعف الجدارة المالية، وتذبذب القرارات من قبل المالك هي من بين العوامل التي ترفع احتمالات زيادات التكلفة وتُؤوِّض فرص النجاح، لا سيما حين تتداخل مع قصور خبرات المقاولين أو نقص المواد والعمالة. (Al-Kharashi & Skitmore, 2009).

أما الجودة بوصفها تمثيلاً لقدرة المخرجات على مطابقة المواصفات الفنية وتحقيق خصائص المنفعة—فإنهما ينبثقان من التوازن بين الزمن والتكلفة؛ إذ لا تُنتج جودةً مستقرةً إذا اختلف أحد الضلعين الآخرين؛ وهذا ما يفسره النموذج الترابطي الذي يُظهر أن الجودة متأثرة بمستوى الاتساق بين اتساع النطاق وموارد الوقت والميزانية المتاحة (Van Wyngaard, Pretorius & Pretorius, 2012).

ونُعين العلاقات الرياضية المبسطة للمثلث على تفسير المقايضات؛ فزيادة النطاق غالباً ما تستلزم زيادة في الوقت والتكلفة، وتثبيت الزمن يُملي تقليص النطاق أو رفع التكلفة، في حين أن تقليص التكلفة يقتضي غالباً خفض النطاق أو إطالة الزمن. هذه العلاقات ليست متناظرة دوماً؛ إذ قد تكون زيادة أحد المتغيرين أكبر من الآخر تبعاً للظروف التنفيذية والتوافر الموارد، ما يعيد التأكيد أن النجاح لا يتحقق إلا بمرونةٍ مُدارة تحفظ تماسك المثلث.

ضمن التطورات الحديثة، تُشير المراجعات المنهجية إلى أن جوهر “المثلث/القيود” لا يزال إطارًا صالحًا لقياس النجاح في المشاريع، خصوصًا في التشييد؛ لكن النقاش استمر حول موضع الجودة: هل هي رأس مستقل أم نتيجة مشتقة من الوقت/التكلفة/النطاق؟ وتذهب أحدث القراءة المفاهيمية إلى أن الجودة تُعرف ضمنيًا عبر توازن الأبعاد الثلاثة، وأن معيار النجاح يبقى هو قدرة الإدارة على الإبقاء على المثلث متوازنًا مع اختلاف السياقات والقطاعات (Burgar Makovec, 2025).

وتشير الأدلة أن الوقت والتكلفة والجودة هي الأقسام الأكثر تأثيرًا في إدارة المشاريع، وأن بيان العلاقة بينها—سواء كانت علاقة طردية أو عكسية—يساعد المديرين على فهم أثر أي تعديل على مسار التنفيذ. هذا العرض يعيد صياغة النجاح على أنه تحقيق الغاية بأعلى جودة ممكنة ضمن زمن وميزانية محددين، ويستتبع ذلك أن انضباط التغيير في النطاق شرطٌ لحماية الجودة وتقليل آثار الانزياح الزمني والمالي. (Project Management Institute, 2017)

عمليًا، تتطلب إدارة النجاح ثلاثة مسارات تكاملية:

- تخطيط خط الأساس (زمن/تكلفة/نطاق) بدقة وربطه بمؤشرات أداء قابلة للقياس
 - حوكمة التغيير بحيث لا يُسمح بإدراج نطاق إضافي دون تقييم أثره على الوقت والميزانية
 - رقابة قيمة مكتسبة تُحوّل النجاح من كونه وصفًا لاحقًا إلى قياسٍ مستمر خلال التنفيذ.
- وتظهر خبرة المشروعات كثيفة التعقيد أن تجاهل هذا التكامل يقود إلى ما يُعرف بـ“انهيار المثلث”، حيث تتحرك إحدى الرؤوس دون تعديل الباقي، فتتخفّض الجودة وتقل أهداف التسليم. كذلك البيانات الميدانية أن الأبعاد الثلاثة لا تعمل في فراغ؛ فالوقت يتأثر بكفاءة اتخاذ القرار، والتكلفة تتأثر بانسيابية الدفعات وإدارة العقود، والجودة تتأثر بوضوح النطاق وتكامل التصميم. وكلما زادت اللايقينيات (تغييرات، نقص موارد، تعدد أطراف)، ارتفعت أهمية إدارة المقايضات عبر آليات رسمية (بوابات قرار، لجان تغيير، تقارير قيمة مكتسبة) لضمان استمرارية التوازن؛ فحظوظ النجاح ترتفع بقدر قدرة الإدارة على إعادة موازنة المثلث سريعًا كلما وقع انحراف (Al-Kharashi & Skitmore, 2009).

المطلب الثاني: العوامل المؤثرة في انحراف الوقت والتكلفة والجودة وفق نماذج التأخير وفشل المشاريع

أولاً: عوامل انحراف الوقت (Delay Drivers)

انحراف الجدول الزمني يرتبط بمجموعة منظّمة من مسببات التأخير يمكن تصنيفها إلى سبع حِزَم رئيسية: عوامل المالك، المقاول، الاستشاري، المواد، العمالة، العقد، والعلاقات بين الأطراف. هذا التصنيف يُستخدم لقياس درجة التأثير الحالي لكل سبب وإمكانية تحسينه عملياً، وقد طُبّق على عيّنة مكونة من ٨٦ جهة (مالكون ومقاولون واستشاريون) داخل قطاع التشييد، بما يسمح بإرجاع الانحرافات الزمنية إلى مصادرها الإدارية والتنظيمية والتنفيذية بدقة أعلى. أبرز نتيجة كمية ضمن هذا الإطار تُظهر أن نقص الكوادر المؤهلة وذات الخبرة يمثل «السبب الأكثر تأثيراً» في التأخير؛ إذ يرتبط بزيادة حجم المشروعات وحدائتها مقابل شحّ المعروض من القوى العاملة المتمرسه، ما يُنتج سلاسل من التأخيرات التراكمية عبر مسار التنفيذ. كما تُسجّل المراجعات التاريخية داخل العينات الحكومية نسب تأخير مرتفعة مستمرة (بلغت نحو ٧٠٪ في فترات سابقة)، ما يدعم بناء أدوات تشخيص مبكر لأسباب التأخر قبل تحوّلها إلى انزياحات كبيرة عن خط الأساس الزمني. هذه النتائج تجعل إدارة الوقت مركز النّقل في منع الانجراف نحو الفشل الزمني ومن ثم المالي والجودة، لأنّ التأخير يُضاعف التكاليف غير المباشرة ويضغط الجودة عبر التسريع غير المدروس. (Al-Kharashi & Skitmore, 2009)

ضمن منظور المثلث الحديدي، يُصنّف المشروع بحسب القيد الأكثر صلابة (Driver) والقيد الأكثر مرونة نسبياً. وحين يكون الزمن هو القيد القائد (Time-driven)، فإنّ أيّ تغيّر في النطاق أو الموردية يستلزم نقل مرونة محسوبة إلى التكلفة أو إلى تخفيض النطاق، وإلا اختلّ التوازن وتحوّل التأخير إلى انهيار للمثلث (Triangle Breakdown). ترتب المرونة لا يعني الأهمية، بل قابلية المناورة تحت الضغط؛ وهو ما يفسر انتقال التأخير الزمني بسرعة إلى موجاتٍ من إعادة الجدولة وإعادة الترتيب المالي والتقني. (Van Wyngaard, Pretorius & Pretorius, 2012)

ثانياً: عوامل تجاوز التكلفة (Cost Overrun Drivers)

تجاوز التكلفة يظهر بوصفه مؤشر إخفاق مالي إذا لم يقترن بقيمة مكتسبة متناظرة، وتعود جذوره عادةً إلى تقديرات أولية غير دقيقة للنطاق، تغييرات متكررة أثناء التنفيذ دون تقييم أثرها، ضعف إدارة العقود والدفع، وتذبذب قرارات المالك. تُظهر البيانات الميدانية أنّ تأخر الدفعات ونقص الانسيابية في التدفقات المالية يرفعان احتمال الزيادات غير المخططة، خصوصاً إذا تقاطعا مع قصور خبرات المقاولين أو اضطراب التوريد أو القرارات المتأخرة من الاستشاريين. هذه المجموعة من المسببات

لا تبقى مالتية خالصة؛ فهي تُعيد تشكيل الجدول الزمني وتؤثر على الجودة عبر خفض الموصفات أو اللجوء إلى بدائل أدنى درجة، وهو ما يعيد التأكيد على أن التكلفة ليست محوراً منفصلاً بل ضلعاً يتبادل التأثير مع الزمن والجودة/النطاق في الوقت نفسه. (Al-Kharashi & Skitmore, 2009)

ضمن البناء النظري للمثلث، تُعالج قرارات التكلفة وفق مقايضات صريحة: تثبيت الميزانية تحت ضغط توسع النطاق أو ضعف الإنتاجية الزمنية يُفضي غالباً إلى تراجع جودوي، بينما تخفيض التكلفة دون تعديل النطاق أو الزمن يضغط الجودة أو يخلق تأخيرات لاحقة نتيجة «إعادة العمل» واحتياجات التصحيح. الإطار المفاهيمي يوجّه المدير إلى قياسٍ تفاضلي لكل قيد بوصفه متغيراً له مؤشر قياس (Metric) واضح، مع الإقرار بأنّ ليست كل المؤشرات قياساً رئيساً للنجاح (KPI)؛ إذ تُبنى لوحة القيادة بانتقاء مؤشرات تعكس «قيمة» المشروع و«صحة» التوازن، لا مجرد عدّ إنفاقي أو زمني. (Van Wyngaard, Pretorius & Pretorius, 2012; Bugar Makovec, 2025)

ثالثاً: عوامل تدهور الجودة/النطاق (Quality/Scope Deterioration Drivers)

الجودة—بوصفها قدرة المخرجات على مطابقة الموصفات—تتجذّر داخل الأضلاع الثلاثة للمثلث ولا تعمل كقيمة معزولة؛ إذ تتأثر مباشرةً بميزان الزمن-التكلفة-النطاق. اتساع النطاق دون إضافة متناظرة في الزمن أو التكلفة يُنتج ضغطاً على جودة التنفيذ، بينما تثبيت الزمن والتكلفة تحت تغيير متطلبات المستخدم يفرض تنازلاتٍ جودوية أو حلولاً أدنى درجة. لذلك تُقدّم الجودة عملياً باعتبارها «ناتجاً متوازناً» لا «رأساً مستقلاً»، ويُعرّف فشل الجودة هنا كحالة انفصال رأس المثلث بسبب تحرك نقطة (نطاق أو زمن أو تكلفة) من دون تعديلٍ مقابل في النقطتين الآخرين. هذا التحليل يفسر حالات التعثر التي تُسجّل مطابقة شكلية للمواعيد أو للميزانيات لكنها تُغفل المطابقة الفنية في اختبارات التسليم والتشغيل. (Van Wyngaard, Pretorius & Pretorius, 2012)

وفي الواقع العملي، تُظهر التطبيقات العملية أن العلاقة بين الوقت والتكلفة والجودة علاقة ترابطية مباشرة؛ فرفع مستوى الجودة يؤدي إلى زيادة الزمن والتكلفة، بينما تقليص الزمن دون دعم موارد إضافية يؤدي إلى انخفاض الجودة أو ارتفاع التكلفة. وفي حال الإبقاء على مستوى جودة ثابت مع تسريع التنفيذ، تكون النتيجة زيادة مباشرة في التكلفة، في حين أن تثبيت التكلفة مع تحسين الجودة يقتضي تمديد الزمن. وتُستخدم هذه العلاقات كأداة لاتخاذ القرار لتوقع أثر أي تعديل قبل اعتماده، بما يضمن الحفاظ على توازن الأبعاد الثلاثة ومنع اختلال أحدها على حساب الآخر.

ولغرض منع الانحرافات قبل وقوعها، يقدّم إطار هرمية القيود طريقة عملية لتحديد القيد القائد (Driver) في كل مرحلة— زمن أو تكلفة أو نطاق—ثم استغلال مرونة القيدين الآخرين لتلبية متطلباته «المطلقة»، مع مراجعة دورية لترتيب المرونة عند تغيير السياق. هذا الأسلوب يُحوّل إدارة الجودة من رد فعل متأخر إلى توازن استباقي يُحافظ على اتصال الأضلاع ويمنع الانهيار الناتج عن تحريك رأسٍ واحدٍ منفردًا. (Van Wyngaard, Pretorius & Pretorius, 2012)

المطلب الثالث: نماذج قياس نجاح المشاريع

نموذج المثلث الحديدي (Triple Constraint / Project Triangle)

يُقدّم هذا النموذج بوصفه البنية المفاهيمية الأقدم والأكثر رسوخًا لقراءة نجاح المشروع من داخل التفاعل بين الزمن والتكلفة والجودة/النطاق. جوهره أن هذه الأبعاد تعمل كنظامٍ واحد؛ أي تغيير في أحد الأضلاع يفرض إعادة توزيع مدروسة للمرونة على الضلعين الآخرين حتى لا يحدث اختلال هيكلي في مسار التنفيذ. القياس هنا لا يقتصر على رصد الالتزام بالمواعيد والميزانية والمواصفات، بل يمتد إلى تحليل المقايضات الناتجة عن قرارات التغيير: تثبيت الوقت تحت ضغط توسّع النطاق يدفع عادة إلى رفع التكلفة أو خفض الجودة، والعكس صحيح. يتجسّد النجاح عندما تتمكّن الإدارة من حوكمة التغيير وضبط خطوط الأساس (Baseline) والاحتفاظ بقدرةٍ مستمرة على إعادة الموازنة كلما ظهر انحراف. بهذا المعنى، يعمل المثلث الحديدي كإطار حاكم يُبنى عليه غيره من النماذج، ويُفهم أحيانًا أن الجودة نتاجٌ ضمنى لتوازن الوقت والتكلفة والنطاق في قطاعاتٍ معينة، مع بقاء الحاجة إلى قياساتٍ مكملّة لما بعد التسليم (Van Wyngaard, Pretorius, & Pretorius, 2012; Burgar Makovec, 2025).

نموذج القيمة المكتسبة (Earned Value Management – EVM)

يوفّر EVM أداة قياسٍ تشغيلية تُحوّل الحكم على نجاح المشروع من تقريرٍ لاحقٍ إلى مراقبةٍ مستمرة أثناء التنفيذ. المنهجية تدمج الأداء الزمني والمالي في مؤشرين رئيسيين: مؤشر أداء الجدول (SPI) الذي يقارن القيمة المكتسبة بالقيمة المخططة، ومؤشر أداء التكلفة (CPI) الذي يقارن القيمة المكتسبة بالتكلفة الفعلية. حين تهبط قيم SPI أو CPI دون الواحد الصحيح، يظهر مبكرًا أثر الانحراف قبل أن يتفاقم إلى تأخيرٍ كبير أو تجاوزٍ مالي أو ضغطٍ جودوي. هذا الربط بين الزمن والمال يجعل EVM امتدادًا عمليًا لفلسفة المثلث؛ إذ يتيح تصحيح المسار قبل أن تُنتج الفجوات إعادة عمل أو تنازلاتٍ في المواصفات. كما تسمح مشتقات EVM مثل EAC و ETC ببناء توقّعاتٍ مبنية على الأداء الفعلي بدلًا من الاكتفاء بخطوط

الأساس الأولى، ما يرفع موثوقية قرارات إعادة التخطيط وتخصيص الموارد. يظل EVM قويًا في متابعة التنفيذ اللحظي، ويحتاج إلى التكامل مع مؤشرات القيمة والاستخدام لتكوين صورةٍ شاملة لما بعد التسليم (Project Management Institute, 2017).

نموذج العوامل الحرجة لنجاح المشروع (Critical Success Factors – CSFs)

يُقارب هذا المدخل النجاح من زاويةٍ سببية؛ إذ تُحدّد مجموعة ممارسات وإعداداتٍ تنظيمية يُعَوّل عليها لضمان النتائج، مثل وضوح النطاق، ودعم الإدارة العليا، ومتانة التخطيط والجدولة، وكفاءة إدارة العقود والتوريد، وفعالية الاتصال وإدارة المخاطر. القياس يتم عبر أدواتٍ تشخيصية (استبانات، قوائم تحقق، مقابلات) ترتبط بنتائج الأداء لتبيان مدى حضور العوامل الحرجة وقوتها. القيمة المضافة هنا أن لوحة القياس العددية (زمن/تكلفة/جودة) لا تبقى معلقة، بل تُربط مباشرةً بمصادر الانحراف؛ فهبوط SPI أو CPI أو تعثر استيفاء المواصفات يمكن إرجاعه إلى تقدير نطاقٍ غير دقيق، أو تغييرات أثناء التنفيذ بلا تقييم أثر، أو تأخر الدفعات، أو قصورٍ في خبرات المقاولين، وهي جِزْمٌ سببية مؤثّقة ميدانيًا في بيئات التشييد (AI-Kharashi & Skitmore, 2009). بهذه الصلة، يعمل إطار CSFs كـ«طبقة تفسير» تُرشد قرارات المعالجة: تقوية التخطيط قبل الإرساء، تحسين حوكمة التغيير أثناء التنفيذ، وتفعيل انسيابية التدفقات المالية لتقليل انتقال التأخيرات إلى تجاوزات مالية أو إلى تنازلاتٍ في الجودة.

النموذج المتعدد الأبعاد لشنهار وديفر (Shenhar & Dvir Multi-Dimensional Success)

يتجاوز هذا الإطار حدود لحظة التسليم باتجاه مفهومٍ أوسع للنجاح عبر أربعة أبعاد: نجاحٌ قصير المدى يُقرأ في الزمن والتكلفة، ونجاح المنتج من حيث الأداء الفني والجودة، ونجاح الأعمال بتحقيق الأهداف المؤسسية، ثم أثرٌ استراتيجي طويل المدى على مكانة المنظمة وقدرتها التنافسية. يفرض هذا التصوّر بناء مصفوفة مؤشرات تغطي ما قبل التسليم وبعده، بحيث لا يُعلن النجاح لمجرّد تطابق الجدول والميزانية إذا كانت الإفادة الفعلية منخفضة أو الاعتماد ضعيفًا في بيئة التشغيل. تمثّل هذه الرؤية توسعةً طبيعية لمنطق المثلث؛ فالضبط التشغيلي شرطٌ لازم، لكنه لا يكفي دون قياس المنفعة، ورضا المستفيد، والأثر الاستراتيجي. عمليًا، يُعيد هذا النموذج في قطاعات البنية التحتية والخدمات التي تتجلى فيها قيمة المشروع بعد التشغيل بفترة، ويشجّع على إدراج مؤشرات الاستخدام والاستدامة ضمن لوحة القياس من البداية بدل إضافتها لاحقًا كملحقات (Van Wyngaard, Pretorius, & Pretorius, 2012).

نموذج درجة نجاح المشروع (Project Success Score – PSS)

يمثل PSS إطارًا حسابيًا مدمجًا يوازن بين المعايير الحاكمة والمعايير الداعمة لإنتاج درجة كلية وتصنيف تفسيري. تُعامل الزمن والتكلفة والجودة/الأداء الفني ورضا العميل بوصفها معايير أولية «غير تعويضية» نسبيًا؛ تُضرب درجاتها معًا بحيث لا يُخفي الأداء المرتفع في أحدها فشلًا حرجًا في آخر. في المقابل، تُجمع درجات معايير داعمة مثل السلامة، والقابلية الوظيفية، والاستخدام، والأداء التجاري، والأثر البيئي، ورضا الشركاء، لإظهار «صحة» المشروع العامة دون قلب الحكم منفردة. تُعرّف لكل معيار سلالمة كمية واضحة، ثم يُحوّل الناتج النهائي إلى نطاقاتٍ معيارية من الفشل إلى النجاح المطلق، مع إمكان ضبط عتباتٍ دنيا لكل معيار لإطلاق إنذارٍ سببي حتى لو بدت الدرجة الإجمالية مقبولة. بهذه البنية، يوفّر PSS مؤشرًا موحدًا للمقارنة بين المشاريع، ولوحة تشخيص تُحدد مواضع الخلل بدقة، ويُبقي فلسفة المثلث حاضرة عبر تشدّده النسبي تجاه إخفاق الأبعاد الحاكمة. أهلية التطبيق ترتفع كلما أُنجزت معايير محلية للسلام والحدود بما يلائم القطاع والسياق (Lamprou & Vagiona, 2022).

المبحث الثالث: المثلث الحديدي وإدارة الأداء المؤسسي في المشاريع الحكومية

المطلب الأول: العلاقة بين المثلث الحديدي والأداء المؤسسي

يُعدّ الأداء المؤسسي أحد المفاهيم المحورية في الدراسات الإدارية المعاصرة، ويُقصد به قدرة المؤسسة على تحقيق أهدافها بكفاءة وفعالية من خلال الاستخدام الأمثل للموارد البشرية والمادية والتقنية. ويُعبر الأداء المؤسسي عن التفاعل بين النظام الإداري والبيئة التشغيلية، حيث تُقاس فاعليته عبر مجموعة من المؤشرات أبرزها الإنتاجية، وجودة المخرجات، ومستوى رضا أصحاب المصلحة، ومدى الالتزام بالمعايير الزمنية والمالية المعتمدة. كما يتضمن الأداء المؤسسي بُعدين رئيسيين: بعد إداري يتصل بالتخطيط والتنظيم والحوكمة، وبعد فني يرتبط بجودة العمليات والمخرجات ومدى اتساقها مع الأهداف الإستراتيجية للمؤسسة.

وينظر إلى المثلث الحديدي – المكوّن من الوقت، والتكلفة، والجودة – بوصفه الإطار الذي يحدد قدرة المؤسسة على الموازنة بين متطلبات التنفيذ وكفاءة الموارد، إذ يُعدّ تحقيق التوازن بين هذه العناصر مؤشراً على النضج التنظيمي والنجاح في إدارة الأداء. (Fareed & Su, 2022)

دور إدارة الوقت والتكلفة والجودة في تحسين مؤشرات الأداء

تمثل عناصر المثلث الحديدي ثلاثة محاور رئيسية لتحسين الأداء المؤسسي، حيث يُعدّ الوقت مقياساً للكفاءة الزمنية، والتكلفة مؤشراً للجِدوى الاقتصادية، والجودة معياراً للتفوق الفني. وتكمن أهمية هذه العناصر في الترابط الوثيق بينها، إذ لا يمكن رفع جودة الأداء دون مراعاة التكلفة والجدول الزمني، ولا يمكن ضبط التكلفة دون المحافظة على جودة المخرجات.

إدارة الوقت: تُعدّ إدارة الوقت أحد أهم عناصر ضبط الأداء المؤسسي، إذ ترتبط بقدرة الإدارة على الالتزام بمواعيد الإنجاز وتجنب التأخيرات التي تضعف الكفاءة العامة. فكل انحراف زمني في دورة حياة المشروع يؤدي إلى تأثيرات مالية وتشغيلية سلبية، بينما يضمن التخطيط الزمني الدقيق تحسين الإنتاجية وتقليل الهدر في الجهود والموارد. كما يُعدّ الوقت عنصراً جوهرياً في إدارة المخاطر، حيث إن المؤسسات التي تطور آليات متابعة زمنية رقمية قادرة على التنبؤ بالاختناقات التشغيلية ومعالجتها مبكراً. (Chen et al., 2025)

إدارة التكلفة: تمثل إدارة التكلفة الجانب المالي للمثلث الحديدي، إذ تعكس مدى قدرة المؤسسة على تحقيق أهدافها بأقل تكلفة ممكنة دون المساس بالجودة. ويتحقق ذلك عبر ممارسات الحوكمة المالية الرشيدة وتطبيق مبادئ الشفافية في الإنفاق والرقابة

على الموارد. وتؤدي إدارة التكلفة الفعالة إلى تعزيز الاستدامة المالية وتحسين العائد على الاستثمار من خلال موازنة دقيقة بين المدخلات والمخرجات. كما أن ضبط التكلفة يسهم في بناء ثقة أصحاب المصلحة، ويُعدّ معياراً رئيسياً في تقييم الأداء المؤسسي، خاصة في المشاريع المشتركة بين القطاعين العام والخاص التي تعتمد على كفاءة الإنفاق لتحقيق أهدافها التشغيلية. (Gui, Song, & Xia, 2025)

إدارة الجودة: تُجسد الجودة البعد الفني للمثلث الحديدي، وهي لا تقتصر على سلامة المنتج النهائي بل تشمل جودة العمليات التنظيمية ومدى رضا المستفيدين عن الخدمات المقدمة. إن الالتزام بمعايير الجودة يُعدّ انعكاساً مباشراً لمستوى الكفاءة المؤسسية، ويسهم في تعزيز سمعة المؤسسة واستدامتها. كما أن تطبيق أنظمة الجودة الشاملة يساعد على تحقيق الاتساق بين الأهداف التشغيلية والإستراتيجية، ويعزز من التفاعل بين فرق العمل من خلال معايير موحدة للأداء (Fareed & Su, 2022). وفي هذا السياق، يُعدّ التركيز على الجودة شرطاً أساسياً للحفاظ على التوازن بين التكلفة والوقت، حيث يؤدي الإخلال بها إلى تكرار الأعمال وزيادة النفقات التشغيلية.

العلاقة التكاملية بين الكفاءة التشغيلية والمثلث الحديدي

تقوم العلاقة بين المثلث الحديدي والأداء المؤسسي على مبدأ التكامل الوظيفي، إذ تمثل عناصر المثلث الثلاثة نظاماً مترابطاً يتفاعل بشكل متبادل لتحقيق الكفاءة التشغيلية. ويعني ذلك أن الأداء المؤسسي لا يتحقق من خلال التحكم في أحد الأبعاد بمعزل عن الآخر، بل عبر التنسيق المتوازن بينها. فالتأخر في الوقت يؤدي إلى ارتفاع التكاليف وتراجع الجودة، وتجاوز الميزانية يؤدي إلى ضغط على الجداول الزمنية وضعف جودة المخرجات، بينما التركيز على الجودة وحدها دون مراعاة التكلفة والوقت يؤدي إلى اختلال التوازن المؤسسي. ومن ثمّ، فإن الإدارة المتكاملة للمثلث الحديدي تمثل أداة إستراتيجية لتعزيز الفاعلية التنظيمية والقدرة التنافسية. (Pollack, Helm, & Adler, 2018)

وتتجلى الكفاءة التشغيلية في قدرة المؤسسة على استثمار مواردها البشرية والمادية لتحقيق أعلى إنتاجية ممكنة مع الحفاظ على جودة الأداء. ويُعدّ تطبيق نموذج المثلث الحديدي داخل المؤسسات وسيلة لضبط هذا التوازن، إذ يتيح للقيادة الإدارية قياس الأداء بناءً على معايير كمية وزمنية وفنية مترابطة. كما أن إدماج التحول الرقمي في إدارة الوقت والتكلفة والجودة يرفع من دقة المتابعة ويُحسن من سرعة اتخاذ القرار، مما يؤدي إلى تحسين الأداء المؤسسي في مستوياته كافة (Chen et al., 2025).

إن العلاقة التكاملية بين المثلث الحديدي والأداء المؤسسي تُظهر أن النجاح التنظيمي ليس نتيجة السيطرة على متغير واحد، بل هو ثمرة التفاعل بين منظومة مترابطة من القيود والإمكانات. فالمؤسسات التي تُدير مشاريعها ضمن نموذج المثلث الحديدي تحقق استقراراً في عملياتها التشغيلية، وتتمكن من التكيف مع التغيرات الخارجية دون فقدان الاتساق الداخلي. كما يُعدّ هذا التكامل جوهر المفهوم الحديث للحوكمة المؤسسية، إذ يُترجم المبادئ النظرية إلى آليات عملية تضمن الاتزان بين الموارد والنتائج. (Fareed & Su, 2022)

وبناءً على ذلك، يُمكن القول إن المثلث الحديدي لم يعد مجرد أداة لقياس نجاح المشاريع، بل أصبح إطاراً استراتيجياً لإدارة الأداء المؤسسي. فهو يتيح للإدارة رؤية شاملة للعلاقة بين الزمن والتكلفة والجودة، ويوفر قاعدة معرفية لاتخاذ قرارات مبنية على البيانات، ويُسهّم في بناء ثقافة مؤسسية قائمة على الكفاءة والمساءلة والاستدامة. (Pollack et al., 2018) إن الجمع بين هذه الأبعاد ضمن بيئة تنظيمية مرنة ومدعومة بالتقنيات الحديثة يعزز من تنافسية المؤسسة ويضمن استمراريته في ظل التحديات المتغيرة.

المطلب الثاني: الحوكمة المؤسسية كإطار داعم للمثلث الحديدي

تُعدّ الحوكمة المؤسسية إطاراً تنظيمياً يهدف إلى ضمان الشفافية والمساءلة والكفاءة في استخدام الموارد العامة. ويُنظر إليها في إدارة المشاريع الحكومية بوصفها مجموعة من القواعد والعمليات التي تنظم العلاقات بين الأطراف المعنية بالمشروع، بما في ذلك الجهات الممولة والمنفذة والمستفيدة. وتُسهم الحوكمة في تحقيق التوازن بين الرقابة والسيطرة من جهة، والمرونة التشغيلية من جهة أخرى، مما يضمن تنفيذ المشاريع وفقاً للأهداف المحددة ضمن الوقت والتكلفة والجودة المتوقعة.

كما تمثل الحوكمة أداة استراتيجية لتعزيز فعالية المثلث الحديدي، إذ تضع أسساً مؤسسية لاتخاذ القرار، وتوفر آليات واضحة للمساءلة وتقويم الأداء، وتحد من الانحرافات التشغيلية التي قد تخل بعناصر الوقت أو التكلفة أو الجودة (Chen et al., 2025). وتبرز أهمية هذا المفهوم في المشاريع الحكومية التي تتسم بتعدد الأطراف وتداخل الصلاحيات، حيث تسهم الحوكمة في توحيد المعايير وضبط مسار التنفيذ من خلال منظومة تشريعية وإدارية تضمن العدالة والكفاءة في توزيع الموارد. (Fareed & Su, 2022)

آليات الربط بين الحوكمة وضبط الوقت والتكلفة والجودة

تمثل آليات الربط بين الحوكمة والمثلث الحديدي مجموعة من العمليات المؤسسية التي تُستخدم لمراقبة الأداء وتوجيه القرارات في كل مرحلة من مراحل المشروع. فإدارة الوقت تتأثر بمدى وضوح الأدوار والمسؤوليات داخل الهيكل التنظيمي للمشروع، بينما تعتمد إدارة التكلفة على نظم المراقبة المالية والإفصاح عن الإنفاق، في حين تُعد إدارة الجودة نتاجاً لفعالية نظم التقييم والمراجعة.

تشمل أبرز الآليات المؤسسية الداعمة لهذا الترابط إنشاء لجان إشراف ومتابعة تعمل على ضمان التزام فرق المشروع بالمعايير الزمنية والمالية، إضافة إلى استخدام أنظمة رقمية للحوكمة تساهم في رصد الانحرافات التشغيلية وتحليل أسبابها بصورة فورية. كما تُعد حوكمة العقود والمشتريات من الأدوات الجوهرية لضبط التكلفة وتحقيق الشفافية في العمليات، فيما يُساهم نظام إدارة المخاطر في تعزيز جودة القرارات وتقليل احتمالية تجاوز الوقت أو الميزانية المحددة (Gui, Song, & Xia, 2025).

وتؤكد الدراسات المعاصرة أن فعالية الحوكمة تكمن في تكاملها مع أبعاد المثلث الحديدي، بحيث تتحول من إطار تنظيمي إلى آلية تنفيذية تساهم في تحقيق التوازن بين هذه الأبعاد الثلاثة. فكلما كانت الهياكل الرقابية واضحة والمعايير محددة، ازدادت قدرة المؤسسة على تحقيق أهدافها دون هدر في الموارد أو الوقت. (Pollack, Helm, & Adler, 2018)

أثر الشفافية والمساءلة في تحسين كفاءة المثلث الحديدي

تشكل الشفافية والمساءلة ركيزتين أساسيتين في نجاح الحوكمة المؤسسية، إذ تضمنان تدفق المعلومات بدقة بين المستويات الإدارية المختلفة، وتحذان من الانحرافات في الأداء. فالشفافية تمكن صناع القرار من تتبع تقدم المشروع ومقارنة النتائج بالمخططات الزمنية والمالية، مما يساهم في تحسين عنصر الوقت عبر تقليل التأخير الناتج عن غياب البيانات الدقيقة. أما المساءلة، فتمثل آلية تصحيحية تحفز فرق العمل على الالتزام بمعايير الأداء وتحقيق الجودة المطلوبة ضمن الحدود المالية المحددة.

وتشير الدراسات إلى أن ارتفاع مستوى الشفافية والمساءلة يرتبط إيجابياً بتحسين مؤشرات الأداء في المثلث الحديدي، حيث تُقلل من احتمالات تضخم التكلفة وتؤدي إلى تنفيذ أدق للجدول الزمني، وتدعم تطبيق أنظمة إدارة الجودة الشاملة (Fareed & Su, 2022). كما أن تبني المؤسسات الحكومية لمبادئ الإفصاح الدوري عن التقدم في المشاريع يُعزز الثقة بين أصحاب

المصلحة، ويحوّل المثلث الحديدي من نموذج تقني إلى أداة حوكمة فعّالة في تحسين الأداء المؤسسي العام (Chen et al., 2025).

المطلب الثالث: التحول الرقمي وتعزيز فاعلية المثلث الحديدي

أصبح التحول الرقمي والذكاء الاصطناعي من المحركات الرئيسة التي تعيد تشكيل بيئة إدارة المشاريع المعاصرة. فالتقنيات الرقمية تسهم في أتمتة العمليات التشغيلية وتحسين دقة اتخاذ القرار، من خلال تحليل البيانات الضخمة والتنبؤ بالمخاطر وتخصيص الموارد بشكل أمثل. وتشير الدراسات الحديثة إلى أن دمج القدرات الرقمية في بيئة المشروع يعزز من المرونة التنظيمية ويزيد من سرعة الاستجابة للتغيرات، مما يقلل من احتمالات الانحراف في الوقت أو التكلفة، ويرفع من جودة المخرجات. (Jia et al., 2024)

كما أن الذكاء الاصطناعي يضطلع بدور محوري في دعم قرارات مديري المشاريع عبر أدوات مثل التعلم الآلي وتحليل الاتجاهات التنبؤية، والتي تتيح مراقبة مراحل المشروع لحظة بلحظة. ويسهم ذلك في تحويل المثلث الحديدي من نموذج تقليدي يعتمد على المراقبة اليدوية إلى نظام رقمي ديناميكي يعتمد على البيانات الفورية في تحسين الكفاءة التشغيلية وتحقيق الجودة المستهدفة ضمن الحدود الزمنية والمالية المحددة. (Takagi et al., 2025)

وقد بيّن Dacre (2022) أن الذكاء الاصطناعي يسهم في تسريع عمليات جدولة المهام والتنبؤ بمعدلات المخاطر وتقييم الأداء المؤسسي، ما يجعل العلاقة بين المثلث الحديدي والتحول الرقمي علاقة تكاملية ترفع مستوى فاعلية المشروع عبر مزيج من الأتمتة والتحليل الذكي للبيانات.

نظم المعلومات الإدارية كوسيلة لتكامل الوقت والتكلفة والجودة

تمثل نظم المعلومات الإدارية البنية التحتية الرقمية التي تُحوّل إدارة المشاريع إلى عملية متكاملة يمكن من خلالها مراقبة أبعاد المثلث الحديدي بشكل مترابط. فهذه النظم توفر لوحات تحكم تحليلية تجمع بيانات الأداء في الوقت الفعلي، وتُمكن من تتبع مؤشرات الزمن والتكلفة والجودة بشكل متزامن، بما يسهم في اتخاذ قرارات استباقية لتصحيح الانحرافات قبل أن تتفاقم (Wiener et al., 2019). وتسهم بيئات إدارة المشاريع الرقمية مثل نظم (ERP) و (BIM) في خلق تكامل وظيفي بين الفرق التنفيذية، مما يقلل من الهدر الزمني والمالي ويضمن تحقيق معايير الجودة المطلوبة.

ومن منظور أوسع، فإن نظم المعلومات الإدارية لا تُستخدم كأداة تقنية فحسب، بل كآلية استراتيجية لربط الكفاءة التشغيلية بالأداء المؤسسي، إذ تعمل على تحليل العلاقات المتبادلة بين عناصر المثلث الحديدي عبر نماذج تحليل البيانات والتعلم المؤسسي (Hoffmann et al., 2020) وبذلك تتحول نظم المعلومات من دورها التقليدي في التخزين إلى محور استراتيجي لتحسين الأداء وتوجيه قرارات إدارة المشروع بشكل شمولي (Vial, 2019).

التحول الرقمي كعامل تمكيني للأداء المؤسسي المستدام

يتجاوز التحول الرقمي في جوهره الأبعاد التقنية ليصبح عاملاً استراتيجياً لتحقيق الاستدامة المؤسسية من خلال تحسين فاعلية المثلث الحديدي. فالتكامل بين التقنيات الرقمية وممارسات إدارة المشاريع يؤدي إلى زيادة القدرة المؤسسية على التحكم بالموارد وتحقيق الكفاءة التشغيلية، مما ينعكس على جودة الخدمات واستدامة الأداء (Zhang et al., 2023). كما يتيح التحول الرقمي بناء ثقافة تنظيمية قائمة على البيانات، حيث يُعاد تشكيل أدوار الفرق العاملة وفق مبادئ التفاعل السريع والشفافية في تبادل المعلومات. وتُظهر الأدلة التجريبية أن المؤسسات التي تتبنى التحول الرقمي تحقق معدلات أعلى من الالتزام بالجدول الزمنية، وتُخفض تكاليف التنفيذ بنسبة ملحوظة، بفضل الاعتماد على أدوات الذكاء الاصطناعي والتحليلات التنبؤية في توجيه القرارات (Guinan et al., 2019).

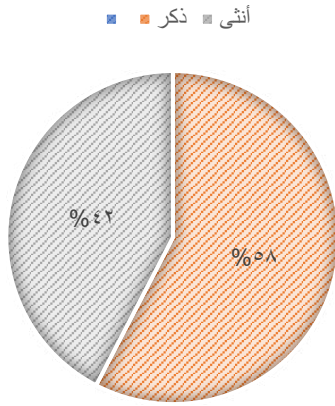
ويُعدّ هذا التحول أيضاً ركيزة لتحقيق الأداء المستدام من خلال تعزيز قابلية المشاريع للتكيف مع المتغيرات التقنية والبيئية، إذ تسهم الحلول الرقمية في إدارة دورة حياة المشروع بكفاءة عالية، ابتداءً من مرحلة التخطيط مروراً بالتنفيذ وصولاً إلى المتابعة والتقييم. كما أن تكامل إدارة المشاريع الرقمية يُمثل خطوة نحو نموذج إداري أكثر تكاملاً وتفاعلية، يربط بين الكفاءة التقنية والمخرجات المؤسسية طويلة الأجل. إن التحول الرقمي في إدارة المشاريع، إذن، لا يُعتبر مجرد تحديث تقني، بل هو تحول استراتيجي يُعيد تعريف العلاقة بين الوقت والتكلفة والجودة على أساس مستدام، ويجعل من المثلث الحديدي أداة ديناميكية قادرة على التكيف مع متطلبات بيئة الأعمال الحديثة (Vial, 2019).

الفصل الثالث: الدراسة التطبيقية

التحليل الاحصائي

١. النوع

تشير بيانات الجدول (١) إلى أن نسبة الذكور في عينة الدراسة بلغت (٥٧.٦٪)، مقابل (٤٢.٤٪) من الإناث، مما يعكس تفوقاً نسبياً في مشاركة الذكور مقارنة بالإناث. وقد يُعزى هذا التفاوت إلى طبيعة البيئة المهنية في المؤسسات التي أجريت فيها الدراسة، والتي قد تتسم بسيطرة الذكور على الوظائف الإدارية أو الفنية ذات العلاقة بموضوع البحث. كما يمكن أن يرتبط ذلك بعوامل اجتماعية أو تنظيمية تؤثر في درجة تجاوب الأفراد مع أدوات البحث الميداني، مثل الاستبانات الإلكترونية أو الورقية. ويُعد هذا التوزيع مؤشراً مهماً عند تحليل النتائج اللاحقة، إذ يُحتمل أن تنعكس نسب التمثيل هذه على اتجاهات الاستجابة ومدى تنوع وجهات النظر بين أفراد العينة.



شكل (١) المشاركين حسب النوع

النوع	التكرار	النسبة المئوية(%)
ذكر	34	57.6
أنثى	25	42.4
الإجمالي	59	100.0

الجدول (١) توزيع المشاركين حسب النوع

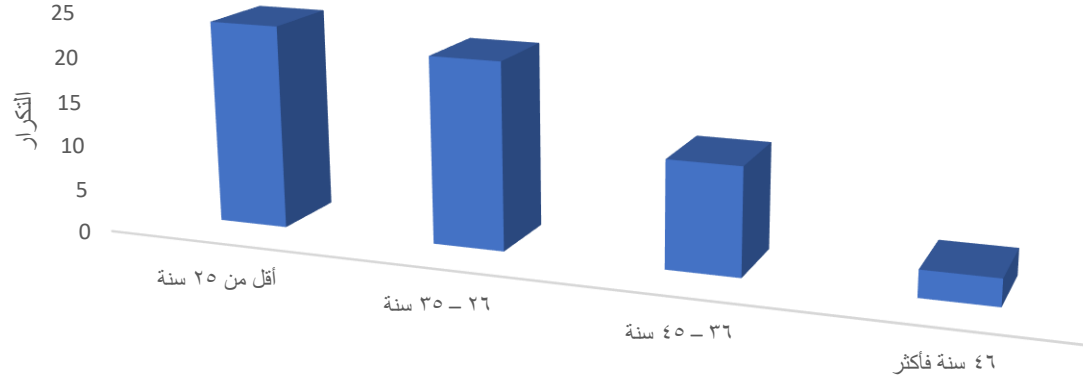
٢. العمر

تشير بيانات الجدول (٢) إلى أن الفئة العمرية الأقل من ٢٥ سنة كانت الأكثر تمثيلاً في عينة الدراسة بنسبة بلغت (39.0٪)، تليها الفئة من ٢٦ إلى ٣٥ سنة بنسبة (35.6٪)، بينما شكّلت الفئة من ٣٦ إلى ٤٥ سنة نسبة (20.3٪)، وجاءت الفئة 46 سنة فأكثر في المرتبة الأخيرة بنسبة (5.1٪) فقط.

يعكس هذا التوزيع أن غالبية المشاركين من الفئات الشابة، وهو ما يشير إلى أن الدراسة استهدفت بيئة يغلب عليها الطابع الشبابي سواء في القوى العاملة أو في الفئة المهتمة بموضوع البحث. كما أن ارتفاع نسبة الفئة العمرية دون ٣٥ عاماً قد يدل على اهتمام الأجيال الشابة بالتقنيات الحديثة وأساليب الإدارة الجديدة، بخلاف الفئات الأكبر سناً التي قد تكون أقل مشاركة أو تمثيلاً في الاستبانات الإلكترونية.

الفئة العمرية	التكرار	النسبة المئوية(%)
أقل من ٢٥ سنة	23	39.0
26 - 35 سنة	21	35.6
36 - 45 سنة	12	20.3
46 سنة فأكثر	3	5.1
الإجمالي	59	100.0

الجدول (٢): توزيع المشاركين حسب العمر



شكل (٢) توزيع المشاركين حسب العمر

ويُعد هذا التوزيع عاملاً مؤثراً عند تحليل النتائج، إذ يمكن أن ترتبط الاتجاهات العامة في الاستجابات بعمر المشارك وخبرته، خصوصاً في القضايا المتعلقة بالتحول الرقمي أو تبني ممارسات التطوير التنظيمي داخل المؤسسات.

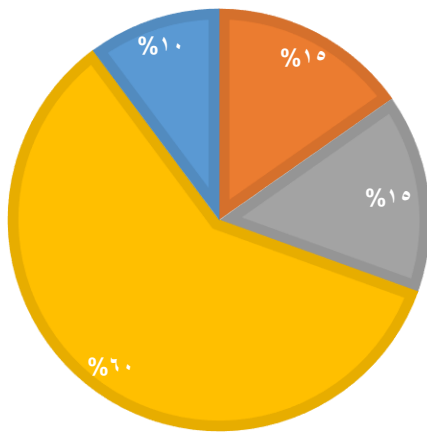
٣. المستوى التعليمي

تشير بيانات الجدول (٣) إلى أن النسبة الأكبر من أفراد العينة ينتمون إلى فئة حملة المؤهل الجامعي بنسبة بلغت (59.3%) من إجمالي المشاركين، تليها فئة الثانوي أو أقل والدبلوم بنسبة متساوية بلغت (15.3%) لكل منهما، في حين جاءت فئة الدراسات العليا بنسبة (10.2%) فقط.

ويظهر هذا التوزيع أن المؤسسات التي شملتها الدراسة تعتمد بدرجة ملحوظة على الكفاءات الجامعية في تنفيذ مهامها الإدارية والتشغيلية، مما يعكس توجهها نحو توظيف الأفراد ذوي التأهيل الأكاديمي المتوسط إلى العالي، القادرين على التعامل مع بيئات العمل الحديثة والتقنيات التنظيمية.

كما أن انخفاض نسبة حملة الدراسات العليا قد يُفسّر بطبيعة الهيكل الوظيفي الذي يركّز على الأدوار التنفيذية أكثر من البحثية أو الاستشارية، حيث لا تُعد المؤهلات العليا شرطاً رئيسياً لشغل معظم المناصب الإدارية. ومن ناحية أخرى، فإن وجود نسبة محدودة من حملة المؤهلات الأدنى يشير إلى محدودية الوظائف التشغيلية البسيطة مقارنة بالمهام التي تتطلب مهارات فنية أو أكاديمية متقدمة، ما يعزز الطابع المهني المتخصص للمؤسسات محل الدراسة.

■ دراسات عليا ■ جامعي ■ دبلوم ■ ثانوي أو أقل ■



شكل (2) توزيع المشاركين حسب المستوى التعليمي

المستوى التعليمي	التكرار	النسبة المئوية (%)
ثانوي أو أقل	9	15.3
دبلوم	9	15.3
جامعي	35	59.3
دراسات عليا	6	10.2
الإجمالي	59	100.0

الجدول (٣): توزيع المشاركين حسب المستوى التعليمي

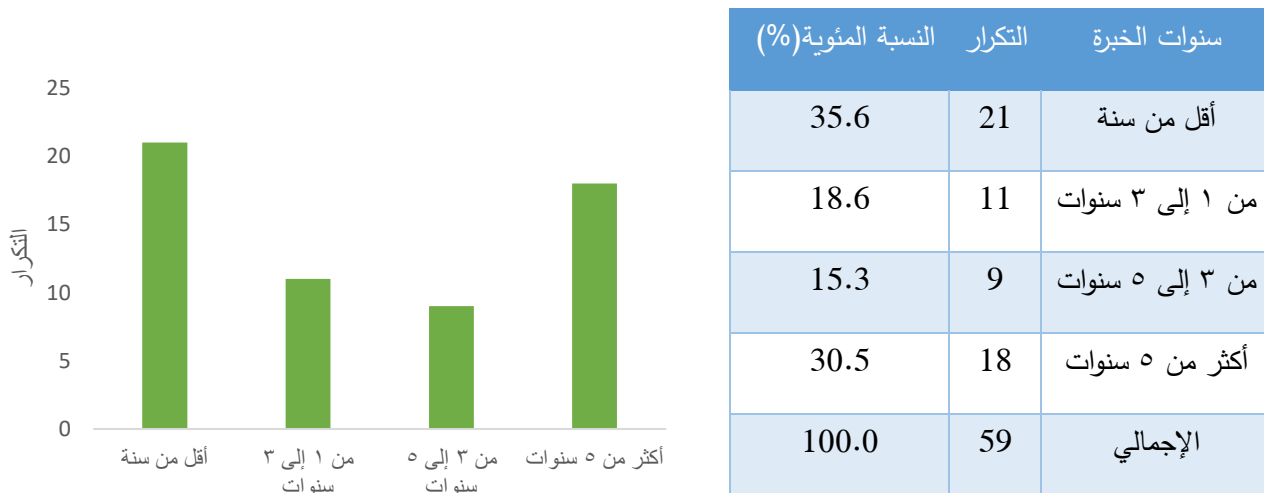
٤. عدد سنوات الخبرة

تشير بيانات الجدول (٤) إلى أن الفئة الأكبر من المشاركين كانت من ذوي الخبرة الأقل من سنة بنسبة بلغت (35.6%)، تليها فئة أكثر من ٥ سنوات بنسبة (30.5%)، ثم فئة من سنة إلى ثلاث سنوات بنسبة (18.6%)، وأخيرًا فئة من ثلاث إلى خمس سنوات بنسبة (15.3%).

يُظهر هذا التوزيع أن غالبية المشاركين من حديثي الالتحاق بالعمل أو من ذوي الخبرة الطويلة، مما يعكس تباينًا واضحًا في المستويات المهنية داخل مجتمع الدراسة. وقد يُفسّر ارتفاع نسبة ذوي الخبرة القصيرة بأن المؤسسات محل الدراسة تشهد توسعًا أو تجديدًا في الكوادر البشرية، سواء نتيجة التوسع التنظيمي أو ارتفاع معدل دوران الموظفين.

في المقابل، تشير النسبة المرتفعة للفئة التي تتجاوز خبرتها خمس سنوات إلى وجود نواة مستقرة من الكفاءات ذات الخبرة الطويلة، وهو ما يعزز من استمرارية الأداء المؤسسي ونقل الخبرات. أما انخفاض نسب الفئات المتوسطة الخبرة (من ١ إلى ٥ سنوات) فقد يدل على انتقال الأفراد في هذه المدة بين الوظائف أو سعيهم نحو فرص مهنية أفضل.

وبناءً على ذلك، يُعد هذا التوزيع دالًا على تعدد مستويات الخبرة داخل بيئة العمل، الأمر الذي قد يسهم في إثراء نتائج الدراسة من خلال تنوع وجهات النظر بين العاملين الجدد وأصحاب الخبرات الطويلة.



شكل (٤) توزيع المشاركين حسب عدد سنوات الخبرة

الجدول (٤): توزيع المشاركين حسب عدد سنوات الخبرة

المتوسطات والانحرافات المعيارية

المحور الأول: تطبيق المثلث الحديدي لإدارة المشاريع

الانحراف المعياري	المتوسط	العدد	العبارة
0.709	4.25	٥٩	١. يتم إعداد الجداول الزمنية للمشاريع قبل البدء اعتمادًا على منهجية واضحة
0.830	3.97	٥٩	٢. تُحدَّث الجداول الزمنية فور حدوث تغييرات أو أوامر تغيير
0.763	4.07	٥٩	٣. تتضمن الخطط الزمنية هوامش احتياطية مُحددة لمخاطر التأخير
0.857	4.08	٥٩	٤. تُتَّابَع نسب الإنجاز أسبوعيًا مع وجود إجراءات تصحيحية للتأخر
0.789	4.22	٥٩	٥. يتم تقدير تكاليف المشاريع بدقة قبل اعتماد العقود
0.834	4.17	٥٩	٦. تُطبَّق رقابة مالية فعالة على الصرف أثناء التنفيذ
0.809	4.00	٥٩	٧. تتم معالجة الانحرافات المالية وفق إجراءات معتمدة وواضحة
0.966	3.88	٥٩	٨. تُراجع البنود التعاقدية بما يحدّ من أوامر التغيير المؤثرة على الميزانية
0.848	4.07	٥٩	٩. تُنفَّذ الأعمال وفق المواصفات الفنية والمعايير التصميمية المعتمدة
0.719	4.00	٥٩	١٠. تُطبَّق خطط فحص وضبط جودة (QA/QC) في كل مرحلة تنفيذية
0.840	3.81	٥٩	١١. تُعالج العيوب وأعمال الإعادة (Rework) ضمن آجال محددة
0.832	3.78	٥٩	١٢. تُوثَّق اختبارات القبول (FAT/SAT) وتُراجع نتائجها دوريًا

الجدول (٥): المتوسطات والانحرافات المعيارية لتطبيق المثلث الحديدي لإدارة المشاريع

تشير نتائج الجدول (٥) الخاصة بمحور تطبيق المثلث الحديدي لإدارة المشاريع إلى أن المتوسطات الحسابية لجميع الفقرات جاءت مرتفعة، حيث تراوحت بين (٣.٧٨) و(٤.٢٥) من أصل الدرجة الكلية (٥)، مما يدل على أن مستوى تطبيق ممارسات إدارة المشاريع في المؤسسات المدروسة يتسم بالكفاءة العالية والالتزام المنهجي في الجوانب الزمنية والمالية والفنية. كما تراوحت قيم الانحراف المعياري بين (٠.٧٠٩) و(٠.٩٦٦)، وهو ما يعكس تجانسًا نسبيًا في آراء أفراد العينة وعدم وجود تباين كبير في استجاباتهم.

وقد حققت الفقرة "يتم إعداد الجداول الزمنية للمشاريع قبل البدء اعتمادًا على منهجية واضحة" أعلى متوسط بلغ (4.25)، مما يشير إلى وجود اهتمام مؤسسي بالتخطيط المسبق وضبط مراحل التنفيذ بناءً على منهجيات محددة لإدارة الوقت والمخاطر. تلتها الفقرة "يتم تقدير تكاليف المشاريع بدقة قبل اعتماد العقود" بمتوسط (4.22)، ما يعكس وعيًا بأهمية التقدير المالي المسبق وضبط الميزانيات قبل التنفيذ. كما جاءت فقرتنا "تتأبع نسب الإنجاز أسبوعيًا مع وجود إجراءات تصحيحية للتأخر" و*تُطبق رقابة مالية فعالة على الصرف أثناء التنفيذ* بمتوسطات مرتفعة (٤.٠٨ و ٤.١٧ على التوالي)، وهو ما يدل على وجود نظام رقابي فعال يربط بين الأداء الزمني والمالي.

وفي المقابل، جاءت الفقرات المتعلقة بمعالجة الانحرافات والعيوب في المراتب الأخيرة نسبيًا، مثل الفقرة "تُوثق اختبارات القبول (FAT/SAT) وتُراجع نتائجها دوريًا" بمتوسط (3.78)، مما يشير إلى أن هذه الإجراءات لا تزال بحاجة إلى تطوير أكبر من حيث التوثيق والتحليل الدوري للنتائج. كما أظهرت الفقرة "تُعالج العيوب وأعمال الإعادة ضمن آجال محددة" متوسطًا (3.81)، وهو ما يعكس وجود ممارسات مقبولة ولكنها تحتاج إلى تعزيز في سرعة الاستجابة وجودة المعالجة.

بشكل عام، تُظهر هذه النتائج أن المؤسسات المدروسة تطبق معايير إدارة المشاريع التشغيلية بكفاءة عالية في مجالات التخطيط، المتابعة، والرقابة المالية، مع وجود فرص لتحسين الجوانب المتعلقة بضبط الجودة النهائية وإدارة العيوب. وتشير هذه الاتجاهات إلى أن بيئة العمل تتجه نحو الاحترافية المؤسسية في إدارة المشاريع، إلا أن الوصول إلى النضج الإداري الكامل يتطلب استمرارية في المراجعة والتحسين وتبني أدوات رقمية أكثر تقدمًا لدعم القرارات التنفيذية.

المحور الثاني: الأداء المؤسسي للمشاريع الحكومية

الانحراف المعياري	المتوسط	العدد	العبارة
0.980	3.73	٥٩	١. تلتزم المشاريع عادةً بمواعيد التسليم المقررة
0.768	3.88	٥٩	٢. تُحدَّث خطط الموارد بما يدعم تقليص التأخير عند ظهوره
0.899	3.86	٥٩	٣. يتم اتخاذ قرارات سريعة للحسم في القضايا المؤثرة على الجدول الزمني
0.832	4.12	٥٩	٤. التنسيق بين الأطراف (مالك/استشاري/مقاول) يقلل زمن معالجة العقبات الميدانية
0.930	3.78	٥٩	٥. تلتزم المشاريع بميزانياتها المعتمدة دون تجاوزات كبيرة
0.890	4.03	٥٩	٦. تؤدي الرقابة المالية إلى تحسين كفاءة استخدام الموارد
0.846	3.80	٥٩	٧. تتناسب التكاليف الفعلية مع نطاق العمل المتفق عليه
0.841	3.98	٥٩	٨. تُسهّم آليات التعاقد والحوكمة في خفض تكاليف التغييرات غير المخططة
0.820	3.98	٥٩	٩. تحقق المشاريع مستوى جودة يتوافق مع متطلبات التشغيل والصيانة
0.971	3.76	٥٩	١٠. تنخفض معدلات الشكاوى المرتبطة بجودة المخرجات بعد التسليم
0.805	4.15	٥٩	١١. ينعكس ضبط الجودة أثناء التنفيذ على تقليل الأعطال/التسربات لاحقاً
0.840	4.14	٥٩	١٢. جودة مشاريع الشركة ترفع من رضا المستفيدين (العملاء/الجهات الخدمية)

الجدول (٦): المتوسطات والانحرافات المعيارية للأداء المؤسسي للمشاريع الحكومية

تشير نتائج الجدول (٦) الخاصة بمحور الأداء المؤسسي للمشاريع الحكومية إلى أن المتوسطات الحسابية لجميع الفقرات جاءت ضمن المستوى المرتفع، حيث تراوحت بين (٣.٧٣) و(٤.١٥) من أصل الدرجة الكلية (٥). ويُظهر ذلك أن المشاريع الحكومية التي شملتها الدراسة تتميز بأداء مؤسسي جيد يعكس التزاماً واضحاً بمعايير الجودة والكفاءة في الجوانب الزمنية والمالية والتنفيذية. كما تراوحت قيم الانحراف المعياري بين (٠.٧٦٨) و(٠.٩٨٠)، وهي قيم منخفضة نسبياً تشير إلى تجانس آراء المشاركين وتقارب تقييماتهم لمدى كفاءة الأداء المؤسسي في المشاريع قيد الدراسة.

وقد حققت الفقرة "ينعكس ضبط الجودة أثناء التنفيذ على تقليل الأعطال/التسربات لاحقاً" أعلى متوسط حسابي بلغ (٤.١٥)، تلتها الفقرة "جودة مشاريع الشركة ترفع من رضا المستفيدين (العملاء/الجهات الخدمية)" بمتوسط (٤.١٤)، ثم الفقرة "التنسيق بين الأطراف (مالك/استشاري/مقاول) يقلل زمن معالجة العقبات الميدانية" بمتوسط (٤.١٢). وتدل هذه النتائج على أن المؤسسات الحكومية تولي اهتماماً بالغاً بمفهوم الجودة الشاملة أثناء التنفيذ، وتسعى إلى تحسين كفاءة مخرجاتها بما يضمن رضا المستفيدين واستدامة المشاريع بعد مرحلة التسليم. كما تشير إلى أن التنسيق بين الجهات المنفذة والاستشارية والمقاولين أصبح أكثر فاعلية، وهو ما يسهم في تقليص زمن التعثر وتحقيق الانسيابية في سير العمل الميداني.

وفيما يتعلق بالجوانب المالية، فقد أظهرت الفقرة "تؤدي الرقابة المالية إلى تحسين كفاءة استخدام الموارد" متوسطاً مرتفعاً بلغ (٤.٠٣)، تلتها الفقرة "تُسهم آليات التعاقد والحوكمة في خفض تكاليف التغييرات غير المخططة" و"تناسب التكاليف الفعلية مع نطاق العمل المتفق عليه" بمتوسطين متقاربين (٣.٩٨)، مما يدل على وجود نظم رقابية فعالة تسهم في الاستخدام الرشيد للموارد وفي ضبط المصروفات ضمن الحدود المقررة. وتشير هذه النتائج إلى أن المؤسسات الحكومية باتت أكثر وعياً بأهمية الرقابة المالية والحوكمة كعنصرين رئيسيين لتحقيق الكفاءة الاقتصادية في إدارة المشاريع.

أما من ناحية الالتزام الزمني، فقد أظهرت الفقرات "تلتزم المشاريع عادةً بمواعيد التسليم المقررة" بمتوسط (٣.٧٣) و"يتم اتخاذ قرارات سريعة للحسم في القضايا المؤثرة على الجدول الزمني" بمتوسط (٣.٨٦) و"تُحدَّث خطط الموارد بما يدعم تقليص التأخير عند ظهوره" بمتوسط (٣.٨٨)، وهي نتائج تشير إلى وجود درجة مقبولة من الانضباط في الجداول الزمنية للمشاريع، مع بقاء بعض التحديات المتعلقة بسرعة اتخاذ القرار ومعالجة التأخيرات. وهذا يعكس الواقع العملي في المشاريع الحكومية، حيث تتأثر الجداول الزمنية أحياناً بتعدد الأطراف والإجراءات الإدارية.

وفي الجانب المتعلق بالجودة بعد التسليم، جاءت الفقرات "تحقق المشاريع مستوى جودة يتوافق مع متطلبات التشغيل والصيانة" و"تنخفض معدلات الشكاوى المرتبطة بجودة المخرجات بعد التسليم" بمتوسطين (٣.٩٨) و(٣.٧٦) على التوالي، مما يدل على أن جودة التنفيذ خلال المشروع تنعكس إيجاباً على الأداء بعد مرحلة التسليم، لكن ما زال هناك مجالاً للتحسين في ما يتعلق بخفض الشكاوى وتحقيق رضا أكبر لدى المستفيدين النهائيين.

بشكل عام، يمكن القول إن المشاريع الحكومية المشمولة في هذه الدراسة تُظهر مستوى أداء مؤسسي جيد يتمثل في وضوح الأدوار التنظيمية، وتفعيل التنسيق بين الجهات، وتحقيق مستويات مرتفعة من الجودة والرقابة المالية.

تطبيق المثلث الحديدي لإدارة المشاريع

المتغيرات	معامل الارتباط (Pearson Correlation)	مستوى الدلالة Sig. (2-tailed)	العدد (N)
المحور الأول: تطبيق المثلث الحديدي لإدارة المشاريع	1	–	59
المحور الثاني: الأداء المؤسسي للمشاريع الحكومية	0.767	0.000	59

الجدول (٧): اختبار المحاور

تشير نتائج جدول الارتباط إلى وجود علاقة ارتباطية موجبة قوية وذات دلالة إحصائية بين المحور الأول: تطبيق المثلث الحديدي لإدارة المشاريع، والمحور الثاني: الأداء المؤسسي للمشاريع الحكومية، حيث بلغ معامل الارتباط (Pearson Correlation) قيمة (٠.٧٦٧) عند مستوى دلالة (Sig = 0.000) وهو أقل من (٠.٠١)، مما يؤكد دلالة العلاقة الإحصائية بين المتغيرين.

وتدل هذه النتيجة على أن ارتفاع مستوى تطبيق مبادئ المثلث الحديدي (الذي يشمل إدارة الوقت، وإدارة التكلفة، وإدارة الجودة) يسهم بصورة مباشرة في تحسين الأداء المؤسسي للمشاريع الحكومية. فالمشروعات التي تتبنى آليات دقيقة في التخطيط الزمني والرقابة المالية وضبط الجودة، تحقق غالباً التزاماً أكبر بالمعايير التنظيمية، وتظهر كفاءة أعلى في استخدام الموارد وتحقيق الأهداف التشغيلية. كما يشير هذا الترابط القوي إلى وجود تأثير متبادل بين جودة إدارة المشاريع وبين مستوى الأداء المؤسسي، حيث يعكس المثلث الحديدي درجة النضج الإداري والتنظيمي في تنفيذ المشاريع الحكومية. ويُفسّر ذلك بأن المؤسسات التي تطبق مبادئ المثلث الحديدي بنجاح تتمتع بنظم رقابة ومتابعة متكاملة، ما ينعكس على رفع كفاءة الأداء وتقليل الانحرافات الزمنية والمالية.

وبناءً على هذه النتيجة، يمكن قبول الفرضية الإحصائية التي تنص على وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق المثلث الحديدي لإدارة المشاريع وبين الأداء المؤسسي للمشاريع الحكومية. وتشير النتيجة كذلك إلى أن تطوير قدرات التخطيط والحوكمة وإدارة الموارد يمثل عاملاً حاسماً في تعزيز الأداء العام للمشروعات الحكومية ودعم كفاءتها التشغيلية بما يتماشى مع معايير الجودة والاستدامة المؤسسية.

اختبار الفرضيات

إدارة الوقت والكفاءة الزمنية

المتغيرات	معامل الارتباط (Pearson Correlation)	مستوى الدلالة (Sig. (2-tailed)	العدد (N)
إدارة الوقت	1	-	59
الكفاءة الزمنية	0.534	0.000	59

الجدول (٨): معامل الارتباط بين إدارة الوقت والكفاءة الزمنية

تشير نتائج الجدول (٨) الذي يوضح معامل الارتباط بين إدارة الوقت والكفاءة الزمنية إلى وجود علاقة ارتباط موجبة متوسطة القوة وذات دلالة إحصائية بين المتغيرين، حيث بلغ معامل الارتباط (Pearson Correlation) قيمة (٠.٥٣٤) عند مستوى دلالة (Sig = 0.000) وهو أقل من (٠.٠١)، مما يدل على أن العلاقة بين إدارة الوقت والكفاءة الزمنية علاقة دالة إحصائية وذات اتجاه موجب.

وتعني هذه النتيجة أن ارتفاع كفاءة إدارة الوقت في المشاريع الحكومية يؤدي إلى تحسن ملموس في مستوى الكفاءة الزمنية، أي أن الالتزام بخطط العمل، ومتابعة الجداول الزمنية بانتظام، وتحديثها عند حدوث تغييرات، يسهم في تقليل فترات التأخير وتحقيق إنجاز أكبر ضمن المدد المحددة. وهذا الارتباط يعكس الدور المحوري للتخطيط الزمني الفعال في ضبط سير المشروع وتحقيق أهدافه التشغيلية وفق الإطار الزمني المحدد.

كما تُظهر هذه النتيجة أن المؤسسات التي تعتمد منهجيات دقيقة في إدارة الوقت (مثل وضع هوامش احتياطية للمخاطر الزمنية، والمتابعة الأسبوعية لمعدلات الإنجاز، وتطبيق إجراءات تصحيحية سريعة) تحقق نتائج أفضل على صعيد الأداء الزمني. فالكفاءة الزمنية هنا تمثل نتاجاً مباشراً لحسن التنظيم والمتابعة المستمرة لأنشطة المشروع.

بناءً على ذلك، يمكن قبول الفرضية الإحصائية القائلة بوجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين إدارة الوقت والكفاءة الزمنية، حيث أثبت التحليل أن تحسين إدارة الوقت ينعكس إيجاباً على أداء المشروع من حيث الالتزام بالمواعيد وتقليل نسب التأخير، مما يعزز من فعالية الأداء المؤسسي العام ويدعم نجاح المشاريع الحكومية ضمن أهدافها الزمنية المحددة.

إدارة التكلفة والكفاءة المالية

نوع التحليل	المؤشر	القيمة
Model Summary	معامل الارتباط (R)	0.576
	معامل التحديد (R^2)	0.332
	Adjusted R^2	0.320
	Std. Error	0.50077
ANOVA	F	28.295
	Sig.	0.000
Coefficients	الثابت (Constant)	B = 1.606Sig. = 0.001
	إدارة التكلفة	B = 0.563Beta = 0.576Sig. = 0.000

الجدول (٨): نموذج الانحدار بين إدارة التكلفة والكفاءة المالية

تشير نتائج الجدول (٨) الذي يوضح نموذج الانحدار بين إدارة التكلفة والكفاءة المالية إلى وجود علاقة ارتباط موجبة متوسطة القوة ودالة إحصائيًا بين المتغيرين، حيث بلغ معامل الارتباط (R) قيمة (٠.٥٧٦) عند مستوى دلالة (Sig = 0.000). كما يُظهر معامل التحديد ($R^2 = 0.332$) أن متغير إدارة التكلفة يفسر ما نسبته (٣٣.٢٪) من التغير في الكفاءة المالية، وهي نسبة تفسير جيدة في الدراسات الإدارية والميدانية، مما يعني أن تحسين ممارسات إدارة التكلفة يسهم في رفع مستوى الكفاءة المالية للمشروعات الحكومية.

وتشير نتائج اختبار (ANOVA) إلى أن النموذج دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠٠١)، حيث بلغت قيمة (F = 28.295) بمستوى دلالة (Sig = 0.000)، مما يؤكد أن معادلة الانحدار ككل مناسبة لتفسير العلاقة بين المتغيرين. أما في جدول معاملات الانحدار (Coefficients)، فقد بلغت قيمة الثابت (B = 1.606) عند دلالة (Sig = 0.001)، في حين بلغت قيمة ميل الانحدار لمتغير إدارة التكلفة (B = 0.563) ومعامل بيتا المعياري (Beta = 0.576) عند دلالة (Sig = 0.000)، وهو ما يشير إلى أن إدارة التكلفة تؤثر تأثيرًا إيجابيًا ومعنويًا في الكفاءة المالية.

ويُفهم من هذه النتائج أن كل زيادة بمقدار وحدة واحدة في كفاءة إدارة التكلفة تؤدي إلى زيادة مقدارها (٠.٥٦٣) في الكفاءة المالية، مما يدل على أن تحسين إجراءات الرقابة المالية، وتقدير التكاليف بدقة، وتطبيق آليات متابعة الإنفاق تؤدي إلى تحقيق وفورات مالية ملموسة ورفع كفاءة الأداء المؤسسي.

بناءً على ذلك، يمكن قبول الفرضية القائلة بوجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين إدارة التكلفة والكفاءة المالية، إذ تؤكد النتائج أن كفاءة إدارة التكلفة تُعد أحد المحددات الأساسية لتحقيق كفاءة مالية مرتفعة في مشاريع شركة المياه الوطنية، بما يتماشى مع مبادئ المثلث الحديدي في إدارة المشاريع التي تربط بين الوقت والتكلفة والجودة كعناصر متكاملة للأداء المؤسسي الفعال.

إدارة الجودة وجودة التنفيذ ورضا المستفيد

نوع التحليل	المؤشر	القيمة
Model Summary	معامل الارتباط (R)	0.634
	معامل التحديد (R^2)	0.402
	Adjusted R^2	0.392
	Std. Error	0.51074
ANOVA	F	38.342
	Sig.	0.000
Coefficients	الثابت (Constant)	B = 1.327 Sig. = 0.004
	إدارة الجودة	B = 0.685 Beta = 0.634 Sig. = 0.000

الجدول (٩): نموذج الانحدار بين إدارة الجودة وجودة التنفيذ ورضا المستفيد

يوضح الجدول (٩) والذي يشير إلى نموذج الانحدار بين إدارة الجودة وجودة التنفيذ ورضا المستفيد إلى وجود علاقة ارتباط موجبة قوية ودالة إحصائية بين المتغيرين، حيث بلغ معامل الارتباط (R) قيمة (٠.٦٣٤)، وهو ما يدل على أن هناك ارتباطاً قوياً بين كفاءة إدارة الجودة ومستوى جودة التنفيذ ورضا المستفيدين. كما يوضح معامل التحديد ($R^2 = 0.402$) أن متغير إدارة الجودة يفسر ما نسبته (٤٠.٢٪) من التغير في جودة التنفيذ ورضا المستفيد، وهي نسبة مرتفعة تشير إلى أن التحسين في ممارسات الجودة يسهم بشكل واضح في رفع مستوى الرضا والأداء التنفيذي.

وتظهر نتائج تحليل التباين (ANOVA) أن النموذج دال إحصائياً عند مستوى معنوية (Sig = 0.000) وقيمة (F = 38.342)، مما يعني أن معادلة الانحدار صالحة ويمكن الاعتماد عليها في تفسير العلاقة بين إدارة الجودة وجودة التنفيذ ورضا المستفيد.

أما في جدول معاملات الانحدار (Coefficients)، فقد بلغت قيمة الثابت ($B = 1.327$) عند مستوى دلالة ($Sig = 0.004$)، في حين بلغت قيمة الميل لمتغير إدارة الجودة ($B = 0.685$) ومعامل بيتا المعياري ($Beta = 0.634$) عند دلالة ($Sig = 0.000$)، مما يشير إلى أن إدارة الجودة تؤثر تأثيرًا إيجابيًا ومعنويًا في جودة التنفيذ ورضا المستفيد. ويعني ذلك أن كل زيادة بمقدار وحدة واحدة في مستوى إدارة الجودة تؤدي إلى ارتفاع قدره (0.685) في جودة التنفيذ ورضا المستفيد، وهو ما يعكس أهمية تطبيق أنظمة الجودة في جميع مراحل المشروع بدءًا من التصميم والتنفيذ وحتى التسليم. وتؤكد هذه النتيجة أن الالتزام بمعايير الجودة الشاملة والرقابة المستمرة على العمليات التنفيذية يؤدي إلى تحسين النتائج النهائية وتقليل العيوب التشغيلية، مما يساهم في تحقيق رضا المستفيدين وتعزيز ثقتهم في أداء المؤسسة. وبناءً على هذه النتائج، يمكن قبول الفرضية التي تنص على وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين إدارة الجودة وجودة التنفيذ ورضا المستفيد، حيث أثبت التحليل أن إدارة الجودة تمثل أحد المحركات الأساسية لرفع كفاءة الأداء المؤسسي وتحسين مخرجات المشاريع الحكومية.

العلاقة بين إدارة الجودة والكفاءة المؤسسية

نوع التحليل	المؤشر	القيمة
ANOVA	F	38.342
	Sig.	0.000
Coefficients	الثابت (Constant)	$B = 1.327$ Sig. = 0.004
	إدارة الجودة	$B = 0.685$ Beta = 0.634 Sig. = 0.000
Correlations	معامل الارتباط (Pearson Correlation)	0.569
	Sig. (2-tailed)	0.000

الجدول (١٠): نتائج تحليل الارتباط والانحدار بين إدارة الجودة والكفاءة المؤسسية

تشير نتائج الجدول (١٠) بعنوان العلاقة بين إدارة الجودة والكفاءة المؤسسية إلى وجود علاقة ارتباط وانحدار قوية ودالة إحصائية بين إدارة الجودة ومؤشرات الأداء المؤسسي ممثلة في جودة التنفيذ ورضا المستفيد والكفاءة الزمنية والمالية. أولاً، أظهرت نتائج تحليل الانحدار أن متغير إدارة الجودة له تأثير معنوي وواضح على جودة التنفيذ ورضا المستفيد، حيث بلغت قيمة ($F = 38.342$) عند مستوى دلالة ($Sig = 0.000$)، مما يدل على أن النموذج الإحصائي صالح لتفسير

العلاقة بين المتغيرين. كما بلغ معامل الانحدار ($B = 0.685$) ومعامل بيتا المعياري ($Beta = 0.634$) بقيمة دلالة ($Sig = 0.000$)، وهو ما يشير إلى أن كل تحسن بمقدار وحدة واحدة في مستوى إدارة الجودة يؤدي إلى ارتفاع قدره (0.685) في جودة التنفيذ ورضا المستفيد. وتدل هذه النتيجة على أن تبني ممارسات الجودة الشاملة والالتزام بالمعايير الفنية خلال مراحل المشروع يسهم في تحسين جودة المخرجات ورفع مستوى رضا المستفيدين.

ثانيًا، أظهر تحليل الارتباط بين الكفاءة الزمنية والكفاءة المالية وجود علاقة ارتباط موجبة متوسطة ودالة إحصائية، إذ بلغ معامل الارتباط ($r = 0.569$) عند مستوى دلالة ($Sig = 0.000$)، مما يعكس الترابط القوي بين الالتزام بالجدول الزمني وضبط التكاليف في المشاريع الحكومية. ويعني ذلك أن تحقيق الكفاءة الزمنية في تنفيذ الأعمال ينعكس إيجابًا على كفاءة الإنفاق وتقليل التجاوزات المالية.

وبناءً على هذه النتائج، يمكن القول إن تحسين إدارة الجودة يمثل عاملاً رئيسيًا في تعزيز الأداء المؤسسي للمشروعات الحكومية، سواء من حيث جودة التنفيذ ورضا المستفيدين أو من حيث التكامل بين الكفاءة الزمنية والمالية.

الوقت وإدارة التكلفة في مشاريع البنية التحتية الحكومية

المتغيرات	معامل الارتباط (Pearson Correlation)	مستوى الدلالة (Sig. (2-tailed))	العدد (N)
إدارة الوقت	1	-	59
إدارة التكلفة	0.661	0.000	59

الجدول (١١): اختبار الوقت وإدارة التكلفة

تشير نتائج جدول الارتباط إلى وجود علاقة ارتباطية موجبة قوية وذات دلالة إحصائية بين متغيري إدارة الوقت وإدارة التكلفة في مشاريع شركة المياه الوطنية، حيث بلغ معامل الارتباط (Pearson Correlation) قيمة (0.661)، عند مستوى دلالة ($Sig = 0.000$) وهو أقل من (0.01)، مما يؤكد أن العلاقة بين المتغيرين دالة إحصائية وذات اتجاه موجب.

وتدل هذه النتيجة على أن المشروعات التي تتميز بقدرة أعلى على إدارة الوقت والتخطيط الزمني الدقيق تحقق غالبًا أداءً ماليًا أكثر كفاءة وانضباطاً في حدود الميزانية المقررة. فكلما تم تنظيم الأنشطة والمهام في إطار زمني محدد وتجنب التأخير في التنفيذ، انخفضت احتمالية تجاوز التكاليف غير المخططة، نتيجة تقليل الهدر في الموارد البشرية والمادية، وضمان استمرارية التنفيذ وفق الجدول المعد مسبقًا.

كما تعكس هذه العلاقة التكامل بين بُعدي الوقت والتكلفة في إطار المثلث الحديدي لإدارة المشاريع، حيث إن أي خلل في الجدول الزمني يؤدي غالبًا إلى زيادة المصروفات الناتجة عن تمديد فترات العمل أو إعادة التعاقد. ومن هنا، فإن الالتزام الزمني يُعد مؤشرًا مهمًا لضبط الإنفاق وتحقيق الكفاءة الاقتصادية في تنفيذ المشاريع الحكومية والخدمية.

وبناءً على ذلك، يمكن القول إن تحسين كفاءة إدارة الوقت يسهم مباشرة في تعزيز كفاءة إدارة التكلفة، وهو ما يدعم توجه المؤسسات نحو تبني منهجيات إدارة المشاريع الاحترافية التي توازن بين الزمن والميزانية والجودة لضمان تحقيق أهداف المشاريع بكفاءة واستدامة.

ثبات الاداة (كرونباخ ألفا)

المحور	عدد الفقرات	معامل ألفا
المحور الأول: تطبيق المثلث الحديدي لإدارة المشاريع	١٢	٠.٨٦٢
المحور الثاني: الأداء المؤسسي للمشاريع الحكومية	١٢	٠.٨٥٤
اجمالي المحاور	٢٤	٠.٩١٧

الجدول (١٢): معامل Alpha Cronbach

تشير نتائج الجدول الخاص بمعامل الثبات (ألفا كرونباخ) إلى أن أداة الدراسة تتمتع بدرجة عالية من الاتساق الداخلي والموثوقية في قياس محاورها الثلاثة. فقد بلغت قيمة معامل ألفا للمحور الأول (٠.٨٦٢)، وللمحور الثاني (٠.٨٥٤)، في حين بلغ معامل الثبات الكلي لجميع فقرات الاستبانة (٠.٩١٧)، وهي قيم مرتفعة تدل على قوة الترابط بين الفقرات وانسجامها في قياس المفاهيم المستهدفة.

ويُعد الحصول على قيمة معامل ألفا تزيد عن (٠.٧٠) مؤشرًا مقبولًا للثبات في الدراسات الاجتماعية والإدارية، أما القيم التي تتجاوز (٠.٨٠) كما في هذه الدراسة فتمثل ثباتًا مرتفعًا يعكس جودة بناء الاستبانة ودقة صياغة فقراتها.

كما يُلاحظ أن المحورين الرئيسيين - “تطبيق المثلث الحديدي لإدارة المشاريع” و “الأداء المؤسسي للمشاريع الحكومية” - قد حققا ثباتًا متقاربًا، مما يشير إلى أن جميع بنود كل محور تتجه في قياس بُعدٍ واحدٍ بوضوح دون تشتت في الإجابات. أما القيمة الكلية المرتفعة (٠.٩١٧) فتدل على أن الأداة البحثية بشكل عام متماسكة وقادرة على تقديم نتائج دقيقة وموثوقة عند تطبيقها على عينات مماثلة.

الفصل الرابع: مناقشة النتائج والتوصيات

نتائج التحليل الإحصائي للمتوسطات والانحرافات المعيارية

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي للمتوسطات والانحرافات المعيارية أن اتجاهات أفراد عينة الدراسة جاءت بدرجة مرتفعة نسبيًا نحو محاور الدراسة المتمثلة في تطبيق المثلث الحديدي لإدارة المشاريع والأداء المؤسسي للمشاريع الحكومية. وقد تراوحت المتوسطات الحسابية بين (٣.٧٨) و(٤.٢٥) من أصل الدرجة الكلية (٥)، مما يعكس مستوى مرتفعًا من تطبيق ممارسات إدارة المشاريع في بيئة العمل المدروسة. كما تراوحت قيم الانحراف المعياري بين (٠.٧٠٩) و(٠.٩٦٦)، وهي قيم منخفضة نسبيًا تشير إلى وجود تجانس واضح في آراء المشاركين واستقرار استجاباتهم تجاه محاور الدراسة.

أولاً: نتائج المحور الأول - تطبيق المثلث الحديدي لإدارة المشاريع

أظهرت النتائج أن الفقرة "يتم إعداد الجداول الزمنية للمشاريع قبل البدء اعتمادًا على منهجية واضحة" جاءت في المرتبة الأولى بمتوسط (٤.٢٥)، ما يعكس اهتمام المؤسسات بالتخطيط الزمني المنهجي كخطوة أساسية في إدارة المشاريع. كما حققت الفقرات المتعلقة بإدارة التكلفة والجودة متوسطات مرتفعة تجاوزت (٤.٠٠)، ما يدل على وعي إداري بأهمية ضبط النفقات وتطبيق معايير الجودة في كل مراحل المشروع. أما الفقرات الخاصة بمعالجة الانحرافات وأعمال الإعادة فقد جاءت بمتوسطات أدنى نسبيًا (بين ٣.٧٨ و ٣.٨١)، مما يشير إلى أن بعض المؤسسات لا تزال تواجه تحديات محدودة في مجال متابعة مراحل التنفيذ النهائية وتوثيق نتائج اختبارات القبول. وبشكل عام، تعكس نتائج المحور الأول أن المؤسسات المدروسة تطبق مبادئ المثلث الحديدي (الوقت-التكلفة-الجودة) بكفاءة عالية، لكنها تحتاج إلى تعزيز التكامل بين هذه الأبعاد لضمان تحقيق النضج المؤسسي الكامل.

ثانيًا: نتائج المحور الثاني - الأداء المؤسسي للمشاريع الحكومية

جاءت نتائج هذا المحور أيضًا بمستوى مرتفع من التقييم، حيث تراوحت المتوسطات بين (٣.٧٣) و(٤.١٥). واحتلت الفقرة "ينعكس ضبط الجودة أثناء التنفيذ على تقليل الأعطال/التسربات لاحقًا" المرتبة الأولى بمتوسط (٤.١٥)، تلتها "جودة مشاريع الشركة ترفع من رضا المستفيدين" بمتوسط (٤.١٤)، مما يؤكد أن الالتزام بمعايير الجودة يسهم في رفع مستوى رضا المستفيدين وتحسين المخرجات النهائية للمشروعات الحكومية. أما الفقرات المتعلقة بالالتزام الزمني والمالي فجاءت بدرجات متوسطة إلى مرتفعة (بين ٣.٧٣ و ٣.٨٨)، ما يدل على أن المؤسسات الحكومية تحقق انضباطًا زمنيًا وماليًا مقبولًا،

مع وجود فرص للتحسين في سرعة اتخاذ القرار ومتابعة الموارد. وتشير هذه النتائج إلى أن الأداء المؤسسي للمشاريع الحكومية يسير في اتجاه إيجابي مدعوم بممارسات حوكمة فعّالة ورقابة مالية متقدمة.

تحليل الفرضيات الإحصائية

أولاً: الفرضيات الارتباطية

أثبتت نتائج التحليل الإحصائي وجود علاقات ارتباط موجبة ودالة إحصائية عند مستوى (٠.٠١) بين متغيرات الدراسة، مما يدعم قبول جميع الفرضيات الأساسية. فقد كشفت الفرضية الأولى عن وجود علاقة قوية بين جودة التخطيط الزمني ومستوى الالتزام بالجدول الزمني، مما يدل على أن كفاءة التخطيط ترفع من درجة الالتزام بالمواعيد وتقليل نسب التأخير. أما الفرضية الثانية فأظهرت علاقة بين نضج الحوكمة وإدارة المشتريات ونسبة تجاوز التكاليف، إذ يحد الالتزام بالحوكمة من الانحرافات المالية ويعزز كفاءة الإنفاق.

وأشارت الفرضية الثالثة إلى وجود علاقة موجبة بين فعالية التنسيق بين الجهات المنفذة ومطابقة الجودة للمواصفات الفنية، مما يؤكد أهمية التعاون المؤسسي في تحقيق جودة الأداء. بينما أثبتت الفرضية الرابعة وجود علاقة طردية بين التأخر الزمني وتجاوز التكاليف، أي أن أي خلل في الالتزام الزمني ينعكس سلباً على الكفاءة المالية. أما الفرضية الخامسة فقد بينت وجود فروق ذات دلالة إحصائية في الأداء الكلي للمشاريع تبعاً لاختلاف نمط التعاقد المستخدم.

ثانياً: الارتباط بين المحاور والمتغيرات

أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط قوية بين المحور الأول (تطبيق المثلث الحديدي) والمحور الثاني (الأداء المؤسسي) بلغت ($r = 0.767$, $Sig = 0.000$) ، ما يعني أن تحسين إدارة الوقت والتكلفة والجودة يؤدي مباشرة إلى رفع كفاءة الأداء المؤسسي. كما أوضح تحليل الانحدار أن إدارة الجودة تفسر (٤٠.٢٪) من التغير في جودة التنفيذ ورضا المستفيد، وهو ما يعكس الأثر المباشر للجودة في تحقيق الرضا المؤسسي. كذلك أظهر تحليل الارتباط بين الكفاءة الزمنية والكفاءة المالية علاقة موجبة متوسطة بلغت ($r = 0.569$, $Sig = 0.000$) ، ما يدل على أن الانضباط الزمني يسهم في خفض التكاليف وتحسين كفاءة إدارة الموارد.

الاستنتاج العام

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لعينة الدراسة المكونة من (٥٩) موظفًا إداريًا وفنيًا في مشاريع شركة المياه الوطنية - فرع منطقة الرياض أن تطبيق مبادئ المثلث الحديدي لإدارة المشاريع (الوقت، التكلفة، الجودة) يمثل عنصرًا جوهريًا في رفع كفاءة الأداء المؤسسي للمشاريع الحكومية. فقد تراوحت المتوسطات الحسابية بين (٣.٧٨) و (٤.٢٥) من أصل (٥)، مما يعكس درجة عالية من الالتزام بممارسات إدارة المشاريع الحديثة، بينما تراوحت قيم الانحراف المعياري بين (٠.٧٠٩) و (٠.٩٦٦)، وهو ما يشير إلى تقارب آراء المشاركين واستقرار استجاباتهم.

وأظهرت نتائج الارتباط وجود علاقة موجبة قوية بين تطبيق المثلث الحديدي والأداء المؤسسي بلغت ($r = 0.767$, Sig = 0.000)، مما يدل على أن رفع كفاءة إدارة الوقت والتكلفة والجودة ينعكس بشكل مباشر على أداء المشاريع الحكومية. كما أظهرت العلاقة بين إدارة الوقت والكفاءة الزمنية ارتباطًا معتدلاً بلغت قيمته ($r = 0.534$)، فيما كانت العلاقة بين إدارة التكلفة والكفاءة المالية أقوى بمتوسط ($r = 0.661$)، وكلاهما ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠١)، ما يعكس تكامل عناصر المثلث الحديدي في ضبط الزمن والإنفاق.

أما نموذج الانحدار بين إدارة الجودة وجودة التنفيذ ورضا المستفيد فقد أظهر تأثيرًا واضحًا، حيث بلغ معامل الارتباط ($R = 0.634$)، ومعامل التحديد ($R^2 = 0.402$)، مما يعني أن إدارة الجودة تفسر (٤٠.٢%) من التغير في جودة التنفيذ ورضا المستفيدين. كما بلغت قيمة $F = 38.342$ عند دلالة (Sig = 0.000)، وهي نتيجة تؤكد الأثر القوي للجودة في رفع كفاءة الأداء المؤسسي.

كما بينت النتائج وجود علاقة إيجابية بين الكفاءة الزمنية والكفاءة المالية بلغت ($r = 0.569$, Sig = 0.000)، ما يشير إلى أن الالتزام الزمني يسهم في خفض التكاليف وتحقيق كفاءة استخدام الموارد. وتوضح هذه النتائج أن العلاقة بين عناصر المثلث الحديدي علاقة تكاملية؛ إذ إن تحسين أحدها ينعكس إيجابًا على الباقي.

وفي ضوء هذه النتائج، يتضح أن تطبيق المثلث الحديدي مدعومًا بممارسات الحوكمة المؤسسية وعمليات التحول الرقمي يسهم في تحقيق أداء مؤسسي فعال ومستدام، الأمر الذي يتماشى مع أهداف رؤية المملكة ٢٠٣٠ الرامية إلى رفع كفاءة الإنفاق وتحسين جودة تنفيذ المشاريع الحكومية.

الخاتمة

أظهرت نتائج الدراسة أن تطبيق مبادئ المثلث الحديدي لإدارة المشاريع (الوقت، التكلفة، الجودة) يسهم بصورة جوهرية في رفع كفاءة الأداء المؤسسي للمشاريع الحكومية. فقد بين التحليل الإحصائي أن المتوسطات الحسابية لجميع الفقرات جاءت مرتفعة، مما يدل على أن المؤسسات الحكومية محل الدراسة تطبق ممارسات تخطيط ومتابعة فعّالة، وتولي اهتمامًا واضحًا بالحوكمة وضبط الجودة. كما أثبتت نتائج الارتباط والانحدار وجود علاقات دالة إحصائيًا بين إدارة الوقت، وإدارة التكلفة، وإدارة الجودة من جهة، وبين الأداء المؤسسي بأبعاده الزمنية والمالية والفنية من جهة أخرى، حيث بلغت قيمة الارتباط بين المحورين الرئيسيين ($r = 0.767$, $Sig = 0.000$) وهي علاقة قوية وموجبة.

وأوضحت النتائج أن تحسين جودة التخطيط الزمني يسهم في رفع مستوى الالتزام بالمواعيد وتقليل التأخير، بينما يؤدي نضج الحوكمة إلى الحد من التجاوزات المالية وتعزيز الكفاءة الاقتصادية للمشاريع. كما تبين أن فعالية التنسيق بين الأطراف المشاركة في تنفيذ المشاريع ترفع من مستوى الجودة الفنية وتزيد من رضا المستفيدين. وأظهرت اختبارات الانحدار أن إدارة الجودة تفسر ما نسبته (٤٠.٢٪) من التغير في جودة التنفيذ ورضا المستفيد، مما يؤكد أن التزام المؤسسات بمعايير الجودة الشاملة يمثل ركيزة أساسية لتحقيق الأداء المؤسسي المتميز.

وانطلاقًا من هذه النتائج، توصي الدراسة بما يلي:

١. تعزيز ثقافة التخطيط الزمني الدقيق في المؤسسات الحكومية، من خلال تبني أنظمة رقمية متقدمة لتتبع الجداول الزمنية وتحديثها بشكل مستمر وفق المنهجيات الحديثة في إدارة المشاريع.
٢. تطوير نظم الحوكمة المالية والإدارية بما يضمن مراقبة دقيقة للتكاليف وتقليل الانحرافات بين الميزانية الفعلية والمقدرة، مع توثيق عمليات المراجعة والتدقيق بانتظام.
٣. التركيز على تطبيق إدارة الجودة الشاملة في جميع مراحل المشروع بدءًا من التخطيط وحتى التسليم، وتعزيز مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs) لمتابعة مستوى الجودة ورضا المستفيدين.
٤. تعزيز التنسيق المؤسسي بين المالك والمقاول والاستشاري من خلال لجان مشتركة وإجراءات واضحة لمعالجة التحديات الميدانية بسرعة وفعالية.
٥. الاستثمار في تدريب الكوادر البشرية على أساليب إدارة المشاريع الاحترافية وبناء القدرات في التحليل الزمني والمالي وضبط الجودة.
٦. إجراء تقييم دوري للأداء المؤسسي في المشاريع الحكومية باستخدام أدوات قياس كمية ونوعية لتحديد نقاط القوة والضعف واتخاذ قرارات تصحيحية مبنية على بيانات دقيقة.

المراجع والمصادر

أولاً: المراجع العربية

١. 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.
٢. الزعبي، أحمد، والجغبير، خالد. (2019). أثر تطبيق إدارة الجودة الشاملة على أداء المشاريع الإنشائية. المجلة الأردنية في إدارة الأعمال، الجامعة الأردنية.
٣. الغزاوي، محمد، وآخرون. (2023). البنية التحتية الرشيفة ودورها في تحسين كفاءة إدارة الجداول الزمنية والموارد في مشاريع البنية التحتية بالمملكة العربية السعودية. مجلة الإدارة والتخطيط، جامعة الملك سعود.
٤. المزيني، عبدالله، والأحمد، خالد. (2020). تطبيق مثلث إدارة المشاريع (الوقت-التكلفة-الجودة) على تنفيذ فيلا سكنية في دولة الكويت. المجلة العربية للهندسة والإدارة.
٥. جابر، يوسف محمد يوسف. (2012). تقييم استخدام منهجية إدارة المشاريع الإنشائية بالمملكة العربية السعودية (رسالة دكتوراه منشورة). الأكاديمية العربية، الدنمارك.
٦. إبراهيم، عبد الرشيد نصير. (2006). إدارة مشروعات التشييد. القاهرة: دار النشر للجامعات.

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. Al-Kharashi, A., & Skitmore, M. (2009). Causes of delays in Saudi Arabian public sector construction projects. *Construction Management and Economics*, 27(1).
3. 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.
4. Barker, S., & Cole, R. (2007). *Brilliant project management: What the best project managers know, say and do*. Pearson Prentice Hall Business.

5. Burgar Makovec, M. (2025). *The Project Triangle Paradigm*. Krško Nuclear Power Plant, Vrbina 12, 8270 Krško, Slovenia.
6. Campbell, G. M., & Baker, S. (2007). *Project management* (4th ed.). Alpha.
7. Chen, Y., Yang, R., Zhang, Y., & Xu, J. (2025). Digital transformation and organizational performance: A socio-technical systems perspective. *Systems*, 13(625), 1–23.
8. Collins, J. C., & Porras, J. I. (1994). *Built to last: Successful habits of visionary companies*. HarperCollins Publishers.
9. Dacre, N. (2022). *Artificial intelligence in project management: A review of AI's usefulness and future considerations for the project profession*. Association for Project Management, UK.
10. 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*.
11. Dobson, M. S., & Feickert, H. (2007). *The six dimensions of project management: Turning constraints into resources*. Management Concepts Inc.
12. Fareed, M. Z., & Su, Q. (2022). Project governance and project performance: The moderating role of top management support. *Sustainability*, 14(2516), 1–13.
13. Gui, Q., Song, J., & Xia, B. (2025). Governance mechanisms and project performance in PPP infrastructure projects: Evidence from China. *Buildings*, 15(1858), 1–21.
14. Guinan, P. J., Parise, S., & Langowitz, N. (2019). Creating an agile digital organization: The role of digital transformation and leadership. *MIS Quarterly Executive*, 18(3), 175–193.
15. Highsmith, J. (2009). *Agile project management: Creating innovative products* (2nd ed.). Pearson Education.
16. Hoffmann, P., Németh, Z., & Pischke, F. (2020). Leveraging management information systems for strategic performance integration. *Information Systems Frontiers*, 22(6), 1459–1473.
17. Jia, Y., Cao, G., & Xu, L. (2024). AI-driven digital transformation in project-based organizations: Implications for time, cost, and quality performance. *Technological Forecasting and Social Change*, 198, 122950.
18. Kerzner, H. (2023). *Project management metrics, KPIs, and dashboards: A guide to measuring and monitoring project performance* (4th ed.). John Wiley & Sons.
19. Lamprou, A., & Vagiona, D. (2022). Towards a unified framework for project success score computation in construction projects.

20. Marchewka, J. T. (2006). *Information technology project management: Providing measurable organizational value* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
21. Meredith, J. R., & Mantel, J. S. (2000). *Project management: A managerial approach* (4th ed.). John Wiley & Sons.
22. Morris, P. W., & Hough, G. H. (1987). *The anatomy of major projects*. John Wiley & Sons.
23. Newell, M. W., & Grashina, M. N. (2003). *The project management question and answer book*. Amacom.
24. PMI. (2012). *PMBOK: A guide to the project management body of knowledge* (5th ed.). Project Management Institute.
25. Pollack, J., Helm, J., & Adler, D. (2018). What is the Iron Triangle, and how has it changed? *International Journal of Managing Projects in Business*, 11(2), 527–547.
26. Pollack, J., Helm, J., & Adler, D. (2018). What is the Iron Triangle, and how has it changed? *International Journal of Managing Projects in Business*, 11(4), 527–547.
27. Project Management Institute. (2004). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide)* (3rd ed.). Project Management Institute.
28. 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*.
29. Takagi, T., Liu, S., & Wang, C. (2025). Artificial intelligence applications in project scheduling and performance optimization. *Engineering Management Journal*, 37(1), 33–49.
30. Team Asana. (2024, February 15). What is the project management triangle and how can it help your team? Retrieved from <https://asana.com/resources/project-management-triangle>
31. Van Wyngaard, C. J. (2011). Effective management of the triple constraint in project management through polarity management techniques – A refreshed perspective. (Master's dissertation, University of Johannesburg).
32. Van Wyngaard, C. J., Pretorius, J.-H. C., & Pretorius, L. (2011). Strategic management of the triple constraint trade-off dynamics – A polarity management approach. *Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 824–828.

33. Van Wyngaard, C. J., Pretorius, J.-H. C., & Pretorius, L. (2012, December). Theory of the triple constraint — A conceptual review. *Proceedings of the 2012 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 1991–1997.
34. Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118–144.
35. Ward, J. A. (2003). The key project constraints: Relationships and tradeoffs. *Proceedings of the 13th International Conference on Software Quality*.
36. Wiener, M., Mähring, M., Remus, U., & Saunders, C. (2019). Digitalization in project-based organizations: Balancing flexibility and control in IT project governance. *International Journal of Project Management*, 37(6), 800–814.
37. 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*.
38. Zhang, Q., Chen, R., & Li, H. (2023). Sustainable digital transformation and organizational performance: The moderating role of project governance. *Sustainability*, 15(3), 1.

الملاحق

البيانات الديموغرافية

النوع:

☐ ذكر ☐ أنثى

الفئة العمرية:

☐ أقل من ٢٥ سنة ☐ ٢٦ - ٣٥ سنة ☐ ٣٦ - ٤٥ سنة ☐ ٤٦ سنة فأكثر

المستوى التعليمي:

☐ ثانوي أو أقل ☐ دبلوم ☐ جامعي ☐ دراسات عليا

سنوات الخبرة:

☐ أقل من سنة ☐ من ١ إلى ٣ سنوات ☐ من ٣ إلى ٥ سنوات ☐ أكثر من ٥ سنوات

الفكرونباخ

المحور الأول:

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
0.862	12

المحور الثاني:

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
0.854	12

الاستبيان كامل المحاور

Reliability Statistics

Cronbach's	
Alpha	N of Items
0.917	24

التكرارات:

النوع

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ذكر	34	57.6	57.6	57.6
	أنثى	25	42.4	42.4	100.0
	Total	59	100.0	100.0	

العمر

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	أقل من ٢٥ سنة	23	39.0	39.0	39.0
	26 – 35 سنة	21	35.6	35.6	74.6
	36 – 45 سنة	12	20.3	20.3	94.9
	46 سنة فأكثر	3	5.1	5.1	100.0
	Total	59	100.0	100.0	

المستوى التعليمي

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ثانوي أو أقل	9	15.3	15.3	15.3
	دبلوم	9	15.3	15.3	30.5
	جامعي	35	59.3	59.3	89.8
	دراسات عليا	6	10.2	10.2	100.0
	Total	59	100.0	100.0	

سنوات الخبرة

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	أقل من سنة	21	35.6	35.6	35.6
	من ١ إلى ٣ سنوات	11	18.6	18.6	54.2
	من ٣ إلى ٥ سنوات	9	15.3	15.3	69.5
	أكثر من ٥ سنوات	18	30.5	30.5	100.0
	Total	59	100.0	100.0	

يتم إعداد الجداول الزمنية للمشاريع قبل البدء اعتمادًا على منهجية واضحة

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	محايد	9	15.3	15.3	15.3
	موافق	26	44.1	44.1	59.3
	موافق بشدة	24	40.7	40.7	100.0
	Total	59	100.0	100.0	

تُحدَّث الجداول الزمنية فور حدوث تغييرات أو أوامر تغيير

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	غير موافق	3	5.1	5.1	5.1
	محايد	12	20.3	20.3	25.4
	موافق	28	47.5	47.5	72.9
	موافق بشدة	16	27.1	27.1	100.0
	Total	59	100.0	100.0	

تتضمن الخطط الزمنية هوامش احتياطية مُحددة لمخاطر التأخير

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	غير موافق	2	3.4	3.4	3.4
	محايد	9	15.3	15.3	18.6
	موافق	31	52.5	52.5	71.2

موافق بشدة	17	28.8	28.8	100.0
Total	59	100.0	100.0	

تتابع نسب الإنجاز أسبوعيًا مع وجود إجراءات تصحيحية للتأخر

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid غير موافق	3	5.1	5.1	5.1
محايد	10	16.9	16.9	22.0
موافق	25	42.4	42.4	64.4
موافق بشدة	21	35.6	35.6	100.0
Total	59	100.0	100.0	

يتم تقدير تكاليف المشاريع بدقة قبل اعتماد العقود

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid غير موافق	1	1.7	1.7	1.7
محايد	10	16.9	16.9	18.6
موافق	23	39.0	39.0	57.6
موافق بشدة	25	42.4	42.4	100.0
Total	59	100.0	100.0	

تُطبَّق رقابة مالية فعالة على الصرف أثناء التنفيذ

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	غير موافق	2	3.4	3.4	3.4
	محايد	10	16.9	16.9	20.3
	موافق	23	39.0	39.0	59.3
	موافق بشدة	24	40.7	40.7	100.0
	Total	59	100.0	100.0	

تتم معالجة الانحرافات المالية وفق إجراءات معتمدة وواضحة

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	غير موافق	3	5.1	5.1	5.1
	محايد	10	16.9	16.9	22.0
	موافق	30	50.8	50.8	72.9
	موافق بشدة	16	27.1	27.1	100.0
	Total	59	100.0	100.0	

تُراجع البنود التعاقدية بما يحدّ من أوامر التغيير المؤثرة على الميزانية

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	غير موافق	6	10.2	10.2	10.2
	محايد	13	22.0	22.0	32.2

موافق	22	37.3	37.3	69.5
موافق بشدة	18	30.5	30.5	100.0
Total	59	100.0	100.0	

تُنفَّذ الأعمال وفق المواصفات الفنية والمعايير التصميمية المعتمدة

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	غير موافق بشدة	1	1.7	1.7	1.7
	غير موافق	2	3.4	3.4	5.1
	محايد	7	11.9	11.9	16.9
	موافق	31	52.5	52.5	69.5
	موافق بشدة	18	30.5	30.5	100.0
	Total	59	100.0	100.0	

تُطبَّق خطط فحص وضبط جودة (QA/QC) في كل مرحلة تنفيذية

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	محايد	15	25.4	25.4	25.4
	موافق	29	49.2	49.2	74.6
	موافق بشدة	15	25.4	25.4	100.0
	Total	59	100.0	100.0	

تُعالج العيوب وأعمال الإعادة (Rework) ضمن آجال محددة

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	غير موافق بشدة	1	1.7	1.7	1.7
	غير موافق	3	5.1	5.1	6.8
	محايد	12	20.3	20.3	27.1
	موافق	33	55.9	55.9	83.1
	موافق بشدة	10	16.9	16.9	100.0
	Total	59	100.0	100.0	

تُوثَّق اختبارات القبول (FAT/SAT) وتُراجع نتائجها دوريًا

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	غير موافق	3	5.1	5.1	5.1
	محايد	19	32.2	32.2	37.3
	موافق	25	42.4	42.4	79.7
	موافق بشدة	12	20.3	20.3	100.0
	Total	59	100.0	100.0	

تلتزم المشاريع عادةً بمواعيد التسليم المقررة

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent

Valid	غير موافق بشدة	1	1.7	1.7	1.7
	غير موافق	7	11.9	11.9	13.6
	محايد	11	18.6	18.6	32.2
	موافق	28	47.5	47.5	79.7
	موافق بشدة	12	20.3	20.3	100.0
	Total	59	100.0	100.0	

تُحدَّث خطط الموارد بما يدعم تقليص التأخير عند ظهوره

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	غير موافق	3	5.1	5.1	5.1
	محايد	12	20.3	20.3	25.4
	موافق	33	55.9	55.9	81.4
	موافق بشدة	11	18.6	18.6	100.0
	Total	59	100.0	100.0	

يتم اتخاذ قرارات سريعة للحسم في القضايا المؤثرة على الجدول الزمني

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	غير موافق	5	8.5	8.5	8.5
	محايد	13	22.0	22.0	30.5
	موافق	26	44.1	44.1	74.6

موافق بشدة	15	25.4	25.4	100.0
Total	59	100.0	100.0	

التنسيق بين الأطراف (مالك/استشاري/مقاول) يقلل زمن معالجة العقبات الميدانية

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	غير موافق	3	5.1	5.1	5.1
	محايد	8	13.6	13.6	18.6
	موافق	27	45.8	45.8	64.4
	موافق بشدة	21	35.6	35.6	100.0
	Total	59	100.0	100.0	

تلتزم المشاريع بميزانياتها المعتمدة دون تجاوزات كبيرة

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	غير موافق بشدة	1	1.7	1.7	1.7
	غير موافق	3	5.1	5.1	6.8
	محايد	18	30.5	30.5	37.3
	موافق	23	39.0	39.0	76.3
	موافق بشدة	14	23.7	23.7	100.0
	Total	59	100.0	100.0	

تؤدي الرقابة المالية إلى تحسين كفاءة استخدام الموارد

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	غير موافق بشدة	1	1.7	1.7	1.7
	غير موافق	2	3.4	3.4	5.1
	محايد	10	16.9	16.9	22.0
	موافق	27	45.8	45.8	67.8
	موافق بشدة	19	32.2	32.2	100.0
	Total	59	100.0	100.0	

تتناسب التكاليف الفعلية مع نطاق العمل المتفق عليه

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	غير موافق بشدة	1	1.7	1.7	1.7
	غير موافق	2	3.4	3.4	5.1
	محايد	16	27.1	27.1	32.2
	موافق	29	49.2	49.2	81.4
	موافق بشدة	11	18.6	18.6	100.0
	Total	59	100.0	100.0	

تُسهّم آليات التعاقد والحوكمة في خفض تكاليف التغييرات غير المخططة

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	غير موافق	2	3.4	3.4	3.4
	محايد	15	25.4	25.4	28.8
	موافق	24	40.7	40.7	69.5
	موافق بشدة	18	30.5	30.5	100.0
	Total	59	100.0	100.0	

تحقق المشاريع مستوى جودة يتوافق مع متطلبات التشغيل والصيانة

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	غير موافق	4	6.8	6.8	6.8
	محايد	8	13.6	13.6	20.3
	موافق	32	54.2	54.2	74.6
	موافق بشدة	15	25.4	25.4	100.0
	Total	59	100.0	100.0	

تنخفض معدلات الشكاوى المرتبطة بجودة المخرجات بعد التسليم

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	غير موافق بشدة	2	3.4	3.4	3.4
	غير موافق	4	6.8	6.8	10.2

محايد	12	20.3	20.3	30.5
موافق	29	49.2	49.2	79.7
موافق بشدة	12	20.3	20.3	100.0
Total	59	100.0	100.0	

ينعكس ضبط الجودة أثناء التنفيذ على تقليل الأعطال/التسريبات لاحقاً

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	غير موافق	2	3.4	3.4	3.4
	محايد	9	15.3	15.3	18.6
	موافق	26	44.1	44.1	62.7
	موافق بشدة	22	37.3	37.3	100.0
	Total	59	100.0	100.0	

جودة مشاريع الشركة ترفع من رضا المستفيدين (العملاء/الجهات الخدمية)

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	غير موافق	3	5.1	5.1	5.1
	محايد	8	13.6	13.6	18.6
	موافق	26	44.1	44.1	62.7
	موافق بشدة	22	37.3	37.3	100.0
	Total	59	100.0	100.0	