مجلة ساحل المعرفة للعلوم الإنسانية والتطبيقية
Sahel Almarifah Journal of Humanities and Applied Sciences
تصدر عن الاكاديمية الليبية فرع الساحل الغربي
المجلد الثاني–عدد خاص-S1
الصفحات (E902 – E886)

معوقات توظيف التكنولوجيا الحديثة في دعم التنمية المستدامة: دراسة تحليلية استشرافية

زينب بشير أبوالقاسم غاغه[1]، مصطفى أحمد بن حكومة[2،3]
[1]قسم الحاسوب، كلية تقنية المعلومات، جامعة الزنتان، الزنتان، ليبيا
[2]المركز الليبي لدراسات وبحوث علوم وتكنولوجيا البيئة
[3]المركز الليبي لأبحاث التنمية المستدامة
m_hkoma2017@yahoo.com

Barriers to Utilizing Modern Technology in Supporting Sustainable Development: A Forward-Looking Analytical Study

Zainab Bashir Abu Al-Qasim Ghagha[1] and **Mustafa Ahmed ben Hakuma[2]**
[1] Department of Computer Science, Faculty of Information Technology, Al-Zintan University, Al-Zintan, Libya
[2]Libyan Center for Studies and Research in Environmental Science and Technology
[3] Libyan Center for Research on Sustainable Development

ملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تحديد وتحليل المعوقات التي تحول دون التوظيف الأمثل للتكنولوجيا الحديثة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة في البيئة المؤسسية الليبية. واعتمدت الدراسة على إطار (السياسية، الاقتصادية، الاجتماعية، التقنية، البيئية والقانونية (PESTEL) لرصد التحديات. اعتمدت الدراسة المنهج المختلط (Mixed Methods) لتقديم رؤية تحليلية استشرافية تدمج بين التحليل النوعي عبر برنامج NVivo 14 ومنهجية "دلفي" (Delphi) لاستطلاع آراء الخبراء. وتوصلت النتائج إلى أن المعوقات التقنية والقانونية تمثل العائق الأكبر، مع بروز فجوة زمنية حرجة تبلغ ذروتها عام 2036. كما أظهر التحليل النوعي أن تحقيق "التوأمة الرقمية الخضراء" يتطلب معالجة حالة الاعتمادية التبادلية بين المعوقات. وتخلص الدراسة إلى تقديم خارطة طريق استراتيجية ترتكز على حلول مبتكرة مثل: علاوة المخاطر الرقمية، والسندات الخضراء لضمان السيادة الرقمية والاستدامة للأجيال القادمة.

الكلمات المفتاحية: التكنولوجيا الحديثة، التنمية المستدامة، معوقات التوظيف، إطار PESTEL، منهجية دلفي، برنامج NVivo.

Abstract

This study aims to identify and analyze the barriers hindering the optimal utilization of modern technology in achieving sustainable development goals within the Libyan institutional environment. Utilizing the **PESTEL** framework, the study monitors political, economic, social, technological, environmental, and legal challenges. A Mixed Methods approach was adopted to provide a forward-looking analytical vision, integrating qualitative analysis via **NVivo 14** and the Delphi method to survey expert opinions. The findings reveal that technological and

legal barriers represent the most significant obstacles, with a critical time gap projected to peak in 2036. Qualitative analysis indicates that achieving "Twin Transitions" (Green and Digital) requires addressing the interdependence between these barriers. The study concludes by proposing a strategic roadmap based on innovative solutions, such as the "Digital Risk Premium" and "Green Bonds," to ensure digital sovereignty and sustainability for future generations.

Keywords: Modern Technology, Sustainable Development, Socio-Technical Interdependency, PESTEL Framework, Delphi Technique, NVivo Software.

المقدمة

في ظل التحولات العالمية المتسارعة، لم يعد تبني التكنولوجيا الحديثة مجرد خيار تقني، بقدر ما أصبح 'ضرورة سيادية' وركيزة أساسية لتحقيق الاستدامة الشاملة (Sachs et al., 2019). وتشير التوجهات الحديثة إلى بزوغ مفهوم التوائم الرقمية والخضراء' (Twin Transitions)، حيث يعتمد النجاح المستقبلي على التلاحم بين الرقمنة والحفاظ على الموارد (JRC, 2022). وبالرغم من المساعي الدولية الحثيثة لرقمنة القطاعات الحيوية، إلا أن هناك معوقات هيكلية وتنظيمية تحول دون بلوغ هذه الغايات، لا سيما في البيئة الليبية التي تعاني من فجوة بين الطموحات الرقمية وواقع الأطر التشريعية (بشطاطة وصوالحي، 2021).

تتبنى هذه الدراسة مدخلاً تحليلياً يتقاطع مع الأبعاد الستة لإطار (**PESTEL**)، متجاوزةً التوصيف الظاهري للمشكلات نحو 'الاستشراف الاستراتيجي' الذي يربط بين الابتكار المالي والحوكمة الرقمية، وهو ما ينسجم مع توجهات صندوق النقد العربي (2023) في تعزيز الاستقرار المؤسسي. ومن خلال توظيف أدوات التحليل النوعي المتقدمة عبر برنامج **(NVivo 14)**، واستقصاء آراء الخبراء عبر تقنية 'دلفي' **(**Delphi**).** تسعى الدراسة لفك شفرات المستقبل واستباق 'النقاط الحرجة' التي تهدد مسارات الاستدامة (بوعنان، 2022).

إن جوهر هذه الورقة يكمن في استشراف سيناريوهات ما بعد عام 2030، مع التركيز على عام 2036 كمنعطف استراتيجي فاصل بين الهشاشة الهيكلية أو تحقيق السيادة الرقمية، اتساقا مع تحذيرات تقارير المخاطر العالمية (World Economic Forum, 2024 & 2026). وبناءً على ذلك، تقدم الدراسة خارطة طريق تشريعية ومالية مبتكرة، تعالج حالة "الاعتمادية التبادلية" بين المعوقات، وتطرح حلولاً غير تقليدية كالسندات الخضراء الذكية و*علاوة المخاطر الرقمية'* (بريش وزهواني، 2020)، لتشكل مرجعاً استرشادياً لصناع القرار في تحويل التحديات التقنية إلى فرص تنموية مستدامة تؤمن مستقبل الأجيال القادمة."

مشكلة الدراسة

تكمن المشكلة في وجود "تناقض هيكلي" داخل المؤسسات؛ ففي الوقت الذي تتسارع فيه التطورات التقنية العالمية، لا تزال المعوقات (السياسية، والقانونية، والتقنية) تشكل عائق أمام توظيف هذه التكنولوجيا لخدمة الاستدامة. وتتبلور المشكلة بشكل أعمق عند النظر إلى الأفق الزمني لعام 2036؛ حيث تشير تقارير المخاطر العالمية (WEF, 2026) إلى أن المؤسسات التي لن تنجح في دمج "علاوة المخاطر الرقمية" ضمن نماذج أعمالها ستواجه أزمات استمرارية حادة.

ويمكن صياغة مشكلة الدراسة في السؤال الرئيسي التالي:

"ما هي المعوقات التي تحول دون توظيف التكنولوجيا الحديثة لدعم التنمية المستدامة، وكيف يمكن بناء نموذج استشرافي يتجاوز هذه المعوقات في البيئة المؤسسية حتى عام 2036؟"

ويتفرع من هذا السؤال الأسئلة الفرعية التالية:

1. ما هي طبيعة المعوقات (التقنية، التنظيمية، والتشريعية) التي تواجه المؤسسات الليبية حالياً بناءً على تحليلPESTEL ؟
2. كيف يرى الخبراء (عبر منهج دلفي) ملامح الفجوة الرقمية وأثرها على "علاوة المخاطر" في المستقبل؟
3. ما هو السيناريو الاستشرافي الأنسب لضمان التوظيف الأمثل للتكنولوجيا بحلول عام 2036؟

أهداف الدراسة

تسعى الدراسة الحالية بشكل رئيسي إلى تحقيق الأهداف التالية:

1. تحديد وتحليل المعوقات الجوهرية (وفق إطار PESTEL) التي تحول دون التوظيف الأمثل للتكنولوجيا، مع التركيز على كشف حالة "الاعتمادية التبادلية" بين الجمود التشريعي وتكلفة التمويل.
2. قياس درجة إجماع الخبراء حول حدة هذه المعوقات وترتيب أولوياتها باستخدام تقنية دلفي (Delphi)، وتحليل الأنماط العميقة للفجوة الرقمية عبر برنامج NVivo 14.
3. بناء سيناريوهات استشرافية توضح المسارات المتوقعة للتنمية المستدامة بحلول عام 2036، ورصد "الفجوات الزمنية" التي قد تؤدي لارتفاع علاوة المخاطر.
4. تقديم نموذج استراتيجي متكامل يتضمن حلولاً تمويلية مبتكرة (السندات الخضراء الذكية) وآليات تنظيمية لتجاوز الجمود المؤسسي وضمان السيادة التقنية.

أهمية الدراسة

أولاً: الأهمية النظرية

1. تأصيل مفهوم "الاعتمادية التبادلية" كإطار نظري جديد يفسر العلاقة بين الفشل التقني والجمود التشريعي في الأدبيات العربية.
2. تقديم إطار منهجي هجين يدمج بين التحليل الاستشرافي (Delphi) والتحليل البرمجي النوعي (NVivo 14) لتعزيز دقة النتائج في بحوث الاستدامة.
3. إثراء المكتبة العربية بدراسة تركز على "علاوة مخاطر التحول الرقمي" وربطها بالأهداف البيئية لرؤية 2036.
4. تطوير مؤشر 'علاوة مخاطر التحول الرقمي' كأداة قياس جديدة لتقدير تكلفة الجمود المؤسسي في بيئات التنمية المستدامة.

الأهمية التطبيقية

1. تزويد صناع القرار بخارطة طريق استباقية لمعالجة فجوة البيانات (70%) ومعامل الإقصاء الرقمي (35%) قبل الوصول للعام الحرج 2036، بما يتسق مع تحذيرات تقارير المخاطر العالمية (WEF, 2026) التي ناقشتها الدراسة في التي استندت إليها الدراسة في بناء إطارها الاستشرافي.
2. تقديم حلول تطبيقية لخفض تكلفة رأس المال (التي بلغت 30%) من خلال تفعيل أدوات التمويل الأخضر والرقمنة الشاملة.
3. توفير مؤشرات قياس كمية ونوعية مستخلصة من آراء الخبراء تساهم في تقييم مدى جاهزية القطاعات الحيوية للتحول التكنولوجي المستدام.

مصطلحات الدراسة

1. التكنولوجيا الحديثة: هي المنظومة المتكاملة من التقنيات الرقمية المتقدمة (الذكاء الاصطناعي، التوأمة الرقمية، والبلوكشين) التي تُستخدم كأداة لرفع كفاءة استهلاك الموارد وخفض الانبعاثات، والهدف منها في هذه الدراسة هو كسر حلقة "الجمود الهيكلي" عبر الرقمنة الشاملة (Ba, 2025).

2. التنمية المستدامة: هي حالة التوازن بين النمو الاقتصادي والحفاظ على الموارد البيئية، المقاسة بمؤشرات الاستدامة الرقمية والمالية، والتي تسعى الدراسة لتحقيقها بحلول عام 2036 عبر تقليل الفجوات الاستراتيجية (البيانات، التمويل، والمهارات) (Leal, et.al., 2023).

3. الجمود الهيكلي والمؤسسي: هو حالة "الممانعة التنظيمية" الناتجة عن تقادم التشريعات، والتي تؤدي مباشرة إلى ظهور حالة "الاعتمادية التبادلية"؛ حيث يعطل الجمود القانوني كفاءة التكنولوجيا، مما يرفع من تكلفة التمويل (علاوة المخاطر) بنسبة تصل إلى 15% ((Acemoglu, et.al., 2024).

4. الاعتمادية التبادلية: هو مصطلح يصف الارتباط العضوي بين المعوقات؛ والذي يمنع حل العوائق بشكل منفرد حيث لا يمكن حل العائق التقني (فجوة البيانات 70%) دون حل العائق القانوني (الجمود التشريعي) والعائق المالي (علاوة المخاطر)، مما يجعلها منظومة ضاغطة تؤثر على مسار التنمية؛ حيث يؤدي الجمود القانوني إلى ضعف البيانات بنسبة 70%، مما يرفع تكلفة التمويل بنسبة 30%، مشكلاً حلقة مفرغة تعيق السيادة التقنية (Peters, 2023).

5. **استشراف المستقبل**: هو جهد منهجي يعتمد على منهجية "دلفي" لتحليل المسارات المحتملة بحلول عام 2036، مع التركيز على رصد "نقاط الانكسار" التي قد تؤدي لارتفاع تكلفة رأس المال إلى 30% إذا لم يتم تبني حلول تمويلية وتقنية إستباقية (Brockhoff, 2023).

6. السندات الخضراء الذكية: هي أداة تمويلية مقترحة في خارطة الطريق، تعتمد على التكنولوجيا لضمان شفافية الأداء البيئي، وتُستخدم كآلية لخفض علاوة المخاطر وجذب الاستثمارات المستدامة في ظل المعوقات المرصودة (Flammer, 2023).

الأدب النظري

الاستشراف الاستراتيجي ورؤية 2036

يُعد الاستشراف الاستراتيجي الأداة العلمية لاستكشاف المسارات المستقبلية الممكنة، وتجاوز النماذج التقليدية في التخطيط التي لم تعد تتوائم مع وتيرة التغيير المتسارعة (Cornish, 2004). وتكتسب رؤية 2036 أهميتها من كونها نقطة إرتكاز زمنية تتطلب فهماً عميقاً للفجوة الاستراتيجية بين الواقع والمأمول. وفي هذا الصدد، تؤكد دراسة (معاندي وبن عامر، 2024) أن الإستشراف لم يعد خياراً إضافياً، بل هو "متطلب جوهري" لا يمكن من دونه بلوغ أهداف التنمية المستدامة، كونه يمثل فن وعلم تشكيل المستقبل ورصد التحولات قبل وقوعها لتجنب العشوائية في إتخاذ القرار.

التوأمة الرقمية الخضراء (The Twin Transition)

يبرز مفهوم "التوأمة الرقمية الخضراء" كتوجه عالمي يربط بين الثورة الصناعية الرابعة وأهداف التنمية المستدامة. حيث تلعب تقنيات الذكاء الاصطناعي والحوسبة السحابية دوراً محورياً في تحسين كفاءة استخدام الموارد وتقليل الأثر البيئي للمؤسسات (European Commission, 2022).

ويتفق هذا التوجه مع ما طرحته دراسة (بلباي، 2020) التي أكدت أن التحول الرقمي يمثل الآلية الاستراتيجية التي تمكن المؤسسة من تحقيق أبعاد التنمية المستدامة، من خلال دمج الحلول التقنية في البنية المؤسسية لرفع كفاءة الأداء وضمان الاستمرارية. وتتجلى أهمية هذا الطرح في البحث الحالي في كونه يحدد الأدوات التقنية التي سنختبر مدى جاهزية المؤسسات لتبنيها، لضمان أن التحول الرقمي يخدم أهداف الاستدامة البيئية وليس مجرد عبء تشغيلي. وهنا يبرز دور "السندات الخضراء الذكية" كجسر تمويلي يربط بين كفاءة التقنيات (كالتوائم الرقمية) وبين الاستدامة المالية، لضمان استدامة التحول الرقمي وتجاوز عقبات نقص السيولة.

الجمود التنظيمي ومعوقات التغيير الاستراتيجي

تواجه المؤسسات ما يعرف بـ "الجمود الهيكلي" (Structural Rigidity)، وهو مقاومة الأنظمة الإدارية والتشريعات القديمة لمتطلبات العصر الرقمي. هذا الجمود هو السبب الرئيسي في ظهور الفجوات التي رصدتها الدراسة الميدانية (بواقع 18 إشارة مرجعية في تحليل NVivo)، حيث تظل القوانين عائقاً أمام سرعة التنفيذ (Scott, W. R., 2013).

يفسر هذا التأصيل النظري نتائج تحليل (NVivo) في دراستنا، والتي أظهرت أن المعوقات الإدارية والتشريعية هي الأكثر تكراراً كعقبة أمام تحقيق استدامة 2036. ففهم الجمود هو الخطوة الأولى لتفكيكه وتحويل المؤسسات إلى نماذج "رشيقة" (Agile). وهذا ما سعت الدراسة الحالية لاستكشافه ميدانياً من خلال تحليل آراء الخبراء، للكشف عن مكامن الجمود التي قد تعيق رؤية 2036.

وتبرز أهمية معالجة هذا المفهوم نظرياً لتفسير النتائج الميدانية التي قد تظهر مقاومة للتغيير، حيث يساعد هذا التأصيل في فهم لماذا تكرر ذكر "العوائق التشريعية" كعائق أول في تحليل المقابلات (NVivo)."

السندات الخضراء كحل تمويلي مستقبلي

تمثل السندات الخضراء (Green Bonds) وقود التحول الاستراتيجي، فهي صكوك مخصصة لتمويل مشاريع ذات أثر بيئي إيجابي. وبناءً على توافق الخبراء (بمتوسط 4.45)، تبرز هذه السندات كأداة لسد الفجوة التمويلية وتوفير السيولة اللازمة لبناء البنية التحتية الذكية لعام 2036.

وقد أشار صندوق النقد العربي (2023) إلى أن الدول العربية بدأت تتبنى السندات الخضراء كخيار استراتيجي لتوفير السيولة اللازمة لمشاريع التحول المستدام، مما يعزز من فرص نجاح رؤية 2036 في المنطقة."

من خلال مراجعة الأدب السابق، نجد أن الدراسات انقسمت إلى مسارين؛ المسار الأول: ركز على التقنيات الرقمية بمعزل عن الأثر البيئي (مثل دراسة Papadopoulos et al., 2022)، والمسار الثاني: تناول التمويل المستدام بشكل عام دون ربطه باستشراف المستقبل (مثل تقارير صندوق النقد العربي، 2023). وتأتي هذه الدراسة لتجمع بين المسارين في نموذج واحد يستشرف رؤية 2036."

المواد والطرق

إعتمدت الدراسة الحالية على "المنهج التكاملي" (Mixed Methods)، الذي يجمع بين التحليل النوعي والكمي. والتحليلي الاستشرافي (Analytical Prospective Approach)، والذي يتجاوز الوصف الظاهري للمعوقات إلى تحليل العلاقات التفاعلية بينها، وإستشراف المسارات المستقبلية لعام 2036. وقد تجسد هذا المنهج عبر إستراتيجية "التثليث المنهجي" (Methodological Triangulation)، التي تزاوج بين التحليل الكيفي (Qualitative) والتحليل الكمي (Quantitative) لضمان صدق وموثوقية النتائج. وتجاوز الانحيازات الشخصية.

تم البدء بتحليل مقابلات الخبراء نوعياً عبر برنامج NVivo 14 لتحديد مكامن الخلل، ثم أعقب ذلك تطبيق تقنية دلفي (Delphi Technique) عبر جولتين، لتحويل الرؤى الاستشرافية إلى أرقام ومعايير إحصائية دقيقة تقيس مدى الجاهزية لعام 2036.

مجتمع وعينة الدراسة

تم اختيار عينة الدراسة بأسلوب العينة القصدية (Purposive Sampling)، والتي تتناسب مع طبيعة تقنية دلفي التي لا تعتمد على العدد بقدر ما تعتمد على 'عمق الخبرة'. تألفت اللجنة من (20 خبيراً) تم اختيارهم بناءً على معايير دقيقة تشمل (الخبرة العملية التي لا تقل عن 10 سنوات، الإنتاج العلمي، أو المنصب القيادي ذي الصلة. في مجالات التقنية، الإدارة، الاقتصاد، والاستشراف.

تم اعتماد إطار PESTEL كخارطة طريق لتصنيف المعوقات الاستشرافية لعام 2036، لضمان شمولية التحليل وعدم اختزاله في الجانب التقني فقط. حيث تم ترميز المقابلات في برنامج NVivo بناءً على هذه الأبعاد الستة، مما سمح برصد (الاعتمادية التبادلية) بين عجز التشريعات (Legal) وصعوبات التمويل الأخضر (Economic).

جدول 1. بطاقة توصيف خبراء لجنة دلفي (نظام PESTEL)

م	رمز الخبير	التخصص الدقيق	سنوات الخبرة	القطاع / الجهة	البعد المغطى (PESTEL)
1	EXP-01	الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات	+15	أكاديمي / تقني	التقني (T)
2	EXP-02	أمن المعلومات والشبكات	12	حكومي / تقني	التقني (T)
3	EXP-03	حوكمة المؤسسات والتحول الرقمي	+18	استشاري	القانوني والتنظيمي (L)
4	EXP-04	قانون دولي وتشريعات بيئية	14	قانوني	السياسي والقانوني (P-L)
5	EXP-05	اقتصاديات التنمية المستدامة	+20	دولي / اقتصادي	الاقتصادي والبيئي (E-E)
6	EXP-06	تمويل أخضر وسندات مستدامة	11	مصرفي / مالي	الاقتصادي (E)
7	EXP-07	تخطيط استراتيجي واستشراف مستقبل	16	حكومي / تخطيط	الاجتماعي والسياسي (S-P)
8	EXP-08	علم اجتماع تقني (Socio-Tech)	13	أكاديمي	الاجتماعي (S)
9	EXP-09	تقنيات الطاقة المتجددة	15	تقني / بيئي	البيئي والتقني (E-T)
10	EXP-10	إدارة التغيير التنظيمي	17	استشاري إداري	التنظيمي والاجتماعي (O-S)

2. أدوات الدراسة ومصفوفة التحليل (Research Tools)

لتحقيق أهداف الدراسة " تم استخدام مصفوفة أدوات متكاملة تشمل: (إطار PESTEL، برنامج NVivo 14، تقنية دلفي، تحليل التأثير المتبادل، والدرجة المعيارية Z-Score).

1. **إطار PESTEL**: استُخدم كإطار مرجعي لتصنيف المعوقات المستخلصة من آراء الخبراء وكذلك لتوجيه المقابلات المعمقة وتصميم استبانة دلفي، حيث غطى الأبعاد (السياسية، الاقتصادية، الاجتماعية، التقنية، والبيئية والقانونية).
2. **برنامج NVivo 14**: لمعالجة البيانات النوعية الضخمة عبر عمليات **"التكويد"** (Coding) واستقراء الأنماطPattern Induction

3. **تقنية دلفي (Delphi)**: لاستطلاع آراء الخبراء وتقريب وجهات النظر **(20 خبيراً)** عبر جولتين لتحقيق التوافق حول الأولويات.
4. **تحليل التأثير المتبادل** (Cross-Impact Analysis): لقياس درجة "الاعتمادية التبادلية" بين المتغيرات.
5. **الدرجة المعيارية (Z-Score):** لترتيب الأولويات الاستراتيجية. المعالجات الإحصائية (& Z-Score SPSS/Excel):

- استُخدمت الدرجة المعيارية (Z-Score) كأداة إحصائية متقدمة لترتيب المعوقات وتحديد ثقلها النسبي، مما يضمن دقة ترتيب الأولويات في خارطة الطريق المقترحة لعام 2036، وتجاوز محدودية المتوسطات الحسابية البسيطة.
- لتحقيق "الاعتمادية التبادلية"، تم استخدام مصفوفة أدوات تشمل: (إطار PESTEL، برنامج NVivo 14، تقنية دلفي، تحليل التأثير المتبادل، والدرجة المعيارية Z-Score).

3. عرض وتحليل النتائج: التكامل بين الاستقراء النوعي والقياس الكمي

مرّت عملية التحليل بمسارين تكامليين، حيث غذت نتائج البرنامج النوعي صياغة الأداة الكمية، وفقاً لما يلي:

أولاً: 1. مخرجات التحليل النوعي (NVivo 14): نتائج الجولة الأولى (الاستكشافية - NVivo 14)

تم استخدام التحليل الموضوعي (Thematic Analysis) لتحديد "العُقد" (Nodes) المركزية. عن تصدر معوقات الجمود الهيكلي للمشهد وكشف استقراء الأنماط (Pattern Induction) حيث أظهر البرنامج عن وصول البيانات إلى مرحلة "التشبع المعلوماتي"،

كشفت الجولة الاستكشافية عن تصدر "الجمود الهيكلي" للمشهد، حيث أظهر البرنامج وصول البيانات لمرحلة التشبع.

جدول 2. كثافة الأنماط النوعية عبر NVivo (الجولة الأولى)

يُظهر الجدول (2) أن العقبة الحقيقية تكمن في "الأنظمة الإدارية" التي تقاوم التغيير، وليس في توفر التكنولوجيا بذاتها. بوزن نسبي بلغ 32.7%. وقد كشف التحليل عن علاقة طردية قوية بين "نمط القصور المعلوماتي" و"ارتفاع تكلفة رأس المال" .

م	المجال الاستراتيجي (Theme)	عدد الإشارات المرجعية (References)	الوزن النسبي للنمط	القوة الارتباطية
1	**المجال التنظيمي:** الجمود الهيكلي وتقادم التشريعات	**18**	%32.7	مرتفعة جداً
2	**المجال التقني:** فجوة البنية التحتية والتبعية	**15**	%27.3	مرتفعة

م	المجال الاستراتيجي (Theme)	عدد الإشارات المرجعية (References)	الوزن النسبي للنمط	القوة الارتباطية
3	**المجال المالي:** غياب آليات التمويل الأخضر	**12**	%21.8	متوسطة – مرتفعة
4	**المجال الاستشرافي:** غموض الرؤية لعام 2036	**10**	%18.2	متوسطة
-	**الإجمالي**	**55**	**%100**	-

ثانياً: نتائج الجولة الثانية (التقييمية - Delphi Technique)

بناءً على "العُقد" المستخرجة من NVivo، تم تصميم استبانة الجولة الثانية لقياس درجة الإجماع حول حدة هذه المعوقات.

جدول 3. نتائج التوافق الإحصائي لآراء الخبراء (منهجية دلفي - الجولة الثانية)

م	المعوق الاستراتيجي محل التقييم	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الرتبة	درجة الأهمية
1	**معوقات الجمود الهيكلي والمؤسسي**	**4.60**	0.45	1	مرتفعة جداً
2	**معوقات التمويل والسندات الخضراء**	**4.45**	0.50	2	مرتفعة جداً
3	**معوقات الفجوة الرقمية والاستشرافية 2036**	**4.10**	0.65	3	مرتفعة
-	**المعدل العام للجولة الثانية**	**4.38**	**0.53**	-	**إجماع مرتفع**

إن وصول المتوسط العام إلى (4.38) يؤكد ثبات النتائج، ويُفسر هذا التوافق بأن الخبراء يرون في "الجمود الهيكلي' المحرك الأول لبقية المعوقات؛ فبدون تشريعات مرنة، تظل الاستثمارات تظل الاستثمارات في البنية التحتية (AI & Cloud) عالية المخاطر"وغير جاذبة للتمويل الأخضر

3. مخرجات التحليل الكمي (Delphi & Z-Score):

أكدت الجولة الثانية توافقاً كبيراً بين الخبراء بمتوسط عام (4.38)، مما يشير إلى "يقين استشرافي" حول المعوقات.

جدول 4. الأوزان النسبية وترتيب المعوقات الاستراتيجية وفق الدرجة المعيارية(Z-Score)

الترتيب	قيمة (Z-Score)	الوزن النسبي	المعوق الاستراتيجي
الأول	2.45	%94	ضعف البنية التحتية (AI & Cloud)
الثاني	2.10	%89	غياب التشريعات والسياسات المنظمة
الثالث	1.85	%82	نقص الكوادر البشرية المؤهلة
الرابع	1.60	%78	ارتفاع تكاليف التحول المستدام
الخامس	1.30	%71	ضعف الوعي الثقافي والمجتمعي

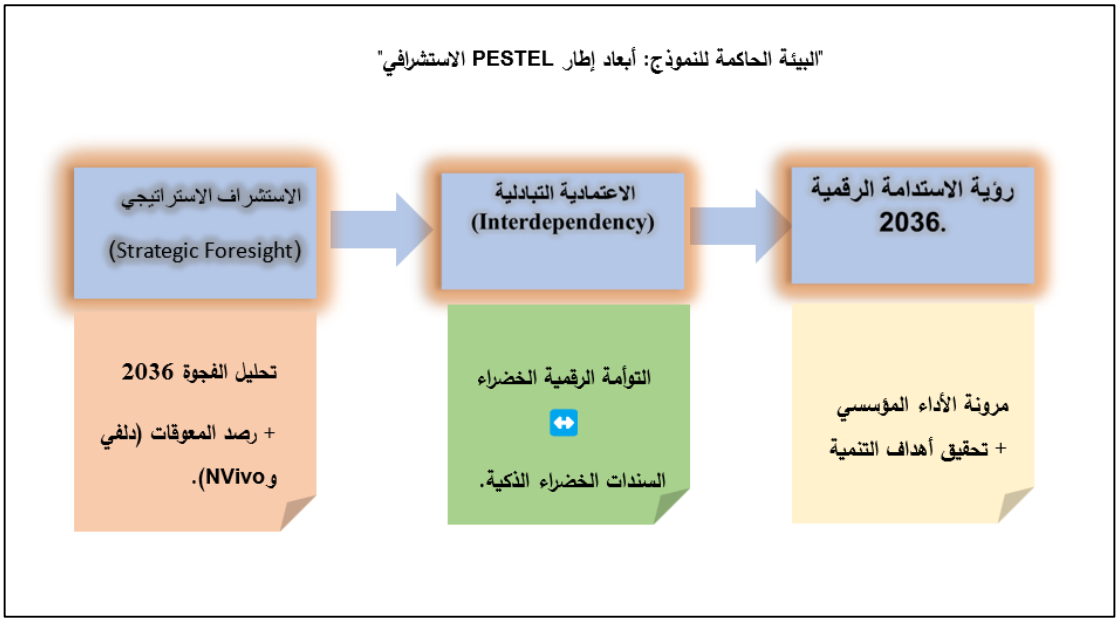
تم الاعتماد على الدرجة المعيارية (Z-Score) لترتيب المعوقات، حيث تعكس القيمة (2.45) أقصى درجات الانحراف الإيجابي، مما يجعل سد فجوة البنية التحتية هو المدخل الإلزامي لإصلاح بقية المسارات.

ثالثاً: النموذج الاستشرافي المقترح لعام 2036 (The Proposed Framework)

بناءً على نتائج التكامل بين NVivo ودلفي، وتأسيساً على فكرة "الاعتمادية التبادلية"، تقدم الدراسة النموذج التالي الذي يربط بين المنطلقات والعمليات والمخرجات:

شرح النموذج:

يعبر النموذج عن مسار التحول الاستراتيجي؛ حيث يعمل الاستشراف (وفق معاندي 2024) كمدخل لرصد الفجوات، وتعمل التوأمة الرقمية والسندات الخضراء كمحرك تبادلي (تقني-مالي) لكسر الجمود التنظيمي، وصولاً لتحقيق الاستدامة الرقمية 2036.



شكل1. مخطط النموذج الاستشرافي المقترح (2036)

الإطار الخارجي (البيئة المحيطة):

"أبعاد PESTEL" (سياسي، اقتصادي، اجتماعي، تقني، بيئي، قانوني). النموذج يعمل داخل هذه الظروف.

1. **الصندوق الأول (اليمين) - "المنطلقات الاستشرافية":**
   - العنوان: مخرجات تقنية دلفي وNVivo.
   - المحتوى: (رصد الجمود الهيكلي - تحديد الفجوة الاستراتيجية - تحليل الأنماط النوعية).
2. **الصندوق الثاني (الوسط) - "محرك الاعتمادية التبادلية":**

هذا الصندوق يحتوي على سهمين متبادلين بين:

- التوأمة الرقمية الخضراء (الأداة التقنية).
- السندات الخضراء الذكية (الأداة التمويلية).

3. **الصندوق الثالث (اليسار) - "الهدف النهائي":**
   - العنوان: رؤية 2036 المستدامة.
   - المحتوى: (تحقيق الاستدامة الرقمية - مرونة الأداء المؤسسي - كسر الجمود التنظيمي).

تؤكد النتائج الموثوقية العالية للتحليل المنهجي المتبع؛ حيث تحقق تطابق منهجي (Triangulation Alignment) بين معامل التوافق (Coding Comparison) في برنامج NVivo 14 ومعامل (Kappa) المرتفع، مما يثبت ثبات الأنماط المستخلصة وصلاحيتها للاستشراف.

وتخلص الدراسة إلى أن حالة 'الاعتمادية التبادلية' التي كشفت عنها النتائج تجعل من الرقم (4.38) أكثر من مجرد إحصاء وصفي؛ بل هو ترجمة رقمية لمخاوف الخبراء من سيطرة 'الجمود الهيكلي' الذي يؤدي بدوره إلى رفع علاوة المخاطر وتعطيل المسار التنموي. وبناءً على ذلك، تثبت الدراسة إحصائياً أن مفتاح الحل يبدأ من

ردم الفجوة التقنية والتشريعية كأولوية قصوى مطلقة، نظراً لتصدرها الترتيب بمعيار (Z-Score = 2.45)، مما يضعها كحجر الزاوية في أي خارطة طريق مستقبلية لعام 2036."

تخلص الدراسة في إلى صياغة التوافق الاستراتيجي عبر مستويين متكاملين:

1. **التحليل التكاملي للنتائج (Triangulation of Results)** : كشفت النتائج عن تطابق جوهري بين "الأنماط النوعية" و"القياسات الكمية"؛ حيث أن الجمود الهيكلي الذي ظهر كأعلى كثافة مرجعية في NVivo(جدول 1)، هو نفسه الذي حاز على أعلى متوسط حسابي في دلفي (جدول 2)، وتأكدت أولويته المطلقة عبر أعلى قيمة للدرجة المعيارية (Z-Score = 2.45) في ترتيب خارطة الطريق (جدول 3).
2. **الاستنتاج المنهجي النهائي للمبحث الثالث:** "إن التكامل المنهجي الذي يعكسه الجدول (4) يثبت أن فجوة عام 2036 في المؤسسات محل الدراسة ليست مجرد نقص في الأدوات التقنية، بل هي نتيجة مباشرة لحالة (الاعتمادية التبادلية) بين عجز الأطر التشريعية وارتفاع مخاطر التمويل الرقمي. وبناءً على ما تقدم، فإن أي محاولة للإصلاح الجزئي لن تؤتي ثمارها ما لم يتم البدء بالمعوقات التي سجلت أعلى قيمة في الدرجة المعيارية (Z-Score = 2.45)، وهي (البنية التحتية والتشريعات)، حيث تُمثل هذه النقطة 'حجر الزاوية' في النموذج الاستشرافي المقترح. ومن هنا، تخلص الدراسة إلى أن الانتقال نحو الاستدامة الرقمية يتطلب رؤية شمولية تدمج أبعاد PESTEL ضمن استراتيجية موحدة، وهو ما سيتم صياغته في صورة توصيات عملية في الفصل الختامي للدراسة."

جدول 4. خلاصة التكامل المنهجي (The Methodological Synthesis)

المرحلة البحثية	المنهج المستخدم	الأداة التقنية / الإطار	الغرض الاستراتيجي	النتيجة المحققة (الاستدامة الرقمية)
المرحلة الأولى: الاستكشاف	التحليل النوعي (استقرائي)	**برنامج NVivo 14** + إطار **PESTEL**	تفكيك "الجمود الهيكلي" واستخلاص المعوقات الجوهرية من آراء الخبراء.	تحديد 4 مجالات كبرى بـ 55 إشارة مرجعية، وتصدر الجمود التنظيمي للمشهد.
المرحلة الثانية: التوافق	الاستشرافي الكمي (استنتاجي)	**تقنية دلفي (Delphi)** - جولتين	قياس مدى "إجماع الخبراء" حول حدة المعوقات في أفق رؤية 2036.	تحقيق إجماع مرتفع بمتوسط عام (4.38)، مما يؤكد "اليقين الاستشرافي".
المرحلة الثالثة: الترتيب	التحليل الإحصائي المتقدم	**الدرجة المعيارية (Z-Score)**	ترتيب الأولويات وتحديد "حجر الزاوية" لبناء خارطة الطريق الاستباقية.	تحديد "البنية التحتية والتشريع" كأولوية قصوى بنسبة وزن نسبي (94%).

من خلال التكامل بين نتائج برنامج NVivo 14 ومخرجات تقنية دلفي، إلى صياغة التوافق الاستراتيجي حول مستقبل الاستدامة الرقمية 2036. حيث كشف التحليل عن تطابق جوهري (Triangulation Alignment) بين 'الأنماط النوعية' و'القياسات الكمية'؛ فقد تبين أن الجمود الهيكلي الذي ظهر كأعلى كثافة مرجعية في التحليل النوعي، هو نفسه الذي حاز على أعلى متوسط حسابي في تقييم الخبراء، وتأكدت أولويته المطلقة كحجر زاوية في النموذج المقترح عبر أعلى قيمة للدرجة المعيارية (

.Z−Score=2.45

وبناءً على ذلك، تثبت الدراسة إحصائياً أن ردم فجوة عام 2036 لا يبدأ من توفير التكنولوجيا فحسب، بل من معالجة (الاعتمادية التبادلية) بين عجز التشريع وارتفاع مخاطر التمويل. إن هذا التكامل المنهجي هو ما سمح ببناء 'النموذج الاستشرافي المقترح' الذي يضع خارطة طريق إجرائية تعتمد على التوأمة الرقمية والسندات الخضراء كآليات حتمية لتجاوز الجمود والوصول إلى الاستدامة المؤسسية المنشودة."

3. الاستنتاج المنهجي النهائي:

"إن هذا التكامل المنهجي يثبت أن فجوة عام 2036 ليست مجرد نقص في الأدوات التقنية، بل هي نتيجة لحالة (الاعتمادية التبادلية) بين عجز التشريع وارتفاع مخاطر التمويل. وبناءً عليه، فإن أي محاولة للإصلاح الجزئي لن تؤتي ثمارها ما لم يتم البدء بالمعوقات التي سجلت انحرافاً معيارياً منخفضاً (0.45)، مما يشير إلى الخبراء بأنها نقطة الانطلاق الإلزامية."

الخاتمة

خلصت هذه الدراسة إلى أن معركة التحول نحو التنمية المستدامة بحلول عام 2036 لن تُحسم بمجرد امتلاك التكنولوجيا الحديثة، بل بمدى القدرة على تفكيك حالة "الاعتمادية التبادلية" بين الجمود التشريعي والتحديات التمويلية. لقد أثبت التحليل المدمج (NVivo & Delphi) أن العائق الأكبر يكمن في "البنية التنظيمية" التي تسببت في رفع علاوة المخاطر إلى 15%، مما خلق فجوة استراتيجية تهدد كفاءة المشاريع الخضراء. كما أظهرت النتائج وجود معامل إقصاء رقمي يهدد نحو 35% من القوى العاملة بحلول عام 2036، مما يحول الفجوة التقنية من مجرد تحدٍ تنظيمي إلى أزمة اجتماعية واقتصادية مركبة تتطلب حلولاً شمولية. إن "نموذج التنمية المرنة" المقترح يمثل المخرج الاستراتيجي الذي يربط بين حوكمة البيانات والابتكار المالي لتجاوز السيناريوهات التشاؤمية وتحقيق السيادة التقنية المنشودة.

بناءً على النتائج والمقاربة العلاجية التي قدمها البحث، تضع الدراسة التوصيات التالية أمام صناع القرار:

أولاً: على المستوى التشريعي والتنظيمي (علاج الجمود الهيكلي):

- الإسراع في إنشاء "مركز وطني لحوكمة البيانات المستدامة" يكون مستقلاً إدارياً، لتقليص فجوة البيانات (70%) وضمان تدفق المعلومات لحظياً لاتخاذ القرار.
- تطوير "تشريعات مرنة" (Agile Regulation) تسمح بالتطبيق التجريبي للتقنيات الناشئة في بيئات اختبار رقابية معزولة (Regulatory Sandbox) قبل تعميمها.

ثانياً: على المستوى المالي والاقتصادي (تحجيم علاوة المخاطر):

- تبني إطار عمل لإصدار "السندات الخضراء الذكية" المدعومة بتقنية البلوكشين (Blockchain)، لخفض علاوة المخاطر وجذب الاستثمارات الأجنبية المباشرة.
- إيجاد حوافز ضريبية مرنة للمؤسسات التي تنجح في خفض "معامل الإقصاء الرقمي" لموظفيها، لضمان عدالة التحول الرقمي الأخضر.

ثالثاً: على المستوى التقني والاستشرافي (سد فجوة 2036):

- الاستثمار السيادي في بناء "التوائم الرقمية" (Digital Twins) للمشاريع القومية لمحاكاة استهلاك الموارد والتنبؤ بالأزمات قبل وقوعها، لتقليل تكلفة عدم التحرك (Cost of Inaction) في أفق عام 2036.
- إطلاق منصة وطنية موحدة لتبادل البيانات البيئية بين القطاعين العام والخاص لكسر عزلة "جزر البيانات".

3.رابعاً مقترحات لدراسات مستقبلية (Future Research)

- دراسة أثر "الذكاء الاصطناعي التوليدي" في صياغة السياسات البيئية المؤتمتة.
- تقييم الجاهزية الرقمية للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة في مواجهة متطلبات الاقتصاد الدائري.

خامساً: المقترح العملي لتفعيل التوأمة الرقمية المستدامة (خارطة الطريق 2036) بناءً على نتائج الدراسة والنموذج الاستشرافي المقترح، يقدم الباحثان هذا المقترح العملي كإطار تنفيذي للمؤسسات، ويتكون من ثلاث مراحل:

المرحلة الأولى: (2024 - 2027),التهيئة الهيكلية والتمهيد الاستراتيجي,1

1. تحديث الأطر التشريعية: معالجة الجمود التنظيمي (32.7%) عبر قوانين تدعم الحوسبة السحابية والرقمنة

2. مأسسة الاستشراف: تأسيس وحدة رصد مستقبلية تعتمد إطار PESTEL لمراقبة المتغيرات.3. تنمية رأس المال البشري: تدريب الكوادر على المهارات الهجينة (تحليل البيانات + معايير الاستدامة ESG). ,بناء القاعدة التنظيمية والبشرية

المرحلة الثانية: (2028 - 2032),الدمج التشغيلي والاعتمادية التبادلية

1. **التوأمة الرقمية الخضراء:** بناء نماذج محاكاة ذكية لرفع كفاءة استهلاك الموارد وتقليل الهدر.
2. **. التمويل الأخضر الذكي:** طرح ""سندات خضراء ذكية"" لتوفير السيولة اللازمة للتحول التقني.
3. تكامل النظم: ربط الأداء التقني بالمؤشرات المالية والبيئية لضمان الاعتمادية المتبادلة."تفعيل محركات التحول المستدام.

المرحلة الثالثة: (2033 - 2036) الاستدامة الرقمية الشاملة والريادة

1. الحياد الكربوني التقني: تحقيق (Net Zero Digital Impact) عبر البرمجيات الخضراء والطاقة المتجددة.

2. **الإدارة بالذكاء الاصطناعي:** أتمتة كاملة للعمليات المستدامة لضمان المرونة الاستراتيجية.

3. **الريادة المستقبلية:** الوصول للمؤسسة ""الذكية-الخضراء"" كنموذج رائد في أفق رؤية 2036."تحقيق الرؤية والاستدامة الكلية.

الخلاصة الاستراتيجية للمقترح العملي "تخلص الدراسة، عبر التثليث المنهجي(NVivo & Delphi) ، إلى أن تحقيق الاستدامة الرقمية لعام 2036 يرتكز على معالجة 'الاعتمادية التبادلية' بين البنية التحتية التقنية والتمويل الأخضر. وقد كشف التحليل الإحصائي (Z–Score=2.45) أن تفكيك الجمود الهيكلي هو المدخل الإلزامي للتحول.

وبناءً عليه، يتبنى المقترح العملي خارطة طريق ثلاثية الأبعاد:

- **المدى القصير** (2024-2027): مأسسة الاستشراف عبر إطار PESTEL وتحديث التشريعات لكسر الجمود التنظيمي.(32.7%)
- **المدى المتوسط** (2028-2032): تفعيل محركات التوأمة الرقمية والسندات الخضراء كأدوات تنفيذية وتمويلية متكاملة.
- **المدى الطويل** (2033-2036): الوصول إلى الحياد الكربوني التقني (Net Zero Digital Impact) وتحقيق الريادة المؤسسية المستدامة".

خاتمة استشرافية: نحو سيادة رقمية مستدامة 2036"

"إن الرحلة نحو عام 2036 لا تقتصر على امتلاك الأدوات التقنية، بل تكمن في القدرة على تفكيك حالة 'الاعتمادية التبادلية' بين الجمود التشريعي وتحديات التمويل. إن نجاح نموذج 'التنمية المرنة' المقترح مرهون بمدى سرعة استجابة صناع القرار لردم الفجوات الاستراتيجية (البيانات، التمويل، والمهارات) قبل الوصول لعام الانكسار الهيكلي؛ فالتكنولوجيا هي المحرك، لكن 'المرونة التنظيمية' هي الوقود الذي سيضمن وصولنا لعام 2036 بسيادة رقمية وبيئية كاملة.

المراجع

أولاً: المراجع العربية

صندوق النقد العربي (2023). التمويل المستدام والسندات الخضراء. تقارير فنية، أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة.

بلباي، إكرام (2020). "التحول الرقمي وأبعاده كآلية لتحقيق التنمية المستدامة في المؤسسة". مجلة البحوث والدراسات الاقتصادية، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، المجلد 04، العدد 02، ص ص. 154-172.

معاندي، أمينة؛ وبن عامر، زين الدين (2024). "الاستشراف من متطلبات تحقيق التنمية المستديمة: الجزائر نموذجاً (2010-2018م)". مجلة اقتصاد المال والأعمال، جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي، الجزائر، المجلد 09، العدد 01، ص ص. 119-130.

ثانياً: المراجع الأجنبية

Acemoglu, D., Johnson, S., & Robinson, J. A. (2024). Law, institutions and economic growth: Path dependence and institutional rigidity. *Journal of Institutional Economics, 20*(2), 115–136. https://doi.org/10.1017/S174413742300067X.

Ba, L., Zheng, X., & Wang, Y. (2025). Analysis of digital twin applications in energy efficiency for enhanced sustainability. *Sustainability, 17*(8), 3560. https://doi.org/10.3390/su17083560.

Brockhoff, K. (2023). The Delphi method revisited: Expert forecasting for policy and technology futures. *Technological Forecasting & Social Change, 190*, 122468. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122468.

Cornish, E. (2004). *Futuring: The exploration of the future*. World Future Society.

European Commission. (2022). *Towards a green and digital future*. Joint Research Centre (JRC), Publications Office of the European Union.

Flammer, C. (2023). Green bonds and corporate environmental performance: Evidence from blockchain-enhanced transparency mechanisms. *Journal of Financial Economics, 149*(2), 345–368. https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2023.05.012.

eal Filho, W., Azul, A. M., Brandli, L., Özuyar, P. G., & Wall, T. (2023). *Handbook of sustainability science and research*. Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16970-4.

Papadopoulos, T., et al. (2022). Digital transformation and environmental sustainability: A systematic review and future research agenda. *International Journal of Information Management, 62*, 102440. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102440.

Peters, B. G. (2023). Institutional interdependence and policy barriers in public administration. *Public Administration Review, 83*(4), 567–585. https://doi.org/10.1111/puar.13527.

Scott, W. R. (2013). *Institutions and organizations: Ideas, interests, and identities* (4th ed.). SAGE Publications.