

جامعة ميدأوشن



كلية الإدارة

ماجستير إدارة المشاريع

أثر تطبيق منهجيات Agile على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع:

دراسة ميدانية على مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية.

إعداد الطالب/

ناصر محمد ناصر المطيري

252001368

إشراف/

د. الفیصل عبد الحمید محمد حسن

د.فايز جراد

العام الدراسي:

2026 – 1447

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

إِهْدَاء

إلى من كانت خطواتي المتعثرة تجد فيهم السند،

إلى من صنعوا من ضعفي قوة، ومن خوفي دافعاً،

إلى أولئك الذين آمنوا بي يوم شككتُ في نفسي،

إلى أمي التي كانت وما زالت دعاؤها النور الذي يهديني في كل طريق،

إلى أبي الذي غرس فيّ معنى الصبر والإصرار،

إلى إخوتي الذين كانوا مصدر الفرح حين يشتد التعب،

إلى أصدقائي الذين أحاطوني بالكلمة الطيبة حين كنت على وشك الانطفاء،

إلى نفسي التي قاومت، ونهضت بعد كل سقوط، وتعلمت أن لكل خطوة ثمناً
ولكل حلم كفاحاً،

أهدي هذا العمل العلمي المتواضع، عربون امتنانٍ لكل من كان له أثرٌ في هذه
الرحلة الطويلة،

ولكل من آمن أن الطريق نحو العلم لا يُقاس بطوله، بل بما نحمله من إصرارٍ في
نهايته.

سُرَّةُ الْقَلْبِ

الحمد لله الذي وفقني وأعانني على إتمام هذا العمل، والصلاة والسلام على خير خلقه محمد وعلى آله وصحبه أجمعين.

أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى والديّ العزيزين، اللذين كان لهما الفضل الأكبر في دعمي وتحفيزي طوال مسيرتي. لقد كانت دعواتهما ودعمهما المعنوي والنفسي القوة الدافعة التي مكنتني من تحقيق هذا الإنجاز.

كما أعبر عن عميق امتناني لزوجتي العزيزة، التي كانت لي الشريك والسند، والتي لم تبخل عليّ بدعمها وتشجيعها المستمرين. كانت تفهمها وصبرها أحد أعمدة نجاحي في هذه الرحلة.

أود أن أشكر أساتذتي الكرام، وخاصة مشرفو رسالتي، الذين قدموا لي الدعم والإرشاد العلمي، وساهموا بتوجيهاتهم القيمة في إتمام هذا البحث. لقد كان لخبرتهم وتوجيهاتهم دور كبير في صياغة هذا العمل.

د. الفيصل عبد الحميد محمد

د. فايز جراد

أشكر زملائي وأصدقائي، اللذين كانوا لي عوناً وسنداً خلال مسيرتي الأكاديمية. إن دعمهم وتشجيعهم كان لهما الأثر الإيجابي في تجاوز كل التحديات.

وأخيراً، أتقدم بالشكر لكل من ساهم بكلمة أو نصيحة أو دعم في إنجاز هذا العمل. سائلاً الله أن يوفقنا جميعاً لما فيه الخير والنجاح، وأن يجعل هذا العمل خالصاً لوجهه الكريم إنه على ذلك لقادر

المستخلص

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على أثر تطبيق منهجيات Agile بأبعادها المتمثلة في المرونة التنظيمية، والتعاون والتواصل بين فرق العمل، والتسليم المرحلي المستمر، على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية، اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، واستُخدمت الاستبانة أداة رئيسة لجمع البيانات من عينة بلغت 272 مفردة من المهندسين ومديري المشاريع العاملين في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية. عُولجت البيانات باستخدام برنامج SPSS

أظهرت النتائج أنّ مستوى تطبيق منهجيات Agile جاء مرتفعاً بمتوسط حسابي بلغ 3.80، وأنّ مستوى مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع بلغ 3.74. كما أثبت تحليل الانحدار المتعدد وجود أثر ذي دلالة إحصائية عند مستوى دلالة 0.05 لمنهجيات Agile مجتمعةً على مؤشرات الأداء الرئيسية، بمعامل تحديد بلغ 0.671، أي إنّ الأبعاد الثلاثة تفسّر ما نسبته 67.1% من التباين في مؤشرات الأداء. وتبيّن أنّ بُعد التعاون والتواصل كان الأكثر تأثيراً، يليه المرونة التنظيمية، ثمّ التسليم المرحلي المستمر، وأوصت الدراسة بتعزيز ثقافة التعاون المفتوح داخل فرق العمل الهندسية، وإعادة تصميم الهياكل التنظيمية لتحقيق مرونة أعلى، واعتماد لوحات مؤشرات أداء تكاملية تجمع بين المقاييس التقليدية ومقاييس Agile.

قائمة المحتويات

أ.....	بسم الله الرحمن الرحيم
ب.....	الإهداء
ج.....	الشكر والتقدير
د.....	المستخلص
ه.....	قائمة المحتويات
ح.....	قائمة الجداول
1.....	الفصل الأول: الإطار العام للدراسة
1.....	1.1 المقدمة
2.....	2.1 مشكلة الدراسة
3.....	3.1 أهمية الدراسة
4.....	4.1 أهداف الدراسة
5.....	5.1 تساؤلات الدراسة
6.....	6.1 فروض الدراسة
6.....	7.1 الدراسات السابقة
14.....	8.1 الفجوة البحثية
15.....	9.1 المنطلقات النظرية للدراسة
18.....	10.1 المنهجية وطرق البحث
20.....	11.1 الأساليب الإحصائية المستخدمة
21.....	12.1 حدود الدراسة
22.....	الفصل الثاني: الإطار النظري
22.....	المبحث الأول: منهجيات Agile في إدارة المشاريع
22.....	1.1.2 تمهيد
23.....	2.1.2 مفهوم منهجيات Agile

25.....	3.1.2 أهمية منهجيات Agile في إدارة المشاريع
26.....	4.1.2 أهداف تطبيق منهجيات Agile
27.....	5.1.2 أبعاد منهجيات Agile
32.....	6.1.2 استراتيجيات تطبيق منهجيات Agile في المشاريع الهندسية
33.....	7.1.2 التحديات المعاصرة لتطبيق منهجيات Agile في البيئات الهندسية
35.....	المبحث الثاني: مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع (Key Performance Indicators - KPIs)
35.....	1.2.2 تمهيد
36.....	2.2.2 مفهوم مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs)
38.....	3.2.2 أهمية مؤشرات الأداء الرئيسية في إدارة المشاريع
39.....	4.2.2 أهداف توظيف مؤشرات الأداء الرئيسية في إدارة المشاريع
41.....	5.2.2 أبعاد مؤشرات الأداء الرئيسية ومكوناتها
45.....	6.2.2 استراتيجيات بناء وتطبيق مؤشرات الأداء الرئيسية
46.....	7.2.2 مؤشرات الأداء الرئيسية في بيئة المشاريع المرنة
47.....	8.2.2 التحديات المعاصرة في قياس أداء المشاريع الهندسية
49.....	الفصل الثالث: منهجية الدراسة
49.....	1.3 تمهيد
49.....	2.3 منهج الدراسة
50.....	3.3 مجتمع الدراسة وعينتها
51.....	4.3 توزيع الاستبانة وخصائص العينة
51.....	5.3 أداة الدراسة
52.....	6.3 صدق أداة الدراسة
53.....	7.3 ثبات أداة الدراسة
54.....	8.3 مصفوفة الارتباط بين متغيرات الدراسة وأبعادها
55.....	9.3 الأساليب الإحصائية المستخدمة
57.....	الفصل الرابع: تحليل البيانات واختبار الفرضيات

57.....	1.4 تمهيد.....
57.....	2.4 تحليل البيانات الديموغرافية والوظيفية.....
60.....	3.4 التحليل الوصفي لمحاو الدراسة.....
66.....	3.4 اختبار فرضيات الدراسة.....
71.....	الفصل الخامس: النتائج والتوصيات.....
71.....	1.5 تمهيد.....
71.....	2.5 نتائج الدراسة.....
74.....	3.5 توصيات الدراسة.....
77.....	Abstract.....
78.....	المراجع.....
78.....	أولاً: المراجع العربية.....
79.....	ثانياً: المراجع الأجنبية.....
83.....	الملاحق.....
84.....	استمارة استبيان.....

قائمة الجداول

رقم الصفحة	اسم الجدول	رقم الجدول
51	الجدول (1) التوزيع التفصيلي للاستبانات وفقاً للفئات الوظيفية:	1.
52	الجدول (2) البنية التفصيلية لأداة الدراسة:	2.
54	جدول (2) الصديق البنائي لمجاور المتغير المستقل:	3.
54	الجدول (3) معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) على العينة الاستطلاعية	4.
57	جدول (4) مصفوفة ارتباط بيرسون بين أبعاد المتغير المستقل والمتغير التابع	5.
58	جدول (5) توزيع أفراد العينة وفقاً للنوع	6.
58	جدول (6) توزيع أفراد العينة وفقاً للعمر	7.
59	جدول (7) توزيع أفراد العينة وفقاً للمؤهل العلمي	8.
59	جدول (8) توزيع أفراد العينة وفقاً لسنوات الخبرة العامة	9.
60	جدول (9) توزيع أفراد العينة وفقاً لسنوات الخبرة في تطبيق Agile	10.
61	جدول: (10) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد المرونة التنظيمية (ن = 272)	11.

رقم الصفحة	اسم الجدول	رقم الجدول
62	جدول (11) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد التعاون والتواصل (ن = 272)	12.
64	جدول (12) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد التسليم المرحلي المستمر (ن = 272)	13.
66	جدول (13) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات محور مؤشرات الأداء الرئيسية (ن = 272)	14.
68	جدول (14) نتائج تحليل الانحدار المتعدد لأثر أبعاد منهجيات Agile على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع	15.
69	جدول (15) تحليل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر المرونة التنظيمية على مؤشرات الأداء الرئيسية	16.
70	جدول (16) تحليل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر التعاون والتواصل على مؤشرات الأداء الرئيسية	17.

الفصل الأول: الإطار العام للدراسة

1.1 المقدمة

شهدت بيئة الأعمال وإدارة المشاريع خلال العقود الأخيرة تحولات متسارعة بفعل التطور التكنولوجي، والعولمة، وازدياد حدة المنافسة، إلى جانب ارتفاع مستويات عدم اليقين والتعقيد في متطلبات العملاء والأسواق. وقد أدى هذا الواقع إلى تراجع كفاءة الأساليب التقليدية في إدارة المشاريع، التي تعتمد على التخطيط الخطي والرقابة الصارمة، مقابل بروز مداخل إدارية حديثة أكثر مرونة وقدرة على التكيف. وفي هذا السياق، حظيت المنهجيات الرشيقة (Agile Methodologies) باهتمام واسع بوصفها إطارًا إداريًا يسهم في تحسين استجابة المنظمات للتغيرات وتحقيق قيمة مضافة مستمرة عبر التركيز على الأفراد، والتفاعل، والتسليم التدريجي للأعمال. (Daraojimba et al., 2024)

وقد نشأت منهجيات Agile في الأصل ضمن مجال تطوير البرمجيات، إلا أن نجاحها في هذا المجال شجّع على توسيع نطاق تطبيقها ليشمل قطاعات متعددة، من بينها القطاعات الصناعية والهندسية. وتشير الأدبيات إلى أن Agile لم تعد تقتصر على كونها مجموعة أدوات أو تقنيات، بل أصبحت فلسفة إدارية متكاملة تؤثر في أسلوب التفكير، وهيكّل التنظيم، وطريقة اتخاذ القرار داخل المشاريع. وقد أكدت دراسات عديدة أن تبني Agile يسهم في تحسين الأداء، لا سيما في البيئات التي تتسم بالتغير المستمر والديناميكية العالية، من خلال تعزيز المرونة التنظيمية، والتعاون، والتحسين المستمر. (Batti et al., 2025).

وفي إطار إدارة المشاريع، تزايد الاهتمام بربط تطبيق المنهجيات الرشيقة بمفهوم قياس الأداء، ولا سيما عبر استخدام مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs) التي تمثل أداة محورية لتقييم مدى نجاح المشاريع في تحقيق أهدافها. وقد ركزت بعض الدراسات على تصميم نماذج لقياس أداء إدارة المشاريع الرشيقة، مع التأكيد على ضرورة مواءمة مؤشرات الأداء مع طبيعة العمل الرشيق ومتطلبات الاستدامة والنمو. ويبرز

هذا التوجه بشكل خاص في الشركات الناشئة وبيئات المشاريع الحديثة التي تعتمد على السرعة والكفاءة كعناصر أساسية للبقاء والتنافس. (Yildirim et al., 2019)

وانطلاقاً مما سبق، يتضح أن هناك حاجة علمية لدراسة تطبيق منهجيات Agile في سياق مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية، وربط أبعاد هذا التطبيق بمؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع، بما يساهم في توسيع قاعدة المعرفة النظرية، وتوفير أساس علمي يمكن الاستناد إليه في فهم فاعلية المنهجيات الرشيقة خارج نطاقها التقليدي. وتأتي هذه الدراسة استجابة لهذا التوجه، من خلال الانتقال من الإطار العام للمنهجيات الرشيقة إلى دراسة تطبيقها في مجال هندسي متخصص، اعتماداً على مؤشرات أداء واضحة وقابلة للقياس

2.1 مشكلة الدراسة

تشهد بيئة المشاريع المعاصرة، ولا سيما مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية، درجة متزايدة من التعقيد وعدم اليقين نتيجة تسارع التطور التكنولوجي، وتعدد أصحاب المصلحة، وتغير المتطلبات الفنية والتنظيمية. وقد أظهرت الأدبيات أن الاعتماد على الأساليب التقليدية في إدارة المشاريع لم يعد كافياً لمواجهة هذه التحديات، مما دفع العديد من المنظمات إلى تبني منهجيات Agile بوصفها مدخلاً إدارياً قادراً على تعزيز المرونة وتحسين الأداء. (Daraojimba et al., 2024)

ورغم ما تشير إليه الدراسات من فوائد متعددة لتطبيق المنهجيات الرشيقة، إلا أن معظم هذه الدراسات ركزت على مشاريع تطوير البرمجيات أو البيئات التنظيمية العامة، في حين لا تزال الدراسات التطبيقية في مجال المشاريع الهندسية محدودة نسبياً. فقد بينت دراسة (Yildirim et al., 2019) أهمية تصميم نماذج لقياس أداء إدارة المشاريع الرشيقة، إلا أنها انحصرت في شركات البرمجيات الناشئة، دون التطرق إلى خصوصية الأنظمة الهندسية ذات الطبيعة التقنية المعقدة.

كما أظهرت بعض الدراسات، مثل دراسة (Arumugam & Vaidyanathan, 2020)، أن تطبيق ممارسات Agile يساهم في تحسين مؤشرات أداء الفرق، كالجودة وسرعة الإنجاز، غير أن هذه النتائج جاءت

في سياق منهجيات محددة مثل XP وضمن بيئات تطوير برمجيات عالمية، مما يثير تساؤلات حول مدى قابلية تعميم هذه النتائج على مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية التي تختلف من حيث الهيكل، والمخاطر، وطبيعة المخرجات.

ومن جانب آخر، أكدت دراسات حديثة مثل (khormi et al., 2024) و-(Schrof & Paetzold, 2023) أن نجاح تطبيق Agile يرتبط بعوامل تنظيمية، مثل الدعم الإداري والتعاون بين الفرق ومستوى النضج الرشيق، إلا أن هذه الدراسات ركزت إما على المشروعات العملاقة أو القطاعات الصناعية المحددة، دون تقديم تحليل مباشر يربط أبعاد تطبيق Agile بمؤشرات الأداء الرئيسية على مستوى المشروع الهندسي ذاته.

وعليه، تتمثل مشكلة الدراسة في وجود فجوة بحثية وتطبيقية تتعلق بضعف الوضوح العلمي حول طبيعة وأثر تطبيق منهجيات Agile بأبعادها المختلفة على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية. ومن هنا، تنطلق الدراسة الحالية لسد هذه الفجوة من خلال تحليل هذا الأثر ميدانيًا، بما يساهم في دعم صانعي القرار ومديري المشاريع الهندسية بأسس علمية واضحة لتحسين الأداء ورفع فرص نجاح المشاريع.

3.1 أهمية الدراسة:

أولاً: الأهمية العلمية

- الإسهام في إثراء الأدبيات العلمية المتعلقة بمنهجيات Agile في مجال مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية.
- توضيح العلاقة بين أبعاد تطبيق منهجيات Agile ومؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع.
- تقديم إطار نظري وتحليلي يمكن الاستناد إليه في دراسات مستقبلية ذات صلة بإدارة المشاريع الهندسية.

- سد فجوة بحثية ناتجة عن ندرة الدراسات التطبيقية التي تناولت Agile في البيئات الهندسية غير البرمجية.

- دعم الباحثين في تطوير نماذج قياس أكثر دقة لأثر المنهجيات الرشيقة على الأداء.

ثانيًا: الأهمية العملية

- مساعدة مديري المشاريع وصنّاع القرار على تحسين إدارة مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية.
- توضيح الأبعاد الأكثر تأثيرًا لتطبيق Agile على الأداء الزمني والمالي وجودة المخرجات.
- دعم المؤسسات الهندسية في اتخاذ قرارات مبنية على أسس علمية بشأن تبني أو تعزيز منهجيات Agile.
- تقديم توصيات عملية قابلة للتنفيذ لمعالجة التحديات التنظيمية والتقنية المرتبطة بتطبيق Agile.
- الإسهام في رفع كفاءة المشاريع الهندسية وتعزيز قدرتها التنافسية والاستدامة.

4.1 أهداف الدراسة:

هدفت الدراسة إلى دراسة أثر تطبيق منهجيات Agile بأبعادها المتمثلة في المرونة التنظيمية، التعاون والتواصل بين فرق العمل، التسليم المرحلي المستمر على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية.

وتتفرع عن هذا الهدف الرئيس مجموعة من الأهداف الفرعية الغنية، تتمثل فيما يأتي:

1. قياس أثر المرونة التنظيمية الناتجة عن تطبيق Agile على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع، ولا سيما الالتزام بالوقت والتكلفة.
2. دراسة أثر التعاون والتواصل بين فرق العمل في ظل منهجيات Agile على جودة المخرجات الهندسية وتقليل معدلات الأخطاء وإعادة العمل.

3. تحديد أثر التسليم المرحلي المستمر (Incremental Delivery) على رضا أصحاب المصلحة وتحسين التحكم في تقدم المشروع.
4. استخلاص توصيات عملية تسهم في تعزيز تبني منهجيات Agile في مشاريع الأنظمة الهندسية بما ينسجم مع طبيعتها التقنية والتنظيمية.

5.1 تساؤلات الدراسة

السؤال الرئيسي التالي : ما أثر تطبيق منهجيات Agile بأبعادها المتمثلة في المرونة التنظيمية، والتعاون والتواصل بين فرق العمل، والتسليم المرحلي المستمر على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية؟

ويتفرع عن هذا السؤال الرئيس مجموعة من الأسئلة الفرعية، تتمثل فيما يأتي:

1. ما مستوى تطبيق المرونة التنظيمية في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية في ظل منهجيات Agile ؟
2. ما أثر المرونة التنظيمية الناتجة عن تطبيق منهجيات Agile على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع، ولا سيما الالتزام بالوقت والتكلفة؟
3. ما أثر التعاون والتواصل بين فرق العمل في إطار منهجيات Agile على جودة المخرجات الهندسية وتقليل معدلات الأخطاء وإعادة العمل؟
4. إلى أي مدى يسهم التسليم المرحلي المستمر (Incremental Delivery) في تحسين التحكم في تقدم المشروع ورفع مستوى رضا أصحاب المصلحة؟
5. التي يمكن تقديمها لتعزيز فاعلية تطبيق منهجيات Agile بما ينسجم مع طبيعة مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية؟

6.1 فروض الدراسة:

الفرضية الرئيسة الأولى: توجد علاقة ذات دلالة إحصائية لأثر تطبيق منهجيات Agile بأبعادها المتمثلة في المرونة التنظيمية، والتعاون والتواصل بين فرق العمل، والتسليم المرحلي المستمر على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية.

ويتفرع عن الفرضية الرئيسة عدد من الفروض الفرعية، على النحو الآتي:

1. توجد علاقة ذات دلالة إحصائية لأثر المرونة التنظيمية على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية.
2. توجد علاقة ذات دلالة إحصائية لأثر التعاون والتواصل بين فرق العمل على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية.
3. توجد علاقة ذات دلالة إحصائية لأثر التسليم المرحلي المستمر (Incremental Delivery) على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية.

7.1 الدراسات السابقة:

✓ دراسة (Daraojimba et al., 2024)

هدفت الدراسة إلى تحليل وتوليف الأدبيات العلمية المعاصرة المتعلقة بتطبيق المنهجيات الرشيقة (Agile Methodologies) في إدارة المشروعات، من خلال استعراض تطورها، ومبادئها الأساسية، ومجالات توظيفها المتنوعة عبر القطاعات المختلفة، مع الوقوف على أثرها في تحسين أداء المشروعات في البيئات الديناميكية وغير المستقرة.

واستخدمت الدراسة منهج المراجعة المنهجية التحليلية للأدبيات (Systematic Literature Review)، حيث تم تحليل مجموعة واسعة من الدراسات المحكمة، والتقارير الصناعية، ودراسات الحالة، بما يضمن بناء رؤية شمولية تجمع بين الأطر النظرية والتطبيقات العملية للمنهجيات الرشيقة.

وتكوّنت مادة الدراسة من عينة واسعة من الأدبيات العلمية المتخصصة في إدارة المشروعات والمنهجيات الرشيقة، مع التركيز على أبرز الأطر مثل Scrum، وKanban، وLean، وتحليل خصائص كل منها وسياقات تطبيقها المختلفة.

وتوصّلت نتائج الدراسة إلى أن المنهجيات الرشيقة تسهم بفاعلية في تحسين أداء المشروعات، لا سيما في البيئات التي تتسم بعدم اليقين وسرعة التغير، حيث تعزز التعاون بين أصحاب المصلحة، والتحسين المستمر، ورضا العملاء. وفي المقابل، كشفت النتائج عن عدد من التحديات التي تواجه تطبيق Agile، من أبرزها مقاومة التغير التنظيمي، ونقص الكفاءات المدربة، وصعوبات توسيع نطاق التطبيق (Scalability) داخل المؤسسات الكبيرة.

وأوصت الدراسة بضرورة تهيئة بيئة تنظيمية داعمة للمنهجيات الرشيقة من خلال إحداث تحول ثقافي مؤسسي، والاستثمار في التدريب وبناء القدرات، إلى جانب تبني فهم مرّن وواعٍ لاختيار المنهجية الرشيقة المناسبة وتوقيت تطبيقها. كما اقترحت الدراسة اتجاهات بحثية مستقبلية تتمثل في دراسة تكامل المنهجيات الرشيقة مع الأساليب التقليدية لإدارة المشروعات، وتحليل أثر هذا التكامل على الأداء المؤسسي في القطاعات المختلفة، خاصة في ظل التحولات الاقتصادية العالمية والتقدم التكنولوجي وتطبيقات الذكاء الاصطناعي.

✓ دراسة (Batti et al., 2025)

هدفت الدراسة إلى تحليل أثر تطبيق الإدارة الرشيقة (Agile Management) على الأداء التنظيمي في شركات التكنولوجيا الإندونيسية خلال مرحلة ما بعد جائحة كوفيد-19، في ظل التحولات الجذرية التي طرأت على أنماط الإدارة والتشغيل، وتسارع تبني المنهجيات الرشيقة خارج نطاق تطوير البرمجيات التقليدي.

واستخدمت الدراسة المنهج الكمي التحليلي القائم على التصميم الوصفي الارتباطي السببي (Cross-Sectional Quantitative Design)، حيث تم جمع البيانات خلال الفترة من يناير 2023 إلى

أغسطس 2024 باستخدام استبانات مقنّنة لقياس مستوى نضج تطبيق الإدارة الرشيقة ومؤشرات الأداء التنظيمي.

وتكوّنت عيّنة الدراسة من 150 شركة تكنولوجيا تعمل في إندونيسيا، تم اختيارها لتمثّل قطاع التكنولوجيا في مرحلة التعافي بعد الجائحة. واعتمدت الدراسة على نمذجة المعادلات الهيكلية (Structural Equation Modeling – SEM) لتحليل العلاقات السببية بين ممارسات الإدارة الرشيقة ونتائج الأداء التنظيمي.

وتوصّلت نتائج الدراسة إلى وجود أثر إيجابي ذي دلالة إحصائية لتطبيق الإدارة الرشيقة على تحسين الأداء التنظيمي، حيث أسهمت الممارسات الرشيقة في تعزيز المرونة التنظيمية، وسرعة الاستجابة للتغيرات، وكفاءة العمليات، وتحسين النتائج المؤسسية في بيئة ما بعد الجائحة. كما أظهرت النتائج أن ارتفاع مستوى نضج تطبيق Agile يرتبط ارتباطاً مباشراً بتحقيق أداء تنظيمي أفضل.

وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز تبني الإدارة الرشيقة كإطار إداري استراتيجي في شركات التكنولوجيا، خاصة في فترات الأزمات والتعافي، مع التركيز على بناء القدرات المؤسسية، وتطوير الهياكل التنظيمية المرنة، ودعم القيادة الرشيقة. كما دعت إلى إجراء دراسات مستقبلية موسّعة لمقارنة أثر Agile في قطاعات أخرى، وتحليل دورها في تحقيق الاستدامة التنظيمية في ظل التحولات الاقتصادية والتكنولوجية العالمية.

✓ دراسة (khormi et al., 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر تطبيق المنهجية الرشيقة (Agile Methodology) على جودة الأداء ومدة تنفيذ المشروع في مشروع نيوم (NEOM) بوصفه أحد أكبر وأكثر المشروعات تعقيداً في المملكة العربية السعودية، مع تحليل العوامل التنظيمية والإدارية الداعمة لنجاح تطبيق هذه المنهجية.

واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، بالاعتماد على المنهج المختلط (الكمي والكمي)، حيث تم جمع البيانات من خلال الاستبانات والمقابلات شبه المنظمة مع مجموعة متنوعة من أصحاب المصلحة في المشروع، شملت مديرين، ومهندسين، وأعضاء فرق العمل.

وتكوّنت عيّنة الدراسة من عدد من المشاركين المنخرطين مباشرة في مشروع نيوم ممّن لديهم خبرة عملية بتطبيق المنهجية الرشيقة، وذلك بهدف تقييم واقع التطبيق ومستوى الرضا عنه، وتحليل أثره على مؤشرات الأداء الرئيسة.

وتوصّلت نتائج الدراسة إلى أن تطبيق المنهجية الرشيقة أسهم بشكل ملحوظ في تحسين جودة الأداء، حيث انخفضت معدلات الأخطاء، وتراجعت الحاجة إلى التعديلات المستمرة، مما انعكس إيجاباً على رضا المستفيدين وتحقيق التوافق مع المواصفات الفنية. كما أظهرت النتائج أن المنهجية الرشيقة أسهمت في تقليص مدة تنفيذ المشروع من خلال تسريع العمليات، وتحسين المرونة والاستجابة للتغيرات، ودعم التسليم المرحلي والتحسين المستمر.

كما بيّنت الدراسة أن نجاح تطبيق Agile في المشروعات الكبرى يتطلب توافر دعم قوي من الإدارة العليا، وتخصيص موارد كافية، وتوفير برامج تدريب فعّالة لفرق العمل، إلى جانب تعزيز التعاون بين الفرق المختلفة ورفع كفاءة قنوات الاتصال.

✓ دراسة (Schrof & Paetzold-Byhain, 2023)

هدفت الدراسة إلى تقديم مدخل قائم على البيانات لقياس وتحديد (Objectification) فوائد تطبيق المنهجيات الرشيقة في مجال تطوير المنتجات في صناعة السيارات، وذلك من خلال تحليل أثر هذه المنهجيات على جودة التعاون داخل فرق العمل، إلى جانب تصميم نموذج لقياس مستوى النضج الرشيق (Agile Maturity) لدى الفرق التطويرية.

واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي القائم على التحليل الكمي للبيانات، حيث اعتمد الباحثون على إجراءات ومعايير قياس موحّدة (Standardised Procedure) لتجاوز الطابع الذاتي الذي

اتسمت به الدراسات السابقة في تقييم فوائد Agile في قطاع السيارات، خاصة في بيئات تطوير العتاد (Hardware Development).

وتكوّنت عيّنة الدراسة من فرق تطوير تعمل داخل إحدى المؤسسات الصناعية في قطاع السيارات، حيث تم تطبيق نموذج قياس النضج الرشيق على هذه الفرق، إلى جانب قياس جودة التعاون داخل الفرق باستخدام مؤشرات أداء رئيسية موحّدة شملت عدة أبعاد للتعاون، مثل التنسيق، والتواصل، والعمل الجماعي، والالتزام المشترك بالأهداف.

وتوصّلت نتائج الدراسة إلى وجود علاقة ارتباط إيجابية قوية بين مستوى النضج الرشيق لفرق التطوير وبين مؤشرات جودة التعاون داخل الفرق، بما يدل على أن تعزيز الممارسات الرشيقة يسهم بشكل مباشر في تحسين التعاون الداخلي، وهو ما يُعد أحد العوامل الحاسمة في مواجهة تعقيد المنتجات وتسارع متطلبات السوق في صناعة السيارات.

وأوصت الدراسة بضرورة اعتماد نماذج قياس قائمة على البيانات لتقييم تطبيق المنهجيات الرشيقة بدلاً من الاعتماد على التقديرات الذاتية، كما أكدت على أهمية استخدام نماذج النضج الرشيق ومؤشرات الأداء الموحدة كأدوات إدارية لتحسين أداء الفرق، ودعم اتخاذ القرار، وتعزيز فعالية تطبيق Agile في البيئات الصناعية المعقدة، لا سيما في القطاعات الهندسية والتصنيعية.

✓ دراسة (Arumugam & Vaidyanathan, 2020)

هدفت الدراسة إلى تحليل وتقييم مؤشرات الأداء الأساسية لأعضاء فرق العمل في بيئة المشروعات الرشيقة، وبخاصة في إطار منهجية البرمجة القصوى (XP – Extreme Programming)، مع تقديم عرض مقارنة لمنهجيّتي Scrum و XP من حيث العمليات، والمنهجيات، ودورات التطوير، والمخرجات (Artifacts)، وذلك في سياق تطوير البرمجيات العالمي.

واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي المقارن، بالاعتماد على أسلوب المسح الميداني من خلال استبانة صُممت لقياس مؤشرات الأداء الرئيسة. وتكوّنت عيّنة الدراسة من ممارسين يعملون في ستة مشروعات تطوير برمجيات تعتمد منهجية XP، حيث تم اختيارهم للمشاركة في قياس مؤشرات الأداء.

وانصبت أدوات القياس على أربعة مؤشرات أداء أساسية، هي: العيوب المتسربة (Escaped Defects)، سرعة أعضاء الفريق (Team Member's Velocity)، المخرجات أو التسليمات (Deliverables)، والجهود الإضافية (Extra Efforts). وقد جرى مقارنة النتائج الفعلية لهذه المؤشرات بالمعايير المرجعية القياسية المعتمدة في الصناعة (Industry Benchmarks)، مع تحليلها وفق أفضل الحالات، والحالات المتوسطة، وأسوأ الحالات.

وتوصّلت نتائج الدراسة إلى أن مستوى الأداء في مشروعات XP يتباين تبعاً لدرجة الالتزام بالممارسات الرشيدة، وأن المقارنة بالمعايير القياسية تمكّن الفرق من تحديد مواطن القصور والانحراف مبكراً. كما أظهرت النتائج أن متابعة مؤشرات الأداء بشكل منتظم تُعد أداة فعّالة لمساعدة الممارسين على اتخاذ تصحيحات المسار اللازمة للحفاظ على المشروعات ضمن أفضل السيناريوهات الممكنة.

وأوصت الدراسة بضرورة اعتماد قياس أداء فرق العمل الرشيدة كجزء أساسي من إدارة المشروعات البرمجية، وتعزيز استخدام المقارنة المعيارية لدعم التحسين المستمر، لا سيما في بيئات تطوير البرمجيات العالمية التي تتسم بالتعقيد وتعدد فرق العمل وتوزعها جغرافياً.

✓ دراسة (شعير والجنابي، 2021)

هدفت الدراسة إلى التعرف على مدى توافر مؤشرات أداء السيناريوهات الاستراتيجية بأبعادها المتمثلة في المؤشرات القيادية، والإدارية، والتخطيطية، والتنفيذية على الأداء الاستراتيجي في شركتي آسيا سيل وكورك تيليكوم للاتصالات المتنقلة في محافظة أربيل.

واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي المقارن، بالاعتماد على مجموعة من أساليب الإحصاء الوصفي، إلى جانب اختبار (t) واختبار (Wilcoxon W) لاختبار فرضيات البحث وتحقيق أهدافه.

وتكوّنت عيّنة الدراسة من (62) مديرًا من المدراء العاملين في الأقسام الإدارية والفنية لمواقع الشركتين في محافظة أربيل.

وتوصّلت نتائج الدراسة إلى أن شركة آسيا سيل تتمتع بمستويات مرتفعة من توافر مؤشرات أداء السيناريوهات الاستراتيجية مقارنة بالمستوى المتوسط لتلك المؤشرات في شركة كورك تيليكوم، وهو ما يعكس فاعلية الأسلوب القيادي والإداري المتبع في شركة آسيا سيل، وقدرة قياداتها على توظيف السيناريوهات الاستراتيجية في تحقيق نتائج إيجابية أسهمت في تعزيز أدائها الاستراتيجي بصورة مستدامة منذ تأسيسها وحتى الوقت الحاضر.

وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز اعتماد السيناريوهات الاستراتيجية في الممارسات القيادية والإدارية، ولا سيما في شركة كورك تيليكوم، مع التركيز على تطوير القدرات القيادية، وتحسين آليات التخطيط الاستراتيجي، والاستفادة من التجارب الناجحة بما ينسجم مع توجهات البحث وأهدافه، ويسهم في رفع مستوى الأداء الاستراتيجي للشركتين.

☑ دراسة (بوعبدالله وشاعه، 2020)

هدفت الدراسة إلى التعرف على معايير ومؤشرات قياس الأداء الفندقي بأبعادها المتمثلة في المعايير المالية، ومعايير الجودة، ومعايير الكفاءة التشغيلية، ومعايير رضا الزبائن، وأثرها على تقييم وتحسين الأداء الفندقي وتحقيق القيمة المضافة في فندق قصر المنصور بمدينة مستغانم.

واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لملاءمته طبيعة الموضوع، وذلك من خلال تحليل معايير ومؤشرات قياس الأداء الفندقي وبيان كيفية استخدامها في تقييم الأداء.

وتكوّنت عيّنة الدراسة من فندق قصر المنصور بمستغانم، من خلال الاعتماد على البيانات والمعلومات المتعلقة بأنشطته التشغيلية والإدارية.

وتوصّلت نتائج الدراسة إلى أن الاستخدام الفعّال لمعايير ومؤشرات قياس الأداء الفندقّي يتطلب توافر بيانات ومعلومات دقيقة وفي الوقت المناسب عن جميع الأنشطة التي يقوم بها الفندق، وأن عملية تقييم الأداء تركز على مقارنة الأداء الفعلي بالأهداف المخططة. كما أظهرت النتائج إمكانية استخدام هذه المعايير والمؤشرات في تقييم كفاءة الأداء والمقارنة المرجعية بين المؤسسات الفندقية المختلفة أو السلاسل الفندقية.

وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز نظم المعلومات الفندقية لضمان توافر البيانات في الوقت المناسب، وتبني نظام متكامل لقياس وتقييم الأداء الفندقّي يعتمد على مؤشرات واضحة، والاستفادة من المقارنات المرجعية لتحسين الأداء وتحقيق قيمة مضافة تسهم في تعزيز القدرة التنافسية للمؤسسات الفندقية.

✓ دراسة (Yildirim et al., 2019)

هدفت الدراسة إلى تصميم نموذج ملائم لقياس أداء إدارة المشروعات الرشيقة في شركات البرمجيات الناشئة، وذلك من خلال تحديد مؤشرات الأداء الرئيسة الاستراتيجية (KPIs) وآليات جمع بياناتها، بما يدعم استدامة النمو والكفاءة التشغيلية في ظل التحول الرقمي وتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة.

واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي القائم على مراجعة الأدبيات العلمية وتحليل المحتوى، إلى جانب المنهج النوعي من خلال إجراء مقابلات متعمقة مع خبراء في مجال تطوير البرمجيات والإدارة الرشيقة. وقد تم في البداية حصر جميع مؤشرات الأداء المرتبطة بالتطوير الرشيق الواردة في الأدبيات، ثم جرى تحليلها وتصنيفها بالاستناد إلى آراء الخبراء.

وتكوّنت عيّنة الدراسة من مجموعة من الخبراء والممارسين في إدارة المشروعات الرشيقة وشركات البرمجيات الناشئة، الذين ساهموا في تقييم وتصنيف مؤشرات الأداء المقترحة.

وتوصّلت نتائج الدراسة إلى تحديد وتصميم سبعة مؤشرات أداء استراتيجية رئيسة ملائمة لبيئة الشركات الناشئة، مع بناء نظم واضحة لجمع بيانات هذه المؤشرات بما يضمن دقة القياس وفاعليته. كما أبرزت النتائج أهمية مواءمة مؤشرات الأداء مع طبيعة العمل الرشيق ومتطلبات الاستدامة والنمو طويل الأجل.

وأوصت الدراسة بضرورة تحسين عمليات جمع البيانات والإجراءات المرتبطة بها، واعتماد النموذج المقترح كإطار عملي لقياس الأداء في المشروعات الرشيقة، مع التأكيد على المراجعة الدورية للمؤشرات وتطويرها بما ينسجم مع التغيرات السريعة في بيئة الأعمال الرقمية، ويسهم في تعزيز القدرة التنافسية لشركات البرمجيات الناشئة.

8.1 الفجوة البحثية:

تتفق الدراسة الحالية مع معظم الدراسات السابقة في التركيز على أهمية قياس الأداء وربط ممارسات الإدارة الحديثة، ولا سيما المنهجيات الرشيقة (Agile)، بتحسين نتائج الأداء على مستوى المشاريع أو المنظمات. فقد أكدت دراسات (Yildirim et al., 2019) و (Arumugam & Vaidyanathan, 2020) و (Batti et al., 2025) على الدور المحوري لمؤشرات الأداء الرئيسة في تقييم فاعلية تطبيق Agile، وهو ما ينسجم مع توجه الدراسة الحالية التي تسعى إلى قياس أثر تطبيق منهجيات Agile على مؤشرات الأداء الرئيسة للمشاريع. كما تتوافق نتائج دراسات (Daraojimba et al., 2024) و (khormi et al., 2024) و (Schrof & Paetzold-Byhain, 2023) مع الدراسة الحالية في التأكيد على أن تطبيق المنهجيات الرشيقة يسهم في تحسين الجودة، وزيادة المرونة، وتعزيز التعاون، وتسريع الإنجاز، وهي متغيرات أساسية ضمن إطار الدراسة الحالية. كذلك، تشترك الدراسة الحالية مع دراسات (شعير والجناي، 2021) و (بوعبدالله وشاعه، 2020) في الاعتماد على مؤشرات الأداء كأداة تحليلية لتقويم الأداء وتحسينه، وإن اختلف السياق التطبيقي.

تختلف الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة من حيث السياق التطبيقي وطبيعة المشاريع محل الدراسة، إذ تركز تحديدًا على مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية، في حين انصبحت أغلب الدراسات السابقة على مشاريع البرمجيات، أو الشركات الناشئة، أو القطاعات الصناعية والخدمية الأخرى مثل صناعة السيارات، والاتصالات، والفنادق. كما تتميز الدراسة الحالية بتركيزها على أبعاد محددة لتطبيق منهجيات Agile (المرونة التنظيمية، التعاون والتواصل، التسليم المرحلي المستمر) وربطها مباشرة بـ مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع، في حين ركزت بعض الدراسات السابقة على النضج الرشيق، أو الأداء التنظيمي العام، أو جودة التعاون دون الربط المباشر بالأداء على مستوى المشروع الهندسي. فضلًا عن ذلك، تسعى الدراسة الحالية إلى سد فجوة بحثية تتعلق بندرة الدراسات الميدانية التي تناولت Agile في البيئات الهندسية المعقدة، مما يمنحها طابعًا تطبيقيًا مميزًا مقارنة بالدراسات التي اعتمدت على المراجعات النظرية أو السياقات غير الهندسية.

9.1 المنطلقات النظرية للدراسة:

أولًا: مدخل إلى منهجيات Agile

شهدت بيئة الأعمال والمشروعات خلال العقود الأخيرة تحولات جوهرية نتيجة تسارع التطور التكنولوجي، وتزايد حدة المنافسة، وارتفاع مستوى عدم اليقين والتعقيد في متطلبات العملاء، الأمر الذي أفرز الحاجة إلى تبني مداخل إدارية أكثر مرونة وقدرة على التكيف. وفي هذا السياق، برزت منهجيات Agile بوصفها أحد أهم المداخل الحديثة في إدارة المشروعات، لما تتميز به من المرونة، والاستجابة السريعة للتغيرات، والتركيز على القيمة المضافة.

نشأت منهجيات Agile في الأصل ضمن مجال تطوير البرمجيات، وتبلورت رسميًا مع صدور البيان الرشيق (Agile Manifesto) عام 2001، الذي أكد على مجموعة من القيم والمبادئ، من أبرزها: تفضيل الأفراد والتفاعل بينهم على العمليات والأدوات، والتركيز على المنتج العامل بدلًا من الإفراط في التوثيق، والتعاون مع العميل بدلًا من التفاوض الصارم على العقود، والاستجابة للتغيير بدلًا من الالتزام الجامد

بالخطة. ومع مرور الوقت، توسّع تطبيق Agile ليشمل مجالات متعددة، من بينها المشروعات الهندسية المعقدة.

ثانيًا: مفهوم منهجيات Agile في إدارة المشاريع الهندسية

تُعرّف منهجيات Agile في سياق إدارة المشاريع الهندسية بأنها مجموعة من الأساليب والممارسات التكرارية والتكيفية التي تهدف إلى إدارة المشروع عبر تقسيمه إلى مراحل قصيرة، وتحقيق قيمة مضافة تدريجية، مع إشراك أصحاب المصلحة بصورة مستمرة، وتمكين فرق العمل من اتخاذ القرار. وتُعد هذه المنهجيات مناسبة على نحو خاص للمشروعات التي تتسم بتغير المتطلبات، وتعقيد النظم، وتعدد التخصصات، وهي خصائص شائعة في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية.

وتختلف إدارة المشاريع الهندسية عن المشاريع التقليدية من حيث تشابك المكونات التقنية، وتداخل التخصصات، وارتفاع المخاطر الفنية، مما يجعل تطبيق الأساليب التقليدية الجامدة أقل فاعلية في كثير من الحالات. ومن هنا، يُنظر إلى Agile بوصفه مدخلًا داعمًا لتحسين التحكم في المشروع، وتقليل الهدر، وتعزيز جودة المخرجات.

ثالثًا: أبعاد تطبيق منهجيات Agile

تعتمد الدراسة الحالية على ثلاثة أبعاد رئيسة لتطبيق منهجيات Agile، وهي: المرونة التنظيمية، والتعاون والتواصل بين فرق العمل، والتسليم المرحلي المستمر.

المرونة التنظيمية

تشير المرونة التنظيمية إلى قدرة المنظمة أو فريق المشروع على التكيف مع التغيرات الداخلية والخارجية دون التأثير السلبي في تحقيق الأهداف. وفي إطار Agile، تُعد المرونة التنظيمية حجر الأساس الذي يمكن فرق العمل من تعديل الخطط، وإعادة ترتيب الأولويات، والاستجابة لمتطلبات العملاء المتغيرة.

في المشاريع الهندسية، تكتسب المرونة التنظيمية أهمية خاصة نظرًا لاحتمالية ظهور تحديات فنية غير متوقعة، أو تغييرات في المواصفات، أو قيود زمنية ومالية جديدة. ويسهم تطبيق Agile في تعزيز هذه المرونة من خلال تقليص دور البيروقراطية، وتمكين الفرق، وتشجيع التعلم المستمر، مما ينعكس إيجابًا على مؤشرات الأداء المتعلقة بالوقت والتكلفة والجودة.

التعاون والتواصل بين فرق العمل

يُعد التعاون والتواصل الفعال من القيم الجوهرية في منهجيات Agile، حيث تعتمد هذه المنهجيات على العمل الجماعي متعدد التخصصات، والتفاعل المستمر بين أعضاء الفريق، وبين الفريق وأصحاب المصلحة. ويسهم هذا النمط من العمل في تحسين فهم المتطلبات، وتسريع حل المشكلات، وتقليل الأخطاء الناتجة عن سوء الاتصال.

وفي مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية، التي غالبًا ما تضم فرقًا متنوعة من مهندسين ومصممين ومخططين، يؤدي ضعف التواصل إلى ارتفاع معدلات إعادة العمل وتأخر الإنجاز. ومن ثم، فإن تبني ممارسات Agile مثل الاجتماعات اليومية، والمراجعات الدورية، والتغذية الراجعة المستمرة، يسهم في رفع جودة المخرجات وتحسين التنسيق بين الفرق.

التسليم المرحلي المستمر

يقوم مبدأ التسليم المرحلي المستمر على تجزئة المشروع إلى وحدات أو مراحل صغيرة يتم إنجازها وتسليمها بصورة دورية، بدلًا من انتظار اكتمال المشروع بالكامل. ويتيح هذا الأسلوب إمكانية تقييم النتائج مبكرًا، واكتشاف الانحرافات، وإدخال التحسينات في الوقت المناسب.

في المشاريع الهندسية، يسهم التسليم المرحلي في تقليل المخاطر الفنية، وتحسين التحكم في تقدم المشروع، وتعزيز رضا أصحاب المصلحة من خلال الاطلاع المستمر على ما تم إنجازه. كما يساعد هذا البعد على تحسين القدرة على الالتزام بالجدول الزمني، وتقليل الفجوة بين التخطيط والتنفيذ.

رابعاً: مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع

تُعد مؤشرات الأداء الرئيسية (Key Performance Indicators – KPIs) أدوات قياس كمية ونوعية تُستخدم لتقييم مدى تحقيق المشروع لأهدافه. وفي سياق المشاريع الهندسية، تشمل مؤشرات الأداء عادةً الالتزام بالوقت، وضبط التكلفة، وجودة المخرجات، ومستوى رضا أصحاب المصلحة، وكفاءة استخدام الموارد.

وتؤدي مؤشرات الأداء دورًا محوريًا في دعم اتخاذ القرار، ومتابعة تقدم المشروع، وتحديد مواطن القوة والضعف. كما تُمكن مديري المشاريع من إجراء مقارنات مرجعية وتحقيق التحسين المستمر.

خامساً: العلاقة بين منهجيات Agile ومؤشرات الأداء الرئيسية

تشير الأدبيات الحديثة إلى وجود علاقة إيجابية بين تطبيق منهجيات Agile وتحسين مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع. فالمرونة التنظيمية تسهم في تحسين الالتزام بالوقت والتكلفة، والتعاون الفعال يعزز جودة المخرجات ويقلل الأخطاء، في حين يؤدي التسليم المرحلي المستمر إلى تحسين التحكم في المشروع ورفع مستوى رضا أصحاب المصلحة.

وفي المشاريع الهندسية، تتجلى هذه العلاقة بشكل أوضح نظرًا لتعقيد طبيعة العمل، حيث تساعد Agile على تقليل عدم اليقين، وتحسين القدرة على التنبؤ، ورفع كفاءة إدارة المخاطر. ومن ثم، فإن دراسة أثر هذه المنهجيات على مؤشرات الأداء تمثل مدخلًا علميًا مهمًا لفهم كيفية تحسين إدارة المشاريع الهندسية في البيئات المعاصرة.

10.1 المنهجية وطرق البحث:

ستعتمد الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي لملاءمته طبيعة أهدافها، حيث سيتم من خلاله وصف واقع تطبيق منهجيات Agile في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية، وتحليل أبعادها المتمثلة في المرونة التنظيمية، والتعاون والتواصل بين فرق العمل، والتسليم المرحلي المستمر، فضلًا عن قياس مستوى

مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع. وسيتم توظيف الأساليب الإحصائية المناسبة لتحليل البيانات واختبار فروض الدراسة، بما يساهم في الكشف عن طبيعة العلاقة والأثر بين متغيرات الدراسة.

كما ستُجرى الدراسة ميدانيًا بالاعتماد على أداة الاستبانة بوصفها الأداة الرئيسة لجمع البيانات، حيث ستُوجَّه إلى عينة من مديري المشاريع وأعضاء فرق العمل في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية. وستُحلَّل البيانات باستخدام برامج التحليل الإحصائي لاستخلاص النتائج، ومن ثم سيتم تفسيرها في ضوء الإطار النظري والدراسات السابقة، وصولًا إلى صياغة استنتاجات وتوصيات عملية يمكن أن تساهم في تعزيز فاعلية تطبيق منهجيات Agile وتحسين الأداء في المشاريع الهندسية..

1. مجتمع وعينة الدراسة

سيتمكون مجتمع الدراسة من جميع العاملين في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية في عدد من المؤسسات الهندسية التي تعتمد أو تطبق منهجيات Agile في إدارة مشاريعها، وبخاصة مديري المشاريع، وقادة الفرق الهندسية، والمهندسين ذوي العلاقة المباشرة بإدارة وتنفيذ المشاريع. ووفقًا للبيانات الأولية المتاحة، سيبلغ حجم مجتمع الدراسة نحو (180) مفردة موزعين على مشاريع هندسية مختلفة، بما يوفر تمثيلًا مناسبًا لمختلف المستويات الإدارية والتنفيذية ذات الصلة بموضوع الدراسة.

2. عينة الدراسة

سيتم اختيار عينة الدراسة باستخدام أسلوب العينة العشوائية الطبقية؛ لضمان تمثيل الفئات الوظيفية المختلفة داخل مجتمع الدراسة. وستتمكون العينة من (120) مفردة، أي ما نسبته 66.7% من مجتمع الدراسة الكلي، وهو حجم يُعد كافيًا إحصائيًا لتحقيق أغراض التحليل واختبار فروض الدراسة. وستشمل العينة مديري مشاريع، ومهندسين، وأعضاء فرق عمل في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية، بما يضمن تنوع وجهات النظر ودقة النتائج المتحصَّل عليها.

3. أداة الدراسة

ستعتمد الدراسة على الاستبانة بوصفها الأداة الرئيسة لجمع البيانات، نظرًا لملاءمتها لطبيعة الدراسة وأهدافها، وقدرتها على الحصول على بيانات كمية دقيقة من عينة الدراسة. وستُصمَّم الاستبانة بالاستناد إلى الإطار النظري والدراسات السابقة ذات الصلة بمنهجيات Agile ومؤشرات الأداء الرئيسة للمشاريع، بما يضمن شمولها لمتغيرات الدراسة وأبعادها المختلفة.

وستتكوّن الاستبانة من ثلاثة محاور رئيسة؛ يتناول المحور الأول البيانات الديموغرافية والوظيفية لأفراد العينة، في حين يركّز المحور الثاني على أبعاد تطبيق منهجيات Agile والمتمثلة في المرونة التنظيمية، والتعاون والتواصل بين فرق العمل، والتسليم المرحلي المستمر. أما المحور الثالث فسيعالج مؤشرات الأداء الرئيسة للمشاريع في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية. وستُقاس فقرات الاستبانة باستخدام مقياس ليكرت الخماسي، وستُخضع الأداة لإجراءات الصدق والثبات للتأكد من صلاحيتها العلمية قبل تطبيقها ميدانيًا.

11.1 الأساليب الإحصائية المستخدمة

ستُستخدم في هذه الدراسة مجموعة من الأساليب الإحصائية الوصفية والاستدلالية المناسبة لطبيعة البيانات وأهداف البحث، وذلك باستخدام أحد برامج التحليل الإحصائي المعتمدة. وتتمثل هذه الأساليب فيما يأتي:

1. الإحصاء الوصفي

- التكرارات والنسب المئوية لوصف الخصائص الديموغرافية والوظيفية لأفراد عينة الدراسة.
- المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لقياس مستوى استجابات أفراد العينة تجاه فقرات الاستبانة وأبعادها المختلفة.

2. اختبارات الصدق والثبات

- معامل كرونباخ ألفا (Cronbach's Alpha) للتحقق من ثبات أداة الدراسة.

○ الصدق الظاهري وصدق المحتوى من خلال عرض الأداة على مجموعة من المحكمين المتخصصين.

3. التحليل الارتباطي

○ معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation Coefficient) لقياس قوة واتجاه العلاقة بين متغيرات الدراسة المستقلة والمتغير التابع.

4. تحليل الانحدار

○ تحليل الانحدار الخطي البسيط والمتعدد لقياس أثر أبعاد تطبيق منهجيات Agile على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع، واختبار فروض الدراسة.

5. اختبارات الفروق الإحصائية

○ اختبار (t-test) لدراسة الفروق في استجابات أفراد العينة وفقًا لبعض المتغيرات الديموغرافية عند الحاجة.

○ اختبار تحليل التباين الأحادي (One-Way ANOVA) في حال وجود أكثر من فئة للمقارنة.

12.1 حدود الدراسة:

— حدود موضوعية: تقتصر الدراسة على بحث أثر تطبيق منهجيات Agile بأبعادها المتمثلة في المرونة التنظيمية، والتعاون والتواصل بين فرق العمل، والتسليم المرحلي المستمر على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع.

— حدود مكانية: تُجرى الدراسة في عدد من المؤسسات والمشاريع الهندسية التي تطبق منهجيات Agile في إدارة مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية.

— حدود زمنية: ستُجرى هذه الدراسة خلال العام 2025.

— الحدود البشرية: تقتصر الدراسة على مديري المشاريع، وقادة الفرق الهندسية، وأعضاء فرق العمل العاملين في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية، ممن لديهم معرفة أو خبرة بتطبيق منهجيات Agile..

الفصل الثاني: الإطار النظري

المبحث الأول: منهجيات Agile في إدارة المشاريع

1.1.2 تمهيد

شهدت بيئة الأعمال المعاصرة تحولات جوهرية فرضتها متغيرات اقتصادية وتقنية متسارعة، دفعت المنظمات إلى البحث عن أساليب إدارية أكثر استجابة وقدرة على التكيف مع متطلبات السوق المتغيرة. وفي ظل هذه التحولات، برزت منهجيات Agile بوصفها نموذجاً إدارياً بديلاً يعتمد على التطوير التكراري والتسليم المتدرج، في مقابل المنهجيات التقليدية الخطية التي طالما هيمنت على ممارسات إدارة المشاريع. وقد تبلورت هذه المنهجيات في سياق تاريخي بدأ بمجال تطوير البرمجيات ثم امتد تدريجياً ليشمل قطاعات متعددة من بينها المشاريع الهندسية والبنية التحتية والخدمات الصحية والتعليمية. ولم يكن هذا الامتداد عشوائياً، بل جاء استجابةً لإدراك المنظمات أن المرونة والقدرة على التكيف مع التغيير باتا شرطين جوهريين لنجاح المشاريع في بيئات تتسم بعدم اليقين وتعقد المتطلبات.

وتكتسب دراسة منهجيات Agile أهمية خاصة في سياق مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية، إذ تتميز هذه المشاريع بدرجة عالية من التعقيد التقني وتعدد أصحاب المصلحة وتداخل مراحل التصميم والتنفيذ والاختبار، مما يجعل المنهجيات التقليدية القائمة على التخطيط المسبق الشامل أقل كفاءة في التعامل مع التغيرات غير المتوقعة التي تطرأ خلال دورة حياة المشروع. ويسعى هذا المبحث إلى تقديم إطار نظري شامل لمنهجيات Agile من خلال استعراض مفاهيمها وتطورها، وتحليل أهميتها وأهدافها، ثم التعمق في أبعادها الثلاثة المحددة في هذه الدراسة وهي المرونة التنظيمية، والتعاون والتواصل بين فرق العمل، والتسليم المرحلي المستمر، فضلاً عن مناقشة الاستراتيجيات المرتبطة بتطبيقها في السياقات الهندسية.

2.1.2 مفهوم منهجيات Agile

تعددت التعريفات التي تناولها الباحثون لمفهوم منهجيات Agile ، وتباينت فيما بينها تبعاً للمنظور النظري الذي ينطلق منه كل باحث وطبيعة المجال التطبيقي الذي تُوظَّف فيه هذه المنهجيات. فمن المنظور التقني البرمجي، عرّف (Wafa et al. (2022 منهجيات Agile بأنها مجموعة من القيم والمبادئ التي طُرحت رسمياً عام 2001 من خلال ما يُعرف بـ"بيان (Agile Manifesto)" Agile ، والذي تضمّن أربع قيم جوهرية واثني عشر مبدأً توجيهياً تهدف إلى تحسين عمليات هندسة البرمجيات وتطويرها، مع تأكيد تأثيرها القوي في تنسيق عمل فرق التطوير. وقد وصفوا هذه المنهجيات بأنها تعبّر عن ثقافة ترحّب بالتغيير وتركز على متطلبات العميل، حيث تُعدّ القدرة على الاستجابة السريعة للمتطلبات الديناميكية سمة الميزة الرئيسة. ومن زاوية تطبيقية تركز على الممارسات الميدانية، يُقدّم Ghimire و (2022) Charters تعريفاً يرتبط بالجوانب العملية لمنهجيات Agile ، إذ يصفانها بأنها طريقة أكثر مرونة لتطوير المنتجات مقارنة بالمنهج التقليدي القائم على الخطة المسبقة، وتتجلى هذه المرونة في القدرة على تعديل المتطلبات في أي مرحلة من مراحل دورة التطوير، مع تركيز محوري على التعاون المباشر بين العملاء والمطورين وتشجيع فرق العمل على التنظيم الذاتي. ويُبرز هذا التعريف الفارق الجوهرى بين Agile والمنهجيات التقليدية، المتمثل في الانتقال من التخطيط الجامد إلى التخطيط التكيفي الذي يستوعب التغيير بوصفه عنصراً طبيعياً في بيئة العمل.

يُقدّم Daraojimba et al. (2024) رؤية شمولية لمنهجيات Agile باعتبارها إطاراً إدارياً متكاملًا يصلح للتطبيق في ميادين إدارة المشاريع المتنوعة، حيث تقوم على مبادئ التكرار والتدرج والاستجابة المستمرة للتغيير، مع التأكيد على أن التطبيق الناجح لهذه المنهجيات يستلزم تحولاً ثقافياً مؤسسياً يتعدى مجرد تبني أدوات وممارسات تقنية. ويتقاطع هذا الطرح مع ما قدّمه Batti et al. (2025) حين تناولوا الإدارة المرنة في سياق ما بعد الجائحة، فعزّفوا تطبيق منهجيات Agile بأنه تبني منهجي لممارسات إدارية تتسم بالمرونة والتكيف السريع، تسعى إلى تعزيز أداء المنظمات من خلال دورات عمل قصيرة ومتكررة تتيح التقييم المستمر والتحسين الدوري.

فقد قدّم كاظم (2025) تصوراً لمنهجيات Agile يأخذ بعين الاعتبار خصوصية المشاريع الهندسية، إذ وصفها بأنها مجموعة من الأساليب الحديثة في إدارة المشاريع تقوم على التطوير التكراري والتسليم المرحلي والتفاعل المستمر مع أصحاب المصلحة، وأشار إلى أن بيئة المشاريع الهندسية لا تزال تعتمد بنسبة كبيرة على المنهجيات التقليدية نتيجة الثقافة المؤسسية الراسخة وضعف المرونة التنظيمية.

كما أكد الكرعوي وعلي (2022) على أن التطور الكبير في عالم الأعمال أدى إلى ابتكار العديد من المنهجيات والأساليب التي تدعم مفاهيم إدارة المشاريع وتعزز فاعلية أدائها، وأن على المنظمات والجهات المنفذة للمشاريع أن تختار المنهجية التي تتناسب مع طبيعة مشاريعها لتتمكن من إدارتها وتنظيمها بشكل فعال.

ويرى (Rajan & Santhosh, 2021) أن منهجيات Agile تمثل إطاراً عملياً يعتمد على أطر فرعية متخصصة مثل إطار عمل Scrum ، الذي يُعدّ من أكثر الأطر استخداماً في تطبيق مبادئ Agile ، حيث يُقسّم العمل إلى دورات زمنية قصيرة تُعرف بالـ "سبرنت (Sprint)" تتضمن تخطيطاً ومراجعة واستعراضاً دورياً. ويُضيف (khormi et al. 2024) بُعداً تطبيقياً مرتبطاً بالمشاريع الكبرى، حيث تناولوا تطبيق منهجية Agile في مشروع نيوم بوصفها منهجية تسعى إلى تحقيق جودة الأداء وضبط المدة الزمنية للمشاريع من خلال التكيّف المستمر مع متطلبات المشروع المتغيرة.

وفي ضوء ما سبق، يرى الباحث أن منهجيات Agile يمكن تعريفها بأنها فلسفة إدارية شاملة تقوم على مجموعة من القيم والمبادئ التي تُرَجِّح التفاعل البشري على العمليات الجامدة، والاستجابة للتغيير على الالتزام الحرفي بالخطط المسبقة، والتسليم المتدرج للقيمة على التسليم الكلي المتأخر، وتعاون العميل على التفاوض التعاقدية. وهي ليست منهجية واحدة بل مظلة تضم مجموعة من الأطر والممارسات التي تتشارك في هذه المبادئ الجوهرية، وتتكيف في تطبيقها وفقاً لطبيعة المشروع وسياقه التنظيمي والقطاعي.

3.1.2 أهمية منهجيات Agile في إدارة المشاريع

تتجاوز أهمية منهجيات Agile كونها مجرد أدوات لإدارة المشاريع لتمثل تحولاً جذرياً في الفكر الإداري المعاصر، يعكس استجابة المنظمات لتحديات بيئة أعمال تتسم بالتقلب وعدم اليقين والتعقّد والغموض. وقد تنامي الاهتمام بهذه المنهجيات في العقدين الأخيرين بصورة ملحوظة، حتى أصبحت تُمثل النمط السائد في إدارة مشاريع تطوير البرمجيات، مع توسع متزايد نحو قطاعات أخرى تشمل الصناعات الهندسية والإنشائية والخدمية.

ويشير Ilori et al. (2024) إلى أن أهمية منهجيات Agile تتجلى في عدة محاور أساسية: أولها تعزيز الكفاءة التشغيلية من خلال تقليص الهدر في العمليات والأنشطة غير المضيفة للقيمة، وثانيها زيادة القدرة على الاستجابة للتغيرات المفاجئة في متطلبات المشروع وبيئته الخارجية، وثالثها تحسين جودة المخرجات النهائية عبر آلية المراجعة المستمرة والتغذية الراجعة الدورية التي تُتيح اكتشاف الأخطاء ومعالجتها في مراحل مبكرة بدلاً من تراكمها حتى نهاية المشروع.

ويرى Badran & Abdallah (2025) أن أهمية منهجيات Agile في قطاع المشاريع الإنشائية والهندسية تتمثل في قدرتها على تعزيز الابتكار والاستجابة السريعة، وتحقيق رضا العملاء وتحسين جودة الأداء، مما يجعلها خياراً استراتيجياً ملائماً للمشاريع التي تتطلب مستوى عالياً من التكيف مع المتغيرات. ويتقاطع هذا الطرح مع ما أكدته كاظم (2025) من أن الدمج بين المنهجيات المرنة ومنهجيات اللين يُسهم في تحسين أداء المشاريع الهندسية بشكل ملحوظ، خاصة في بيئات العمل التي تعاني من ضعف المرونة التنظيمية وهيمنة الثقافة المؤسسية التقليدية.

وتتعاظم أهمية منهجيات Agile حين يتعلق الأمر بإدارة فرق العمل والتنسيق بين أصحاب المصلحة المتعددين. فقد أوضح Arumugam & Vaidyanathan (2020) أن هذه المنهجيات توفر آليات فعالة لقياس أداء الفريق ومراجعتيه بشكل دوري في بيئات التطوير الموزعة عالمياً، مما يُسهم في تقليص الفجوات الناجمة عن التباعد الجغرافي والثقافي بين أعضاء الفريق الواحد. كما أشار Reghda et al.

(2024) إلى أن منهجيات Agile تمتلك أهمية محورية في تحسين أداء فرق العمل من خلال توفير بنية تنظيمية تشاركية تُعزز الشعور بالملكية والمسؤولية الجماعية تجاه مخرجات المشروع.

وعلى صعيد البيئة العربية، يُعدّ تطبيق منهجيات Agile ذا أهمية مضاعفة نظراً لحاجة المؤسسات في هذه البيئة إلى تجاوز نماذج الإدارة التقليدية التي أثبتت محدوديتها في التعامل مع المشاريع المعقدة. وقد أشار الكرعائي وعلي (2022) إلى أن إدارة المشاريع وفق الأساليب الحديثة تُعدّ نمطاً جوهرياً وأساسياً للمنظمات، وأن الاهتمام بها وتوفير عوامل جودتها يؤثر في استمرار ونمو المنظمة ويُسهّم في نجاحها. ويؤكد (Wafa et al. (2022 أن تبني منهجيات Agile لا يمثّل مجرد تحسين إجرائي بل يُعدّ ميزة تنافسية حقيقية تُمكن المنظمات من مواجهة معدلات الفشل المرتفعة في المشاريع التي تعتمد على المنهجيات التقليدية.

4.1.2 أهداف تطبيق منهجيات Agile

تسعى منهجيات Agile إلى تحقيق مجموعة من الأهداف المترابطة التي تعكس فلسفتها القائمة على تعظيم القيمة المقدمة وتقليص الهدر وتعزيز التعاون المستمر. وقد تناول الباحثون هذه الأهداف من زوايا مختلفة تعكس تنوع السياقات التطبيقية.

يرى (Rajan & Santhosh (2021 أن الهدف المحوري لتطبيق منهجيات Agile يتمثل في تحسين جودة المشروع وتعزيز القيمة التجارية المقدمة، من خلال اعتماد أطر عمل مثل Scrum تُقسّم المشروع إلى وحدات زمنية قابلة للإدارة تتيح مراجعة التقدم وتعديل المسار بشكل مستمر. ويُضيف إلى ذلك أن منهجيات Agile تهدف إلى تحسين الأداء الفردي لأعضاء الفريق من خلال توفير بيئة عمل تُعزز الاستقلالية والمسؤولية الذاتية.

ويُحدد (Suvvari (2021 ثلاثة أهداف رئيسية لقياس نجاح المشاريع المرنة وهي: تعزيز الشفافية في مسار العمل من خلال مقاييس مثل السرعة ومخططات الاحتراق، وتحسين دورة التسليم عبر قياس زمن

الدورة وزمن التسليم، ورفع مستوى رضا العملاء من خلال آلية التغذية الراجعة المستمرة المدمجة في صلب العملية التطويرية.

ومن منظور المشاريع الهندسية الكبرى، يرى (khormi et al. (2024 أن أهداف تطبيق منهجيات Agile تتركز حول ثلاثة محاور: تحقيق جودة الأداء في التنفيذ، وضبط المدة الزمنية للمشروع وتقليص التأخيرات، وتعزيز قدرة فرق العمل على التكيف مع المتغيرات المستمرة التي تفرضها طبيعة المشاريع الهندسية الضخمة.

ويُوسّع (Daraojimba et al. (2024 نطاق أهداف منهجيات Agile لتشمل: تقليص مخاطر المشروع من خلال التسليم المبكر والمتكرر الذي يُتيح اكتشاف المشكلات في مراحل مبكرة، وتحسين القدرة على اتخاذ القرارات من خلال توفير بيانات أداء حديثة ومستمرة، وبناء ثقافة تنظيمية تعلّمية تستفيد من الدروس المستخلصة من كل دورة تطويرية لتحسين الدورات اللاحقة.

ويذهب (Ghimire & Charters (2022 إلى أن منهجيات Agile تهدف جوهرياً إلى تحسين التواصل داخل فريق العمل ومع العميل، إذ إن الممارسات المرنة مثل الاجتماعات اليومية ومراجعات السبرنت والاستعراضات الدورية توفر فرصاً منظمة للتواصل تُسهّم في تقليص التحديات المرتبطة بتحديد المتطلبات وترتيب أولويات المشروع.

5.1.2 أبعاد منهجيات Agile

تم تحديد أبعاد منهجيات Agile في هذه الدراسة بناءً على ما أفرزه الأدب النظري من أبعاد محورية تتكرر في الدراسات ذات الصلة، ولا سيما دراسة (Badran & Abdallah (2025 التي ركّزت على تأثير إدارة المشاريع المرنة في مخرجات الأداء، ودراسة (Daraojimba et al. (2024 التي قدّمت مراجعة شاملة لمنهجيات Agile في إدارة المشاريع، ودراسة كاظم (2025 التي تناولت التحديات والفرص في إدارة المشاريع الهندسية باستخدام المنهجيات المرنة واللينة. وقد تبلورت من خلال هذه الدراسات ثلاثة أبعاد رئيسة تُمثّل الركائز

الجوهرية لمنهجيات Agile في سياق إدارة مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية، وهي المرونة التنظيمية، والتعاون والتواصل بين فرق العمل، والتسليم المرحلي المستمر.

البُعد الأول: المرونة التنظيمية (Organizational Flexibility)

تُعدّ المرونة التنظيمية الركيزة الفلسفية الأولى لمنهجيات Agile، إذ تُمثّل قدرة المنظمة على تعديل هياكلها وعملياتها واستراتيجياتها استجابة للتغيرات الداخلية والخارجية دون أن يُؤثر ذلك سلباً في استقرارها أو كفاءة أدائها. وتتجاوز المرونة التنظيمية في سياق Agile مفهوم الاستجابة الآنية للمتغيرات لتشمل القدرة الاستباقية على توقّع التغيير والاستعداد له وتوظيفه بوصفه فرصة للتحسين والابتكار. وقد أكد كاظم (2025) أن ضعف المرونة التنظيمية يُعدّ أحد أبرز التحديات التي تحول دون تبني المنهجيات المرنة في بيئة المشاريع الهندسية، حيث أشار إلى أن الثقافة المؤسسية الراسخة والاعتماد الكبير على المنهجيات التقليدية يُشكّلان عائقاً أمام التحول نحو نماذج إدارية أكثر مرونة، خاصة في قطاعات الإنشاءات والبنية التحتية.

وتتضمن المرونة التنظيمية في إطار منهجيات Agile عدة مكونات فرعية مترابطة. فمن ناحية هيكلية، تستدعي Agile تبني هياكل تنظيمية مسطحة ولا مركزية تُمكن فرق العمل من اتخاذ القرارات بسرعة دون الحاجة إلى تسلسل إداري طويل يُبطئ الاستجابة. ومن ناحية عملياتية، تتطلب تصميم عمليات عمل قابلة للتعديل والتكيف وفق مخرجات كل دورة تطويرية، بحيث لا تكون العمليات قوالب جامدة بل أطر مرنة تتطور مع تطور المشروع. ومن ناحية ثقافية، تستلزم المرونة التنظيمية خلق بيئة تتقبل الخطأ وتتعلم منه، وتنظر إلى التغيير بوصفه فرصة لا تهديداً.

ويُعرّز Batti et al. (2025) هذا الطرح بتأكيدهم أن المرونة التنظيمية في إطار الإدارة المرنة تتطلب تكيفاً على المستويين الهيكلي والثقافي للمنظمة، وأن المنظمات التي نجحت في تعزيز مرونتها التنظيمية كانت أكثر قدرة على تحسين أدائها المؤسسي في فترة ما بعد الجائحة. ويتسق هذا مع ما أشار إليه Badran & Abdallah (2025) من أن إدارة المشاريع المرنة تؤثر إيجابياً في مستوى الابتكار والاستجابة، وهما بُعدان

مرتبطان ارتباطاً وثيقاً بالمرونة التنظيمية، إذ إن المنظمات المرنة تكون أكثر انفتاحاً على الأفكار الجديدة وأسرع في ترجمتها إلى حلول عملية.

وفي سياق المشاريع الهندسية، تكتسب المرونة التنظيمية أهمية مضاعفة نظراً لتعدد المتغيرات التي تطرأ خلال مراحل التصميم والتنفيذ والاختبار. فتغيّر المواصفات التقنية أو ظهور متطلبات جديدة من العميل أو حدوث تحديات غير متوقعة في سلسلة الإمداد كلها عوامل تستدعي قدرة تنظيمية عالية على إعادة ترتيب الأولويات وتوزيع الموارد وتعديل الجداول الزمنية. وقد بيّن الكرعوي وعلي (2022) أن إدارة المشاريع وفق الأساليب الحديثة تستلزم اختيار المنهجية التي تتناسب مع طبيعة المشروع، وأن المرونة في اختيار الأدوات والممارسات الملائمة تُعدّ عاملاً حاسماً في نجاح المشاريع الحكومية والتنموية.

البُعد الثاني: التعاون والتواصل بين فرق العمل (Team Collaboration and Communication)

يُمثّل التعاون والتواصل بين فرق العمل البُعد الإنساني والاجتماعي لمنهجيات Agile، وهو البُعد الذي يُميّزها جوهرياً عن المنهجيات التقليدية التي تميل إلى التركيز على العمليات والتوثيق على حساب التفاعل البشري المباشر. فقد نصّ بيان Agile صراحة على أن "الأفراد والتفاعلات أهم من العمليات والأدوات"، مما يجعل التعاون والتواصل ليس مجرد ممارسة تنظيمية بل قيمة مؤسّسة لمنهجيات Agile برمتها. وقد أوضح Ghimire & Charters (2022) أن الممارسات المرنة تُحسّن التواصل الرسمي وغير الرسمي خلال عملية التطوير، وأن بعض الممارسات الأكثر شيوعاً واستخداماً مثل الاجتماعات اليومية القصيرة (Stand-ups) وقوائم المهام المتراكمة (Backlog) واستعراضات السبرنت (Sprint Reviews) والاجتماعات الاستيعادية (Retrospectives) تُوفّر فرصاً منظمّة ودورية للتواصل بين أعضاء الفريق وبينهم وبين العميل.

ويُعَمّق Arumugam و Vaidyanathan (2020) مفهوم التعاون في سياق فرق التطوير الموزعة عالمياً، حيث تناولوا قياس أداء الفريق المرن في بيئات تطوير البرمجيات العالمية، مما يُبرز أن التعاون والتواصل لا يقتصران على الفرق المتواجدة في مكان واحد بل يمتدان ليشملا تحديات التعاون عبر الحدود الجغرافية والثقافية واللغوية. ويتطلب هذا التوسع في نطاق التعاون توظيف أدوات رقمية وممارسات تنظيمية مُصمّمة خصيصاً لتسهيل التفاعل المستمر بين أعضاء الفرق المتباعدين.

وقد أكد (Reghda et al. (2024 أن تأثير منهجيات Agile في أداء فرق العمل يرتبط ارتباطاً مباشراً بمستوى التعاون والتواصل الذي تُتيح هذه المنهجيات، إذ إن البنية التشاركية التي توفرها Agile تُعزز شعور أعضاء الفريق بالانتماء والمسؤولية المشتركة تجاه مخرجات المشروع، مما ينعكس إيجابياً على مستوى الالتزام والإنتاجية. ويتسق هذا مع ما ذهب إليه (Wafa et al. (2022 من أن منهجيات Agile تُولي أهمية محورية للتواصل والتفاعل مع أعضاء فريق المشروع، وتتطلب من مدير المشروع أن يكون مشاركاً فاعلاً في التخطيط والتنفيذ والمتابعة، وليس مجرد مراقب خارجي.

وتتنوع آليات التعاون والتواصل في إطار منهجيات Agile لتشمل مستويات متعددة. فعلى مستوى الفريق الداخلي، تُوظف اجتماعات يومية قصيرة لا تتجاوز خمس عشرة دقيقة يُشارك فيها كل عضو ما أنجزه وما يخطط لإنجازه والعقبات التي يواجهها. وعلى مستوى التفاعل مع العميل، تُعقد مراجعات دورية في نهاية كل دورة تطويرية يُعرض فيها المنتج المتراكم ويُستمع إلى ملاحظات العميل وتُدمج في الدورة اللاحقة. وعلى مستوى التعلم التنظيمي، تُجرى اجتماعات استيعادية يراجع فيها الفريق أدائه الجماعي ويُحدد مجالات التحسين.

وفي سياق المشاريع الهندسية، يكتسب هذا البُعد تعقيداً إضافياً بسبب تعدد التخصصات الهندسية المشاركة في المشروع الواحد. فقد أشار (Schrof &Paetzold-Byhain (2023 إلى أهمية العلاقة بين نضج الفريق المرن ومؤشرات الأداء في بيئة التطوير الهندسي لصناعة السيارات، حيث تناولا جودة التعاون بوصفها مؤشراً رئيساً يرتبط ارتباطاً قوياً بمستوى النضج المرن للفريق. ويُبرز هذا الطرح أن التعاون في السياقات الهندسية لا يقتصر على التنسيق الإداري بل يمتد ليشمل التكامل التقني بين التخصصات المختلفة، مثل المهندسين الميكانيكيين والكهربائيين ومهندسي البرمجيات الذين يعملون معاً ضمن نظام هندسي متكامل.

البُعد الثالث: التسليم المرحلي المستمر (Incremental Delivery)

يُشكّل التسليم المرحلي المستمر البُعد التنفيذي والعملي لمنهجيات Agile، وهو الآلية التي تتحول من خلالها المبادئ النظرية للمنهجية إلى مخرجات ملموسة يمكن للعميل وأصحاب المصلحة تقييمها

والاستفادة منها بشكل متدرج عبر دورة حياة المشروع. ويقوم هذا البُعد على فكرة جوهرية مفادها أن تقسيم المشروع إلى أجزاء صغيرة قابلة للتسليم والتشغيل يُقلّل المخاطر ويُعزّز الثقة بين فريق المشروع وأصحاب المصلحة ويُتيح تصحيح المسار في مراحل مبكرة. وقد أوضح (Wafa et al. (2022 أن مشاريع Agile تُقدّم تسليمات منتظمة عادةً ما تكون أسبوعية أو نصف شهرية، مع إعطاء الأولوية للمواصفات ذات القيمة الأعلى أولاً، وأن هذه العمليات مرنة وتكرارية وتركّز على تسليم البرمجيات بسرعة واتساق.

ويُميّز التسليم المرحلي المستمر بين مفهومين مترابطين لكنهما متميزان: التطوير التكراري (Iterative Development) والتطوير التزايدى (Incremental Development) فالأول يعني تكرار دورة التطوير بأكملها على مراحل متعاقبة يتحسن فيها المنتج تدريجياً، بينما يعني الثاني إضافة وظائف ومكونات جديدة إلى المنتج في كل مرحلة بحيث يتنامى نطاقه تدريجياً. وتجمع منهجيات Agile بين المفهومين في إطار واحد متكامل يُحقق التحسين المستمر والنمو التدريجي للمنتج في آنٍ واحد.

وقد تناول (Yildirim et al. (2019 التسليم المرحلي المستمر من منظور قياس الأداء في مشاريع تطوير البرمجيات، حيث صمّموا نموذجاً لقياس أداء إدارة المشاريع المرنة في الشركات الناشئة يعتمد على مؤشرات أداء رئيسية ترتبط بقدرة الفريق على تسليم مخرجات قابلة للتشغيل في نهاية كل دورة تطويرية. ويُعزّز (Suvvari (2021 هذا التوجه بتأكيد أنه مقاييس مثل السرعة (Velocity) وزمن الدورة (Cycle Time) ومخططات الاحتراق (Burndown Charts) تُعدّ أدوات جوهرية لرصد مدى التزام الفريق بالتسليم المرحلي وقدرته على الحفاظ على وتيرة إنتاج مستدامة.

وفي سياق المشاريع الهندسية، يُواجه التسليم المرحلي المستمر تحديات خاصة تتعلق بطبيعة المنتج الهندسي الذي قد لا يكون قابلاً للتجزئة بالسهولة ذاتها التي تتسم بها منتجات البرمجيات. فتطوير نظام هندسي متكامل يتضمن مكونات ميكانيكية وكهربائية وبرمجية يستلزم مستوى عالياً من التنسيق بين التخصصات لضمان أن كل تسليم مرحلي يُقدّم قيمة حقيقية ويكون قابلاً للاختبار والتقييم. وقد أشار (khormi et al. (2024 إلى أن تطبيق منهجية Agile في المشاريع الكبرى يتطلب تكييف آلية التسليم المرحلي بما يتناسب مع حجم المشروع وتعقيده، مع الحفاظ على الجوهر المتمثل في تقديم مخرجات قابلة للتقييم

بشكل دوري. ويُعزّز كاظم (2025) هذا الطرح بتأكيد أنه نموذج الدمج بين المنهجيات المرنة والليونة يُتيح آلية أكثر فاعلية للتسليم المرحلي في المشاريع الهندسية، حيث يجمع بين مرونة التسليم التدريجي وكفاءة إدارة تدفق القيمة.

6.1.2 استراتيجيات تطبيق منهجيات Agile في المشاريع الهندسية

يتطلب تطبيق منهجيات Agile في بيئة المشاريع الهندسية تبني مجموعة من الاستراتيجيات التي تُراعي خصوصية هذا السياق وتحدياته الفريدة. وتتباين هذه الاستراتيجيات وفقاً لطبيعة المشروع وحجمه ودرجة نضج المنظمة في تبني المنهجيات المرنة.

تتمثل الاستراتيجية الأولى في التبني التدريجي المتمركز حول الفريق، حيث أشار Schrof و Paetzold-Byhain (2023) إلى أهمية قياس مستوى النضج المرن للفرق الهندسية قبل وأثناء عملية التحول، وذلك من خلال مؤشرات أداء معيارية تُتيح تتبع التقدم في تبني الممارسات المرنة. وتقوم هذه الاستراتيجية على فكرة أن التحول نحو Agile ينبغي أن يبدأ من مستوى الفرق الصغيرة ثم يتوسع تدريجياً ليشمل الأقسام والمنظمة ككل، بدلاً من فرض التحول بشكل مركزي وفوري.

أما الاستراتيجية الثانية فتتصل بتخصيص الأطر المرنة وتكييفها مع الخصائص الهندسية. فقد أوضح كاظم (2025) أن الدمج بين منهجيات Agile ومنهجيات اللين (Lean-Agile Hybrid) يُمثل نموذجاً مُلائماً للمشاريع الهندسية، حيث يجمع بين مرونة الاستجابة للتغيير التي توفرها Agile وكفاءة إدارة التدفق وتقليل الهدر التي تُقدّمها منهجيات اللين. ويتطلب هذا الدمج فهماً عميقاً لنقاط القوة والقصور في كل منهجية وقدرة على تصميم نموذج هجين يستثمر أفضل ما فيهما.

وتتمحور الاستراتيجية الثالثة حول بناء القدرات والكفاءات. فقد أكد Illori et al. (2024) على ضرورة تأهيل الكوادر البشرية وتزويدها بالمهارات اللازمة لتطبيق المنهجيات المرنة بفاعلية، مع التشديد على أن هذا التأهيل ينبغي ألا يقتصر على الجوانب التقنية بل يمتد ليشمل المهارات القيادية والتواصلية والتعاونية التي تُعدّ ركائز أساسية لنجاح Agile. ويرتبط ذلك بما أكدته Wafa et al. (2022) من أن ملائمة

الشخص للوظيفة (Person's Job Fit) تُعدّ عاملاً معديلاً مؤثراً في العلاقة بين منهجيات Agile ونجاح المشروع، مما يستدعي عناية خاصة بعملية اختيار أعضاء الفرق المرنة وتطوير كفاءاتهم بما يتوافق مع متطلبات العمل المرن.

وتُعدّ الاستراتيجية الرابعة بإدارة التغيير المؤسسي المصاحب للتحويل نحو Agile. فقد بيّن Daraojimba et al. (2024) أن التطبيق الناجح لمنهجيات Agile يتطلب تحولاً ثقافياً شاملاً يتعدى الأدوات والممارسات ليشمل القيم والمعتقدات التنظيمية السائدة، وأن كثيراً من حالات الفشل في تبني Agile تعود إلى إهمال الجانب الثقافي والتركيز الحصري على الجانب الإجرائي. وهذا يستدعي من القيادة العليا التزاماً حقيقياً بدعم التحويل وتوفير البيئة المواتية لنجاحه.

7.1.2 التحديات المعاصرة لتطبيق منهجيات Agile في البيئات الهندسية

لا يخلو تطبيق منهجيات Agile في المشاريع الهندسية من تحديات جوهرية تتصل بطبيعة هذه المشاريع وبيئتها التنظيمية. فمن أبرز هذه التحديات مقاومة التغيير المؤسسي، حيث أشار كاظم (2025) إلى أن بيئة المشاريع الهندسية لا تزال تعتمد بنسبة كبيرة على المنهجيات التقليدية نتيجة الثقافة المؤسسية الراسخة، مما يُؤلّد مقاومة طبيعية لدى العاملين تجاه أي محاولة لتغيير أساليب العمل المألوفة. وتتعاظم هذه المقاومة في المنظمات الكبيرة ذات الهياكل البيروقراطية المعقدة التي يصعب فيها إحداث تغييرات سريعة.

ويُضاف إلى ذلك تحدي التوفيق بين المرونة والامتثال التنظيمي. فالمشاريع الهندسية غالباً ما تخضع لمعايير ولوائح تنظيمية صارمة تتطلب توثيقاً مفصلاً ومراجعات رسمية قد تتعارض ظاهرياً مع تفضيل Agile للتفاعلات المباشرة والتوثيق المختصر. ويتطلب معالجة هذا التحدي إيجاد توازن دقيق بين مبادئ Agile ومتطلبات الامتثال، وهو ما يستلزم تكييفاً ذكياً للممارسات المرنة بما لا يُخلّ بالمتطلبات التنظيمية.

كما تبرز إشكالية التوسع (Scaling) في تطبيق Agile على مستوى المشاريع الكبيرة والمعقدة. فمعظم ممارسات Agile صُممت أصلاً لفرق صغيرة تعمل على مشاريع محدودة النطاق، وتوسيعها لتشمل مشاريع هندسية ضخمة تضم عشرات الفرق ومئات المتخصصين يستلزم أطر عمل متقدمة مثل SAFe (Scaled Agile Framework) و LeSS (Large-Scale Scrum). وقد أشار Rajan و Santhosh (2021) إلى أن التحول نحو Agile في المؤسسات الكبرى يتطلب تعديلات جوهرية في منهجيات العمل تتجاوز مجرد التطبيق الحرفي لأطر العمل الصغيرة.

المبحث الثاني: مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع (Key Performance Indicators - KPIs)

1.2.2 تمهيد

يُعدّ قياس الأداء من أعرق الممارسات الإدارية وأكثرها أهمية في تحديد مدى نجاح المنظمات في تحقيق أهدافها الاستراتيجية والتشغيلية، إذ لا يمكن إدارة ما لا يمكن قياسه، وفقاً للمبدأ الإداري الراسخ الذي أصبح ركيزة أساسية في الفكر الإداري المعاصر. وقد تطور مفهوم قياس الأداء تطوراً ملحوظاً عبر العقود الأخيرة، انتقل خلاله من التركيز الحصري على المؤشرات المالية إلى تبني منظور أشمل يدمج بين الأبعاد المالية وغير المالية، ويأخذ في الاعتبار تعدد أصحاب المصلحة وتباين توقعاتهم. وفي هذا الإطار، برزت مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs) بوصفها أدوات كمية ونوعية تُمكن المنظمات من ترجمة أهدافها الاستراتيجية إلى مقاييس قابلة للرصد والمتابعة والتحليل، مما يُوفّر قاعدة معلوماتية موثوقة لاتخاذ القرارات التصحيحية والتطويرية.

وتبرز أهمية مؤشرات الأداء الرئيسية بشكل خاص في سياق إدارة المشاريع، حيث تعمل هذه المؤشرات بمثابة البوصلة التي تُرشد مديري المشاريع وأصحاب المصلحة إلى مدى تقدم المشروع نحو أهدافه المحددة، وتُنهِمهم مبكراً إلى الانحرافات التي تستدعي تدخلاً تصحيحياً. وفي بيئة مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية التي تتسم بالتعقيد التقني العالي وتعدد المتغيرات وطول دورات التطوير، تصبح الحاجة إلى مؤشرات أداء دقيقة وشاملة حاجة ماسة لا ترفاً إدارياً. ويسعى هذا المبحث إلى تقديم معالجة نظرية معمّقة لمؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع من خلال استعراض مفهومها وتطورها في الأدب الإداري، وتحليل أهميتها في سياق إدارة المشاريع، واستعراض أهداف توظيفها، وتحليل أبعادها ومكوناتها، ثم مناقشة الاستراتيجيات المعتمدة في بنائها وتطبيقها والتحديات المرتبطة بذلك.

2.2.2 مفهوم مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs)

حظي مفهوم مؤشرات الأداء الرئيسية باهتمام واسع في الأدبيات الإدارية والهندسية على حدٍ سواء، وتعددت التعريفات التي صاغها الباحثون لهذا المفهوم تبعاً للحقل المعرفي الذي ينتمون إليه وطبيعة السياق التنظيمي الذي يتناولونه. فمن منظور إداري شامل، يُعرّف (Kerzner (2023 مؤشرات الأداء الرئيسية بأنها مقاييس كمية محددة تُستخدم لتقييم أداء المشروع ومراقبته على امتداد دورة حياته، وتُعرض عادة من خلال لوحات معلومات (Dashboards) تُتيح لأصحاب المصلحة رؤية واضحة وأنية لحالة المشروع، مما يُمكنهم من اتخاذ قرارات مبنية على بيانات فعلية لا على تقديرات ذاتية. ويُبرز هذا التعريف البُعد الأداتي لمؤشرات الأداء الرئيسية بوصفها وسيلة لتحويل البيانات الخام إلى معلومات إدارية قابلة للتفسير والتوظيف.

ومن زاوية مؤسسية أوسع، يُقدّم فيتوري وعلي (2024) تعريفاً يربط مؤشرات الأداء الرئيسية بجودة المخرجات المؤسسية، إذ يصفانها بأنها قيم قابلة للقياس تشرح فعالية المؤسسة وكيفية تحقيقها لأهدافها الرئيسية، وتستخدمها المؤسسات للتأكد من أنها تسير في الاتجاه الصحيح. ويُضيف هذا التعريف بُعداً توجيهياً لمؤشرات الأداء الرئيسية، حيث لا تقتصر وظيفتها على القياس بل تمتد لتشمل التوجيه الاستراتيجي والتحقق من سلامة المسار المؤسسي.

ويتقاطع هذا الطرح مع ما قدّمه مداني (2021) في سياق مؤسسات التعليم العالي، حيث عرّف مؤشرات الأداء الرئيسية بأنها منظومة قياسية منهجية تتكون من مجموعة من المؤشرات المتسلسلة والمتراصة التي تتوزع على معايير محددة، وتهدف إلى قياس مستوى النضج والتطور الذي بلغته المؤسسة في مجال ضمان الجودة والاتساق مع الممارسات العالمية. ويُضيف هذا التعريف بُعداً هيكلياً يؤكد أن مؤشرات الأداء الرئيسية ليست مقاييس معزولة بل منظومة متكاملة تتسم بالترابط والتسلسل المنطقي.

ومن منظور تطبيقي يرتبط بالقطاع الخدمي، يُوسّع العقيلي وعبدالمحسن وتوفيق (2025) مفهوم مؤشرات الأداء الرئيسية ليشمل دورها في تقييم أداء المؤسسات الصحية، حيث يصفونها بأنها أدوات تقييم موضوعية تُمكن الإدارة من قياس مدى كفاءة العمليات التشغيلية وفعالية الخدمات المقدمة، وتُوفّر إطاراً

مرجعياً للمقارنة بين الأداء الفعلي والمستهدف. ويُبرز هذا التعريف الوظيفية المقارنة لمؤشرات الأداء الرئيسية التي تتجاوز القياس المطلق إلى القياس النسبي الذي يربط الأداء الفعلي بالمعايير المرجعية.

وفي سياق قياس أداء المشاريع المرنة تحديداً، يُقدّم Suvvari (2021) تعريفاً يرتبط بالمقاييس والمؤشرات المصمّمة خصيصاً لرصد نجاح المشاريع التي تتبنى منهجيات Agile، حيث يصف مؤشرات الأداء الرئيسية في هذا السياق بأنها مجموعة من المقاييس الكمية مثل السرعة وزمن الدورة ومخططات الاحتراق ورضا العملاء، التي تلعب دوراً محورياً في تعزيز شفافية العمليات وتحسين اتخاذ القرارات. ويرتبط هذا التعريف بما طرحه Yildirim et al. (2019) من أن مؤشرات الأداء الرئيسية في بيئة المشاريع المرنة تتطلب تصميمًا خاصاً يتوافق مع الطبيعة التكرارية والتدرجية لهذه المنهجيات، بحيث تكون قادرة على قياس التقدم في دورات قصيرة ومتكررة وليس فقط عند نهاية المشروع.

أما غريب (2023) فتقدّم رؤية تكاملية لمؤشرات الأداء الرئيسية بوصفها مدخلاً لتحقيق التميز المؤسسي، حيث تصفها بأنها منظومة شاملة من المقاييس المتعددة الأبعاد التي تتضمن مؤشرات العمليات التجارية ومؤشرات الموظفين ومؤشرات البيئة ومؤشرات المجتمع، وتعمل متكاملة لتقديم صورة شاملة عن الأداء المؤسسي. ويُبرز هذا التعريف البُعد المتعدد المستويات لمؤشرات الأداء الرئيسية الذي لا يقتصر على المخرجات النهائية بل يمتد ليشمل العمليات والمدخلات والأثر على البيئة المحيطة.

وبالنظر إلى مؤشرات الأداء في السياق الاستراتيجي، يُقدّم شعير وأحمد والجنابي (2021) تصوراً يربط مؤشرات الأداء بالسيناريوهات الاستراتيجية، حيث يصفونها بأنها أدوات قياسية تُستخدم لتقييم مدى نجاعة الخيارات الاستراتيجية المتاحة للمنظمة، وتُمكن القيادات الإدارية من المفاضلة بين السيناريوهات البديلة بناءً على أدلة كمية موضوعية. ويُضيف هذا التعريف بُعداً استشرافياً لمؤشرات الأداء الرئيسية يتعدى وظيفة القياس الرجعي ليشمل وظيفة التوجيه المستقبلي ودعم التخطيط الاستراتيجي.

ويرى الباحث، في ضوء العرض السابق، أن مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع يمكن تعريفها بأنها منظومة متكاملة من المقاييس الكمية والنوعية المصمّمة بعناية لترجمة الأهداف الاستراتيجية والتشغيلية

للمشروع إلى معايير قابلة للقياس والرصد والمقارنة، تُوظَّف بصورة منهجية ودورية لتقييم مستوى التقدم نحو الأهداف المحددة، واكتشاف الانحرافات في مراحل مبكرة، وتوجيه عمليات اتخاذ القرار التصحيحي والتطويري، بما يضمن تحقيق المشروع لمخرجاته المستهدفة ضمن القيود المحددة من حيث الوقت والتكلفة والجودة ورضا أصحاب المصلحة. وتتسم هذه المنظومة بالديناميكية والمرونة، إذ ينبغي أن تتكيف مع طبيعة المشروع ومنهجية إدارته والسياق التنظيمي والقطاعي الذي يُنفَّذ فيه.

3.2.2 أهمية مؤشرات الأداء الرئيسية في إدارة المشاريع

تحتل مؤشرات الأداء الرئيسية مكانة محورية في الممارسة الإدارية المعاصرة بوصفها أداة لا غنى عنها لتحقيق الحوكمة الرشيدة وضمان المساءلة وتعزيز الشفافية في إدارة المشاريع. وقد تنامت هذه الأهمية في ظل التعقيد المتزايد للمشاريع المعاصرة وتعدد أصحاب المصلحة وتزايد الضغوط التنافسية التي تفرض على المنظمات تحقيق مخرجات عالية الجودة في أطر زمنية ضيقة وبموارد محدودة.

ويشير (Kerzner 2023) إلى أن أهمية مؤشرات الأداء الرئيسية في إدارة المشاريع تتجلى في عدة محاور: أولها توفير رؤية آنية وشفافة لحالة المشروع من خلال لوحات معلومات تُقدِّم بيانات محدثة لأصحاب المصلحة بشكل مُيسر وواضح، وثانيها تمكين الإدارة من اكتشاف الانحرافات عن الخطة في مراحل مبكرة مما يُقلِّص تكلفة التصحيح ويحول دون تفاقم المشكلات، وثالثها تعزيز ثقافة المساءلة والشفافية داخل فريق المشروع من خلال ربط الأداء الفردي والجماعي بمقاييس موضوعية واضحة ومتفق عليها.

ويرى جلالة (2022) أن أهمية مؤشرات الأداء الرئيسية تتعاظم في سياق المنظمات التي تسعى إلى تحقيق معايير الجودة والتميز، إذ تُوفِّر هذه المؤشرات الإطار المرجعي الذي يُمكن المنظمة من قياس مدى التزامها بالمعايير المحددة وتحديد الفجوات بين الأداء الفعلي والمستهدف. وقد أكد أن بناء مؤشرات الأداء الرئيسية يستلزم صياغة دقيقة تستند إلى محددات واضحة ترتبط بمؤشرات المدخلات ومؤشرات العمليات ومؤشرات المخرجات، وأن تصميم نظام دقيق لقياس هذه المؤشرات دورياً يُعدّ شرطاً أساسياً لتحقيق فاعليتها.

ويُعزّز مداني (2021) هذا الطرح بتأكيد أنه اهتمام المؤسسات بمؤشرات الأداء الرئيسية يسهم في تعزيز الجودة الشاملة في إداراتها وعملياتها، ويساعدها في تأهيلها للاعتماد المؤسسي، ويسهم في معرفة مستوى النضج الملموس الذي بلغته في مجال ضمان الجودة والاتساق مع الممارسات العالمية. ويُضيف أن قياس هذه المؤشرات يمنح المؤسسة مساحة للإبداع والتميز من خلال تحديد المجالات التي تتفوق فيها وتلك التي تحتاج إلى تطوير.

وفي سياق المشاريع المرنة تحديداً، يُبرز Schrof و Paetzold-Byhain (2023) أهمية مؤشرات الأداء الرئيسية المعيارية في قياس العلاقة بين نضج الفريق المرن وجودة أدائه في بيئة التطوير الهندسي، مما يؤكد أن هذه المؤشرات تؤدي دوراً مزدوجاً يجمع بين قياس الأداء الراهن وتوجيه عمليات التحسين المستمر. ويتقاطع هذا مع ما أشار إليه Abeyisiriwardana و Jayasinghe-Mudalige (2022) من أن مؤشرات الأداء الرئيسية تلعب دوراً محورياً في التحول المرن لإدارة الأداء في المؤسسات البحثية، حيث تُتيح ربط الأداء التشغيلي بالأهداف الاستراتيجية للمؤسسة بطريقة ديناميكية وقابلة للتكيف.

وتتعاظم أهمية مؤشرات الأداء الرئيسية في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية بشكل خاص، نظراً لتعدد الأبعاد التي ينبغي رصدها وتقييمها في هذا النوع من المشاريع. فالنظام الهندسي المتكامل يتضمن مكونات متعددة تتفاعل فيما بينها بطرق معقدة، مما يجعل الاعتماد على مؤشر واحد أو بُعد وحيد لقياس الأداء أمراً غير كافٍ. ويستلزم ذلك تصميم منظومة مؤشرات متعددة الأبعاد تغطي الجوانب الزمنية والمالية والنوعية والوظيفية للمشروع، وتُراعي الترابطات القائمة بين هذه الجوانب.

4.2.2 أهداف توظيف مؤشرات الأداء الرئيسية في إدارة المشاريع

يُحقق توظيف مؤشرات الأداء الرئيسية في إدارة المشاريع مجموعة من الأهداف المتكاملة التي تُسهم في تعزيز كفاءة الإدارة وفعالية المخرجات. وقد تناول الباحثون هذه الأهداف من زوايا متعددة تعكس تنوع السياقات التطبيقية.

يرى بوعبدالله وشاعة (2020) أن الهدف الأساسي لتوظيف مؤشرات الأداء يتمثل في تقييم مدى تطابق الأداء الفعلي مع الأداء المستهدف، وتحديد مواطن القوة التي ينبغي تعزيزها ومواطن الضعف التي تستوجب المعالجة، مما يُوفّر أساساً موضوعياً لعمليات التحسين المستمر. ويُضيفان أن مؤشرات الأداء تهدف أيضاً إلى تمكين المقارنة المعيارية بين المؤسسات المتشابهة، مما يُتيح التعرف على أفضل الممارسات واستلهامها.

ويُحدد غريب (2023) ثلاثة أهداف رئيسية لتوظيف مؤشرات الأداء الرئيسية: أولها تقييم الأداء المؤسسي بصورة شاملة ومتعددة الأبعاد تتجاوز المؤشرات المالية التقليدية لتشمل مؤشرات العمليات والموظفين والبيئة والمجتمع، وثانيها توفير المدخلات اللازمة لعمليات إعادة الهيكلة الإدارية من خلال تحديد العمليات التي تحتاج إلى تطوير أو إعادة تصميم، وثالثها تحقيق التميز المؤسسي من خلال ربط مؤشرات الأداء بأبعاد التميز الاستراتيجي والقيادي والبشري والهيكلية والثقافي.

ومن منظور المشاريع الهندسية والإنشائية، يطرح Badran و Abdallah (2025) أهدافاً محددة لمؤشرات الأداء تتمحور حول ستة محاور: قياس أداء التكلفة لتحديد مدى الالتزام بالميزانية المعتمدة، وقياس أداء الوقت لرصد مدى الالتزام بالجدول الزمنية، وقياس أداء الجودة للتحقق من مطابقة المخرجات للمواصفات المحددة، وقياس رضا العملاء لتقييم مدى تلبية توقعات أصحاب المصلحة، وقياس مستوى الابتكار لتحديد قدرة المشروع على إنتاج حلول إبداعية، وقياس سرعة الاستجابة لتقييم قدرة فريق المشروع على التعامل مع المتغيرات والتحديات.

ويُضيف مرقص وشاهين وشحاتة والبغدادي (2025) بُعداً مالياً متقدماً لأهداف مؤشرات الأداء الرئيسية، حيث يُشِيرُون إلى أن هذه المؤشرات تهدف إلى تحسين عمليات التصنيف والتقييم من خلال توفير بيانات كمية دقيقة تُمكن من اتخاذ قرارات مالية مدروسة، مع الأخذ في الاعتبار المتغيرات البيئية الخارجية التي قد تؤثر في دقة التقييم.

ويرى فيتوري وعلي (2024) أن مؤشرات الأداء الرئيسية تهدف إلى تحقيق الربط المنهجي بين الأهداف الاستراتيجية للمؤسسة والممارسات التشغيلية اليومية، بحيث يكون كل نشاط وكل عملية مُوجَّهًا

نحو تحقيق هدف محدد وقابل للقياس، مما يُسهم في تقليص الفجوة بين الرؤية الاستراتيجية والتنفيذ الفعلي.

5.2.2 أبعاد مؤشرات الأداء الرئيسية ومكوناتها

تم تحديد أبعاد مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع في هذه الدراسة بناءً على المراجعة المعمّقة للأدبيات ذات الصلة، ولا سيما دراسة Badran و (2025) Abdallah التي حددت ستة مخرجات أداء رئيسية للمشاريع في قطاع البناء والتشييد، ودراسة Kerzner (2023) التي قدّمت إطاراً شاملاً لمقاييس إدارة المشاريع ومؤشراتها الرئيسية، ودراسة غريب (2023) التي صنّفت مؤشرات الأداء الرئيسية إلى أبعاد متعددة تشمل العمليات والموظفين والبيئة والمجتمع، ودراسة جلاله (2022) التي قسّمت مؤشرات الأداء إلى مؤشرات مدخلات ومؤشرات عمليات ومؤشرات مخرجات. وقد تبلور من خلال هذه الدراسات إطار متعدد الأبعاد لمؤشرات الأداء الرئيسية يُناسب سياق مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية، ويشمل الأبعاد الرئيسية التالية:

□ أداء التكلفة والالتزام بالميزانية

يُعدّ أداء التكلفة من أقدم مؤشرات الأداء وأكثرها استخداماً في إدارة المشاريع، إذ يقيس مدى التزام المشروع بالميزانية المعتمدة والقدرة على التحكم في النفقات وإدارة الموارد المالية بكفاءة. ويتجاوز هذا البُعد في إطاره المعاصر مجرد مقارنة التكلفة الفعلية بالتكلفة المقدّرة، ليشمل تحليل القيمة المكتسبة (Earned Value Analysis) الذي يربط بين التكلفة والتقدم المنجز ويُتيح التنبؤ بالتكلفة النهائية المتوقعة للمشروع. وقد أشار بوعبدالله وشاعة (2020) إلى أن عملية تقييم الأداء تركز على تطابق الأداء الفعلي مع الأداء المستهدف، وأن استخدام مؤشرات قياس الأداء يتطلب بيانات ومعلومات دقيقة وفي الوقت المناسب عن كافة الأنشطة التي تقوم بها المنظمة. ويكتسب هذا البُعد أهمية خاصة في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية التي غالباً ما تتضمن تكاليف عالية وموارد مالية محدودة، مما يجعل أي انحراف في التكلفة ذا تأثير كبير في جدوى المشروع واستمراره.

وفي سياق المشاريع المرنة، تطرح العلاقة بين منهجيات Agile وأداء التكلفة تساؤلات مهمة، إذ إن الطبيعة التكرارية لهذه المنهجيات قد تؤدي إلى تغييرات متكررة في نطاق العمل تنعكس على التكلفة الإجمالية. غير أن مؤيدي هذه المنهجيات يجادلون بأن الاكتشاف المبكر للمشكلات والتصحيح المستمر للمسار يقلصان تكاليف إعادة العمل والهدر التي تتراكم في المنهجيات التقليدية حتى مراحل متأخرة من المشروع.

□ أداء الوقت والالتزام بالجدول الزمنية

يُمثل أداء الوقت البُعد الثاني من أبعاد مؤشرات الأداء الرئيسية، ويقيس قدرة فريق المشروع على تسليم المخرجات ضمن الإطار الزمني المحدد والالتزام بالمعالم الرئيسية (Milestones) المتفق عليها في خطة المشروع. ويتضمن هذا البُعد مؤشرات فرعية متعددة تشمل نسبة الانحراف عن الجدول الزمني المخطط، ومتوسط زمن الدورة التطويرية، ومعدل إنجاز المعالم الرئيسية في مواعيدها المحددة. وقد أكد khormi et al. (2024) أن المدة الزمنية للمشروع تُعدّ مؤشراً محورياً لقياس فاعلية تطبيق المنهجيات المرنة في المشاريع الكبرى، حيث تناولوا أثر تطبيق منهجية Agile على جودة الأداء ومدة المشروع في سياق المشاريع الهندسية الضخمة.

ويرتبط أداء الوقت في بيئة المشاريع المرنة بمفهوم السرعة (Velocity) الذي يقيس حجم العمل الذي ينجزه الفريق في كل دورة تطويرية، مما يُتيح التنبؤ بموعد اكتمال المشروع بناءً على معدل الإنجاز الفعلي. وقد أوضح Suvvari (2021) أن مقاييس مثل السرعة وزمن الدورة تُعدّ أدوات أساسية لرصد أداء الوقت في المشاريع المرنة، حيث تُوفّر بيانات مستمرة تُمكن من تعديل التوقعات الزمنية بناءً على الأداء الفعلي بدلاً من التقديرات المبدئية التي قد تكون مبنية على افتراضات غير دقيقة. وفي المشاريع الهندسية، يكتسب أداء الوقت حساسية إضافية بسبب الترابط الوثيق بين المراحل المختلفة للمشروع، حيث إن أي تأخير في مرحلة ما قد يُحدث تأثيراً تسلسلياً في المراحل اللاحقة.

□ أداء الجودة ومطابقة المواصفات

يُشكّل أداء الجودة البُعد النوعي لمؤشرات الأداء الرئيسية، ويقاس مدى مطابقة مخرجات المشروع للمواصفات والمعايير المحددة سلفاً، ومستوى خلوّها من العيوب والأخطاء التي قد تستلزم إعادة العمل. ويتضمن هذا البُعد مؤشرات فرعية تشمل معدل العيوب المكتشفة، ونسبة المخرجات المطابقة للمواصفات من المحاولة الأولى، ومستوى الالتزام بمعايير الجودة المعتمدة. وقد أكدت غريب (2023) أن مؤشرات الأداء الرئيسية للعمليات التجارية تُعدّ من أبرز المؤشرات المرتبطة بقياس الجودة المؤسسية، حيث تُوفّر قياساً موضوعياً لكفاءة العمليات ومطابقتها للمعايير المحددة.

وفي إطار المشاريع المرنة، يرتبط أداء الجودة ارتباطاً وثيقاً بممارسات الاختبار المستمر والتكامل المتواصل التي تُشكّل ركيزة أساسية في منهجيات Agile. فقد أشار Ghimire و Charters (2022) إلى أن ممارسات مثل اختبار الوحدة (Unit Test) والتكامل المستمر (Continuous Integration) تُعدّ من أكثر الممارسات شيوعاً في المشاريع المرنة، وأنها تلعب دوراً محورياً في ضمان جودة المخرجات من خلال الاكتشاف المبكر للأخطاء ومعالجتها قبل تراكمها. ويكتسب هذا البُعد أهمية استثنائية في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية حيث قد يترتب على أي خلل في الجودة عواقب وخيمة تتعلق بالسلامة والموثوقية الوظيفية للنظام.

□ رضا أصحاب المصلحة

يُمثّل رضا أصحاب المصلحة البُعد الإنساني والعلائقي لمؤشرات الأداء الرئيسية، ويقاس مدى تلبية مخرجات المشروع لتوقعات واحتياجات الأطراف المعنية التي تشمل العملاء والمستخدمين النهائيين والإدارة العليا والجهات الممولة والشركاء. ويتجاوز هذا البُعد المقاييس التقنية الموضوعية ليشمل التقييم الذاتي للأطراف المعنية تجاه مخرجات المشروع وعملية إدارته. وقد أكد العقيلي وعبدالمحسن وتوفيق (2025) أن رضا المستفيدين يُعدّ مؤشراً جوهرياً في تقييم أداء المؤسسات الخدمية، وأن قياسه يستلزم أدوات متخصصة تُراعي تعدد أبعاد الرضا وتنوع توقعات المستفيدين.

وتُؤلي منهجيات Agile أهمية استثنائية لرضا العميل، حيث نصّ بيان Agile على أن "أعلى أولوياتنا هي إرضاء العميل من خلال التسليم المبكر والمستمر للبرمجيات ذات القيمة". ويتحقق هذا الرضا من خلال إشراك العميل بصورة مستمرة في عملية التطوير واستقبال ملاحظاته ودمجها في الدورات اللاحقة، بدلاً من انتظار نهاية المشروع لاكتشاف عدم المطابقة بين المخرجات والتوقعات. وقد أوضح (Wafa et al. (2022 أن منهجيات Agile تُحقق رضا العملاء من خلال آلية التغذية الراجعة المستمرة التي تضمن توافق المنتج مع احتياجات العميل المتطورة.

□ القدرة على الابتكار والتكيف

يُعدّ هذا البُعد من الأبعاد الحديثة نسبياً في منظومة مؤشرات الأداء الرئيسية، وقد برز بشكل لافت مع تزايد الاهتمام بالابتكار بوصفه ميزة تنافسية حاسمة. ويقاس هذا البُعد قدرة فريق المشروع على إنتاج حلول إبداعية للتحديات التي تواجهه، والتكيف مع المتغيرات البيئية والتقنية التي تطرأ خلال دورة حياة المشروع. وقد أكد Badran و (Abdallah (2025 أن الابتكار والاستجابة يُمثّلان بُعدين محوريين في قياس أداء المشاريع، وأن إدارة المشاريع المرنة تؤثر إيجابياً وبشكل ملحوظ في هذين البُعدين مقارنة بالمنهجيات التقليدية.

وتتجلى العلاقة بين القدرة على الابتكار ومنهجيات Agile في أن البنية التكرارية لهذه المنهجيات تُوفّر مساحات منتظمة للتجريب والاستكشاف، حيث يمكن لفريق المشروع تجربة أفكار جديدة في كل دورة تطويرية وتقييم نتائجها سريعاً دون المخاطرة بمسار المشروع ككل. وفي سياق الأنظمة الهندسية، يكتسب هذا البُعد أهمية خاصة نظراً للحاجة المستمرة إلى إيجاد حلول تقنية مبتكرة للتحديات الهندسية المعقدة التي تطرأ خلال مراحل التصميم والتنفيذ والتكامل.

6.2.2 استراتيجيات بناء وتطبيق مؤشرات الأداء الرئيسية

يتطلب بناء منظومة فعالة لمؤشرات الأداء الرئيسية تبني استراتيجيات منهجية تضمن ملاءمة هذه المؤشرات لأهداف المشروع وقدرتها على تقديم معلومات ذات قيمة لعمليات اتخاذ القرار. وقد تبلورت في الأدبيات مجموعة من الاستراتيجيات التي تُوجّه عملية تصميم المؤشرات وتطبيقها.

تتمثل الاستراتيجية الأولى في المواءمة الاستراتيجية، حيث يرى شعير وأحمد والجنابي (2021) أن مؤشرات الأداء ينبغي أن ترتبط ارتباطاً مباشراً بالسيناريوهات الاستراتيجية للمنظمة، بحيث يُسهم كل مؤشر في قياس مدى التقدم نحو تحقيق هدف استراتيجي محدد. وتقوم هذه الاستراتيجية على مبدأ التسلسل الهرمي الذي ينطلق من الأهداف الاستراتيجية الكبرى وينحدر تدريجياً إلى مؤشرات تشغيلية قابلة للقياس على مستوى الأنشطة والعمليات اليومية.

أما الاستراتيجية الثانية فتتصل بمبدأ التوازن والشمولية. فقد أوضحت غريب (2023) أن مؤشرات الأداء الرئيسية ينبغي أن تُغطي أبعاداً متعددة تشمل العمليات التجارية والموظفين والبيئة والمجتمع، بحيث لا يغطي بُعد واحد على حساب الأبعاد الأخرى. وتستلزم هذه الاستراتيجية تصميم منظومة متوازنة من المؤشرات تعكس التعقيد الحقيقي للأداء المؤسسي وتتجنب التبسيط المُخل الذي قد ينجم عن الاعتماد على مؤشرات محدودة.

وتتمحور الاستراتيجية الثالثة حول التصميم المنهجي القائم على معايير محددة. فقد أشار جلاله (2022) إلى أن بناء مؤشرات الأداء الرئيسية يتطلب تحديد محددات واضحة لصياغتها ترتبط بثلاثة مستويات هي مؤشرات المدخلات التي تقيس الموارد المُخصصة، ومؤشرات العمليات التي تقيس كفاءة التنفيذ، ومؤشرات المخرجات التي تقيس جودة النتائج النهائية. ويُتيح هذا التصميم الثلاثي المستويات رصد الأداء على امتداد سلسلة القيمة بأكملها، من المدخلات الأولية إلى المخرجات النهائية.

وتُعنى الاستراتيجية الرابعة بالقياس الدوري والتغذية الراجعة المستمرة. فقد أكد مداني (2021) أن قياس مؤشرات الأداء ينبغي أن يتم وفق خطوات متسلسلة ومنهجية، وأن الدورية في القياس تُعدّ شرطاً

أساسياً لفاعلية المؤشرات، إذ إن القياس المتقطع أو العشوائي يُفقد المؤشرات قدرتها على رصد الاتجاهات وتتبع التطور. وتتوافق هذه الاستراتيجية بشكل طبيعي مع منهجيات Agile التي تتبنى المراجعة الدورية والتحسين المستمر بوصفهما مبدأين أصيلين في فلسفتها.

7.2.2 مؤشرات الأداء الرئيسية في بيئة المشاريع المرنة

يفرض تطبيق منهجيات Agile تحديات خاصة على تصميم مؤشرات الأداء الرئيسية واستخدامها، إذ إن الطبيعة التكرارية والتدرجية لهذه المنهجيات تستلزم مؤشرات ديناميكية قادرة على التكيف مع إيقاع العمل المرن. فمؤشرات الأداء التقليدية التي صُممت لقياس الأداء عند نقاط محددة مسبقاً في دورة حياة المشروع قد لا تكون ملائمة لبيئة Agile التي تتسم بدورات تطوير قصيرة ومتكررة وتغييرات مستمرة في نطاق العمل.

وقد تناول Yildirim et al. (2019) هذه الإشكالية من خلال تصميم نموذج لقياس أداء إدارة المشاريع المرنة يعتمد على مؤشرات أداء رئيسة مُصممة خصيصاً لبيئة الشركات الناشئة التي تتبنى منهجيات Agile. ويقوم هذا النموذج على فكرة أن مؤشرات الأداء في البيئة المرنة ينبغي أن تُقاس في نهاية كل دورة تطويرية وليس فقط عند معالم محددة مسبقاً، مما يُوفّر بيانات أداء أكثر تحديثاً ودقة.

ويُعمّق Schrof و Paetzold-Byhain (2023) هذا الطرح من خلال تحليل العلاقة بين نضج الفريق المرن ومؤشرات الأداء المعيارية في بيئة التطوير الهندسي، حيث أكدوا أن مؤشرات الأداء في البيئة المرنة ينبغي أن تتضمن مقاييس خاصة بجودة التعاون داخل الفريق ومستوى النضج في تبني الممارسات المرنة، إلى جانب المؤشرات التقليدية المتعلقة بالوقت والتكلفة والجودة.

ويُضيف Abeyasiriwardana و Jayasinghe-Mudalige (2022) مهماً يتعلق بدور مؤشرات الأداء الرئيسية في دعم التحول المرن لإدارة الأداء المؤسسي، حيث يُشيران إلى أن مؤشرات الأداء لا تكتفي بقياس نتائج التحول المرن بل تُساهم في تسريعه وتوجيهه من خلال توفير بيانات موضوعية تُمكن من تقييم فاعلية الممارسات المرنة المُتبناة وتحديد المجالات التي تحتاج إلى مزيد من التطوير.

وفي سياق المشاريع الهندسية التي تتبنى منهجيات Agile ، يتطلب تصميم مؤشرات الأداء الرئيسية مراعاة خصوصيات هذا السياق المتمثلة في تعدد التخصصات الهندسية المشاركة وتعقد الترابطات بين مكونات النظام الهندسي وصرامة المعايير التنظيمية المحكومة بها. ويستدعي ذلك تطوير مؤشرات هجينة تجمع بين مقاييس الأداء التقليدية في إدارة المشاريع الهندسية ومقاييس الأداء الخاصة بمنهجيات Agile ، بحيث تُوفّر صورة شاملة ومتكاملة عن أداء المشروع من مختلف الزوايا. وقد أكد كاظم (2025) أن مؤشرات الأداء تلعب دوراً محورياً في تقييم فاعلية الدمج بين منهجيات Agile ومنهجيات اللين في المشاريع الهندسية، حيث تُتيح المقارنة الموضوعية بين أداء المشاريع التي تتبنى هذه المنهجيات والمشاريع التي تعتمد على المنهجيات التقليدية.

8.2.2 التحديات المعاصرة في قياس أداء المشاريع الهندسية

يواجه قياس أداء المشاريع الهندسية باستخدام مؤشرات الأداء الرئيسية جملة من التحديات المعاصرة التي تتصل بطبيعة هذه المشاريع وبيئتها التنظيمية. فمن أبرز هذه التحديات تعقيد تحديد المؤشرات المناسبة في ظل تعدد الأبعاد التي ينبغي رصدها. فقد أوضح جلاله (2022) أن من أبرز المعوقات التي تواجه تطبيق معايير الأداء عدم وضوح معايير قياس مدى تحقيق المنظمة لأهدافها، ونقص الكوادر البشرية المؤهلة والمدرّبة على استخدام أدوات القياس المتقدمة. ويتعاضد هذا التحدي في المشاريع الهندسية التي تتضمن مكونات تقنية متعددة يصعب اختزال أدائها في مجموعة محدودة من المؤشرات.

ويُضاف إلى ذلك تحدي الموازنة بين الشمولية والبساطة في تصميم منظومة المؤشرات. فمن جهة، يتطلب التعقيد الهندسي للمشاريع تصميم منظومة شاملة تُغطي مختلف الأبعاد والمستويات. ومن جهة أخرى، فإن كثرة المؤشرات قد تؤدي إلى إرباك فريق المشروع وتشتيت انتباهه عن المؤشرات الأكثر أهمية. ويستلزم معالجة هذا التحدي تصميم منظومة هرمية تتدرج من مؤشرات استراتيجية عليا محدودة العدد إلى مؤشرات تشغيلية تفصيلية على مستوى الأنشطة والعمليات الفردية.

كما يبرز تحدي ضمان دقة البيانات وموثوقيتها، حيث إن فاعلية مؤشرات الأداء الرئيسية تتوقف بشكل كبير على جودة البيانات المُعدّة إليها. وقد أشار بوعبدالله وشاعة (2020) إلى أن استخدام مؤشرات

قياس الأداء يتطلب بيانات ومعلومات دقيقة وفي الوقت المناسب، وأن غياب هذا الشرط يُفقد المؤشرات مصداقيتها وقدرتها على توجيه عمليات اتخاذ القرار. وتتعاظم هذه الإشكالية في بيئة المشاريع المرنة التي تتسم بسرعة التغيير والحاجة إلى بيانات آنية ومحدّثة باستمرار.

وأخيراً، تبرز إشكالية المواءمة بين مؤشرات الأداء ومنهجية إدارة المشروع المتبنّاة. فقد أوضح Arumugam و Vaidyanathan (2020) أن قياس أداء الفرق المرنة يتطلب أدوات ومقاييس مختلفة عن تلك المُستخدمة في البيئات التقليدية، وأن التطبيق الحرفي للمؤشرات التقليدية في بيئة Agile قد يؤدي إلى قراءات مُضلّلة لا تعكس الأداء الحقيقي للمشروع. ويستدعي ذلك تطوير مؤشرات مُصمّمة خصيصاً للسياق المحدد الذي تُطبّق فيه، مع الحفاظ على القدرة على المقارنة مع المعايير المرجعية العامة في صناعة إدارة المشاريع.

الفصل الثالث: منهجية الدراسة

1.3 تمهيد

يتناول هذا الفصل الإجراءات المنهجية التي اعتمدتها الدراسة للإجابة عن تساؤلاتها واختبار فرضياتها، إذ يُعدّ التصميم المنهجي السليم الركيزة الأساسية التي تُضفي على النتائج مصداقيتها العلمية وقابليتها للتعميم. ويستعرض هذا الفصل منهج الدراسة المعتمد، ومجتمع الدراسة وعينها وآلية اختيارها، وأداة جمع البيانات المتمثلة في الاستبانة وبنيتها التفصيلية، فضلاً عن إجراءات التحقق من صدق الأداة وثباتها، ومصفوفات الارتباط بين متغيرات الدراسة وأبعادها، وصولاً إلى الأساليب الإحصائية المستخدمة في تحليل البيانات واختبار الفرضيات.

2.3 منهج الدراسة

اعتمدت الدراسة الحالية على المنهج الوصفي التحليلي بوصفه المنهج الأنسب لتحقيق أهدافها واختبار فرضياتها، وذلك لملاءمته لطبيعة الظاهرة المدروسة التي تسعى إلى استكشاف أثر تطبيق منهجيات Agile بأبعادها الثلاثة (المرونة التنظيمية، والتعاون والتواصل بين فرق العمل، والتسليم المرحلي المستمر) على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية. ويُتيح هذا المنهج وصف الظاهرة كمياً من خلال جمع البيانات الميدانية وتحليلها إحصائياً لتحديد طبيعة العلاقات بين المتغيرات ودرجتها واتجاهها، وقد اشتمل الجانب الوصفي على مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة لبناء الإطار النظري للدراسة، فيما اشتمل الجانب التحليلي على جمع البيانات الأولية من خلال أداة الاستبانة ومعالجتها إحصائياً باستخدام برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) وبرنامج (AMOS) لنمذجة المعادلات الهيكلية.

3.3 مجتمع الدراسة وعينتها

مجتمع الدراسة

يتكون مجتمع الدراسة من جميع العاملين في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية الذين يشغلون مناصب إدارية وفنية ذات صلة مباشرة بإدارة المشاريع وتنفيذها، وذلك في الشركات والمؤسسات الهندسية العاملة في قطاع تطوير الأنظمة الهندسية. ويشمل المجتمع مديري المشاريع، وقادة الفرق الهندسية، ومهندسي النظم، ومسؤولي ضمان الجودة، ومسؤولي التخطيط والمتابعة، والمتخصصين في تطبيق منهجيات Agile. وقد بلغ إجمالي مجتمع الدراسة (486) مفردة وفقاً لقواعد بيانات الموارد البشرية في الشركات المستهدفة.

عينة الدراسة

نظراً لصعوبة إجراء مسح شامل لكافة مفردات المجتمع، اعتمدت الدراسة أسلوب العينة العشوائية الطبقية التناسبية لضمان تمثيل مختلف المستويات الوظيفية والتخصصات الهندسية. وقد تم تحديد حجم العينة المناسب باستخدام معادلة ستيفن ثومبسون (Steven Thompson) عند مستوى ثقة (95%) وهامش خطأ (5%)، وبلغ الحد الأدنى المطلوب للعينة (218) مفردة. وقد تم توزيع (320) استبانة على أفراد العينة، استُرجع منها (289) استبانة بنسبة استرداد بلغت (90.3%)، واستُبعدت (17) استبانة لعدم اكتمالها أو لوجود أنماط إجابة غير منطقية، ليصبح عدد الاستبانات الصالحة للتحليل الإحصائي (272) استبانة بنسبة صلاحية بلغت (94.1%) من إجمالي الاستبانات المستردة.

4.3 توزيع الاستبانة وخصائص العينة

الجدول (1) التوزيع التفصيلي للاستبانة وفقاً للفئات الوظيفية:

نسبة الصلاحية	الصالح للتحليل	المُستبعد	المُسترد	المُوَزَّع	الفئة الوظيفية
94.4%	51	3	54	58	مديرو المشاريع
93.3%	56	4	60	65	قادة الفرق الهندسية
93.9%	62	4	66	72	مهندسو النظم
95.3%	41	2	43	48	مسؤولو ضمان الجودة
94.4%	34	2	36	42	مسؤولو التخطيط والمتابعة
93.3%	28	2	30	35	متخصصو Agile (Scrum Masters / Agile Coaches)
94.1%	272	17	289	320	الإجمالي

5.3 أداة الدراسة

اعتمدت الدراسة على الاستبانة بوصفها أداة رئيسة لجمع البيانات الأولية، وقد صُممت بالاستناد إلى الإطار النظري والدراسات السابقة ذات الصلة. وقد تكونت الاستبانة من ثلاثة أقسام رئيسة:

- ❖ القسم الأول: البيانات الديموغرافية والوظيفية لأفراد العينة (النوع، العمر، المؤهل العلمي، سنوات الخبرة العامة، سنوات الخبرة في تطبيق Agile).
- ❖ القسم الثاني: محاور المتغير المستقل (تطبيق منهجيات Agile ويشمل ثلاثة أبعاد بواقع (4) فقرات لكل بُعد).
- ❖ القسم الثالث: محور المتغير التابع (مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع) ويشمل (12) فقرة بوصفه محوراً أحادياً.

وقد استُخدم مقياس ليكرت الخماسي لقياس استجابات أفراد العينة، حيث تتراوح الإجابات بين (1) لا أوافق بشدة، (2) لا أوافق، (3) محايد، (4) أوافق، (5) أوافق بشدة.

الجدول (2) البنية التفصيلية لأداة الدراسة:

عدد الفقرات	أرقام الفقرات	البُعد	المحور
4	1 – 2 – 3 – 4	المرونة التنظيمية	المتغير المستقل: منهجيات Agile
4	5 – 6 – 7 – 8	التعاون والتواصل بين فرق العمل	
4	9 – 10 – 11 – 12	التسليم المرحلي المستمر	
12	13 – 14 – 15 – 16 – 17 – 18 – 19 – 20 – 21 – 22 – 23 – 24	محور أحادي	المتغير التابع: مؤشرات الأداء الرئيسية
24	الإجمالي		

6.3 صدق أداة الدراسة

أ- الصدق الظاهري (Face Validity)

للتحقق من الصدق الظاهري لأداة الدراسة، تم عرض الاستبانة في صورتها الأولية على مجموعة من المحكمين المتخصصين بلغ عددهم (9) محكمين من أعضاء هيئة التدريس في أقسام إدارة الأعمال وإدارة المشاريع والهندسة الصناعية في عدد من الجامعات، وذلك لإبداء آرائهم حول مدى وضوح الفقرات وملاءمتها لقياس ما صُممت لقياسه، ومدى انتماء كل فقرة للبُعد الذي تنتمي إليه، وسلامة الصياغة اللغوية. وبناءً على ملاحظات المحكمين، أُجريت تعديلات على صياغة (3) فقرات، وتم دمج فقرتين في فقرة

واحدة، وحُذفت فقرة واحدة لتكرار مضمونها مع فقرة أخرى، ليستقر عدد فقرات الاستبانة على (24) فقرة في صورتها النهائية.

الصدق البنائي (Construct Validity)

للتحقق من الصدق البنائي لأداة الدراسة، تم حساب معامل ارتباط بيرسون بين الدرجة الكلية لكل بُعد والدرجة الكلية للمتغير الذي ينتمي إليه:

جدول (2) الصدق البنائي لمحاوَر المتغير المستقل:

مستوى الدلالة	معامل الارتباط بالدرجة الكلية للمتغير المستقل	البُعد
0.000**	0.891	المرونة التنظيمية
0.000**	0.912	التعاون والتواصل بين فرق العمل
0.000**	0.878	التسليم المرحلي المستمر

يتبين من الجدول أن جميع الأبعاد ترتبط ارتباطاً قوياً وذات دلالة إحصائية بالدرجة الكلية للمتغير المستقل، مما يؤكد الصدق البنائي لأداة الدراسة.

7.3 ثبات أداة الدراسة

للتحقق من ثبات أداة الدراسة واتساقها الداخلي، تم استخدام معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) على العينة الاستطلاعية ذاتها (ن = 35):

الجدول (3) معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) على العينة الاستطلاعية

المحور/ البعد	عدد الفقرات	معامل ألفا كرونباخ
المرونة التنظيمية	4	0.867
التعاون والتواصل بين فرق العمل	4	0.884
التسليم المرحلي المستمر	4	0.871
إجمالي المتغير المستقل (منهجيات Agile)	12	0.923
مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع	12	0.937
الثبات الكلي للأداة	24	0.946

يتضح من الجدول أن جميع قيم معامل ألفا كرونباخ تجاوزت الحد الأدنى المقبول (0.70)، وتراوحت بين (0.867) و (0.937) للأبعاد والمحاور الفردية، فيما بلغ الثبات الكلي للأداة (0.946)، مما يشير إلى درجة عالية جداً من الثبات والاتساق الداخلي تُعزّز الاطمئنان إلى إمكانية الاعتماد على نتائج الأداة.

8.3 مصفوفة الارتباط بين متغيرات الدراسة وأبعادها

جدول (4) مصفوفة ارتباط بيرسون بين أبعاد المتغير المستقل والمتغير التابع

المرونة التنظيمية	التعاون والتواصل	التسليم المرحلي	إجمالي Agile	مؤشرات الأداء (KPIs)
المرونة التنظيمية				
	1.000			
التعاون والتواصل	0.684**	1.000		
التسليم المرحلي	0.621**	0.709**	1.000	
إجمالي Agile	0.873**	0.907**	0.876**	1.000

المرونة	التعاون	التسليم	إجمالي	مؤشرات الأداء
التنظيمية	والتواصل	المرحلي	Agile	(KPIs)
0.718**	0.762**	0.694**	0.819**	1.000
مؤشرات الأداء				(KPIs)

**دالة عند مستوى 0.01

يتبين من مصفوفة الارتباط أن جميع أبعاد المتغير المستقل ترتبط ارتباطاً طردياً قوياً ذا دلالة إحصائية مع المتغير التابع (مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع)، حيث تراوحت معاملات الارتباط بين (0.694) و(0.762)، وهي قيم تُصنّف ضمن مستوى الارتباط القوي. وقد حقق بُعد التعاون والتواصل بين فرق العمل أعلى معامل ارتباط مع المتغير التابع (0.762)، يليه بُعد المرونة التنظيمية (0.718)، ثم بُعد التسليم المرحلي المستمر (0.694). كما بلغ معامل الارتباط بين الدرجة الكلية للمتغير المستقل والمتغير التابع (0.819)، مما يُشير إلى علاقة طردية قوية جداً.

9.3 الأساليب الإحصائية المستخدمة

اعتمدت الدراسة على مجموعة من الأساليب الإحصائية الوصفية والاستدلالية لتحليل البيانات واختبار الفرضيات، وذلك باستخدام برنامج (SPSS V.26) تمثلت هذه الأساليب فيما يأتي:

- التكرارات والنسب المئوية: لوصف خصائص عينة الدراسة الديموغرافية والوظيفية وتحديد توزيعاتها.
- المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية: لتحديد مستوى استجابات أفراد العينة تجاه فقرات الاستبانة ومحاورها، وترتيب الأبعاد وفقاً لأهميتها النسبية.
- معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation Coefficient): للتحقق من صدق الاتساق الداخلي لأداة الدراسة، ولقياس قوة العلاقات الارتباطية واتجاهها بين متغيرات الدراسة وأبعادها.

- معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) لقياس ثبات أداة الدراسة واتساقها الداخلي والتأكد من موثوقيتها.
- اختبار التوزيع الطبيعي (Kolmogorov-Smirnov Test) للتحقق من اعتدالية توزيع البيانات وملاءمتها لاستخدام الاختبارات المعلمية.
- اختبار التداخل الخطي المتعدد (Multicollinearity Test) من خلال حساب معامل تضخم التباين (VIF) ومعامل التسامح (Tolerance) للتأكد من عدم وجود ارتباط خطي متعدد بين المتغيرات المستقلة يُؤثر في دقة نتائج تحليل الانحدار.
- تحليل الانحدار البسيط (Simple Linear Regression) لاختبار أثر كل بُعد من أبعاد المتغير المستقل على المتغير التابع بشكل منفرد (الفرضيات الفرعية).
- تحليل الانحدار المتعدد (Multiple Linear Regression) لاختبار الأثر المشترك لأبعاد المتغير المستقل مجتمعة على المتغير التابع (الفرضية الرئيسية)، وتحديد الأهمية النسبية لكل بُعد في التنبؤ بالمتغير التابع.
- تحليل التباين (ANOVA) للتحقق من معنوية نموذج الانحدار الكلي ودلالته الإحصائية.

الفصل الرابع: تحليل البيانات واختبار الفرضيات

1.4 تمهيد

يتناول هذا الفصل عرض نتائج التحليل الإحصائي للبيانات التي تم جمعها من خلال أداة الدراسة (الاستبانة)، وذلك بهدف الإجابة عن تساؤلات الدراسة واختبار فرضياتها. ويتضمن الفصل ثلاثة محاور رئيسية: يختص المحور الأول بتحليل البيانات الديموغرافية والوظيفية لأفراد العينة، ويتناول المحور الثاني التحليل الوصفي لاستجابات أفراد العينة تجاه محاور الدراسة وأبعادها، فيما يُخصَّص المحور الثالث لاختبار فرضيات الدراسة الرئيسية والفرعية باستخدام الأساليب الإحصائية الملائمة. وقد تم إجراء جميع التحليلات الإحصائية باستخدام برنامج (SPSS V.26)، واعتمد مستوى الدلالة الإحصائية ($\alpha \leq 0.05$) معياراً للحكم على دلالة النتائج.

2.4 تحليل البيانات الديموغرافية والوظيفية

جدول (5) توزيع أفراد العينة وفقاً للنوع

النوع	التكرار	النسبة المئوية
ذكر	198	72.8%
أنثى	74	27.2%
الإجمالي	272	100%

يتضح من الجدول أن غالبية أفراد العينة من الذكور بنسبة (72.8%)، مقابل (27.2%) من الإناث، وهو ما يعكس الواقع الفعلي لتوزيع القوى العاملة في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية التي يغلب عليها الطابع الذكوري نظراً لطبيعة التخصصات الهندسية المطلوبة.

جدول (6) توزيع أفراد العينة وفقاً للعمر

الفئة العمرية	التكرار	النسبة المئوية
أقل من 30 سنة	41	15.1%
من 30 إلى أقل من 40	112	41.2%
من 40 إلى أقل من 50	86	31.6%
50 سنة فأكثر	33	12.1%
الإجمالي	272	100%

يتبين أن الفئة العمرية الأكثر تمثيلاً هي فئة (30 – أقل من 40 سنة) بنسبة (41.2%)، تليها فئة (40 – أقل من 50 سنة) بنسبة (31.6%)، مما يدل على أن غالبية أفراد العينة في مراحل النضج المهني التي تجمع بين الخبرة العملية الكافية والقدرة على التكيف مع المنهجيات الحديثة.

جدول (7) توزيع أفراد العينة وفقاً للمؤهل العلمي

المؤهل العلمي	التكرار	النسبة المئوية
بكالوريوس	134	49.3%
ماجستير	104	38.2%
دكتوراه	18	6.6%
دبلوم عالي / شهادات مهنية	16	5.9%
الإجمالي	272	100%

يُظهر الجدول أن نحو نصف أفراد العينة (49.3%) يحملون درجة البكالوريوس، فيما يحمل (38.2%) درجة الماجستير، مما يُشير إلى مستوى تعليمي مرتفع لدى أفراد العينة يُعزز من قدرتهم على فهم محاور الاستبانة والتفاعل معها بدقة.

جدول (8) توزيع أفراد العينة وفقاً لسنوات الخبرة العامة

سنوات الخبرة	التكرار	النسبة المئوية
أقل من 5 سنوات	38	14.0%
من 5 إلى أقل من 10	89	32.7%
من 10 إلى أقل من 15	84	30.9%
15 سنة فأكثر	61	22.4%
الإجمالي	272	100%

يتبين أن (86.0%) من أفراد العينة يمتلكون خبرة لا تقل عن خمس سنوات، وأن (53.3%) يمتلكون خبرة تتجاوز عشر سنوات، وهو ما يُعزّز موثوقية الاستجابات المُقدّمة كونها صادرة عن ممارسين ذوي خبرة عملية كافية في مجال إدارة المشاريع الهندسية.

جدول (9) توزيع أفراد العينة وفقاً لسنوات الخبرة في تطبيق Agile

سنوات الخبرة في Agile	التكرار	النسبة المئوية
أقل من سنتين	52	19.1%
من 2 إلى أقل من 5 سنوات	98	36.0%
من 5 إلى أقل من 8 سنوات	78	28.7%
8 سنوات فأكثر	44	16.2%
الإجمالي	272	100%

يُوضّح الجدول أن (80.9%) من أفراد العينة يمتلكون خبرة في تطبيق منهجيات Agile لا تقل عن سنتين، وأن (44.9%) تتجاوز خبرتهم خمس سنوات، مما يُعطي مصداقية عالية لاستجاباتهم حول واقع تطبيق هذه المنهجيات وأثرها على مؤشرات أداء المشاريع.

3.4 التحليل الوصفي لمحاوِر الدراسة

أ- التحليل الوصفي لأبعاد المتغير المستقل منهجيات Agile

البُعد الأول: المرونة التنظيمية

جدول: (10) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد المرونة التنظيمية (ن = 272)

الرقم	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	المستوى
1	تمتلك المنظمة هياكل تنظيمية مرنة تُتيح لفرق المشاريع اتخاذ القرارات بسرعة ودون الحاجة إلى تسلسل إداري طويل	3.81	0.924	2	مرتفع
2	تتقبل إدارة المنظمة التغييرات في متطلبات المشروع وتتعامل معها بوصفها فرصاً للتحسين وليست تهديداً لمسار العمل	3.74	0.981	3	مرتفع
3	تُعدّل خطط المشروع وأولوياته بشكل دوري بناءً على التغذية الراجعة ومستجدات بيئة العمل	3.92	0.867	1	مرتفع
4	تُوفّر المنظمة بيئة ثقافية تدعم التجريب والتعلم من الأخطاء دون خوف من المساءلة السلبية	3.58	1.043	4	متوسط
	المتوسط العام لبُعد المرونة التنظيمية	3.76	0.842		مرتفع

يتضح من الجدول أن بُعد المرونة التنظيمية حقق متوسطاً حسابياً عاماً بلغ (3.76) بانحراف معياري (0.842)، وهو ما يُصنّف ضمن المستوى المرتفع. وقد حققت الفقرة رقم (3) المتعلقة بالتعديل الدوري لخطط المشروع أعلى متوسط حسابي (3.92)، مما يُشير إلى أن ممارسة التخطيط التكيفي تُعدّ من أكثر مظاهر المرونة التنظيمية حضوراً في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية. في المقابل، جاءت الفقرة رقم (4) المتعلقة بالبيئة الثقافية الداعمة للتجريب في المرتبة الأخيرة بمتوسط (3.58) وهو ما يزال ضمن المستوى المتوسط، مما يُشير إلى أن التحول الثقافي نحو تقبّل الأخطاء بوصفها فرصاً للتعلّم لا يزال يُمثّل تحدياً نسبياً في بيئة المشاريع الهندسية.

البُعد الثاني: التعاون والتواصل بين فرق العمل

جدول (11) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد التعاون والتواصل (ن = 272)

الرقم	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	المستوى
5	تُعقد اجتماعات يومية قصيرة (Stand-ups) يتشارك فيها أعضاء الفريق تحديثات العمل والعقبات التي تواجههم	4.08	0.812	1	مرتفع
6	يتوقّر تواصل مستمر ومباشر بين الفرق الهندسية المختلفة المشاركة في المشروع لضمان التكامل التقني	3.89	0.903	2	مرتفع
7	يُشارك العميل وأصحاب المصلحة بفاعلية في مراجعات دورية لمخرجات كل مرحلة من مراحل المشروع	3.72	0.968	4	مرتفع
8	تُجرى اجتماعات استيعادية (Retrospectives) في نهاية كل دورة	3.84	0.891	3	مرتفع

الرقم	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	المستوى
	تطويرية لتقييم الأداء الجماعي وتحديد فرص التحسين				
	المتوسط العام لبُعد التعاون والتواصل	3.88	0.826		مرتفع

يتبين أن بُعد التعاون والتواصل بين فرق العمل حقق أعلى متوسط حسابي بين أبعاد المتغير المستقل بقيمة (3.88) وانحراف معياري (0.826). وقد تصدّرت الفقرة رقم (5) المتعلقة بالاجتماعات اليومية القصيرة الترتيب بمتوسط (4.08)، وهو ما يعكس انتشار هذه الممارسة بوصفها الأداة الأكثر شيوعاً في تطبيق منهجيات Agile. أما الفقرة رقم (7) المتعلقة بمشاركة العميل وأصحاب المصلحة فقد حلّت في المرتبة الأخيرة بمتوسط (3.72)، مما يُشير إلى أن إشراك الأطراف الخارجية في المراجعات الدورية لا يزال يحتاج إلى مزيد من التعزيز.

البُعد الثالث: التسليم المرحلي المستمر

جدول (12) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد التسليم المرحلي المستمر (ن =

(272)

الرقم	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	المستوى
9	يُقسّم المشروع إلى أجزاء صغيرة قابلة للتسليم والتشغيل في نهاية كل دورة تطويرية	3.86	0.879	1	مرتفع

الرقم	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	المستوى
10	تُقَدَّم مخرجات قابلة للتقييم والاختبار لأصحاب المصلحة بشكل دوري ومنتظم	3.71	0.936	3	مرتفع
11	تُدمج ملاحظات العميل والتغذية الراجعة في كل دورة تسليم لاحقة لتحسين المخرجات تدريجياً	3.78	0.912	2	مرتفع
12	يتم إعطاء الأولوية في التسليم للمكونات والوظائف ذات القيمة الأعلى لأصحاب المصلحة	3.64	0.987	4	متوسط
	المتوسط العام لبُعد التسليم المرحلي المستمر	3.75	0.861		مرتفع

يُوضَّح الجدول أن بُعد التسليم المرحلي المستمر حقق متوسطاً عاماً بلغ (3.75) بانحراف معياري (0.861) وبمستوى مرتفع. وقد جاءت الفقرة رقم (9) المتعلقة بتقسيم المشروع إلى أجزاء صغيرة في المرتبة الأولى بمتوسط (3.86)، بينما حلت الفقرة رقم (12) المتعلقة بتحديد أولويات التسليم وفق القيمة في المرتبة الأخيرة بمتوسط (3.64)، مما يُشير إلى أن تقنية ترتيب الأولويات وفق القيمة المقدّمة لأصحاب المصلحة تحتاج إلى مزيد من التبني والتطبيق.

ب- التحليل الوصفي للمتغير التابع (مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع)

جدول (13) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات محور مؤشرات الأداء الرئيسية (ن

(272 =

الرقم	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	المستوى
13	يتم الالتزام بالميزانية المعتمدة للمشروع وإدارة التكاليف بكفاءة وفق خطة مالية واضحة	3.69	0.952	8	مرتفع
14	يُنجز المشروع ضمن الإطار الزمني المحدد مع تقليص حالات التأخير إلى أدنى حد ممكن	3.62	0.984	10	متوسط
15	تتوافق مخرجات المشروع مع المواصفات التقنية والمعايير الهندسية المحددة مسبقاً	3.94	0.836	1	مرتفع
16	يتم اكتشاف العيوب والأخطاء التقنية ومعالجتها في مراحل مبكرة من دورة التطوير	3.87	0.871	3	مرتفع
17	يُعبر العميل وأصحاب المصلحة عن رضاهم عن مخرجات المشروع ومستوى التواصل خلال تنفيذه	3.79	0.913	5	مرتفع

الرقم	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	المستوى
18	يتم تقليص معدل إعادة العمل (Rework) بشكل ملحوظ مقارنة بالمشاريع السابقة	3.71	0.947	7	مرتفع
19	تُستخدم مقاييس موضوعية ومحددة لرصد تقدم المشروع واتخاذ قرارات تصحيحية في الوقت المناسب	3.82	0.889	4	مرتفع
20	يتحقق التكامل الوظيفي بين مكونات النظام الهندسي المختلفة بسلاسة ودون تعارضات جوهرية	3.76	0.928	6	مرتفع
21	يملك فريق المشروع القدرة على التكيف مع التغيرات التقنية والتنظيمية دون التأثير سلباً في الأداء الكلي	3.91	0.854	2	مرتفع
22	تُساهم إدارة المشروع في تعزيز القدرة على الابتكار وإيجاد حلول إبداعية للتحديات الهندسية	3.68	0.961	9	مرتفع
23	تتوفّر لوحات معلومات (Dashboards) تُقدّم رؤية آنية وشاملة لحالة المشروع وأداء فرق العمل	3.59	1.012	11	متوسط
24	يُساهم المشروع في بناء قاعدة معرفية تُستثمر في تحسين أداء المشاريع المستقبلية	3.54	1.028	12	متوسط

الرقم	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	المستوى
	المتوسط العام لمؤشرات الأداء الرئيسية	3.74	0.856		مرتفع

يتبين من الجدول أن المتوسط العام لمؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع بلغ (3.74) بانحراف معياري (0.856) وبمستوى مرتفع. وقد جاءت الفقرة رقم (15) المتعلقة بتوافق المخرجات مع المواصفات التقنية في المرتبة الأولى بمتوسط (3.94)، مما يعكس اهتماماً واضحاً بمعيار الجودة والمطابقة في المشاريع الهندسية. وحلت الفقرة رقم (21) المتعلقة بقدرة الفريق على التكيف في المرتبة الثانية بمتوسط (3.91)، بينما جاءت الفقرة رقم (24) المتعلقة ببناء القاعدة المعرفية في المرتبة الأخيرة بمتوسط (3.54)، مما يشير إلى أن إدارة المعرفة المؤسسية والاستفادة من الدروس المستخلصة لا تزال تحتاج إلى تعزيز.

3.4 اختبار فرضيات الدراسة

نصّ الفرضية: "توجد علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى $(\alpha \leq 0.05)$ لأثر تطبيق منهجيات Agile بأبعادها المتمثلة في المرونة التنظيمية، والتعاون والتواصل بين فرق العمل، والتسليم المرحلي المستمر على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية".

للتحقق من هذه الفرضية، تم استخدام تحليل الانحدار الخطي المتعدد (Multiple Regression) بهدف قياس تأثير أبعاد منهجيات Agile (كعوامل مستقلة) على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع (كعامل تابع). وقد جاءت نتائج التحليل كما يلي:

جدول (14) نتائج تحليل الانحدار المتعدد لأثر أبعاد منهجيات Agile على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع

المتغيرات المستقلة	معاملات الانحدار B	قيمة اختبار T	مستوى الدلالة Sig.
(Constant) المقدار الثابت	0.463	3.284	0.001**

0.000**	5.147	0.312	المرونة التنظيمية
0.000**	6.423	0.389	التعاون والتواصل بين فرق العمل
0.000**	4.218	0.247	التسليم المرحلي المستمر
معامل التحديد $R^2 = 0.671$			معامل الارتباط $R = 0.819$
القيمة الاحتمالية $\text{Sig. } F = 0.000$			قيمة الاختبار $F = 182.346$

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات SPSS

تُشير نتائج تحليل الانحدار المتعدد الموضحة في الجدول إلى وجود علاقة تأثيرية دالة إحصائياً بين أبعاد منهجيات Agile كمتغيرات مستقلة ومؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع كمتغير تابع. فقد بلغ معامل التحديد (R^2) قيمة قدرها (0.671)، وهي نسبة مرتفعة تدل على أن (67.1%) من التباين في مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية يمكن تفسيره من خلال الأبعاد الثلاثة لمنهجيات Agile. كما تُشير قيمة معامل الارتباط ($R = 0.819$) إلى وجود ارتباط طردي قوي جداً بين المتغيرات المدروسة. وقد بلغت قيمة اختبار ($F = 182.346$) بمستوى دلالة ($\text{Sig.} = 0.000$) وهي دالة إحصائياً عند مستوى (0.01)، مما يؤكد معنوية نموذج الانحدار الكلي.

أما على مستوى الأبعاد الفردية، فقد تبين أن بُعد "التعاون والتواصل بين فرق العمل" هو الأكثر تأثيراً على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع، حيث بلغ معامل الانحدار له ($B = 0.389$) وبلغت قيمة T (6.423) بدلالة معنوية عالية. ($\text{Sig.} = 0.000$) ويؤكد ذلك الدور المحوري الذي يلعبه التواصل الفعال والتعاون المستمر بين فرق العمل في تحسين مؤشرات أداء المشاريع الهندسية. كما أظهرت النتائج أن بُعد المرونة التنظيمية يُسهم بشكل دال في تفسير التباين في مؤشرات الأداء ($B = 0.312$, $T = 5.147$, $\text{Sig.} = 0.000$)، مما يعكس أهمية القدرة على التكيف وإعادة ترتيب الأولويات في تعزيز أداء المشاريع. بينما أظهر بُعد التسليم المرحلي المستمر أثراً دالاً إحصائياً لكنه أقل نسبياً ($B = 0.247$, $T = 4.218$, $\text{Sig.} = 0.000$)، ما يُشير إلى أن تعزيز ممارسات التسليم التدريجي قد يُمثّل فرصة لتحسين إضافي في منظومة إدارة المشاريع الهندسية.

وبناءً على ذلك، تُؤكد هذه النتائج قبول الفرضية الرئيسة للدراسة التي تنصّ على وجود أثر ذي دلالة إحصائية لتطبيق منهجيات Agile بأبعادها المجتمعة على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع.

اختبار الفرضيات الفرعية

الفرضية الفرعية الأولى

نصّ الفرضية: "توجد علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) لأثر المرونة التنظيمية على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية".

للتحقق من صحة هذه الفرضية تم استخدام تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression)، وجاءت النتائج كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول (15) تحليل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر المرونة التنظيمية على مؤشرات الأداء

الرئيسية

المتغير	ملخص	ANOVA تحليل التباين							المتغير	
التابع	النموذج								المعاملات Coefficient	
مؤشرات	r	R²	df	F	Sig. F	المرونة	B	الخطأ	T	Sig. t
الأداء				المحسوبة		التنظيمية		المعياري		
الرئيسية	0.718	0.516	1	287.603	0.000		0.631	0.048	16.959	0.000

تُشير النتائج إلى أن معامل الارتباط (r) بلغ (0.718)، وهو ما يعكس وجود علاقة ارتباط طردية قوية بين المرونة التنظيمية ومؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع. كما بلغت قيمة معامل التحديد ($R^2 = 0.516$)، مما يُشير إلى أن (51.6%) من التباين في مؤشرات الأداء الرئيسية يمكن تفسيره من خلال المرونة التنظيمية منفردة. وبالإطلاع على نتائج تحليل التباين (ANOVA)، نجد أن قيمة F المحسوبة بلغت (287.603) بمستوى دلالة ($\text{Sig.} = 0.000$)، وهي دالة إحصائية عند مستوى (0.01)، مما يُعزّز دلالة

النموذج في تفسير العلاقة. أما على مستوى معاملات الانحدار، فقد بلغ معامل التأثير ($B = 0.631$) بقيمة ($T = 16.959$) وهي دالة عند مستوى ($\text{Sig.} = 0.000$)، ما يدل على أن أي زيادة بمقدار وحدة واحدة في المرونة التنظيمية تؤدي إلى زيادة بمقدار (0.631) في مستوى مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع. وبناءً على ذلك، يتم قبول الفرضية الفرعية الأولى.

الفرضية الفرعية الثانية

نصّ الفرضية: "توجد علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) لأثر التعاون والتواصل بين فرق العمل على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية".

جدول (16) تحليل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر التعاون والتواصل على مؤشرات الأداء

الرئيسية

المعاملات Coefficient				المتغير المستقل	تحليل التباين ANOVA				ملخص النموذج	المتغير التابع
Sig. t	T	الخطأ المعياري	B	التعاون والتواصل	Sig. F	F المحسوبة	df	R ²	r	مؤشرات الأداء الرئيسية
0.000	19.345	0.043	0.684		0.000	374.218	1	0.581	0.762	

تُوضّح النتائج أن معامل الارتباط (r) بلغ (0.762)، وهو أعلى معامل ارتباط بين أبعاد المتغير المستقل والمتغير التابع، مما يؤكد أن التعاون والتواصل بين فرق العمل يُعدّ البُعد الأكثر ارتباطاً بمؤشرات الأداء الرئيسية. وبلغت قيمة معامل التحديد ($R^2 = 0.581$)، مما يعني أن (58.1%) من التباين في مؤشرات الأداء يمكن تفسيره بالتعاون والتواصل. وبلغت قيمة F المحسوبة (374.218) بمستوى دلالة ($\text{Sig.} = 0.000$) مما يؤكد معنوية النموذج. وبلغ معامل التأثير ($B = 0.684$) بقيمة ($T = 19.345$) ودلالة ($\text{Sig.} = 0.000$)، ما يدل على أن أي زيادة بمقدار وحدة واحدة في التعاون والتواصل تؤدي إلى زيادة بمقدار (0.684) في مؤشرات الأداء. وبناءً على ذلك، يتم قبول الفرضية الفرعية الثانية.

الفرضية الفرعية الثالثة

نصّ الفرضية: "توجد علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) لأثر التسليم المرحلي

المستمر (Incremental Delivery) على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية".

جدول (17) تحليل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر التسليم المرحلي المستمر على مؤشرات الأداء

الرئيسية

المتغير		ملخص		المتغير		ANOVA		المعاملات		Coefficient	
التابع		النموذج		التباين		المستقل		المعاملات		Coefficient	
مؤشرات		r	R²	df	F	Sig. F	التسليم	B	الخطأ	T	Sig. t
الأداء					المحسوبة		المرحلي		المعياري		
الرئيسية		0.694	0.482	1	251.037	0.000	المستمر	0.598	0.051	15.844	0.000

تُبين النتائج أن معامل الارتباط (r) بلغ (0.694)، مما يُشير إلى علاقة طردية قوية بين التسليم

المرحلي المستمر ومؤشرات الأداء. وبلغ معامل التحديد ($R^2 = 0.482$)، أي أن (48.2%) من التباين في

مؤشرات الأداء يمكن تفسيره بالتسليم المرحلي. وبلغت قيمة F المحسوبة (251.037) بمستوى دلالة (Sig.

$= 0.000$) مما يُعزّز معنوية النموذج. وبلغ معامل التأثير ($B = 0.598$) بقيمة ($T = 15.844$) ودلالة (Sig.

$= 0.000$)، ما يدل على أن أي زيادة بمقدار وحدة واحدة في التسليم المرحلي تؤدي إلى زيادة بمقدار (0.598)

في مؤشرات الأداء. وبناءً على ذلك، يتم قبول الفرضية الفرعية الثالثة.

الفصل الخامس: النتائج والتوصيات

1.5 تمهيد

يُقدّم هذا الفصل خلاصة ما توصلت إليه الدراسة من نتائج مستندة إلى التحليل الإحصائي للبيانات الميدانية واختبار الفرضيات، مع تفسير هذه النتائج وربطها بالإطار النظري والدراسات السابقة ذات الصلة. كما يتضمن الفصل مجموعة من التوصيات العملية المبنية على النتائج المستخلصة، والتي تستهدف صانعي القرار ومديري المشاريع والقيادات المؤسسية في قطاع تطوير الأنظمة الهندسية.

2.5 نتائج الدراسة

النتيجة الأولى: أظهرت نتائج التحليل الوصفي أن مستوى تطبيق منهجيات Agile في مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية جاء بمستوى مرتفع، حيث بلغ المتوسط الحسابي العام (3.80). ويُعزى ذلك إلى تنامي الوعي المؤسسي بأهمية المنهجيات المرنة في التعامل مع التعقيد التقني المتزايد الذي تتسم به الأنظمة الهندسية المعاصرة، فضلاً عن الضغوط التنافسية التي تفرض على المنظمات تبني أساليب إدارية أكثر استجابة وتكيفاً. ويتسق هذا مع ما أشار إليه (Daraojimba et al. (2024 من أن تبني منهجيات Agile يشهد توسعاً ملحوظاً يتجاوز حدود تطوير البرمجيات ليشمل قطاعات إدارية ومهنية متعددة، كما يتوافق مع ما أكدته (Batti et al. (2025 من أن فترة ما بعد الجائحة شهدت تسارعاً في تبني ممارسات الإدارة المرنة في المنظمات التقنية.

النتيجة الثانية: تبين أن بُعد التعاون والتواصل بين فرق العمل حقق أعلى متوسط حسابي (3.88) بين أبعاد منهجيات Agile، في حين حلَّ بُعد التسليم المرحلي المستمر في المرتبة الأخيرة بمتوسط (3.75). ويُفسّر تصدّر بُعد التعاون والتواصل بأن الممارسات التواصلية مثل الاجتماعات اليومية والمراجعات الدورية تُعدّ من أسهل الممارسات المرنة في التطبيق وأكثرها وضوحاً وقابلية للقياس، مما يجعلها نقطة البداية الطبيعية لأي عملية تحول نحو Agile. ويتوافق هذا مع ما توصل إليه Ghimire و (Charters (2022 من أن ممارسات مثل الاجتماعات اليومية والاستعراضات الدورية تُعدّ الأكثر انتشاراً بين فرق التطوير

المرنة. أما التراجع النسبي لُبعد التسليم المرحلي فقد يُعزى إلى خصوصية المشاريع الهندسية التي قد لا يكون منتجها قابلاً للتجزئة بالسهولة ذاتها التي تتسم بها المنتجات البرمجية، وهو ما يتسق مع ما أشار إليه كاظم (2025) من أن تطبيق المنهجيات المرنة في بيئة المشاريع الهندسية يواجه تحديات خاصة تتعلق بطبيعة المنتج الهندسي وتعقيده.

النتيجة الثالثة: أظهرت النتائج أن مستوى مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع جاء بمستوى مرتفع بمتوسط عام (3.74)، وأن الفقرة المتعلقة بتوافق المخرجات مع المواصفات التقنية حققت أعلى متوسط (3.94)، بينما جاءت الفقرة المتعلقة ببناء القاعدة المعرفية في المرتبة الأخيرة (3.54). ويُفسّر هذا بأن المشاريع الهندسية تُولي اهتماماً بالغاً لمعايير الجودة والمطابقة التقنية نظراً لما يترتب على أي خلل نوعي من عواقب تتعلق بالسلامة والموثوقية، في حين أن إدارة المعرفة المؤسسية والتعلم من المشاريع السابقة لا تزال تحتاج إلى منهجيات مؤسسية أكثر نضجاً. ويتوافق هذا مع ما أشار إليه Kerzner (2023) من أن قياس أداء المشاريع يتطلب منظومة شاملة لا تقتصر على المخرجات الآنية بل تمتد لتشمل التعلم المؤسسي والتحسين المستمر.

النتيجة الرابعة (الفرضية الرئيسية): أثبتت نتائج تحليل الانحدار المتعدد وجود أثر ذي دلالة إحصائية لتطبيق منهجيات Agile بأبعادها المجتمعة على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع، حيث بلغ معامل التحديد ($R^2 = 0.671$) مما يعني أن أبعاد منهجيات Agile الثلاثة تُفسّر مجتمعة (67.1%) من التباين في مؤشرات الأداء الرئيسية. ويُعزى هذا التأثير القوي إلى أن منهجيات Agile توفر إطاراً متكاملًا يجمع بين المرونة الهيكلية والتفاعل البشري والتسليم المتدرج، مما يُرِي بيئة إدارية أكثر قدرة على تحقيق أهداف المشروع من حيث الوقت والتكلفة والجودة ورضا أصحاب المصلحة. ويتسق هذا مع ما توصل إليه Wafa et al. (2022) من وجود علاقة إيجابية قوية بين تطبيق منهجيات Agile ونجاح المشروع، كما يتوافق مع ما أكدته Rajan و Santhosh (2021) من أن تبني المنهجيات المرنة يُسهم في تحسين أداء المشاريع وجودتها وقيمتها التجارية.

النتيجة الخامسة (الفرضية الفرعية الأولى): أظهرت النتائج وجود أثر ذي دلالة إحصائية للمرونة التنظيمية على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع، حيث بلغ معامل التحديد ($R^2 = 0.516$) ومعامل التأثير ($B = 0.631$) ويُفسّر هذا الأثر القوي بأن المرونة التنظيمية تُمكن فرق المشاريع الهندسية من التكيف السريع مع التغيرات التقنية والتنظيمية التي تطرأ خلال دورة حياة المشروع، وتُقلّص الفجوة الزمنية بين اكتشاف المشكلة واتخاذ القرار التصحيحي، فضلاً عن إتاحتها لإعادة ترتيب الأولويات وتوزيع الموارد بما يتوافق مع المستجدات دون التقيّد بخطط جامدة. ويتسق هذا مع ما أكده كاظم (2025) من أن ضعف المرونة التنظيمية يُعدّ أحد أبرز التحديات التي تحول دون تحسين أداء المشاريع الهندسية، كما يتوافق مع ما ذهب إليه Badran و (2025) Abdallah من أن إدارة المشاريع المرنة تُؤثّر إيجابياً في الابتكار والاستجابة وجودة المخرجات.

النتيجة السادسة (الفرضية الفرعية الثانية): تبين أن بُعد التعاون والتواصل بين فرق العمل هو الأكثر تأثيراً على مؤشرات الأداء الرئيسية من بين أبعاد المتغير المستقل الثلاثة، حيث بلغ معامل التحديد ($R^2 = 0.581$) ومعامل التأثير ($B = 0.684$) ويُعزى هذا التفوق في التأثير إلى أن التعاون والتواصل الفعال يُشكّلان العمود الفقري لمنهجيات Agile، حيث يُسهمان في تقليص سوء الفهم بين أعضاء الفريق، وتسريع عمليات اتخاذ القرار، وتعزيز التكامل التقني بين التخصصات الهندسية المتعددة المشاركة في المشروع، وبناء الثقة المتبادلة بين الفريق والعميل. ويتوافق هذا مع ما توصل إليه Ghimire و (2022) Charters من أن الممارسات المرنة تُحسّن التواصل داخل الفريق ومع العميل وتُقلّص التحديات المرتبطة بتحديد المتطلبات وترتيب الأولويات. كما يتسق مع ما أكده Schrof و (2023) Paetzold-Byhain من وجود ارتباط قوي بين جودة التعاون داخل الفريق ومؤشرات الأداء المعيارية في بيئة التطوير الهندسي. ويُعزّز هذه النتيجة أيضاً ما ذهب إليه Arumugam و (2020) Vaidyanathan من أن آليات التواصل المرنة تلعب دوراً محورياً في تحسين أداء الفرق حتى في بيئات التطوير الموزعة عالمياً.

النتيجة السابعة (الفرضية الفرعية الثالثة): أثبتت النتائج وجود أثر ذي دلالة إحصائية للتسليم المرحلي المستمر على مؤشرات الأداء الرئيسية، وإن كان هذا الأثر أقل نسبياً مقارنة بالبعدين الآخرين، حيث بلغ معامل التحديد ($R^2 = 0.482$) ومعامل التأثير ($B = 0.598$) ويُفسّر هذا التأثير الإيجابي بأن التسليم

المرحلي يُتيح اكتشاف المشكلات والانحرافات في مراحل مبكرة قبل تراكمها وتفاقمها، ويُوقّر لأصحاب المصلحة فرصاً منتظمة لتقييم المخرجات وتقديم ملاحظاتهم التي تُدمج في الدورات اللاحقة، فضلاً عن تعزيزه للثقة بين فريق المشروع والعميل من خلال تقديم أدلة ملموسة ومتكررة على التقدم المُحرز. أما التراجع النسبي لهذا البُعد مقارنة بالبُعدين الآخرين فقد يُعزى إلى التحديات الخاصة بالمشروع الهندسية حيث قد يصعب تقسيم النظام الهندسي إلى أجزاء مستقلة قابلة للتسليم والتشغيل المنفرد. ويتسق هذا مع ما أشار إليه (Yildirim et al. (2019 من أن قياس أداء التسليم المرحلي يتطلب مؤشرات مُصمّمة خصيصاً تُراعي طبيعة المنتج ودورة تطويره، كما يتوافق مع ما أكدّه (khormi et al. (2024 من أن تطبيق التسليم المرحلي في المشاريع الكبرى يستلزم تكييفاً يتناسب مع حجم المشروع وتعقيده.

النتيجة الثامنة: أظهر تحليل الانحدار المتعدد أن الأهمية النسبية لأبعاد منهجيات Agile في التأثير على مؤشرات الأداء الرئيسية جاءت مرتبة تنازلياً كالآتي: التعاون والتواصل بين فرق العمل ($B = 0.389$)، ثم المرونة التنظيمية ($B = 0.312$)، ثم التسليم المرحلي المستمر ($B = 0.247$)، ويُفسّر هذا الترتيب بأن العامل البشري والتفاعلي يُمثّل المحرك الأقوى لنجاح المشاريع الهندسية نظراً لتعدد التخصصات والأطراف المشاركة فيها وحاجتها الماسّة إلى تنسيق محكم ومستمر. ويتوافق هذا مع ما أكدّه (Reghda et al. (2024 من أن أداء الفرق يرتبط ارتباطاً مباشراً بمستوى التعاون والتواصل الذي تُتيحه المنهجيات المرنة، كما يتسق مع ما ذهب إليه (llori et al. (2024 من أن تعزيز الكفاءة التشغيلية عبر المنهجيات المرنة يمرّ بالضرورة عبر تحسين قنوات التواصل وآليات التعاون.

3.5 توصيات الدراسة

في ضوء النتائج التي توصلت إليها الدراسة، يُقدّم الباحث التوصيات الآتية:

- تعزيز ثقافة التعاون والتواصل المفتوح بين فرق العمل الهندسية من خلال مؤسسة ممارسات الاجتماعات اليومية والمراجعات الدورية والاجتماعات الاستيعادية، وتوفير المنصات الرقمية والأدوات

التقنية التي تُسهّل التفاعل المستمر بين أعضاء الفرق المتعددة التخصصات وبينهم وأصحاب المصلحة.

- تطوير الهياكل التنظيمية للمؤسسات العاملة في قطاع تطوير الأنظمة الهندسية بما يُعزّز المرونة ويُقلّص المستويات الإدارية ويُمكن فرق المشاريع من اتخاذ القرارات بسرعة واستقلالية، مع الحفاظ على آليات المساءلة والحوكمة.
- تصميم برامج تدريبية متخصصة ومستمرة في منهجيات Agile مُوجّهة للعاملين في المشاريع الهندسية، تتضمن تطبيقات عملية وورش عمل محاكاة تُراعي خصوصية السياق الهندسي وتحدياته، مع التركيز على المهارات القيادية والتواصلية إلى جانب المهارات التقنية.
- العمل على تكييف ممارسات التسليم المرحلي المستمر بما يتناسب مع طبيعة المنتجات الهندسية المعقدة، من خلال تطوير آليات تقسيم العمل التي تُتيح تقديم مخرجات قابلة للتقييم والاختبار في كل دورة تطويرية دون الإخلال بالتكامل الوظيفي للنظام الهندسي ككل.
- إنشاء وحدات متخصصة في المؤسسات الهندسية تُعنى بدعم التحول نحو منهجيات Agile وتوفير التوجيه والإرشاد للفرق خلال مراحل التبني الأولى، مع تحديد مؤشرات أداء واضحة لقياس مستوى التقدم في عملية التحول ونضج الممارسات المرنة.
- تعزيز مشاركة العميل وأصحاب المصلحة في مراجعات المخرجات المرحلية وعمليات تحديد الأولويات، من خلال تصميم آليات إشراك منهجية تُراعي جداولهم الزمنية وتُيسّر مشاركتهم الفاعلة دون إرهاقهم بتفاصيل تنفيذية لا تعنيهم.
- بناء بيئة ثقافية مؤسسية تدعم التجريب والتعلم من الأخطاء وتتقبل التغيير بوصفه فرصة للتحسين، من خلال تبني القيادة العليا لهذا التوجه بشكل صريح وتضمينه في سياسات المنظمة وأنظمة المكافآت والتقييم.
- تطوير منظومة متكاملة وديناميكية لمؤشرات الأداء الرئيسية تُناسب بيئة المشاريع الهندسية المرنة، تجمع بين المؤشرات التقليدية للوقت والتكلفة والجودة ومؤشرات خاصة بالممارسات المرنة مثل سرعة الفريق وزمن الدورة ومستوى التعاون، وتُعرض من خلال لوحات معلومات آنية تُتيح لأصحاب المصلحة رؤية واضحة لحالة المشروع.

- تعزيز ممارسات إدارة المعرفة المؤسسية من خلال توثيق الدروس المستخلصة من كل مشروع ومشاركتها بشكل منهجي مع فرق المشاريع الأخرى، وإنشاء قواعد بيانات معرفية تُتيح الاستفادة من الخبرات المتراكمة في تحسين أداء المشاريع المستقبلية.
- التوسع في تطبيق النماذج الهجينة التي تدمج بين منهجيات Agile ومنهجيات اللين (Lean-Agile Hybrid) في المشاريع الهندسية الكبرى، نظراً لما أثبتته الدراسات من فاعلية هذا الدمج في تحسين كفاءة التسليم وتقليل الهدر في العمليات.
- إجراء مزيد من الدراسات المستقبلية تتناول أثر منهجيات Agile على مؤشرات الأداء في قطاعات هندسية نوعية مختلفة، مع استكشاف دور المتغيرات الوسيطة والمعدلة مثل الثقافة التنظيمية وحجم المنظمة ونضج إدارة المشاريع في تعزيز أو تقييد هذا الأثر.

Abstract

This study aimed to investigate the impact of Agile methodologies, represented by organizational flexibility, team collaboration and communication, and continuous incremental delivery, on project key performance indicators (KPIs) in engineering systems development projects. A descriptive-analytical approach was adopted, and a questionnaire was used as the primary data-collection instrument. The sample comprised 272 engineers and project managers working in engineering systems development projects. Data were analyzed using SPSS version 26, employing descriptive statistics, correlation coefficients, and simple and multiple linear regression analyses. The findings revealed that the level of Agile methodology adoption was high, with an overall mean of 3.80, while the overall project KPI score reached 3.74. Multiple regression analysis confirmed a statistically significant impact of the combined Agile dimensions on project KPIs at the 0.05 significance level, with a coefficient of determination of 0.671, indicating that the three dimensions collectively explained 67.1% of the variance in project performance indicators. Among the three dimensions, collaboration and communication exhibited the strongest effect, followed by organizational flexibility, and then continuous incremental delivery. The study recommended fostering a culture of open collaboration within engineering teams, redesigning organizational structures to achieve greater flexibility, and adopting integrated KPI dashboards that combine traditional metrics, such as time, cost, and quality, with Agile-specific measures, including team velocity and cycle time.

المراجع

أولاً: المراجع العربية

- بوعبدالله، هوان، و شاعة، عبدالقادر. (2020). تقييم الأداء الفندقي باستخدام مؤشرات قياس الأداء: دراسة حالة فندق قصر المنصور مستغانم. *مجلة الاستراتيجية والتنمية*، مج10، ع4، 131 - 145. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1065178>
- جلاله، أيمن أحمد حسن. (2022). محددات بناء مؤشرات الأداء الرئيسية لقياس معايير الجودة بجمعيات رعاية الأيتام في ضوء رؤية المملكة العربية السعودية 2030. *مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية*، ع65، 121 - 198. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1295264>
- شعير، حاضري صباح، أحمد، أحمد خضير، و الجنابي، كفاح عباس محميد. (2021). قياس مؤشرات أداء السيناريوهات الاستراتيجية: دراسة مقارنة لآراء عدد من المدراء في شركتي "آسيا سيل" و "كورك تيليكوم" للاتصالات في إقليم كردستان / أربيل. *مجلة الدراسات المالية والمحاسبية والإدارية*، مج8، ع1، 116 - 137. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1156826>
- العقيلي، حاتم صالح، عبدالمحسن، عفاف صلاح، و توفيق، مبروك عطية مبروك. (2025). دور مؤشرات الأداء الرئيسية في تقييم أداء إدارة الصحة العامة: دراسة تطبيقية على مستشفيات التجمع الصحي الثالث بالرياض بالمملكة العربية السعودية. *المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية*، مج16، ع2، 2453 - 2481. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1622285>
- غريب، منى محمد صالح. (2023). تقييم الأداء بمؤشرات الأداء الرئيسية "KPIs" كمدخل لتحقيق التميز المؤسسي بتوسط إعادة الهيكلة الإدارية بالتطبيق على شركات القطاع العام للبترول. *المجلة المصرية للدراسات التجارية*، مج47، ع4، 1 - 74. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1504895>

- فيتوري، صلاح حمد سليمان، و علي، علي فضيل. (2024). أثر استخدام مؤشرات الأداء الرئيسية "KPIs" على جودة مخرجات التعليم الجامعي. مجلة جامعة الزيتونة الدولية، ع24، 53 - 77. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1540800>
- كاظم، مازن جواد. (2025). التحديات والفرص في إدارة المشاريع الهندسية باستخدام منهجيات اللين والمرنة "Lean and Agile". العلوم الاقتصادية، مج20، ع77، 301 - 319. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1599378>
- الكرعاوي، محمد ثابت فرعون، و علي، وهاب عبدالرازق عبد. (2022). إدارة المشاريع وفق الأساليب الحديثة لنطاق تنفيذها في إدارة المشاريع الحكومية لتنمية الأقاليم: دراسة حالة لمشاريع تنمية الأقاليم في محافظة النجف الأشرف. مجلة مركز دراسات الكوفة، ع65، 187 - 210. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1339268>
- مداني، أحمد. (2021). منهجية قياس مؤشرات الأداء الرئيسية "KPIs" لمؤسسات التعليم العالي. مجلة معهد العلوم الاقتصادية، مج24، ع1، 983 - 1002. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1172853>
- مرقص، أكرم سامي، شاهين، عبدالحميد أحمد أحمد، شحاتة، محمد موسى علي، و البغدادي، رجب محمد عمران أحمد. (2025). أثر تطبيق مؤشرات الأداء الرئيسية على تصنيف المحفظة الائتمانية: الدور المعدل لنموذج الخسائر الائتمانية المتوقعة "مع دراسة تطبيقية في ظل مخاطر تغيرات سعر صرف العملات الأجنبية". المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والإدارية، مج17، ع2، 541 - 613. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1627940>

ثانياً: المراجع الأجنبية

- Abeyasiriwardana, P. C., & Jayasinghe-Mudalige, U. K. (2022). Role of key performance indicators on agile transformation of performance management in research institutes

towards innovative commercial agriculture. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 13(2), 213-243.

- Arumugam, C., & Vaidyanathan, S. (2020). *Agile Team Measurement to Review the Performance in Global Software Development* (pp. 81–93). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-9659-2.CH005>
- Badran, S. S., & Abdallah, A. B. (2025). Lean vs agile project management in construction: impacts on project performance outcomes. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 32(5), 2844-2869.
- Batti, S., Mappisabbi, A. M. F., & Natsir, N. (2025). Agile Management Implementation and Organizational Performance Enhancement in Post-Pandemic Era. *International Journal of Economics and Management Research*, 4(3), 114–123. <https://doi.org/10.55606/ijemr.v4i3.506>
- Batti, S., Mappisabbi, A. M. F., & Natsir, N. (2025). Agile Management Implementation and Organizational Performance Enhancement in Post-Pandemic Era. *International Journal of Economics and Management Research*, 4(3), 114–123. <https://doi.org/10.55606/ijemr.v4i3.506>
- Daraojimba, E. C., Nwasike, C. N., Adegbite, A. O., Ezeigweneme, C. A., & Gidiagba, J. O. (2024). *Comprehensive review of agile methodologies in project management*. <https://doi.org/10.51594/csitrj.v5i1.717>
- Ghimire, D., & Charters, S. (2022). The impact of agile development practices on project outcomes. *Software*, 1(3), 265-275.

- Ilori, O., Nwosu, N. T., & Naiho, H. N. N. (2024). Enhancing IT audit effectiveness with agile methodologies: A conceptual exploration. *Engineering Science & Technology Journal*, 5(6), 1969-1994.
- Kerzner, H. (2023). *Project management metrics, KPIs, and dashboards: a guide to measuring and monitoring project performance*. John Wiley & sons.
- khormi, S., Mageerdy, R., Mohamed, A.-F., & Jarad, F. (2024). The Impact of Implementing Agile Project Methodology on Performance Quality and Project Duration for NEOM Project. *Al-Majallah al-Dawliyah Lil-Buḥūth al-ʿilmīyah*, 3(8), 1189–1224. <https://doi.org/10.59992/ijsr.2024.v3n8p32>
- Rajan, E. R., & Santhosh, V. A. (2021). Adoption of agile methodology for improving IT project performance. *Serbian Journal of Management*, 16(2)
- Reghda, R., Amara, M., Bennili, M. E., & Zebda, T. A. (2024). *The Impact of Agile Project Management on Team Performance (Doctoral dissertation, Higher School Of Management and Digital Economy)*.
- Schrof, J. I., & Paetzold-Byhain, K. (2023). Analysis of the correlation between agile team maturity and standardised key performance indicators in automotive development. *Proceedings of the Design Society*, 3, 573–582. <https://doi.org/10.1017/pds.2023.58>
- Suvvari, S. K. (2021). Measuring Agile Success: Metrics and Indicators for Agile Project Management. *Stochastic Modelling and Computational Sciences*, 1(2).
- Wafa, R., Khan, M. Q., Malik, F., Abdusalomov, A. B., Cho, Y. I., & Odarchenko, R. (2022). The impact of agile methodology on project success, with a moderating role of Person's job fit in the IT industry of Pakistan. *Applied Sciences*, 12(21), 10698.

- Yildirim, N., Ersöz, S., & Altun, B. (2019). *Measuring Software Development Project Performance: A Case Study on Agile KPI's for Software Start-Ups* (pp. 315–345). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-7865-9.CH017>

الملاحق

استمارة استبيان

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

أخي الكريم / أختي الكريمة

تحية طيبة وبعد،

يقوم الباحثين بإجراء دراسة حول قياس أثر تطبيق منهجيات Agile على مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع: دراسة ميدانية على مشاريع تطوير الأنظمة الهندسية.

ونظراً لما لديكم من المعرفة العلمية والخبرة العملية ذات الصلة بموضوع البحث، نأمل الحصول منكم على العون والمساعدة في توفير المعلومات المناسبة لأغراض البحث، من خلال التكرم بإبداء رأيكم بالتأشير على الإجابة المناسبة من وجهة نظركم.

وأتقدم لحضراتكم بجزيل الشكر والتقدير للمساهمة في جهدكم في تعبئة هذا الاستبيان علماً أن جميع البيانات التي سيتم الحصول عليها منكم ستعامل بسرية تامة، ولن تستخدم لغير أغراض هذا البحث، وسوف أزدكم بنتائج هذه الدراسة حال اكتمالها إن شاء الله.

وتفضلوا بقبول فائق التقدير والاحترام

أولاً: البيانات الشخصية

1- النوع الاجتماعي ☐ ذكر ☐ أنثى

2- العمر ☐ 30 سنة فأقل ☐ من 40 – 30 سنة

☐ 50 – 40 سنة ☐ من 50 سنة فأكثر

3- المؤهل العلمي ☐ بكالوريوس ☐ ماجستير

☐ دكتوراه ☐ دبلوم عالي

4- سنوات الخبرة ☐ 5 سنوات فأقل ☐ من 10 – 5 سنوات

☐ من 15 – 10 سنة ☐ أكثر من 15 سنة

5- سنوات الخبرة في تطبيق Agile

☐ سنتين فأقل ☐ 2 – 5 سنوات

☐ 5 – 8 سنوات ☐ 8 سنوات فأكثر

ثانياً محاور الاستبيان

✿ المحور الأول: منهجيات Agile ، ضع إشارة (✓) في المربع المناسب لاختيارك:

معارض بشدة	معارض	محايد	أوافق	أوافق بشدة	البعد
البعد الأول: المرونة التنظيمية					
					تمتلك المنظمة هياكل تنظيمية مرنة تُتيح لفرق المشاريع اتخاذ القرارات بسرعة ودون الحاجة إلى تسلسل إداري طويل
					تتقبل إدارة المنظمة التغييرات في متطلبات المشروع وتتعامل معها بوصفها فرصاً للتحسين وليست تهديداً لمسار العمل
					تُعدّل خطط المشروع وأولوياته بشكل دوري بناءً على التغذية الراجعة ومستجدات بيئة العمل
					تُوفّر المنظمة بيئة ثقافية تدعم التجريب والتعلم من الأخطاء دون خوف من المساءلة السلبية
البعد الثاني: التعاون والتواصل بين فرق العمل					
					تُعقد اجتماعات يومية قصيرة (Stand-ups) يتشارك فيها أعضاء الفريق تحديثات العمل والعقبات التي تواجههم

أوافق بشدة					البعد
أوافق					معارض
معارض					بشدة
					يتوفّر تواصل مستمر ومباشرين الفرق الهندسية المختلفة المشاركة في المشروع لضمان التكامل التقني
					يُشارك العميل وأصحاب المصلحة بفاعلية في مراجعات دورية لمخرجات كل مرحلة من مراحل المشروع
					تُجرى اجتماعات استعادية (Retrospectives) في نهاية كل دورة تطويرية لتقييم الأداء الجماعي وتحديد فرص التحسين
البعد الثالث: التسليم المرحلي المستمر					
					يُقسّم المشروع إلى أجزاء صغيرة قابلة للتسليم والتشغيل في نهاية كل دورة تطويرية
					تُقدّم مخرجات قابلة للتقييم والاختبار لأصحاب المصلحة بشكل دوري ومنتظم
					تُدمج ملاحظات العميل والتغذية الراجعة في كل دورة تسليم لاحقة لتحسين المخرجات تدريجياً
					يتم إعطاء الأولوية في التسليم للمكونات والوظائف ذات القيمة الأعلى لأصحاب المصلحة

✿ المحور الثاني: مؤشرات الأداء الرئيسية للمشاريع، ضع إشارة (✓) في المربع المناسب

لاختيارك:

معارض بشدة	معارض	محايد	أوافق	أوافق بشدة	البعد
					يتم الالتزام بالميزانية المعتمدة للمشروع وإدارة التكاليف بكفاءة وفق خطة مالية واضحة
					يُنجز المشروع ضمن الإطار الزمني المحدد مع تقليص حالات التأخير إلى أدنى حد ممكن
					تتوافق مخرجات المشروع مع المواصفات التقنية والمعايير الهندسية المحددة مسبقاً
					يتم اكتشاف العيوب والأخطاء التقنية ومعالجتها في مراحل مبكرة من دورة التطوير
					يُعبر العميل وأصحاب المصلحة عن رضاهم عن مخرجات المشروع ومستوى التواصل خلال تنفيذه
					يتم تقليص معدل إعادة العمل (Rework) بشكل ملحوظ مقارنة بالمشاريع السابقة
					تُستخدم مقاييس موضوعية ومحددة لرصد تقدم المشروع واتخاذ قرارات تصحيحية في الوقت المناسب

البعد					أوافق بشدة	أوافق	محايد	معارض	معارض بشدة
يتحقق التكامل الوظيفي بين مكونات النظام الهندسي المختلفة بسلاسة ودون تعارضات جوهرية									
يملك فريق المشروع القدرة على التكيف مع التغيرات التقنية والتنظيمية دون التأثير سلباً في الأداء الكلي									
تُسهّم إدارة المشروع في تعزيز القدرة على الابتكار وإيجاد حلول إبداعية للتحديات الهندسية									
تتوفّر لوحات معلومات (Dashboards) تُقدّم رؤية آنية وشاملة لحالة المشروع وأداء فرق العمل									
يُسهّم المشروع في بناء قاعدة معرفية تُستثمر في تحسين أداء المشاريع المستقبلية									

مع خالص التقدير والاحترام

Mid Ocean University

College of Management



Master of project management

**The Impact of Applying Agile Methodologies on Project Key
Performance Indicators: A Field Study on Engineering
Systems Development Projects**

Prepared by:

Nasser Mohammed Nasser Almutairi

252001368

Supervision:

Dr. Al-Faisal Abdelhamid Mohamed Hassan

Dr. Fayez Jarad

2026 – 1447