مجلة البحوث المحاسبية

https://com.tanta.edu.eg/abj-journals.aspx

تضمين نموذج نجاح نظم المعلومات لـ Delone and Mclean للاعتبارات الأخلاقية عند استخدام التوأمة المالية الرقمية للعمليات المالية داخل نظام المعلومات المتكامل للشركة

السادة. مروة إبراهيم ربيع

أستاذ مساعد، بقسم المحاسبة والمراجعة، كلية الأعمال، جامعة الإسكندرية ، مصر

تاريخ النشر الالكتروني: سبتمبر- 2024

للتأصيل المرجعي: ربيع ، مروة ابراهيم. **تضمين نموذج نجاح نظم المعلومات لـ Delone and Mclean للاعتبارات الأخلاقية عند استخدام التوأمة المالية الرقمية للعمليات المالية داخل نظام المعلومات المتكامل للشركة**

، مجلة البحوث المحاسبية ، المجلد 11 (3)،

المعرف الرقمي:10.21608/abj.2024.380795

للتواصل مع المؤلف: marwa.rabie2@gmail.com

تضمين نموذج نجاح نظم المعلومات لـ Delone and Mclean للاعتبارات الأخلاقية عند استخدام التوأمة المالية الرقمية للعمليات المالية داخل نظام المعلومات المتكامل للشركة

مروة إبراهيم ربيع

أستاذ مساعد، بقسم المحاسبة والمراجعة، كلية الأعمال، جامعة الإسكندرية ، مصر

تاريخ المقال

تم استلامه في19 يوليو 2024، وتم قبوله في19 اغسطس 2024، هو متاح على الإنترنت سبتمبر2024

ملخص البحث:

يهدف البحث إلى تضمين نموذج نجاح نظم المعلومات للاعتبارات الأخلاقية عند استخدام التوأمة المالية الرقمية للعمليات المالية داخل نظام المعلومات المتكامل للشركة. ولتحقيق ذلك، تم الاعتماد على نموذج نجاح نظم المعلومات لـ Delone and Mclean كأحد النماذج التى لاقت قبولاً واسعاً فى أدبيات نجاح نظم المعلومات. استناداً إلى هذا النموذج وتضمينه للاعتبارات الأخلاقية، تشكلت عينة الدراسة من 27 شركة اتصالات وتكنولوجيا المعلومات فى القرية الذكية بمحافظة الجيزة. وزعت قوائم استقصاء على المديرين، والمحاسبين، ومهندسى تكنولوجيا المعلومات. بلغت عدد قوائم الاستقصاء الصحيحة والمستخدمة 188 قائمة استقصاء؛ لاختبار فروض البحث. تم اختبار فروض البحث من خلال نموذج المعادلة البنائية باستخدام برنامج AMOS الاصدار 26. توصلت النتائج إلى قبول جميع فروض البحث، وأن جميع العوامل التى تضمنها النموذج تؤثر معنوياً على تحقيق منافع صافية للشركة. توصلت النتائج أيضاً إلى أن جودة المعلومات، وجودة الخدمة لهما تأثير كبير على استخدام التوأمة المالية الرقمية داخل نظام المعلومات المتكامل للشركة وعلى زيادة رضا المستخدمين عن النظام. في الختام، تقدم الدراسة دليلاً مهماً على أهمية تضمين الاعتبارات الأخلاقية فى نموذج نجاح نظم المعلومات عند استخدام التوأمة المالية الرقمية للعمليات المالية داخل نظام المعلومات المتكامل للشركة. وأخيرًا، تمت مناقشة توصيات البحث، والأبحاث المستقبلية.

الكلمات المفتاحية: التوأمة المالية الرقمية؛ نظام المعلومات المتكامل؛ نموذج نجاح نظم المعلومات؛ الاعتبارات الأخلاقية.

Abstract:

This study aims to incorporate ethical Considerations in IS Success Model when using FinDT within the company's integrated IS. To achieve this, Delone and McLean IS Success Model was adopted as one of the models that has been widely accepted in the literature of IS success. Based on this model and its inclusion of ethical considerations, the study sample consisted of 27 ICT companies in the Smart Village in Giza Governorate. Data was collected by distributing questionnaires to managers, accountants, and IT engineers. The number of valid and used questionnaires was 188, which were used to test the research hypotheses. SEM was employed using AMOS26. The results accepted all research hypotheses, showing that all factors included in the model significantly influence the achievement of net benefits for the company. The results also indicate that IQ and SQ significantly impact the use of FinDT in integrated information systems, enhancing user satisfaction with the system. In conclusion, the study provides important evidence on the significance of including ethical considerations in the IS success model. Finally, research recommendations and future research directions were discussed.

Keywords: FinDT; Integrated Information System; IS Success Model; Ethical Considerations.

1. مقدمة البحث:

تعد نظم المعلومات وبصفة خاصة نظم المعلومات المتكاملة مثل نظم تخطيط موارد المشروع في الشركات عنصراً هاماً لنجاحها واستدامتها في ظل استخدام العالم بأكمله للتقنيات الحديثة وزيادة الرقمنة. تلعب هذه النظم دورًا أساسياً في جمع وتحليل البيانات، ومن ثم دعم القرارات الاستراتيجية، بالإضافة إلى أهميتها فى تحقيق التواصل الفعال بين مختلف أقسام الشركة.

كما ظهر على الساحة فى الوقت الراهن العديد من التقنيات الحديثة التى يمكن أن تعزز نظم المعلومات فى الشركة، ولعل من أهمها تقنية التوأمة الرقمية. تمثل التوأمة الرقمية تقنية حديثة تتيح إنشاء نماذج رقمية تمثيلية للأصول والعمليات والنظم الفيزيائية والمالية. تُستخدم هذه النماذج لتحسين الأداء والكفاءة، وتقديم رؤى دقيقة تعتمد على البيانات الفورية، كما تُمكّن الشركات من محاكاة العمليات والتنبؤ بالنتائج المحتملة وإجراء التحسينات قبل تطبيقها في الواقع (Tao et al., 2018; Rasheed et al., 2020; O'Quinn and Williams ,2023; Perno et al., 2023).

يعد مفهوم التوأمة المالية الرقمية تطبيقاً من تطبيقات التوأمة الرقمية (Lynch et al.,2023)، فهو يعكس الوضع المالي للشركة بدقة، كما يمكّن الشركات من محاكاة السيناريوهات المالية المختلفة وتقييم الأثر المحتمل للقرارات الاستراتيجية على الأداء المالي. كما تساعد التوأمة المالية الرقمية على تحسين القدرة على التنبؤ بالتدفقات النقدية بشكل أكثر فعالية (Dobrolezha et al., 2023)، بالإضافة إلى إدارة تدفقات التمويل المتعددة (Lynch et al.,2023). يرجع ذلك إلى تأكيد دراسة Taylor et al.,(2018) على أهمية دمج البيانات الإنتاجية والمالية

داخل نموذج التوأمة الرقمية للمصنع واستخدام المقاييس المحاسبية والمالية للتنبؤ بأداء النظام وتدفق النقد؛ لأهميتهم فى اتخاذ القرارات الفعالة، مما يؤكد على وجود نموذج شامل يمثل كلاً من المتغيرات الإنتاجية والمالية لتحديد تدفقات البيانات المناسبة للمراقبة وتوقيت التدخلات الرقابية. يهدف هذا النهج إلى تزويد متخذى القرار بمقاييس حاسمة غالبًا ما تكون إنتاجية ومالية في طبيعتها، مما يسهل التخطيط الأفضل وتحسين استخدام الموارد.

ومن ناحية أخرى أدى ظهور هذه التقنيات واعتمادها على الإنترنت إلى زيادة خطر استخدام تكنولوجيا المعلومات بشكل غير أخلاقي، مما يؤثر بالسلب على نظم المعلومات المطبقة فى الشركات. وبصفة خاصة أنه في خضم العديد من اختراقات تكنولوجيا المعلومات في السنوات الأخيرة، تم التقليل من أهمية الأخلاق والقيم مما يؤدى إلى العديد من العواقب السيئة(Reynolds, 2019).

تبرز أهمية المنظور الأخلاقي مع التزايد الكبير في استخدام هذه النظم، وبصفة خاصة عند تشغيلها وصيانتها. فلم يقتصر المنظور الأخلاقي لنظم المعلومات على الامتثال للقوانين واللوائح فقط ، بل يشمل أيضًا المسئولية الاجتماعية والأخلاقية للشركات تجاه موظفيها وعملائها والمجتمع ككل. يتطلب ذلك حماية الخصوصية، وضمان الأمن السيبراني، والشفافية في معالجة البيانات واستخدامها، بالإضافة إلى التعامل العادل مع جميع الأطراف المعنية، وتجنب التحيزات والممارسات غير الأخلاقية مثل التلاعب بالبيانات أو إساءة استخدامها (Fuller et al., 2020; Mihai et al.,2022; Wang et al.,2023).

وبالنظر إلى تقنية التوأمة الرقمية وتضمينها للأمور المالية للشركة من خلال استخدام هذه التقنية، يُعَد المنظور الأخلاقي أكثر تعقيدًا. لذا فإن الاعتماد المتزايد على التوأمة الرقمية وبصفة خاصة عند تضمينها للأمور المالية للشركة يطرح تحديات أخلاقية جديدة تتعلق بخصوصية البيانات، وأمنها، وموثوقيتها وشفافية المعلومات والقرارات التى يتم تقديمها. لذا يجب على الشركات التي تعتمد هذه التقنية أن تضمن أن البيانات التي تُجمع وتُستخدم في التوأمة الرقمية تتم بشكل أخلاقي، مع الحفاظ على خصوصية وأمن البيانات وكافة الأمور المتعلقة بالشركات. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن تكون النماذج المالية الرقمية دقيقة وغير متحيزة، وأن تُستخدم لتعزيز منافع عامة وليس لاستغلال الثغرات أو التلاعب بالمعلومات.

وللتغلب على المشاكل والأمور الأخلاقية عند استخدام الشركات للتوأمة المالية الرقمية فى نظام المعلومات المتكامل للشركة، يمكن استخدام نموذج نجاح نظم المعلومات المحدث لـ DeLone and McLean فى عام 2003 ، وذلك لتحديد عوامل نجاح التوأمة المالية الرقمية عند تضمينها للأمور والجوانب الأخلاقية فى نظام معلومات الشركة. لذا تعتقد الباحثة أنه عند تطبيق هذا النموذج بعد تضمينه للعوامل الأخلاقية داخل الأبعاد المتضمنه بداخله يؤدى إلى رضا المستخدمين عن النظام، ومن ثم تحقيق فوائد صافية للشركة ولكافة الأطراف

ذوى العلاقة بها. فعند التبنى الكامل لهذا النموذج، تتمكن الشركات من تحسين استخدام التوأمة المالية الرقمية بشكل فعال، مما يساهم فى تحقيق النجاح المستدام الذى يتماشى مع القيم الأخلاقية والمهنية.

وفى هذا الصدد يحاول البحث **الإجابة على التساؤل البحثى التالى:** هل يؤدى تضمين نموذج نجاح نظم المعلومات لـ Delone and Mclean للاعتبارات الأخلاقية عند استخدام التوأمة المالية الرقمية للعمليات المالية داخل نظام المعلومات المتكامل للشركة إلى تحقيق فوائد صافية للشركة؟

يهدف البحث إلى استكشاف كيفية تضمين نموذج نجاح نظم المعلومات لـ Delone and Mclean المُحَدث عام2003 للاعتبارات الأخلاقية عند استخدام التوأمة المالية الرقمية للعمليات المالية داخل نظام المعلومات المتكامل للشركة. وفى هذا الصدد يهدف البحث إلى تحليل الأبعاد الأخلاقية المرتبطة باستخدام التوأمة المالية الرقمية، والتأكيد على أهمية الشفافية، وأمن وخصوصية البيانات. وأخيراً يهدف البحث إلى توسيع نطاق معايير نجاح نظم المعلومات ليأخذ فى الاعتبار الجوانب الأخلاقية، مما يساهم في تعزيز الثقة بين المستخدمين ويدعم الاستدامة المالية للشركة.

تتمثل **أهمية البحث** من **الناحية الأكاديمية** في دعم المعرفة الأكاديمية في مجال التوأمة المالية الرقمية ونماذج نجاح نظم المعلومات، وخاصة في سياق تضمين الاعتبارات الأخلاقية. كما يمكن أن يوجه البحث الأكاديميين والباحثين نحو دراسات جديدة تستكشف مزيدًا من التفاعلات بين التكنولوجيا والأخلاقيات في مجال الأعمال. ويمكن أن يساهم البحث أيضاً في نشر الوعي بأهمية الاعتبارات الأخلاقية في استخدام التكنولوجيا الحديثة، مما يشجع الجامعات على التركيز على هذه الجوانب في برامجهم التعليمية. ومن **الناحية العملية** تتمثل أهمية البحث فى تثقيف العاملين بالشركات ومتخذى القرارات حول التأثير الهائل للقضايا الأخلاقية في الاستخدام الناجح والآمن لتكنولوجيا المعلومات؛ لتحفيزهم على التعرف على هذه القضايا عند اتخاذ القرارات المرتبطة وتوفير الأدوات والنهج والرؤى المفيدة لاتخاذ القرارات الأخلاقية. كما يساعد توسيع نطاق معايير تقييم نظم المعلومات على تحسين الكفاءة التشغيلية من خلال توفير نظام متكامل يمكنه تحديد ومعالجة المشكلات بسرعة وفعالية. وأخيراً يمكن أن يساعد تضمين الجوانب الأخلاقية عند استخدام التوأمة المالية الرقمية في تقليل المخاطر المالية والمخاطر المرتبطة بالتقارير المالية، وذلك من خلال تحسين جودة المعلومات ودقتها.

فى سبيل تحقيق هدف البحث والإجابة على تساؤله، سوف تقوم الباحثة بدراسة وتحليل الدراسات السابقة الخاصة بنموذج نجاح نظم المعلومات لـ Delone and Mclean، وكذلك الدراسات المرتبطة بالاعتبارات الأخلاقية للتوأمة المالية الرقمية عند تضمينها وتكاملها مع نظام المعلومات المتكامل للشركة. أما بالنسبة **لأدوات البحث** فهى تنقسم إلى مجموعتين تتمثل المجموعة الأولى فى أدوات البناء النظرى اللازمة لتأصيل واشتقاق فروض البحث. تتمثل المجموعة الثانية فى أدوات جمع البيانات والتحليل الاحصائى وفيها تعتمد الباحثة على توزيع قوائم استقصاء على المحاسبين والمديرين ومهندسى تكنولوجيا المعلومات فى شركات الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات المتواجدة

فى القرية الذكية؛ لخلفيتهم العلمية فيما يتعلق بأبرز التقنيات الحديثة وتأثيرها على أداء الشركات. كما تستخدم الباحثة الاختبارات المناسبة لاختبار فروض البحث؛ لتحديد أهم عوامل نجاح نظام المعلومات المتكامل للشركة عند تضمين الاعتبارات الأخلاقية في استخدام التوأمة المالية الرقمية للعمليات المالية.

يقتصر البحث على تضمين وتكامل نظام المعلومات المتكامل للشركة لتقنية التوأمة المالية الرقمية فى عملياتها المالية دون التطرق إلى التقنيات الحديثة الأخرى التي تشملها الثورة الصناعية الرابعة والخامسة، إلا فيما يرتبط بموضوع البحث. كما يقتصر البحث على استخدام نموذج نجاح نظم المعلومات وفقاً لنموذج Delone and Mclean لعام 2003 دون التعرض للنماذج الأخرى لنجاح نظم المعلومات مثل نموذج ,.Gable et al فى عام 2008 لتقييم نجاح نظم المعلومات.

بعد تناول مشكلة البحث وأهميته والهدف منه تتمثل **خطة البحث** فى تناوله للنقاط التالية: الإطار العام لتقنية التوأمة الرقمية، واستخدام تقنية التوأمة المالية الرقمية –كأحد تطبيقات التوأمة الرقمية فى المجال المالى– مع نظام المعلومات المتكامل للشركة، ونموذج الدراسة واشتقاق فروض الدراسة، ومنهجية الدراسة ونتائجها، وأخيراً الخلاصة والنتائج والتوصيات والبحوث المستقبلية.

2. الإطار العام لتقنية التوأمة الرقمية:

ينبع مفهوم التوأمة الرقمية من عرض قدمه Michael Grieves في جامعة ميشيغان في عام 2002. صورت إحدى شرائح العرض التقديمي كائنًا ماديًا في مساحة حقيقية، وتوأمه في مساحة افتراضية بالإضافة إلى قناة اتصال بين المساحات الحقيقية والافتراضية. تقوم فكرة الشريحة على أنه يمكن إنشاء بنية معلومات رقمية حول نظام حقيقي ككيان مستقل يعمل بمثابة "توأمة" للمعلومات المضمنة في ذلك ويرتبط به طوال دورة حياة ذلك النظام الحقيقي (Hu et al., 2021; Kunin and Ryskov, 2024). ثم انتشر مفهوم التوأمة الرقمية بعد ذلك، حيث أدرجت مؤسسة Gartner في الفترة من 2016 إلى 2019 تقنية التوأمة الرقمية على أنها واحدة من "أفضل عشرة اتجاهات تكنولوجية استراتيجية" ، ومن المتوقع أن تصل قيمتها بحلول عام 2031 إلى أكثر من 183 مليار دولار (Henningsen and Engan, 2023) .

وفى هذا الصدد تفرق الدراسات (Fuller et al., 2020; Murphy et al.,2020; Henningsen and Engan, 2023; Lynch et al.,2023; Kreuzer et al., 2024) بين ثلاثة أنواع رقمية وفقاً لتبادل وتدفق البيانات وهم النموذج الرقمى والظل الرقمى والتوأمة الرقمية. يقصد **بالنموذج الرقمي** نسخة رقمية من كائن مادي موجود مسبقًا أو مخطط له، بحيث لن يكون هناك تبادل تلقائي للبيانات بين النموذج المادي والنموذج الرقمي. وهذا يعني أنه بمجرد إنشاء النموذج الرقمي، لن يكون للتغيير الذي تم إجراؤه على الكائن المادي أي تأثير على النموذج الرقمي في كلا الاتجاهين. ويقصد **بالظل الرقمي** تمثيل رقمي لكائن له تدفق أحادي الاتجاه بين الكائن

المادي والرقمي. يؤدي التغيير في حالة الكائن المادي إلى تغيير في الكائن الرقمي وليس العكس. وأخيراً يقصد **بالتوأمة الرقمية** تدفق البيانات بين كائن مادي موجود وكائن رقمي، ويتم دمجها بالكامل في كلا الاتجاهين، أى يؤدي التغيير الذي يتم إجراؤه على الكائن المادي تلقائيًا إلى تغيير في الكائن الرقمي والعكس صحيح.

لذا تعد التوأمة الرقمية نسخة رقمية متماثلة لكيان مادي أو نظام أو عملية تمكن من المراقبة والتحليل والتحسين في الوقت الفعلي. يتم ذلك من خلال إنشاء نموذج افتراضي عالي الدقة يعكس بدقة العالم الحقيقي، يتم تحديثه من البيانات في الوقت الفعلي ويستخدم المحاكاة وتعلم الآلة للمساعدة في اتخاذ القرار بدقة (Tao et al., 2018; Fuller et al., 2020; BEIS et al., 2021; An and Chen, 2023; Henningsen and Engan, 2023; Wang et al., 2023; Kreuzer et al., 2024; Kunin and Ryskov, 2024; Liu et al., 2024). عرفت دراسة Mihai et al., (2022, p. 2262) التوأمة الرقمية بصورة شاملة توضح كل خصائصها وصفاتها، حيث تعتبر التوأمة الرقمية نظام ذاتي التكيف يتميز بالتنظيم الذاتي والمراقبة الذاتية (أى أن التوأمة الرقمية تكون دائماً على دراية ببيئة توأمها الحقيقى وتكوينها) ، والتشخيص الذاتي –يجب أن يكون فريق التوأمة الرقمية قادراً على تقييم حالته الصحية ومعرفة متى ولماذا لم يعد قادراً على الحفاظ على العمليات المثلى، استناداً على ظروفه الحالية والتاريخية– ، كما تتميز التوأمة الرقمية بوجود علاقة تكافلية بين الكيان المادي وتمثيله الافتراضي (ثنائية الإتجاه)، كما تم تصميم دقتها ومعدل التزامن واختيار التقنيات التمكينية وفقًا لحالات الاستخدام المتصورة، كما أنها تدعم الخدمات التي تضيف قيمة تشغيلية إلى الكيان المادي.

ترى دراسة Mihai et al., (2022) أن التوأمة الرقمية تعد نظام يتجاوز عمليات المحاكاة والتحليل التقليدى المعتمد على الكمبيوتر. وهى بذلك تعد تكرار لجميع العناصر والعمليات والبرامج الثابتة للنظام المادي إلى نظير رقمي. وفى هذا الصدد يوجد النظامان (المادي والرقمي) جنبًا إلى جنب، ويتشاركان جميع المدخلات والعمليات باستخدام وسائل الاتصالات لتوصيل البيانات ونقلها في الوقت الفعلي.

وبصدد التقنيات التى يمكن أن تستند إليها تقنية التوأمة الرقمية، فإنها تعتمد على تقنية إنترنت الأشياءInternet of Things والمشار إليها بـ (IoT) ، والنماذج ثلاثية الأبعاد، والجيل القادم من الاتصالات المتنقلة(5G/6G) ، والحوسبة الموزعة، والذكاء الاصطناعى Artificial Intelligence والمشار إليها بـ (AI) حيث يتيح الذكاء الاصطناعي –من خلال التعلم من البيانات التاريخية والآنية– عمليات محاكاة عالية الدقة وفي الوقت الفعلي لإنتاج وتطوير التوائم الرقمية بدقة عالية واتساق في انعكاس الكيانات والعمليات والأنظمة المادية (Wang et al., 2023).

3. استخدام التوأمة المالية الرقمية مع نظام معلومات الشركة لتعزيز القيمة التنافسية:

تمثل التوأمة الرقمية للشركة مجموعة من النماذج الديناميكية المنطقية والرياضية المترابطة التي تصف بدرجة عالية من الموثوقية اعتماد جميع المؤشرات المالية وغير المالية الرئيسية للشركة على العوامل التي تؤثر على هذه

المؤشرات (Kunin and Ryskov, 2024). وفقاً لذلك أكدت دراسة Kulkarni et al., (2019) على استخدام التوأمة الرقمية لتصميم الأنظمة المعقدة والتحكم فيها وتحويلها، حيث تتيح التوأمة الرقمية اتخاذ القرارات على أساس المحاكاة ويدعم القدرة على التكيف مع التغيرات في بيئة التشغيل. كما عرضت الدراسة حالات استخدام واقعية تتعلق بتحديد المخزون في سلسلة البيع بالتجزئة. أكدت الدراسة أيضاً على الاستفادة من تقنية التوأمة الرقمية للنمذجة والتحليل واتخاذ القرار في السيناريوهات الخاصة بالشركات شديدة التعقيد.

يتضح مما سبق أهمية استخدام التوأمة الرقمية فى الشركات وبصفة خاصة خلال دورة حياة المنتج بأكمله بدءاً من مرحلة تصميم المنتج انتهاءاً بمرحلة إعادة التدوير (Liu et al., 2024). وعلى الرغم من أهمية استخدام التوأمة الرقمية خلال دورة حياة المنتج، إلا أنه يمكن أن يساعد استخدام توأمة رقمية للشركة على تحقيق التوازن بين الأهداف المالية التقليدية والبيئية والاجتماعية وحوكمة الشركات. يؤدى القيام بذلك من خلال ربط المؤشرات المالية وغير المالية للشركة في نظام واحد يمكن على أساسه تطوير استراتيجية تهدف إلى زيادة قيمة الشركة لجميع أصحاب المصلحة (Kunin and Ryskov ,2024).

فمن المتوقع أن تتضاءل أهمية وجود نظم معلومات تتعلق بالعمليات الداخلية للشركة فى المستقبل، ومن ثم سيظهر أهمية توفير طريقة للانتقال من نظم المعلومات الداخلية للشركة إلى الأنظمة الفيزيائية السيبرانية واستخدام التوائم الرقمية (Lachenmaier et al.,2023). وفى هذا الصدد أكدت دراسة Amini and Abukar (2020) على أنه سوف يتم تصميم نظم تخطيط موارد المشروع فى المستقبل بناءً على بنية تحقق أفضل استخدام للتقنيات التي تدعم إنترنت الأشياء. وفى هذا الصدد يجب أن تسمح البنية بأكبر عدد ممكن من أجهزة إنترنت الأشياء لاتصال نظام تخطيط موارد المشروع وإنشاء آليات نقل بيانات قابلة للتطوير بين مستودعات البيانات وأجهزة إنترنت الأشياء. وفقاً لذلك تعد القدرة على إنشاء تفاعلات في الوقت الفعلي مع نظم تخطيط موارد المشروع والتعامل مع كمية هائلة من البيانات التي يتم إنشاؤها بواسطة أجهزة إنترنت الأشياء ذات أهمية كبيرة لتحسين أداء نظم تخطيط موارد المشروع. كما يمكن أن تُمكن التوأمة الرقمية من تحقيق نهج النظام–من–النظم System- of- Systems من خلال ربط النظم المختلفة وتوأماتها الرقمية، مما يسمح بتحقيق تحسينات وزيادة الكفاءة عبر النظام بأكمله (Dietz and Pernul,2020). فلقد أعلن موردوا نظم تخطيط موارد المشروع بالفعل عن خطط لضبط أنظمتهم لتكون قادرة على التعامل مع المزيد من بيانات المستشعر وزيادة القدرات التحليلية، وتكون مفيدة لحلول إنترنت الأشياء فى الصناعة والتوائم الرقمية (Lachenmaier et al., 2023).

ولكى يتم بناء توأمة رقمية للشركة ككل توجد العديد من العوامل التى يجب أخذها فى الاعتبار. تتمثل هذه العوامل فى **الاكتمال** أى يجب أن تصف التوأمة الرقمية الشركة بالكامل، مع مراعاة جميع جوانب أنشطتها المالية والاقتصادية، وكذلك العوامل البيئية التي تؤثر على هذه الجوانب، بالإضافة إلى **الملاءمة** حيث يجب أن يتم تحديد

حدود معقولة لمتابعة التوأمة الرقمية للشركة ككل، يتم تنفيذه وفقاً لأولويات واضحة تبدأ بالجوانب الأكثر أهمية وتنتقل تدريجياً إلى الجوانب الأقل أهمية. أى أنه لا توجد جدوى من بناء نماذج رياضية معقدة لوصف تأثير عامل معين على مؤشرات الأداء الرئيسية للشركة إذا كان هذا التأثير في حد ذاته غير مهم. كما يجب أن تكون التوأمة الرقمية لديها "**إمكانيات تنبؤية**"، أي تكون قادرة على محاكاة سلوك مؤشرات الأداء الرئيسية للشركة في مجموعة متنوعة من المواقف. كما يجب على التوأمة الرقمية للشركة محاكاة النشاط ككل مع مراعاة **التأثير المتبادل** لجوانب معينة من أنشطة الشركة على الجوانب الأخرى. وأخيراً يجب أن تتصف التوأمة الرقمية **بالموثوقية** والإمداد بمعلومات موثوقة ودقيقة (Kunin and Ryskov, 2024).

وبصدد تطبيق التوأمة الرقمية على المعاملات المالية والعمليات المحاسبية، أشارت دراسة Liu (2022) إلى أن هناك عدد قليل من الدراسات التي تجمع بين المعلومات المحاسبية والتوائم الرقمية. وفى هذا الصدد تشير الدراسة إلى مصطلح المعلوماتية المحاسبية Accounting informatization وهو تكامل تكنولوجيا المعلومات مع نظام المعلومات المحاسبى الخاص بالشركة؛ للحصول على أحدث المعلومات حول الوضع المالي لها في بيئة الإنترنت. ويعد الغرض من تحويل النظام المعلوماتى فى المجال المحاسبى هو تحويل وضع الإدارة المالية التقليدي (المتعارف عليه) إلى وضع إدارة مالية رقمي. توصلت الدراسة إلى أهمية تعزيز المهارات المهنية للمحاسبين ، وأن تقنية التوأمة الرقمية لها تأثير إيجابي في تحويل وبناء المعلوماتية المحاسبية في الشركات. كما استخدمت دراسة Lynch et al.,(2023) مفهوم التوأمة المالية الرقمية (FinDT) صراحة للمشاريع الرأسمالية في القطاع العام كتطبيق للتوأمة الرقمية. ويعني بإنشاء نموذج رقمي يعكس الجوانب المالية الواقعية للمشروع طوال دورة حياته. وفى هذا الصدد تربط التوأمة المالية الرقمية بين مصادر بيانات مختلفة بما في ذلك الموازنة الخاصة بالمشروع والمعلومات المحاسبية وتكاليف المشروع في الوقت الفعلي. وبذلك تسمح بوجود إدارة مالية أفضل عن طريق أتمتة المهام، وضمان الالتزام بالقيود المالية، وتمكين اتخاذ قرارات رشيدة بناءً على المعلومات المالية المحدثة. كما تكمن فكرة الدراسة في أنه يتم تنفيذ التوأمة المالية الرقمية منذ البداية الأولى للمشروع ويتم تحديثها باستمرار مع تقدم المشروع، مما يوفر رؤية أكثر شمولية للأمور المالية الخاصة بالمشروع ويسمح باتخاذ إجراءات استباقية في حالة حدوث أى ظروف غير متوقعة. كما أكدت الدراسة على أهمية التوأمة المالية الرقمية فى إدارة المعلومات بكفاءة أكثر ودعم اتخاذ القرار من خلال تكامل البيانات على مستوى الشركة ككل.

أوضحت دراسة Dobrolezha et al., (2023) أيضاً مكونات التوأمة الرقمية المتكيفة القائمة على الذكاء الاصطناعي لنظام المحاسبة والإدارة التحليلية للشركات. تعد التوأمة الرقمية المتكيفة القائمة على الذكاء الاصطناعي منصة رقمية إدارية شاملة تساهم بشكل كبير في هيكلة وتصنيف المعلومات فيما يتعلق بالمؤشرات الاقتصادية للأنشطة المالية والاقتصادية لجمع وتحليل وتزويد المحللين والمديرين بالبيانات اللازمة لإجراء التحليل المالي واتخاذ قرارات إدارية فعالة. قامت الدراسة بإنشاء نموذج رقمي متطور وديناميكي يمثل نظام المحاسبة

والتحليل الإداري للشركات. يعمل هذا النموذج كنسخة افتراضية تحاكي النظام الحقيقي في الوقت الفعلي، مما يسمح بمراقبة الأداء وتحليل البيانات واتخاذ القرارات بشكل أكثر فعالية. ولذلك فإنه باستخدام الذكاء الاصطناعي، يمكن للتوأمة الرقمية التكيف مع التغيرات وتحديث نفسها بناءً على البيانات الجديدة، مما يجعلها أداة قوية لتحليل البيانات الإدارية والمحاسبية.

لذا فإنه على الرغم من أهمية التوأمة الرقمية فى العمليات التصنيعية والإنتاجية للشركة، إلا أن استخدام المعلومات المجمعة فقط لتحسين العمليات التكنولوجية للإنتاج دون النظر إلى المكون الاقتصادي والمالى لريادة الأعمال يحد بشكل كبير من عمليات التحسين. أكدت دراسة Zadorozhnyi et al.,(2023) على أنه يفضل استخدام التوأمة الرقمية لنمذجة المعلومات المعقدة للعمليات المالية والاقتصادية، والتى تشكل رؤية متكاملة لأنشطة الشركات. توصلت الدراسة إلى أهمية تضمين العمليات المحاسبية عند استخدام تقنية التوأمة الرقمية، ومن ثم ضمان سلامة المعلومات لمشاريع نمذجة العمليات المالية والاقتصادية لريادة الأعمال. يرجع السبب في سوء النظر في الجوانب المحاسبية لنمذجة المعلومات المعتمدة على تقنية التوأمة الرقمية إلى عدم وجود مجموعة أدوات محاسبية متطورة للبحث فى الأحداث والظواهر الواعدة. ففى ظل وجود مفهوم تحسين العمليات المالية والتشغيلية لـ FinOps [1]، من الممكن إشراك متخصصين في المحاسبة في فرق متعددة التخصصات قادرة على استخدام طرق معالجة المعلومات المحاسبية فى البيئة السحابية، التي تتكيف مع قدرات التوأمة الرقمية. وفقاً لذلك يمكن التنبؤ بالتغير في تكاليف تشغيل الشركة من خلال التطبيق المشترك أو المنفصل لعناصر الإنتاج التي تشكل سعر تكلفة المنتجات النهائية (الأعمال والخدمات). كما توصلت نتائج الدراسة أيضاً إلى إمكانية التنبؤ بتخفيض التكاليف التشغيلية، كما يستطيع المحاسبين اختيار المزيج الأمثل للمنتجات من خلال المفاضلة بين جودة المنتجات النهائية وتكلفتها.

وبصدد معالجة التحديات المرتبطة بتحديد فرص تخفيض التكاليف خلال دورة حياة المنتج، هدفت دراسة Farsi et al., (2021) إلى معالجة هذه التحديات– أى تقدير التكلفة الإجمالية خلال دورة حياة المنتج –؛ بسبب صعوبة المهمة للمصممين في مرحلة دورة حياة المنتج المبكرة نتيجة لعدم وجود بيانات تاريخية كاملة ووجود شكوك كبيرة داخل بيانات تكلفة المنتج والخدمة. يتم ذلك من خلال اقتراح بنية جديدة للتوأمة الرقمية تستخدم بنية البيانات التكيفية والأونتولوجيات ontologies – تشير الانتولوجى إلى تمثيل منهجي للمفاهيم والفئات والعلاقات بينهما في مجال معين، بهدف تحقيق فهم مشترك وتوحيد المصطلحات والمفاهيم، مما يساعد على تسهيل تبادل المعلومات بين الأنظمة المختلفة وتعزيز الفهم المشترك بين الأشخاص والأنظمة– ؛ لإنتاج نموذج التكلفة تلقائيًا من المعلومات

[1] يشير FinOps إلى نهج يجمع بين الممارسات المالية والتشغيلية لتحسين الإنفاق على الحوسبة السحابية. ويهدف إلى تحقيق المزيد من الشفافية والمساءلة في تكاليف تكنولوجيا المعلومات، وتمكين فريق العمل من اتخاذ قرارات ذكية ومستدامة من الناحية المالية.

المستخرجة من البيانات طوال دورة حياة المنتج. تدعم بنية التوأمة الرقمية المصممين من خلال التقاط البيانات من حيث التكلفة المستهلكة والمسببة وأتمتة تدفق البيانات لتوفير طريقة تقدير التكلفة التكيفية adaptive cost estimation method عبر دورة حياة المنتج. لذا أكدت الدراسة على أن التوأمة الرقمية يمكّن المصممين من تقدير تكلفة دورة الحياة في المرحلة المبكرة وتحديد فرص خفض التكلفة طوال دورة حياة المنتج بشكل فعال. كما أوضحت الدراسة أن نماذج التكلفة الرقمية لا تسمح بمحاكاة الوضع الحالي للنظام المادي فحسب، بل تسهل أيضًا تحليل سيناريوهات ماذا لو لاستخلاص معلومات ذات مغزى لتحسين الأداء التشغيلى والمالى. كما قد تتضمن الأنواع الأخرى من الكيانات أيضًا أدوات تحليل البيانات، والتي يمكن استخدامها لاستخراج الرؤى من النظام المادي وبيانات التوأمة الرقمية. وأخيراً أكدت الدراسة على أن البنية الجديدة للتوأمة الرقمية المقترحة تدعم الشركات المصنعة لتقليل التكلفة الإجمالية لدورة الحياة، وتحسين كفاءة تطوير منتجاتها.

هدفت دراسة Taylor et al.,(2018) أيضاً إلى دمج البيانات الإنتاجية والمالية داخل نموذج التوأمة الرقمية للمصنع؛ لتحسين توزيع العمالة باستخدام محاكاة الحدث المنفصلDiscrete Event Simulation (DES) واستخدام المقاييس والمعادلات المحاسبية والمالية للتنبؤ بأداء النظام وتدفق النقد؛ لأهميتهم فى اتخاذ القرارات الفعالة. لذا أكدت الدراسة على الحاجة إلى وجود نموذج شامل يمثل كلاً من المتغيرات الإنتاجية والمالية لتحديد تدفقات البيانات المناسبة للمراقبة وتوقيت التدخلات الرقابية. يهدف هذا النهج إلى تزويد متخذى القرار بمقاييس حاسمة غالبًا ما تكون إنتاجية ومالية في طبيعتها، مما يسهل التخطيط الأفضل وتحسين استخدام الموارد. وعلى نفس النهج قامت دراسة Murphy et al., (2020) بدمج تدفقات البيانات المالية مع عمليات محاكاة الإنتاج لدعم تصميم التوأمة الرقمية فى المستقبل باستخدام محاكاة الأحداث المنفصلة للتنبؤ بسلوك نظام الإنتاج والمعاملات المالية في وقت واحد. أظهرت نتائج الدراسة أن ربحية نظام الإنتاج تكون حساسة لحجم وتوقيت المعاملات، كما حددت الدراسة المتغيرات الحاسمة التي تؤثر على الربح، مثل أسعار البيع، وتكاليف المواد الخام، وترتيبات العمل. كما توضح الدراسة أيضًا أهمية النظر في تشغيل النظام فى نهاية فترات إعداد التقارير للحصول على مقاييس مالية دقيقة. وتقترح الدراسة أن يركز العمل المستقبلي على أتمتة الربط بين الأنظمة المادية والتمثيلات الرقمية؛ بهدف تحقيق توأمة رقمية متكاملة تمامًا.

وأخيراً تتمثل أهمية تقنية التوأمة الرقمية فى التعليم المحاسبى وبصفة خاصة فى الدورات المعدة للمحاسبين بصدد دمج تقنية التوأمة الرقمية والتحليل الذكى في التعليم المحاسبى وإعداد الدورات للمحاسبين، مع التركيز على تكييف المناهج وطرق التدريس مع المشهد التكنولوجي المتقدم (Feng ,2022). تؤكد دراسة Feng (2022) على الحاجة إلى وجود نموذج للتوأمة الرقمية لتحقيق رسم الخرائط في الوقت الحقيقي والتفاعل بين الجوانب المادية والرقمية للتعليم المحاسبى. وفى هذا الصدد تركز الدراسة على أهداف بناء مهنة المحاسبة الذكية، وتركز على بناء

النظام، والتحسين، والتقنيات الرئيسية لمهنة المحاسبة الذكية، باستخدام التوائم الرقمية وطرق التعلم العميق التى تعتمد على الفضاء الفيزيائى الإلكترونى لمهنة المحاسبة.

على الرغم من أهمية التوأمة المالية الرقمية فى دعم القرارات الخاصة بالشركة، إلا أن الدراسات لم تتناول التحديات التى يمكن أن تقابلها، وإنما تناول البعض (BEIS et al., 2021; Mihai et al., 2022; Henningsen and Engan, 2023; Wang et al., 2023; Liu et al.,2024) التحديات التى يمكن أن تقابل التوأمة الرقمية بصفة عامة، والتى ترى الباحثة أهمية التغلب عليها وبصفة خاصة فى ظل استخدام التوأمة المالية الرقمية؛ لأهميتها فى تحقيق الأهداف المالية وغير المالية للشركة. تتمثل هذه التحديات فى تحديات تتعلق بتحليلات البيانات وأهمية اتسام البيانات بالجودة والخصوصية والأمن، بالإضافة إلى التحديات المرتبطة بإنترنت الأشياء والتوأمة الرقمية نفسها والتحديات المرتبطة بالذكاء الاصطناعى والنماذج المستخدمة فى تعلم الآلة وقابلية تفسير النماذج المتوصل إليها، والتحديات الاجتماعية. لذا ترى الباحثة أهمية تضمين نموذج نجاح نظم المعلومات لـ Delone and Mclean المحدث عام 2003 للاعتبارات الأخلاقية للتوأمة المالية الرقمية داخل نظام المعلومات المتكامل للشركة؛ لتحقيق النظام للأهداف المنشودة منه، وهو ما سوف تتطرق له الباحثة فى الجزء التالى من البحث.

4. نموذج نجاح نظم المعلومات لـ Delone and Mclean :

حدد Delone and Mclean (1992) العديد من المتغيرات لنجاح نظم المعلومات، وأشاروا إلى أن مستوى نجاح نظم المعلومات يعتمد على جودة النظام نفسه، ومخرجاته (معلوماته)، ومستوى استخدامه، وما إذا كان المستخدمون راضين عنه، وتأثيره على الفرد وفي نهاية المطاف تأثيره على الشركة. وبناءً على طلب دراسة Delone and Mclean (1992) بصدد اهتمام الدراسات بهذا النموذج وتقييم ما إذا كان بحاجة إلى تعديل، قامت دراسة Seddon (1997) بإعادة النظر في نموذج Delone and Mclean الأصلى لنجاح نظم المعلومات (IS) المقدم عام 1992. يرى Seddon أن تضمين النموذج لكل من التباين وتفسيرات العملية أدى إلى الارتباك وقلل من قيمته. ونتيجة لذلك، قامت دراسة Seddon(1997) بتوسيع النموذج وإدخال أربعة متغيرات جديدة وهم التوقعات، والعواقب، والفائدة المتصورة (المدركة)، وصافي الفوائد للمجتمع. لذا قامت دراسة Delone and Mclean (2003) بتطوير نموذجهما الأولي بناءً على الاقتراحات والأفكار النقدية لتحسين النموذج من خلال دمج جودة الخدمة. تم تضمين جودة الخدمة لأن الطبيعة المتغيرة لنظم المعلومات تتطلب مراعاة جودة الخدمة عند تقييم فعاليته. كما أضاف النموذج نية الاستخدام لقياس موقف المستخدم كمقياس بديل لاستخدام النظام لبعض السياقات، وكذلك دمج التأثير الفردي والتنظيمي كأبعاد منفصلة، واستبدالها بالفوائد الصافية. لذا تتمثل الأبعاد المكونة للنموذج بعد تطويره فى جودة النظام، وجودة المعلومات، وجودة الخدمة، والاستخدام/ نية الاستخدام، ورضا

المستخدم، والفوائد الصافية (Urbach and Müller, 2012; Shagari et al.,2017; Al-Okaily et al., 2020a; Al-Hattami, 2021; O'Quinn and Williams ,2023).

وفقاً لذلك يعد هذا النموذج الأساس النظري الأكثر استخداماً في سياق فعالية أو نجاح نظم المعلومات للعديد من الأسباب. تتمثل الأسباب فى إنه إطار تقييم شامل حيث تم التحقق من صحة الارتباط المقترح من خلال العديد من الدراسات التجريبية، كما توجد العديد من المقاييس التي تم التحقق من صحتها والتي يمكن إعادة استخدامها لتقييم أبعاد نجاح نظام المعلومات المقترح، بالإضافة إلى أنه النموذج المهيمن في مجال نجاح نظم المعلومات، وأخيرًا، يمكن تطبيق النموذج على مستويات تحليل متعددة(Al-Okaily et al., 2020a, b).

5. نموذج الدراسة واشتقاق الفروض:

يعتمد نموذج الدراسة على تضمين نموذج Delone and Mclean عام 2003 للجوانب الأخلاقية عند استخدام تقنية التوأمة المالية الرقمية فى نظام المعلومات المتكامل. يعتمد النموذج على ستة متغيرات، حيث تعتمد الفوائد الصافية على كل من جودة النظام، وجودة المعلومات، وجودة الخدمة، والاستخدام/ النية للاستخدام، ورضا المستخدم. يتم التعرض لهذه المتغيرات فى الجزء التالى من البحث:

5-1. جودة النظام SQ:

يقصد بجودة النظام قدرته على توفير الخصائص المطلوبة من قبل مستخدميه لتحقيق الهدف المقصود من النظام. يُنظر إلى جودة النظام بشكل شائع من حيث الخصائص التقنية للنظام، مثل الميزات والوظائف ووقت الاستجابة وموثوقية النظام وإمكانية الوصول (Al-Hattami, 2021;Sabah et al.,2021) ، وأمن النظام حيث يشير الأمن إلى قدرة النظام على تقديم الخدمات التي تمنع الهجمات غير المصرح بها والهجمات الفيروسية على النظام. حيث تهتم الكفاءة بمدى تصور المستخدم للنظام على أنه مفيد وسهل الاستخدام ويساعد على تحقيق الكفاءة (Shagari et al.,2017).

وبالنظر إلى تضمين التوأمة المالية الرقمية مع نظام المعلومات المتكامل للشركة يتضح أنه لا تزال هناك العديد من التحديات لتحقيق المنافع الكاملة من تقنية التوأمة الرقمية، فمن المرجح أن تكون هناك حاجة إلى مزيد من الإهتمام بحماية البيانات وملكية البيانات والقضايا الأخلاقية مثل المساواة والتحيز، كما يعد بناء توأمة رقمية عملية مكلفة تتطلب قوة حوسبة كبيرة وبنية تحتية ومهارات متعددة التخصصات (BEIS et al., 2021). بالإضافة إلى وجود تحديات تقنية تتعلق ببنية التوأمة الرقمية، حيث يجب توصيل العديد من الأجهزة التقنية. ويؤدي هذا الاتصال إلى تدفق البيانات والمعلومات بين المساحات المادية والافتراضية. لذا يجب جمع البيانات ودمجها وتوصيلها عبر الأنظمة الفرعية المختلفة (Henningsen and Engan, 2023). كما توجد العديد من القضايا الأمنية والتى تتناول أمن التوأمة الرقمية نفسها وكذلك قيام التوأمة الرقمية بتوفير الأمن لتوأمها الحقيقى (Mihai et al., 2022; Henningsen and Engan, 2023) ، كذلك القضايا الأمنية المرتبطة بإنترنت التوائم الرقمية

والمصادقة والتنصت (Wang et al., 2023; Liu et al.,2024). والاهتمام دائماً بتشفير البيانات (Perdana et al., 2024). وفى هذا الصدد توضح دراسة Lehner et al.,(2022) أهمية توفير منصة التوأمة الرقمية شكلاً من أشكال آلية المصادقة والترخيص عند إنشاء اتصال بين التوأمة الرقمية والنظام المادي واتصال داخلى آمن بين الأجهزة. كما يجب توفير إمكانات لتشفير البيانات المرسلة إلى التوأمة الرقمية والبيانات المخزنة على التوأمة الرقمية نفسها.

وفي ظل إنترنت التوائم الرقمية، قد تنشأ انتهاكات الخصوصية من مجموعة البيانات الفردية المنتشرة، ومشاركة البيانات الرقمية الضخمة، إلى سلامة البنى التحتية الحيوية، مما يجعل توفير الأمن الشامل وإنشاء الثقة الكاملة عملية صعبة (Fuller et al.,2020; Wang et al.,2023; Perdana et al., 2024). كما أكدت دراسة Ballantine and Galliers (2023) على أنه يجب معالجة القضايا المتعلقة بأخلاقيات وخصوصية البيانات وبصفة خاصة فى ظل وجود البيانات الضخمة، بالاضافة إلى الاعتماد المتزايد للمجتمع على "اتخاذ القرار الخوارزمي". حيث أصبحت أهمية نظم اتخاذ القرار الآلي Automated Decision-Making المشار إليها بـ ADM وبصفة خاصة المستندة على الذكاء الاصطناعى واضحة بشكل متزايد فى العقود الأخيرة. ومع ذلك أثار استخدام الذكاء الاصطناعي مخاوف أخلاقية لنظم اتخاذ القرار الآلى. بالنسبة لمعالجة مشكلة الخصوصية والأمن، اقترحت دراسة Fuller et al., (2020) أنه بالإضافة لاستخدام اللائحة العامة لحماية البيانات كخطوة لضمان حماية البيانات، إلا انه يمكن أيضاً استخدام Federated Learning، أو ما يعرف باسم التعلم الموزع، وهى طريقة مبتكرة في مجال تعلم الآلة يتيح تدريب نماذج تعلم الآلة– والتى تستند إليها التوأمة المالية الرقمية بصفة أساسية– على بيانات موزعة عبر أجهزة متعددة دون الحاجة إلى نقل البيانات إلى موقع مركزي، كما أنها تسمح بمعالجة مشكلات الخصوصية والأمن عند تنفيذ تحليلات البيانات داخل التوأمة الرقمية.

وبالنسبة لأهمية تطوير مهارات المحاسبين كأحد مستخدمى نظم المعلومات، فلقد أكدت دراسة Perdana et al., (2024) على أنه يجب على المحاسبين تطوير مهنتهم وكفاءاتهم لتتماشى مع التكنولوجيا الرقمية المتقدمة. حيث يتطلب استخدام التقنيات الرقمية فهماً واضحاً لخصائصها والفرص والتحديات التي تطرحها. ولكي يتصرف المحاسب بشكل أخلاقى ويكسب ثقة العملاء، يجب أن يكون قادرًا على الحصول على معلومات محدثة باستمرار والحكم على مدى جودة تلك المعلومات بسرعة، وبصفة خاصة في المواقف التي لم يواجهها من قبل. كما يجب على المحاسبين الخبراء فى مجال العمل تحديد المعلومات ذات قيمة للأطراف الأخرى والتأكد من وجود ضوابط أمنية لحمايتهم.

وبناء على ما سبق يمكن تضمين الخمسة أبعاد الأخلاقية التالية فى جودة النظام والتى تتمثل فى تكامل نظام المعلومات (Urbach and Müller, 2012; Zuama et al.,2017; Jaya and Suroso,2022) ،

والموثوقية (Rabaa'i,2009; Urbach and Müller, 2012; Al-Mamary,2019) ، والأمن (Shagari et al.,2017; Zuama et al.,2017; Ritchi et al.,2020)، وامكانية الدخول والخروج من النظام بصورة آمنه (Shagari et al.,2017) ، وامكانية الاعتماد على النظام (Delone and Mclean ,2003; Urbach and Müller, 2012; Shagari et al.,2017; Zuama et al.,2017; Urus et al.,2020). لذا يتضح مما سبق أهمية اتسام نظام المعلومات المتكامل وتضمينه للتوأمة المالية الرقمية بالأمن والخصوصية وتكامل البيانات والثقة فى هذا النظام، مما يتطلب الأمر الاهتمام بالجوانب والاعتبارات الأخلاقية مما يؤدى إلى استخدام المستخدم للنظام وزيادة رضائه عنه. لذا يتمثل فرضى البحث الأول والثانى فى:

H1: يؤثر تضمين الجوانب الأخلاقية لجودة نظام المعلومات إيجابياً على استخدام النظام.

H2: يؤثر تضمين الجوانب الأخلاقية لجودة نظام المعلومات إيجابياً على رضا المستخدم عن النظام.

2-5. جودة المعلومات IQ :

تشير جودة المعلومات إلى قدرة النظام على تقديم معلومات دقيقة وفي الوقت المناسب وكاملة وذات صلة للمستخدمين للوصول إلى قرارات رشيدة. وهى بذلك تعد مقياس أساسي لجودة المخرجات التي تولدها تكنولوجيا المعلومات (Sabah et al.,2021; Lutfi et al.,2022).

وبالنظر إلى تقنية التوأمة الرقمية بصفة عامة، يتضح أن تدفق البيانات من العالم الحقيقي إلى التوأمة الرقمية يعد ميزة فريدة تتسم بها التوأمة الرقمية. تتميز التوأمة الرقمية بأخذ بيانات العالم الحقيقي، وتجعلها افتراضية للتحليل ثم تعيد إرسالها إلى العالم الحقيقي في شكل معلمات تتبعها آلات العالم الحقيقى. وبالتالي تعد جودة المعلومات ذات أهمية عالية فى التوائم الرقمية (Fuller et al., 2020). وفى هذا الصدد تتدفق البيانات من خلال تقنيات إنترنت الأشياء، ثم تقوم أجهزة الاستشعار بالإبلاغ عن حالة الشئ المراد معرفته. يتم التقاط هذه البيانات بواسطة بيئة التوأمة الرقمية ومشاركتها مع التوائم الرقمية المناسبة لتحديثها. كما يمكن استخراج هذه المعلومات واستخدامها لبناء نماذج تعلم الآلة التي يمكنها مراقبة الأشياء محل الدراسة (Fuller et al., 2020; O'Quinn and Williams ,2023).

تستند تقنية التوأمة الرقمية بصفة عامة، ومن ثم تقنية التوأمة المالية الرقمية بصفة خاصة كأحد تطبيقات التوأمة الرقمية على الذكاء الاصطناعى وتعلم الآلة. لذا يتمثل التحدي الأكثر إثارة للانتباه ذلك المرتبط بتعلم الآلة لعمليات اتخاذ القرار والخوارزميات المستخدمة. وفى هذا الصدد تظهر المخاوف الأخلاقية عندما أولاً: تكون الاستنتاجات المستخلصة من الاستدلال محتملة، وبالتالي تكون قيدًا معرفيًا؛ ثانياً: لا يمكن الوصول إلى إمكانية التتبع بين بيانات المدخلات والاستنتاجات ؛ ثالثاً: تعتمد الاستنتاجات على جودة البيانات؛ رابعاً: تعتبر الإجراءات مبنية على استنتاجات تمييزية حتى لو كانت مبنية على أسس متينة. وأخيراً تحتاج التوأمة الرقمية إلى تغذيتها ببيانات مدروسة بعناية لتشغيل خوارزميات تعلم الآلة المعقدة (Mihai et al., 2022). وفى هذا الصدد قد يؤدى

استناد تقنية التوأمة الرقمية بصفة عامة والتوأمة المالية الرقمية بصفة خاصة على خوارزميات تعلم الآلة إلى عدم شفافية البيانات، بالإضافة إلى تحدى القابلية للتفسير (Rasheed et al., 2020).

يؤدى عدم وجود نتائج تنبؤ شفافة وقابلة للتفسير إلى جعل التوأمة الرقمية غير موثوق بها، مما قد يضر بالعملية الإدارية واتخاذ القرارات بصفة خاصة. يرجع ذلك إلى أنه يتم تدريب النماذج المستخدمة في التوأمة الرقمية عادة من خلال تعلم الآلة أو خوارزميات التعلم العميق، والتي تعد صناديق سوداء black boxes، مما يعني أن هناك قدرًا أقل من الشفافية وقابلية التشغيل البيني لمساعدة بيئة التوأمة الرقمية على اتخاذ قرارات معقولة. وهذا ما أكدته الدراسات (Helbing and Sánchez-Vaquerizo ,2022; Mihai et al., 2022; Kreuzer et al., 2024; Perdana et al., 2024) على أنه ينطوي تقارب خوارزميات التعلم "الصندوق الأسود" (مثل الشبكات العصبية، أو التعلم العميق) على مشكلات إضافية. ولحل مشكلة المساءلة والشفافية فى الذكاء الاصطناعى يتطلب الأمر استخدام نماذج الذكاء الاصطناعى القابلة للتفسير Explainable Artificial Intelligence والتى يمكن من خلالها فهم التنبؤات الخاصة بالتوأمة الرقمية، مما يمكن من التنبؤ بالبيانات بصورة أكثر دقة وشفافية (An and Chen, 2023; Wang et al., 2023; Kreuzer et al., 2024; Perdana et al., 2024).

وفى هذا الصدد يمكن استخدام النماذج اللغوية الكبيرة Large Language Models والمشار إليها بالاختصار (LLMs) لتعزيز وتوفير منصة قابلة للتفسير للتوائم الرقمية المدفوعة بالبيانات الديناميكية Dynamic data-driven Digital Twins والمشار إليها بـ DDTs، وتوليد تفسيرات لغوية طبيعية لاتخاذ القرار في النظام وشرح التنبؤات وزيادة موثوقية التنبؤ، وتلخيص مخرجات المحاكاة. تستخدم التوائم الرقمية المدفوعة بالبيانات الديناميكية تغذية عكسية للمعلومات تستند إلى مبادئ نظم التطبيقات المدفوعة بالبيانات الديناميكية Dynamic Data-Driven Applications Systems والمشار إليها بـ (DDDAS) بين النظام المادي ونظيره الافتراضي، حيث يتم استخدام البيانات في الوقت الفعلي من النظام المادي لتحسين نموذج النظام، وهو ما يجعله قابلاً للتفسير، لذا يتم التغلب على مشكة عدم التفسير والصندوق الأسود التى تشوب الذكاء الاصطناعى (Zhang et al., 2024).

بالإضافة إلى مشكلة عدم الشفافية التى تواجه استخدام تقنية التوأمة الرقمية نتيجة لخوارزميات الذكاء الاصطناعى، توجد مشكلة أخرى تتمثل فى عدم المساواة والتحيزات البشرية. أشارت دراسة Perdana et al., (2024) إلى أن نظم اتخاذ القرار الآلى المستندة إلى الذكاء الاصطناعى يمكن أن تؤدى إلى عدم المساواة في تصميم النظام وتساعد على وجود تحيزات بشرية في بيانات التدريب. وفقاً لذلك تساهم الخوارزميات والنماذج المستخدمة في الذكاء الاصطناعي على التحيز من خلال احتمالية التعامل مع بعض المجموعات بشكل غير عادل، إذا لم يتم تصميم هذه الخوارزميات واختبارها بعناية (BEIS et al., 2021; Clerkin and

(McConville, 2023; Perdana et al., 2024). يمكن أن تحدث مثل هذه التحيزات بسبب وجود أربع مشاكل وهم أولاً، يمكن أن تكون بيانات التدريب متحيزة. ثانيًا، قد يكون نموذج الخوارزمية نفسه سببًا محتملًا للتمييز. ثالثًا، يمكن أن يؤدي نموذج العرض التقديمي للمعلومات التي تقدمها الخوارزميات إلى قرارات غير عادلة. أخيرًا، يمكن للمستخدم الذي يحاول استخدام النظام أن يتوصل إلى قرار مضلل (Spiekermann et al.,2022).

كما تتمثل التهديدات المتعلقة بالبيانات المالية بصفة خاصة فى ظل إستخدام التوائم الرقمية فى وجود هجوم تسمم البيانات/المحتوى، والذى يتم من خلال حقن محتويات مزيفة أو عديمة القيمة إلى إنترنت التوأمة الرقمية بأسماء أو معرفات تبدو صحيحة أو مشروعة والتي يستخدمها النظام لتحديد البيانات المطلوبة. يقوم المهاجمون في هذه الحالة باستغلال هذه الأسماء المشروعة لإدخال بيانات مزيفة أو غير ذات قيمة، مما يجعل النظام يتعامل معها كأنها بيانات صحيحة ويخزنها أو يمررها عبر الشبكةwith valid names for the interests. علاوة على ذلك، قد يغير المهاجمين توزيع بيانات التدريب أثناء عملية تدريب البيانات، ويعدلون قيم الملصقات (عن طريق تلوث الملصقات)، وحتى حقن السموم بهدف إنتاج استدلال باطل وخاطئ. كما يمكن أن تواجه بيانات التوأمة المالية الرقمية بصفة خاصة أيضاً بتهديدات النسخ الاحتياطي للبيانات، حيث قد يتدخل المهاجمون ويعطلون عملية النسخ الاحتياطي لتزوير بيانات التوأمة الرقمية الأصلية كما هو معتاد (Wang et al., 2023).

وبناء على ما سبق فإنه يمكن تضمين الأربعة أبعاد الأخلاقية التالية فى جودة المعلومات التى تولدها تقنية التوأمة المالية الرقمية، والتى تتمثل فى دقة المعلومات (Rabaa'i,2009; Urbach and Müller, 2012; Shagari et al.,2017; Al-Mamary,2019; Al-Okaily et al.,2020a; Ritchi et al.,2020; Al-Hattami, 2021; Lutfi et al.,2022; O'Quinn and Williams ,2023)، وسهولة الفهم (Rabaa'i,2009; Urbach and Müller, 2012; Zuama et al.,2017; Al-Mamary,2019; Al-Hattami, 2021; Lutfi et al.,2022; O'Quinn and Williams ,2023)، وتوقيت وتحديث المعلومات بصورة مستمرة (Shagari et al.,2017; Al-Mamary,2019) ، والاكتمال (Delone and McLean ,2003; Rabaa'i,2009; Shagari et al.,2017; Al-Mamary,2019; Jaya and Suroso,2022). لذا يتضح مما سبق أهمية وجود معلومات تتسم بالجودة وعدم تغيير المهاجمين للبيانات السليمة فى ظل تضمين نظام المعلومات المتكامل لتقنية التوأمة المالية الرقمية، مما يتطلب الأمر الاهتمام بالجوانب والاعتبارات الأخلاقية من خلال توفير معلومات شفافة وغير متحيزة ووجود مساءلة عن هذه المعلومات مما يؤدى إلى استخدام المستخدم للنظام وزيادة رضائه عنه. لذا يتمثل فرضى البحث الثالث والرابع فى:

H3: يؤثر تضمين الجوانب الأخلاقية لجودة المعلومات إيجابياً على استخدام النظام.

H4: يؤثر تضمين الجوانب الأخلاقية لجودة المعلومات إيجابياً على رضا المستخدم عن النظام.

5-3. جودة الخدمةSER :

يقصد بجودة الخدمة الدعم الكامل الذي يقدمه مزود الخدمة بغض النظر عن مصدر هذا الدعم، سواء كان قسم نظام المعلومات أو وحدة جديدة في الشركة أو مصدر خارجي لموردي خدمة الإنترنت (Al-Mamary,2019; Urus et al.,2020; O'Quinn and Williams ,2023). يؤدى الاهتمام بجودة الخدمة إلى فعالية نظام المعلومات، لذا يتطلب الأمر الحاجة إلى موظفين مؤهلين يتمتعون بمجموعة المهارات اللازمة لإدارة التكنولوجيا الجديدة وتوصيلها (Henningsen and Engan, 2023). وفى ظل استخدام تقنية التوأمة الرقمية، يجب مراعاة جودة خدمة الأنظمة الافتراضية والمادية عند تحديد الفوائد الصافية للنظام؛ وذلك لأهمية كل من الأنظمة الافتراضية والمادية لتحقيق المنافع الصافية (O'Quinn and Williams ,2023) ، وبصفة خاصة عند استخدام تقنية التوأمة المالية الرقمية.

وفى هذا الصدد ترى الباحثة أن جودة الخدمة تعد حجر الزاوية في تحقيق الأهداف المطلوبة من التوأمة الرقمية بصفة عامة، والتوأمة المالية الرقمية بصفة خاصة. فمن خلال ضمان الدقة العالية والموثوقية وسهولة الاستخدام، يمكن للشركات الاستفادة من التوأمة المالية الرقمية لتحسين العمليات والتخطيط المالى وتمكين الصيانة التنبؤية والمساعدة على اتخاذ القرارات برشد. نظراً لأنه يعد الاستثمار في جودة البيانات ودقة النموذج والتحليلات المتقدمة أمرًا أساسيًا لتعظيم إمكانات التوائم الرقمية عبر مختلف الصناعات. لذا يجب وضع سياسات وإجراءات واضحة لزيادة جودة الخدمات وإدارة البيانات وحمايتها، بما في ذلك مَن يمكنه الوصول إليها وكيف يمكن استخدامها. يجب أيضًا وضع تدابير قوية للأمن السيبراني لتأمين البيانات. كما يجب أن تكون جميع الأنظمة آمنة حسب التصميم بغض النظر عما إذا كانت أصلًا ماديًا أو نظام إنتاج أو توأمًا رقميًا (McDonald, 2023).

وبناء على ما سبق فإنه يمكن تضمين الأربعة أبعاد الأخلاقية التالية فى جودة الخدمة، والتى تتمثل فى الأمن (Delone and McLean ,2003; Urbach and Müller, 2012; Al-Mamary,2019) ، والدقة (Al-Mamary,2019; Jaya and Suroso,2022; O'Quinn and Williams ,2023) ، والتدريب (Urbach and Müller, 2012; Al-Mamary,2019; Al-Hattami, 2021; Lutfi et al.,2022) ، وحل المشاكل وتحديث وتطوير الخدمات المقدمة باستمرار (Urus et al.,2020; Lutfi et al.,2022). لذا يتضح مما سبق أهمية جودة الخدمة فى ظل تضمين نظام المعلومات المتكامل لتقنية التوأمة المالية الرقمية، مما يتطلب الأمر الاهتمام بالجوانب والاعتبارات الأخلاقية من خلال توفير خدمات من قبل فريق مدرب على هذه الخدمات وتحديث الخدمات باستمرار، وتقديم خدمات دقيقة مما يؤدى إلى استخدام المستخدم للنظام وزيادة رضائه عنه. لذا يتمثل فرضى البحث الخامس والسادس فى:

H5: يؤثر تضمين الجوانب الأخلاقية لجودة الخدمة إيجابياً على استخدام النظام.

H6: يؤثر تضمين الجوانب الأخلاقية لجودة الخدمة إيجابياً على رضا المستخدم عن النظام.

5-4. العلاقة بين استخدام المستخدم للنظام ورضائه عنه USE، SATIS:

يعد كل من استخدام النظام والرضا عن النظام متغيران مرتبطان ببعضهما البعض. يقصد بالاستخدام فى الدراسة هو الاستخدام بعد تبنى تقنية التوأمة المالية الرقمية، حيث تتحقق فوائد التكنولوجيا من خلال الاستخدام اللاحق لتبني التكنولوجيا (O'Quinn and Williams ,2023). وفى هذا الصدد يجب على المديرين أولاً تحديد المستخدم (المستخدمين) الرئيسي للنظام.

وبالنظر إلى تقنية التوأمة المالية الرقمية وتضمينها داخل نظام المعلومات المتكامل للشركة، يتضح أن قبول النظام من قبل المحاسبين داخل الشركة يعد عامل رئيسي للتنفيذ الناجح. لذا يجب على المديرين تقييم ما يحتاجه المستخدمون وما يتوقعونه من النظام الجديد بعناية، وتوعيتهم بالأهداف الرئيسية للمشروع وتزويدهم بالدعم الكافي خلال المرحلة المبكرة من الاعتماد(Rosati and Lynn,2023). كما أوضحت دراسة Rasheed et al., (2020) أن أحد المخاوف الأولى التي يمكن أن تشكل حجر عثرة أمام التكيف مع التوائم الرقمية تمامًا مثل أي تقنيات أتمتة أخرى هو قبولها من قبل العاملين. وترى الدراسة أن دور البشر في إدارة المهام الأكثر تعقيدًا والتي لا يمكن التنبؤ بها سيصبح أكثر أهمية. كما توصى الدراسة بأهمية تطوير مهارات جديدة للأطفال خلال التعليم بدءاً من الروضة إلى الصف الثاني عشر مما يسهل تبني التكنولوجيا الناشئة. أشارت الدراسات (Feng,2022; Henningsen and Engan ,2023) أيضاً إلى أهمية توافر الكوادر المؤهلة لتقنيات التوأمة الرقمية، وضرورة التركيز على التدريب والتعليم الجيد للمحاسبين –كأحد مستخدمى النظام–.

لذا ترى الباحثة أن هناك مخاوف بشأن الفجوة الرقمية وعدم المساواة في الوصول إلى الفوائد المترتبة على هذه التكنولوجيا. قد تؤدي هذه المخاوف إلى تفاقم عدم المساواة القائمة، مما يمنح امتيازات لأولئك الذين لديهم القدرة على الوصول إلى التكنولوجيا والمهارات اللازمة، مما يتطلب الأمر قيام الشركات بتعزيز محو الأمية الرقمية.

كما تؤكد دراسة Perdana et al., (2024) على أنه قد يكشف الموظفون عن معلومات حساسة لأطراف غير مصرح لها، أو ينقرون على الروابط المشبوهة، أو يستخدمون كلمات المرور بلا حرص، مما يعرض بيانات الشركة للخطر. لذلك، يجب على الشركات تدريب موظفيها على أمن البيانات وتنفيذ سياسات وإجراءات لتثبيط السلوك المحفوف بالمخاطر، بالاضافة إلى تطوير مهنتهم وكفاءاتهم لتتماشى مع التكنولوجيا الرقمية المتقدمة. وفى هذا الصدد يتطلب استخدام التقنيات الرقمية فهماً واضحاً لخصائصها والفرص والتحديات التي تطرحها.

وبصدد نظم اتخاذ القرار الآلى المستند على الذكاء الاصطناعى وبصفة خاصة عند استخدام التوائم الرقمية، يمكن تقييم نظم اتخاذ القرار الآلي المستند على الذكاء الاصطناعى من قبل البشر وتحسينها من خلال التغذية العكسية، حيث أنه عندما تفشل هذه النظم، يتدخل البشر. يتم ذلك من خلال وجود الإنسان في الحلقة human-in-the-loop والمشار إليه بـ HITL، يمكن للمستخدمين والمطورين تقديم التغذية العكسية أثناء تطوير والتفاعل

مع نظم اتخاذ القرار الآلى المستند على الذكاء الاصطناعى، مما يسمح بمراقبة كفاءة النظام وإجراء تعديلات على خوارزمية تعلم الآلة (Perdana et al., 2024). وفى هذا الصدد ترى الباحثة أن المحاسبين –كأحد مستخدمى النظام– يمكن أن يلعبوا دورًا حاسمًا في ضمان النزاهة والشفافية في نظم اتخاذ القرار الآلي من خلال تحليل جودة البيانات، والمراجعة ومراقبة الامتثال، وتقديم التغذية العكسية لتحسين الأداء. ويؤدى ذلك إلى تقليل التحيز، وتقييم الأثر المالي والاجتماعي للقرارات المتخذة من خلال نماذج تعلم الآلة. وبذلك يضمن المحاسبون أن هذه النظم تعمل بشفافية وتحقق نتائج عادلة ومنصفة.

ومن ناحية أخرى يقصد برضا المستخدم شعوره الصافي بالمتعة أو الاستياء الناتج عن تجميع جميع المنافع التي يأمل الشخص في الحصول عليها من التفاعل مع نظام المعلومات (Al-Mamary,2019; O'Quinn and Williams ,2023). أشارت نتائج دراسة Al-Mamary(2019) إلى أن رضا المستخدم له علاقة كبيرة وإيجابية باستخدام النظام والفوائد الصافية. أى أن رضا المستخدم هو أحد أهم عوامل نجاح أي نظام. فإذا كان المستخدمون النهائيون راضين عن النظام، فسوف يؤدى ذلك إلى استخدامه. لذلك يعتبر رضا المستخدم بعدًا مهمًا للتبني الناجح لنظام المعلومات. فإذا كان المستخدمون النهائيون راضين عن النظام، سوف يحاولون إثبات فوائد استخدامه. كما أشارت نتائج الدراسة إلى أن الفوائد الصافية لها علاقة كبيرة وإيجابية برضا المستخدم واستخدام النظام. حيث أن رضا المستخدم سوف يؤدي إلى الحصول على فوائد صافية. بالإضافة إلى ذلك، عندما يشعر المستخدمون أن النظام مفيد وقد حصلوا على فوائد منه، سوف يشجعهم على الاستمرار في استخدام النظام.

وبناء على ما سبق فإنه يمكن تضمين الأربعة أبعاد التالية فى استخدام النظام، والتى تتمثل فى الإنتاجية (Urus et al.,2020) ، وتكرار استخدام النظام (Zuama et al.,2017; Jaya and Suroso,2022) ، والقرارات (Al-Mamary,2019; Jaya and Suroso,2022) ، والاستخدام اليومى (Zuama et al.,2017; Urus et al.,2020). كما يمكن تضمين الأربعة أبعاد التالية فى الرضا عن النظام، والتى تتمثل فى الرضا عن فعالية النظام (Urbach and Müller, 2012; Al-Mamary,2019) ، والرضا عن كفاءة النظام (Urbach and Müller, 2012; Al-Mamary,2019) ، ورضا المستخدمين (Urbach and Müller, 2012;Urus et al.,2020; Jaya and Suroso,2022; Lutfi et al.,2022) ، وسهولة الاستخدام (Ritchi et al.,2020).

لذا يتضح مما سبق أهمية رضا المستخدم ومن ثم الاستخدام المستمر والمستدام للنظام فى ظل تضمين نظام المعلومات المتكامل لتقنية التوأمة المالية الرقمية. لذا يتمثل فرض البحث السابع فى:

H7: يؤثر رضا المستخدم عن النظام إيجابياً على استخدامه للنظام باستمرار.

5-5. الفوائد الصافية NET :

يقصد بالفوائد الصافية التأثير الصافى لنظم المعلومات على الفرد أو المجموعة أو الشركة أو الصناعة أو المجتمع ككل (Seddon, 1997; Al-Mamary,2019). ففي ظل الاهتمام بالتكنولوجيا المتقدمة والتحول الرقمي، تصبح التوأمة المالية الرقمية جزءًا لا يتجزأ من نظام المعلومات المتكامل في الشركات. يؤدى ذلك إلى تحقيق منافع عديدة تتضمن تحسين كفاءة العمليات، وتقليل التكاليف، وتعزيز الدقة في التنبؤات المالية، وزيادة الشفافية في الإدارة المالية ودعم اتخاذ القرارات الاستراتيجية المبنية على بيانات حقيقية وموثوقة، كما تعزز الثقة بين المستثمرين وأصحاب المصلحة وتحقيق التنمية المستدامة من خلال ربط المؤشرات المالية والبيئية والاجتماعية والحوكمة فى نظام واحد(Kunin and Ryskov, 2024).

وبصدد دعم عملية اتخاذ القرار، يتضح تأثير نظام المعلومات على سلوك المستخدم الذي يرتبط ارتباطًا وثيقًا بأدائه. وفقًا لذلك يساعد نظام المعلومات على فهم المستخدمين لسياق القرار ويحسن قدراتهم على اتخاذ قرارات فعالة، ويعزز أدائهم الوظيفي ويزيد من وعيهم بأهمية هذا النظام (Al-Mamary,2019; Sabah et al.,2021).

تتميز التوائم الرقمية بصفة عامة والتوائم المالية الرقمية بصفة خاصة باتاحة البيانات فى الوقت الحقيقى والتحديث المباشر والمستمر للمعلومات دون الحاجة إلى التفاعل بين إنسان وأخر. كما تتميز أيضاً بتشخيص والتنبؤ بتشغيل النظام لتوقع المخاطر المحتملة. تتميز التوائم الرقمية أيضاً بإجراء عمليات محاكاة للأصول المادية في بيئة رقمية وآمنة، والقيام بالمحاكاة للتنبؤ بحالة النظام وشرحه، بالاضافة إلى إمكانية استخدام سيناريوهات ماذا– لو، والتي يمكن أن توفر المزيد من اتخاذ القرارات المستندة إلى البيانات. وفى هذا الصدد يمكن أن توفر التوأمة الرقمية رؤية واسعة النطاق بسبب الارتباط بين النظام الحقيقى والتمثيل الافتراضى. يؤدى توفير البيانات في الوقت الفعلي بالإضافة إلى رقمنة كل من العمليات والمنتجات، والقيام بالتنبؤات وعمليات المحاكاة إلى زيادة قدرة الشركات على اتخاذ القرارات التى تستند على البيانات (Henningsen and Engan, 2023).

بالإضافة إلى أهمية تقنية التوأمة المالية الرقمية فى دعم عملية اتخاذ القرارات، يتضح أيضاً أهمية التوأمة المالية الرقمية فى تحسين الكفاءة التشغيلية وتحسين الأداء المستدام للشركات من خلال ربط المقاييس المالية بالمقاييس غير المالية. أظهرت دراسة الحالة التى عرضتها دراسة Perno et al., (2023) فائدة الإطار المقترح للتوأمة الرقمية القائم على الذكاء الاصطناعى؛ حيث أنه زود الشركة بتنبؤات أكثر دقة من النماذج التي طبقتها سابقًا. تم الوصول إلى هذه التنبؤات من خلال تجميع البيانات اللازمة من نظام تخطيط موارد المشروع وقاعدة بيانات مخصصة لتخزين بيانات المستشعر الخاص بالشركة دراسة الحالة، بالإضافة إلى استخدام الذكاء الاصطناعى ولغات البرمجة. تناولت دراسة Li and Li (2024) أيضاً تطبيق تقنية التوأمة الرقمية لتعزيز تحليل البيانات الضخمة لسلاسل التوريد، وخاصة فى سياق وجود نظام مالى أخضر من خلال دمج الاعتبارات البيئية

فى القرارات المالية والاستثمارية، مما يؤدى إلى وجود اقتصاد مستدام وصديق للبيئة. يتم ذلك من خلال تقليل الآثر البيئى للعمليات وتحسن الأداء التشغيلى والمالى.

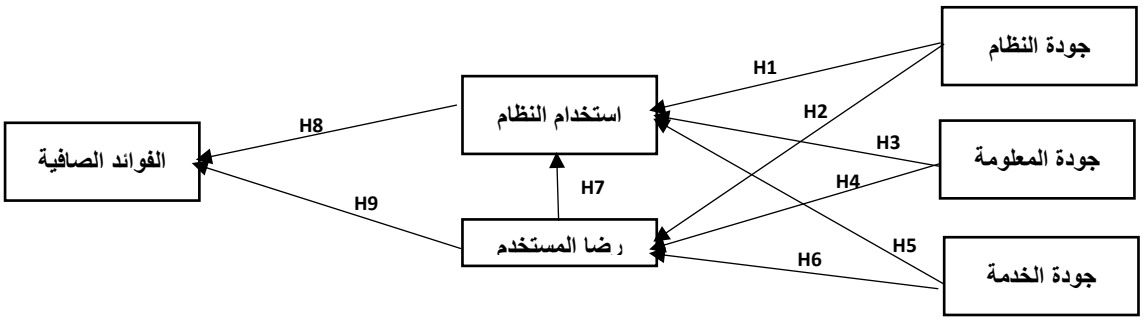
يتضح مما سبق عدم اقتصار الفوائد المتولدة من التوائم الرقمية فى تحديد أجزاء التشغيل غير الفعالة وتقليل التكاليف فحسب، بل تزيد أيضًا من كفاءة الطاقة، وتقلل من النفايات من خلال توفير رؤية أكبر لاستهلاك الطاقة والمياه والبصمة الكربونية. يتم ذلك من خلال مراقبة الشركات لاستخدامها للطاقة في الوقت الفعلي، مما يؤدى إلى تحسين كفاءتها التشغيلية وضمان الامتثال للمعايير التنظيمية (Xiang et al., 2019; Kaewunruen et al.,2020; BEIS et al., 2021; Galera-Zarco, 2022; McDonald, 2023; O'Quinn and Williams ,2023).

وبناء على ما سبق فإنه يمكن تضمين الأربعة أبعاد التالية فى الفوائد الصافية والتى تتمثل فى تخفيض التكاليف (DeLone and McLean,2003; Al-Mamary,2019; Al-Hattami, 2021; Jaya and Suroso,2022) ، وزيادة الربحية والأداء المستدام (Al-Mamary,2019) ، والدقة (Lutfi et al.,2022) ، وفعالية القرارات (Rabaa'i,2009; Urbach and Müller, 2012; Zuama et al.,2017; Urus et al.,2020).

لذا يتضح مما سبق أهمية تحقيق الفوائد الصافية والتى تتمثل فى فوائد صافية فردية من خلال الإمداد بالمعلومات التى تساعد على اتخاذ القرارات الرشيدة، وفوائد صافية تنظيمية واجتماعية وبيئية من خلال تحسين الأداء المستدام للشركات والحفاظ على حقوق أصحاب المصالح ذوى العلاقة بالشركة. تنتج هذه المنافع من رضا المستخدم عن النظام والاستخدام المستمر والمستدام له. وفقاً لذلك يتمثل فرضى البحث الثامن والتاسع فى:

H8: يؤثر استخدام النظام إيجابياً على تحقيق فوائد صافية للشركة.

H9: يؤثر الرضا عن النظام إيجابياً على تحقيق فوائد صافية للشركة.



شكل1: نموذج الدراسة

يوضح شكل1 نموذج وفروض الدراسة المستندة إلى نموذج دراسة Delone and Mclean (2003) لنجاح نظم المعلومات عند تضمينه للجوانب الأخلاقية عند استخدام التوأمة المالية الرقمية للعمليات المالية داخل نظام المعلومات المتكامل للشركة. توجد ثلاثة متغيرات تؤثر على متغيرى الاستخدام ورضا المستخدم، وهي جودة النظام،

وجودة المعلومات، وجودة الخدمة، وسيتم اختبار العلاقة بين كل منها على استخدام ورضا المستخدم عن النظام. كما سوف يتم اختبار العلاقة بين رضا المستخدم واستخدام النظام، وتأثيرهم على الفوائد الصافية للشركة.

6. منهجية الدراسة :

6-1. الهدف من الدراسة:

تهدف الدراسة إلى تضمين نموذج نجاح نظم المعلومات لـ Delone and Mclean المحدث عام 2003 للاعتبارات الأخلاقية عند استخدام التوأمة المالية الرقمية للعمليات المالية داخل نظام المعلومات المتكامل للشركة، ومن ثم تقييم نموذج البحث واختبار فروضه.

6-2. وصف مجتمع وعينة الدراسة:

يتكون مجتمع الدراسة من المديرين، والمحاسبين، ومهندسى تكنولوجيا المعلومات فى الشركات التكنولوجية فى القرية الذكية. تتمثل عينة الدراسة فى عدد 27 شركة اتصالات وتكنولوجيا المعلومات المتواجدة فى القرية الذكية بمحافظة الجيزة. تم تسليم بعض المستقصى منهم قوائم الاستقصاء يدوياً مع إجراء بعض المقابلات الشخصية، كما تم تسليم البعض الأخر قوائم استقصاء عبر البريد الإلكترونى الشخصى للمستقصى منهم. وزعت 227 قائمة استقصاء، كما بلغ عدد القوائم الصحيحة والمستخدمة فى الدراسة 188 قائمة بنسبة 83%، وهى نسبة تصلح للتحليل الإحصائى واختبار فروض الدراسة. وفقاً لدراسة Lutfi et al.,(2022) يجب أن يكون أقل حجم للعينة عشرة أضعاف أكبر عدد من المسارات المؤدية إلى التركيبات الداخلية (أى الاسئلة التى تحتوى عليه كل متغير). وفقًا لذلك، يكون أقل عينة مطلوبة هي n = 130 مفردة، أو أن يكون عدد المستجيبين أكبر بثماني مرات على الأقل من عدد بنيات الدراسة (أى المتغيرات فى الدراسة). وبالتالي، يكون الحد الأدنى لحجم العينة المطلوب بناءً على هذه التوصية هو n = 48 مفردة، ولأن حجم العينة تتكون من 188 مفردة، فقد اعتبر ذلك الحجم مناسبًا للتحليل.

استخدمت الباحثة برنامج الحزم الإحصائية SPSS V.26 لإجراء التحليل الوصفى واختبار فروض البحث، بالإضافة إلى استخدام برنامج AMOS V.26 لنمذجة المعادلة البنائية. يتضح من تحليل الخصائص الديمغرافية لعينة الدراسة أن 44 مفردة (بنسبة 23%) مديرى إدارة عليا، وأن 80 مفردة (بنسبة 43%) محاسبين ، و 120 مفردة (بنسبة 64%) من عينة الدراسة تتراوح أعمارهم من 30 إلى أقل من 45 سنة. يتضح أيضاً من نتائج التحليل الوصفى أن 122 مفردة (بنسبة 65%) لديهم خبرة أقل من 10 سنوات فى مجال العمل. وقد تبين أيضاً أن 100% من عينة الدراسة حاصلون على مؤهل جامعى عالى، وأن 35 مفردة (بنسبة 19%) حاصلون على دراسات عليا. ومن ثم يتضح من نتائج التحليل الوصفى للخصائص الديمغرافية للمستقصى منهم أنهم على علم بالمستجدات الحديثة فى مجال العمل. كما يتطلب مجال عمل المستقصى منهم فى القرية الذكية أيضاً التعرف على التقنيات الحديثة وأهمية استخدامها للشركات والمجتمع ككل، مما يتناسب مع موضوع الدراسة.

6-3. أداة جمع البيانات ومتغيرات الدراسة:

قامت الباحثة بجمع البيانات من خلال توزيع قوائم الاستقصاء لاختبار فروض البحث والإجابة على تساؤله. أعدت قائمة الاستقصاء وفقاً لمقياس ليكرت الخماسى، كما تضمنت القائمة محورين. اهتم المحور الأول بقياس الخصائص الديمغرافية للمستقصى منهم مثل السن، والمؤهل، والخبرة. فى حين تناول المحور الثانى المقاييس الأساسية لمتغيرات البحث المتضمنة فى نموذج الدراسة (بواقع 25 سؤال). اعتمدت الباحثة فى قياس المتغيرات على الدراسات السابقة التى تناولت نموذج Delone and Mclean (2003) لنجاح نظم المعلومات، والقيام بتضمين أبعاد النموذج للجوانب الأخلاقية عند استخدام التوأمة المالية الرقمية داخل نظام المعلومات المتكامل للشركة كما فى الجدول1.

جدول1: عناصر القياس لمتغيرات الدراسة

المتغيرات	المؤشرات	المتغيرات	المؤشرات
جودة النظام SQ	SQ1 = تكامل نظام المعلومات	**الاستخدام USE**	USE1 = الانتاجية
	SQ2= الموثوقية		USE2 = تكرار الاستخدام
	SQ3= الأمن		USE3 = القرارات
	SQ4= الدخول والخروج بصورة آمنة		USE4 = الاستخدام اليومى
	SQ5= الاعتماد على النظام		
جودة المعلوماتIQ	IQ1 = دقة المعلومات	**رضا المستخدم SATIS**	SATIS1 = فعالية النظام
	IQ2 = سهولة الفهم		SATIS2 = كفاءة النظام
	IQ3 = التوقيت والتحديث المستمر		SATIS3 = رضا المستخدمين
	IQ4= الاكتمال		SATIS4 = سهولة الاستخدام
جودة الخدمةSER	SER1 = الأمن	**المنافع الصافية NET**	NET1 = تخفيض التكاليف
	SER2 = الدقة		NET2 = زيادة الربحية والأداء المستدام
	SER3= التدريب		NET3 = الدقة
	SER4 = حل المشاكل وتحديث وتطوير النظام باستمرار		NET4 = فعالية القرارات

6-3-1. اختبار اعتدالية البيانات:

وفقًا للدراسات (Hu and Bentler, 1999; George and Mallery, 2016; Hair et al., 2017; Dash and Paul, 2021) ، يرتبط التوزيع الطبيعي بمنحنى توزيع البيانات الشبيه بالجرس ومطابقته مع التوزيع القياسي للمتغير الفردي القابل للقياس. ترى هذه الدراسات أن قيم الالتواء والتفرطح التي لا تقع ضمن المدى من −1 إلى +1 أو من −2 إلى +2 تكون منحرفة بشكل كبير. بالتالي، فإن القيم التي تقع داخل هذا المدى تشير إلى أن التوزيع ليس بعيدًا بشكل كبير عن التوزيع الطبيعي. يوضح الجدول2 نتائج قيم الالتواء والتفرطح لمعرفة مدى اعتدالية البيانات.

جدول2: نتائج الالتواء والتفرطح لاختبار اعتدالية البيانات

المتغيرات	الالتواء		التفرطح	
	الإحصائية	الخطأ المعيارى	الإحصائية	الخطأ المعيارى
جودة النظام	0.850-	0.223	0.652	0.424
جودة المعلومات	0.357-	0.223	0.324	0.424
جودة الخدمة	0.352-	0.223	0.363	0.424
الاستخدام	0.466-	0.223	0.250	0.424
الرضا	0.377-	0.223	0.136	0.424
المنافع الصافية	0.325-	0.223	0.125	0.424

يتضح من الجدول2 عدم وجود مشكلة بشأن التوزيع الطبيعي للبيانات؛ لأن قيم الإلتواء والتفرطح تقع ضمن نطاق القيم الحرجة. وبالتالي، يمكن استنتاج أن مجموعة البيانات لجميع العناصر مصممة بشكل جيد.

6-3-2. نموذج القياس:

تم اختبار نموذج القياس من خلال التحليل العاملى التوكيدى(Confirmatory Factor Analysis (CFA (Al-Hattami, 2021) ، والذى يعد أحد تطبيقات نمذجة المعادلة البنائية والذى تم استخدامه من خلال برنامج AMOS الإصدار26؛ بهدف التأكد من صدق المقاييس الواردة فى الدراسة.

يحلل نموذج القياس العلاقة بين المؤشرات والمتغيرات الكامنة. يحلل هذا النموذج صدق المتغيرات وموثوقيتها بناءً على الصدق التقاربى والتمييزى. يهتم الصدق التقاربى بالارتباط بين المؤشرات والمتغيرات المرتبطة بها. يمكن التحقق من درجة الارتباط بينهما باستخدام ثلاثة اختبارات، وهي معاملات التحميل (التشبع)، والذي يحقق الموثوقية عندما تكون قيمة المعامل أكبر من 0.6 (Al-Hattami, 2021)؛ بالاضافة إلى الموثوقية المركبة (CR) ، وقيمة كرونباخ ألفا لتحقيق الاتساق الداخلي، والتي يجب أن تكون قيمة كل منهما أكبر من 0.7 (Shagari et al.,2017; Zuama et al.,2017; Al-Okaily et al., 2020a, b; Putri et al.,2020; Al-Hattami, 2021; Hair et al., 2021; Sabah et al., 2021; Jaya and Suroso,2022; Lutfi et al.,2022;

(Sologia et al.,2024 ؛ وكذلك متوسط التباين المفسر (AVE) كمعيار لاختبار الصدق التقاربى، والتي يجب أن تكون قيمته أكبر من 0.5(Al-Hattami, 2021) .

توضح نتائج التحليل العاملى التوكيدى من خلال الجدول3 أن نموذج القياس يتمتع بمؤشرات جودة مطابقة عالية، حيث جاءت جميعها فى النطاق المقبول. يتضح من الجدول أيضاً أن معاملات تحميل العبارات جميعها تفى بالمعايير المطلوبة. كما يتضح من الجدول3 أيضاً ارتفاع مستوى الاتساق الداخلى للعبارات المتضمنة داخل كل بعد من أبعاد متغيرات الدراسة، حيث تتراوح قيم الموثوقية المركبة بين 0.823 و0.936 ، وكذلك تتراوح قيم كرونباخ 0.80 و0.894 وجميعها أكبر من 0.70 كما أن قيم متوسط التباين المفسر تتراوح بين 0.65 و0.88 وهى أكبر من القيمة المعيارية 0.5. لذا تؤكد هذه القيم على الصدق التقاربى وموثوقية جميع المتغيرات.

وبالنسبة للصدق التمييزى فإنه يسعى إلى التحقق من أن كل مؤشر يرتبط ارتباطًا وثيقًا ببنائه الخاص به وليس بغيره. يمكن اختبار الصدق التمييزى من خلال معاملات التحميل المتبادلة بين العناصر والجذر التربيعي لمتوسط التباين المفسر. أى يقيس الصدق التمييزى الارتباط بين المتغيرات الكامنة Latent Constructs والجذر التربيعى لمتوسط التباين المفسر Square root of average variance extracted) (Shagari et al.,2017; Zuama et al.,2017; Al-Okaily et al., 2020a, b; Putri et al.,2020; Al-Hattami, 2021; Sabah et al.,2021; Lutfi et al.,2022; Sologia et al.,2024) ، كما يتضح من الجدول رقم4.

جدول 3: نتائج الموثوقية والصدق التقاربى

المتغير	العنصر	معاملات تحميل (التشبع) للعبارات	العنصر	معاملات تحميل (التشبع) للعبارات	كرونباخ ألفا	الموثوقية المركبة	متوسط التباين المفسر
SQ	SQ1	0.742	SQ4	0.859	0.80	0.936	0.880
	SQ2	0.938	SQ5	0.84			
	SQ3	0.91					
IQ	IQ1	0.887	IQ3	0.802	0.88	0.894	0.65
	IQ2	0.791	IQ4	0.885			
SER	SER1	0.885	SER3	0.821	0.894	0.823	0.74
	SER2	0.824	SER4	0.71			
USE	USE1	0.767	USE3	0.752	0.803	0.865	0.774
	USE2	0.808	USE4	0.859			
SATIS	SATIS1	0.834	SATIS3	0.853	0.891	0.829	0.745
	SATIS2	0.804	SATIS4	0.732			
NET	NET1	0.748	NET3	0.821	0.802	0.837	0.730
	NET2	0.782	NET4	0.803			

جدول4: نتائج التحليل العاملى التوكيدى لقياس الصدق التمييزى لمتغيرات الدراسة

المتغير	SQ	IQ	SER	USE	SATIS	NET	VIF
SQ	**0.938**						1.253
IQ	**0.354**	**081**					1.357
SER	**0.112**	**0.206	**0.86**				1.179
USE	**0.341**	**0.423	**0.162	**0.88**			1.295
SATIS	**0.30	**0.314	**0.374	**0.240	**0.86**		1.310
NET	**0.447	**0.326	**0.131	**0.30	**0.325	**0.914**	

**** جميع معاملات الارتباط معنوية عند مستوى معنوية 0.05 ، كما يظهر الجذر التربيعى لمتوسط التباين المفسر (المستخرج) AVE فى القطر الرئيسى للمصفوفة ، كما يشير VIF إلى عامل تضخم التباين والذى يوضح عدم وجود تعددية خطية بين المتغيرات.**

يتضح من الجدول4 تمتع نموذج القياس بصدق تمييزى جيد. يرجع ذلك إلى أن قيم الجذر التربيعى لمتوسط التباين المفسر لجميع المتغيرات تتراوح بين 0.81 و0.938 وهى أكبر من معاملات الارتباط فيما بينها. كما اهتمت الباحثة بمعرفة مدى وجود تعددية خطية. تشير التعددية الخطية إلى أن التباين بين البنيات الخارجية الموصوفة في البنية الداخلية تتداخل مع بعضها البعض، وبالتالي لا تفسر أي تباين فريد في المتغير الداخلي. لقياس وتقييم درجة التعدد الخطي، يُستخدم عامل تضخم التباين (VIF) على نطاق واسع ، حيث يُقترح أن قيمة عامل تضخم التباين VIF التى تساوى أو تزيد عن 3.3 تعد إشارة إلى مشكلة التعدد الخطي (Al-Hattami, 2021). كما يتضح من الجدول رقم4 أن جميع قيم عامل تضخم التباين أقل من القيمة الحرجة المحددة ≤ 3.3، مما يؤكد عدم وجود مشكلة تعدد خطي.

7. نتائج الدراسة واختبار فروض البحث:

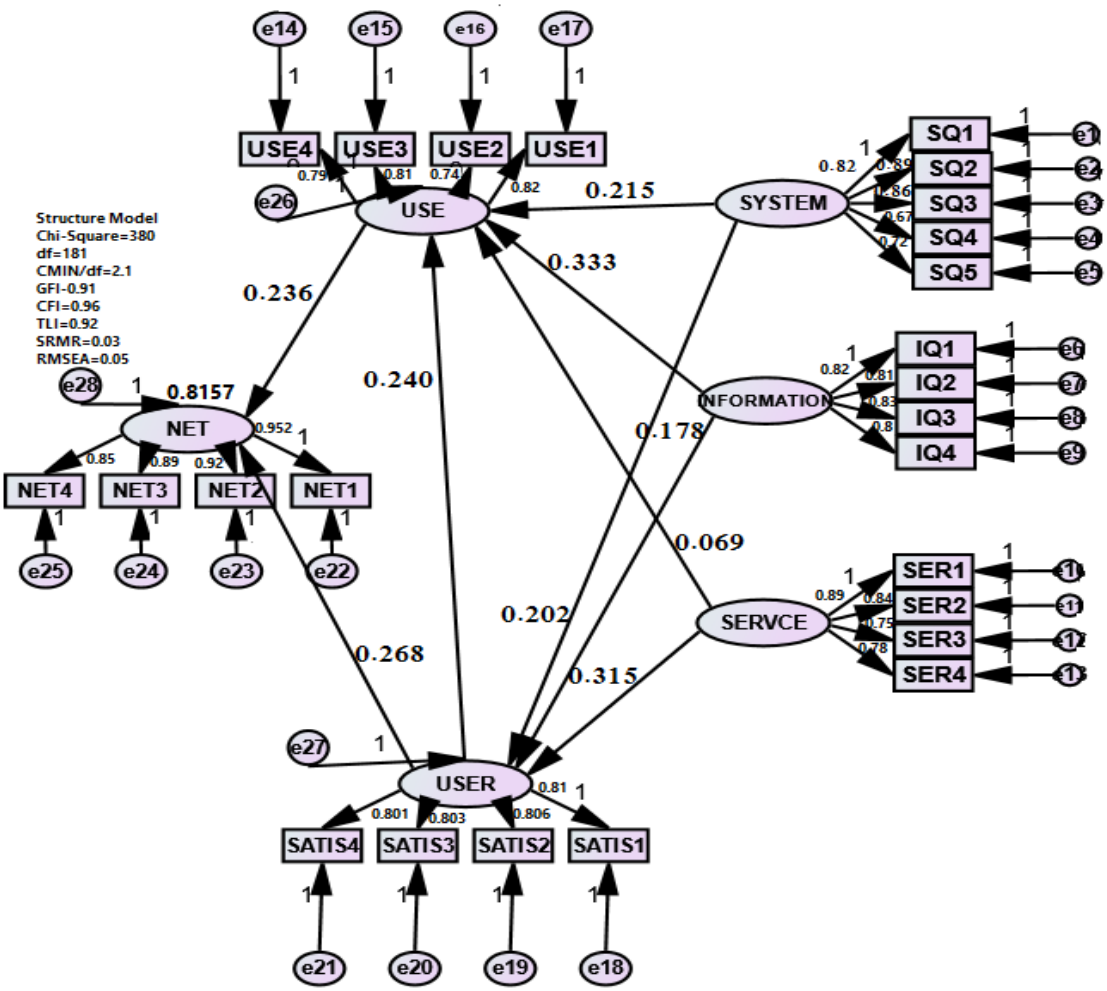
استندت الباحثة فى سبيل اختبار فروض البحث على حزمة البرامج SPSS الاصدار 26 لتحليل البيانات فى العلوم الاجتماعية، وكذلك برنامج AMOS الاصدار 26 لبناء النمذجة الهيكلية. تعد هذه البرامج من أشهر الحزم المستخدمة فى العلوم الإجتماعية. وفى سبيل ذلك اعتمدت الباحثة على نمذجة المعادلة البنائية (الهيكلية) لاستكشاف العلاقات بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع فى ضوء مؤشرات جودة التوافق للنموذج البنائى للدراسة وذلك كما يلى:

7-1. تقييم نموذج المعادلة البنائية (الهيكلية):

يوضح جدول5 والشكل رقم2 مؤشرات جودة توافق نموذج الدراسة مقارنة بالقيم الموصى بها من قبل العديد من الدراسات (Hu and Bentler, 1999; Hair et al., 2017; Al-Mamary,2019; Al-Hattami, 2021; Dash and Paul, 2021)، وذلك كما يلى:

جدول5: مؤشرات جودة الملاءمة والمطابقة لنموذج الدراسة

مؤشر جودة التوافق	القيمة المعيارية	نموذج نجاح نظم المعلومات	مؤشر جودة التوافق	القيمة المعيارية	نموذج نجاح نظم المعلومات
CMIN/df	3 ≥	1.796	TLI	0.90 ≤	0.943
GFI	0.9 ≤	0.934	SRMR	0.08 ≥	0.022
CFI	0.95 ≤	0.971	RMSEA	0.08 ≥ − 0.05	0.049



شكل2 : النموذج البنائى (الهيكلى) لمتغيرات الدراسة

يوضح جدول5 والشكل2 زيادة جودة توافق نموذج الدراسة وفقاً للقيم المعيارية الموصى بها من قبل الدراسات السابقة، حيث تخطت القيم المعيارية الموصى بها. تشير النتائج إلى أن نسبة كا^2 إلى درجات الحرية (CMIN/df)

تساوي 2.1، وهي أقل من القيمة الموصى بها 3. كما أن مؤشر جودة التوافق (GFI) يساوي 0.91 وهى أكبر من 0.90، كما أن مؤشر التوافق المقارن (CFI) يساوي 0.96 وهى أكبر من 0.95، في حين أن مؤشر تاكر لويس (TLI) يساوي 0.92 وهى أكبر من القيمة الموصى بها 0.90. بالإضافة إلى ذلك، فإن جذر متوسط مربعات البواقى (SRMR) يساوي 0.03 وهى أقل من القيمة الموصى بها 0.08، وكذلك فإن جذر متوسط مربعات الخطأ التقريبي (RMSEA) يساوي تقريباً 0.05 وهى أقل من 0.08 لذا تؤكد النتائج السابقة جودة النموذج من خلال توافقه مع القيم المعيارية للمؤشرات الموصى بها.

7-2. نتائج إختبار فروض البحث:

فى ضوء ما أسفرت عنه نمذجة المعادلة البنائية فى الشكل رقم 2 ، والجدول رقم 5، يمكن عرض نتائج اختبار فروض البحث -كما يتضح فى الجدول6- من خلال معرفة معاملات المسار (قيمة الوزن الإنحدارى (β) والتى تشير إلى قوة العلاقات بين المتغيرات في النموذج) (Al-Okaily et al.,2020a).

7-2-1. فروض الدراسة المرتبطة بجودة النظام:

أشارت نتائج تحليل المسار إلى أن تضمين الجوانب الأخلاقية لجودة نظام المعلومات المتكامل المتضمن لتقنية التوأمة المالية الرقمية يؤثر إيجابياً على استخدام النظام، مما يؤدى إلى قبول فرض البحث الأول. يرجع ذلك إلى أن قيمة الوزن الإنحدارى (H1: B= 0.215, t= 6.243, P= 0.00) وهى دالة معنوياً عند مستوى 0.05. أى أن تضمين الجوانب الأخلاقية في نظام المعلومات المتكامل المتضمن لتقنية التوأمة المالية الرقمية يسهم في تعزيز استخدام هذا النظام بشكل إيجابي. ويؤكد ذلك على أن تضمين الجوانب الأخلاقية فى نظام المعلومات يعنى أن النظام لن يكون فقط فعالًا في تحقيق أهداف تقنية التوأمة المالية الرقمية، ولكن أيضًا سيكون موثوقًا وآمنًا وقابلاً للاعتماد، مما يعزز من قبول واستخدام المستخدمين لهذا النظام. لذا تتفق نتائج الدراسة مع الدراسات السابقة التى اهتمت بمعرفة تأثير جودة نظام المعلومات على استخدامه (Al-Mamary,2019; Urus et al.,2020; Al-Hattami, 2021; Jaya and Suroso,2022; Lutfi, 2023).

كما توصلت نتائج تحليل المسار إلى أن تضمين الجوانب الأخلاقية لجودة نظام المعلومات المتكامل المتضمن لتقنية التوأمة المالية الرقمية يؤثر إيجابياً على رضا المستخدم، مما يؤدى إلى قبول فرض البحث الثانى. يرجع ذلك إلى أن قيمة الوزن الإنحدارى (H2: B= 0.202, t= 5.90, P= 0.00) وهى دالة معنوياً عند مستوى 0.05. أى أن تضمين الجوانب الأخلاقية في نظام المعلومات المتكامل المتضمن لتقنية التوأمة المالية الرقمية يسهم في زيادة رضا المستخدم. فعندما يكون النظام متكاملًا يجعل استخدام النظام أكثر سهولة وفعالية. كما يعد الأمن عنصر حاسم في رضا المستخدم مما يعزز الثقة في النظام ويزيد من رضا المستخدمين. كما تساعد القدرة على الوصول إلى النظام والخروج منه بشكل آمن المستخدمين على إدارة البيانات والمعلومات المالية دون خوف من فقدانها أو التعرض للاختراق، مما يزيد من رضائهم عن النظام. ويساعد أيضاً إتسام نظام المعلومات بالموثوقية وإمكانية

الاعتماد عليه على اتخاذ قرارات مالية مستنيرة تستند على البيانات، مما يعزز الثقة في النظام ويزيد من رضا المستخدمين. وأخيراً اتفقت نتائج الدراسة مع الدراسات السابقة التى اهتمت بمعرفة تأثير جودة نظام المعلومات على رضا المستخدم (Putri et al.,2020; Ritchi et al.,2020; Urus et al.,2020; Sabah et al.,2021; Sologia et al.,2024).

7-2-2. فروض الدراسة المرتبطة بجودة المعلومات :

أشارت نتائج تحليل المسار إلى أن تضمين الجوانب الأخلاقية لجودة المعلومات المنبثقة من نظام المعلومات المتكامل المتضمن لتقنية التوأمة المالية الرقمية يؤثر إيجابياً على استخدام النظام، مما يؤدى إلى قبول فرض البحث الثالث. يرجع ذلك إلى أن قيمة الوزن الإنحدارى (H3: B= 0.333, t= 9.611, P= 0.00) وهى دالة معنوياً عند مستوى 0.05. أى أن تضمين الجوانب الأخلاقية لجودة المعلومات الناتجة عن استخدام تقنية التوأمة المالية الرقمية يسهم في زيادة استخدام النظام. يعزز تضمين هذه الجوانب الأخلاقية في نظام المعلومات المتكامل المتضمن لتقنية التوأمة المالية الرقمية من جودة المعلومات المقدمة، مما يؤدي إلى زيادة استخدام النظام. يؤدى ثقة المستخدمون في دقة المعلومات وسهولة فهمها وتحديثها باستمرار واكتمالها إلى الاعتماد على النظام فى اتخاذ قراراتهم المالية، مما يزيد من معدل استخدام النظام. لذا تتفق نتائج الدراسة مع الدراسات السابقة التى اهتمت بمعرفة تأثير جودة المعلومات المنبثقة من النظام على استخدامه (Urus et al.,2020; Al-Hattami, 2021; Lutfi et al.,2022; Sologia et al.,2024).

توصلت نتائج تحليل المسار أيضاً إلى أن تضمين الجوانب الأخلاقية لجودة المعلومات المنبثقة من نظام المعلومات المتكامل المتضمن لتقنية التوأمة المالية الرقمية يؤثر إيجابياً على رضا المستخدم، مما يؤدى إلى قبول فرض البحث الرابع. يرجع ذلك إلى أن قيمة الوزن الإنحدارى (H4: B= 0.187, t= 5.115, P= 0.00) وهى دالة معنوياً عند مستوى 0.05. أى أن تضمين الجوانب الأخلاقية لجودة المعلومات الناتجة عن استخدام تقنية التوأمة المالية الرقمية يسهم في زيادة رضا المستخدم عن النظام. فمن ناحية عندما تكون المعلومات سهلة الفهم ودقيقة ومفيدة لاتخاذ القرارات المالية، يشعر المستخدمون بالثقة في النظام، مما يؤدى إلى رضائهم عن النظام وعن المعلومات المنبثقة منه. ومن ناحية أخرى يعزز التحديث المستمر واكتمال المعلومات من ثقة المستخدمين ويزيد من رضاهم؛ لعدم حاجتهم عن معلومات إضافية في مصادر أخرى، كما أن جميع البيانات المطلوبة لاتخاذ القرارات المالية تكون متاحة في مكان واحد وآمن من الإختراقات. لذا تتفق نتائج الدراسة مع الدراسات السابقة التى اهتمت بمعرفة تأثير جودة المعلومات المنبثقة من النظام على رضا المستخدمين عن النظام (Ritchi et al.,2020; Urus et al.,2020; Al-Hattami, 2021; Sabah et al.,2021; Jaya and Suroso,2022; Lutfi, 2023).

7-2-3. فروض الدراسة المرتبطة بجودة الخدمة:

أشارت نتائج تحليل المسار إلى أن تضمين الجوانب الأخلاقية لجودة خدمة نظام المعلومات المتكامل المتضمن لتقنية التوأمة المالية الرقمية يؤثر إيجابياً على استخدام النظام، مما يؤدى إلى قبول فرض البحث الخامس. يرجع ذلك إلى أن قيمة الوزن الإنحدارى (H5: B= 0.069, t= 2.098, P= 0.00) وهى دالة معنوياً عند مستوى 0.05. أى أن تضمين الجوانب الأخلاقية لجودة خدمة نظام المعلومات المتكامل المتضمن لتقنية التوأمة المالية الرقمية والمتمثلة فى الأمن والدقة والتدريب وحل المشاكل وتحديث وتطوير الخدمات المقدمة باستمرار يسهم في تعزيز استخدام هذا النظام بشكل إيجابي. حيث يؤدى تضمين الأمن، والدقة، والتدريب، وحل المشاكل، والتحديث المستمر فى جودة الخدمة إلى تعزيزها، مما يؤدي إلى زيادة استخدام النظام وزيادة الاعتماد على النظام واستخدامه بشكل مستمر.

كما أشارت نتائج تحليل المسار إلى أن تضمين الجوانب الأخلاقية لجودة خدمة نظام المعلومات المتكامل المتضمن لتقنية التوأمة المالية الرقمية يؤثر إيجابياً على رضا المستخدم، مما يؤدى إلى قبول فرض البحث السادس. يرجع ذلك إلى أن قيمة الوزن الإنحدارى (H6: B= 0.315, t= 9.509, P= 0.00) وهى دالة معنوياً عند مستوى 0.05. أى أن تضمين الجوانب الأخلاقية لجودة خدمة نظام المعلومات يسهم في زيادة رضا المستخدم عن النظام. فمن ناحية يؤدى شعور المستخدمون بحماية البيانات المالية للشركة إلى زيادة ثقتهم بالنظام، مما يؤدي إلى زيادة رضائهم عن الخدمة المقدمة ومن ثم زيادة رضائهم عن النظام. كما أن تدريب مقدمى الخدمات وتقديمهم للمعلومات الدقيقة والموثوقة يؤدى إلى زيادة ثقة المستخدمين ورضائهم عن النظام. كما أن وجود فريق دعم فعال يمكنه حل المشكلات بسرعة وكفاءة يعزز من رضا المستخدمين. فعندما يواجه المستخدمون مشاكل ويتم حلها بسرعة وبشكل مرضٍ، فإنهم يشعرون بالراحة والثقة في الخدمة المقدمة. كما أن التحديث المستمر للنظام وتطوير الخدمات يجعله أكثر ملاءمة وفعالية لتلبية احتياجات المستخدمين المتغيرة، ويؤدى ذلك إلى زيادة رضاهم؛ لشعورهم بأن النظام يلبي احتياجاتهم بشكل أفضل. لذا تتفق نتائج الدراسة مع الدراسات السابقة التى اهتمت بمعرفة تأثير جودة الخدمة على رضا المستخدمين عن الخدمة ومن ثم رضائهم عن النظام (Ritchi et al.,2020; Urus et al.,2020; Sabah et al.,2021; Sologia et al.,2024).

7-2-4. فرض الدراسة المرتبط بعلاقة رضا المستخدم باستخدام النظام:

توصلت نتائج تحليل المسار إلى أن رضا المستخدم يؤثر إيجابياً على الاستخدام المستمر لنظام المعلومات المتكامل والمتضمن لتقنية التوأمة المالية الرقمية، مما يؤدى إلى قبول فرض البحث السابع. يرجع ذلك إلى أن قيمة الوزن الإنحدارى (H7: B= 0.240, t= 6.780, P= 0.00) وهى دالة معنوياً عند مستوى 0.05. أى أن تضمين الجوانب الأخلاقية لنظام المعلومات وجودة المعلومات وجودة الخدمة يؤدى الى رضا المستخدمين عن النظام ومن ثم الاستمرارية فى استخدامه. وفقاً لذلك فإنه عندما يكون نظام المعلومات يلبي احتياجات المستخدمين

بشكل فعال ويعزز من قدرتهم على إنجاز المهام بسرعة وكفاءة يزيد من اعتمادهم عليه، مما يؤدي إلى الاستخدام المستمر للنظام. أى أن الرضا عن نظام المعلومات المتكامل المتضمن لتقنية التوأمة المالية الرقمية يؤدي إلى استخدام النظام بشكل مستمر. فعندما يكون المستخدمون راضين عن النظام يصبح النظام جزءًا لا يتجزأ من العمليات اليومية التى يقومون بها، مما يعزز من دور النظام كأداة فعالة وموثوقة في إدارة المعلومات والقرارات المالية. تتفق نتائج الدراسة مع الدراسات السابقة التى اهتمت بمعرفة تأثير رضا المستخدم على الاستخدام المستمر لنظام المعلومات المتكامل والمتضمن لتقنية التوأمة المالية الرقمية (Al-Mamary,2019; Al-Hattami, 2021).

7-2-5. فروض الدراسة المرتبطة بالفوائد الصافية:

أشارت نتائج تحليل المسار إلى أن استخدام نظام المعلومات المتكامل المتضمن لتقنية التوأمة المالية الرقمية يؤثر ايجابياً على تحقيق فوائد صافية لكافة الأطراف ذات العلاقة بالشركة، مما يؤدى إلى قبول فرض البحث الثامن. يرجع ذلك إلى أن قيمة الوزن الإنحدارى (H8: B= 0.236, t= 6.831, P= 0.00) وهى دالة معنوياً عند مستوى 0.05. فمن ناحية فإن استخدام النظام يمكن أن يساعد في تخفيض التكاليف التشغيلية وتكلفة العمل اليدوى وتكلفة الأخطاء البشرية مما يؤدى إلى زيادة أرباح الشركة. كما يؤدى استخدام النظام إلى اتخاذ قرارات أفضل تؤدي إلى تحسين الأداء المستدام للشركة، وزيادة فعالية القرارات ودقتها. لذا تتفق نتائج الدراسة مع الدراسات السابقة التى اهتمت بمعرفة تأثير استخدام المستخدم لنظام المعلومات على تحقيق فوائد صافية للشركة (Zuama et al.,2017; Al-Mamary,2019; Urus et al.,2020; Al-Hattami, 2021; Lutfi et al.,2022).

توصلت نتائج تحليل المسار أيضاً إلى أن رضا المستخدم يؤثر إيجابياً على الفوائد الصافية المتحققة من تضمين تقنية التوأمة المالية الرقمية فى نظام المعلومات المتكامل للشركة، مما يؤدى إلى قبول فرض البحث التاسع. يرجع ذلك إلى أن قيمة الوزن الإنحدارى (H9: B= 0.268, t= 7.774, P= 0.00) وهى دالة معنوياً عند مستوى 0.05. أى أن رضا المستخدم عن نظام المعلومات المتكامل المتضمن لتقنية التوأمة المالية الرقمية يؤدي إلى تحقيق فوائد صافية من خلال تخفيض التكاليف، وزيادة الربحية وكذلك زيادة الأداء المستدام، بالإضافة إلى تحسين وزيادة فعالية القرارات، مما ينعكس بشكل إيجابي على الأداء العام للشركة. وقد اتفقت نتائج الدراسة مع الدراسات السابقة التى اهتمت بمعرفة تأثير رضا المستخدم لنظام المعلومات على تحقيق فوائد صافية للشركة (Zuama et al.,2017; Al-Mamary,2019; Urus et al.,2020; Sabah et al.,2021; Jaya and Suroso,2022; Lutfi et al.,2022; Sologia et al.,2024).

تخلص الباحثة مما سبق إلى أن جميع متغيرات الدراسة (جودة النظام، وجودة المعلومة، وجودة الخدمة، ورضا المستخدمين، واستخدام النظام) تلعب أدوارًا هامة ومؤثرة في تحقيق فوائد صافية من نظام المعلومات المتكامل المتضمن لتقنية التوأمة المالية الرقمية. يتضح أيضاً من الجدول رقم6 أن جودة المعلومات، وجودة الخدمة لهما

تأثير كبير على استخدام التوأمة المالية الرقمية للعمليات المالية وتضمينها داخل نظام المعلومات المتكامل للشركة وعلى زيادة رضا المستخدمين عن النظام، وهو ما يعكس أهمية هذه العوامل في تحقيق المنافع الصافية. يرجع ذلك إلى أن جودة المعلومات لها تأثير كبير جداً على استخدام النظام. يؤكد ما سبق على أن المعلومات الدقيقة والمحدثة باستمرار تعد الأساس لاستخدام النظام بشكل فعال. كما يشير الجدول رقم6 أيضاً إلى أن جودة الخدمة تؤثر بشكل كبير على رضا المستخدمين، مما يدل على أن جودة الخدمة المقدمة من خلال الدعم الفني والاستجابة السريعة للمشاكل تعد عامل حاسم في رضا المستخدمين. كما يتضح أيضاً أهمية العوامل الأخرى ولكن بدرجة أقل. لذا تخلص الباحثة إلى أنه على الرغم من أهمية المتغيرات المتضمنة فى نموذج نجاح نظم المعلومات لـ Delone and Mcleanعند تضمينه للاعتبارات الأخلاقية عند استخدام التوأمة المالية الرقمية للعمليات المالية داخل نظام المعلومات المتكامل للشركة، إلا أنه يتضح أن جودة المعلومات وجودة الخدمات المقدمة لهما تأثير كبير على استخدام النظام ورضا المستخدمين عنه، مما يؤدي بالتالي إلى تحقيق فوائد صافية أكبر للشركة.

وأخيراً يتضح من تحليل الإنحدار ومن الشكل رقم2 أن قيمة معامل التحديد R^2 يبلغ 81.57% أى أنه عند تضمين نموذج نجاح نظم المعلومات لـ Delone and Mclean للاعتبارات الأخلاقية عند استخدام التوأمة المالية الرقمية للعمليات المالية داخل نظام المعلومات المتكامل للشركة فإن نسبة 81.57% من التباين في المنافع الصافية التي تحققها الشركة يمكن تفسيره بواسطة جودة النظام، وجودة المعلومات، وجودة الخدمة، واستخدام النظام، ورضا المستخدمين عن النظام، بينما ترجع 18.43% منها إلى عوامل أخرى لم يتناولها النموذج بعد تضمينه للاعتبارات الأخلاقية. لذلك تشير النتائج إلى أن جودة النظام، وجودة المعلومات، وجودة الخدمة، واستخدام النظام، ورضا المستخدمين تعتبر عوامل مهمة جدًا في تحديد المنافع الصافية التي تحققها الشركة. لذا يمكن أن يؤدى تحسين هذه الجوانب إلى زيادة كبيرة في المنافع الصافية للشركة.

جدول6 : نتائج إختبار فروض الدراسة

الفرض	المسار	قيمة معامل المسار B	قيمة T	المعنوية	نتيجة إختبار الفرض
H1	SQ ← USE	0.215	6.243	0.00	قبول
H2	SQ ← SATIS	0.202	5.90	0.00	قبول
H3	IQ ← USE	0.333	9.611	0.00	قبول
H4	IQ ← SATIS	0.178	5.115	0.00	قبول
H5	SER ← USE	0.069	2.098	0.00	قبول
H6	SER ← SATIS	0.315	9.509	0.00	قبول
H7	SATIS ← USE	0.240	6.780	0.00	قبول
H8	USE ← NET	0.236	6.831	0.00	قبول
H9	SATIS ← NET	0.268	7.774	0.00	قبول

يتضح من جدول رقم6 قبول فروض البحث، مما يؤكد على أهمية متغيرات الدراسة فى تحقيق فوائد صافية للشركة؛ وقد ترجع هذه النتائج إلى وعى المستقصى منهم وطبيعة عملهم، مما يؤكد على أهمية تضمين التقنيات الحديثة فى نظام المعلومات المتكامل للشركة ومن ثم تحقيقها للمزايا التنافسية.

8.خلاصة البحث ونتائجه وتوصياته ومجالات البحث المستقبلية:

يستهدف البحث التعرف على عوامل النجاح الحرجة عند تضمين نموذج نجاح نظم المعلومات لـ Delone and Mclean للاعتبارات الأخلاقية عند استخدام التوأمة المالية الرقمية داخل نظام المعلومات المتكامل للشركة. وفى سبيل ذلك تعرضت الباحثة للعديد من النقاط.

توصلت الباحثة من عرضها للدرسات السابقة ونتائج نموذج المعادلة البنائية إلى العديد من النتائج أهمها أن استخدام التوأمة المالية الرقمية يعزز من جودة النظام من خلال توفير نماذج دقيقة ومحاكاة واقعية للعمليات المالية وتقليل الأخطاء وتحسين دقة البيانات المتاحة للمستخدمين. كما أكدت النتائج على أهمية الأمن والخصوصية في تصميم وتنفيذ التوأمة المالية الرقمية لضمان استخدام البيانات بشكل أخلاقي ومسئول. كما تساهم التوأمة المالية الرقمية في زيادة جودة المعلومات المتاحة لاتخاذ القرارات المالية، ولكن بشرط ضرورة الاهتمام بالشفافية والدقة في تقديم المعلومات واستخدام نماذج الذكاء الاصطناعى القابلة للتفسير والتى يمكن من خلالها فهم التنبؤات المرتبطة بالتوأمة الرقمية، مما يمكن من التنبؤ بالبيانات بصورة أكثر دقة وشفافية. توصلت نتائج الدراسة أيضاً إلى ضرورة التزام الخدمات المقدمة بمعايير أخلاقية تضمن تقديم خدمة عادلة تحقق أهداف جميع الأطراف ذوى العلاقة بالشركة. كما أظهرت نتائج الدراسة زيادة رضا المستخدمين عن نظام المعلومات المتكامل، ومن ثم الاستمرار فى استخدام النظام وتحقيق فوائد صافية للشركة ككل ولأصحاب المصالح ذوى العلاقة بالشركة.

من خلال ما قامت الباحثة بعرضه فى الجزء النظرى من البحث وما توصلت إليه من نموذج المعادلة البنائية ونتائج فروض البحث، توصى الباحثة بالاستثمار في تدريب وتعليم المحاسبين لتقنية التوأمة المالية الرقمية وتكاملها مع نظام المعلومات المتكامل فى الشركة، وكيفية استخدامهم للتكنولوجيا الرقمية بشكل أخلاقي. بالاضافة إلى ضرورة تطوير سياسات وإجراءات لضمان الاستخدام الأخلاقي للبيانات والتكنولوجيا في العمليات المالية.

خلصت الباحثة من الدراسة النظرية ونتائج نموذج المعادلة البنائية ونتائج فروض البحث إلى العديد من المجالات التى يمكن أن يستفيد منها الباحثين **كمجالات بحثية مستقبلية** والتى تتمثل فى: استكشاف تأثير التوأمة المالية الرقمية على نجاح نظام المعلومات من منظور أخلاقي، وكذلك دراسة التحديات والفرص الأخلاقية لاعتماد التوأمة المالية الرقمية في نظم معلومات الشركات. بالاضافة إلى تأثير التوأمة المالية الرقمية على كفاءة العمليات المالية في البنوك– دراسة تحليلية. وكذلك تقييم تأثير التوأمة المالية الرقمية على جودة نظام المعلومات المحاسبى في البنوك. وأخيراً تحليل التكلفة– المنفعة عند تبني الشركات لتقنية التوأمة المالية الرقمية.

تعارض المصالح: تقر الباحثة أنه لا يوجد أى تعارض مصالح جراء نشر هذا البحث.

التمويل: لم تتلق الباحثة أى منحة أو تمويل من أى جهة.

References

Al-Hattami, H. M. (2021). Validation of the D&M IS success model in the context of accounting information system of the banking sector in the least developed countries. ***Journal of Management Control***, *32* (1), 127–153.

Al-Mamary, Y., H. (2019). Measuring Information Systems Success in Yemen: Potential of Delone and Mcleans Model. ***International Journal of Scientific & Technology Research***, 8(7),793-799

AL-Okaily, A., Al-Okaily, M., Shiyyab, F., & Masadah, W.(2020a). Accounting information system effectiveness from an organizational perspective. ***Management Science Letters*** 10, 3991–4000.

_____., Abd Rahman, M., Al-Okaily. M., Smail, W., & Ali. A. (2020b). Measuring Success of Accounting Information System: Applying the Delone and Mclean Model at The Organizational Level. ***Journal Of Theoretical and Applied Information Technology***, 98 (14),2697-2706.

An, D., & Chen, Y. Q. (2023). Explainable Artificial Intelligence (XAI) Empowered Digital Twin on Soil Carbon Emission Management Using Proximal Sensing. ***IEEE 3rd International Conference on Digital Twins and Parallel Intelligence***, DTPI ,1-5.

Ballantine, G., & Galliers, R. (2023). New Developments in Information Technology a Further Call for Action. Chapter In: ***The Routledge Handbook of Accounting Information Systems***, Second Edition, Taylor & Francis Group, an Informa Business.

Clerkin, B., & Mcconville, D. (2023). Integrating AIS and Contemporary Technologies. Chapter In: ***The Routledge Handbook of Accounting Information Systems***, Second Edition, Taylor & Francis Group, An Informa Business.

Dash, G., & Paul, J. (2021). CB-SEM vs PLS-SEM methods for research in social sciences and technology forecasting. ***Technological Forecasting and Social Change***, 173,2-11.

Delone, W. H., & Mclean, E. R. (2003). The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. In Information Systems Research, ***Journal of Management Information Systems*** 19 (4), 9-30.

Dietz, M., & Pernul, G. (2020). Digital Twin: Empowering Enterprises Towards a System-of-Systems Approach. ***Business and Information Systems Engineering***, 62(2), 179–184.

Dobrolezha, E., Mikhailin, D., Bukhov, N., & Riabchenko, A. (2023). The Adaptive AI-Based Digital Twin of Accounting and Analytical Management System of Organizations. Chapter In: ***Approaches to Global Sustainability, Markets, and Governance***, Springer.

Farsi, M., Ariansyah, D., Erkoyuncu, J. A., & Harrison, A. (2021). A digital twin architecture for effective product lifecycle cost estimation. ***Procedia CIRP***, 100, 506–511.

Feng, J. (2022). Intelligent Digital Twin Mapping Analysis of Applied Undergraduate Course "Accounting Informatization" based on Big Data Analysis. ***3rd International Conference on Smart Electronics and Communication, ICOSEC 2022 - Proceedings***, 784–788.

Fuller, A., Fan, Z., Day, C., & Barlow, C. (2020). Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges and Open Research. ***IEEE Access***, 8, 1-21.

Galera-Zarco, C. (2022). ***Unleashing The Potential of Digital Twin in Offering Green Services***, 1-4, https://www.Theccc.Org.Uk/Publication/Reducing-Uk-

George, Darren., & Mallery, Paul. (2016). ***IBM SPSS statistics 23 step by step: a simple guide and reference***. Routledge.

Hair, J., Hult, G., Ringle, C., Sarstedt, M., Danks, N., & S. Ray. (2021). ***Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) Using R***, Springer.

_____., Matthews, L., Matthews, R., & Sarstedt, M. (2017). PLS-SEM or CB-SEM: updated guidelines on which method to use. ***International Journal of Multivariate Data Analysis***, 1 (2), 107-122.

Helbing, D., & Argota Sánchez-Vaquerizo, J. (2022). ***Digital Twins: Potentials, Ethical Issues, and Limitations***, 1-22. https://www.researchgate.net/publication/362107230_Digital_Twins_Potentials_Ethical_Issues_and_Limitations.

Henningsen, J., & Engan, S. (2023). ***The adoption of Digital Twins: Drivers, enablers, barriers, challenges, and benefits***. Master dissertation, University of Agder, Faculty of Social Sciences, Department of Information Systems.

Hu, L.T. and Bentler, P.M. (1999) Cutoff Criteria for Fit Indexes in Covariance Structure Analysis: Conventional Criteria versus New Alternatives. ***Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal***, 6 (1), 1-55.

Hu, W., Zhang, T., Deng, X., Liu, Z., & Tan, J. (2021). Digital twin: a state-of-the-art review of its enabling technologies, applications and challenges. ***Journal of Intelligent Manufacturing and Special Equipment***, 2(1), 1–34.

Jaya, M. A., & Suroso, J. S. (2022). Evaluation Of Successful ERP-Based Information Systems with Delone and Mclean Information Success Model. ***Journal Of Theoretical and Applied Information Technology***, 100(2), 507-517.

Kaewunruen, S., Peng, S., & Phil-Ebosie, O. (2020). Digital twin aided sustainability and vulnerability audit for subway stations. ***Sustainability,*** (Switzerland), 12(7873), 1-17.

Kreuzer, T., Papapetrou, P., & Zdravkovic, J. (2024). Artificial intelligence in digital twins- A systematic literature review. ***Data and Knowledge Engineering***, 151, 1-19.

Kulkarni, V., Barat, S., & Clark, T. (2019). Towards Adaptive Enterprises Using Digital Twins. ***International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS), IEEE Xplore***, 1-15.

Kunin, V., & Ryskov , I. (2024). Application of Digital Twin of an Enterprise in the Context of Implementation of the Sustainable Development Concept in Financial Management, Chapter in: ***Finance, Economics, and Industry for Sustainable Development Proceedings of the 4th International Scientific Conference on Sustainable Development***, Springer.

Lachenmaier, J. F., Weber, P., & Lasi, H. (2023). Enterprise Information Systems vs. Digital Twins-A Case Study on the Properties, Purpose, and Future Relationship in the Logistics Sector. ***Proceedings of the 56th Hawaii International Conference on System Sciences***, 4505-4514.

Lehner, D., Pfeiffer, J., Tinsel, E. F., Strljic, M. M., Sint, S., Vierhauser, M., Wortmann, A., & Wimmer, M. (2022). Digital Twin Platforms: Requirements, Capabilities, and Future Prospects. ***IEEE Software***, 39(2), 53–61.

Li, D., & Li, J. (2024). Big data of enterprise supply chain under green financial system based on digital twin technology. ***Kybernetes***, 53(2), 543–556.

Liu, Y., Feng, J., Lu, J., & Zhou, S. (2024). A review of digital twin capabilities, technologies, and applications based on the maturity model. ***Advanced Engineering Informatics*** (62), 1-23.

Liu, J. (2022). Models in the Construction of Accounting Informatization Transformation Based on Digital Twin. ***Security and Communication Networks***, 1-11.

Lutfi, A., Al-Okaily, M., Alsyouf, A., & Alrawad, M. (2022). Evaluating the D&M IS Success Model in the Context of Accounting Information System and Sustainable Decision Making. ***Sustainability*** (Switzerland), 14(8120), 1-17.

_____. (2023). Factors affecting the success of accounting information system from the lens of DeLone and McLean IS model. ***International Journal of Information Management Data Insights***, 3, 1-10.

Lynch, K. M., Issa, R. R. A., & Anumba, C. J. (2023). Financial Digital Twin for Public Sector Capital Projects. ***Journal of Computing in Civil Engineering***, 37(3), 1-14.

Mcdonald, G. (2023). Twinning Pairing the real with the virtual, 1-2, ***KPMG***, https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/ca/pdf/2023/06/twinning-en.pdf

Mihai, S., Yaqoob, M., Hung, D. v., Davis, W., Towakel, P., Raza, M., Karamanoglu, M., Barn, B., Shetve, D., Prasad, R. v., Venkataraman, H., Trestian, R., & Nguyen, H. X. (2022). Digital Twins: A Survey on Enabling Technologies, Challenges, Trends and Future Prospects. ***IEEE Communications Surveys and Tutorials***, 24(4), 2255–2291.

Murphy, A., Taylor, C., Acheson, C., Butterfield, J., Jin, Y., Higgins, P., Collins, R., & 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***, 61,1-16.

O'quinn, W., & Williams, J. A. (2023). A Proposal to Elucidate the Net Benefits of Digital Twins in Electrical Generation Facilities: An IS Success Perspective. ***Association for Information Systems AIS Electronic Library (AISeL)***, Forty-Fourth International Conference on Information Systems, Hyderabad, India, 1-10. https://aisel.aisnet.org/icis2023/emergpand/emergpand/4/

Perdana, A., Wang, T., & Arifin.S. (2024). Artificial Intelligence in Accounting: Ethical Challenges and Legal Perspectives. Chapter In: ***Digital Transformation in Accounting and Auditing Navigating Technological Advances for the Future***, Palgrave Macmillan, Springer.

Perno, M., Hvam, L., & Haug, A. (2023). A machine learning digital twin approach for critical process parameter prediction in a catalyst manufacturing line. ***Computers in Industry***, 151,1-16.

Putri, I., Dewi, F., & Dharma, F. (2021). The Implementation of Delone & Mclean's Model to Increase Company's Satisfaction and Profit. ***ICEBE***, 1-8, https://doi.org/10.4108/eai.1-10-2020.2305631.

Rabaa'i, A. (2009). Assessing Information Systems Success Models: Empirical Comparison. ***Proceedings of the 20th Australasian Conference on Information Systems***, 2-4 December 2009, Caulfield Campus, Monash University,Melbourne. https://www.researchgate.net/publication/41057828.

Rasheed, A., San, O., & Kvamsdal, T. (2020). Digital twin: Values, challenges and enablers from a modeling perspective. ***IEEE Access***, 8, 21980–22012.

BEIS, DSTL, UKRI, IPO, Hayes, S., Enzer, N., Niederer,S., & Alistair Donaldson., A.(2021). ***Government Office for Science***, https://www.gov.uk/government/publications/rapid-technology-assessment-digital-twins.

Reynolds, G. (2019). ***Ethics in Information Technology***, Sixth Edition, Cengage, USA.

Ritchi, H., Evayanti, N. F., & Sari, Y. (2020). *A Study on Information Systems Success: Examining User Satisfaction of Accounting Information System.* ***Bina Ekonomi***. 24(1), 1-14.

Rosati, P., & and Lynn, T. (2023). Challenges To Technology Implementation. Chapter In: ***The Routledge Handbook of Accounting Information Systems***, Second Edition, Taylor & Francis.

Sabah, M., Rashid, U., Nasuredin, J., Hamawandy, N., Ihsan Ahmed Sabah, M., Adl Wali Bewani, H., & bdulmajeed, D. (2021). The Effect of Delone and Mclean's Information System Success Model on The Job Performance of Accounting Managers in Iraqi Banks. ***Journal of Contemporary Issues in Business and Government***, 27(2), 6306-6320.

Seddon, P.B. (1997) A Respecification and Extension of the DeLone and McLean Model of IS Success. ***Journal of Information Systems Research***, 8, 240-253.

Shagari, S. L., Abdullah, A., & Saat, R. M. (2017). Accounting information systems effectiveness: Evidence from the Nigerian banking sector. ***Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management***, 12, 309–335.

Sologia, F., Witjaksono, R., & Ramadani. L. (2024). Evaluation of the Successful Implementation of Enterprise Resource Planning Based on SAP Using the DeLone & McLean Model. ***International Journal of Community Service Learning,*** *8*(1), 29-40.

Spiekermann, S., Krasnova, H., Hinz, O., Baumann, A., Benlian, A., Gimpel, H., Heimbach, I., Köster, A., Maedche, A., Niehaves, B., Risius, M., & Trenz, M. (2022). Values and Ethics in Information Systems: A State-of-the-Art Analysis and Avenues for Future Research. ***Business and Information Systems Engineering***. Springer. 64(2), 247–264.

Tao, F., Cheng, J., Qi, Q., Zhang, M., Zhang, H., & Sui, F. (2018). Digital twin-driven product design, manufacturing and service with big data. ***International Journal of Advanced Manufacturing Technology***, Springer, 94. 3563–3576

Taylor, C., Murphy, A., Butterfield, J., Higgins, P., Collins, R., & Higgins. C. (2018). Defining Production and Financial Data Streams Required for a Factory Digital Twin to Optimise the Deployment of Labour. Chapter in: ***Communications in Computer and Information Science - Recent Advances in Intelligent Manufacturing***, Part1, Springer.

Urbach, N., & Müller. B. (2012). The Updated DeLone and McLean Model

of Information Systems Success. Chapter in: **Information Systems Theory Explaining and Predicting Our Digital Society**, Vol. 1, Springer.

Urus,S., Hasim,K., Nazri , S., & Mat, T. (2020). Critical Success Factors of Accounting Information Systems (AIS): Empirical Evidence from Malaysian Organizations. ***Management & Accounting Review*** .19 (1). 233-265.

Valashani, M., & Abukari, A. (2020). Erp Systems Architecture for The Modern Age: A Review of The State of The Art Technologies. ***Journal Of Applied Intelligent Systems & Information Sciences*** 1(2), Pp. 70-90.

Wang, Y., Su, Z., Guo, S., Dai, M., Luan, T. H., & Liu, Y. (2023). ***A Survey on Digital Twins: Architecture, Enabling Technologies, Security and Privacy, and Future Prospects***. 1-21. https://doi.org/10.1109/JIOT.2023.3263909.

Xiang, F., Zhang, Z., Zuo, Y., & Tao, F. (2019). Digital twin driven green material optimal-selection towards sustainable manufacturing. ***Procedia CIRP***, 81, 1290–1294.

Zadorozhnyi, Z. M., Desyatnyuk, O., Muravskyi, V., & Shevchuk, O. (2023). Combination of Digital Twin Technology and FinOps in Management Accounting Modeling. ***Proceedings - International Conference on Advanced Computer Information Technologies,*** *ACIT*, 352–356.

Zhang, N., Vergara-Marcillo, C., Diamantopoulos, G., Shen, J., Tziritas, N., Bahsoon, R., & Theodoropoulos, G. (2024). ***Large Language Models for Explainable Decisions in Dynamic Digital Twins***. 1-8. http://arxiv.org/abs/2405.14411.

Zuama, R. A., Hudin, J. M., Puspitasari, D., Hermaliani, H., & Riana, D. (2017). Quality Dimensions of Delone-Mclean Model to Measure Students' Accounting Computer Satisfaction: An Empirical Test on Accounting System Information. ***5th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)***, 1-6.