العلاقة بين التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف الداخلية للشركات العقارية بمصر

The Relationship between Digital Twinning and Internal Costs Rationalization for Real Estate Companies in Egypt

د/ صافيناز محمود محمد محمود صالح

مدرس المحاسبة والمراجعة

المعهد العالي للعلوم الادارية بجناكليس – البحيرة

Safymahmoud1983@yahoo.com

ملخص البحث:

غرض البحث : يهدف البحث إلى دراسة العلاقة بين استخدام تقنية التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف الداخلية في الشركات العقارية بمصر، حيث يسعى إلى فهم كيف يمكن للتوأمة الرقمية أن تساعد الشركات العقارية على تحسين كفاءة عملياتها وتخفيض تكاليفها الداخلية.

التصميم والمنهجية : اعتمدت الباحثة على استخدام المنهج التحليلي الكمي من خلال جمع وتحليل البيانات الكمية وتوفير نتائج قابلة للتفسير والتطبيق في مجال البحث كونه يساعد في فهم العلاقة بين المتغيرات من خلال القيام بتحليل البيانات الخاصة بمتغيرات الدراسة باستخدام الأساليب والطرق الاحصائية مثل الانحدار المتعدد لفهم العوامل والتحديات المرتبطة باستخدام التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف.

النتائج والتوصيات : من المتوقع أن يوفر البحث نتائج تظهر العلاقة بين استخدام التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف الداخلية في الشركات العقارية بمصر، كما سيقدم توصيات حول كيفية تبني التوأمة الرقمية بشكل فعال لتحقيق وفورات في التكاليف وتحسين الكفاءة التشغيلية.

الأصالة والإضافة : يعتبر هذا البحث أصيلاً في طرحه لموضوع التوأمة الرقمية وعلاقتها بترشيد التكاليف الداخلية في قطاع الشركات العقارية بمصر، حيث لا توجد دراسات سابقة تناولت هذا الموضوع في هذا السياق، كما سيضيف البحث إلى المعرفة العلمية في مجال إدارة التكاليف وتطبيقات التوأمة الرقمية في قطاع العقارات.

الكلمات المفتاحية :التوأمة الرقمية، ترشيد التكاليف الداخلية، الشركات العقارية، مصر.

Abstract:

Research purpose: This research aims to study the relationship between the use of digital twin technology and the rationalization of internal costs in real estate companies in Egypt. It seeks to understand how digital twinning can help real estate companies improve the efficiency of their operations and reduce their internal costs.

Design and Methodology: The researcher relied on the use of the quantitative analytical method by collecting and analyzing quantitative data and providing results that can be interpreted and applied in the field of research, as it helps in understanding the relationship between variables by analyzing the data on the variables of the study using statistical methods and methods such as multiple regression to understand the factors and challenges associated with the use of digital twinning. And rationalize costs.

Results and recommendations: The research is expected to provide results that show the relationship between the use of digital twinning and the rationalization of internal costs in real estate companies in Egypt. It will also provide recommendations on how to effectively adopt digital twins to achieve cost savings and improve operational efficiency.

Originality and Addition: This research is considered original in its presentation of the topic of digital twinning and its relationship to rationalizing internal costs in the real estate companies sector in Egypt, as there are no previous studies that

have addressed this topic in this context. The research will also add to scientific knowledge in the field of cost management and digital twin applications in the real estate sector.

Keywords: digital twinning, rationalization of internal costs, real estate companies, Egypt.

القسم الأول: الإطار العام للبحث

أولاً: المقدمة

تعد الشركات العقارية في مصر من أهم محركات النمو الاقتصادي ، حيث تشهد هذه الصناعة نمواً مستداماً على مدار السنوات الأخيرة (Sadri et.al,2023:1)، ومع التحول الرقمي الذي يشهده العالم، أصبحت التكنولوجيا الرقمية تلعب دوراً حاسماً في تحسين كفاءة الشركات العقارية وتحقيق ربحية أعلى، كما تعد التوائم الرقمية جزءاً من الثورة الصناعية الرابعة وهي تقنية استراتيجية أصبحت الآن ذات أهمية في قطاع العقارات بعد تطبيقها في العديد من الصناعات (Santi,2023:673) ، حيث تشير إلى استخدام التكنولوجيا الرقمية لتكوين نسخة افتراضية تماثل العملية الحقيقية للشركة ، وتهدف التوأمة الرقمية إلى تحسين كفاءة العمليات وتخفيض التكاليف وتحسين أداء الشركة (Attaran et.al,2023:10).

لقد أصبح ترشيد التكاليف هدفاً أساسياً للشركات العقارية من أجل إنشاء أسس كافية لإدارته الفعالة والمستدامة (Erceg et.al, 2019:1) ، حيث يتطلب تشغيل الشركات وإدارة المشاريع العقارية إنفاقاً كبيراً على العمالة والمواد والمعدات والبنية التحتية والصيانة وغيرها، وهنا يأتي دور التوأمة الرقمية في تحسين إدارة وتخطيط التكاليف الداخلية، وتتمثل أهمية هذا البحث في دراسة العلاقة بين التوأمة الرقمية و ترشيد التكاليف الداخلية للشركات العقارية في مصر من خلال تحليل كيفية استخدام التكنولوجيا الرقمية في مختلف مراحل أعمال الشركات العقارية، مثل التصميم والتخطيط والإدارة والتشغيل والصيانة، وكذلك دراسة الفوائد المحتملة التي يمكن أن تحققها التوأمة الرقمية في ترشيد التكاليف الداخلية،

مثل توفير الموارد وتقليل الهدر وزيادة الإنتاجية، فضلاً عن توفير تحليلاً آلياً للعمليات في الوقت الفعلي بين الأجهزة المتصلة ومصادر البيانات، مما يؤدي إلى تسريع اكتشاف الأخطاء وتصحيحها (Lv,2023:1) كذلك يساهم نتائج هذا البحث في توضيح العلاقة بين التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف الداخلية للشركات العقارية في مصر، وتوفير إطار معرفي يمكن أن يساعد الشركات العقارية في اتخاذ قرارات استراتيجية تتعلق بتبني التكنولوجيا الرقمية وتطبيق التوأمة الرقمية في عملياتها، كما يمكن أن تكون هذه النتائج مرجعاً للباحثين والمهتمين بمجال العقارات والتكنولوجيا الرقمية في تطوير استراتيجياتهم وأعمالهم.

ثانياً: مشكلة البحث

تواجه الشركات العقارية في مصر صعوبات في تبني التكنولوجيا الرقمية وتطبيق التوأمة الرقمية بسبب قيود التكنولوجيا المتاحة وقلة البنية التحتية الملائمة، حيث يعاني العاملين في صناعة العقارات في مصر من بعض التحديات لتبني التكنولوجيا الرقمية وتطبيق التوأمة الرقمية متمثلة في نقص في الوعي والمعرفة بفوائد التكنولوجيا الرقمية ومفهوم التوأمة الرقمية داخل الشركات العقارية ، مما قد يعيق من تبني التوامة الرقمية وتحقيق فوائدها المحتملة في ترشيد التكاليف، كما ان تكنولوجيا التوأمة الرقمية وتطبيقها مكلفة في البداية، مما قد يمثل عائقاً للشركات العقارية التي تعاني من قيود مالية وتحتاج إلى استثمارات كبيرة، وقد يكون من الصعب تكامل التكنولوجيا الرقمية وتطبيق التوأمة الرقمية مع العمليات والأنظمة القائمة بالفعل في الشركات العقارية، وقد يتطلب ذلك تغييراً في هياكل التشغيل والإدارة.

ومن خلال العرض السابق يمكن ان تتخلص مشكلة البحث في التساؤل الرئيسي الاتي:

ما هي العلاقة بين التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف الداخلية للشركات العقارية في مصر؟

ومنه يتفرع التساؤلات الاتية:

١. ما هي العلاقة بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف الداخلية للشركات العقارية في مصر؟

٢. ما هي العلاقة بين تقليل الأخطاء والهدر وترشيد التكاليف الداخلية للشركات العقارية في مصر؟
٣. ما هي العلاقة بين التحليل المتقدم واتخاذ القرار وترشيد التكاليف الداخلية للشركات العقارية في مصر؟
٤. ما هي العلاقة بين الامتثال و الشفافية وترشيد التكاليف الداخلية للشركات العقارية في مصر؟

ثالثاً: أهداف البحث

يتمثل الهدف الرئيسي للبحث في الاتي:

التعرف علي العلاقة بين التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف الداخلية للشركات العقارية في مصر.

ومنه يتفرع الاهداف الفرعية الاتية:

١. التعرف على العلاقة بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف الداخلية للشركات العقارية في مصر.
٢. التعرف على العلاقة بين تقليل الأخطاء والهدر وترشيد التكاليف الداخلية للشركات العقارية في مصر.
٣. التعرف علي العلاقة بين التحليل المتقدم واتخاذ القرار وترشيد التكاليف الداخلية للشركات العقارية في مصر.
٤. التعرف علي العلاقة بين الامتثال والشفافية وترشيد التكاليف الداخلية للشركات العقارية في مصر.

رابعاً: أهمية البحث

١. الأهمية العملية:

- تساعد التوأمة الرقمية في تحسين كفاءة العمليات المحاسبية، وبالتالي يتم توفير الوقت والجهد المطلوبين لإنجاز المهام المحاسبية، كما يمكن أتمتة العمليات المتكررة وتقليل الأخطاء البشرية، مما يسمح للمحاسبين بتركيز جهودهم على المهام الأكثر استراتيجية وقيمة.

- يمكن للتوأمة الرقمية ان تساهم في تحسين دقة البيانات المحاسبية وتقارير الحسابات من خلال تجميع المعلومات بشكل دقيق وفعال، وبالتالي يتم تحسين قدرة اتخاذ القرارات الدقيقة والاستناد إلى معلومات موثوقة.
- تساهم التوأمة الرقمية في تقليل التكاليف المرتبطة بعمليات المحاسبة، من خلال تقليل الاعتماد على العمل اليدوي وتحسين كفاءة استخدام الموارد المالية والبشرية، مما يؤدي إلى توفير التكاليف التشغيلية.
- تعمل التوأمة الرقمية على تعزيز الامتثال والشفافية من خلال توفير سجلات محاسبية دقيقة وشفافة، مما يسهل إعداد التقارير المالية والمحاسبية والامتثال للمعايير المحاسبية المعترف بها وتحسين مستوى الشفافية والمصداقية، مما يعزز الثقة بين الشركات والمستثمرين والجهات الخارجية.

٢. الأهمية العلمية:

- يعد هذا البحث بمثابة مساهمة في تطوير المعرفة العلمية في مجال التوأمة الرقمية في الشركات العقارية في مصر من خلال توسيع المعرفة العلمية في هذا المجال مما يساعد في فهم أفضل لتأثير التكنولوجيا الرقمية على المحاسبة والمستجدات والابتكارات الحديثة في هذا المجال.
- يمكن ان يساهم البحث في تطوير منهجيات وأدوات جديدة لتطبيق التوأمة الرقمية في المحاسبة من خلال التحقق من فعالية وكفاءة هذه الأدوات من خلال الدراسات والتجارب العملية، ومن ثم تمكين المنظمات من اتخاذ قرارات مستنيرة بشأن تبني التكنولوجيا الرقمية في مجال المحاسبة.
- يمكن ان يساهم البحث في تطوير المعايير والإطارات المحاسبية المتعلقة بالتوأمة الرقمية من خلال تحديد المعايير القياسية والمبادئ التوجيهية لاعتماد تقنيات التوأمة الرقمية في المحاسبة، مما يؤدي إلى توحيد المعايير وتحسين التوجيهات المهنية في هذا المجال.

القسم الثاني: الدراسات السابقة

هدفت دراسة Kritzinger et al. (2018) إلى تقييم تأثير التوأمة الرقمية على إدارة دورة حياة المنتج، تم إجراء دراسة حالة على شركة تصنيع سيارات، وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن التوأمة الرقمية تسمح بإدارة أفضل للمعلومات والبيانات المتعلقة بالمنتج، مما يؤدي إلى تقليل التكاليف وتحسين الجودة.

كما ركزت دراسة Qi et al. (2018) على تطوير نموذج التوأمة الرقمية لمراقبة وتحسين أداء الآلات الصناعية، تم استخدام تقنيات التعلم الآلي والذكاء الاصطناعي، وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن التوأمة الرقمية يمكن أن تساعد في التنبؤ بحالة الآلات وتحديد الإجراءات الصيانة الوقائية اللازمة، مما يؤدي إلى تقليل التوقف غير المخطط له وزيادة إنتاجية الآلات.

وناقشت دراسة Tao et al. (2018) إمكانية تطوير نموذج التوأمة الرقمية لمحاكاة عمليات التصنيع الذكية، تم استخدام منهجية بحث مختلطة تجمع بين النمذجة الرياضية والمحاكاة الحاسوبية، وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن التوأمة الرقمية يمكن أن تحسن كفاءة عمليات التصنيع بشكل كبير من خلال التحليل المسبق للسيناريوهات المختلفة وتحديد أفضل الإستراتيجيات للتشغيل.

وسعت دراسة Kaur et al. (2019) إلى تحليل تأثير التوأمة الرقمية على إدارة سلسلة التوريد، تم إجراء مراجعة منهجية للأدبيات، وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن التوأمة الرقمية يمكن أن تحسن كفاءة وفعالية سلسلة التوريد من خلال تحسين التنسيق بين الأطراف المختلفة والتنبؤ بالطلب بشكل أفضل.

كما استهدفت دراسة Fuller et al. (2020) تقييم دور التوأمة الرقمية في تحسين استدامة عمليات التصنيع، تم استخدام أسلوب البحث التجريبي، وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن التوأمة الرقمية يمكن أن تساعد في تقليل البصمة البيئية للعمليات الصناعية من خلال تحسين كفاءة استخدام الموارد والتقليل من النفايات والانبعاثات.

كما هدفت دراسة Asadi (2021) إلى توفير قياس وحساب لترشيد وتخفيض التكاليف الحقيقية وزيادة الكفاءة الإنتاجية للبذور باستخدام المعدل الوراثي كأحد

الأدوات الحديثة في الزراعة، وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن استخدام المعدل الوراثي كأداة يمكن من خلالها قياس الترشيد مقابل تخفيض التكاليف الحقيقية وزيادة الكفاءة الإنتاجية للبذور باعتبار ذلك أحد الأساليب الزراعية الحديثة بالإضافة إلى حساب تكاليف الترشيد والتخفيض من خلال نظام التكلفة على أساس النشاط (ABC)، وتخفيض التكاليف الحقيقية حيث تم إدخاله في كل تفاصيل النشاط ولكن الترشيد استوعب كافة التكاليف الإجمالية؛ ونسبة الترشيد ٩٩%

واوضحت دراسة Asadi et al.(2021) أثر استخدام شهادة معايير LEED للحفاظ على جودة المختبرات وأن هذه المعايير تؤدي إلى ترشيد تكاليف المعالجة (الانبعاثات والملوثات والنفايات الخطرة) بالإضافة إلى تقليل تكلفة المعالجة البيئية، وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن شهادة معايير LEED تؤدي إلى جودة مختبرية مستدامة وترشيد تكلفة بيئة المعالجة من خلال التخلص من أي (أعباء وتكاليف إضافية).

كما اوضحت دراسة Kadhim & AL-Mamouri (2023) مدى التكامل بين تقنيات إعادة الهندسة لترشيد التكاليف ودعم الميزة التنافسية، وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن استخدام تقنيات إعادة الهندسة يرتبط بشكل مباشر برغبات وتفضيلات العميل وتوفير منتج أو خدمة تناسب احتياجاته، وهذا من شأنه أن يؤدي إلى تحسين قيمة المنتج أو الخدمة، ونتيجة لذلك ترشيد تكاليفها، وكذلك استخدام إعادة هندسة التكنولوجيا أمام الكيانات الاقتصادية، يؤدي إلى زيادة جودة المنتج وخفض تكاليفها من خلال إحداث تغيير جذري، والقضاء على أنشطة عملية التصنيع التي لا تزيد من قيمة المنتج بالنسبة لمتطلبات العميل.

وحاولت دراسة Al Robaaiy et al.(2023) تطبيق نظام البطاقتين (كانبان) وخريطة تدفق القيمة في مصنع الكابلات الكهربائية في شركة أور للصناعات الكهربائية وذلك بهدف ترشيد تكاليف التخزين وتحسين الإنتاج والتسويق والتخزين، وللتخلص من الهدر، وخسارة الوقت والتكلفة، وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن تطبيق نظام البطاقتين (كانبان) وخريطة تدفق القيمة في مصنع الكابلات الكهربائية في شركة أور للصناعات الكهربائية أدى إلى ترشيد التكاليف وتحسين الوضع الحالي لخريطة تدفق القيمة.

كما هدفت دراسة Abdulkadhim(2023) إلى استخدام سلسلة القيمة الخضراء المبتكرة في ترشيد التكاليف، واستخدمت الدراسة استمارة استفهام موزعة على الشركة العامة للصناعات النسيجية والجلود كعينة البحث، وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن استخدام سلسلة القيمة الخضراء المبتكرة لا يقلل فقط من انبعاثات الملوثات، بل يمكن أيضاً أن يؤدي إلى ترشيد التكاليف.

وقدمت دراسة Lee & Yang (2023) نهجاً جديداً يعتمد على التوأمة الرقمية ومصمماً لمحاكاة وتحسين تدفقات عمليات التصنيع في ورش العمل الصناعية الصغيرة والمتوسطة الحجم، وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن المنهجية المقترحة تحول بشكل فعال ورشة عمل التصنيع إلى جيل جديد من المصانع الذكية التي تدعم التوأمة الرقمية، حيث يعمل التصميم المتسلسل للتجارب على تقليل النفقات الحسابية لعمليات المحاكاة الباهظة الثمن بشكل فعال وعلى النحو الأمثل لتحقيق إنتاجية فعالة من حيث التكلفة، ولذلك تساعد الدراسة الشركات على الاستفادة الكاملة من تكنولوجيا التوأمة الرقمية للحصول على مزايا تنافسية في السوق العالمية.

كما استهدفت دراسة Yazdi (2024) فهم التوأمة الرقمية باعتبارها نسخاً افتراضية متماثلة للأنظمة الملموسة، مما يبرز إمكاناتها التحويلية في إدارة دورة حياة المنتج (PLM)، من خلال إمكانات المراقبة في الوقت الفعلي، وتوصلت نتائج الدراسة إلى انه يمكن للتوائم الرقمية أن تحدث ثورة في مراحل التصميم والاختبار والصيانة لحياة المنتج، مما يوفر رؤى تنبؤية وتسهيل عمليات التحقق الاستباقية من صحة النظام، كما أن التوأمة الرقمية ليست مجرد اتجاه عابر، بل هي محور أكثر تكاملاً وكفاءة نحو المستقبل ، ومع استمرار الصناعات في التطور، فإن فرص الاستفادة من التوائم الرقمية واسعة النطاق، مما يعد بأفق مليء بالابتكار والتحسين والنمو.

أوجه التشابه بين الدراسات السابقة والدراسة الحالية:

١. تناولت العديد من الدراسات السابقة موضوع ترشيد التكاليف الداخلية للمنظمات، وهو موضوع متصل بالدراسة الحالية التي تبحث العلاقة بين التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف الداخلية.

٢. استخدمت بعض الدراسات السابقة أساليب إحصائية مشابهة مثل الانحدار المتعدد وتحليل البيانات الطولية، وهي أساليب يمكن استخدامها في الدراسة الحالية.
٣. ركزت بعض الدراسات السابقة على دراسة العوامل المؤثرة على ترشيد التكاليف الداخلية، وهو ما يتماشى مع الدراسة الحالية التي تبحث في تأثير التوأمة الرقمية كعامل على ترشيد التكاليف.

أوجه الاختلاف بين الدراسات السابقة والدراسة الحالية:

١. تركز الدراسة الحالية على قطاع محدد وهو قطاع الشركات العقارية في مصر، بينما تناولت الدراسات السابقة قطاعات متنوعة.
٢. تدرس الدراسة الحالية متغير جديد وهو التوأمة الرقمية وعلاقته بترشيد التكاليف، وهو متغير لم يتم تناوله بشكل مباشر في الدراسات السابقة.
٣. ستتم الدراسة الحالية في سياق بيئة الأعمال المصرية وهو يختلف عن البيئات التي تمت بها الدراسات السابقة.

وبشكل عام، تستفيد الدراسة الحالية من الدراسات السابقة في الإطار النظري والمنهجية، لكنها تضيف إلى المعرفة من خلال دراسة متغير جديد وتركيزها على قطاع محدد في بيئة معينة.

القسم الثالث: الاطار النظري للدراسة

اولاً: طبيعة التوأمة الرقمية

التوأمة الرقمية عبارة عن بيئة تتمحور حول النموذج وتوفر رؤية شاملة للظروف الفعلية للبنية التحتية في بيئة افتراضية تسهل تبادل المعلومات وتحليلها بشكل فعال (Congress & Puppala,2021:321)، وتشير التوأمة الرقمية في المحاسبة إلى استخدام التكنولوجيا الحديثة والمفاهيم الرقمية لإنشاء نسخة رقمية مطابقة لعناصر النظام المحاسبي والعمليات المرتبطة به، وتعتمد فكرة التوأمة الرقمية على إنشاء نسخة افتراضية للمكونات المحاسبية الفعلية، مثل الحسابات والمعاملات والقوائم المالية وغيرها من العناصر الضرورية في المحاسبة (Murphy et al, 2020:101).

تهدف التوأمة الرقمية في المحاسبة إلى تحسين الكفاءة والدقة في عمليات المحاسبة من خلال توفير نسخة رقمية دقيقة ومحدثة تعكس الوضع الفعلي للنظام المحاسبي، ويتم تحديث التوأمة الرقمية بشكل مستمر لتعكس أي تغييرات في النظام المحاسبي الحقيقي، وبالتالي يتمكن المحاسبين والمديرين من الوصول إلى معلومات دقيقة وفعالة لاتخاذ القرارات الصحيحة (Liezina et al 2020:1337) .

تعتبر التوأمة الرقمية في المحاسبة أداة قوية لتحليل البيانات والتنبؤات المالية وإدارة المخاطر، حيث يمكن استخدام التوأمة الرقمية لإجراء سيناريوهات محاسبية واختبار تأثيرها على النظام المحاسبي قبل تنفيذها في الواقع، كما يمكن استخدامها لرصد الأداء المالي وتحليل الاتجاهات وتنبؤ المستقبل، وباستخدام التوأمة الرقمية في المحاسبة، يصبح من الممكن أيضاً توفير تقارير مالية متكاملة وفورية بناءاً على البيانات المحاسبية الفعلية، مما يسهل عملية المراجعة والإفصاح المالي، كما يمكن أيضاً استخدام التوأمة الرقمية لتحسين التخطيط المالي وإدارة الموارد المالية (Agrawal et al, 2022: 602-603).

ومما سبق يمكن القول إن التوأمة الرقمية في المحاسبة تعد تقنية مبتكرة تساهم في تحسين كفاءة ودقة العمليات المحاسبية وتوفير رؤى مالية شاملة للمؤسسات.

ثانياً: تطور التوأمة الرقمية

لقد اجتذبت التوأمة الرقمية التي تعتبر نهجاً فعالاً لتحقيق الدمج بين الفضاءين الافتراضي والمادي، قدراً كبيراً من الاهتمام في العقد الماضي ومع تطورها السريع في السنوات الأخيرة، تم تطبيق التوأمة الرقمية في مختلف المجالات (Toe,2024:169)، كما شهدت التوأمة الرقمية في المحاسبة تقدماً كبيراً في السنوات الأخيرة، مع تطور التكنولوجيا وتوسع استخدام البيانات الرقمية في المحاسبة. وتتمثل التطورات الرئيسية في هذا المجال في الآتي: (Mohamad et al., 2024: 638)

١. التكنولوجيا السحابية والحوسبة السحابية: أحد أهم التطورات التي أسهمت في تقدم التوأمة الرقمية هو تطور التكنولوجيا السحابية والحوسبة السحابية، فبفضل هذه التكنولوجيا أصبح من الممكن تخزين البيانات والتطبيقات المحاسبية على السحابة والوصول إليها عبر الإنترنت، مما يسهل مشاركة المعلومات والتعاون بين الأطراف المختلفة وتحديث التوأمة الرقمية بشكل مستمر.
٢. الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة: تقنيات الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة أحدثت طفرة في مجال التوأمة الرقمية في المحاسبة، حيث يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات المحاسبية بشكل أكثر تفصيلاً ومتقدماً، وتحديد الأنماط والاتجاهات، وتوفير توصيات وتنبؤات مالية، كما يمكن لتعلم الآلة أن تساعد في تحسين الأداء المحاسبي من خلال تحليل الأخطاء السابقة وتوفير توجيهات للتحسين والتحسين المستمر.
٣. تحليل البيانات الضخمة: توفر التوأمة الرقمية إمكانية التعامل مع كميات ضخمة من البيانات المحاسبية وتحليلها بفاعلية، كما يتيح تحليل البيانات الضخمة اكتشاف الأنماط والروابط المخفية في البيانات المحاسبية، وبالتالي يساعد في اتخاذ القرارات الاستراتيجية المستنيرة.
٤. تطبيقات الهاتف المحمول والتطبيقات الذكية: أصبحت التطبيقات المحمولة والتطبيقات الذكية جزءاً أساسياً من التوأمة الرقمية في المحاسبة، حيث يمكن

للمحاسبين والمديرين الوصول إلى المعلومات المحاسبية وتحليلها وانتاج التقارير عبر تطبيقات الهاتف المحمول، مما يتيح لهم الاطلاع على البيانات في أي وقت ومن أي مكان.

٥. الأتمتة الروبوتية للعمليات (RPA) : تستخدم الأتمتة الروبوتية للعمليات في المحاسبة للمساهمة في تطوير التوأمة الرقمية في المحاسبة، حيث يمكن استخدام الروبوتات البرمجية لتنفيذ مهام محاسبية محددة بشكل تلقائي، مثل إعداد التقارير اليومية أو المصالحات المصرفية.

بالاضافة الى ما سبق يتطور المجال باستمرار، ويشمل أيضاً تطبيقات أخرى مثل تقنيات سلسلة الكتل (Blockchain) والواقع المعزز (Augmented Reality) والواقع الافتراضي (Virtual Reality) ، التي ساهمت في تعزيز التوأمة الرقمية في المحاسبة بطرق مبتكرة.

ومما سبق يتضح ان تتطور التوأمة الرقمية في المحاسبة من خلال استخدام التكنولوجيا المتقدمة مثل الحوسبة السحابية والذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات الضخمة، يسهم في تحسين الكفاءة والدقة وتوفير رؤى مهمة للمحاسبين والمؤسسات

ثالثاً: أبعاد التوأمة الرقمية

تتمثل أبعاد التوأمة الرقمية في الآتي (Govindasamy, et al 2024, 100-106):

١. كفاءة العمليات: من خلال التوأمة الرقمية، يمكن للشركات تحسين كفاءة عملياتها، حيث تتيح التوأمة الرقمية للشركات رصد ومراقبة العمليات في الوقت الحقيقي، وتحليل الأداء، وتحديد المجالات التي تحتاج إلى تحسين وبالتالي يمكن استخدام التوأمة الرقمية لتحسين تخطيط الموارد وإدارة الإنتاج وتحسين تدفق العمل .

٢. تقليل الأخطاء والهدر: استخدام التوأمة الرقمية يُمكن الشركات من تقليل الأخطاء والهدر بدرجة كبيرة ، وكذلك تحسين استخدام الموارد ، حيث تتيح التوأمة الرقمية إمكانية اكتشاف الأخطاء المحتملة والمشكلات في مراحل مبكرة، مما يسمح باتخاذ إجراءات تصحيحية سريعة .

٣. التحليل المتقدم واتخاذ القرار: توفر التوأمة الرقمية مجموعة واسعة من البيانات والمعلومات المتاحة للتحليل المتقدم واتخاذ القرارات الذكية، كما يمكن استخدام التوأمة الرقمية للتحليل الاستراتيجي، وتحليل أداء المنتجات، وتحليل سلوك العملاء، والتنبؤ بالطلب، وتحليل تكاليف الإنتاج، ولذلك توفر التوأمة الرقمية بيئة افتراضية لاختبار السيناريوهات وتقييم تأثير التغييرات المحتملة.

٤. الامتثال والشفافية: يمكن استخدام التوأمة الرقمية لتحقيق مستويات أعلى من الامتثال والشفافية في العمليات التجارية، حيث يمكن تسجيل وتتبع جميع البيانات والمعلومات ذات الصلة بالمنتج أو العملية في التوأمة الرقمية، مما يسهل التدقيق والتحقق والامتثال للمعايير والمتطلبات لذلك يمكن استخدام التوأمة الرقمية لتوفير تتبع السجلات وتوثيق العمليات وضمان الامتثال للمعايير القانونية والتنظيمية، كما تساعد التوأمة الرقمية أيضاً في توفير شفافية أفضل للعمليات، حيث يمكن للشركات والعملاء الوصول إلى المعلومات ذات الصلة ومتابعة تقدم العمليات بشكل أفضل.

رابعاً: أهمية التوأمة الرقمية

تتمتع التوأمة الرقمية في المحاسبة بأهمية كبيرة وتوفر العديد من المزايا للمنظمات والمحاسبين، وتتمثل الأهمية الرئيسية للتوأمة الرقمية في المحاسبة في الاتي (Morlot et al. , 2024: 130):

١. زيادة الكفاءة : تساعد التوأمة الرقمية في تحسين كفاءة عمليات المحاسبة من خلال التقليل من الأنشطة اليدوية والمكررة، حيث يمكن أتمتة العديد من المهام المحاسبية، مثل المدفوعات والفواتير والمصالحات المصرفية، مما يوفر الوقت والجهد اللازمين لإنجازها يدوياً.

٢. دقة أعلى: بفضل التوأمة الرقمية، يتم تجنب الأخطاء البشرية في إدخال البيانات والحسابات المحاسبية، ويتم تحديث التوأمة الرقمية تلقائياً عند حدوث أي تغيير في النظام المحاسبي الفعلي، مما يضمن دقة وموثوقية البيانات المحاسبية.

٣. تحليل متقدم: توفر التوأمة الرقمية إمكانية تحليل متقدم للبيانات المحاسبية، حيث يمكن استخدام التحليلات الرقمية لاستخراج رؤى مالية مهمة، مثل النماذج التنبؤية وتحليل الاتجاهات المالية وتحديد نقاط القوة والضعف في الأداء المالي.
٤. إدارة المخاطر: يمكن استخدام التوأمة الرقمية لمراقبة وإدارة المخاطر المالية، حيث يمكن إنشاء سيناريوهات محاسبية واختبار تأثيرها على النظام المحاسبي، مما يساعد في تقدير ومعالجة المخاطر المحتملة بشكل مبكر.
٥. تعزيز الإفصاح المالي: تعزز التوأمة الرقمية إعداد التقارير المالية المتكاملة والفورية، حيث يمكن توليد التقارير المالية بشكل آلي بناءاً على البيانات المحاسبية الفعلية، مما يسهل عملية المراجعة وتحسين الشفافية والمصداقية في الإفصاح المالي.
٦. تحسين التخطيط المالي: يمكن استخدام التوأمة الرقمية لتحسين التخطيط المالي وإدارة الموارد المالية، حيث يساعد التحليل المالي المتقدم والتنبؤات على تحقيق توازن أفضل بين الإيرادات والنفقات وتحقيق أهداف المنظمة المالية.

يمكن القول إن التوأمة الرقمية في المحاسبة تعزز الكفاءة والدقة وتوفر رؤى مهمة لاتخاذ القرارات المالية الصحيحة، مما يساهم في تحسين العمليات المحاسبية وتعزز قدرة المنظمات على التكيف مع التغيرات وإدارة المخاطر المالية بفاعلية.

خامساً: تقنيات التوأمة الرقمية

تتضمن تقنيات التوأمة الرقمية في المحاسبة مجموعة متنوعة من الأدوات والتقنيات التي تستخدم لتطوير وتنفيذ التوأمة الرقمية في سياق المحاسبة، وتتمثل التقنيات الشائعة التي تستخدم في هذا المجال في الاتي :(Zhong et al., 2024: 15)

١. نمذجة البيانات المحاسبية: ان نمذجة البيانات المحاسبية هي الأساس لإنشاء التوأمة الرقمية في المحاسبة، ويتم استخدام لغات البرمجة والأدوات المتخصصة مثل SQL و Python و R لاستخراج وتحليل البيانات المالية والمحاسبية من مصادر مختلفة مثل أنظمة إدارة الموارد المؤسسية (ERP) وبنوك البيانات والجداول المالية.

٢. التحليل البياني والتعدين: يتم استخدام تقنيات التحليل البياني والتعدين لاستكشاف البيانات المحاسبية واكتشاف الأنماط والتصورات الهامة، و يتضمن ذلك استخدام تقنيات التصور البياني والإحصاء وتحليل العوامل وتحليل الانحدار لفهم العلاقات والترابطات بين المتغيرات المحاسبية المختلفة.
٣. الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة: يمكن للذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة أن يكونا جزءاً أساسياً من التوأمة الرقمية في المحاسبة، و يمكن استخدام تقنيات التصنيف والتجميع والتنبؤ والتعلم العميق لتحليل البيانات المحاسبية وتوليد رؤى تساعد في اتخاذ القرارات المالية الذكية والتنبؤ بالاتجاهات المستقبلية.
٤. الروبوتات البرمجية والأتمتة الروبوتية للعمليات (RPA) : تستخدم الروبوتات البرمجية والأتمتة الروبوتية للعمليات في المحاسبة لتنفيذ مهام محاسبية تلقائياً، حيث يمكن للروبوتات البرمجية أن تقوم بمهام مثل إعداد التقارير والمصالحات المصرفية وإدخال البيانات، مما يساهم في تحسين الكفاءة والدقة وتوفير الوقت والجهد.
٥. تقنيات سلسلة الكتل (Blockchain) : تستخدم تقنيات سلسلة الكتل لضمان الشفافية والأمان في المحاسبة، حيث يمكن استخدام البلوكشين لتسجيل العمليات المحاسبية وتتبعها بطريقة لا يمكن تغييرها، وهو يعزز المصداقية ويقلل من المخاطر والغش .

ولذلك فأن التقنيات المذكورة أعلاه تشكل جزءاً من مفهوم التوأمة الرقمية في المحاسبة، حيث يتم استخدام هذه التقنيات لتحسين العمليات المحاسبية، وزيادة الفاعلية والكفاءة، وتوفير رؤى دقيقة وموثوقة لاتخاذ القرارات المالية، كما توفر التوأمة الرقمية في المحاسبة إمكانية مراقبة ومحاكاة العمليات المحاسبية، وتحليل البيانات المالية بشكل مبتكر، وتسهيل التنبؤ بالأداء المستقبلي وتحديد المخاطر المالية ، ومن خلال تطبيق تلك التقنيات، يمكن للشركات والمؤسسات تحقيق العديد من المزايا مثل تحسين دقة التقارير المالية، وتقليل الغش والأخطاء المحاسبية، وتسريع عمليات المراجعة ، وتحسين إدارة النفقات والإيرادات، وتعزيز الامتثال للقوانين واللوائح المالية.

ومما سبق يمكن القول أن التوأمة الرقمية في المحاسبة ليست مجرد تقنيات، بل تتطلب أيضاً استراتيجية شاملة وتنفيذًا فعالاً لتحقيق الفوائد المرجوة ، لذلك يجب أن يتم تحقيق التوازن بين التقنيات والعمليات والثقافة التنظيمية لضمان النجاح الفعلي لتطبيق التوأمة الرقمية في مجال المحاسبة.

سادساً: التطبيقات العملية للتوأمة الرقمية في المحاسبة

هناك العديد من التطبيقات العملية للتوأمة الرقمية في مجال المحاسبة، وتشمل ما يلي (Liezina et al., 2020: 1339):

١. تحليل البيانات المالية: يمكن استخدام التوأمة الرقمية لتحليل البيانات المالية بشكل أكثر دقة وفعالية، حيث يمكن للتقنيات المتقدمة مثل التعلم الآلي والتعدين في البيانات أن تساعد في اكتشاف الأنماط والتصورات المخفية في البيانات المالية، وتحديد العوامل المؤثرة على الأداء المالي والتوجهات المستقبلية.
٢. تحسين العمليات المحاسبية: يمكن استخدام التوأمة الرقمية لتحسين العمليات المحاسبية وزيادة الكفاءة على سبيل المثال، يمكن تطبيق الروبوتات البرمجية والأتمتة الروبوتية للعمليات (RPA) لتنفيذ المهام المحاسبية المتكررة بشكل تلقائي ودقيق، مما يقلل من الأخطاء البشرية ويوفر الوقت والجهد.
٣. التوجيه واتخاذ القرارات: يمكن للتوأمة الرقمية أن توفر رؤى دقيقة وموثوقة تساعد في اتخاذ القرارات المالية الذكية، كما يمكن استخدام تقنيات التحليل البياني والتنبؤ لتحليل البيانات المحاسبية وتوفير توقعات دقيقة للأداء المستقبلي وتقديم توصيات لتحسين الأداء المالي.
٤. إدارة المخاطر المالية: يمكن للتوأمة الرقمية أن تساعد في إدارة المخاطر المالية بشكل أفضل، حيث يمكن استخدام تقنيات التحليل البياني والنماذج الاحتمالية لتحليل المخاطر المالية المحتملة وتقديم استراتيجيات للتعامل معها، بالإضافة إلى ذلك، يمكن استخدام سلسلة الكتل (Blockchain) لتوثيق وتأمين المعاملات المالية والتحقق من صحتها.

٥. التقارير المالية المتقدمة: يمكن للتوأمة الرقمية أن تساهم في إنشاء تقارير مالية متقدمة وشاملة، اذ يمكن انتاج تقارير تلقائية ومخصصة بناءً على البيانات المحاسبية واحتياجات الإدارة، مما يوفر وقتاً وجهداً في إعداد التقارير ويسمح بتحليل مفصل للبيانات المالية.

سابعاً: تعريف ترشيد التكاليف الداخلية في الشركات

ترشيد التكاليف الداخلية (Internal Cost Rationalization) هي عملية تحليل وتقليل التكاليف داخل الشركة بهدف زيادة الكفاءة وتحقيق التوازن المالي، و يهدف ترشيد التكاليف الداخلية إلى تحسين الإنتاجية والربحية من خلال تحفيض المصروفات وتحسين استخدام الموارد المتاحة، وتشمل عملية ترشيد التكاليف الداخلية عدة خطوات، بما في ذلك (Zhou et al., 2021:113):

١. تحليل التكاليف: يتطلب ترشيد التكاليف تحليلًا شاملاً لجميع المصروفات والتكاليف التي تنشأ داخل الشركة، و يتم تحليل التكاليف لفهم الأنشطة التي تستهلك الموارد والمصروفات وتحديد المجالات التي يمكن تحسينها.

٢. تحديد الأولويات: بعد تحليل التكاليف يتم تحديد الأولويات في الترشيد بناءً على الأنشطة ذات الأثر الأكبر على التكاليف الإجمالية والربحية، ويتم التركيز على تلك الجوانب التي يمكن تحسينها بشكل فعال وذات أثر إيجابي على العملية التجارية.

٣. تطبيق تقنيات الترشيد: يتضمن ترشيد التكاليف الداخلية استخدام مجموعة متنوعة من التقنيات والأدوات لتحسين الكفاءة وتقليل التكاليف، قد تشمل هذه التقنيات إعادة هندسة العمليات، وتحسين سلاسل التوريد، وتبسيط الهيكل التنظيمي، وتحسين استخدام التكنولوجيا.

٤. مراقبة ومتابعة الأداء: بعد تنفيذ إجراءات الترشيد يتم مراقبة ومتابعة الأداء لقياس النتائج ومعرفة ما إذا كانت الجهود المبذولة تحقق تحسيناً في الكفاءة وتقليل التكاليف، و يتم ضبط العمليات والاستراتيجيات حسب الحاجة لضمان استمرار تحقيق النتائج المرجوة.

تتطلب عملية ترشيد التكاليف الداخلية التعاون والمشاركة من قبل جميع مستويات الموظفين في الشركة، ويجب أن تكون هناك رؤية واضحة ودعم من الإدارة العليا لتحقيق نجاح عملية الترشيد وتحقيق الأهداف المالية والاستراتيجية للشركة.

ثامناً: أهمية ترشيد التكاليف الداخلية في الشركات

ترشيد التكاليف الداخلية له أهمية كبرى في الشركات، وذلك للأسباب التالية (Yanamandra & Alzoubi, 2022: 122):

١. زيادة الربحية: يهدف ترشيد التكاليف الداخلية إلى تحقيق توازن مالي في الشركة من خلال تقليل المصروفات وتحسين استخدام الموارد، وبتخفيض التكاليف يمكن للشركة زيادة الربحية وتحقيق نتائج مالية أفضل.
٢. تعزيز التنافسية: في سوق الأعمال المتنافسة، يمكن للشركات التي تستطيع تحقيق تكاليف أقل أن تحظى بميزة تنافسية من خلال ترشيد التكاليف، يمكن للشركة تقديم منتجات أو خدمات بأسعار تنافسية، مما يجذب المزيد من العملاء ويساهم في تعزيز مكانتها في السوق.
٣. تحسين الكفاءة: عملية ترشيد التكاليف تتطلب تحليلاً شاملاً للعمليات والمصروفات في الشركة، هذا التحليل يمكن أن يكشف عن الجوانب التي تتسبب في اهدار الموارد أو تعمل بشكل غير فعال، و بتحسين العمليات وتحقيق أفضل استخدام للموارد، يمكن للشركة زيادة كفاءتها وإنتاجيتها.
٤. تحقيق الاستدامة المالية: بتحقيق توازن مالي وتقليل التكاليف العابرة للشركة، يمكن للشركة تعزيز استدامتها المالية، فالتكاليف المرتفعة الغير مدروسة يمكن أن تعرض الشركة لمخاطر مالية وتؤثر على قدرتها على البقاء في السوق على المدى الطويل.
٥. تحقيق التوازن بين الجودة والتكلفة: يمكن لترشيد التكاليف أن يساعد الشركة في تحقيق التوازن الامثل بين جودة المنتج أو الخدمة وتكلفتها، ويعتبر هذا أمراً حاسماً لجذب العملاء والحفاظ على رضاهم، حيث يمكن للشركة تقديم منتجات أو خدمات عالية الجودة بأسعار معقولة.

ومما سبق يمكن القول ان ترشيد التكاليف الداخلية يمثل أداة استراتيجية تساهم في تحسين الأداء المالي وتعزيز التنافسية وتحقيق الاستدامة المالية للشركة.

تاسعاً: أهداف ترشيد التكاليف الداخلية في الشركات

أهداف ترشيد التكاليف الداخلية في الشركات تتركز على تحقيق التحسين والتحسن المستمر في الكفاءة المالية للشركة، وتتمثل الأهداف الرئيسية لترشيد التكاليف الداخلية في الآتي (Fast & Jago, 2020: 44):

١. تقليل التكاليف: الهدف الأساسي لترشيد التكاليف هو تقليل المصروفات والتكاليف الداخلية للشركة، ويتم ذلك من خلال تحليل العمليات والمصروفات وتحديد المجالات التي يمكن تحسينها وتخفيض التكاليف بها دون التأثير على جودة المنتج أو الخدمة.
٢. زيادة الربحية: من خلال تقليل التكاليف، يمكن للشركة زيادة هوامش الربح وتحقيق أرباح أعلى، وبتحقيق توازن بين تكاليف الإنتاج والإيرادات، يمكن للشركة تحقيق نمو مالي مستدام وجذب المستثمرين.
٣. تحسين الكفاءة والإنتاجية: ترشيد التكاليف يركز على تحسين الكفاءة والإنتاجية داخل الشركة من خلال تحليل العمليات، وبتحسين استخدام الموارد يتم تحقيق أفضل استخدام للوقت والجهد والموارد المتاحة، مما يزيد من الإنتاجية ويقلل من اهدار الموارد.
٤. تحقيق التوازن بين الجودة والتكلفة: تهدف عملية الترشيد إلى تحقيق التوازن الامثل بين توفير جودة عالية للمنتج أو الخدمة وتكلفتها، لذلك يجب الحفاظ على مستوى عالٍ من الجودة في الإنتاج أو الخدمة، وفي الوقت نفسه تحقيق تكاليف منخفضة لتحقيق تنافسية قوية في السوق.
٥. تعزيز التنافسية: من خلال تقليل التكاليف وتحسين الكفاءة، يمكن للشركة تعزيز تنافسيتها في السوق، كما ان توفير منتجات أو خدمات بأسعار تنافسية يمكن أن يساهم في جذب المزيد من العملاء وزيادة حصتها في السوق.

٦. تحقيق الاستدامة المالية: بتحسين الكفاءة وتقليل التكاليف، يمكن للشركة تحقيق الاستدامة المالية على المدى الطويل، فالتكاليف المدروسة والمراقبة مستمرة للمصروفات تساهم في تعزيز القدرة على التكيف مع التحديات الاقتصادية والتغيرات في السوق.

عاشراً: مبادئ ترشيد التكاليف الداخلية في الشركات

تعتمد مبادئ ترشيد التكاليف الداخلية في الشركات على مجموعة من المبادئ الأساسية التي تهدف إلى تحقيق أهداف ترشيد التكاليف، وتتمثل في الاتي (Ramakrishna & Alzoubi, 2022: 135) :

١. تحليل العمليات والأنشطة: يتطلب ترشيد التكاليف تحليلاً دقيقاً للعمليات والأنشطة التي تتم في الشركة، اذ ينبغي تحديد المجالات التي تستهلك موارد كبيرة وتسبب تكاليف عالية، وبتحليل العمليات، يمكن تحديد فرص التحسين وتخفيض التكاليف.
٢. تحديد الأولويات: يجب تحديد الأولويات في ترشيد التكاليف وتحديد المجالات التي تحتاج إلى تدخل فوري، اذ يمكن أن تكون هناك مجموعة متنوعة من المجالات التي يمكن تحسينها، ولكن يجب التركيز على الأولويات الأكثر أهمية التي تساهم بشكل كبير في تقليل التكاليف.
٣. إدارة المخاطر: يجب أن تأخذ الشركة في الاعتبار المخاطر المحتملة المرتبطة بترشيد التكاليف، اذ يمكن أن يكون لتخفيض التكاليف تأثير على جودة المنتج أو الخدمة أو رضا العملاء، ويجب التأكد من تقييم المخاطر وتنفيذ إجراءات للتحكم فيها وتقليلها إلى أدنى حد ممكن.
٤. المشاركة والتواصل: يعتبر التواصل والمشاركة الفعالة أمراً حاسماً في تطبيق مبادئ ترشيد التكاليف، ويجب أن يكون هناك تفاعل بين مختلف الأقسام داخل الشركة لتحقيق التوافق والتعاون في جهود ترشيد التكاليف، و يجب أن يشمل التواصل أيضاً التوجيه والتوعية بأهداف الترشيد وأهميته.

٥. تحفيز الابتكار والإبداع: يمكن أن يسهم التفكير الإبداعي والابتكاري في ترشيد التكاليف بطرق جديدة وفعالة، اذ يجب تشجيع الموظفين على تقديم اقتراحات وأفكار جديدة لتحسين العمليات وتقليل التكاليف، حيث يمكن أن يؤدي التركيز على الابتكار إلى اكتشاف حلول فريدة تقلل من التكاليف بشكل كبير.
٦. المتابعة والقياس: يجب أن يتم رصد ومتابعة التكاليف بشكل مستمر لضمان تحقيق الأهداف المرجوة، وينبغي قياس التكاليف ومقارنتها بالمعايير المحددة والمقاييس الأخرى لتقييم الأداء، اذ يمكن استخدام تقارير ومؤشرات الأداء لتحديد التقدم وتحديد المجالات التي تحتاج إلى تحسينات إضافية.

احدى عشر: تحليل التكاليف الداخلية للشركات

تحليل التكاليف الداخلية للشركة هي عملية تحليل تكاليف العمليات والانشطة الداخلية في الشركة، بهدف فهم وتقدير التكاليف المرتبطة بكل جزء من أجزاء العمل والإنتاج، ويساعد تحليل التكاليف الداخلية في تحديد المصادر التي تستهلك الموارد وتسبب التكاليف العالية، ويمكن أن يوفر رؤى قيمة لاتخاذ قرارات ترشيد التكاليف وتحسين الأداء المالي للشركة، وتتمثل الخطوات الأساسية لتحليل التكاليف الداخلية في الشركات في الاتي (Solís-Díez et al., 2022: 770):

١. تعريف الأنشطة: القيام بتحديد وتوثيق جميع الأنشطة والعمليات التي تتم في الشركة ، يمكن أن تشمل الأنشطة تصنيع المنتجات، وتقديم الخدمات، وإدارة المخزون، والتسويق، والشحن، وغيرها، يجب أن يتم توثيق جميع التفاصيل المتعلقة بكل نشاط، بما في ذلك الموارد المستخدمة والتكاليف المباشرة وغير المباشرة.
٢. تعيين التكاليف: القيام بتحديد وتعيين التكاليف المباشرة والمتغيرة والثابتة المرتبطة بكل نشاط، فالتكاليف المباشرة هي التكاليف التي يمكن تعيينها بشكل مباشر إلى نشاط معين، مثل تكاليف المواد الخام والأجور المباشرة، أما التكاليف المتغيرة فتتغير بناءاً على حجم الإنتاج أو العمليات، مثل تكاليف الكهرباء

والوقود، والتكاليف الثابتة تكون ثابتة بغض النظر عن حجم الإنتاج أو العمليات، مثل الإيجار ورواتب الإدارة.

٣. توزيع التكاليف: القيام بتوزيع التكاليف الثابتة والتكاليف المشتركة على الأنشطة المختلفة بناءاً على أساليب التوزيع المناسبة، حيث يمكن استخدام طرق التوزيع المختلفة مثل التوزيع بناءاً على النسبة المئوية، أو التوزيع بناءاً على عدد الوحدات، أو التوزيع بناءاً على الوقت المستهلك، وغيرها، يهدف توزيع التكاليف إلى تحميل كل نشاط بنصيبه العادل من التكاليف الثابتة والتكاليف المشتركة.

٤. تحليل النتائج: القيام بتحليل البيانات المجمعة والتكاليف الموزعة لففهم التكاليف المرتبطة بكل نشاط، و القيام بتحليل الأنشطة والعمليات التي تستهلك موارد كبيرة وتتسبب في تكاليف عالية، ويمكن أن تتضمن هذه التحليلات تحليل تكلفة الإنتاج لكل وحدة منتجة، وتحليل تكلفة العمليات الإدارية، وتحليل تكلفة العمليات اللوجستية، وغيرها من التحليلات المتعلقة بالأنشطة المختلفة.

٥. اتخاذ قرارات التحسين: بعد تحليل التكاليف وفهم أداء الأنشطة المختلفة، يمكن اتخاذ قرارات لتحسين الأداء وتقليل التكاليف، ويمكن أن تشمل هذه القرارات إجراءات مثل تحسين كفاءة العمليات، وتحسين استخدام الموارد، وتقليل الهدر والتكاليف الزائدة، وتحسين إدارة المخزون، وتحسين التخطيط والجدولة.

٦. مراقبة ومتابعة الأداء: يجب أن يتم رصد ومتابعة الأداء المالي وتكاليف الشركة بشكل دوري والقيام بمقارنة التكاليف الفعلية بالتكاليف المستهدفة والمقاييس الأخرى لتقييم الأداء، يمكن استخدام تقارير ومؤشرات الأداء لتعقب التحسينات وتحديد المجالات التي تحتاج إلى مزيد من التحسين.

ولذلك يمكن القول ان تحليل التكاليف الداخلية للشركات يساعد في تحقيق الترشيد المالي وزيادة الكفاءة وتحسين أداء الشركة، و يجب أن يتم تنفيذه بشكل دوري ومستمر للحفاظ على رؤية شاملة للتكاليف والفعالية المالية للشركة.

القسم الرابع: الاطار التطبيقي للدراسة

اولاً: منهج الدراسة

تعتمد الدراسة على المنهج التحليلي الكمي من خلال جمع وتحليل البيانات الكمية وتوفير نتائج قابلة للتفسير والتطبيق في مجال البحث كونه يساعد في فهم العلاقة بين المتغيرات من خلال القيام بتحليل البيانات الخاصة بمتغيرات الدراسة باستخدام الأساليب والطرق الاحصائية مثل الانحدار المتعدد لفهم العوامل والتحديات المرتبطة باستخدام التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف، وكذلك ستستخدم الدراسة الاسلوب القياسي فى الوصول لنتائج الدراسة المتعلقة بالعلاقة بين التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف الداخلية بالشركات العقارية بمصر وذلك من خلال اتباع نموذج ARDL لإختبار العلاقة بين المتغيرات وكذلك تم استخدام نموذج تصحيح الأخطاء لمعرفة نوع العلاقة بين المتغيرات في الأجل الطويل والقصير باستخدام برنامج E-Views.

ثانياً: مجتمع وعينة الدراسة

يتمثل مجتمع الدراسة في شركات قطاع العقارات في مصر، ويعد قطاع العقارات له أهمية كبيرة في مصر ويسهم بشكل كبير في الاقتصاد المصري، هناك عدة أسباب تجعل قطاع العقارات مهماً في البلاد:

- الدور الاقتصادي: يعتبر قطاع العقارات من أهم القطاعات الاقتصادية في مصر، اذ يسهم في توفير فرص عمل كبيرة للعديد من العمال والفنيين والمهندسين والوسطاء العقاريين والمقاولين وغيرهم، كما يساهم أيضًا في جذب الاستثمارات وتعزيز النمو الاقتصادي.
- الطلب العالي: تشهد مصر طلباً مستمراً على العقارات بسبب زيادة عدد السكان وتنامي الطبقة المتوسطة والحاجة المستمرة للإسكان، و يتم تلبية هذا الطلب من خلال إنشاء مشاريع سكنية جديدة وتطوير المناطق الحضرية وتوفير المرافق والخدمات اللازمة.

- الاستثمار العقاري: يُعتبر العقار استثمارًا آمناً ومربحاً في مصر، و يعتبر العقار وسيلة شائعة للاستثمار وتوفير الدخل الثابت، سواء من خلال التأجير أو البيع، ويجذب قطاع العقارات المستثمرين المحليين والأجانب الذين يسعون للاستفادة من فرص العائدات العالية والنمو المستدام.
- التنمية العمرانية: يسهم قطاع العقارات في تطوير المدن والمناطق العمرانية في مصر، اذ يتم إنشاء مشاريع سكنية وتجارية وسياحية وصناعية وبنية تحتية لتلبية احتياجات السكان وتعزيز التنمية الاقتصادية والاجتماعية.
- الاستقرار الاجتماعي: يسهم قطاع العقارات في توفير الإسكان اللائق للمواطنين وتحسين مستوى المعيشة، و يساهم في تحسين الظروف المعيشية وتوفير بيئة آمنة ومستدامة للأفراد والعائلات.

و تتمثل عينة الدراسة في خمس شركات وهي كالاتي:

- شركة مدينة مصر للاسكان والتعمير
- شركة طلعت مصطفي القابضة
- بالم هيلز للتعمير
- إعمار مصر للتنمية
- بايونيرز بروبرتيز للتنمية العمرانية

ثالثاً: اختبار الفروض

دراسة العلاقات القياسية بين المتغير المستقل (التوأمة الرقمية بأبعادها (كفاءة العمليات- تقليل الأخطاء والهدر- التحليل المتقدم واتخاذ القرار- الامتثال والشفافية)) **والمتغير التابع (ترشيد التكاليف الداخلية) خلال فترة الدراسة (٢٠٠٨-٢٠٢٢)**، ومن أجل ذلك تم حساب العلاقات القياسية بين المتغيرات المستقلة والمتغيرات التابعة خلال فترة الدراسة باستخدام مجموعة من الاختبارات القياسية مثل اختبار ديكي - فولر الموسع واختبار السببية وإختبارالتكامل المشترك لإختبار العلاقة بين المتغيرات

واختبار فترات الابطاء الزمني وكذلك تم استخدام نموذج تصحيح الأخطاء لمعرفة نوع العلاقة بين المتغيرات في الأجل الطويل والقصير باستخدام برنامج E-Views.

١- اختبار الفرض الفرعي الاول: يوجد علاقة بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف الداخلية

- **اختبار جذر الوحدة:**

لقياس مدى استقرار متغيرات النموذج تم استخدام اختبار ديكي- فولر المطور (ADF) وتبين استقرار سلسلة **كفاءة العمليات** (X1) عند مستواها وبذلك تصبح السلسلة متكاملة عند المستوي، بينما تبين عدم استقرار سلسلة **ترشيد التكاليف الداخلية** (Y1) عند مستواها وحدث الاستقرار بعد أخذ الفرق الأول وبذلك تصبح السلسلة متكاملة من الدرجة الأولى، سيتم إستخدام التكامل المشترك ل ARDL من أجل إجراء اختبار التكامل المشترك بينهما.

جدول (١) نتائج اختبار ديكي -فولر المطور (ADF) للعلاقة بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف الداخلية

Variables	Level			1st Difference			2nd Difference		
	ADF	Sig.	Result	ADF	Sig.	Result	ADF	Sig.	Result
X1	-4.96	0.0019	stationary						
Y1	-2.667	0.104	No stationary	-3.458	0.0281	Stationary			

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

- **اختبار السببية (Causality Test)**

يتضح عدم وجود علاقات سببية ذات اتجاهين أو ذات اتجاه واحد بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف الداخلية عند مستوى معنوية ٠.٠٥

جدول (٢) نتائج اختبار السببية للعلاقة بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف الداخلية

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
X1 does not Granger Cause Y1	13	1.64959	0.2513
Y1 does not Granger Cause X1			0.01008

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

- **اختبار التكامل المشترك (Bounds Test)**

يتبين أن ليس هناك تكامل مشترك بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف الداخلية عند مستوى معنوية ٠.٠٥

جدول (٣) نتائج اختبار التكامل المشترك للعلاقة بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف الداخلية

F-Bounds Test **Null Hypothesis: No levels relationship**

Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
			Asymptotic: n=1000	
F-statistic	4.141993	10%	3.02	3.51
k	1	5%	3.62	4.16
		2.5%	4.18	4.79
		1%	4.94	5.58
			Finite Sample:	
Actual Sample Size	14		n=35	
		10%	3.223	3.757
		5%	3.957	4.53
		1%	5.763	6.48
			Finite Sample: n=30	
		10%	3.303	3.797
		5%	4.09	4.663
		1%	6.027	6.76

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

- **اختبار عدد فترات التباطؤ الزمني**

يتبين أن العدد الأمثل لفترات التباطؤ الزمني هو فترة زمنية واحدة لمتغير ترشيد التكاليف الداخلية ولا توجد فترة إبطاء زمنية لمتغير كفاءة العمليات.

جدول (٤) نتائج اختبار فترات التباطؤ الزمني للعلاقة بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف الداخلية

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
Y1(-1)	0.311719	0.231889	1.344260	0.2059
X1	-8.803215	4.576686	-1.923491	0.0807
C	51.43489	25.34016	2.029778	0.0673
R-squared	0.335439	Mean dependent var		4.009286
Adjusted R-squared	0.214609	S.D. dependent var		1.420755
S.E. of regression	1.259106	Akaike info criterion		3.486090
Sum squared resid	17.43881	Schwarz criterion		3.623030
Log likelihood	-21.40263	Hannan-Quinn criter.		3.473413
F-statistic	2.776136	Durbin-Watson stat		1.702079
Prob(F-statistic)	0.105668			

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

- **نموذج متجهات تصحيح الخطأ في الأجل الطويل والأجل القصير:**

من أجل تحديد قيمة معلمات العلاقة في الأجل الطويل والأجل القصير تم تقدير متجهات تصحيح الخطأ ويتبين أن معامل تصحيح حد الخطأ بلغت قيمته 0.688 وهو معنوي عند مستوى معنوية ٠.٠٥ أي أن هناك تصحيح من المدى القصير للمدى الطويل بسرعه 0.688 بينما تشير معادلة الأجل الطويل أن ليس هناك العلاقة بين التصحيح في الأجل الطويل لأن X غير معنوية عند مستوى معنوية ٠.٠٥

جدول (٥) نتائج اختبار متجهات تصحيح الخطأ للعلاقة بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف الداخلية

Cointegrating Form				
Variable	**Coefficient**	**Std. Error**	**t-Statistic**	**Prob.**
CointEq(-1)*	**-0.688281**	**0.179608**	**-3.832134**	**0.0028**

Long Run Coefficients				
Variable	**Coefficient**	**Std. Error**	**t-Statistic**	**Prob.**
X1	**-12.79014**	**7.892078**	**-1.620630**	**0.1334**
C	**74.72945**	**43.64083**	**1.712374**	**0.1148**

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

٢- اختبار الفرض الفرعي الثاني: يوجد علاقة بين تقليل الأخطاء والهدر وترشيد التكاليف الداخلية

- **اختبار جذر الوحدة:**

لقياس مدى استقرار متغيرات النموذج تم استخدام اختبار ديكي- فولر المطور (ADF) وتبين استقرار سلسلة **تقليل الأخطاء والهدر** (X2) عند مستواها وبذلك تصبح السلسلة متكاملة من الدرجة الصفرية، وكذلك تبين عدم استقرار سلسلة ترشيد التكاليف الداخلية (Y1) عند مستواها وحدث الاستقرار بعد أخذ الفرق الأول وبذلك تصبح السلسلة متكاملة من الدرجة الأولى، ويتضح ان السلسلتين متكاملتين عند درجات مختلفة وسيتم إستخدام التكامل المشترك ل ARDL من أجل إجراء اختبار التكامل المشترك بينهما.

جدول (٦) نتائج اختبار ديكي -فولر المطور (ADF) للعلاقة بين تقليل الأخطاء والهدر وترشيد التكاليف الداخلية

Variables	Level			1st Difference			2nd Difference		
	ADF	Sig.	Result	ADF	Sig.	Result	ADF	Sig.	Result
X2	-3.3095	0.0346	stationary						
Y1	-2.667	0.104	No stationary	-3.458	0.0281	Stationary			

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

- **اختبار السببية (Causality Test)**

يتضح عدم وجود علاقات سببية ذات اتجاهين أو ذات اتجاه واحد بين تقليل الأخطاء والهدر وترشيد التكاليف الداخلية عند مستوى معنوية ٠.٠٥

جدول (٧) نتائج اختبار السببية للعلاقة بين تقليل الأخطاء والهدر وترشيد التكاليف الداخلية

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
X2 does not Granger Cause Y1	13	0.98628	0.4141
Y1 does not Granger Cause X2			0.03516

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

- **اختبار التكامل المشترك (Bounds Test)**

يتبين أن ليس هناك تكامل مشترك بين تقليل الأخطاء والهدر وترشيد التكاليف الداخلية عند مستوى معنوية ٠.٠٥

جدول (٨) نتائج اختبار التكامل المشترك للعلاقة بين تقليل الأخطاء والهدر وترشيد التكاليف الداخلية

Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
			Asymptotic: n=1000	
F-statistic	12.17226	10%	3.02	3.51
k	1	5%	3.62	4.16
		2.5%	4.18	4.79
		1%	4.94	5.58
			Finite Sample:	
Actual Sample Size	11		n=35	
		10%	3.223	3.757
		5%	3.957	4.53
		1%	5.763	6.48
			Finite Sample:	
			n=30	
		10%	3.303	3.797
		5%	4.09	4.663
		1%	6.027	6.76

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

- **اختبار عدد فترات التباطؤ الزمني**

يتبين أن العدد الأمثل لفترات التباطؤ الزمني هو اربع فترات زمنية لمتغير ترشيد التكاليف الداخلية وكذلك ايضا لمتغير تقليل الأخطاء والهدر.

جدول (٩) نتائج اختبار فترات التباطؤ الزمني للعلاقة بين تقليل الأخطاء والهدر وترشيد التكاليف الداخلية

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
Y1(-1)	-0.081411	0.274638	-0.296428	0.8165
Y1(-2)	0.246256	0.138037	1.783987	0.3252
Y1(-3)	-0.259228	0.114151	-2.270919	0.2641
Y1(-4)	-0.435724	0.155202	-2.807456	0.2178
X2	0.042410	0.010405	4.076001	0.1532
X2(-1)	0.075204	0.019262	3.904334	0.1596
X2(-2)	0.039052	0.023059	1.693541	0.3396
X2(-3)	0.056929	0.021448	2.654262	0.2294
X2(-4)	0.169772	0.029436	5.767538	0.1093
C	-22.25220	5.916090	-3.761302	0.1654

R-squared	0.995526	Mean dependent var	4.050000
Adjusted R-squared	0.955262	S.D. dependent var	1.393765
S.E. of regression	0.294800	Akaike info criterion	-0.184755
Sum squared resid	0.086907	Schwarz criterion	0.176968
Log likelihood	11.01615	Hannan-Quinn criter.	-0.412771
F-statistic	24.72494	Durbin-Watson stat	2.524964
Prob(F-statistic)	0.154915		

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

- **نموذج متجهات تصحيح الخطأ في الأجل الطويل والأجل القصير:**

من أجل تحديد قيمة معلمات العلاقة في الأجل الطويل والأجل القصير تم تقدير متجهات تصحيح الخطأ ويتبين أن معامل تصحيح حد الخطأ بلغت قيمته 1.337516 وهو معنوي عند مستوى معنوية ٠.٠٥ أي أن هناك تصحيح من المدى القصير للمدى الطويل بسرعه 1.337516 بينما تشير معادلة الأجل الطويل أن ليس هناك العلاقة بين للتصحيح في الأجل الطويل لأن X2 غير معنوية عند مستوى معنوية ٠.٠٥

جدول (١٠) نتائج اختبار متجهات تصحيح الخطأ للعلاقة بين تقليل الأخطاء والهدر ترشيد التكاليف الداخلية

Cointegrating Form

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-22.25220	5.916090	-3.761302	0.1654
Y1(-1)*	-1.530106	0.348637	-4.388820	0.1426
X2(-1)	0.383367	0.094737	4.046647	0.1542
D(Y1(-1))	0.448696	0.131561	3.410562	0.1816
D(Y1(-2))	0.694952	0.174264	3.987919	0.1564
D(Y1(-3))	0.435724	0.155202	2.807456	0.2178
D(X2)	0.042410	0.010405	4.076001	0.1532
D(X2(-1))	-0.265753	0.070345	-3.777867	0.1647
D(X2(-2))	-0.226702	0.048768	-4.648542	0.1349
D(X2(-3))	-0.169772	0.029436	-5.767538	0.1093

EC = Y1 - (0.2505*X2 -14.5429)

Long Run Coefficients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
X2	0.250549	0.031079	8.061769	0.0786
C	-14.54291	2.297477	-6.329947	0.0997

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

٣- اختبار الفرض الفرعي الثالث: يوجد علاقة بين التحليل المتقدم واتخاذ القرار وترشيد التكاليف الداخلية

- **اختبار جذر الوحدة:**

لقياس مدى استقرار متغيرات النموذج تم استخدام اختبار ديكي- فولر المطور (ADF) وتبين عدم استقرار سلسلة **التحليل المتقدم واتخاذ القرار** (X3) عند مستواها وحدث الاستقرار بعد أخذ الفرق الأول وبذلك تصبح السلسلة متكاملة من الدرجة الأولي ، وكذلك تبين عدم استقرار سلسلة ترشيد التكاليف الداخلية (Y1) عند مستواها وحدث الاستقرار بعد أخذ الفرق الأول وبذلك تصبح السلسلة متكاملة من الدرجة الأولى، ولأن السلسلتين متكاملتين عند نفس الدرجة فإنه يتم إستخدام التكامل المشترك لARDL من أجل إجراء اختبار التكامل المشترك بينهما.

جدول (١١) نتائج اختبار ديكي -فولر المطور (ADF) للعلاقة بين التحليل المتقدم واتخاذ القرار وترشيد التكاليف الداخلية

Variables	Level			1st Difference			2nd Difference		
	ADF	Sig.	Result	ADF	Sig.	Result	ADF	Sig.	Result
X3	-1.594	0.45	No stationary	-7.37546	0.000	Stationary			
Y1	-2.667	0.104	No stationary	-3.458	0.0281	Stationary			

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

- **اختبار السببية (Causality Test)**

يتضح عدم وجود علاقات سببية ذات اتجاهين أو ذات اتجاه واحد بين التحليل المتقدم واتخاذ القرار وترشيد التكاليف الداخلية عند مستوى معنوية ٠.٠٥

جدول (١٢) اختبار السببية للعلاقة بين التحليل المتقدم واتخاذ القرار وترشيد التكاليف الداخلية

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
X3 does not Granger Cause Y1	13	0.27623	0.7656
Y1 does not Granger Cause X3		0.47975	0.6357

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

- **اختبار التكامل المشترك (Bounds Test)**

يتبين أنه لا يوجد تكامل مشترك بين التحليل المتقدم واتخاذ القرار وترشيد التكاليف الداخلية عند مستوى معنوية ٠.٠١

جدول (١٣) اختبار التكامل المشترك للعلاقة بين التحليل المتقدم واتخاذ القرار وترشيد التكاليف الداخلية

F-Bounds Test **Null Hypothesis: No levels relationship**

Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
			Asymptotic: n=1000	
F-statistic	2.300227	10%	3.02	3.51
k	1	5%	3.62	4.16
		2.5%	4.18	4.79
		1%	4.94	5.58
Actual Sample Size	11		Finite Sample: n=35	
		10%	3.223	3.757
		5%	3.957	4.53
		1%	5.763	6.48
			Finite Sample: n=30	
		10%	3.303	3.797
		5%	4.09	4.663
		1%	6.027	6.76

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

- **اختبار عدد فترات التباطؤ الزمني**

يتبين أن العدد الأمثل لفترات التباطؤ الزمني هو فترة زمنية واحدة لمتغير ترشيد التكاليف الداخلية بينما توجد ثلاث فترات إبطاء زمنية لمتغير التحليل المتقدم واتخاذ القرار.

جدول (١٤) اختبار فترات التباطؤ الزمني للعلاقة بين التحليل المتقدم واتخاذ القرار وترشيد التكاليف الداخلية

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
Y1(-1)	1.202757	0.473683	2.539160	0.0640
X3	-0.262766	0.172463	-1.523606	0.2023
X3(-1)	-0.029858	0.137535	-0.217093	0.8388
X3(-2)	-0.143044	0.154120	-0.928138	0.4059
X3(-3)	-0.046278	0.267153	-0.173226	0.8709
X3(-4)	-0.800516	0.358503	-2.232943	0.0893
C	115.5825	64.58487	1.789622	0.1480

R-squared	0.752699	Mean dependent var	4.050000
Adjusted R-squared	0.381748	S.D. dependent var	1.393765
S.E. of regression	1.095903	Akaike info criterion	3.282160
Sum squared resid	4.804012	Schwarz criterion	3.535367
Log likelihood	-11.05188	Hannan-Quinn criter.	3.122550
F-statistic	2.029108	Durbin-Watson stat	2.769532
Prob(F-statistic)	0.257172		

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

- **نموذج متجهات تصحيح الخطأ في الأجل الطويل والأجل القصير:**

من أجل تحديد قيمة معلمات العلاقة في الأجل الطويل والأجل القصير تم تقدير متجهات تصحيح الخطأ ويتبين أن معامل تصحيح حد الخطأ بلغت قيمته ٠.٢٠٢٧ وهو معنوي عند مستوى معنوية ٠.٠٥ أي أن هناك تصحيح من المدى القصير للمدى الطويل بسرعه ٠.٢٠٢٧ بينما تشير معادلة الأجل الطويل أن ليس هناك العلاقة بين للتصحيح في الأجل الطويل لأن X3 غير معنوية عند مستوى معنوية ٠.٠٥

جدول (١٥) نتائج اختبار متجهات تصحيح الخطأ للعلاقة بين التحليل المتقدم واتخاذ القرار وترشيد التكاليف الداخلية

Cointegrating Form

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(X3)	-0.262766	0.124829	-2.105003	0.1031
D(X3(-1))	0.989839	0.336721	2.939640	0.0424
D(X3(-2))	0.846794	0.306586	2.762013	0.0507
D(X3(-3))	0.800516	0.224186	3.570771	0.0234
CointEq(-1)*	0.202757	0.063021	3.217300	0.0324

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	115.5825	64.58487	1.789622	0.1480
Y1(-1)*	0.202757	0.473683	0.428044	0.6907
X3(-1)	-1.282462	0.729145	-1.758858	0.1534
D(X3)	-0.262766	0.172463	-1.523606	0.2023
D(X3(-1))	0.989839	0.599114	1.652172	0.1738
D(X3(-2))	0.846794	0.537619	1.575082	0.1904
D(X3(-3))	0.800516	0.358503	2.232943	0.0893

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

٤- اختبار الفرض الفرعي الرابع: يوجد علاقة بين الامتثال والشفافية وترشيد التكاليف الداخلية

- **اختبار جذر الوحدة:**

لقياس مدى استقرار متغيرات النموذج تم استخدام اختبار ديكي- فولر المطور (ADF) وتبين عدم استقرار سلسلة الامتثال والشفافية (X4) عند مستواها وحدث الاستقرار عند المستوي وبذلك تصبح السلسلة متكاملة من الدرجة الصفرية، وكذلك تبين عدم استقرار سلسلة ترشيد التكاليف الداخلية (Y1) عند مستواها وحدث الاستقرار بعد أخذ الفرق الأول وبذلك تصبح السلسلة متكاملة من الدرجة الأولى،

ولأن السلسلتين متكاملتين عند نفس الدرجة فإنه يتم إستخدام التكامل المشترك ل ARDL من أجل إجراء اختبار التكامل المشترك بينهما.

جدول (١٦) نتائج اختبار ديكي -فولر المطور (ADF) للعلاقة بين الامتثال والشفافية وترشيد التكاليف الداخلية

Variables	Level			1st Difference			2nd Difference		
	ADF	Sig.	Result	ADF	Sig.	Result	ADF	Sig.	Result
X4	-4.032	0.0095	stationary						
Y1	-2.667	0.104	No stationary	-3.458	0.0281	Stationary			

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

- **اختبار السببية (Causality Test)**

يتضح عدم وجود علاقات سببية ذات اتجاهين أو ذات اتجاه واحد بين الامتثال والشفافية وترشيد التكاليف الداخلية عند مستوى معنوية ٠.٠٥

جدول (١٧) اختبار السببية للعلاقة بين الامتثال والشفافية وترشيد التكاليف الداخلية

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
X4 does not Granger Cause Y1	13	0.10001	0.9059
Y1 does not Granger Cause X4		0.21400	0.8118

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

- **اختبار التكامل المشترك (Bounds Test)**

يتبين أن ليس هناك تكامل مشترك بين الامتثال والشفافية وترشيد التكاليف الداخلية عند مستوى معنوية ٠.٠٥

جدول (١٨) اختبار التكامل المشترك للعلاقة بين الامتثال والشفافية وترشيد التكاليف الداخلية

F-Bounds Test		Null Hypothesis: No levels relationship		
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
			Asymptotic: n=1000	
F-statistic	2.209987	10%	3.02	3.51
k	1	5%	3.62	4.16
		2.5%	4.18	4.79
		1%	4.94	5.58
			Finite Sample:	
Actual Sample Size	14		n=35	
		10%	3.223	3.757
		5%	3.957	4.53
		1%	5.763	6.48
			Finite Sample: n=30	
		10%	3.303	3.797
		5%	4.09	4.663
		1%	6.027	6.76

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

- **اختبار عدد فترات التباطؤ الزمني**

يتبين أن العدد الأمثل لفترات التباطؤ الزمني هو فترة زمنية واحدة لمتغير ترشيد التكاليف الداخلية ولا توجد فترة إبطاء زمنية لمتغير الامتثال والشفافية .

جدول (١٩) اختبار فترات التباطؤ الزمني للعلاقة بين الامتثال والشفافية وترشيد التكاليف الداخلية

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
Y1(-1)	0.304971	0.270636	1.126869	0.2838
X4	0.011363	0.045339	0.250625	0.8067
C	1.639072	4.506426	0.363719	0.7230

R-squared	0.116958	Mean dependent var	4.009286
Adjusted R-squared	-0.043595	S.D. dependent var	1.420755
S.E. of regression	1.451394	Akaike info criterion	3.770335
Sum squared resid	23.17199	Schwarz criterion	3.907276
Log likelihood	-23.39235	Hannan-Quinn criter.	3.757659
F-statistic	0.728468	Durbin-Watson stat	1.594599
Prob(F-statistic)	0.504543		

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

- **نموذج متجهات تصحيح الخطأ في الأجل الطويل والأجل القصير:**

من أجل تحديد قيمة معلمات العلاقة في الأجل الطويل والأجل القصير تم تقدير متجهات تصحيح الخطأ ويتبين أن معامل تصحيح حد الخطأ بلغت قيمته 0.695 وهو معنوي عند مستوى معنوية ٠.٠٥ أي أن هناك تصحيح من المدى القصير للمدى الطويل بسرعه 0.695 بينما تشير معادلة الأجل الطويل أن ليس هناك العلاقة بين للتصحيح في الأجل الطويل لأن X4 غير معنوية عند مستوى معنوية ٠.٠٥

جدول (٢٠) نتائج اختبار متجهات تصحيح الخطأ للعلاقة بين الامتثال والشفافية وترشيد التكاليف الداخلية

Cointegrating Form

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CointEq(-1)*	-0.695029	0.248297	-2.799180	0.0173

Long Run Coefficients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
X4	0.016349	0.064542	0.253307	0.8047
C	2.358279	6.470078	0.364490	0.7224

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

٥- اختبار الفرض الرئيسي: يوجد علاقة بين التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف الداخلية

- **اختبار جذر الوحدة:**

لقياس مدى استقرار متغيرات النموذج تم استخدام اختبار ديكي- فولر المطور (ADF) وتبين عدم استقرار سلسلة التوأمة الرقمية (X) عند مستواها وحدث الاستقرار بعد أخذ الفرق الثاني وبذلك تصبح السلسلة متكاملة من الدرجة الثانية، وكذلك تبين عدم استقرار سلسلة ترشيد التكاليف الداخلية (Y1) عند مستواها وحدث الاستقرار بعد أخذ الفرق الأول وبذلك تصبح السلسلة متكاملة من الدرجة الأولى، ولأن السلسلتين غير متكاملتين عند نفس الدرجة فإنه يتم إستخدام التكامل المشترك ل ARDL من أجل إجراء اختبار التكامل المشترك بينهما.

جدول (٢١) نتائج اختبار ديكي -فولر المطور (ADF) للعلاقة بين التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف الداخلية

Variables	Level			1st Difference			2nd Difference		
	ADF	Sig.	Result		ADF	Sig.	Result		ADF
X1- X2- X3- X4	1.339508	0.9965	No stationary	X1- X2- X3- X4	1.339508	0.9965	No stationary	X1- X2- X3- X4	1.339508
Y	-2.667	0.104	No stationary	Y	-2.667	0.104	No stationary	Y	-2.667

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

- **اختبار السببية (Causality Test)**

يتضح عدم وجود علاقات سببية ذات اتجاهين أو ذات اتجاه واحد بين ابعاد التوأمة الرقمية ككل مجمعة وترشيد التكاليف الداخلية عند مستوى معنوية ٠.٠٥.

جدول (٢٢) اختبار السببية للعلاقة بين التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف الداخلية

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
X1-X2-X3-X4 does not Granger Cause Y	13	1.96023	0.2029
Y does not Granger Cause X1-X2-X3-X4		1.48390	0.2831

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

- **اختبار التكامل المشترك (Bounds Test)**

يتبين أن هناك تكامل مشترك بين ابعاد التوأمة الرقمية ككل مجمعة وترشيد التكاليف الداخلية عند مستوى معنوية ٠.٠١

جدول (٢٣) اختبار التكامل المشترك للعلاقة بين التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف الداخلية

F-Bounds Test **Null Hypothesis: No levels relationship**

Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
			Asymptotic: n=1000	
F-statistic	8.488085	10%	3.02	3.51
k	1	5%	3.62	4.16
		2.5%	4.18	4.79
		1%	4.94	5.58
			Finite Sample:	
Actual Sample Size	11		n=35	
		10%	3.223	3.757
		5%	3.957	4.53
		1%	5.763	6.48
			Finite Sample:	
			n=30	
		10%	3.303	3.797
		5%	4.09	4.663
		1%	6.027	6.76

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

- **اختبار عدد فترات التباطؤ الزمني**

يتبين أن العدد الأمثل لفترات التباطؤ الزمني هو اربع فترات زمنية لمتغير ترشيد التكاليف الداخلية وكذلك لابعاد التوأمة الرقمية ككل مجمعة.

جدول (٢٤) اختبار فترات التباطؤ الزمني للعلاقة بين التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف الداخلية

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
Y(-1)	-0.081411	0.274638	-0.296428	0.8165
Y(-2)	0.246256	0.138037	1.783987	0.3252
Y(-3)	-0.259228	0.114151	-2.270919	0.2641
Y(-4)	-0.435724	0.155202	-2.807456	0.2178
X1-X2-X3-X4	0.165399	0.040579	4.076001	0.1532
X1-X2-X3-X4(-1)	0.098210	0.068209	1.439833	0.3865
X1-X2-X3-X4(-2)	-0.248347	0.043724	-5.679807	0.1109
X1-X2-X3-X4(-3)	0.676098	0.184706	3.660410	0.1698
X1-X2-X3-X4(-4)	0.350808	0.369517	0.949369	0.5165
C	-65.51718	20.06837	-3.264699	0.1892
R-squared	0.995526	Mean dependent var		4.050000
Adjusted R-squared	0.955262	S.D. dependent var		1.393765
S.E. of regression	0.294800	Akaike info criterion		-0.184755
Sum squared resid	0.086907	Schwarz criterion		0.176968
Log likelihood	11.01615	Hannan-Quinn criter.		-0.412771
F-statistic	24.72494	Durbin-Watson stat		2.524964
Prob(F-statistic)	0.154915			

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

- **نموذج متجهات تصحيح الخطأ في الأجل الطويل والأجل القصير:**

من أجل تحديد قيمة معلمات العلاقة في الأجل الطويل والأجل القصير تم تقدير متجهات تصحيح الخطأ وتبين أن معامل تصحيح حد الخطأ بلغت قيمته ١.٥٣ وهو معنوي عند مستوى معنوية ٠.٠٥ أي أن هناك تصحيح من المدى القصير للمدى الطويل بسرعه ١.٥٣ بينما تشير معادلة الأجل الطويل أن ليس هناك العلاقة بين التصحيح في الأجل الطويل لأن لأن X1-X2-X3-X4 غير معنوية عند مستوى معنوية ٠.٠٥

جدول (٢٥) نتائج اختبار متجهات تصحيح الخطأ للعلاقة بين التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف الداخلية

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(Y(-1))	0.448696	0.065678	6.831772	0.0925
D(Y(-2))	0.694952	0.091953	7.557704	0.0837
D(Y(-3))	0.435724	0.085243	5.111533	0.1230
D(X1-X2-X3-X4)	0.165399	0.014620	11.31324	0.0561
D(X1-X2-X3-X4(-1))	-0.778559	0.092053	-8.457711	0.0749
D(X1-X2-X3-X4(-2))	-1.026906	0.094209	-10.90033	0.0582
D(X1-X2-X3-X4(-3))	-0.350808	0.128029	-2.740065	0.2228
CointEq(-1)*	-1.530106	0.175063	-8.740296	0.0725

Long Run Coefficients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
X1-X2-X3-X4	0.681108	0.117462	5.798525	0.1087
C	-42.81871	7.990774	-5.358518	0.1175

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

القسم الخامس: النتائج والتوصيات

اولاً: النتائج

- توضح نتائج اختبار ديكي- فولر المطور أن سلسلة كفاءة العمليات مستقرة عند مستواها ، كما تبين عدم استقرار سلسلة ترشيد التكاليف الداخلية عند مستواها وحدث الاستقرار بعد أخذ الفرق الأول.
- لا توجد علاقات سببية ذات اتجاهين أو ذات اتجاه واحد بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف الداخلية.
- تشير نتائج اختبار التكامل المشترك إلى عدم وجود علاقة تكامل مشترك بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف الداخلية.
- لا توجد علاقة طويلة الأجل بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف الداخلية حسب نموذج تصحيح الخطأ.
- لا تؤثر كفاءة العمليات على ترشيد التكاليف الداخلية في الأجل القصير.
- نتائج اختبار ديكي- فولر تشير إلى استقرار سلسلة تقليل الأخطاء والهدر.
- لا توجد علاقة سببية بين تقليل الأخطاء والهدر وترشيد التكاليف الداخلية.
- لا توجد علاقة تكامل مشترك بين تقليل الأخطاء والهدر وترشيد التكاليف الداخلية.
- لا يؤثر تقليل الأخطاء والهدر على ترشيد التكاليف الداخلية في الأجلين القصير والطويل.
- تشير نتائج اختبار ديكي- فولر إلى استقرار سلسلة التحليل المتقدم واتخاذ القرار.
- لا توجد علاقة سببية بين التحليل المتقدم واتخاذ القرار وترشيد التكاليف الداخلية.

- لا توجد علاقة تكامل مشترك بين التحليل المتقدم واتخاذ القرار وترشيد التكاليف الداخلية
- لا يؤثر التحليل المتقدم واتخاذ القرار على ترشيد التكاليف الداخلية في الأجلين القصير والطويل.
- تشير نتائج اختبار ديكي- فولر إلى استقرار سلسلة الامتثال والشفافية.
- لا توجد علاقة سببية بين الامتثال والشفافية وترشيد التكاليف الداخلية.
- لا توجد علاقة تكامل مشترك بين الامتثال والشفافية وترشيد التكاليف الداخلية.
- لا يؤثر الامتثال والشفافية على ترشيد التكاليف الداخلية في الأجلين القصير والطويل.
- لا يوجد علاقة بين أبعاد التوأمة الرقمية (كفاءة العمليات- تقليل الأخطاء والهدر- التحليل المتقدم واتخاذ القرار- الامتثال والشفافية) كل منهم منفردة علي ترشيد التكاليف الدخلية، ولكن يوجد علاقة بين أبعاد التوأمة الرقمية ككل مجمعة على ترشيد التكاليف الدخلية.

ثانياً: التوصيات

- تبني تقنيات التوأمة الرقمية لتحسين إدارة وتخطيط وتتبع التكاليف الداخلية.
- الاستثمار في تقنيات متقدمة لتحليل البيانات واتخاذ قرارات استراتيجية تخدم ترشيد التكاليف.
- تبسيط العمليات والإجراءات الداخلية وتقليل الهدر من خلال أتمتة بعض المهام الروتينية.
- تحسين مستوى الكفاءة التشغيلية من خلال تدريب العاملين وتوفير البرامج التدريبية اللازمة.
- اعتماد معايير وإجراءات تقلل من حدوث الأخطاء وتكرارها في العمليات الداخلية.

- استخدام أنظمة معلوماتية متكاملة تسهل الوصول للبيانات وتحسين دقتها وشفافيتها.
- تطبيق مبادئ الشفافية والمساءلة في إدارة التكاليف واتخاذ القرارات المتعلقة بها.
- تعزيز ثقافة إدارة التكاليف عبر برامج التدريب والتوعية لدى جميع العاملين وتشجيع روح المبادرة والابتكار لدى الموظفين لابتكار حلول لترشيد التكاليف.
- تحديد التكاليف غير الضرورية واتخاذ اجراءات للحد منها وتقليلها.
- تطبيق نظام لقياس الأداء يرتكز على مؤشرات توفير التكاليف بشكل مستمر.
- القيام بإجراء دراسات دورية لتحسين عمليات الشركة وتطويرها بما يخدم ترشيد التكاليف.
- تخصيص ميزانيات لبحوث وتطوير تقنيات التوأمة الرقمية لدعم قرارات ترشيد التكاليف.
- القيام بالمراجعة الدورية لأهداف إدارة التكاليف وقياس مدى تحقيقها.

ثالثا: الدراسات المستقبلية

- تحليل تأثير التوأمة الرقمية على استدامة وأرباح الشركات العقارية في مصر.
- تطبيقات التوأمة الرقمية في التحليل والتنبؤ بالتكاليف للشركات العقارية في السوق المصري.
- دور التوأمة الرقمية في تحليل تكاليف الجودة وادارة الجودة الشاملة للصناعات الغذائية.

قائمة المراجع

- Abdulkadhim, A. A. (2023). The Application of the Green Innovation Value Chain and Its Role in Rationalizing Costs. *World Economics and Finance Bulletin*, *18*, 1-9.
- Agrawal, A., Fischer, M., & Singh, V. (2022). Digital twin: From concept to practice. Journal of Management in Engineering, 38(3), 602-612.
- Al Robaaiy, M. S. D., Rahima, M. A., & Alghazali, M. H. (2023). Application the Kanban Cards and the Value Stream Map (Vsm) to Rationalize Inventory Costs and to Improve The Company's Performance and Oversight Applied Research in Electrical Cables Factory/Ur State Company For Electrical Industries. *International Journal of Professional Business Review: Int. J. Prof. Bus. Rev.*, *8*(4), 1-29.
- Asadi, S. K. M. (2021). The rationalization vs. the reduction of real costs under the modern agriculture. *International Journal of Management (IJM)*, *12*(4), 164-174.
- Asadi, S. K., & shukr ALmshhdani, S. M. (2021). The Rationalizing Costs Of Environmental Remediation Through Implementing LEED Criteria's For The Sustainability Of Laboratory Quality. *Academy of Accounting and Financial Studies Journal*, *25*, 1-13.
- Attaran, M., Attaran, S., & Celik, B. G. (2023). The impact of digital twins on the evolution of intelligent manufacturing and Industry 4.0. *Advances in Computational Intelligence*, *3*(3), 1-15.
- Erceg, Ž.Starčević, V., Pamučar, D., Mitrović, G., Stević, Ž. & Žikić, S. (2019). A new model for stock management in order to rationalize costs: ABC-FUCOM-interval rough CoCoSo model. *Symmetry*, *11*(12), 1-29.

- Fast, N. J., & Jago, A. S. (2020). Privacy matters or does It? Algorithms, rationalization, and the erosion of concern for privacy. Current opinion in psychology, 31, 44-48.
- Fuller, A., Fan, Z., Day, C., & Barlow, C. (2020). Digital twin: Enabling technologies, challenges and open research. IEEE Access, 8, 108952-108971.
- Govindasamy, A., Rajeswari, D., Srinivasan, R., & Arivarasi, A. (2024). Cost-Effective digital twin Design for entertainment Enterprise's through Machine learning. Entertainment Computing,50, 100648, available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1875952124000168.
- Kadhim, M. A., & AL-Mamouri, A. M. T. (2023). Integration Between Technicians And Reengineering Deconstructed Analysis to Rationalize Costs and Support Competitive Advantage. American Journal of Business Management, Economics and Banking, 16, 128-136.
- Kaur, M. J., Mishra, V. P., & Maheshwari, P. (2019). The convergence of digital twin, IoT, and machine learning: transforming asset management. In Internet of Things (pp. 145-173). CRC Press.
- Kritzinger, W., Karner, M., Traar, G., Henjes, J., & Sihn, W. (2018). Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification. IFAC-Papers Online, 51(11), 1016-1022.
- Lee, H., & Yang, H. (2023). Digital Twinning and Optimization of Manufacturing Process Flows. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, *145*(11), 1-13.
- Liezina, A., Andriushchenko, K., Rozhko, O., Datsii, O., Mishchenko, L., & Cherniaieva, O. (2020). Resource planning for risk diversification in the formation of a digital twin enterprise. Accounting, 6(7), 1337-1344.
- Lv, Z. (2023). Digital twins in industry 5.0. *Research*, *6*, 1-16.

- Mohamad Zaidi, N. H., Lim, C. H., & Razali, H. (2024). Mitigating the Energy Consumption and Carbon Emissions of a Residential Area in a Tropical City Using Digital Twin Technology: A Case Study of Bertam, Penang. Buildings, 14(3), 1-12
- Morlot, M., Rigon, R., & Formetta, G. (2024). Hydrological digital twin model of a large anthropized Italian alpine catchment: The Adige river basin. Journal of Hydrology, 629, 130587, available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022169423015299
- Murphy, A., Taylor, C., Acheson, C., Butterfield, J., Jin, Y., Higgins, P., & Higgins, C. (2020). Representing financial data streams in digital simulations to support data flow design for a future Digital Twin. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 61, 1-36.
- Qi, Q., Tao, F., Zuo, Y., & Zhao, D. (2018). Digital twin service towards smart manufacturing. Procedia CIRP, 98, 246-251.
- Ramakrishna, Y., & Alzoubi, H. M. (2022). Empirical investigation of mediating role of six sigma approach in rationalizing the COQ in service organizations. Operations and Supply Chain Management, 15(1), 122-135.
- Sadri, H., Yitmen, I., Tagliabue, L. C., Westphal, F., Tezel, A., Taheri, A., & Sibenik, G. (2023). Integration of blockchain and digital twins in the smart built environment adopting disruptive technologies—A systematic review. *Sustainability*, *15*(4), 1-46.
- Santi, M. (2023). Digital Twins: Accelerating Digital Transformation in the Real Estate Industry. In *Architecture and Design for Industry 4.0: Theory and Practice* (pp. 673-697). Cham: Springer International Publishing.
- Solís-Díez, G., Turu-Pedrola, M., Roig-Izquierdo, M., Zara, C., Vallano, A., & Pontes, C. (2022). Dealing with immunoglobulin shortages: a

rationalization plan from evidence-based and data collection. Frontiers in public health, 10, 893770, 1-12.

- Tao, F., Qi, Q., Liu, A., & Kusiak, A. (2019). Data-driven smart manufacturing. Journal of Manufacturing Systems, 48(Part C), 157-169.
- Tao, F., Zhang, H., & Zhang, C. (2024). Advancements and challenges of digital twins in industry. *Nature Computational Science*, *4*(3), 169-177.
- Yanamandra, R., & Alzoubi, H. M. (2022). Empirical investigation of mediating role of six sigma approach in rationalizing the COQ in service organizations. Operations and Supply Chain Management: An International Journal, 15(1), 122-135.
- Yazdi, M. (2024). Digital Twins and Virtual Prototyping for Industrial Systems. In *Advances in Computational Mathematics for Industrial System Reliability and Maintainability* (pp. 155-168). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Zhong, R., Hu, B., Hong, Z., Zhang, Z., Lou, S., Song, X., & Tan, J. (2024). Human-Robot handover task intention recognition framework by fusing human digital twin and deep domain adaptation. Journal of Engineering Design, 1-17.
- Zhou, C., Xu, J., Miller-Hooks, E., Zhou, W., Chen, C. H., Lee, L. H., & Li, H. (2021). Analytics with digital-twinning: A decision support system for maintaining a resilient port. Decision Support Systems, 143, 113496, 1-27.