استخدام احدى تقنيات الثورة الصناعية الرابعة لترشيد التكاليف التشغيلية

– دراسة تطبيقية على شركات قطاع الموارد الاساسية

بالبورصة المصرية عن الفترة (2013 - 2023) –

دكتور / وحيد احمد ابو الفتوح – اكاديمية اخبار اليوم

المستخلص :

هدفت الدراسة الى دراسة وتحليل دور تقنيات الثورة الصناعية الرابعة لترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية ، ففي ظل التطور التكنولوجي المذهل وما يشهده العالم من تغيرات ، وتبني الكثير من الشركات الكبيرة لتقنيات جديدة لتحسين العمليات التشغيلية وترشيد التكاليف ، وتشمل هذه التقنيات الذكاء الاصطناعي ومنها التوأمة الرقمية ، إنترنت الأشياء، الحوسبة السحابية ، والروبوتات المتقدمة .

منهجية الدراسة : اعتمدت الدراسة 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 تقنية التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف .

نتائج الدراسة : تم التوصل إلى أن التغيرات المتسارعة في تكنولوجيا المعلومات ألقت بظلالها على جميع مناحي الحياة وانه يمكن استخدامها على نطاق واسع في المحاسبة ، وأصبح أمراً ضرورياً على الشركات والمحاسبين أن يكتسبوا المهارات التكنولوجية الجديدة، وتوصلت الدراسة الى نتائج تظهر العلاقة بين استخدام التوأمة الرقمية كاحد تقنيات الذكاء الاصطناعي وترشيد التكاليف التشغيلية في شركات قطاع الموارد الاساسية بالبورصة المصرية للفترة من (2013- 2023)، وتطبيقها بشكل فعال لتحقيق وفورات في التكاليف وتحسين الكفاءة التشغيلية.

المساهمة العلمية للدراسة: للدراسة الحالية مساهمتان الاولى: يعتبر هذا البحث أصيلاً في طرحه لموضوع تقنيات الثورة الصناعية الرابعة ومنها التوأمة الرقمية كأحد تقنيات الذكاء الاصطناعي وعلاقتها بترشيد التكاليف التشغيلية في قطاع الموارد الاساسية بالبورصة المصرية ، حيث لا توجد دراسات سابقة تناولت هذا الموضوع في هذا السياق، الثانية : الاضافة التى يمكن ان تحققها الدراسة إلى المعرفة العلمية في مجال إدارة التكاليف وتطبيقات التوأمة الرقمية في قطاع الصناعة.

الكلمات المفتاحية : الثورة الصناعية الرابعة ، الذكاء الاصطناعي ، التوأمة الرقمية ، ترشيد التكاليف التشغيلية ، شركات قطاع الموارد الاساسية .

The Use One of the Fourth Industrial Revolution Technology in Rationalizing Operating Costs – An Applied Study on Basic Resources Sector Companies Listed on the Egyptian Stock Exchange During the Period (2013–2023)

Abstract

This study examines and analyzes the role of Fourth Industrial Revolution (4IR) technologies in rationalizing internal operating costs. Considering the remarkable technological advancements and the global transformations brought by the 4IR, many large corporations have adopted innovative technologies to enhance their operational processes and reduce costs. These technologies include Artificial Intelligence (AI) particularly Digital Twin technology — the Internet of Things (IoT), cloud computing, and advanced robotics.

Methodology: The study adopts a quantitative analytical approach, collecting and analyzing quantitative data to produce interpretable and applicable results in the field of research. This approach helps in understanding the relationship between variables by analyzing data using statistical techniques such as multiple regression analysis to explore the factors and challenges related to the use of Digital Twin technology and its role in cost rationalization.

Findings: The study concludes that the rapid advancements in information technology have significantly impacted all aspects of life and that these technologies can be widely applied in the accounting field. It has become imperative for companies and accountants to acquire new technological skills. The study also reveals a clear relationship between the use of Digital Twin — as a form of artificial intelligence — and the rationalization of operating costs in companies within the basic resources sector listed on the Egyptian Stock Exchange during the period (2013–2023). The effective implementation of these technologies contributes to achieving cost savings and improving operational efficiency.

Scientific Contribution: The study offers two main contributions. First, it is original in addressing the topic of Fourth Industrial Revolution

technologies — particularly Digital Twin — as one of the AI applications and their relationship with operating cost rationalization in the basic resources sector on the Egyptian Stock Exchange. To the best of the researcher's knowledge, no prior studies have examined this topic in this specific context. Second, the study adds to the body of scientific knowledge in the field of cost management and the practical applications of Digital Twin technology in the industrial sector.

Keywords:

Fourth Industrial Revolution, Artificial Intelligence, Digital Twin, Operating Cost Rationalization, Basic Resources Sector Companies.

1- الإطار العام للدراسة:

1/1- مقدمة :

الثورة الصناعية الرابعة (Industry 4.0) هي مرحلة جديدة من التطور التكنولوجي التي تدمج التقنيات الرقمية والفيزيائية والحيوية لتحويل الصناعات والمجتمعات (He et al., 2021) ، وتعتمد هذه الثورة على مجموعة من التقنيات المتقدمة التي تعمل معًا لخلق أنظمة ذكية ومترابطة (Liu et al., 2023) ، ومن أبرز تقنياتها إنترنت الأشياء، الذكاء الاصطناعي ، البيانات الضخمة ، الحوسبة السحابية ، التصنيع المضاف ، الروبوتات المتقدمة ، الواقع الافتراضي ، والواقع المعزز ، سلاسل الكتل ، الحوسبة الكمية ، التقنيات الحيوية ، الأمن السيبراني المتقدم ، الطاقة والتقنيات المستدامة (Onaji et al., 2022) ، ولقد شهدت بيئة الأعمال العديد من التطورات والمستجدات الديناميكية، مما ترتب عليها خلق مزيد من التحديات أمام الشركات إلى الحد الذي أصبح معه بقاء واستمرارية هذه الشركات مرهوناً بقدرتها على مواجهة تلك التحديات (Li et al., 2022) ، وتسعى معظم الشركات وخاصة الصناعية في ظل التطورات الاقتصادية الحديثة على مستوى العالم إلى تحسين أدائها واستخدام التكنولوجيا الحديثة (Liu et al., 2023) ، لترشيد التكاليف الصناعية ، والاستغلال الامثل للموارد المتاحة ، في ظل محدودية الوقت و التكلفة المستهدفة والموارد (Dihan et al., 2024) ، وتعد الشركات الصناعية في مصر من أهم محركات النمو الاقتصادي ، حيث يشهد القطاع الصناعي نمواً مستداماً على مدار السنوات الأخيرة (Sadri et al.,2023)، ومع تقنية الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي الذي يشهده العالم، أصبحت التكنولوجيا الرقمية تلعب دوراً حاسماً في تحسين كفاءة الشركات الصناعية وتحقيق ربحية أعلى، كما **تعد التوائمة الرقمية جزءاً من الثورة الصناعية الرابعة واحد تقنيات الذكاء الاصطناعي** (Hu et al., 2024) ، وهي تقنية استراتيجية أصبحت الآن ذات أهمية في قطاع الصناعة بعد تطبيقها في العديد من المجالات (Santi et al.,2023) ، حيث تشير التوأمة الرقمية 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) ، وفي سياق متصل اصبح ترشيد التكاليف هدفاً أساسياً للشركات الصناعية من أجل إنشاء أسس كافية لإدارته الفعالة والمستدامة (Erceg et al., 2019) ، حيث يتطلب تشغيل الشركات وإدارة العمليات إنفاقاً كبيراً على العمالة والمواد والمعدات والبنية التحتية والصيانة وغيرها، وهنا يأتي دور التوأمة الرقمية في تحسين إدارة وتخطيط التكاليف التشغيلية الداخلية، وتتمثل أهمية هذه الدراسة في استخدام تقنيات الثورة الصناعية الرابعة وتطبيق ابرز تقنياتها الذكاء الاصطناعي واحد اهم ادواته الذكية التوأمة الرقمية لترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية لشركات قطاع الموارد الاساسية بالبورصة المصرية من خلال تحليل كيفية استخدام هذه التكنولوجيا الرقمية في مختلف مراحل أعمال شركات هذا القطاع ، مثل التصميم والتخطيط والإدارة والتشغيل والصيانة، وكذلك دراسة الاهداف المحتملة التي يمكن أن تحققها التوأمة الرقمية في ترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية، مثل توفير الموارد وتقليل التالف وزيادة الإنتاجية ، فضلاً عن توفير تحليلاً آلياً للعمليات في الوقت الفعلي بين الأجهزة المتصلة ومصادر البيانات، مما يؤدي إلى سرعة اكتشاف الأخطاء وتصحيحها (Lv,2023) كذلك تساهم نتائج هذا الدراسة في توضيح العلاقة بين التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية لشركات هذا القطاع ، وتوفير إطار معرفي يمكن أن يساعد الشركات الصناعية في اتخاذ قرارات استراتيجية تتعلق بتبني التكنولوجيا الرقمية وتطبيق التوأمة الرقمية غيرها من تقنيات الذكاء الاصطناعي في عملياتها، كما يمكن أن تكون هذه النتائج مرجعاً للباحثين والمهتمين بالمجال الصناعي والتكنولوجيا الرقمية في تطوير استراتيجياتهم وأعمالهم.

2/1- مشكلة الدراسة :

يشهد العالم اليوم تطوراً كبيراً في بيئة الأعمال وتكنولوجيا الإتصالات وتوجه الشركات نحو التحول الرقمي لإستخدامها مما أثر بشكل أو بأخر على مهنة المحاسبة بصفة عامة ومحاسبة التكاليف بصفة خاصة كنتيجة للثورة الصناعية الرابعة وتأثيراتها على المجالات الحياتية والتخصصات العلمية (Zhao et al., 2024) وقد وصف المشاركون في الدورة (46) للمنتدى الاقتصادي العالمي تقنيات الثورة الصناعية الرابعة بأنها بمثابة تسونامي التقدم التكنولوجي الذي سيغير الكثير من تفاصيل الحياة البشرية، وسيضرب العديد من الشركات القائمة الآن في حال لم تستطع المقاومة والصمود (الشرقاوي ، 2020) وفي هذا السياق ، سيزداد إعتماد المحاسبين على التكنولوجيا الذكية والمعقدة لتحسين طرقهم التقليدية لأداء مهامهم، كما ستوفر وسائل التواصل الاجتماعي بيانات إضافية بخلاف تلك التي كان يتم استخدامها والاعتماد عليها في الماضي والتي سيتم استخدامها من قبل المستثمرين وأصحاب المصالح الآخرين، والذين بدورهم سيقومون باستخدام أدوات تحليل جديدة تتفق وطبيعة هذه البيانات (Abdel-Aty et al., 2024) ، ومن ناحية أخرى تواجه الشركات الصناعية في مصر صعوبات في تبني التكنولوجيا الرقمية وتطبيق التوأمة الرقمية بسبب قيود التكنولوجيا المتاحة وقلة البنية التحتية الملائمة، حيث يعاني العاملين من بعض التحديات لتبني التكنولوجيا الرقمية وتطبيق التوأمة الرقمية متمثلة في نقص في الوعي

والمعرفة بفوائد التكنولوجيا الرقمية ومفهوم التوأمة الرقمية داخل الشركات الصناعية ، بالإضافة الى مقاومة التغيير مما قد يعوق من تبني التوأمة الرقمية وتحقيق فوائدها المحتملة في ترشيد التكاليف بصفة عامة والتشغيلية بصفة خاصة ، كما ان تكنولوجيا التوأمة الرقمية وتطبيقها تعد مكلفة في البداية ، مما قد يمثل عائقاً للشركات 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 الصناعية، وقد يتطلب ذلك تغييراً في هياكل التشغيل والإدارة (Sun et al., 2023) ، ومن خلال العرض السابق يمكن ان تتخلص مشكلة الدراسة في التساؤل الرئيسي الاتي:

ما هي العلاقة بين التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية لشركات قطاع الموارد الاساسية بالبورصة المصرية ؟

وينبثق عن هذا السؤال الأساسي الاسئلة الفرعية الاتية :

1- ما هي العلاقة بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف الداخلية لشركات قطاع الموارد الاساسية؟

2- ما هي العلاقة بين تقليل الأخطاء والتالف وترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية لشركات قطاع الموارد الاساسية ؟

3- ما هي العلاقة بين التحليل المتقدم واتخاذ القرار وترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية لشركات قطاع الموارد الاساسية ؟

4- ما هي العلاقة بين الامتثال والشفافية وترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية لشركات قطاع الموارد الاساسية؟

3/1 أهداف الدراسة :

تهدف الدراسة الحالية الى استعراض وتحليل وتطبيق التوأمة الرقمية كأحد تقنيات الذكاء الاصطناعي كناتج للتحولات الرقمية ، ونظراً لأهمية تقنيات الثورة الصناعية الرابعة في تمكين الشركات من عملية النضج الرقمي والذي سوف يساعدها في تقديم خدمات أفضل واكتساب ميزة تنافسية والاستجابة السريعة للإجراءات في بيئة معقدة، وبالتالي الوصول بعائدات أفضل على أصولها ومن ثم تكون أكثر ربحية، وذلك من خلال التعرف علي العلاقة بين التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية لشركات قطاع الموارد الاساسية بالبورصة المصرية، ومن هذا الهدف يتفرع الاهداف الفرعية الاتية :

1- التعرف على العلاقة بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية لشركات قطاع الموارد الاساسية بالبورصة المصرية.

2- التعرف على العلاقة بين تقليل الأخطاء والتالف وترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية لشركات قطاع الموارد الاساسية بالبورصة المصرية.

3- التعرف علي العلاقة بين التحليل المتقدم واتخاذ القرار وترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية لشركات قطاع الموارد الاساسية بالبورصة المصرية.

4- التعرف علي العلاقة بين الامتثال والشفافية وترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية لشركات قطاع الموارد الاساسية بالبورصة المصرية .

4/1 أهمية الدراسة :

تظهر أهمية الدراسة من جانبين الأكاديمي والعملي، فعلى **الجانب الأكاديمي** هناك ندرة في الدراسات الأكاديمية والتطبيقية - في حدود علم الباحث - التي أجريت في هذا المجال في الدول العربية. وكونه يتناول دراسة محاسبية هامة وهي أثر الدور الذي يمكن أن تقوم به تقنيات الثورة الصناعية الرابعة ومنها التوأمة الرقمية كأحد تقنيات الذكاء الاصطناعي على شركات قطاع الموارد الاساسية بالبورصة المصرية لترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية لتحقيق النمو الاقتصادي وزيادة التنافسية العالمية مما يتطلب تبني التطورات العالمية وأدوات التكنولوجيا الحديثة، خاصة مع الاتجاه للعولمة والانفتاح الاقتصادي الكبير، والتأصيل العلمي الدقيق لانعكاسات تقنيات الثورة الصناعية الرابعة على العلاقة بين التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف التشغيلية ، وتعد هذه الدراسة بمثابة مساهمة في تطوير المعرفة العلمية في مجال التوأمة الرقمية في شركات قطاع الموارد الاساسية بالبورصة المصرية من خلال توسيع المعرفة العلمية في هذا المجال مما يساعد في فهم أفضل لتأثير التكنولوجيا الرقمية على المحاسبة بصفة عامة ومحاسبة التكاليف بصفة خاصة ، والمستجدات والابتكارات الحديثة في هذا المجال ، ويمكن ان تساهم الدراسة 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 الشركات من اتخاذ قرارات مستنيرة ورشيدة بشأن تبني التكنولوجيا الرقمية في مجال المحاسبة ، كما يمكن ان تساهم الدراسة 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. كما تستمد الدراسة **أهميتها العملية** من أهمية مسايرة التطورات الحديثة في مجال محاسبة التكاليف، والدور الفعال الذي تقوم به في ظل المنافسة الشرسة التى تتعرض لها الشركات بسبب تقنيات الثورة الصناعية الرابعة ، كما ازدادت مهام انظمة التكاليف الداخلية وأهمية تقييم أمور جديدة لم تكن موجودة في السابق، مثل تقييم موثوقية الشبكات، وعمليات الحاسب، وآلية تخزين البيانات، ومدى إمكانية اتخاذ القرار بناء على هذه المعلومات ، بالإضافة الى الاهتمام الملحوظ من قبل الشركات المصرية بالتطورات العالمية الهائلة والتي فرضت تحديات كبيرة أمام العديد من الدول النامية ومنها مصر ، وتساعد التوأمة الرقمية في تحسين كفاءة العمليات المحاسبية، وبالتالي 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 ، ويمكن للتوأمة الرقمية ان تساهم في تحسين دقة البيانات المحاسبية وتقارير الحسابات من خلال تجميع المعلومات بشكل دقيق وفعال ، مما يساعد على اتخاذ القرارات

الرشيدة والاستناد إلى معلومات موثوقة ، كما يمكن للتوأمة الرقمية ان تساهم في تخفيض التكاليف المرتبطة بعمليات المحاسبة، من خلال تقليل الاعتماد على العمل اليدوي وتحسين كفاءة استخدام الموارد المالية والبشرية، مما يؤدي إلى توفير التكاليف التشغيلية.

5/1 فرضيات الدراسة :

تقوم على دراسة العلاقات القياسية بين المتغير المستقل التوأمة الرقمية كأحد تقنيات الذكاء الاصطناعي بأبعادها والمتمثلة في (كفاءة العمليات - تقليل الأخطاء والتالف - التحليل المتقدم وإتخاذ القرار - الإمتثال والشفافية) ، والمتغير التابع (ترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية) خلال فترة الدراسة (2013-2023) .

الفرضية الرئيسية: يوجد تأثير لتطبيق التوأمة الرقمية على ترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية.

ويتفرع من الفرضية الرئيسية الفرضيات الفرعية التالية:

الفرضية الاولى: يوجد علاقة بين تطبيق التوأمة الرقمية لكفاءة العمليات وترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية.- **الفرضية الثانية:** يوجد علاقة بين تطبيق التوأمة الرقمية لتقليل التالف وترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية. **الفرضية الثالثة:** يوجد علاقة بين تطبيق التوأمة الرقمية لاتخاذ القرار وترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية. **الفرضية الرابعة:** يوجد علاقة بين تطبيق التوأمة الرقمية الامتثال والشفافية وترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية.

6/1 منهجية الدراسة :

تتمثل منهجية الدراسة في الخطوات التي قام بها الباحث من أجل تحقيق أهداف الدراسة والإجابة على التساؤلات البحثية، واختبار الفروض، وفي ضوء ذلك فإن منهج البحث الحالي يشتمل على الأتى:

1/6/1: استخدام المنهج الاستقرائي: لتحديد الإطار النظري للبحث، وإستعراض الدراسات السابقة لتحديد الفجوة البحثية، ومن ثم صياغة مشكلة الدراسة وتحديد المتغيرات المستقلة والتابعة محل الدراسة، وصياغة فروض الدراسة .

2/6/1: اختبار فروض الدراسة ، والذي تم فيه الاعتماد على المدخل الكمي Quantitative Approach من خلال إجراء دراسة تطبيقية على شركات قطاع الموارد الاساسية بالبورصة المصرية خلال فترة الدراسة (2013-2023) ، حيث أعتمدت الدراسة على مجموعة من الاساليب الاحصائية باستخدام برنامج E views، لتوصيف متغيرات الدراسة (المتصلة، الفئوية)، واختيار فروضها وفيما يلي الاساليب الاحصائية المستخدمة :

- الاحصائية الوصفية ومنها الوسط الحسابي، واعلى قيمة، واقل قيمة كأحد مقاييس النزعة المركزية والانحراف المعياري كأحد مقاييس التشتت.

- اختبار معامل تضخم التباين (Variance Inflation Factor "VIF") لمعرفة مدى وجود ارتباط مؤثر بين المتغيرات المستقلة وبعضها البعض، وذلك بغرض اكتشاف مشكلة الازدواج الخطي (Multicollnearity).

- اختبار فروض الدراسة، من خلال الاعتماد على الانحدار الخطي المتعدد باستخدام طريقة المربعات الصغرى (OLS).

7/1خطة الدراسة:

في ضوء مشكلة الدراسة وأهدافها ولاختبار الفروض الإحصائية، تناول الباحث العناصر التالية:

- **الإطار النظري.**
  - النظرية المفسرة لتطبيق التوأمة الرقمية كأحد تقنيات الذكاء الاصطناعي لترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية .
  - الثورة الصناعية الرابعة وتكنولوجيا المعلومات.
  - الاثار الحالية لتقنيات الثورة الصناعية الرابعة .
  - طبيعة التوأمة الرقمية كأحد تقنيات الذكاء الاصطناعي .
  - اهمية التوأمة الرقمية كأحد تقنيات الذكاء الاصطناعي .
  - تحليل التكاليف التشغيلية الداخلية .
  - تقنيات الذكاء الاصطناعي وترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية .
  - تقنية التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية .
  - شركات قطاع الموارد الاساسية بالبورصة المصرية .
- **الدراسات السابقة وتحديد الفجوة البحثية.**
- **الدراسة التطبيقية.**
- **النتائج والتوصيات والدراسات المستقبلية.**

2- الإطار النظري:

1/2 النظرية المفسرة لتطبيق التوأمة الرقمية كأحد تقنيات الذكاء الاصطناعي لترشيد التكاليف التشغيلية

ان تطبيق التوأمة الرقمية (Digital Twin) كأحد تقنيات الذكاء الاصطناعي أصبح من الأدوات الهامة في ترشيد التكاليف التشغيلية، ويمكن تفسير ذلك من خلال عدد من النظريات والمفاهيم العلمية والإدارية التي تبرر هذا التأثير(Agrawal et al., 2022) .

1/1/2 : نظرية المحاكاة الذكية وتحسين الموارد

تعريف النظرية :تنطلق النظرية من أن التوأمة الرقمية تمثل "محاكاة ذكية رقمية" للنظام الفيزيائي أو العمليات التشغيلية، يتم من خلالها تحليل البيانات والتنبؤ بالأداء باستخدام الذكاء الاصطناعي)

(Zhou et al., 2020، مما يتيح تحسين استغلال الموارد، وتقليل الفاقد، واتخاذ قرارات مبنية على بيانات دقيقة في الوقت المناسب ، وترتكز النظرية على الاتي :

1/1/1/2 : نظرية النظم : التوأمة الرقمية تتعامل مع الشركة كنظام مترابط، وتوفر تمثيلاً رقمياً دقيقاً لكل مكوناته، مما يساعد في فهم العلاقات السببية بين الأجزاء المختلفة (Kritzinger et al., 2018) .

2/1/1/2 : نظرية اتخاذ القرار المدعوم بالبيانات (Data-Driven Decision Making)

التوأمة الرقمية تمكّن من جمع وتحليل بيانات تشغيلية واقعية، مما يساعد في عملية اتخاذ قرارات دقيقة تقلل من التالف في استخدام الموار ، والمنتج النهائي (Cimino et al., 2019).

3/1/1/2 : مبادئ التحسين المستمر (Kaizen) والإنتاج الرشيق(Lean)

من خلال المراقبة المستمرة للمخرجات والمتغيرات، تتيح التوأمة الرقمية تحديد مواطن الخلل أو التحسين في العمليات، وبالتالي المساهمة في تقليل التكاليف التشغيلية (Zhang et al., 2019)

4/1/1/2 : نظرية دورة الحياة(Life Cycle Theory)

يمكن من خلال التوأمة الرقمية التنبؤ بالصيانة الدورية وتفادي الأعطال المفاجئة، مما يقلل من التكاليف المرتبطة بتوقف المعدات أو الإنتاج (Shao et al., 2020) .

5/1/1/2 : الذكاء الاصطناعي والتحليل التنبؤي

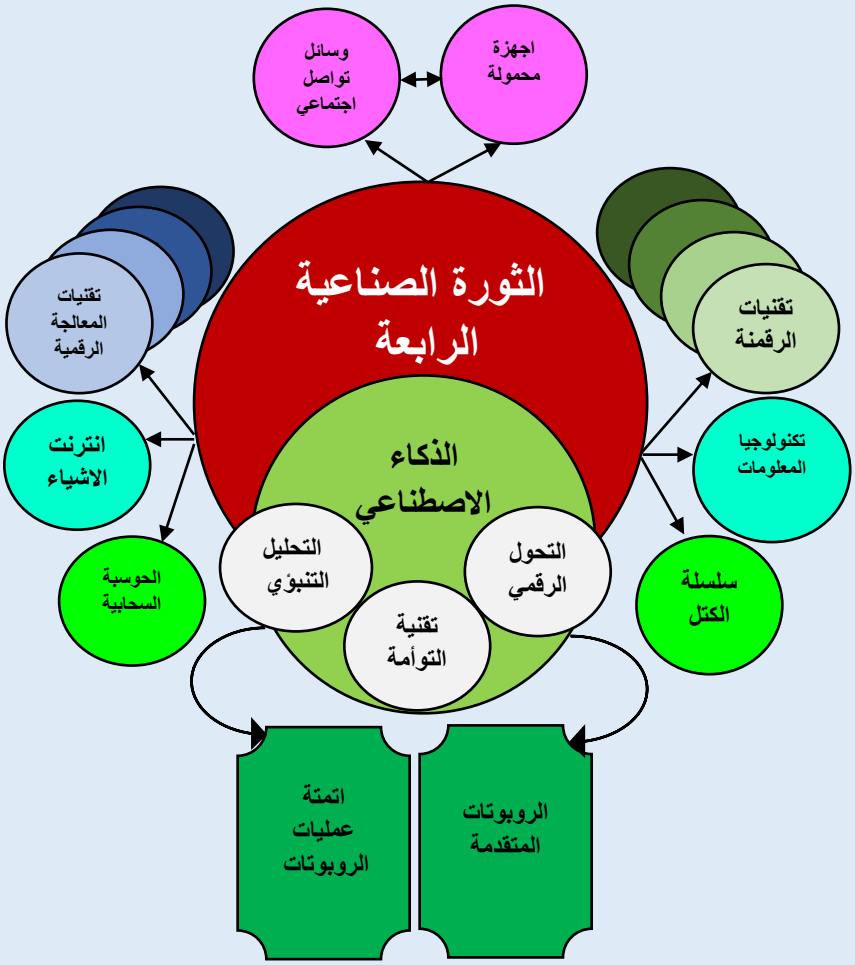
الخوارزميات المستخدمة في التوأمة الرقمية تستطيع التنبؤ بالاستهلاك، الأعطال، أو سلوك السوق، مما يتيح تخطيطاً أفضل للموارد وتفادياً للتالف والفاقد (Soori et al., 2023) ، ويتم ترشيد التكاليف باستخدام التوأمة الرقمية في الاتي:

- تقليل الأعطال المفاجئة عبر الصيانة التنبؤية.
- تحسين استهلاك الطاقة والموارد.
- تقليل الفاقد في الإنتاج .
- رفع كفاءة العمليات التشغيلية من خلال محاكاة السيناريوهات المختلفة.
- تقليص الحاجة للاختبارات المادية المكلفة.

2/2 : الثورة الصناعية الرابعة وتكنولوجيا المعلومات :

تشير أدبيات الثورة الصناعية الرابعة وتكنلوجيا التحول الرقمي إلى وجود مصطلحين يرتبطان ارتباطاً وثيقاً بمصطلح التحول الرقمي وهما بمثابة العمود الفقري لتقنية الذكاء الاصطناعي ، وكثيراً ما يستخدمان بطريقة خاطئة للتعبير عن التحول الرقمي وهما؛ الرقمنة Digitization والمعالجة الرقمية Digitalization، وذلك على الرغم من أن لهما طبيعة مختلفة عن التحول الرقمي ، حيث يشير مصطلح الرقمنة Digitization إلى العملية التقنية لتحويل

البيانات الورقية التي تم إنشاؤها مسبقاً من الصيغة التناظرية إلى التنسيق الرقمي باستخدام أنظمة ثنائية، بحيث تخلق قدرات هائلة لتخزين هذه المعلومات ومعالجتها ونقلها عبر أجهزة الكمبيوتر ، أي أن الرقمنة تعني التحول من العمليات الورقية إلى استخدام الحاسب الآلي في عمليات الشركة، أم مصطلح المعالجة الرقمية Digitalization فيشير إلى استخدام التقنيات الرقمية لتطوير عملية تجارية جديدة لخلق قيمة للعملاء، حيث تستهدف المعالجة الرقمية في الأساس الاستفادة من المعلومات الرقمية لتعزيز الكفاءة والفعالية داخل الشركات (Bartholomae, 2018) ، وقد أوضحت دراسة (الشرقاوي، 2020) أن التحول الرقمي عبارة عن إجراءات ونماذج جديدة تناسب مع البيئة والمنتج الجديد، وقد يكون في شكل تحديث إدارة معينة وتحويلها الى أدوات ووسائل جديدة تقدم بها الخدمة (جزئياً)، أو تغيير جذري في تقديم الخدمات. كما عرف (Matarazzo et al., 2021) التحول الرقمي على أنه الطريقة التي تستخدم بها الشركة التقنيات الرقمية، لتطوير نموذج عمل رقمي جديد يساعد على خلق قيمة أكبر للشركة. من خلال هذا التعريف يتضح أن التحول الرقمي لا يأتي من تطبيق التقنيات الجديدة فحسب، ولكن أيضاً من تغيير نماذج أعمال الشركات للاستفادة من الإمكانيات التي توفرها التقنيات الجديدة في زيادة قيمة الشركة. (فريد، 2022) ، وتجدر الاشارة في هذا الصدد، يغطي التحول الرقمي للمؤسسات عمليات الشركة بأكملها بما في ذلك جوانب حوكمة الشركات وقرارات الشركة وربحية الشركة وكلها تعزز كمية المعلومات الفعالة، وترتبط معلومات تشغيل الشركات ارتباطاً وثيقاً ببيئة معلومات سوق رأس المال وتوافق بيانات الأعمال التي تحصل عليها المؤسسات من خلال تحليل التكنولوجيا الرقمية بشكل صارم مع النتائج التشغيلية لنموذجها الرقمي (Xie et al., 2024) ، وكشفت تقنيات الذكاء الاصطناعي **ان** هناك العديد من التقنيات الرقمية الحديثة التي استخدمت في مختلف قطاعات الأعمال وأثرت فيها، من أهم التقنيات الرقمية الحديثة التي سوف يتم التركيز عليها، التوأمة الرقمية ، وإنترنت الأشياء، والأجهزة المحمولة، والحوسبة السحابية، ووسائل التواصل الاجتماعي وتحليلات البيانات الضخمة كما هو موضح بالشكل رقم (1) .



شكل رقم (1)

تقنيات الثورة الصناعية الرابعة والذكاء الاصطناعي

المصدر : اعداد الباحث

1/2/2 : إنترنت الأشياء Internet of Things:

تحقق انترنت الأشياء الترابط بين مجموعة متنوعة من الأجهزة المتجانسة وغير المتجانسة سواء داخل الشركة أو خارجها لنقل البيانات في الوقت الفعلي إلى الأقسام المعنية في الشركة، والهدف من تنفيذها في الشركات هو رقمنة الشركات التقليدية التي تركز على الأشياء المادية وتحويلها إلى شركات تعتمد على البيانات من أجل إضافة قيمة للمنتج أو الخدمات المقدمة، ويمثل إنترنت الأشياء ظاهرة تكنولوجية نبعت من التطورات الحديثة في تكنولوجيا المعلومات والإنترنت، ويقصد بإنترنت الأشياء ربط العديد من الأجهزة والأشياء المحيطة بالإنترنت مع القدرة على التحكم فيها من خلال الأجهزة المحمولة ، إذ يعد إنترنت الأشياء شبكة تربط كل جهاز بالإنترنت من خلال مجموعة واسعة من الأنظمة، على سبيل المثال أجهزة الاستشعار مثل Radio

Frequency Identification (RFID)، والميكروويف، ونظام تحديد المواقع (GPS)، والماسح الضوئي، وذلك بهدف جميع البيانات وتبادلها في الوقت الفعلي ، وما يميز تكنولوجيا إنترنت الأشياء أنها تتيح للإنسان عدم التقيد بالمكان، حيث أن الشخص يستطيع التحكم بشكل فعال وسهل بالأشياء عن قرب وعن بعد دون الحاجة إلى التواجد في مكان محدد ، كما تساعد على ربط عمليات إدخال البيانات من مصدرها الأصلية **بعمليات التسجيل المحاسبي** ، إذ يتم استبدال المستندات الأصلية المتعلقة بشراء المواد الخام والإنتاج بالعلامات الإلكترونية الخاصة بأجهزة RFID ويمكن للعلامات الإلكترونية إنشاء المستندات المحاسبية تلقائياً في الوقت الفعلي مما يلغي الحاجة إلى عمليات الإدخال اليدوية ويقلل بشكل كبير من عبء العمل على المحاسب، ومع تخفيض الأخطاء البشرية أثناء عمليات الإدخال، ومن ثم تقصير الفترة اللازمة لإعداد التقارير المالية والإفصاح عنها للأطراف الخارجية ، وقد سعت الكثير من الشركات إلى تطبيق تكنولوجيا إنترنت الأشياء لتحسين أدائها وتحقيق ميزة تنافسية مستدامة ، فقد مكن التقدم في إنترنت الأشياء كل صناعة تقريباً من أن تصبح أكثر كفاءة وذكاء (Zare and Honarvar, 2021).

2/2/2 : الحوسبة السحابية Cloud Computing:

هي نظام يمكن من خلاله تخزين ومعالجة واستخدام البيانات والمعلومات ذات الصلة بالشركة، على أجهزة كمبيوتر متعددة المواقع عبر شبكة الكترونية ، مما يساعد على إمكانية الوصول لتلك البيانات ومشاركتها بين مختلف الأطراف ذوي الصلة بالشركة من أي موقع جغرافي بشرط اتصالهم بالانترنت (Staniaszek et al., 2020) توفر الحوسبة السحابية إمكانية تخزين المعلومات وتداولها عن طريق مجموعة ضخمة من الخوادم فائقة الحجم الموجودة في مواقع منتشرة حول العالم ، وقد أشار المعهد الوطني للمعايير والتكنولوجيا (NIST) الى ضرورة وجود عدة خصائص أو مقومات أساسية يجب توافرها لدى الشركة كمقدم خدمات الحوسبة السحابية وهي الوصول السريع للخدمة باستخدام خط الانترنت العادي، وتوافر البنية التحتية الملائمة لتطبيق التقنيات التكنولوجية ، قدرة البيئة السحابية على التوسع لتلبية احتياجات المستخدمين، إمكانية حصول المستخدم على الخدمة في أي وقت دون تدخل، التكاليف المنخفضة والمرونة. Song et) (al., 2023 ، وفي نفس السياق، تساعد الحوسبة السحابية على توفير الجهد والوقت في إدارة التكنولوجيا، التوفير في التكاليف، قابلية التوسع ومواءمة أفضل للتكنولوجيا، بالإضافة إلى قدرته على مواكبة التحول السريع للعمل عن بعد الناجم عن جائحة فيروس كورونا الحالي - COVID) (19. تمكين العمال الذين ينتقلون بشكل غير متوقع إلى العمل عن بعد جزئياً عن طريق الحوسبة السحابية للوصول السريع والسهل إلى البيانات والبرامج والتطبيقات الضرورية. أكثر من ثلث الشركات يرى أن الاستثمارات السحابية تأتي على رأس أولوياتها، ومن المتوقع أن يصل سوق الخدمات السحابية العامة إلى (266) مليار دولار في عام 2020. ويترتب على هذه التطورات تغيير الآلية التي تمارس بها الشركات أعمالها بشكل عام. (Stanizszek et al., 2020)

وتجدر الاشارة في هذ الصدد، هناك ثلاثة أقسام رئيسية لخدمات الحوسبة السحابية، وتشمل البرمجيات كخدمة (Saas): تعتبر من الخدمات الشائعة للحوسبة السحابية، وهي سهلة

الاستخدام لأنها تتيح للمستخدم الوصول للتطبيقات والبرامج التي تمت إضافتها من قبل مقدمي الخدمة وكذلك نظام التشغيل والجهاز نفسه بحيث يمكن التعامل معه مباشرة. البنية التحتية كخدمة (Laas): تتيح هذه الخدمة للعملاء إمكانية التوسع وفقاً للاستخدام الفعلي واحتياجاتهم. ويستطيع المستخدم للتعامل مع السحابة من خلال الانترنت والتحكم في البرامج والتطبيقات والتخزين دون الحاجة إلى التدخل في الصيانة أو مراقبة البنية التحتية الأساسية للسحابة. بالاضافة الى المنصة كخدمة (Paas): تعتبر من الخدمات المقدمة للمطورين والتي تمكنهم من تشغيل التطبيقات دون الحاجة لتحميلها، وتتيح لهم التحكم في التطبيقات الجديدة وتطويرها ونشرها دون الحاجة إلى برامج جديدة أو إدارة الشبكة. (Zhygalova, 2017) وفي هذا السياق، هناك أنواع رئيسية للحوسبة السحابية تتمثل في السحابة العامة public cloud: وتعني توافر بنية تحتية للسحابة يستفيد منها عدد كبير من الشركات. وبالتالي فهي تعد السحابة المتوفرة لعدة عملاء يتشاركون موارد السحابة عبر شبكة عامة كالإنترنت. والسحابة الخاصة private cloud: وتعني توافر بنية تحتية للسحابة تستفيد منها شركة واحدة. وبالتالي فهي تعد السحابة الخاصة بمستخدم واحد وتخضع لسيطرته الكاملة وتتعامل مع البيانات بسرية تامة وذات جودة عالية. بالإضافة الى السحابة الهجينة Hybrid cloud وهي السحابة التي تجمع بين السحب الخاصة والعامة، والقادرة على توفير الخصوصية للبيانات الأكثر سرية في السحب الخاصة، وإمكانية الإنتقال للسحب العامة للبيانات غير السرية (Al-Badi el al., 2018) وعلى عكس الحوسبة التقليدية، توفر الحوسبة السحابية العديد من المميزات، منها؛ تعتمد هذه التقنية على تكنولوجيا الإنترنت، توفر السحابة إمكانية تخزين البيانات في أي وقت ومن أي مكان، ويمكن الوصول إليها بسهولة من خلال مجموعة متنوعة من الأجهزة المتصلة بالإنترنت مثل أجهزة الكمبيوتر المكتبية والأجهزة المحمولة، لا يحتاج المستخدم إلى الاستثمار في البنية التحتية لبدء الاستفادة من الحوسبة السحابية. حيث يستأجر الموارد من السحابة وفقاً لاحتياجاته الخاصة ويدفع مقابل الاستخدام فقط، توفر أنظمة المعلومات المستندة إلى السحابة قدرات أكثر كفاءة في معالجة البيانات نظراً للطبيعة المرنة للبنية التحتية. (نصير، 2021) ، ويسمح للمحاسبين بالاضافة الى تقليل التكاليف في الوحدات الاقتصادية وذلك من خلال عدم حاجتها الى عدد كبير من أجهزة الحاسوب وبالتالي تقليل تكاليف الصيانة، وعدم الحاجة لبرامج باهظة الثمن ولا تحديثات لذلك البرامج وتخفيض توفير الطاقة وتخفيضات في أجهزة النسخ الاحتياطي ، ويعد الحفاظ على البيانات المالية أمنة امر مهم جداً لأي عمل، من خلال الحوسبة السحابية حيث يتم تخزين البيانات الخاصة بالشركة على الانترنت، فكل البيانات تحت السيطرة ولا أحد يستطيع الوصول إلى البيانات الخاصة، ويمكن التحكم في مستوى الوصول اذا كانت هناك دعوة للمستخدمين، كما يتم تلقائياً النسخ الاحتياطي للبيانات بانتظام اذا كان هناك فيروس يهاجم أجهزة الكمبيوتر الخاص بالوحدة الاقتصادية (نصير، 2021) .

3/2/2 : تحليلات البيانات الضخمة:

مع تطور الإنترنت والاستخدام المتزايد لتقنيات التواصل الاجتماعي وإنترنت الأشياء والأجهزة المحمولة الذكية، أصبح الوصول إلى البيانات أكثر سهولة ومن أي مكان، مما أدى إلى زيادة كبيرة في كمية ونوعية البيانات المتاحة وانتشار ظاهرة البيانات الضخمة. (Mikalef et al., 2018) وما لاشك فيه فإن متخذي القرار يستفيدون كثيراً من التحليلات التي يحصلون عليها من الكم الهائل من البيانات المتاحة لديهم حول أنشطة وخدمات الشركات التي يديرونها، ولكن حجم البيانات المنتجة يومياً يفوق القدرة على تحليلها ومعالجتها، وبالتالي فإن عدم وجود معالجي بيانات مهرة ومدربين سيجعل من الصعب على المدراء التعامل مع هذه البيانات، بالإضافة الى أن التقنيات الموجودة قد لا تكون قادرة على التعامل مع الكميات الهائلة من البيانات بطريقة فعالة ومثالية (Garcia et al., 2024) ، وتحليلات البيانات الضخمة عبارة عن مجموعة من البيانات ذات أحجام تتخطى قدرة البرامج التي يشيع إستخدامها لالتقاط وإدارة ومعالجة وتخزين وتحليل تلك البيانات في غضون فترة زمنية مقبولة. (Ferraris et al., 2019) البيانات الضخمة تعرف بأنها البيانات التي يتجاوز حجمها قدرة قواعد البيانات التقليدية على التقاطها ومعالجتها ، وفي نفس السياق يمكن تقسيم البيانات الضخمة إلى ثلاث أنواع هي بيانات مهيكلة (Structured Data): وهي البيانات المنظمة في صورة جداول، أو قواعد بيانات تمهيداً لمعالجتها، ومثال ذلك نظام إدارة علاقات العملاء CRMS. وبيانات غير مهيكلة (Unstructured Data): تمثل النسبة الأكبر من البيانات، وهي تلك التي يولدها الأشخاص يومياً من كتابات نصية، وصور ومقاطع فيديو، ورسائل، ونقرات على مواقع الانترنت وغالباً ما تكون البيانات غير المهيكلة في شكل غير جاهز للتحليل، وتتطلب أدوات مناسبة للتحليل. بالاضافة الى بيانات شبه مهيكلة (Semi-Structured Data): وتعتبر نوعاً من البيانات المهيكلة إلا أن البيانات لا تصمم في جداول أو قواعد بيانات ، وتجدر الاشارة في هذا الصدد، هناك العديد من التحديات التي تواجه إستخدام البيانات الضخمة ومنها؛ تحديات التنوع، تحديات الحجم، تحديات السرعة، وتحديات الإختيار أو الإكتشاف، وتحديات الشمولية، وتحديات أمن وسرية البيانات، وتحديات المهارات (Mikalef et al., 2018) .

4/2/2 : أتمتة عمليات الروبوتات (RPA):

هي نسخة برمجية معدة مسبقاً تستخدم قواعد العمل المحدد مسبقاً لاستكمال التنفيذ الفعلي لمجموعة من العمليات وأنشطة والمعاملات والمهام في أحد أنظمة البرمجيات غير المرتبطة مع إدارة الاستثناءات البشرية فهي تعمل على ميكنة المهام البشرية ، قدرة ميكنة العمليات الآلية على تقليل الوقت الذي يقضيه المحاسب في العمليات المتكررة للغاية، مما يحقق القيمة لمراقبي الحسابات، وميكنة المهام المستندة إلى القواعد والمتكررة واليدوية، ولديها إمكانات كبيرة لتحويل مهنة المحاسبة، وتغيير دور مراقبي الحسابات عن طريق استبدال المهام الروتينية والتأكيد على مهارات التفكير العليا التي تؤدي إلى تحسين جودة العمليات، الموثوقية، مسارات عمليات المحاسبة المثالية، تحسين جودة الخدمة، وتحسين الأمن، بالاضافة الى قدرة الروبوتات على أداء مهام

المحاسبة دون أخطاء، مما يؤدي إلى بيانات عالية الجودة، كما تؤدي عمليات تمكين أتمتة عملية الروبوتات إلى خدمة فائقة عن طريق تقليل مقدار الوقت بين الفاتورة والدفع أو الموافقة على الطلب أو القرض أو أمر الشراء والوفاء يزيد الرضا لكل من العميل والمورد ، وفي نفس السياق، هناك العديد من الفوائد التي تعود على الشركات من استخدام الروبوتات وتشمل تحسين جودة الخدمة، العائد من الاستثمار، زيادة ميكنة العمليات، تحسين الامتثال، زيادة سرعة الأعمال التجارية، وتحسين قيمة الأعمال الإجمالية، كما ستسمح للشركات بالتوسع دون توظيف المزيد من الموظفين وسيتم تنفيذ المزيد والمزيد من المهام المشابهة للإنسان بواسطة روبوتات البرامج وستستفيد الشركات الناشئة التي تدمج نموذج أتمتة عملية الروبوتات من بدايتها من ميزة تنافسية . (Mikalef et al., 2018)

5/2/2 : وسائل التواصل الإجتماعي:

تحولت الاستراتيجيات المتعلقة بالإنترنت من التركيز فقط على نقل المعلومات إلى التركيز على الاتصال والتعاون أيضاً مع حلول عامي 2005 و 2006، فقد أدت التطورات السريعة في تكنولوجيا الإنترنت إلى التركيز على التعاون وتعزيز الاتصالات بدلاً من نشر المعلومات عبر آليات اتصال أحادية الاتجاه ، وقد أدى هذا التحول إلى ظهور وتطور منصات تفاعلية للتواصل والتي تمنح المستخدمين على نقل الأفكار والرسائل وتبادل الآراء في الوقت الفعلي والتي تسمى وسائل التواصل الاجتماعي. وتتمثل السمة الرئيسية لوسائل التواصل الاجتماعي في إمكانية التواصل مع مستخدمين آخرين في جميع أنحاء العالم والوصول إلى المعلومات ونشرها ومشاركتها على أساس منتظم ومستمر. (Akbulut, 2019)

6/2/2 : الأجهزة المحمولة Mobile Advices:

تتمثل تقنيات الأجهزة المحمولة في تلك الأجهزة المحمولة التي لديها اتصال بالإنترنت باستخدام الاتصالات اللاسلكية مثل الهواتف المحمولة الذكية والحاسبات اللوحية ، وقد أتاحت الأجهزة المحمولة الذكية إمكانية الوصول في أي وقت ومن أي مكان لمساعدة الأفراد على إنجاز تعاملاتهم اليومية، سواء أكان الأمر يتعلق بالاتصالات اليومية أو باستخدام تطبيقات التواصل الاجتماعي والتسوق الالكتروني. بالإضافة إلى تطبيقات الأجهزة المحمولة الأكثر صلة والمتاحة حالياً لمساعدة الأفراد على أداء وظائفهم عن بعد. وقد زادت أهمية الأجهزة المحمولة في الوقت الحالي حيث تبذل الشركات قصرى جهدها لإنجاز الأعمال عن بعد من خلال التقنيات الرقمية في ظل تفشي وباء (COVID-19) (Akbulut, 2019) .

7/2/2 : البلوك شين (سلسلة الكتل) Blockchain:

تقوم فكرة البلوك شين على فكرة حساب دفتر أستاذ الكتروني موحد لا مركزي يقوم بتسجيل كافة التعاملات المالية والتصديق عليها بشكل عام، مع تحقيق عنصر الشفافية والخصوصية، والسرعة الفائقة في انجاز المعاملات المالية والتحويلات المحلية والدولية، مع الحد من عمليات الاحتيال أو التلاعب أو غسيل الأموال، وتحقيقها عنصر الأمان لعدم اخضاعها لأي

سلطة مالية على الاطلاق ، وهناك العديد من فوائد استخدام سلسلة الكتل في المحاسبة في الشركات وتشمل ، قد تلغي الحاجة إلى مراجعة القوائم المالية من قبل مراقب الحسابات، على الرغم من أن التحقق من حدوث معاملة ما هو لبنة أساسية في ادخال البيانات المالية، ويمثل أحد الجوانب المهمة ، تربط الأسواق والموردين والعملاء والبنوك عن طريق حل مشكلة تحديد الكثير من دفاتر الأستاذ والمعاملات بشكل منفصل عن طريق توزيع مشترك موثوق به يحقق رؤية وشفافية في الوقت الفعلي ويحل مشكلات الأمان عن طريق الحفاظ على عدم الكشف عن هويته.سلسلة الكتل تعزز التجارة الافتراضية والقضاء على إستخدام العملات المادية ويساهم في تخفيض مخاطر التشغيل وتحسين الكفاءة ، كما أنها واحدة من مجموعات التكنولوجيا القليلة التي يمكن أن تساعد في الواقع معظم جوانب المحاسبة فيمكنها مساعدة المحاسب المالي لأن جميع المعاملات ستكون مفتوحة وقابلة للتحقق. وسيتم احتواؤها أيضاً في دفتر أستاذ واحد، ويعد أحد أكبر المشكلات التي تواجه المحاسب والمراجع المالي المستقل، تحقيق المزيد من الشفافية للشركات والخصوصية للعميل وتقلل من حالات تزوير السجلات إلى إرتكاب عمليات الاحتيال إلى الصفر تقريباً. وهناك اتجاه من قبل الشركات للانتقال إلى مزيد من الاستشارات المريحة وسلسلة الكتل توفر لهم فرصة أخرى لهذه الاستراتيجية ، بالإضافة الى أنها تمكن من مراجعة الأسهم في الوقت الحقيقي وبالتالي جعل المعاملات الأساسية أكثر شفافية، مما يؤدي إلى الحد من عدم تماثل المعلومات بين مختلف الأطراف. (Mikalef et al., 2018) ، ويتضح مما سبق أن، العالم يشهد عملية تطور مستمر منذ فترة طويلة في مجال تكنولوجيا الإنترنت والحوسبة السحابية والبيانات الضخمة والروبوتات والتعلم الآلي والذكاء الاصطناعي. فبعد هذا التطور الهائل نجد أننا أمام ثورة اقتصادية رقمية وتطبيق قواعد مختلفة عما كانت في الماضي. فالتكنولوجيا الرقمية قد خلقت اقتصاداً افتراضياً ومستقلاً، كما توفر بشكل ثابت معلومات نادرة وخارجية في مجال الاعمال.

3/2 : الاثار الحالية لتقنيات الثورة الصناعية الرابعة

يتمثل الاثر المباشر لتقنيات الثورة الصناعية الرابعة فيما نتج عن التحول الرقمي وما تبعه من تغييرات كبيرة في عمليات إضافة القيمة، حيث ادى التحول الرقمي إلى تغييرات جوهرية في الثقافة التنظيمية ومهارات العاملين ونماذج الأعمال ، ويمكن تصنيف تأثير عمليات التحول الرقمي في المجالات التالية؛ يساعد التحول الرقمي الشركات على التكيف بسرعة مع التغيرات في الظروف البيئية المحيطة بها، من خلال تمكين الشركات من تعديل العمليات والمنتجات بسرعة لتلبية الاحتياجات المتغيرة للسوق وتخفيض وقت الوصول إلى السوق وتحسين الأداء التنافسي، الشركات التي تنجح في التحول الرقمي بالكامل تحقق مستويات من الكفاءة والإنتاجية أعلى بكثير من نظيراتها التي لم تحقق التحول الرقمي. حيث يسهم التحول الرقمي في توفير طرق جديدة لتطوير العمليات وتحسينها، مما يمكن الشركات من أن تصبح أكثر كفاءة واستدامة. يسهم التحول الرقمي في تعزيز السلامة المهنية في أماكن العمل، حيث يمكن إخطار العمال بالمخاطر المحتملة والممكنة مقدماً من خلال الاستفادة من أجهزة الاستشعار المركبة في جميع أماكن العمل، تغيير جذري في طريقة عمل الشركات ونماذج أعمالها، حيث يسهم في إدخال نماذج أعمال جديدة تماماً

لم تكن معروفة من قبل تعتمد على منصات التكنولوجيا الرقمية. كما تزيد عمليات التحول الرقمي بشكل كبير من المعلومات المتاحة للإدارة، فهي تتيح الحصول على أنواع جديدة من المعلومات ومن مصادر مختلفة، ومن زيادة جودة ومنفعة القرارات الإدارية. (Albukhitan, 2020) ، وقد كشفت نتائج دراسة (Teichert, 2019) عن أن تطبيق تقنيات إنترنت الأشياء وسلاسل الكتل قد أسهم بشكل كبير في تحسين خصائص جودة المعلومات المحاسبية ومنها؛ الملاءمة، التمثيل الصادق، التوقيت المناسب، والقابلية للمقارنة. كما كشفت نتائج دراسة (عيد، 2020) عن وجود علاقة طردية بين تطبيقات إنترنت الأشياء وتحقيق الإفصاح الفوري وزيادة مستويات الإفصاح عن التنمية المستدامة في البيئة المصرية. كما يساهم التحول الرقمي في تخفيض درجة عدم تماثل المعلومات من خلال زيادة كفاءة وفعالية المحاسبين في أداء أعمالهم، تقليل الوقت اللازم لإعداد تقارير الشركات، مما يؤدي إلى سرعة نشر التقارير المالية للأطراف الخارجية ويحد من عمليات التداول الداخلي على أسهم الشركة. تحسين جودة التقديرات المحاسبية لاسيما المتعلقة بأعمار الأصول، ومعدلات الإهلاك وتقييم المخزون، مما ينعكس في تحسين جودة المعلومات المحاسبية وتحسين قرارات الاستثمار. انخفاض تكاليف إعداد التقارير المالية وتوصيلها للمستخديمن الخارجيين، مما يحفز الشركات على التوسع في الإفصاح، تحقيق المساواة في الوصول إلى المعلومات، سرعة وسهولة وصول المستخدمين إلى المعلومات في أي وقت ومن أي مكان، ومن ثم الحد من الإفصاح الانتقائي. كما يهيئ التحول الرقمي البنية التحتية اللازمة لرقمنة المعلومات المحاسبية، مما يسهل تطبيق لغة XBRL والتي تقوم عليها التقارير المالية الرقمية للشركات والتي تسهم بدورها في تسهيل وصول المستخدمين للمعلومات في الوقت المناسب وتحسن من شفافية المعلومات. (نصير، 2021) ،

4/2 : طبيعة التوأمة الرقمية كأحد تقنيات الذكاء الاصطناعي

تتمثل أبعاد التوأمة الرقمية في الآتي اولا: 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 ، ثانيا: تقليل الأخطاء والهدر فاستخدام 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 (Govindasamy et al 2024) ، ثالثا: التحليل المتقدم واتخاذ القرار حيث 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 ، رابعاً: الامتثال والشفافية حيث 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 (Govindasamy et al 2024) .

5/2 : اهمية التوأمة الرقمية كأحد تقنيات الذكاء الاصطناعي

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 واستخدام الروبوتات البرمجية والأتمتة الروبوتية للعمليات (RPA) فتستخدم 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 وايضا تقنيات سلسلة الكتل (Blockchain) حيث 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) Liu et al., 2024) ، وتحظى التوأمة الرقمية في المحاسبة بأهمية كبيرة وتقدم العديد من المزايا للشركات والمحاسبين، وتتمثل الأهمية الرئيسية للتوأمة الرقمية في المحاسبة في 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، 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 (Morlot et al., 2024) ، وايضا 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،وتبرز اهمية التوأمة الرقمية في إدارة المخاطر : حيث يمكن استخدامها لمراقبة وإدارة المخاطر المالية، حيث يمكن إنشاء سيناريوهات محاسبية واختبار تأثيرها على النظام المحاسبي، مما يساعد في تقدير ومعالجة المخاطر المحتملة بشكل مبكر، وايضا تعزيز الإفصاح المالي حيث 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 ، واهميتها ايضا في 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 ، ويمكن 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 نمذجة البيانات المحاسبية حيث 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 (Zhong et al., 2024) ، وايضا التحليل البياني فيتم استخدام تقنيات التحليل البياني 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 ، ولذلك فأن التقنيات المذكورة 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 (Liu et al., 2024) ، مما سبق يمكن القول أن التوأمة الرقمية في المحاسبة ليست مجرد تقنيات، بل تتطلب أيضاً استراتيجية شاملة وتنفيذاً فعالاً لتحقيق الفوائد المرجوة ، لذلك يجب أن يتم تحقيق التوازن بين التقنيات والعمليات والثقافة التنظيمية لضمان النجاح الفعلي لتطبيق التوأمة الرقمية في مجال المحاسبة.

6/2 : تحليل التكاليف التشغيلية الداخلية

تحليل التكاليف التشغيلية 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 التشغيلية 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 التشغيلية في الشركات في الاتي (Ceroni, 2023) :

1/6/2 : 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.

2/6/2 : القيام بتحديد وتعيين التكاليف المباشرة والمتغيرة والثابتة المرتبطة بكل نشاط، فالتكاليف المباشرة هي التكاليف التي يمكن تعيينها بشكل مباشر ويمكن تتبعها 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 .

3/6/2 : 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.

4/6/2 : 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.

5/6/2 : 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.

6/6/2 : 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 .

7/2 : تقنيات الذكاء الاصطناعي وترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية

تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي لترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية يتطلب 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 ، ومراقبة 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 (Bhatia and Sharma,2021) ، واستخدام التوأمة الرقمية كأحد تقنيات الذكاء الاصطناعي في مجال المحاسبة

بصفة عامة وترشيد التكاليف التشغيلية بصفة خاصة من خلال تحليل البيانات المالية بشكل أكثر دقة وفعالية، حيث يمكن أن تساعد في اكتشاف الأنماط والتصورات المخفية في البيانات المالية، وتحديد العوامل المؤثرة على الأداء المالي والتوجهات المستقبلية وتحسين العمليات المحاسبية ويمكن للتوأمة الرقمية تحسين 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 ، والتوجيه واتخاذ القرارات فيمكن 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 (Bhatia and Sharma,2021) ، وترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية هي عملية تحليل وتقليل التكاليف داخل الشركة بهدف زيادة الكفاءة وتحقيق التوازن المالي، و يهدف ترشيد التكاليف التشغيلية إلى تحسين الإنتاجية والربحية من خلال تحفيض المصروفات وتحسين استخدام الموارد المتاحة، وتشمل تحليلاً شاملاً لجميع المصروفات والتكاليف التي تنشأ داخل الشركة ، و يتم تحليل التكاليف لفهم الأنشطة التي تستهلك الموارد والمصروفات وتحديد المجالات التي يمكن تحسينها من خلال 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 (Zhou et al., 2021) ، ويرى الباحث ان عملية ترشيد التكاليف الداخلية تتطلب التعاون والمشاركة من قبل جميع مستويات العاملين بالشركة، ويجب أن تكون هناك رؤية واضحة ودعم من الإدارة العليا لتحقيق نجاح عملية الترشيد وتحقيق الأهداف المالية والاستراتيجية للشركة ، وتتمثل أهمية ترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية في الشركات في تحقيق زيادة الربحية و تحقيق توازن المالي في الشركة من خلال تقليل المصروفات وتحسين استخدام الموارد وبتخفيض التكاليف يمكن للشركة زيادة الربحية وتحقيق نتائج مالية أفضل ، ومن الاهداف الاخرى تعزيز التنافسية في سوق الأعمال المتنافسة، يمكن للشركات التي تستطيع تحقيق تكاليف أقل أن تحظى بميزة تنافسية ، يمكن للشركة تقديم منتجات أو خدمات بأسعار تنافسية، مما يجذب المزيد من العملاء ويساهم في تعزيز مكانتها في السوق ، وايضا تحقق عملية ترشيد التكاليف 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 وتحقيق الاستدامة المالية بتحقيق توازن مالي وتقليل التكاليف العابرة للشركة، و تعزيز استدامتها المالية، فالتكاليف المرتفعة الغير مدروسة يمكن أن تعرض الشركة لمخاطر مالية وتؤثر على قدرتها على البقاء في السوق على المدى الطويل، وتحقيق التوازن الامثل بين جودة المنتج وتكلفته، ويعتبر هذا أمراً حاسماً لجذب العملاء والحفاظ على رضائهم، حيث يمكن للشركة تقديم منتجات أو خدمات عالية الجودة بأسعار تنافسية .

8/2 : تقنية التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية

التوأمة الرقمية عبارة عن بيئة تتمحور حول النموذج وتوفر رؤية شاملة للواقع الفعلي للبنية التحتية في بيئة افتراضية تسهل تبادل المعلومات وتحليلها بشكل فعال (Congress and Puppala , 2021) ، 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). 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) 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 والتنبؤ بالمستقبل، 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)، ومما سبق يمكن القول إن التوأمة الرقمية في المحاسبة تعد تقنية مبتكرة تساهم في تحسين كفاءة ودقة العمليات المحاسبية وتوفير رؤى مالية شاملة للشركات.

9/2 : شركات قطاع الموارد الاساسية بالبورصة المصرية

قطاع الموارد الأساسية في البورصة المصرية يضم مجموعة من الشركات المتخصصة في مجالات مثل الحديد والصلب، والأسمدة، والكيماويات والبتروكيماويات كما هو موضح بالجدول رقم (1) ويتميز هذا القطاع بطبيعة تشغيلية كثيفة، تعتمد على الآلات والمعدات الكبيرة، والمستهلكة لطاقة عالية، بالإضافة الى مدخلات ومستلزمات إنتاج كبيرة ويتميز هذا القطاع بقدرات تصديرية عالية مما يجعله يسهم بشكل رئيسي في دفع عجلة التنمية بالاقتصاد القومى ، وايضا تشكل شركات هذا القطاع نسبة 15% تقريبا من رأس المال السوقي بالبورصة المصرية كما موضح بالجدول رقم (2) ومن هنا جاءت اهمية هذا القطاع فى هذه الدراسة كما موضح بالشكل رقم (2) ، ويسهم بشكل كبير في الاقتصاد المصري، اذ يسهم في توفير فرص عمل كبيرة للعديد من العمال والفنيين والمهندسين والوسطاء المحلين والدوليين وغيرهم، كما يساهم أيضًا في جذب الاستثمارات وتعزيز النمو الاقتصادي.

جدول رقم (1)
شركات قطاع الموارد الاساسية بالبورصة المصرية

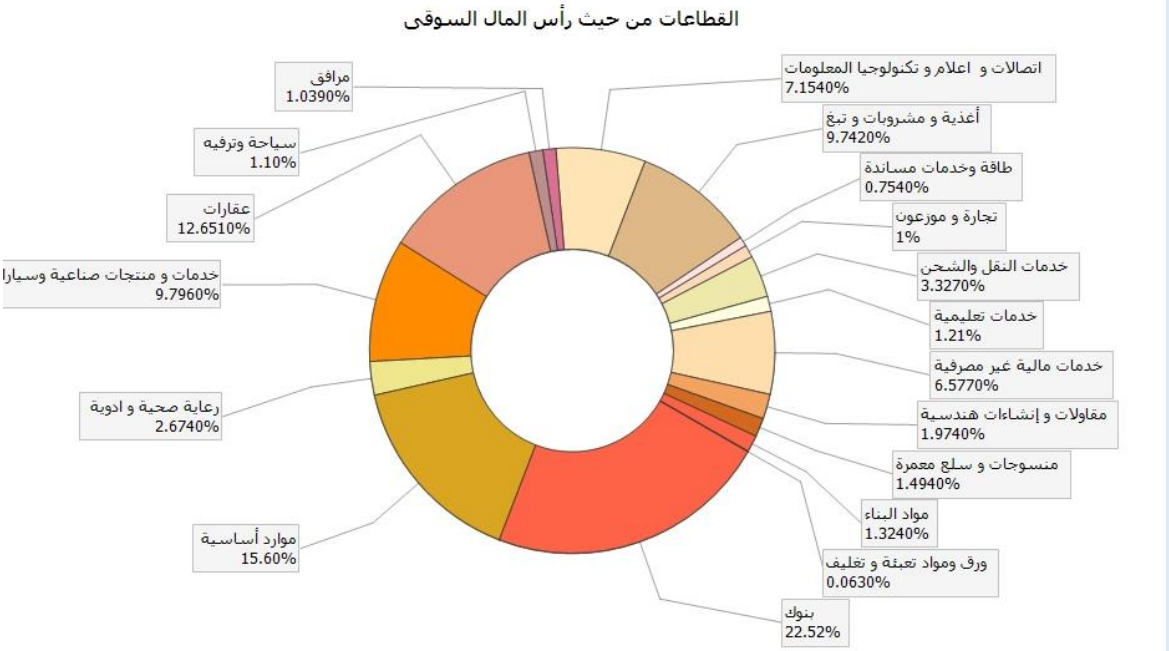
اسم الشركة	كود رويترز	كود الترقيم الدولى	تاريخ القيد	جنيه/دولار	القيمة الاسمية
ابوقير للاسمدة والصناعات الكيماوية	ABUK.CA	EGS38191C010	1994/09/12	ج.م.	1.50
اسيك للتعدين - اسكوم	ASCM.CA	EGS10001C013	2003/10/08	ج.م.	10
الالومنيوم العربية	ALUM.CA	EGS3D031C018	1982/09/15	ج.م.	1
الحديد والصلب المصري	IRON.CA	EGS3D061C015	1958/11/13	ج.م.	1.80
الحديد والصلب للمناجم والمحاجر	ISMQ.CA	EGS102S1C014	2021/05/27	ج.م.	0.20
الصناعات الكيماوية المصرية - كيما	EGCH.CA	EGS38201C017	1995/08/16	ج.م.	5
المالية و الصناعية المصرية	EFIC.CA	EGS38381C017	1996/03/10	ج.م.	10
حديد عز	ESRS.CA	EGS3C251C013	1999/05/25	ج.م.	5
سيدى كرير للبتروكيماويات - سيدبك	SKPC.CA	EGS380S1C017	2005/03/09	ج.م.	2
كفر الزيات للمبيدات والكيماويات	KZPC.CA	EGS38411C012	1996/08/01	ج.م.	1
مصر الوطنية للصلب - عتاقة	ATQA.CA	EGS3D0C1C018	2006/05/24	ج.م.	0.50
مصر لإنتاج الأسمدة - موبكو	MFPC.CA	EGS39061C014	2015/03/26	ج.م.	10
مصر لصناعة الكيماويات	MICH.CA	EGS38211C016	1994/08/03	ج.م.	4
مصر للالومنيوم	EGAL.CA	EGS3E181C010	1997/07/29	ج.م.	4

المصدر : تقريرالبورصة المصرية يناير 2024
اعداد : الباحث

جدول رقم (2)
رأس المال السوقي لشركات قطاع الموارد الاساسية بالبورصة المصرية

اسم القطاع	رأس المال السوقى (جنيه)	النسبة من الإجمالى
بنوك	462,640,124,997	22.52
موارد أساسية	320,481,855,195	15.60
رعاية صحية و ادوية	54,931,612,129	2.67
خدمات و منتجات صناعية وسيارات	201,241,778,015	9.80
عقارات	259,894,149,020	12.65
سياحة وترفيه	22,592,515,233	1.10
مرافق	21,353,654,672	1.04
اتصالات و اعلام و تكنولوجيا المعلومات	146,969,908,439	7.15
أغذية و مشروبات و تبغ	200,141,092,628	9.74
طاقة وخدمات مساندة	15,489,076,400	0.75
تجارة و موزعون	20,537,258,605	1.00
خدمات النقل والشحن	68,352,486,424	3.33
خدمات تعليمية	24,849,281,452	1.21
خدمات مالية غير مصرفية	135,123,546,645	6.58
مقاولات و إنشاءات هندسية	40,547,566,319	1.97
منسوجات و سلع معمرة	30,690,646,693	1.49
مواد البناء	27,203,734,932	1.32
ورق ومواد تعبئة و تغليف	1,297,452,125	0.06

المصدر : تقرير البورصة المصرية يناير 2024
اعداد : الباحث



شكل رقم (2)
نسبة رأس المال السوقي لشركات قطاع الموارد الاساسية بالبورصة المصرية
المصدر : اعداد الباحث

ويرى الباحث انه يمكن للرقمنة أن تقلل التكاليف وتحسن الكفاءة بشكل فعال لشركات هذا القطاع ، كما تعمل رقمنة هذا القطاع أيضاً على رفع التكامل عبر الحدود وتسريع إعادة بناء وضع المنافسة الصناعية ، فقد أصبح الاقتصاد الرقمي أهم قوة دافعة جديدة في تطوير أي دولة، التحول الرقمي للشركات يمكن أن يعزز شفافية المعلومات في سوق رأس المال ، وتماشياً مع هذا الاتجاه العالمي أصدرت الدولة المصرية القانون رقم (87) لسنة (2019) بشأن التقسيم التنظيمي لنظم المعلومات والتحول الرقمي والذي يشير إلى إلزام كل وزارة أو مصلحة أو جهاز حكومي أو هيئة عامة أو وحدة محلية باستحداث تقسيم تنظيمي لنظم المعلومات والتحول الرقمي في هيكلها التنظيمي (فريد، 2022) .

3- الدراسات السابقة وتحديد الفجوة البحثية

شهدت السنوات الأخيرة اهتمامًا متزايدًا بتقنيات تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة وتشغيل الشركات الصناعية ، وقد تركزت الدراسات في هذا المجال على قدرة هذه التقنيات على تحسين الكفاءة التشغيلية، تقليل الفاقد، وتعزيز اتخاذ القرار المعتمد على البيانات في الوقت الحقيقي ، ومن استقراء الباحث لهذه الدراسات يمكن تقسيمها الى :

1/3 : دراسات تناولت تقنيات الذكاء الاصطناعى ومهنة المحاسبة

حدث خلال العقدين السابقين تطورات اقتصادية وتكنولوجية هامة كان لها الأثر الأكبر على حجم وطبيعة الشكل السائد لمشروعات الأعمال والتي تطورت من مجرد الشكل الفردي والمشروعات العائلية الى مشروعات الأعمال المحلية التي تدار عن طريق العديد من المهتمين ويعمل بها مئات، إن لم يكن آلاف العاملين لتصل الى الشركات المتعددة الجنسية الضخمة والتي يتم إدارتها بالفعل عن طريق المديرين المحترفين وآلاف العاملين الذين يعملون في كثير من أنحاء العالم ، وفي هذ السياق هدفت دراسة (Truant and Scagnekki, 2017) إلى استكشاف تأثير تطبيق تكنولوجيا المعلومات على مهنة المحاسبة ومدى تصور المحاسبين ومراقبي الحسابات عن استخدام وأهمية استخدام التكنولوجيا في المحاسبة والمراجعة ، وقد توصلت الدراسة إلى العديد من النتائج منها، تصور المحاسبين ومراقبي الحسابات بشأن تعقيدات تكنولوجيا المعلومات يتأثر بشكل كبير بإستخدام المتخصصين في تكنولوجيا المعلومات، خبرة المحاسبين والمراجعين بتكنولوجيا المعلومات، تقييم المخاطر والسيطرة عليها، سياسة الاحتفاظ بالبيانات الإلكترونية، تعقيد تكنولوجيا المعلومات ومدى إستخدام متخصصين في تكنولوجيا المعلومات يتأثر بشكل كبير بحجم الشركة ، تكنولوجيا المعلومات أثرت بشكل كبير على قبول العميل ومرحلة التخطيط وجمع الأدلة وعلى إختيارات المحاسبة والمراجعة وكتابة التقرير وبالتالي فإنها تؤثر على المعرفة والمهارات المطلوبة لكل من المراجعين والمحاسبين ، وفي نفس السياق، تناولت دراسة (Weiner et al., 2020) تأثير التحول الرقمي للمؤسسات على بيئة المعلومات في أسواق رأس المال بالتطبيق على عدد كبير من الشركات في أسواق رأس المال ، وتوصلت الدراسة الى بينما تزداد تغطية المحللين بشكل كبير وتتحسن دقة المعلومات العامة بعد تنفيذ المؤسسات للتحول الرقمي، يوجد تغير كبير في دقة المعلومات الخاصة حيث تعتبر قنوات التأثير الرئيسية هي جودة الإفصاح عن المعلومات ومحتوى معلومات أسعار الأسهم، تتأثر العلاقة بالهجمات الالكترونية والمنافسة في السوق ووسائل التواصل الاجتماعي، وأهمية التحول الرقمي في سوق رأس المال الناشئ ، كما هدفت دراسة (نصير، 2021) إلى فحص تأثير التحول الرقمي في الحد من عدم تماثل المعلومات في الشركات المدرجة في سوق الأوراق المالية السعودية ، وتم جمع البيانات من عينة مكونة من أكبر (50) شركة مدرجة بمؤشر (TASI) لعام 2020 ، وأظهرت النتائج وجود ارتباط سلبي معنوي بين تطبيق تقنيات التحول الرقمي ودرجة عدم تماثل المعلومات في شركات العينة ، ومن ثم تؤدي زيادة مستويات التحول الرقمي إلى انخفاض درجة عدم تماثل المعلومات، وإلى وجود علاقة سلبية بين مستوى التحول الرقمي ومدى السعر كمقياس لعدم تماثل المعلومات، حيث يؤدي ارتفاع مستوى التحول الرقمي إلى انخفاض مستوى عدم تماثل المعلومات، وان إعتماد عمليات التحول الرقمي يقلل من عدم تماثل المعلومات في سوق الأوراق المالية السعودية والذي تم قياسه بمدى السعر النسبي مما يؤيد فروض الدراسة، كما هدفت دراسة (علي، 2020) إلى توضيح أثر تقنيات الثورة الصناعية الرابعة على مهنة المحاسبة والمراجعة بالإعتماد على المنهج الإستقرائي والمنهج الإستنباطي، وقد توصلت الدراسة إلى أن تقنيات الثورة الصناعية الرابعة غيرت مفاهيم تخطيط وتحليل نظم المعلومات المحاسبية، وحسنت من جودة التقارير المالي، وإعادة التقديرات المحاسبية

وتقييم المراجعة التحليلية، وبروز مجالات جديدة كالمراجعة بالإستثناء والمراجعة التلقائية والتحليل المالي للبيانات الضخمة، تقليص المهام التقليدية اليدوية للمحاسب والمراجع الداخلي والخارجي إلى حد كبير وإستبدالها بمهام تحليلية وإستشارية وتبادل الأدوار بين الإنسان والروبوتات في إجراء المعالجة المحاسبية وإجراءات الرقابة الداخلية. كما هدفت دراسة (فريد، 2022) الى اختبار أثر التحول الرقمي على بيئة المعلومات في أسواق رأس المال الناشئة، وأوضحت أن التحول الرقمي ظاهرة ناتجة عن مجموعة من التقنيات الرقمية الحديثة التي تعمل بشكل متزامن من بين هذه التقنيات؛ الحاسب الآلي والذكاء الاصطناعي والحوسبة السحابية والروبوتات وغيرها من التقنيات الحديثة. يؤدي التحول الرقمي إلى انتاج كمية كبيرة وجديدة من المعلومات يمكن أن تساهم في صنع القرار والتخطيط الاستراتيجي، وأوضحت أن التحول الرقمي هو إعادة التفكير وإعادة هيكله لكيفية استخدام المؤسسات لتقنيات تعزيز الإنتاجية وأداء الأعمال وارضاء العاملين ، كما تناولت دراسة (Huhmo, 2022) تأثير التحول الرقمي كأحد تقنيات الثورة الصناعية الرابعة على أداء الشركات الصينية وذلك بالاستفادة من التطورات الحديثة في التحليل النصي والقراءة اليدوية للتقارير السنوية، وتطوير وجهات النظر التي توضح قدرة التحول الرقمي لشركات الأسواق الناشئة التي تيسر أو تقيد أهمية الجودة المؤسسية المحلية في أنشطة التصدير الخاصة بها ، من خلال تناول القيود المؤسسية وتصدير شركات الأسواق الناشئة، الدور الوسيط لقدرات الابتكار والتحول الرقمي، بالتطبيق على بيانات الشركات الصينية التي تم جمعها من قاعدة بيانات مسح المؤسسات بالبنك الدولي. توصلت الدراسة الى أن القيود المؤسسية في البلد الأصلي مرتبطة بشكل ايجابي بكثافة الصادرات، ولكن هذه العلاقة تعززت بالتحول الرقمي ، واثبتت دراسة Lee et al., (2020) أن تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي مثل التعلم الآلي والتحليل التنبؤي في المنشآت الصناعية يسهم في تقليل التكاليف التشغيلية بنسبة تتراوح بين 15-30% من خلال تحسين التخطيط والصيانة ، واكدت ايضا دراسة (McKinsey, 2019) أن استخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة سلاسل الإمداد في الصناعات الثقيلة ساعد على خفض التكاليف اللوجستية بنسبة 10–15%.

2/3 : دراسات تناولت التوأمة الرقمية كأحد تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحسين الكفاءة التشغيلية

وبتعدد تقنيات الذكاء الاصطناعي تعددت الكثير من الدراسات وخاصة ما تناولته عن تقنية التوأمة الرقمية فقد جاءت دراسة (Attaran et al., 2023) والتى هدفت 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 (shi et al.2024,)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 (Singh et al., 2021) 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 الاستراتيجيات للتشغيل ، وسعت دراسة (Jones et al., 2020) 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 (Semeraro,et ., 2020) al 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 (Askr et al., 2023)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 99% ، واوضحت دراسة (Asadi et .,2021) al 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 (2023

Abdulkadhim ,) 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 Yang & Lee (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، 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 التوائمة الرقمية واسعة النطاق ، مما يعد بأفق مليء بالابتكار والتحسين والنمو ، وفي سياق سابق نبأت دراسة (Tao et al., 2018) إلى أن التوأمة الرقمية تُمكّن المؤسسات من تحقيق تكامل فعّال بين البيئة الفيزيائية والرقمية، مما يعزز من استجابة النظام الصناعي للمتغيرات بشكل ديناميكي ، وهذا ما اوضحه قبله دراسة Grieves & Vickers) (2017 أن استخدام التوأم الرقمي في قطاعات مثل التصنيع والطاقة أدى إلى تحسينات ملحوظة في مراقبة الأداء، وتخفيض معدلات الأعطال.

3/3 : دراسات عربية

في السياق العربي، أشار تقرير مركز الدراسات الصناعية بجامعة الدول العربية (2022 (إلى أن تقنيات التحول الرقمي، بما في ذلك التوأمة الرقمية، ما زالت في مراحلها الأولى في العديد من القطاعات الصناعية، مع وجود فرص كبيرة لتحسين الأداء وخفض التكاليف ، كما تناولت دراسة تطبيقية أجريت على إحدى شركات الأسمنت المصرية) عبد العاطي وآخرون، 2021 (أثر الرقمنة على كفاءة التشغيل، حيث وُجد أن استخدام نظم مراقبة رقمية متقدمة أدى إلى تقليل استهلاك الطاقة بنسبة 12% وتحسين كفاءة الصيانة.

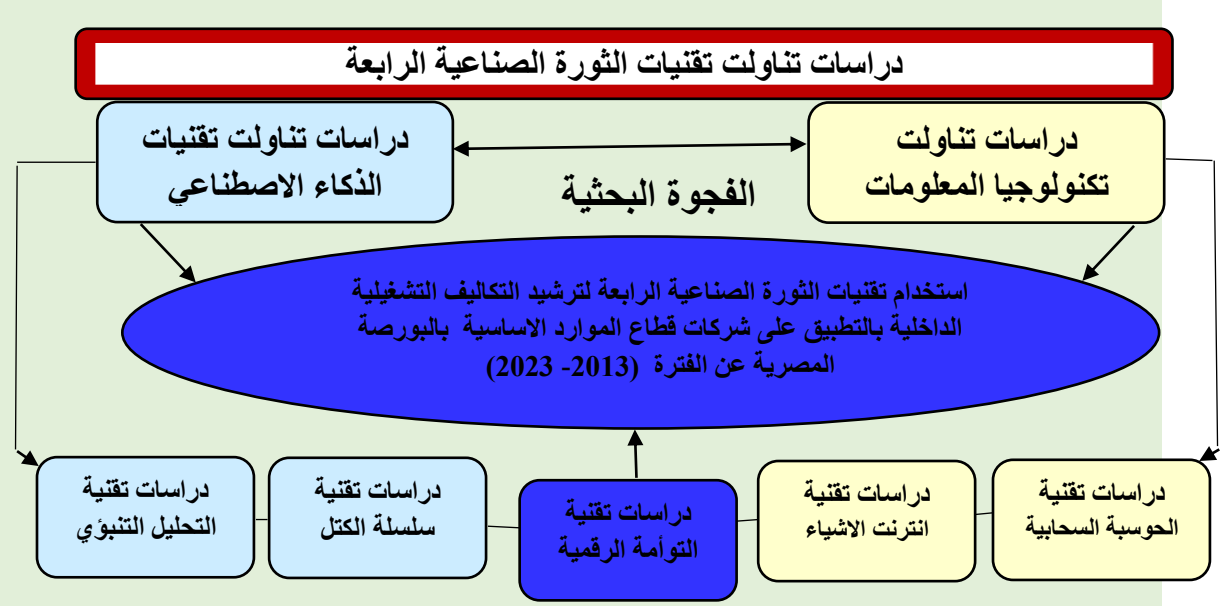
4/3 : التعليق على الدراسات السابقة :

تكشف مراجعة الأدبيات عن علاقة معقدة ومتعددة الأوجه بين تقنيات الذكاء الاصطناعي المتعددة وبين تطبيقاتها واستخدمها ولعل ابرز ما تناولته الدراسات السابقة من تقنيات هو الحوسبة السحابية وانترنت الاشياء والبلوك تشين ، وفي مجال تحسين الكفاءة التشغيلية اثبتت الدراسات ان

تقنية التوأمة الرقمية هي محور أكثر تكاملاً وكفاءة نحو المستقبل ، ومع استمرار الصناعات في التطور، فإن فرص الاستفادة من التوائمة الرقمية واسعة النطاق ، مما يعد بأفق مليء بالابتكار والتحسين والنمو وايضا استخدمت بعض الدراسات السابقة أساليب إحصائية مشابهة مثل الانحدار المتعدد وتحليل البيانات الطولية، وهي أساليب يمكن استخدامها في الدراسة الحالية ، وانه يمكن للتوائم الرقمية أن تحدث ثورة في مراحل التصنيع المختلفة خلال فترة حياة المنتج، مما يوفر رؤى تنبؤية وتسهيل عمليات التحقق الاستباقية من صحة النظام .

5/3 : الفجوة البحثية :

في ضوء استعراض الدراسات السابقة ، والنظريات المفسرة التي تناولت موضوع الدراسة واستكمالا لجهود الباحثين فى هذا المجال فقد ركزت الراسة الحالية على قطاع محدد وهو قطاع الموارد الاساسية في البورصة المصرية ، وهو الامر الذى لم تتناوله الدراسات السابقة بينما تناولت الدراسات السابقة قطاعات متنوعة ، ركزت الدراسة الحالية على التوأمة الرقمية كأحد ابرز تقنيات الذكاء الاصطناعي وعلاقته بترشيد التكاليف، وهو متغير لم يتم تناوله بشكل مباشر في الدراسات السابقة وايضا طبقت الدراسة الحالية البورصة المصرية فى الفترة من (2013-20223) وهو مالم تقم به الدراسات السابقة كما هو مضح بالشكل رقم (3).



شكل رقم (3)
الفجوة البحثية

المصدر: من إعداد الباحث

4- الدراسة التطبيقية

1/4 : 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 بإستخدام الأساليب والطرق الإحصائية مثل الانحدار المتعدد لفهم العوامل والتحديات المرتبطة بإستخدام التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف، وكذلك استخدمت الدراسة الأسلوب القياسي في الوصول لنتائج الدراسة المتعلقة بالعلاقة بين التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف التشغيلية بشركات قطاع الموارد الاساسية بالبورصة المصرية خلال الفترة من (2013-2023) وذلك من خلال إتباع نموذج ARDL لإختبار العلاقة بين المتغيرات وكذلك تم إستخدام نموذج تصحيح الأخطاء لمعرفة نوع العلاقة بين المتغيرات في الأجل الطويل والقصير بإستخدام برنامج E-Views.

2/4 : مجتمع وعينة الدراسة :

يتمثل مجتمع الدراسة في شركات قطاع الموارد الاساسية بالبورصة المصرية، ويمثل هذا القطاع أهمية كبيرة في مصر ويسهم بشكل كبير في الإقتصاد المصري، ويعتبر من أهم القطاعات الإقتصادية في مصر، إذ يسهم في توفير فرص عمل كبيرة للعديد من العمال والفنيين والمهندسين وغيرهم، كما يساهم أيضاً في جذب الإستثمارات وتعزيز النمو الإقتصادي ، وذلك في ظل الطلب المتزايد محلياً ودولياً على منتجات شركات هذا القطاع وتتنوع شركات هذا القطاع كما سبق توضيحه بالجدول رقم (1) .

3/4 : إختبار الفروض:

دراسة العلاقات القياسية بين المتغير المستقل (التوأمة الرقمية بأبعادها (كفاءة العمليات - تقليل الأخطاء والهدر - التحليل المتقدم وإتخاذ القرار - الإمتثال والشفافية))، والمتغير التابع (ترشيد التكاليف التشغيلية) خلال فترة الدراسة (2013-2023)، ومن أجل ذلك تم حساب العلاقات القياسية بين المتغيرات المستقلة والمتغيرات التابعة خلال فترة الدراسة بإستخدام مجموعة من الإختبارات القياسية مثل إختبار ديكي - فولر الموسع وإختبار السببية وإختبار التكامل المشترك لإختبار العلاقة بين المتغيرات وإختبار فترات الإبطاء الزمني وكذلك تم إستخدام نموذج تصحيح الخطاء لمعرفة نوع العلاقة بين المتغيرات في الأجل الطويل والقصير بإستخدام برنامج E-Views.

1- إختبار الفرض الفرعي الأول: يوجد علاقة بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف التشغيلية الداخلية:

*** إختبار جذر الوحدة:**

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

جدول (3)

نتائج إختبار ديكي - فولر المطور (ADF) للعلاقة بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف التشغيلية

variables	Level			1st Difference			2nd Difference		
	ADF	Sig.	Result	ADF	Sig.	Result	ADF	Sig.	Result
X1	-4.96	0.0019	Stationary						
Y1				-3.458	0.0281	Stationary			

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

*** إختبار السببية (Causality Test):**

يتضح عدم وجود علاقات سببية ذات إتجاهين أو ذات إتجاه واحد بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف التشغيلية عند مستوى معنوية 0,05

جدول (4)

نتائج السببية للعلاقة بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف التشغيلية

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

*** إختبار التكامل المشترك (Bounds Test):**

يتبين أن ليس هناك تكامل مشترك بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف التشغيلية عند مستوى معنوية 0,05

جدول (5)

نتائج إختبار التكامل المشترك للعلاقة بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف التشغيلية

F-Bounds Test		Null Hypothesis: No levels relationship		
Test Statistic	Value	Dignif.	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

*** إختبار عدد فترات التباطؤ الزمني:**

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

جدول (6)

نتائج إختبار فترات التباطؤ الزمني للعلاقة بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف التشغيلية

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 0,05 أي أن هناك تصحيح من المدى القصير للمدى الطويل بسرعة 0.688 بينما تشير معادلة الأجل الطويل أن ليس هناك العلاقة بين التصحيح في الأجل الطويل لأن X غير معنوية عند مستوى معنوية 0,05

جدول (7)

نتائج إختبار متجهات تصحيح الخطأ للعلاقة بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف التشغيلية

Cointegrating From

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
CointEq(-1)*	**-0.68828**	**0.179608**	**-3.832134**	**0.0028**

Long Run Ciefficients

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

2- إختبار الفرض الفرعي الثاني: يوجد علاقة بين تقليل الأخطاء والهدر وترشيد التكاليف التشغيلية:

*** إختبار جذر الوحدة:**

لقياس مدى إستقرار متغيرات النموذج تم إستخدام إختبار ديكي - فولر المطور (ADF) وتبين إستقرار سلسلة تقليل الأخطاء والهدر (X2) عند مستواها وبذلك تصبح السلسلة متكاملة من الدرجة الصفرية، وكذلك تبين عدم إستقرار سلسلة ترشيد التكاليف التشغيلية (Y1) عند مستواها وحدث الإستقرار بعد أخذ الفرق الأول وبذلك تصبح السلسلة متكاملة من الدرجة الأولى، ويتضح أن السلسلتين متكاملتين عند درجات مختلفة وسيتم إستخدام التكامل المشترك لـــ ARDL من أجل إجراء إختبار التكامل المشترك بينهما.

جدول (8)

نتائج إختبار ديكي - فولر المطور (ADF) للعلاقة بين تقليل الأخطاء والهدر وترشيد التكاليف التشغيلية

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

*** إختبار السببية (Causality Test):**

يتضح عدم وجود علاقات سببية ذات إتجاهين أو ذات إتجاه واحد بين تقليل الأخطاء والهدر وترشيد التكاليف الداخلية عند مستوى معنوية 0,05

جدول (9)

نتائج إختبار السببية للعلاقة بين تقليل الأخطاء والهدر وترشيد التكاليف التشغيلية

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

*** إختبار التكامل المشترك (Bounds Test):**

يتبين أن ليس هناك تكامل مشترك بين تقليل الأخطاء والهدر وترشيد التكاليف الداخلية عند مستوى معنوية 0,05

جدول (10)

نتائج إختبار التكامل المشترك للعلاقة بين تقليل الأخطاء والهدر وترشيد التكاليف التشغيلية

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
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

*** إختبار عدد فترات التباطؤ الزمني:**

يتبين أن العدد الأمثل لفترات التباطؤ الزمني هو أربع فترات زمنية لمتغير ترشيد التكاليف التشغيلية وكذلك أيضاً لمتغير تقليل الأخطاء والهدر.

جدول (11)

نتائج إختبار متجهات تصحيح الخطأ للعلاقة بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف التشغيلية

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	-3761302	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 ثم تقدير متجهات تصحيح الخطأ ويتبين أن معامل تصحيح حد الخطأ بلغت قيمته 1.337516 وهو معنوي عند مستوى معنوية 0.05 أي أن هناك تصحيح من المدى القصير للمدى الطويل بسرعة 1.337516 بينما تشير معادلة الأجل الطويل أن ليس هناك العلاقة بين للتصحيح في الأجل الطويل لأن X2 غير معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

جدول (12)

نتائج إختبار متجهات تصحيح الخطأ للعلاقة بين تقليل الأخطاء والهدر وترشيد التكاليف التشغيلية

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)	**-0.169772**	**0.029436**	**-5.767538**	**0.1093**

EC = Y1 - (0.2505*X2 -14.5429)

Long Run Coefficents

Variable	**Coefficient**	**Std. Error**	**t-Statistic**	**Prob.***
X2	**0.250549**	**0.031079**	**8.061769**	**0.0786**
C	**-12.54291**	**2.297477**	**-6329947**	**0.0997**

المصدر: نتائج حسابات برنامج E-views

3- إختبار الفرض الفرعي الثالث: يوجد علاقة بين التحليل المتقدم واتخاذ القرار وترشيد التكاليف التشغيلية:

*** إختبار جذر الوحدة:**

لقياس مدى إستقرار متغيرات النموذج تم إستخدام إختبار ديكي - فولر المطور (ADF) وتبين إستقرار سلسلة التحليل المتقدم واتخاذ القرار (X3) عند مستواها وبذلك تصبح السلسلة متكاملة من الدرجة الصفرية، وكذلك تبين عدم إستقرار سلسلة ترشيد التكاليف التشغيلية (Y1) عند مستواها وحدث الإستقرار بعد أخذ الفرق الأول وبذلك تصبح السلسلة متكاملة من الدرجة الأولى، وكذلك تبين عدم استقرار سلسلة ترشيد التكاليف التشغيلية (Y1) عند مستواها وحدث الإستقرار 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 إختبار التكامل المشترك بينهما.

جدول (13)

نتائج إختبار ديكي - فولر المطور (ADF) للعلاقة بين التحليل المتقدم وترشيد التكاليف التشغيلية

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

*** إختبار السببية (Causality Test):**

يتضح عدم وجود علاقات سببية ذات إتجاهين أو ذات إتجاه واحد بين التحليل المتقدم وإتخاذ القرار وترشيد التكاليف الداخلية عند مستوى معنوية 0,05

جدول (14)

إختبار السببية للعلاقة بين التحليل المتقدم وإتخاذ القرار وترشيد التكاليف التشغيلية

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

*** إختبار التكامل المشترك (Bounds Test):**

يتبين أنه لا يوجد تكامل مشترك بين التحليل المتقدم وإتخاذ القرار وترشيد التكاليف الداخلية عند مستوى معنوية 0,01

جدول (15)

إختبار التكامل المشترك للعلاقة بين التحليل المتقدم وإتخاذ القرار وترشيد التكاليف التشغيلية

F-Bounds Test		Null Hypothesis: No levels relationship		
Test Statistic	Value	Dignif.	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

*** إختبار عدد فترات التباطؤ الزمني:**

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

جدول (16)

نتائج إختبار متجهات تصحيح الخطأ للعلاقة بين كفاءة العمليات وترشيد التكاليف التشغيلية

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	30217300	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

4- إختبار الفرض الفرعي الرابع: يوجد علاقة بين الإمتثال والشفافية وترشيد التكاليف التشغيلية:

*** إختبار جذر الوحدة:**

لقياس مدى إستقرار متغيرات النموذج تم إستخدام إختبار ديكي - فولر المطور (ADF) وتبين عدم إستقرار سلسلة الإمتثال والشفافية (X4) عند مستواها وبذلك تصبح السلسلة متكاملة من الدرجة الصفرية، وكذلك تبين عدم إستقرار سلسلة ترشيد التكاليف التشغيلية(Y1) عند مستواها وحدث الإستقرار عند المتسوى وبذلك تصبح السلسلة متكاملة من الدرجة الصفرية، وكذلك تبين عدم استقرار سلسلة ترشيد التكاليف التشغيلية(Y1) عند مستواها وحدث الإستقرار 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 إختبار التكامل المشترك بينهما.

جدول (17)

نتائج إختبار ديكي - فولر المطور (ADF) للعلاقة بين الإمتثال والشفافية وترشيد التكاليف التشغيلية

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

*** إختبار السببية (Causality Test):**

يتضح عدم وجود علاقات سببية ذات إتجاهين أو ذات إتجاه واحد بين الإمتثال والشفافية وترشيد التكاليف التشغيلية عند مستوى معنوية 0,05

جدول (18)

إختبار السببية للعلاقة بين الإمتثال والشفافية وترشيد التكاليف التشغيلية

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

*** إختبار التكامل المشترك (Bounds Test):**

يتبين أن ليس هناك تكامل مشترك بين الإمتثال والشفافية وترشيد التكاليف التشغيلية عند مستوى معنوية 0,05

جدول (19)

إختبار التكامل المشترك للعلاقة بين الإمتثال والشفافية وترشيد التكاليف التشغيلية

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
Actual Sample Size	14	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

*** إختبار عدد فترات التباطؤ الزمني:**

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

جدول (20)

إختبار فترات التباطؤ الزمني للعلاقة بين الإمتثال والشفافية وترشيد التكاليف التشغيلية

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
Y1 (-1)	0.304971	0.270636	1.1526869	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	3.907267
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 0.05 أي أن هناك تصحيح من المدى القصير للمدى الطويل بسرعة 0.695 بينما تشير معادلة الأجل الطويل أن ليس هناك العلاقة بين للتصحيح في الأجل الطويل لأن X4 غير معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

جدول (21)

نتائج إختبار متجهات تصحيح الخطأ للعلاقة بين الإمتثال والشفافية وترشيد التكاليف التشغيلية

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

Long Run Coefficents				
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

5- إختبار الفرض الرئيسي: يوجد علاقة بين التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف التشغيلية:

*** إختبار جذر الوحدة:**

لقياس مدى إستقرار متغيرات النموذج تم إستخدام إختبار ديكي - فولر المطور (ADF) وتبين عدم إستقرار سلسلة التوأمة الرقمية (X) عند مستواها وحدث الإستقرار بعد أخذ الفرق الثاني وبذلك تصبح السلسلة متكاملة من الدرجة الثانية، وكذلك تبين عدم إستقرار سلسلة ترشيد التكاليف التشغيلية(Y1) عند مستواها وحدث الإستقرار 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 إختبار التكامل المشترك بينهما.

جدول (22)

نتائج إختبار ديكي - فولر المطور (ADF) للعلاقة بين التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف التشغيلية

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

*** إختبار السببية (Causality Test):**

يتضح عدم وجود علاقات سببية ذات إتجاهين أو ذات إتجاه واحد بين أبعاد التوأمة الرقمية ككل مجمعة وترشيد التكاليف التشغيلية عند مستوى معنوية 0,05

جدول (23)

إختبار السببية للعلاقة بين التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف التشغيلية

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

*** إختبار التكامل المشترك (Bounds Test):**

يتبين أن ليس هناك تكامل مشترك بين أبعاد التوأمة الرقمية ككل مجمعة وترشيد التكاليف التشغيلية عند مستوى معنوية 0,01

جدول (24)

إختبار التكامل المشترك للعلاقة بين الإمتثال والشفافية وترشيد التكاليف التشغيلية

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
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

*** إختبار عدد فترات التباطؤ الزمني:**

يتبين أن العدد الأمثل لفترات التباطؤ الزمني هو أربع فترات زمنية واحدة لمتغير ترشيد التكاليف التشغيلية وكذلك لأبعاد التوأمة الرقمية ككل مجمعة.

جدول (25)

إختبار فترات التباطؤ الزمني للعلاقة بين التوأمة الرقمية وترشيد التكاليف التشغيلية

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
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	-3.068370	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 ويتبين أن معامل تصحيح حد الخطأ بلغت قيمته 1.53 وهو معنوي عند مستوى معنوية 0.05 أي أن هناك تصحيح من المدى القصير للمدى الطويل بسرعة 1.53 بينما تشير معادلة الأجل الطويل أن ليس هناك العلاقة بين للتصحيح في الأجل الطويل لأن X1-X2-X3-X4 غير معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

جدول (26) نتائج إختبار متجهات وترشيد التكاليف التشغيلية

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
X1-X2-X3-X4	-0.778559	0.092053	-8.457711	0.0749
D(X1-X2-X3-X4(-1))	0.098210	0.068209	1.439833	0.3865
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 Coefficents				
Variable	nt	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

5- النتائج والتوصيات والدراسات المستقبلية

1/5 : نتائج الدراسة النظرية

- التكنولوجيا لها القدرة على إحداث ثورة في المحاسبة من خلال التقنيات التي تقدمها ، حيث تعد التطورات الحديثة في التكنولوجيا بفوائد كبيرة لمهنة المحاسبة وتشمل هذه التقنيات الموزعة؛ تكنولوجيا دفتر الأستاذ، تحليلات البيانات، ميكنة العمليات الآلية ، الذكاء الاصطناعي، التعلم الآلي، معالجة البرمجة اللغوية العصبية، والتقنيات السحابية ويجب على المحاسبين العمل بهذه التقنيات المختلفة المستخدمة من قبل الشركات، والتكيف مع التغييرات في نماذج أعمالهم.
- تمثل البيانات الضخمة فرصة ثمينة لمهنة المحاسبة ، لوجود انعكاسات ايجابية لهذه البيانات على مجالات عمل المحاسب، إلا أنه لم يتم الإستفادة الكاملة من هذه الفرصة حتى الآن.

2/5 : نتائج الدراسة التطبيقية

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

- لا يؤثر التحليل المتقدم واتخاذ القرار على ترشيد التكاليف التشغيلية في الأجلين القصير والطويل.

- تشير نتائج اختبار ديكي - فولر إلى استقرار سلسلة الامتثال والشفافية. . لا توجد علاقة سببية بين الامتثال والشفافية وترشيد التكاليف التشغيلية .
- لا توجد علاقة تكامل مشترك بين الامتثال والشفافية وترشيد التكاليف التشغيلية.
- لا يؤثر الامتثال والشفافية على ترشيد التكاليف التشغيلية 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 التشغيلية ، ولكن يوجد علاقة بين أبعاد التوأمة الرقمية ككل مجمعة على ترشيد التكاليف التشغيلية.

3/5 : التوصيات

- أهمية تقنية الذكاء الإصطناعي في ممارسات المحاسبة والمراجعة وذلك من خلال التوعية بالمؤتمرات والمحاضرات والندوات والدورات التدريبية، والعمل على تأهيل المحاسبين والمراجعين بشأن استخدام تقنيات حديثة وبرامج تدريبية مستمرة.
- تبني تقنيات التوأمة الرقمية لتحسين إدارة وتخطيط وتتبع التكاليف التشغيلية.
- 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 التشغيلية.
- 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.

4/5 : الدراسات المستقبلية

- إجراء دراسة تطبيقية لتقييم الآثار الحالية والمحتملة للتحول الرقمي في تعزيز استراتيجية تخفيض التكلفة ودعم الميزة التنافسية لمنظمات الأعمال.

- إجراء دراسة تطبيقية لتقييم تأثير التحول الرقمي في معايير المحاسبة، وكيف يجب أن تتغير المعايير في ضوء التطور السريع لتقنيات المعلومات والاتصالات من أجل أن تظل ملائمة لتقييم الأعمال الرقمية.

- إجراء دراسة تجريبية حول أثر التحول الرقمي على تعزيز جودة التقارير المتكاملة في عصر تتعدد فيه مصادر الحصول على البيانات.

- تحليل تأثير التوأمة الرقمية على استدامة وأرباح الشركات الصناعية في مصر.

- تطبيقات التوأمة الرقمية في التحليل والتنبؤ بالتكاليف للشركات العقارية في السوق المصري.

- دور التوأمة الرقمية في تحليل تكاليف الجودة وادارة الجودة الشاملة لقطاع الصناعات الغذائية.

المراجع

أولاً : المراجع باللغة العربية :

الشرقاوي، منى حسن أبو المعاطي (2020). دراسة تحليلية لأثر فعالية تكنولوجيا سلاسل الثقة Blockchain في البيئة المحاسبية وانعكاساتها على قطاعات الاعمال المختلفة، **مجلة الفكر المحاسبي،** كلية التجارة، جامعة عين شمس، المجلد 23، العدد

عبد العاطي، م.، و عبد السلام، ر.، و منصور، س. (2021). أثر التحول الرقمي على تحسين الأداء التشغيلي: دراسة حالة على شركة أسمنت مصرية .المجلة العربية للإدارة الصناعية، 12(2)، 77-96.

علي، محمد موسى (2020). نموذج مقترح لاستخدام تحليلات البيانات الضخمة big data في تحسين جودة التقارير المالية وإنعكاساتها على مؤشرات تقييم الأداء الإستراتيجي مع دراسة ميدانية ودليل تطبيقي بالبيئة المصرية، **مجلة التجارة والتمويل،** كلية التجارة، جامعة طنطا، العدد 4: 433 - 495.

عيد، عماد الدين محمود (2020). مدخل محاسبي مقترح لتقييم دور إنترنت الأشياء في تطوير الإفصاح عن التنمية المستدامة: دراسة ميدانية، **المجلة العلمية للدراسات المحاسبية،** كلية التجارة، جامعة قناة السويس، مجلد 2، العدد 1، ص 118 - 164.

فريد، حنان هارون (2022). أثر التحول الرقمي على بيئة المعلومات في أسواق رأس المال الناشئة دليل من سلوك المحللين الماليين، **المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والتجارية،** كلية التجارة، جامعة دمياط، 2(2) ج2. 101 - 149.

مركز الدراسات الصناعية – جامعة الدول العربية. (2022 .(*واقع وتحديات التحول الرقمي في الصناعات العربية* . القاهرة: جامعة الدول العربية.

نصير، عبد الناصر عبد اللطيف (2021). أثر التحول الرقمي على عدم تماثل المعلومات: دليل من الشركات المدرجة في سوق الأوراق المالية السعودية، **مجلة الإسكندرية للبحوث المحاسبية،** كلية التجارة، جامعة الإسكندرية، العدد الثاني - مايو 2021 - المجلد الخامس، ص 1 - 26 .

ثانياً : المراجع باللغة الانجليزية :

Abdel-Aty, T. A., & Negri, E. (2024). Conceptualizing the digital thread for smart manufacturing: A systematic literature review. **Journal of Intelligent Manufacturing,** *35*(8), 3629-3653.

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.

Akbulut, Destan H., (2019). Big Data Analytics in financial Reporting and Accounting, **Procedia,** 7: 256-259.

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.

Al-Badi, A.; Tarhini, A. And Khan, Asharul l., (2018). Exploring Big Data Governance Frameworks**, Procedia Computer Sceience,** 141; 271-277**.**

Albukhitan, S., (2020). Developing Digital Transformation strategy for Manufacturing, **Procedia Computer Science,** 170: 664-671.

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.

Askr, H., Elgeldawi, E., Aboul Ella, H., Elshaier, Y. A., Gomaa, M. M., & Hassanien, A. E. (2023). Deep learning in drug discovery: an integrative review and future challenges. **Artificial Intelligence Review,** *56*(7), 5975-6037.

Attaran, M., & Celik, B. G. (2023). Digital Twin: Benefits, use cases, challenges, and opportunities. **Decision Analytics Journal**, *6*, 100165.

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.

Bartholomae, Florian w., (2018). Digital Transformation, International Competition and Specialization, **CESIfo Forum.** 19 (4): 23-28.

Bhatia, V., & Sharma, S. (2021). Expense based performance analysis and resource rationalization: Case of Indian Railways. **Socio-Economic Planning Sciences,** *76*, 100975.

Ceroni, J. A. (2023). Economic rationalization of automation projects and quality of service. In **Springer Handbook of Automation** (pp. 683-698). Cham: Springer International Publishing.

Cimino, C., Negri, E., & Fumagalli, L. (2019). Review of digital twin applications in manufacturing. **Computers in industry,** *113*, 103130.

Congress, S. S. C., & Puppala, A. J. (2021). Geotechnical slope stability and rockfall debris related safety assessments of rock cuts adjacent to a rail track using aerial photogrammetry data analysis. **Transportation Geotechnics,** *30*, 100595.

Dihan, M. S., Akash, A. I., Tasneem, Z., Das, P., Das, S. K., Islam, M. R., ... & Hasan, M. M. (2024). Digital twin: Data exploration, architecture, implementation and future. **Heliyon**.

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.

Ferraris, A.: Mazzoleni, A.: Devalle, A. and Couturier, J., (2019). Big Data Analytics Capabilities and Knowledge Management: Impact on Firm Performance**, Management Decision,** 57 (8): 1923 - 1936.

García, Á., Bregon, A., & Martínez-Prieto, M. A. (2024). Digital Twin Learning Ecosystem: A cyber–physical framework to integrate human-machine knowledge in traditional manufacturing. **Internet of things,** *25*, 101094.

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.

Grieves, M., & Vickers, J. (2017). Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems. In F.-J. Kahlen, S. Flumerfelt, & A.

Alves (Eds.), **Transdisciplinary perspectives on complex systems** (pp. 85–113). Springer.

He, B., & Bai, K. J. (2021). Digital twin-based sustainable intelligent manufacturing: a review. **Advances in Manufacturing,** *9*(1), 1-21.

Hu, S., Li, C., Li, B., Yang, M., Wang, X., Gao, T., ... & Xu, P. (2024). Digital twins enabling intelligent manufacturing: from methodology to application. **Intelligent and Sustainable Manufacturing,** 1(1), 10007.

Huhmo. M., (2022). Blockchain technology: bitcoin as a case (bachelor's thesis) business information technology , Oulu University, of applied sciences, Finland retrieved from **https://www.theseus.fibitstream/handle/10024/145810/Mikko** HuhmoThesis Final.

Jones, D., Snider, C., Nassehi, A., Yon, J., & Hicks, B. (2020). Characterising the Digital Twin: A systematic literature review. **CIRP journal of manufacturing science and technology,** *29*, 36-52.

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.

Kritzinger, W., Karner, M., Traar, G., Henjes, J., & Sihn, W. (2018). Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification. **Ifac-PapersOnline,** *51*(11), 1016-1022.

Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H.-A. (2020). Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment. **Journal of Manufacturing Systems,** 54, 44–56.

Li, L., Lei, B., & Mao, C. (2022). Digital twin in smart manufacturing. **Journal of Industrial Information Integration,** *26*, 100289.

Liezina, A., Andriushchenko, K., Rozhko, O., Datsii, O., Mishchenko, L., & Chemiaieva, O. (2020). Resource planning for risk diversification in the formation of a digital twin enterprise. **Accounting**, 6(7), 1337- 1344.

Liu, S., Bao, J., & Zheng, P. (2023). A review of digital twin-driven machining: From digitization to intellectualization. **Journal of Manufacturing Systems,** *67*, 361-378.

Liu, S., Lu, Y., Shen, X., & Bao, J. (2023). A digital thread-driven distributed collaboration mechanism between digital twin manufacturing units. **Journal of Manufacturing Systems**, *68*, 145-159.

Liu, S., Zheng, P., & Bao, J. (2024). Digital Twin-based manufacturing system: A survey based on a novel reference model. **Journal of Intelligent Manufacturing,** *35*(6), 2517-2546.

Lv, Z. (2023). Digital twins in industry 5.0. Research, 6, 1-16.

Matarazzo, M.; Penco, L.; Profurno, G. and Roberto, Q., (2021). Digital Transformation and Customer Value Creation in Made In Italy SMEs: A Dynamic Capabilities Perspective, **Journal of Business Research,** 123: 642-656.

McKinsey & Company. (2019). Artificial intelligence in heavy industry: Unlocking $100 billion of value**. Retrieved from https://www.mckinsey.com**

Mikalef, P.; Pappas, llias O.: Krogstie, J. and Giannakos, M., (2018). Big Data Analysis Capabilities: A Systematic Kiterature Review and Research Agenda, **Information Systems and e-Business Mnagement.** 16 (3): 547-578**.**

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.

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.

Onaji, I., Tiwari, D., Soulatiantork, P., Song, B., & Tiwari, A. (2022). Digital twin in manufacturing: conceptual framework and case studies. **International journal of computer integrated manufacturing,** *35*(8), 831-858.

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.

Semeraro, C., Lezoche, M., Panetto, H., & Dassisti, M. (2021). Digital twin paradigm: A systematic literature review. **Computers in Industry,** *130*, 103469.

Shao, G., & Helu, M. (2020). Framework for a digital twin in manufacturing: Scope and requirements. **Manufacturing letters,** *24*, 105-107.

Shi, B., Li, H., & He, X. (2024). Advancing lifelong precision medicine for cardiovascular diseases through gut microbiota modulation. ***Gut Microbes,*** *16*(1), 2323237.

Singh, M., Fuenmayor, E., Hinchy, E. P., Qiao, Y., Murray, N., & Devine, D. (2021). Digital twin: Origin to future. **Applied System Innovation**, *4*(2), 36.

Song, J., Liu, S., Ma, T., Sun, Y., Tao, F., & Bao, J. (2023). Resilient digital twin modeling: A transferable approach. **Advanced Engineering Informatics,** *58*, 102148.

Soori, M., Arezoo, B., & Dastres, R. (2023). Digital twin for smart manufacturing, A review. **Sustainable Manufacturing and Service Economics,** *2*, 100017.

Staniaszek, B. M., Fischer, S. And Anderton-tyers, T. (2020), **Research Report: Sustainability Auditing Good Practices in Response to COVID-19,** 49 (September).

Sun, Y., Lu, Y., Bao, J., & Tao, F. (2023). Prognostics and health management via long short-term digital twins. **Journal of Manufacturing Systems,** *68*, 560-575.

Tao, F., Zhang, H., Liu, A., & Nee, A. Y. C. (2018). Digital twin in industry: State-of-the-art. **IEEE Transactions on Industrial Informatics,** 15(4), 2405–2415.

Teichert, R., (2019). Digital Transformation Maturity: A Systematic Review of Literature, **Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis,** 67 (6): 1673-1687.

Truant. E, Corazza. L and Scagnelli, S. (2017). Sustainability and Risk Disclosure: An Exploratory Study on Sustainability Reports, **Sustainability**, Vol 9, pp. 1-20.

Weiner, Perrie, Jerome Tomas, Aaron Goodman, and Ben Turner, Baker McKenzie (2020). How to Avoid Public Company Dischosure Scrutiny After Covid-19, pp. 1-5. **The Bureau of National Affairs.** Available at: http://bna.com/copyright-permission-request.

Xie, W., Zheng, D., Li, Z., Wang, Y., & Wang, L. (2024). Digital technology and manufacturing industrial change: Evidence from the Chinese manufacturing industry. **Computers & Industrial Engineering,** 187, 109825.

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.**

Zare, M., and Honarvar, Ali R., (2021). Internet Services: Customer Relationship Management (CRM) Using Internet of Things (IOT), **Journal of management Information and Decision Sciences,** 24.

Zhang, C., Zhou, G., He, J., Li, Z., & Cheng, W. (2019). A data-and knowledge-driven framework for digital twin manufacturing cell. **Procedia CIRP,** *83*, 345-350.

Zhao, B., Wang, Y., Peng, J., Wang, X., Ding, W., Lei, X., ... & Das, R. (2024). Overcoming challenges: advancements in cutting techniques for high strength-toughness alloys in aero-engines. **International Journal of Extreme Manufacturing,** *6*(6), 062012.

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.

Zhou, G., Zhang, C., Li, Z., Ding, K., & Wang, C. (2020). Knowledge-driven digital twin manufacturing cell towards intelligent manufacturing. **International Journal of Production Research,** *58*(4), 1034-1051.

Zhygalova, A., (2017). Perceived Value of Cloud Based Information Systems Case: Accounting Information Systems, **Master's thesis, School of Business, Aalto University.**