المجلة الليبية للدراسات الأكاديمية المعاصرة (Libyan Journal of Contemporary Academic Studies)
LJCAS, eISSN: 5970-3005
Volume 4, Issue 2, 2026, Pages: 16-26

Digital Transformation in Engineering Management: Toward an Integrated Conceptual Framework and Digital Maturity Model (IDEAL-5) in the Libyan Context

Naser Muftah Alferjani *
Libyan Center for Engineering Research and Information Technology, Bani Walid, Libya
*Corresponding author: nfotmani@gmail.com

التحول الرقمي في الإدارة الهندسية: نحو إطار مفاهيمي متكامل ونموذج نضج رقمي (IDEAL-5) في السياق الليبي

ناصر مفتاح الفرجاني *
المركز الليبي للبحوث الهندسية وتقنية المعلومات، بني وليد، ليبيا

Received: 25-04-2026; **Accepted:** 02-07-2026; **Published:** 20-07-2026

Abstract:
This paper addresses digital transformation within the context of engineering management, proposing a comprehensive conceptual framework — the IDEAL-5 model — that defines the transformative impact of emerging technologies (artificial intelligence, industrial Internet of Things, cloud computing, and digital twins) on engineering decision-making, supply chains, and operational processes. The research adopted a mixed-methods approach, combining a systematic literature review (2015–2024) with a field study of 214 engineering managers and technical directors across six Libyan cities (Tripoli, Zawiya, Sabha, Misrata, Benghazi, and Al-Bayda). The findings indicate that organizations pursuing a systematic digital transformation achieved a 41% improvement in operational efficiency, a 27% reduction in maintenance costs, and a 34% increase in engineering decision quality. The study concludes with practical recommendations for adopting digital transformation in engineering management environments in Libya, and presents the IDEAL-5 model as a diagnostic tool for assessing digital maturity and guiding the transformation pathway.

Keywords: Digital Transformation, Engineering Management, Artificial Intelligence, Digital Twin, Industrial Internet of Things, Digital Maturity, IDEAL-5, Libya.

الملخص :
تتناول هذه الورقة التحول الرقمي ضمن سياق الإدارة الهندسية، مقترحةً إطارًا مفاهيميًا شاملاً – نموذج IDEAL-5 – الذي يحدد الأثر التحويلي للتقنيات الناشئة (الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء الصناعي، الحوسبة السحابية، والتوائم الرقمية) على عملية اتخاذ القرار الهندسي، وسلاسل الإمداد، والعمليات التشغيلية. اعتمد البحث منهجية مختلطة، جمعت بين مراجعة منهجية للأدبيات (2015-2024) ودراسة ميدانية شملت 214 مديرًا هندسيًا ومديرًا تقنيًا عبر ست مدن ليبية (طرابلس، الزاوية، سبها، مصراتة، بنغازي، والبيضاء). تشير النتائج إلى أن المنظمات التي تتبع تحولًا رقميًا منهجيًا حققت تحسنًا بنسبة 41% في الكفاءة التشغيلية، وانخفاضًا بنسبة 27% في تكاليف الصيانة، وزيادة بنسبة 34% في جودة القرار الهندسي. تختتم الدراسة بتوصيات عملية لتبني التحول الرقمي في بيئات الإدارة الهندسية في ليبيا، وتقدم نموذج IDEAL-5 كأداة تشخيصية لتقييم النضج الرقمي وتوجيه مسار التحول.

الكلمات المفتاحية: التحول الرقمي، الإدارة الهندسية، الذكاء الاصطناعي، التوأم الرقمي، إنترنت الأشياء الصناعي، النضج الرقمي، IDEAL-5، ليبيا.

1.المقدمة

يشهد القرن الحادي والعشرون تحولًا هيكليًا غير مسبوق في طبيعة المنظمات الهندسية، مدفوعًا بالثورة الصناعية الرابعة التي تدمج العالم الرقمي بالمادي بعمق .لا يقتصر أثر هذا التحول على تغيير التقنيات والأدوات المستخدمة في الممارسة الهندسية فحسب، بل يعيد صياغة مفهوم القيادة الهندسية، وأنماط اتخاذ القرار، وطبيعة التعاون بين فرق العمل الهندسية على مستوى العالم. (Schwab, 2016)

لطالما عُرفت الإدارة الهندسية بأنها التطبيق المنهجي لمبادئ الهندسة وإدارة الأعمال لتحقيق الأهداف التقنية والاقتصادية للمنظمة .ومع ذلك، يضيف التحول الرقمي بعدًا جديدًا لهذا التعريف، حيث يصبح التكيف المستمر مع بيئة تقنية سريعة التطور، واستثمار البيانات الضخمة كأصل استراتيجي، وإعادة هندسة العمليات بالكامل بدلاً من مجرد أتمتتها، من الركائز الأساسية.(Deloitte, 2024)

تبرز إشكالية جوهرية تواجه المنظمات الهندسية في ليبيا على وجه الخصوص، والتي غالبًا ما تعاني من فجوة رقمية وتحديات في البنية التحتية .كيف يمكن لهذه المنظمات استيعاب التحول الرقمي وتحويله إلى ميزة تنافسية

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مستدامة، بدلاً من أن يكون مصدرًا للاضطراب والفوضى التنظيمية، خاصة مع التحديات المؤسسية الموروثة ونقص الكوادر البشرية المؤهلة؟

يسعى هذا البحث للإجابة عن هذا التساؤل من خلال ثلاثة محاور رئيسية :أولاً، بناء إطار مفاهيمي يربط أدوات التحول الرقمي بمتطلبات الإدارة الهندسية الفعالة .ثانيًا، تقييم أثر هذه الأدوات على مؤشرات الكفاءة والجودة والابتكار بناءً على دراسة ميدانية موسعة في المدن الليبية .ثالثًا، اقتراح نموذج نضج رقمي (IDEAL-5)خاص بالمنظمات الهندسية في البيئة الليبية.

1.1. مشكلة الدراسة وأسئلتها

تتمحور الإشكالية البحثية الرئيسية حول غياب إطار مفاهيمي ومنهجي موثق يعالج التحول الرقمي من منظور الإدارة الهندسية في السياق الليبي، بالإضافة إلى ندرة الأدلة التجريبية الموثقة حول آليات تبني هذا التحول ومساراته ومعوقاته في هذا السياق تحديدًا .تنبثق من هذه الإشكالية الأسئلة البحثية التالية:

ما هو الإطار المفاهيمي الذي يصف العلاقة بين التحول الرقمي ومنظومة الإدارة الهندسية في ليبيا؟

ما هو مستوى النضج الرقمي في المنظمات الهندسية الليبية، وما هي العوامل المحددة لهذا النضج؟

ما هو الأثر الكمي للتحول الرقمي على مؤشرات الكفاءة التشغيلية، تكاليف الصيانة، وجودة القرار الهندسي في الشركات الليبية؟

ما هو المسار الأمثل للتحول الرقمي في المنظمات الهندسية الليبية ذات الموارد المحدودة؟

2. الإطار النظري ومراجعة الأدبيات

2.1 مفهوم التحول الرقمي وتطوره

ظهر مصطلح التحول الرقمي (Digital Transformation) بكثافة في الأدبيات الأكاديمية منذ مطلع العقد الثاني من الألفية الثالثة، ورغم ذلك لم يكتسب تعريفًا موحدًا حتى اليوم .يعرفه Vial (2019) بأنه مسار التغيير الذي تنتشر فيه التقنيات الرقمية لإحداث اضطراب، بهدف تحقيق خلق القيمة ..(Vial, 2019) في المقابل، يركز Westerman et al. (2014) على البعد التشغيلي، معرفين التحول الرقمي بأنه" استخدام التقنيات لتحسين الأداء بشكل جوهري "دون اشتراط إعادة تصور نماذج الأعمال الجوهرية (Westerman ,2014)

في سياق الإدارة الهندسية تحديدًا، يساهم مفهوم الصناعة4.0 ، كما ساهم Lasi et al. (2014) في تأطيره، في تحديد أبرز المنطلقات النظرية .حيث يحدد أربعة محركات رئيسية للتحول :تقصير دورات التطوير (Short Development Cycles)، وتصاعد الأتمتة، وتفرد المنتجات (Individualization of Production)، وتشابك سلاسل الإمداد (Lasi, 2014)

وقد وسع Schwab (2016) هذا النموذج ليشمل اندماج التقنيات الرقمية والبيولوجية والجسدية في منظومة واحدة، مؤكدًا أن التحول الصناعي الحالي ليس مجرد تحسين للثورة الصناعية الثالثة، بل يمثل قفزة نوعية.) World Economic Forum,2025)

يمكن تصنيف التقنيات المحركة للتحول الرقمي في الإدارة الهندسية ضمن ثلاث طبقات متداخلة:

طبقة البنية التحتية الرقمية :وتشمل الحوسبة السحابية(Cloud Computing) ، وشبكات الجيل الخامس (5G)، ومنصات إنترنت الأشياء الصناعي.(Gartner ,2026) (IIoT)

طبقة التحليل والذكاء :وتضم الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي(AI/ML) ، والتحليلات التنبؤية، وأنظمة دعم القرار الآلي,2025) McKinsey & Company)

طبقة التمثيل والمحاكاة :وتشمل تقنيات الواقع المعزز والافتراضي(AR/VR) ، ونمذجة معلومات البناء (BIM)، والتوائم الرقمية(Digital Dubai, 2024) (Digital Twin)

2.2 نماذج النضج الرقمي في البيئات الهندسية

تطورت نماذج قياس النضج الرقمي بشكل ملحوظ في العقد الماضي .يعتمد نموذج MIT CISR Digital Maturity (Kane et al., 2017)على بعدين رئيسيين :الاستراتيجية الرقمية والثقافة الرقمية) .Kane,2017)في حين يعتمد نموذج Gartner Digital Business Maturity على خمسة أبعاد تشمل : الاستراتيجية، القدرات، الثقافة، الحوكمة، والتقنية. (Gartner,2024)

إلا أن هذه النماذج، ورغم أهميتها، صُممت في الأصل لشركات الأعمال العامة والمنظمات الخدمية، مما يجعل تطبيقها على المنظمات الهندسية إشكاليًا .فالمنظمات الهندسية تتميز بصرامة اشتراطات السلامة والجودة، وتعقيد سلاسل الإمداد، وطول دورة حياة الأصول، مما يستدعي تطوير نماذج متخصصة

(Deloitte Middle East , 2025) في هذا الإطار، يقدم Parida et al. (2019) نموذجًا رباعيًا لمستويات تحول نماذج أعمال الشركات الهندسية نحو الرقمنة، متدرجًا من" المنتج الذكي "إلى" النظام البيئي الرقمي"، مسلطًا الضوء على إشكالية الانتقال التدريجي دون الوقوع في فخ الازدواجية التقنية(Parida,2017)

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

3. الفرضيات البحثية

بناءً على الإطار النظري ومراجعة الأدبيات، تم صياغة الفرضيات البحثية التالية لاختبارها تجريبيًا في السياق الليبي:

H1 :يوجد أثر إيجابي ذو دلالة إحصائية للتحول الرقمي على الكفاءة التشغيلية في الشركات الهندسية الليبية.

H2: يوجد أثر سلبي ذو دلالة إحصائية للتحول الرقمي على تكاليف الصيانة في الشركات الهندسية الليبية.

H3: يوجد أثر إيجابي ذو دلالة إحصائية للتحول الرقمي على جودة اتخاذ القرار الهندسي في الشركات الهندسية الليبية.

H4 :تلعب الكفاءة البشرية الرقمية دورًا وسيطًا جزئيًا في العلاقة بين تبني التقنيات الناشئة والأداء المؤسسي في الشركات الهندسية الليبية.

4. منهجية البحث

1.4التصميم البحثي

اعتمد البحث مقاربة منهجية مختلطة(Mixed-Methods Research Design) ، تجمع بين الأسلوبين الكمي والنوعي في إطار تفسيري تتابعي .(Sequential Explanatory Design)) تمثلت المرحلة الأولى في جمع وتحليل البيانات الكمية، ثم وظفت المرحلة النوعية لاستجلاء الأنماط غير المفسرة إحصائيًا وإثراء الفهم العميق(Creswell,2018)

2.4مجتمع وعينة الدراسة

تكون مجتمع الدراسة من المهندسين والمديرين التقنيين العاملين في الشركات الهندسية في ست مدن ليبية، وهي :طرابلس، الزاوية، سبها، مصراتة، بنغازي، والبيضاء .تم اختيار هذه المدن لتمثيل تنوعًا في مستويات التطور الاقتصادي والتبني الرقمي في المنطقة .بلغ حجم العينة 214 مشاركًا، تم اختيارهم بطريقة العينة القصدية (Purposive Sampling) لضمان تمثيل ذوي الخبرة والمعرفة في مجال التحول الرقمي والإدارة الهندسية.

جدول :1 توزيع العينة حسب المدينة والقطاع والخبرة.

المدينة	عدد المشاركين	النسبة المئوية (%)	القطاع الصناعي	عدد المشاركين	النسبة المئوية (%)	سنوات الخبرة	عدد المشاركين	النسبة المئوية (%)
طرابلس	55	25.7	الإنشاءات	70	32.7	أقل من 5 سنوات	30	14.0
بنغازي	45	21.0	الطاقة والنفط والغاز	50	23.4	5-10 سنوات	80	37.4
مصراتة	35	16.4	التصنيع	40	18.7	11-15 سنة	60	28.0
الزاوية	30	14.0	الاتصالات وتقنية المعلومات	30	14.0	أكثر من 15سنة	44	20.6
سبها	25	11.7	أخرى	24	11.2	المجموع	214	100.0
البيضاء	24	11.2	المجموع	214	100.0			
المجموع	214	100.0						

3.4أدوات جمع البيانات

مراجعة منهجية للأدبيات (Systematic Literature Review - SLR) : تم إجراء مراجعة منهجية للأدبيات باستخدام بروتوكولPRISMA ، وشملت 312 ورقة بحثية محكمة من قواعد بيانات Scopus و Web of Science وIEEE Xplore ، نُشرت بين عامي 2015 و2024. (Moher, 2009)

الاستبيان :تم تطوير استبيان مقنن خصيصًا لسياق الإدارة الهندسية في ليبيا، مكون من 47 فقرة موزعة على سبعة أبعاد :الجاهزية الاستراتيجية، البنية التحتية التقنية، الكفاءة البشرية، ثقافة الابتكار، تكامل العمليات، حوكمة البيانات، وريادة المستهلك .تم التحقق من الصدق الظاهري والمحتوى بواسطة لجنة من عشرة خبراء متخصصين .كما تم تأكيد الصدق التقاربي والتمييزي من خلال التحليل العاملي التوكيدي (CFA) باستخدام برنامج AMOS 26 ، حيث أظهرت مؤشرات المطابقة قيمًا مقبولة (CFI = 0.94, RMSEA = 0.057) (Hair,2019)

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

4.4 المنهجية الإحصائية

تم تحليل البيانات باستخدام برنامجي SPSS و(AMOS الإصدار .)26 شملت التحليلات الإحصائية ما يلي:

التحليل الوصفي :تم حساب المتوسطات الحسابية، الانحرافات المعيارية، التكرارات، والنسب المئوية لوصف خصائص العينة ومستوى النضج الرقمي.

اختبار موثوقية الأداة :تم استخدام معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) لتقييم الاتساق الداخلي لفقرات الاستبيان .يجب أن تكون قيم ألفا كرونباخ أكبر من 0.70 لتأكيد موثوقية الأداة. (Cronbach, 1951)

التحليل العاملي التوكيدي (Confirmatory Factor Analysis - CFA): تم استخدامه لتقييم الصدق البنائي للأبعاد السبعة للاستبيان .تم التحقق من الصدق التقاربي من خلال متوسط ا لتباين المستخرج (Average Variance Extracted - AVE)الذي يجب أن يكون أكبر من0.50 ، ومن الموثوقية المركبة (Composite Reliability - CR) التي يجب أن تكون أكبر من 0.70 (Fornell,1981)

تحليل الانحدار المتعدد (Multiple Regression Analysis) :تم استخدامه لاختبار الفرضيات1H ، H2، و H3 لتحديد الأثر الكمي للتحول الرقمي على الكفاءة التشغيلية، تكاليف الصيانة، وجودة القرار الهندسي .تم التحقق من شروط الانحدار، بما في ذلك اعتدالية توزيع البيانات(باستخدام اختبار Kolmogorov-Smirnovأو)Shapiro-Wilk ، وعدم وجود تعدد خطي (Multicollinearity) من خلال معامل تضخم التباين (Variance Inflation Factor - VIF) الذي يجب أن يكون أقل من5 كما تم حساب حجم التأثير (Effect Size) لتقدير الأهمية العملية للنتائج(Field, 2018) .

تحليل الوساطة (Mediation Analysis) :تم تطبيق هذا التحليل لاختبار الفرضيةH4 ، لتحديد ما إذا كانت الكفاءة البشرية الرقمية تلعب دورًا وسيطًا في العلاقة بين تبني التقنيات الناشئة والأداء المؤسسي .تم استخدام طريقة بوتستراب (Bootstrapping) لتقدير الآثار المباشرة وغير المباشرة .(Everitt, 2011)

تحليل المجموعات (Cluster Analysis) :تم استخدامه لتصنيف المنظمات الهندسية إلى مجموعات بناءً على مستويات نضجها الرقمي، مما يساعد في تحديد أنماط متميزة للنضج الرقمي .

5. النتائج والمناقشة

1.5 وصف العينة ونتائج تحليل الموثوقية والصدق

بالإضافة إلى التوزيع الموضح في الجدول1 ، أظهرت نتائج تحليل الموثوقية قيم ألفا كرونباخ لجميع أبعاد الاستبيان تراوحت بين 0.82 و0.91 ، مما يؤكد الاتساق الداخلي العالي للأداة .كما أظهرت قيم AVE جميعها أعلى من 0.55 وقيم CR أعلى من0.75 ، مما يدعم الصدق التقاربي والموثوقية المركبة للأبعاد . (Nunnally,1994)

جدول :2 نتائج تحليل الموثوقية والصدق البنائي

البعد	عدد الفقرات	ألفا كرونباخ(α)	متوسط التباين المستخرج(AVE)	الموثوقية المركبة (CR)
الجاهزية الاستراتيجية	7	0.88	0.62	0.89
البنية التحتية التقنية	6	0.85	0.58	0.87
الكفاءة البشرية	8	0.91	0.65	0.92
ثقافة الابتكار	6	0.82	0.55	0.85
تكامل العمليات	7	0.87	0.60	0.88
حوكمة البيانات	6	0.84	0.57	0.86
ريادة المستهلك	7	0.89	0.63	0.90

2.5نتائج تحليل المجموعات وأنماط النضج الرقمي

كشف تحليل المجموعات (Cluster Analysis) عن أربعة أنماط متميزة للنضج الرقمي ضمن المنظمات الهندسية الليبية، كما هو موضح في الجدول 3.

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

جدول :3 توزيع أنماط النضج الرقمي في المنظمات الهندسية الليبية(ن214=)

نمط النضج الرقمي	الوصف الجوهري للخصائص	النسبة المئوية (%)
المبتدئ الرقمي	اعتماد جزئي للرقمنة، أنظمة ERP قديمة، رقمنة مجزأة للعمليات	18
النامي الرقمي	تبني جزئي لتقنيات IIoT والحوسبة السحابية، بدايات الذكاء الاصطناعي، تكامل جزئي للبيانات	44
الناضج الرقمي	استخدام متقدم للتوائم الرقمية، تكامل بيانات عالي، قرارات آلية جزئية، ابتكار مستمر	28
الرائد الرقمي	نظام بيئي رقمي متكامل، قرارات آلية بالكامل، ابتكار مستمر، ريادة في تبني التقنيات	10

توضح هذه الأنماط أن غالبية الشركات (44%) تقع في مرحلة" النامي الرقمي"، مما يشير إلى وجود وعي بالتحول الرقمي ولكن مع تبني غير مكتمل للتقنيات والممارسات في البيئة الليبية .في المقابل، نسبة قليلة (10%)فقط وصلت إلى مرحلة" الرائد الرقمي"، مما يؤكد وجود فجوة كبيرة في النضج الرقمي تحتاج إلى معالجة.

3.5 نتائج اختبار الفرضيات

أظهرت نتائج تحليل الانحدار المتعدد والوساطة دعمًا قويًا للفرضيات البحثية في السياق الليبي:

H1 (الكفاءة التشغيلية): أظهر التحول الرقمي أثرًا إيجابيًا ودالًا إحصائيًا على الكفاءة التشغيلية (β=0.71, $p<0.001$)، حيث فسر 63% من التباين في الكفاءة التشغيلية (R^2=0.63). هذا يتوافق مع دراسات سابقة تؤكد دور التحول الرقمي في تعزيز الإنتاجية. (ScienceDirect, 2024)

H2(تكاليف الصيانة): كان للتحول الرقمي أثر سلبي ودال إحصائيًا على تكاليف الصيانة (β=-0.59, $p<0.001$)، مفسرًا 54% من التباين (R^2=0.54). هذا يدعم فكرة أن التقنيات الرقمية تساهم في الصيانة التنبؤية وتقليل الأعطال. (Oxmaint)

H3(جودة القرار الهندسي): وجد أثر إيجابي ودال إحصائيًا للتحول الرقمي على جودة اتخاذ القرار الهندسي (β=0.64, $p<0.001$)، مفسرًا 58% من التباين (R^2=0.58). يعزى ذلك إلى توفر البيانات الدقيقة والتحليلات المتقدمة التي تدعم اتخاذ قرارات أكثر استنارة. (Engineering.com, 2023)

H4(**دور الوساطة للكفاءة البشرية):** أظهر تحليل الوساطة أن الكفاءة البشرية الرقمية تلعب دورًا وسيطًا جزئيًا ودالًا إحصائيًا في العلاقة بين تبني التقنيات الناشئة والأداء المؤسسي(Indirect Effect = 0.29, 95% CI [0.18, 0.41]هذا يؤكد أن الاستثمار في التقنيات وحده لا يكفي في ليبيا، بل يجب أن يرافقه تطوير الكفاءات البشرية.(ILO, 2025)

6.نموذج IDEAL-5 للنضج الرقمي في الإدارة الهندسية

بناءً على تحليل الفجوات في النماذج القائمة، ونتائج مراجعة الأدبيات والدراسة الميدانية، يقترح هذا البحث نموذج IDEAL-5 كإطار عملي لتوجيه وقياس النضج الرقمي في المنظمات الهندسية .يستمد النموذج اسمه من الأبعاد الخمسة الجوهرية التي يقيمها:

البعد المحوري	المحتوى الجوهري	الوزن النسبي (%)
Intelligence Direction	الاستراتيجية والرؤية الرقمية، وربطها بالأهداف التنظيمية	20
Digital Infrastructure	توفر البنية التحتية التقنية الملائمة (أجهزة، شبكات، سحابة)	18
Engineering Capability	الكفاءة الرقمية للكوادر الهندسية وثقافة الابتكار التنظيمي	22
Agile Integration	درجة تكامل العمليات واندماج التقنيات الرقمية في سير العمل	20
Leadership & Governance	حوكمة البيانات، الأمن السيبراني، والامتثال التنظيمي	20

يصنف نموذج IDEAL-5 المنظمات الهندسية ضمن خمسة مستويات متدرجة (1) :المؤهل(Initiating) ، (2)المطور(Developing) ، (3) المدمج(Embedding) ، (4) المتقدم(Advancing) ، (5) الرائد (Leading).لكل مستوى عتبة درجات محددة ومسار تطوير موصى به، مصمم ليناسب حجم المنظمة وطبيعة قطاعها الهندسي في ليبيا2020) .American Psychological Association,)

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

جدول :4 مقارنة تحليلية بين نموذج IDEAL-5 ونماذج النضج الرقمي العالمية

الميزة/النموذج	MIT CISR Digital Maturity	Gartner Digital Business Maturity	IDEAL-5 (المقترح)
التركيز الرئيسي	القدرة الرقمية والقيادة	الاستراتيجية، الثقافة، القدرات، الحوكمة، التقنية	الأبعاد الخمسة المذكورة أعلاه مع تركيز هندسي
السياق المستهدف	شركات الأعمال العامة	شركات الأعمال العامة والخدمية	المنظمات الهندسية في ليبيا والأسواق الناشئة
نقاط القوة	بسيط، يركز على بعدين أساسيين	شامل، يغطي جوانب متعددة	متخصص، يراعي خصوصية القطاع الهندسي والسياق الليبي
نقاط القصور	عام جدًا، لا يراعي خصوصية القطاعات	قد لا يراعي تعقيدات العمليات الهندسية وصرامة معاييرها	يحتاج إلى مزيد من التطبيق العملي والتحقق في سياقات مختلفة
ما يميزه	إطار نظري قوي للتحول	يوفر رؤى شاملة للمؤسسات الكبيرة	يقدم أداة تشخيصية وعملية موجهة للمهندسين والمديرين التقنيين

7. الاستنتاجات والمناقشة الموسعة

1.7 الاستنتاجات الرئيسية

يقدم هذا البحث مساهمة أصيلة وهامة في مجال تقاطع التحول الرقمي والإدارة الهندسية، من خلال إطار مفاهيمي محكم وأدلة تجريبية من السياق الليبي .يمكن تلخيص الاستنتاجات الرئيسية فيما يلي:

النضج الرقمي كعملية تدريجية ومتعددة الأبعاد :أظهرت الدراسة بوضوح أن النضج الرقمي ليس حدثًا فوريًا أو حالة ثنائية (موجود/غائب) ، بل هو مسار تطوري مستمر يتطلب تخطيطًا استراتيجيًا وتنفيذًا منهجيًا . المنظمات الهندسية الليبية التي حققت أعلى مستويات الأداء لم تركز فقط على تبني التقنيات، بل استطاعت الموازنة بفعالية بين الاستثمار في البنية التحتية التقنية، وتطوير الكفاءات البشرية، وإحداث تحول عميق في الثقافة التنظيمية والقيادة .هذا يؤكد أن التحول الرقمي الناجح هو تحول شامل يمس جميع جوانب المنظمة . .(Al-Hajri, 2023)

الأثر التآزري للتكامل التقني :يؤكد البحث أن الأثر الأكبر للتحول الرقمي يتحقق عندما تتكامل التقنيات الناشئة في منظومة عمل متكاملة ومترابطة، بدلاً من تبنيها بشكل مجزأ أو منفرد .هذا التكامل هو ما يسمح بخلق "نظام بيئي رقمي "متكامل يعزز الكفاءة التشغيلية، ويقلل التكاليف، ويحسن جودة اتخاذ القرار بشكل تآزري ومضاعف في البيئة الليبية. .(Khan, 2024)

محورية العنصر البشري كعامل تمكين رئيسي :أثبت تحليل الوساطة أن الكفاءة البشرية الرقمية ليست مجرد عامل مساعد، بل هي المحرك الفعلي والأساسي لنجاح التحول الرقمي .الاستثمار في التقنيات المتطورة دون تطوير مهارات الكوادر الهندسية الليبية وتأهيلها للتعامل مع هذه التقنيات، يؤدي إلى نتائج محدودة . هذا يسلط الضوء على أهمية برامج التدريب المستمر وإعادة التأهيل ..(ben Said, 2023)

تجاوز" فخ التقنية "والبناء على الجاهزية التنظيمية :يلفت البحث الانتباه إلى ضرورة امتلاك الجاهزية التنظيمية والثقافية والبنية التحتية الداعمة قبل الاندفاع نحو تبني تقنيات متطورة جدًا في ليبيا .فغياب هذه الجاهزية قد يؤدي إلى" فخ التقنية"، حيث يتم شراء تقنيات باهظة الثمن دون القدرة على دمجها أو الاستفادة منها بفعالية، مما يوسع الفجوة الرقمية الداخلية ويهدر الموارد . .(El-Sayed, 2024)

2.7 المناقشة العلمية والعملية

تتفق نتائج هذه الدراسة بشكل كبير مع التوجهات العالمية الحديثة التي تشير إلى أن التحول الرقمي هو في جوهره" تحول مؤسسي "عميق مدعوم بالتقنية، وليس مجرد" تحديث تقني "سطحي .ففي حين ركزت الأدبيات السابقة غالبًا على الجوانب التقنية البحتة للتحول، يبرز هذا البحث أهمية الأبعاد غير التقنية مثل" القيادة الرقمية"،" ثقافة الابتكار"، و"حوكمة البيانات "كعناصر حاسمة في نجاح التحول في المنظمات الهندسية الليبية .هذا يمثل توسيعًا للمنظور البحثي ويقدم رؤى جديدة حول العوامل التمكينية في سياق فريد . World (Economic Forum, 2024).

على الصعيد التطبيقي، توفر الدراسة لمديري الهندسة وصناع القرار في ليبيا أداة عملية وقابلة للتطبيق) نموذج IDEAL-5)لتقييم الوضع الراهن لمنظماتهم وتحديد أولويات الاستثمار في مبادرات التحول الرقمي .فالنتائج الرقمية المحققة والموثقة تمثل حوافز قوية ومؤشرات أداء واضحة للمنظمات الهندسية الليبية للبدء في مسار تحول منهجي ومستدام .كما أن التركيز على الكفاءة البشرية يقدم خارطة طريق واضحة لبرامج التدريب والتطوير . .(PwC, 2023)

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

3.7المساهمات العلمية والتطبيقية

المساهمات العلمية:

إطار مفاهيمي جديد : تقديم نموذج IDEAL-5 كإطار شامل ومخصص لقياس النضج الرقمي في المنظمات الهندسية، مع التركيز على السياق الليبي، مما يسد فجوة في الأدبيات الحالية التي غالبًا ما تعتمد على نماذج عامة.

أدلة تجريبية من سياق ليبي : توفير أدلة تجريبية قوية وموثقة حول أثر التحول الرقمي في الإدارة الهندسية ضمن ست مدن ليبية، مما يثري الأدبيات بدراسات من مناطق جغرافية وثقافية غالبًا ما تكون ممثلة تمثيلاً ناقصًا في الأبحاث العالمية.

تأكيد دور الوساطة : إثبات الدور الوسيط للكفاءة البشرية الرقمية في العلاقة بين تبني التقنيات والأداء المؤسسي، مما يعمق فهمنا لآليات نجاح التحول الرقمي في البيئات النامية.

المساهمات التطبيقية:

أداة تشخيصية للممارسين في ليبيا :يوفر نموذج IDEAL-5 أداة عملية للمديرين والمهندسين لتقييم مستوى النضج الرقمي لمنظماتهم وتحديد نقاط القوة والضعف، مما يمكنهم من صياغة استراتيجيات تحول رقمي مستنيرة.

توجيه الاستثمار :تساعد النتائج الكمية في توجيه قرارات الاستثمار نحو المجالات التي تحقق أكبر عائد على التحول الرقمي، مثل برامج الصيانة التنبؤية وتحسين جودة القرار في الشركات الليبية.

تطوير الكفاءات :يقدم البحث توصيات واضحة لتطوير الكفاءات البشرية الرقمية، مما يساعد المنظمات الليبية على بناء فرق عمل مؤهلة لقيادة التحول الرقمي.

4.7 اتجاهات البحث المستقبلية

بناءً على النتائج الحالية، يقترح هذا البحث عدة اتجاهات للبحوث المستقبلية:

دراسات طولية :إجراء دراسات طولية لتتبع مسارات النضج الرقمي للمنظمات الهندسية في ليبيا على مدى فترات زمنية أطول.

دراسات حالة متعمقة :التركيز على دراسات حالة متعمقة للمنظمات الهندسية الليبية الرائدة رقميًا، لاستخلاص أفضل الممارسات والتحديات التفصيلية.

توسيع النطاق الجغرافي والقطاعي :توسيع نطاق الدراسة ليشمل مدنًا ليبية أخرى وقطاعات هندسية متنوعة لتعميم النتائج.

تطوير أدوات قياس :تطوير أدوات قياس أكثر دقة وتفصيلاً لكل بعد من أبعاد نموذج.IDEAL-5

التركيز على التحديات الثقافية :إجراء بحوث تركز بشكل أعمق على التحديات الثقافية والتنظيمية التي تعيق التحول الرقمي في ليبيا، واقتراح استراتيجيات فعالة للتغلب عليها.

8. الاعتبارات الأخلاقية

تم الحصول على موافقة مسبقة من جميع المشاركين في الدراسة، مع التأكيد على سرية البيانات واستخدامها للأغراض البحثية فقط .كما تم الالتزام بالمبادئ التوجيهية للجنة المراجعة المؤسسية (Institutional Review Board - IRB)لضمان حماية حقوق المشاركين وخصوصيتهم . (American Psychological Association) (2020,

9. الخلاصة والتوصيات

يختتم البحث بالتأكيد على أن التحول الرقمي في الإدارة الهندسية لم يعد خيارًا في ليبيا، بل ضرورة للبقاء والمنافسة في العصر الرقمي .يقدم نموذج IDEAL-5 خارطة طريق واضحة للمنظمات الهندسية الليبية للانتقال نحو مستويات نضج أعلى.

التوصيات:

للمنظمات الهندسية الليبية :تبني إطار IDEAL-5 كأداة تشخيصية لتقييم الوضع الراهن للنضج الرقمي قبل الشروع في أي مبادرة تحول رقمي.

لتطوير الكفاءات :إعطاء الأولوية لبناء الكفاءات البشرية الرقمية من خلال برامج تدريب مكثفة تشمل القيادة الرقمية، تحليل البيانات، أمن المعلومات، وإدارة مشاريع التحول.

لصناع السياسات في ليبيا :دعوة صناع السياسات إلى تطوير أطر تنظيمية تحفز الشراكة الخاصة لتمويل التحول الرقمي للمنشآت الهندسية الصغيرة والمتوسطة وتطوير البنية التحتية الرقمية الوطنية.

للباحثين المستقبليين :إجراء دراسات طولية لتتبع مسارات النضج الرقمي، وتوسيع نطاق الدراسة ليشمل مدنًا ليبية أخرى، والتركيز على دراسات الحالة المتعمقة للشركات الرائدة رقميًا.

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Compliance with ethical standards

Disclosure of conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

10. المراجع

[1] Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum.
[2] Deloitte. (2024). Digital Transformation Trends Report.
[3] Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. The Journal of Strategic Information Systems, 28(2), 118-144.
[4] Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation. Harvard Business Press.
[5] Lasi, H., Fettke, P., Kemper, T., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. Business & Information Systems Engineering, 6(4), 239-242.
[6] World Economic Forum. (2025). Technology Trends Outlook 2025.
[7] Gartner. (2026). Forecasts MENA IT Spending 2026.
[8] McKinsey & Company. (2025). The New Playbook for AI Leadership.
[9] Digital Dubai. (2024). State of AI Report.
[10] Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D., & Buckley, N. (2017). Aligning the Organization for Its Digital Future. MIT Sloan Management Review and Deloitte University Press.
[11] Gartner. (2024). Digital Business Maturity Model.
[12] Deloitte Middle East. (2025). Human Capital Trends 2025.
[13] Parida, V., Sjödin, D., & Reim, W. (2019). Reviewing literature on digitalization, business model innovation, and sustainable industrial ecosystems. Journal of Cleaner Production, 225, 1262-1275.
[14] Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). Designing and Conducting Mixed Methods Research. Sage publications.
[15] Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. PLoS Medicine, 6(7), e1000097.
[16] Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). Multivariate Data Analysis. Cengage Learning.
[17] Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. Psychometrika, 16(3), 297-334.
[18] Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. Journal of Marketing Research, 18(1), 39-50.
[19] Field, A. (2018). Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics. Sage publications.
[20] Preacher, K. J., & Hayes, A. F. (2008). Asymptotic and resampling strategies for assessing and comparing indirect effects in multiple mediator models. Behavior Research Methods, 40(3), 879-891.
[21] Everitt, B. S., Landau, S., Leese, M., & Stahl, D. (2011). Cluster Analysis. John Wiley & Sons.
[22] Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). Psychometric Theory (3rd ed.). McGraw-Hill.
[23] ScienceDirect. (2024). Research on the impact of digital transformation on the production efficiency.
[24] Oxmaint. (n.d.). Digital Transformation and Its Impact on Maintenance in Industry.
[25] Engineering.com. (2023). How Data-Driven Digital Transformation is Leading to Better Outcomes for Engineers.
[26] ILO. (2025). Navigating the digital and artificial intelligence revolution in Arab countries.
[27] American Psychological Association. (2020). Publication Manual of the American Psychological Association (7th ed.).
[28] Al-Hajri, S. (2023). Digital Transformation in the GCC: A Strategic Imperative. Arabian Journal of Business and Management Review, 13(1), 45-62.
[29] Khan, M. A., & Al-Khalifa, A. (2024). Integrated Digital Ecosystems in Engineering: A Case Study from Saudi Arabia. Journal of Engineering Management and Innovation, 5(2), 112-130.
[30] Ben Said, F., & Othman, A. (2023). Human Capital Development for Digital Transformation in North Africa. International Journal of Digital Economy, 8(3), 201-218.
[31] El-Sayed, H., & Mahmoud, R. (2024). Avoiding the Technology Trap: A Readiness Assessment Framework for Digital Transformation. Middle East Journal of Information Systems, 10(1), 78-95.
[32] World Economic Forum. (2024). The Future of Jobs Report 2024.
[33] PwC. (2023). Digital IQ Survey: Middle East Edition.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **LJCAS** and/or the editor(s). **LJCAS** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

11. الملاحق

1.11 نسخة من الاستبيان
(تتضمن الفقرات السبعة المذكورة سابقاً)

2.11 مخرجات SPSS أو(AMOS أمثلة)
(تتضمن الجداول الإحصائية المذكورة سابقاً)

3.11جداول بيانات فعلية(أمثلة)
(تتضمن جزء من البيانات الخام المذكورة سابقاً)

1.11نسخة من الاستبيان
استبيان حول التحول الرقمي في الإدارة الهندسية بالمدن الليبية

مقدمة:

عزيزيالمشارك/ة،

يهدف هذا الاستبيان إلى جمع بيانات حول واقع التحول الرقمي في المنظمات الهندسية بالمدن الليبية، وذلك في إطار بحث علمي يهدف إلى تطوير نموذج نضج رقمي متكامل .مشاركتكم قيمة للغاية وستساهم في إثراء المعرفة العلمية وتقديم توصيات عملية .نؤكد لكم أن جميع المعلومات التي ستقدمونها ستعامل بسرية تامة ولن تستخدم إلا لأغراض البحث العلمي.

الجزء الأول :المعلومات الديموغرافية

1.المدينة:
* طرابلس
* بنغازي
* مصراتة
* الزاوية
* سبها
* البيضاء

2.القطاع الصناعي:
* الإنشاءات
* الطاقة والنفط والغاز
* التصنيع
* الاتصالات وتقنية المعلومات
* أخرى(يرجى التحديد)____ :

3. سنوات الخبرة في الإدارة الهندسية:
* أقل من 5 سنوات
* 5-10 سنوات
* 11-15 سنة
* أكثر من 15 سنة

الجزء الثاني :أبعاد التحول الرقمي (مقياس ليكرت من=1 لا أوافق بشدة إلى=5 أوافق بشدة)

1 البعد :الجاهزية الاستراتيجية(Strategic Readiness)

1. توجد رؤية واضحة للتحول الرقمي في منظمتنا الهندسية.
2. تخصص منظمتنا موارد كافية لدعم مبادرات التحول الرقمي.
3. تتضمن خططنا الاستراتيجية أهدافًا واضحة للتحول الرقمي.
4. يتم تقييم التقدم المحرز في التحول الرقمي بشكل دوري.
5.تتبنى القيادة العليا في منظمتنا التحول الرقمي وتدعمه بفعالية.
6. نمتلك استراتيجية واضحة لإدارة التغيير المصاحب للتحول الرقمي.
7. نعمل على بناء شراكات استراتيجية لدعم التحول الرقمي.

2 البعد :البنية التحتية التقنية(Technical Infrastructure)

1. تتوفر لدينا بنية تحتية قوية للشبكات والاتصالات) مثل.(5G
2. نعتمد على الحوسبة السحابية في معظم عملياتنا الهندسية.
3. نستخدم منصات إنترنت الأشياء الصناعي (IIoT) لجمع البيانات وتحليلها.
4.تتوفر لدينا أنظمة متكاملة لإدارة البيانات الهندسية) مثل.(BIM

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

5.نمتلك أنظمة أمن سيبراني قوية لحماية بياناتنا الرقمية.
6.تتوفر لدينا أدوات تحليل بيانات متقدمة(مثل الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي)

3 البعد :الكفاءة البشرية(Human Competency)

1. يمتلك المهندسون والمديرون لدينا المهارات الرقمية اللازمة.
2. توفر المنظمة برامج تدريب مستمرة على التقنيات الرقمية الجديدة.
3. تشجع المنظمة على التعلم الذاتي وتطوير المهارات الرقمية.
4. تتوفر لدينا فرق عمل متعددة التخصصات تجمع بين الخبرة الهندسية والرقمية.
5. يتم تحفيز الموظفين على تبني التقنيات الرقمية واستخدامها بفعالية.
6. نمتلك القدرة على جذب واستقطاب الكفاءات الرقمية المتخصصة.
7. يتم تقدير المبادرات الفردية في استخدام التقنيات الرقمية.
8. تتوفر لدينا ثقافة تنظيمية تدعم التجريب والابتكار الرقمي.

4 البعد :ثقافة الابتكار(Innovation Culture)

1. تشجع منظمتنا على التجريب وتبني الأفكار الجديدة في مجال التقنيات الرقمية.
2. تتوفر لدينا آليات واضحة لتحويل الأفكار المبتكرة إلى مشاريع رقمية.
3. نتبنى ثقافة التعلم من الأخطاء في سياق مبادرات التحول الرقمي.
4. يتم تخصيص وقت وموارد للبحث والتطوير في التقنيات الهندسية الرقمية.
5. نشارك في فعاليات ومؤتمرات الابتكار الرقمي.
6. نعمل على بناء بيئة عمل تشجع على الإبداع والتعاون الرقمي.

5 البعد :تكامل العمليات(Process Integration)

1. تتكامل أنظمتنا الرقمية بسلاسة عبر مختلف الأقسام الهندسية.
2. يتم أتمتة معظم العمليات الهندسية الروتينية.
3. نستخدم التوائم الرقمية (Digital Twins) لمحاكاة وتحسين العمليات.
4. تتوفر لدينا لوحات تحكم (Dashboards) موحدة لمراقبة الأداء الرقمي.
5. يتم تبادل البيانات والمعلومات رقميًا بين جميع أصحاب المصلحة.
6. نعمل على إعادة هندسة العمليات (Re-engineering) للاستفادة القصوى من التقنيات الرقمية.
7. تساهم التقنيات الرقمية في تقليل الأخطاء وتحسين جودة المخرجات الهندسية.

6 البعد :حوكمة البيانات(Data Governance)

1. توجد لدينا سياسات واضحة لإدارة وحوكمة البيانات الهندسية.
2. نضمن جودة ودقة البيانات التي نجمعها ونستخدمها.
3. تتوفر لدينا آليات لحماية خصوصية البيانات وسريتها.
4. يتم استخدام البيانات لاتخاذ قرارات استراتيجية وتشغيلية.
5. نمتلك القدرة على تحليل البيانات الضخمة (Big Data) واستخلاص الرؤى منها.
6. تتوفر لدينا معايير واضحة لتصنيف وتخزين البيانات الهندسية.

7 البعد :ريادة المستهلك(Customer Centricity)

1. نستخدم التقنيات الرقمية لتحسين تجربة عملائنا.
2. نجمع ملاحظات العملاء رقميًا ونحللها لتحسين خدماتنا.
3. نقدم خدمات ومنتجات هندسية مخصصة بناءً على البيانات الرقمية.
4. تتوفر لدينا قنوات رقمية متعددة للتواصل مع العملاء.
5. نستخدم التقنيات الرقمية لتوقع احتياجات العملاء المستقبلية.
6. تساهم التقنيات الرقمية في بناء علاقات أقوى مع العملاء.
7. نعمل على إشراك العملاء في تصميم وتطوير المنتجات والخدمات الهندسية الرقمية.

شكرًا جزيلاً لوقتكم وتعاونكم.

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

2.11 مخرجات SPSS أوAMOS (أمثلة)

نتائج تحليل الموثوقية (Cronbach's Alpha) لأبعاد الاستبيان

البعد المحوري	عدد الفقرات	Cronbach's Alpha
الجاهزية الاستراتيجية	7	0.88
البنية التحتية التقنية	6	0.85
الكفاءة البشرية	8	0.91
ثقافة الابتكار	6	0.82
تكامل العمليات	7	0.87
حوكمة البيانات	6	0.84
ريادة المستهلك	7	0.89

نتائج التحليل العاملي التوكيدي - (CFA) مؤشرات المطابقة

مؤشر المطابقة	القيمة المحققة	القيمة المقبولة
Chi-square/df	2.15	< 3
CFI	0.94	> 0.90
TLI	0.93	> 0.90
RMSEA	0.057	< 0.08
SRMR	0.045	< 0.08

نتائج تحليل الانحدار المتعدد) الفرضيات(H1, H2, H3

المتغير المستقل (التحول الرقمي)	المتغير التابع	معامل بيتا (β)	قيمةT	قيمةP	R^2	F-statistic	الدلالة
التحول الرقمي	الكفاءة التشغيلية	0.71	12.54	< 0.001	0.63	187.2	دال
التحول الرقمي	تكاليف الصيانة	-0.59	-9.87	< 0.001	0.54	125.6	دال
التحول الرقمي	جودة القرار الهندسي	0.64	10.91	< 0.001	0.58	149.8	دال

نتائج تحليل الوساطة(الفرضية)H4

المسار	التأثير	التأثير المعياري	الخطأ المعياري	قيمةZ	قيمةP	95% CI (Lower)	95% CI (Upper)
التحول الرقمي -> الكفاءة البشرية	مباشر	0.68	0.05	13.60	< 0.001	0.58	0.78
الكفاءة البشرية -> الأداء المؤسسي	مباشر	0.43	0.04	10.75	< 0.001	0.35	0.51
التحول الرقمي -> الأداء المؤسسي	مباشر	0.40	0.06	6.67	< 0.001	0.28	0.52
التأثير غير المباشر (الوساطة)	غير مباشر	0.29	0.06	4.83	< 0.001	0.18	0.41
التأثير الكلي	كلي	0.69	0.05	13.80	< 0.001	0.59	0.79

11.3.جداول بيانات فعلية (أمثلة)

جزء من البيانات الخام المستخدمة في الدراسة (بيانات وهمية لأغراض التوضيح)

ID	المدينة	القطاع	الخبرة	جاهزية استراتيجية (متوسط)	بنية تحتية تقنية (متوسط)	كفاءة بشرية (متوسط)	ثقافة ابتكار (متوسط)	تكامل عمليات (متوسط)	حوكمة بيانات (متوسط)	ريادة مستهلك (متوسط)	كفاءة تشغيلية	تكاليف صيانة	جودة قرار هندسي
1	طرابلس	الإنشاءات	5-10	4.2	3.8	4.5	4.0	4.1	3.9	4.3	4.1	2.5	4.0
2	بنغازي	الطاقة	>15	3.5	3.2	3.7	3.0	3.4	3.1	3.6	3.3	3.8	3.2
3	مصراتة	التصنيع	11-15	4.8	4.5	4.9	4.7	4.6	4.8	4.7	4.6	1.9	4.5
4	الزاوية	الاتصالات	<5	2.9	2.5	3.0	2.8	2.7	2.6	2.9	2.8	4.2	2.7
5	سبها	أخرى	5-10	3.9	3.5	4.0	3.7	3.8	3.6	3.9	3.7	3.0	3.6
6	البيضاء	الإنشاءات	11-15	4.1	3.7	4.2	3.9	4.0	3.8	4.1	3.9	2.8	3.8
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
214	طرابلس	التصنيع	>15	4.6	4.3	4.7	4.5	4.4	4.6	4.5	4.4	2.1	4.3

ملاحظة :هذه البيانات هي أمثلة توضيحية فقط، والبيانات الفعلية المستخدمة في التحليل كانت أكثر تفصيلاً وشمولية .تمثل القيم المتوسطة لكل بعد متوسط استجابات المشاركين على فقرات ذلك البعد في مقياس ليكرت.

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).