الدور الوسيط للتصنيع الرشيق (Agile Manufacturing) في علاقة التحول الرقمي بتحسين الأداء التشغيلي: دراسة ميدانية

د/ محمد محمد محمد إبراهيم مندور
أستاذ مساعد بقسم المحاسبة والمراجعة
كلية الأعمال (التجارة سابقًا) - جامعة الإسكندرية
Mohamed.Mandour@alexu.edu.eg

ملخص البحث

استهدف البحث دراسة وتحليل واختبار دور التحول الرقمي في دعم تطبيق فلسفة التصنيع الرشيق وانعكاس ذلك على تحسين مؤشرات الأداء التشغيلي من حيث التكلفة، والجودة، والمرونة، والتسليم. وقد تم تجميع البيانات باستخدام الاستقصاء لعينة مكونة من ٦٤ مفردة من المديرين الذين يشغلون وظائف إدارية مختلفة. تم تحليل البيانات واختبار فروض البحث باستخدام أسلوب نمذجة المعادلات الهيكلية، وذلك بالاعتماد على البرنامج الإحصائي "Smart PLS-04" . وتوصل البحث إلى أن تطبيق التحول الرقمي يؤثر إيجابًا ومعنويًا على تطبيق فلسفة التصنيع الرشيق. كما توصل البحث إلى وجود تأثير إيجابي معنوي للتصنيع الرشيق على أبعاد الأداء التشغيلي من حيث الجودة، والمرونة، والتسليم، ولا يؤثر على أداء التكلفة. وأخيرًا توصل البحث إلى أن التصنيع الرشيق يلعب دور الوساطة الكاملة في التأثير الإيجابي للتحول الرقمي على أبعاد الأداء التشغيلي من حيث الجودة، والمرونة، والتسليم، في حين لا توجد أي وساطة للتصنيع الرشيق على علاقة التحول الرقمي بأداء التكلفة. هذه النتائج من الممكن أن تشجع الشركات على تطبيق فلسفة التصنيع الرشيق المدعوم بتقنيات التحول الرقمي لما لها من تأثير إيجابي على أداء الجودة، وأداء المرونة، وأداء التسليم.

الكلمات المفتاحية: التحول الرقمي، التصنيع الرشيق، القدرات الديناميكية، الأداء التشغيلي.

The Mediating Role of Agile Manufacturing in the Relationship between Digital Transformation and Operational Performance Improvement: A Field Study

Abstract

This research aimed to study, analyze and test the role of digital transformation in supporting the implementation of agile manufacturing and its impact on improving operational performance indicators in terms of cost, quality, flexibility, and delivery. Data was collected using a survey from a sample of 64 managers Data were collected using a survey on a sample of 64 managers holding various managerial positions. The data was analyzed and the research hypotheses were tested using structural equation modeling based on the statistical software "Smart PLS-04". The research found that digital transformation has a positive and significant effect on the implementation of agile manufacturing. It also found that agile manufacturing has a positive and significant effect on operational performance dimensions in terms of quality, flexibility, and delivery, but has no effect on cost performance. Finally, the research concluded that agile manufacturing plays a full mediation role in the positive effect of digital transformation on operational performance dimensions in terms of quality, flexibility, and delivery, while no mediation is found for agile manufacturing in the relationship between digital transformation and cost

performance. These results may encourage companies to adopt agile manufacturing supported by digital transformation technologies due to their positive impact on quality performance, flexibility performance, and delivery performance.

Keywords: Digital Transformation, Lean Manufacturing, Dynamic Capabilities, Operational Performance.

١- مقدمة البحث ومشكلته

تشهد بيئة الأعمال الحديثة تغيرات سريعة ومتلاحقة وغير متوقعة، مما أدى إلى زيادة حدة المنافسة التي تواجهها الشركات. وقد دفع ذلك الشركات نحو استثمار المزيد من الموارد في تحسين كفاءة وفعالية واستجابة أنظمة التصنيع الخاصة بها، وذلك من خلال تطبيق العديد من الممارسات مثل: نظم تخطيط متطلبات المواد، وإدارة الجودة الشاملة، والإنتاج بدون فاقد، وفلسفة التحسين المستمر، وغيرها (Inman et al., 2011). وتُعد هذه الممارسات ضرورية لكنها غير كافية للتكيف بشكل مستمر مع بيئة معقدة، مضطربة، وغير مؤكدة (Khalfallah and Lakhal, 2021).فعلى الرغم من المزايا التي يمكن تحقيقها من تطبيق هذه الممارسات، إلا أنها تعاني من بعض أوجه القصور، حيث تركز بصورة أساسية على التحسين المستمر للعمليات الصناعية الداخلية، دون إيلاء الاهتمام الكافٍ لمحركات التغيير الخارجية، التي ازدادت أهميتها في ظل عدم الاستقرار غير المسبوق في بيئة الأعمال الخارجية(Hallgren and Olhager, 2009; Inman et al., 2011).

لقد دفعت الضغوط المتزايدة المرتبطة بالاستجابة السريعة لاحتياجات العملاء المتعددة، وتغير الظروف البيئية، وارتفاع مستويات تقلبات السوق، وارتفاع درجة عدم التأكد البيئي، وزيادة تقلبات الطلب، وانخفاض دورة حياة المنتج، الشركات الصناعية إلى ضرورة تبني نظام تصنيع يتسم بالرشاقة، والكفاءة، والقدرة على

التكيف السريع مع التغيرات (Agarwal et al., 2006; Inman et al., 2011; Gunasekaran et al., 2019). كما أصبح من الضروري أن تنفتح الشركات الصناعية على المؤثرات الخارجية، وأن تضمن استجابة ديناميكية للتطورات في مجالات مثل التكنولوجيا، وتفضيلات العملاء. ويتحقق ذلك من خلال تطبيق فلسفة التصنيع الرشيق"Agile Manufacturing (AM)" [١] ، التي تهدف إلى مساعدة الشركات على تعزيز قدرتها التنافسية والازدهار في ظل بيئة أعمال تتميز بالتغير السريع، والمستمر، وغير المتوقع.

يُعرف التصنيع الرشيق بأنه "القدرة على الازدهار والنمو في بيئة تنافسية تتسم بالتغيير المستمر وغير المتوقع، مع الاستجابة السريعة للأسواق المتغيرة من خلال تقديم منتجات وخدمات مصممة وفق احتياجات العملاء(Gunasekaran et al., 2019) ". كما يعرف أيضًا بكونه "قدرة الشركة على التكيف السريع مع التغيرات البيئية والاستجابة السريعة لمتطلبات العملاء المتغيرة باستمرار" (Khalfallah and Lakhal, 2021). ويرتكز تطبيق فلسفة التصنيع الرشيق على قدرة الشركة على تقديم مجموعة واسعة من المنتجات والخدمات المصممة وفق الاحتياجات الفردية لكل عميل، أي إنتاج منتجات مخصصة، وتفعيل سلاسل توريد رشيقة، وتمكين العاملين، والاعتماد على الأتمتة الذكية، إضافةً إلى تبني أحدث التقنيات(Gunasekaran et al., 2018) .

يُنظر إلى التصنيع الرشيق على أنه جزء من القدرات الديناميكية التي تُمكّن الشركات من استشعار الفرص والتهديدات في بيئة الأعمال الخارجية، والتعرف على التغيرات المحتملة في احتياجات العملاء. كما يشمل ذلك تخصيص الموارد اللازمة

[١] لم تستقر الدراسات العربية على ترجمة موحدة لمصطلح "Agile Manufacturing"، فقد تم ترجمته على أنه نظام التصنيع الفعال (الصغير، 2019)، التصنيع ذات الاستجابة السريعة (الباز،2020)، التصنيع المتجاوب (رضائي وآخرون،2023)، وسوف يستخدم الباحث لفظ التصنيع الرشيق والذي يجمع بين المرونة، والكفاءة، والقدرة على التكيف مع التغيرات بسرعة.

لاستغلال الفرص المتوقعة، وتطوير المنتجات والخدمات الجديدة، والتجديد المستمر للموارد والكفاءات، وإعادة هيكلة الأصول والقدرات الداخلية، بما يعزز قدرة الشركة على البقاء ومواكبة الظروف البيئية المتغيرة، وتحقيق ميزة تنافسية مستدامة (Overby et al., 2006; Mikalef and Pateli, 2017; Ghobakhloo and Azar, 2018; Mohaghegh et al., 2024). وباعتباره وسيلة للبقاء في المنافسة، يهدف التصنيع الرشيق إلى تحقيق مجموعة واسعة من الأهداف التنافسية بدلاً من التركيز فقط على خفض التكلفة أو تحسين الجودة. والأهم من ذلك أن تحتل الشركة صفة المبادر الأول، كونها الأولى في تقديم منتجات مخصصة رائدة إلى السوق، بتكلفة منخفضة، وجودة مرتفعة، تتجاوز توقعات العملاء، وأن تكون قادرة على إحباط خطط المنافسين (Gunasekaran et al, 2019).

كما شهدت بيئة الأعمال في الآونه الأخيرة اتجاهًا كبيرًا نحو الاقتصاد الرقمي القائم على البيانات، مما أدى إلى حدوث تطورات تكنولوجية كبيرة في بيئة الأعمال الحديثة من حيث شكل التنظيم، وطرق الإنتاج، والتشغيل (عطية، 2024). وظهر مفهوم التحول الرقمي (Digital transformation)، الذي يُشير إلى العملية التي تستجيب من خلالها الشركة للتغيرات البيئية بهدف تغيير عملية خلق القيمة الخاصة بها، وذلك باستخدام التقنيات الرقمية مثل الحوسبة السحابية، والذكاء الاصطناعي، والحوسبة السحابية، وإنترنت الأشياء (Wang et al., 2022). يؤدي التحول الرقمي إلى تقديم نموذج عمل جديد لخلق القيمة، ويؤثر على الشركة بأكملها وعلى طرق تشغيلها. وهو يتجاوز المعالجة الرقمية (Digitalization) التي تركز فقط على تغيير العمليات والمهام التنظيمية؛ إذ يُعيد التحول الرقمي هيكلة العمليات ليغير منطق الأعمال الأساسية للشركة أو عملية خلق القيمة التي تستند إليها الشركات لتحقيق ميزة تنافسية (عطية، 2024).

ومع التطور التكنولوجي المتسارع، أصبح التحول الرقمي أحد المحركات الرئيسة التي تعزز من فعالية التصنيع الرشيق، حيث تُمكن تقنيات التحول الرقمي الشركات

من تحقيق الرشاقة في استشعار السوق، والتي تشير إلى القدرة المعرفية أو الذهنية لاستشعار التغيرات المستقبلية في السوق، والتنبؤ بها، وتحليلها. وتعتمد هذه النوعية من الرشاقة على جمع وتحليل كميات ضخمة من المعلومات التي تمكن الشركات الصناعية من استشعار والتنبؤ بتغيرات طلب السوق، وكذلك مراقبة وتحسين المنتجات بسرعة لمواجهة احتياجات العملاء المتغيرة باستمرار (Overby et al., 2006; Lu and Ramamurthy, 2011;Ghobakhloo and Azar, 2018). كما يساعد التحول الرقمي الشركات على تحقيق الرشاقة التشغيلية، والتي تشير إلى قدرة الشركة على تعديل وتكيف عملياتها الداخلية بسرعة مع التغيرات في السوق أو معدل الطلب، من خلال تخفيض الوقت اللازم لابتكار منتجات جديدة، وتخفيض زمن تسليم المنتجات، وتحسين جودة المنتج (Lu and Ramamurthy, 2011; Ghobakhloo and Azar, 2018).

وبالرغم من تعدد الدراسات السابقة (Ruiz-Ortega et al., 2013; Yu et al., 2018; Mandal, 2019; Sheel and Nath, 2019) التي وثقت العلاقة التأثيرية لتقنيات التحول الرقمي على تطبيق التصنيع الرشيق، إلا أنها قد ركزت على تقنيات فردية للتحول الرقمي مثل تحليلات البيانات الضخمة، سلاسل الكتل، إنترنت الأشياء دون بحث الأثر التجميعي للتحول الرقمي من خلال تطبيق مجموعة واسعة من التقنيات في نفس الوقت، مما قد يؤثر على دقة النتائج؛ إذ قد يؤدي التكامل بين التقنيات المختلفة إلى تعزيز الأثر على تطبيق التصنيع الرشيق (Gunasekaran et al., 2018). علاوة على ذلك لم تتناول أي من الدراسات العربية طبيعة هذه العلاقة – في حدود علم الباحث- بين الشركات الصناعية المصرية.

كما تُشير معظم الدراسات السابقة إلى أن تطبيق التصنيع الرشيق يُتوقع أن يؤدي إلى تحسين الأداء (Vázquez-Bustelo et al., 2007; Dubey and Gunasekaran, 2015; Kumar et al., 2019; Nabass and Abdallah, 2019). وبالرغم من ذلك هناك خلاف واضح بين الدراسات السابقة حول التأثيرات

المتوقعة للتصنيع الرشيق على أبعاد الأداء التشغيلي المختلفة. فعلى الرغم من اتفاق معظم الدراسات السابقة على أن التصنيع الرشيق يؤثر أيجابًا على الأداء التشغيلي (Vazquez-Bustelo et al., 2007; Inman et al., 2011)، فقد أشارت بعض الدراسات إلى عدم وجود تأثير للتصنيع الرشيق على أداء التكلفة (Narasimhan et al., 2006; Hallgren and Olhager, 2009; Nabass and Abdallah, 2019). في حين توصلت دراسة Jacobs et al. (2011) إلى أن التصنيع الرشيق يؤثر سلبًا على نمو أداء الشركات. ونتيجة لذلك، لم يتم توثيق تأثير التصنيع الرشيق على الأداء التشغيلي بأبعاده المختلفة من حيث التكلفة، والجودة، والمرونة، والتسليم بشكل كاف، مما أدى إلى عدم تحديد تأثير التصنيع الرشيق على الأداء التشغيلي بشكل واضح (Nabass, and Abdallah, 2019).

بالإضافة إلى ذلك، هناك فهمًا محدودًا للآليات التي يساهم من خلالها تطبيق التحول الرقمي في تحسين الأداء التنافسي، وبصورة خاصة في البيئات المتقلبة وغير المستقرة(Mikalef and Pateli, 2017). فقد حاولت الدراسات السابقة ربط موارد تكنولوجيا المعلومات مباشرة بتحسين أداء الأعمال، وافترضت أن الاستثمار في تكنولوجيا المعلومات وحده سيحقق للشركات تحسينًا في الأداء. ومع ذلك، كانت نتائجها متضاربة، مما أدى إلى ما يسمى بـ "مفارقة إنتاجية تكنولوجيا المعلومات"، حيث توجد حالات عديدة لتطبيق تكنولوجيا المعلومات صاحبها تحسين في الأداء، وهناك أيضًا حالات فشل كبيرة في تطبيق تكنولوجيا المعلومات(Ghobakhloo and Azar, 2018; Buer et al., 2021). لذا تحاول الدراسة الحالية اختبار الأثر غير المباشر لتطبيق التحول الرقمي على الأداء التشغيلي من خلال التصنيع الرشيق كمتغير وسيط، ولك في محاولة لتبرير تكلفة الاستثمارات الضخمة الذي تتحمله الشركات عند تطبيق تقنيات التحول الرقمي، وهو مجال لم يتم استكشافه بعد بشكل كافٍ في حدود علم الباحث. بالإضافة إلى ذلك، تم إجراء معظم الأبحاث المنشورة حول التصنيع الرشيق في البلدان المتقدمة، لذلك، قد يكون من الصعب تعميم نتائج الدراسات السابقة على البلدان النامية مثل مصر(Nabass and Abdallah, 2019).

يُشير ما سبق إلى وجود العديد من الفجوات البحثية في الأدبيات المحاسبية تتعلق بأثر التحول الرقمي على التصنيع الرشيق، وتأثير تطبيق التصنيع الرشيق على أبعاد الأداء التشغيلي من حيث التكلفة، والجودة، والمرونة، والتسليم، بالإضافة إلى التأثير غير المباشر للتحول الرقمي على الأداء التشغيلي من خلال التصنيع الرشيق؛ لذا تبرز الحاجة إلى إجراء الدراسة الحالية.

وعلى ضوء ما سبق يمكن صياغة **مشكلة البحث** في الإجابة عمليًا على الأسئلة الآتية؛ هل يؤثر تطبيق التحول الرقمي على التصنيع الرشيق؟، هل يؤثر التصنيع الرشيق على مؤشرات الأداء التشغيلي المختصة بالتكلفة، والجودة، والمرونة، والتسليم؟، وهل يلعب التصنيع الرشيق دور الوساطة في تأثير التحول الرقمي على مؤشرات الأداء التشغيلي المختصة بالتكلفة، الجودة، المرونة، والتسليم؟، وذلك بالتطبيق على عينة من الشركات الصناعية العاملة في مصر.

٢- هدف البحث

يهدف البحث الحالي إلى دراسة واختبار الأثر الوسيط للتصنيع الرشيق في علاقة التحول الرقمي بمؤشرات الأداء التشغيلي المختصة بالتكلفة، والجودة، المرونة، والتسليم؛ وذلك على عينة من الشركات الصناعية العاملة في مصر.

٣- أهمية البحث ودوافعه

مع تزايد الاهتمام بالتحول الرقمي وتحقيقًا لرؤية مصر ٢٠٣٠، تبرز الحاجة إلى الدراسة الحالية والتي من المتوقع أن تمثل نتائجها إضافة على المستوى الأكاديمي والتطبيقي. ويستمد البحث الحالي **أهميته الأكاديمية** من إسهامه في بيان الدور الذي يمكن أن يلعبه التحول الرقمي في تمكين الشركات من تطبيق فلسفة التصنيع الرشيق، وهو ما يعتبر استجابة لدعوة Gunasekaran et al.(2019) بضرورة اجراء ابحاث مستقبلية تتعلق بدراسة أثار تطبيق تقنيات التحول الرقمي على تطبيق فلسفة التصنيع الرشيق. بالإضافة إلى بيان انعكاسات تطبيق فلسفة التصنيع الرشيق على تحسين مؤشرات الأداء التشغيلي، وهو مجال يعاني من وجود ندرة نسبية في

الدراسات السابقة. كما تساهم نتائج البحث في الأدبيات المحاسبية المحدودة والتي تهتم ببيان تأثير التحول الرقمي على مؤشرات الأداء التشغيلي من خلال تطبيق فلسفة التصنيع الرشيق، مما قد يوفر تبرير لمفارقة إنتاجية تكنولوجيا المعلومات. وهي بذلك تُعد الدراسة الأولى- في حدود علم الباحث- التي تهتم بالأثر الوسيط للتصنيع الرشيق في العلاقة بين التحول الرقمي والأداء التشغيلي؛ لذا فإن نتائج البحث قد تكون مفيدة للباحثين والأكاديميين في توفير أدلة تطبيقية حول هذه العلاقة، في اقتصاد ناشئ مثل مصر، حيث إن معظم الدراسات في هذا المجال قد أُجريت في البلدان المتقدمة.

كما يستمد البحث الحالي أهميته من **الناحية العملية** لكونه يسعى إلى إيجاد دليل ميداني بناءً على رأي عينة الدراسة بشأن العلاقة بين التحول الرقمي والأداء التشغيلي، وذلك بالاستناد إلى عينة من الشركات الصناعية العاملة في مصر؛ لذا فإن نتائج البحث يتوقع أن تُفيد الشركات عند تطبيق تقنيات التحول الرقمي من خلال لفت انتباه الإدارة وصانعي السياسات إلى ضرورة أن يصاحب تطبيق تقنيات التحول الرقمي تغيير فلسفة التصنيع نفسها لتصبح أكثر رشاقة في التقاط التغيرات في احتياجات العملاء وفي تعديل المنتجات والعمليات لضمان سرعة الاستجابة والتكيف مع احتياجات العملاء مع مراعاه عنصري الجودة ودقة وسرعة التسليم، مما ينعكس في تحسين الأداء التشغيلي، ويبرر الاستثمار في تطبيق تقنيات التحول الرقمي. لذا ينبغي على الشركات التي ترغب في بدء رحلتها نحو التحول الرقمي وفقًا لمفاهيم الثورة الصناعية الرابعة أن تفكر أولًا، قبل تنفيذ أي تقنية، في كيفية الاستفادة من هذه التقنيات من خلال تطبيق فلسفة التصنيع الرشيق، وبصورة معاكسه على الشركات التي تفكر في تطبيق فلسفة التصنيع الرشيق الاتجاه نحو الاستثمار في تقنيات التحول الرقمي لأنه يمثل أحد الركائز الأساسية لتطبيق التصنيع الرشيق. لذا يمكن الاستفادة من نتائج البحث في بناء استراتيجيات التحول الرقمي في عصر الاقتصاد الرقمي لتحسين الأداء التشغيلي للشركات وتحقيق ميزة تنافسية مستدامة. ورغم **كثرة دوافع البحث** إلا أن أهمها يتمثل في تضييق فجوة البحث المحاسبي في مصر في هذا المجال من جهة ومسايرة اهتمامات الدولة المصرية بقضايا التحول الرقمي من جهة أخرى.

٤- حدود البحث

يقتصر البحث الحالي على دراسة واختبار تأثير بعض تقنيات التحول الرقمي، والتي تناولتها معظم الدراسات السابقة، والمناسبة للاختبار في البيئة المصرية وليس كل تقنيات التحول الرقمي، كما يقتصر على دراسة الأداء التشغيلي من حيث التكلفة والجودة والمرونة والتسليم ومن ثم؛ يخرج عن نطاق البحث أي مؤشر آخر للأداء التشغيلي. وأخيرًا؛ فإن إمكانية تعميم نتائج البحث ستكون مشروطة بضوابط اختيار مجتمع وعينة الدراسة.

٥- خطة البحث

لمعالجة مشكلة البحث وتحقيقًا لأهدافه، سوف يتم تنظيم الجزء المتبقي من البحث على النحو الآتي؛ عرض الإطار النظري لتوصيف متغيرات الدراسة، ويستعرض فيه الباحث التحول الرقمي، والتصنيع الرشيق ، والأداء التشغيلي. يلي ذلك تحليل الدراسات السابقة واشتقاق فروض البحث، ثم عرض منهجية البحث، وأخيرًا عرض النتائج، والتوصيات، ومجالات البحث المقترحة. وسيعرض الباحث لما سبق على النحو الآتي:

٥-١ الإطار النظري لتوصيف متغيرات الدراسة

٥-١-١ التحول الرقمي (المفهوم - التقنيات)

أدت التغيرات والتطورات المتلاحقة في البيئة العالمية والاقتصادية إلى دفع الشركات نحو البحث عن أفضل الطرق لتلبية احتياجات العملاء المتزايدة والمتغيرة بصورة سريعة، ومحاولة تطوير نماذج أعمال جديدة بالنسبة للشركة نفسها أو حتى للصناعة ككل، تسمح بتغيير الطريقة التي تخلق بها الشركة القيمة لعملائها لضمان بقائها واستمرارها. وكان أحد هذه الطرق هو اتجاه الشركات نحو تطبيق التحول الرقمي. وفي الجزء التالي، يستعرض الباحث التحول الرقمي من حيث المفهوم والتقنيات.

٥-١-١-١مفهوم التحول الرقمي

بداية يجب التمييز بين مصطلح التحول الرقمي (Digital transformation) ومصطلح الرقمنة (Digitization)ومصطلح المعالجة الرقمية (Digitalization)، وذلك بهدف فهم نطاق التحول الرقمي وتأثيره على مجالات الأعمال بشكل صحيح. حيث يشير مصطلح الرقمنة (Digitization) إلى ترميز المعلومات التناظرية (الورقية) إلى تنسيق رقمي (أي إلى أصفار وآحاد) بحيث يمكن لأجهزة الحاسب الآلي تخزين هذه المعلومات ومعالجتها، مثل تحويل الفواتير الورقية إلى فواتير إلكترونية، واستخدام الاستبيانات الرقمية. عادةً ما تركز الرقمنة بشكل أساسي على رقمنة عمليات التوثيق الداخلية والخارجية، ولكنها لا تغير الأنشطة المتعلقة بخلق القيمة(Verhoef et al., 2021).

بينما يعبر مصطلح المعالجة الرقمية (Digitalization) عن استخدام تكنولوجيا المعلومات أو التقنيات الرقمية لتغيير طريقة أداء العمليات الحالية. على سبيل المثال، إنشاء قنوات تواصل جديدة مع العملاء عبر الإنترنت أو الهواتف المحمولة، مما يتيح لهم التواصل بسهولة مع الشركة ويؤدي إلى تغيير أساليب التفاعل التقليدية بين الشركات والعملاء. بالاستناد إلى المعالجة الرقمية، تطبق الشركات التقنيات الرقمية لتحسين عمليات الشركة الحالية من خلال تحقيق تنسيق أكثر كفاءة بين العمليات، أو من خلال خلق قيمة إضافية للعملاء عبر تحسين تجارب المستخدمين. لذا فإن المعالجة الرقمية لا تقتصر فقط على تخفيض التكاليف، بل تشمل أيضًا تحسين العمليات بطرق قد تحسن تجربة العملاء(Verhoef et al., 2021).

وأخيرًا، يشير مصطلح التحول الرقمي (Digital transformation) إلى المرحلة الأكثر شمولًا، حيث يمثل تغييرًا جوهريًا على مستوى عمليات الشركة بالكامل من خلال تطوير نماذج أعمال جديدة بالنسبة للشركة نفسها أو حتى للصناعة ككل(Verhoef et al., 2021; Tian et al., 2023). يسهم التحول الرقمي في تقديم نموذج عمل جديد من خلال تنفيذ منطق جديد لخلق القيمة والاستفادة منها، كما

يؤثر على الشركة بأكملها ويغير طرق تشغيلها. وهو يتجاوز المعالجة الرقمية، التي تركز فقط على تعديل العمليات والمهام التنظيمية، إذ يُعيد التحول الرقمي هيكلة العمليات ليُحدث تغييرًا جذريًا في منطق الأعمال الأساسية للشركة أو في آلية خلق القيمة التي تستند إليها الشركات لتحقيق ميزة تنافسية (عطية، ٢٠٢٤).

عرفت دراسة Schallmo et al. (2019) التحول الرقمي على أنه "تحول مستدام على مستوى الشركة، يتم من خلال تطوير عمليات الشركة الحالية أو تقديم نموذج عمل جديد، بالاستناد إلى تقنيات الرقمنة ذات القيمة المضافة، مما يؤدى إلى تحسين الربحية". وقد عرفه Wang et al.(2022) على أنه "عملية تستجيب من خلالها الشركة للتغيرات البيئية بهدف تغيير عملية خلق القيمة الخاصة بها، وذلك عبر استخدام التقنيات الرقمية مثل الحوسبة السحابية، والذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء". ويشير Sunder and Prashar (2024) إلى أن التحول الرقمي يتمثل في تكامل التقنيات الرقمية المختلفة لإعادة تشكيل طريقة تنفيذ عمليات الشركة، وإنشاء نماذج أعمال مبتكرة تهدف إلى تحسين الأداء التنظيمي.

وقد حددت دراسة Verhoef et al. (2021) ثلاثة عوامل خارجية رئيسية تدفع الشركات نحو التحول الرقمي، وتتمثل هذه العوامل في، أولاً: **التطورات السريعة والمتلاحقة في نظم المعلومات والاتصالات**، بدءًا من ظهور شبكة الإنترنت العالمية واستخدامها على نطاق واسع، وظهور العديد من التقنيات المصاحبة مثل الإنترنت عالي السرعة، الهواتف الذكية، الويب 2.0، تحسين محركات البحث، الحوسبة السحابية، التعرف على الصوت، أنظمة الدفع عبر الإنترنت، والعملات المشفرة، مما عزز تطوير التجارة الإلكترونية. كما أدى الانتشار الواسع للبيانات الضخمة وظهور التقنيات الرقمية الناشئة، مثل الذكاء الاصطناعي، وسلسلة الكتل، وإنترنت الأشياء، والروبوتات، إلى توقع حدوث تغييرات كبيرة بعيدة المدى على الأعمال التجارية، مما أكد حاجة الشركات إلى تحويل أعمالها رقميًا. **ثانيًا: زيادة حدة المنافسة**، أعادت التقنيات الرقمية تشكيل مشهد المنافسة، حيث زادت مبيعات الشركات الرقمية الناشئة،

ولم تصبح المنافسة أكثر عالمية فحسب، بل ازدادت حدتها مع سيطرة الشركات الكبرى التي تمتلك المعلومات على العديد من الصناعات. **ثالثًا: تغير سلوك العملاء استجابة للثورة الرقمية،** إذ تُشير التقارير إلى تحول سلوك العملاء بشكل متزايد إلى التعامل مع المتاجر الإلكترونية، وأصبحت النقاط الرقمية تلعب دورًا مهمًا في رحلة العميل، حيث تؤثر على كل من المبيعات عبر الإنترنت والمبيعات التقليدية. وبفضل أدوات البحث الجديدة ووسائل التواصل الاجتماعي، أصبح العملاء أكثر اتصالًا ومعرفة وتمكينًا ونشاطًا. كما تمكن التقنيات الرقمية العملاء من المشاركة في خلق القيمة من خلال تصميم المنتجات وتخصيصها، والمساهمة في عمليات التوزيع النهائية، ومساعدة العملاء الآخرين عبر مشاركة تقييمات المنتجات.

٥-١-١-٢ تقنيات التحول الرقمي

بتحليل مجموعة من الدراسات السابقة، **خلص الباحث** إلى أن هناك مجموعة من التقنيات التي تدعم عملية التحول الرقمي، والتي تتطور بمرور الوقت في عملية ديناميكية تتماشى مع دورة حياة التكنولوجيا. وتتمثل أهم تقنيات التحول الرقمي في:

- **نظم تخطيط موارد المشروع Enterprise Resource (ERPs) : Planning**تعبر عن نظم معلومات متكاملة على مستوى الشركة صممت كمجموعة متكاملة من البرامج ترتبط جميعها بقاعدة بيانات مركزية تخدم كل وظائف الشركة. وأهم ما يميز تلك النظم تحقيقها للتكامل التام بين المعلومات المتدفقة عبر وظائف الشركة المختلفة والمتمثلة في معلومات مالية ومحاسبية، ومعلومات عن التصنيع وإدارة الموارد البشرية، ومعلومات عن سلسلة التوريد، ومعلومات عن العملاء بما يمكن من استخدام شبكة حاسب آلي واحدة لخدمة احتياجات الوظائف المختلفة داخل الشركة، وبالتالي تكامل نظم المعلومات (Vemuri et al., 2006).
- **الحوسبة السحابية Cloud Computing:** هي خدمات يتم تقديمها عبر الإنترنت (السّحابة) من خلال خوادم عالمية لتلبية احتياجات المستخدمين من

جميع أنواع خدمات تكنولوجيا المعلومات- بما في ذلك الخوادم والتخزين وقواعد البيانات والشبكات والبرمجيات والتحليلات والاستخبارات، حيث يقوم موردو الخدمات السحابية بتوفير مساحات التخزين، والتطبيقات، والبرمجيات اللازمة لإجراء كافة المعالجات والتحليلات عليها دون أن يحتاج مستخدم الخدمة إلى تخزين البيانات على أجهزة الحاسب الخاصة به أو يتحمل تكلفة شراء التطبيقات او البرامج. ويمكن لمستخدم الخدمة الوصول المباشر إلى البيانات المخزنة على السحابة واجراء التحليلات اللازمة عليها من أي مكان، بهدف تحقيق ابتكارات سريعة، وموارد مرنة، ووفورات اقتصادية كبيرة (راشد، 2023).

- **تحليلات البيانات الضخمة Big Data Analytics:** تعرف تحليلات البيانات الضخمة بأنها استخدام التحليلات الرياضية والإحصائية والأساليب الكمية لتحليل البيانات الكبيرة والمعقدة بهدف الحصول على رؤى تدعم اتخاذ القرارات الإدارية وتُحسن الأداء(Boerner et al., 2025). تنقسم تحليلات البيانات الضخمة إلى ثلاث فئات رئيسة. تهدف الفئة الأولى إلى وصف ما حدث في الماضي مع بيان أسباب حدوثه، وتضم التحليلات الوصفية والتحليلات التشخيصية، بينما تهتم الفئة الثانية بالتنبؤ بما يمكن أن يحدث في المستقبل بالاستناد إلى التحليلات التنبؤية. وأخيرًا تهتم الفئة الثالثة بالتوجيه والإرشاد لما يجب القيام به في المستقبل من خلال التحليلات الإرشادية (Raffoni et al., 2018).

- **أتمتة العمليات الآلية والذكاء الاصطناعي:** تعبر أتمتة العمليات الآلية Robotic Process Automation (RPA) عن برامج معدة مسبقًا لتنفيذ مجموعة من العمليات والأنشطة والمهام النمطية القائمة على قواعد محددة أوتوماتيكيًا للحصول على نتائج محددة مسبقًا. وهي تقنية تعتمد على الروبوتات الرقمية لتنفيذ المهام أو العمل اليدوي الذي يستغرق وقتًا طويلاً (راشد، 2023). ويُشير الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence إلى أتمتة المعارف والعلوم والخبرات لجعل أجهزة الحاسب الآلي قادرة على محاكاة القدرات الذهنية البشرية وأنماط

عملها، مثل القدرة على التعلم والاستنتاج ورد الفعل على أوضاع لم تُبرمج مسبقًا في الآلة (Dubey et al., 2020; Han et al., 2023; Steens et al., 2024). وقد أشارت دراسة Gotthardt et al. (2020) إلى ضرورة أحداث دمج بين أتمتة العمليات الروبوتية مع أنظمة الذكاء الاصطناعي نظرًا لصعوبة أتمتة كافة المهام المعقدة من الناحية المعرفية والتي تتطلب اتخاذ الأحكام، كما يتيح التكامل بينهما إمكانية كشف عمليات الاحتيال حيث إن التصدي الإلكتروني لها أيضًا سيكون هو الحل الأقوى لضمان أمن الأنظمة وسلامتها.

- **إدارة علاقات العملاء Customer Relationship Management (CRM):** هو برنامج لإدارة تفاعل الشركة مع العملاء الحاليين والمستقبليين. يعمل على تحليل بيانات تاريخ العملاء مع الشركة من أجل الوصول إلى أفضل علاقات تجارية مع العملاء، مع التركيز بشكل خاص على الاحتفاظ بولاء العملاء للشركة، من أجل زيادة معدل نمو المبيعات. يتم تجميع المعلومات من مجموعة واسعة من القنوات، بما في ذلك موقع الشركة، والهاتف، والبريد الإلكتروني، ومواقع التواصل الاجتماعي، ووسائل الإعلام المختلفة، وغيرها، بما يساعد الشركات على التعرف على المزيد عن عملاءها المستهدفين وكيفية تلبية احتياجاتهم (Nichita et al., 2013).

- **إنترنت الأشياء(Internet of Things (IoT:** هو شبكة حاسوبية غير مرئية ومتكاملة تتكون من مجموعة متنوعة من الأجهزة والبرامج المتصلة عبر الشبكات السلكية واللاسلكية أو تقنية الأشعة تحت الحمراء. تعتمد هذه الشبكة على التحكم التلقائي من خلال ربط أجهزة الحاسوب بالأشياء القابلة للتعريف عبر تكنولوجيا الترددات الراديوية. تقوم هذه الشبكة بتجميع البيانات من خلال أجهزة الاستشعار والمراقبة، ثم يتم مشاركة وتبادل البيانات باستخدام اتصالات الشبكة المتوفرة وتحليلها، والتفاعل معها واتخاذ قرارات ذاتية بناءً على البيانات المجمعة دون أي تدخل بشري مباشر(Wang et al., 2021; Steens et al., 2024).

- **تقنية سلاسل الكتل Blockchains technology (BC):** هي تقنية متقدمة لقواعد البيانات تسمح بمشاركة المعلومات بشكل شفاف داخل شبكة أعمال. وهي تمثل قاعدة بيانات إلكترونية تعتمد على التشفير لإنشاء سجل معاملات غير قابل للتعديل أو التلاعب، ويتم تسجيل المعاملات فيه بطريقة تاريخية غير مركزية بين المشاركين، مما يلغي الحاجة إلى وجود وسيط ثالث. وتعتمد تقنية سلاسل الكتل على إدارة قواعد بيانات مقاومة للاختراق، حيث تتضمن كتلًا مشفرة موزعة، مما يجعل البيانات المسجلة فيها غير قابلة للتعديل أو الاختراق. تتميز هذه التقنية أيضًا بانخفاض تكاليف التداول وسرعة المعاملات. تفترض هذه البنية أن جميع المشاركين يشاركون في تنفيذ المهام واتخاذ القرارات. علاوة على ذلك، يحتفظ جميع المشاركين في الشبكة بنسخة متطابقة من دفتر الأستاذ الذي يتم فيه تسجيل المعلومات، حيث يحتوي هذا الدفتر على جميع المعاملات التي تمت منذ إنشائه ولا يمكن لأي مستخدم تعديل السجل بشكل أحادي، نظرًا لأنه يتم تخزينه في نسخ متعددة على أجهزة كمبيوتر مستقلة داخل شبكة لامركزية. ونظرًا لأن جميع المشاركين في الشبكة يمكنهم الوصول إلى نفس مجموعة سجلات دفتر الأستاذ المشترك في أي وقت، فإن أي تغيير يتم في دفتر الأستاذ (مثل تحويل الأصول إلى مشارك آخر في الشبكة) يكون مرئيًا للجميع ولا يمكن إجراء التغييرات إلا إذا تم اتباع القواعد التي يمليها بروتوكول الإجماع. يأخذ بروتوكول الإجماع شكل خوارزميات رياضية، ويتطلب موافقة المشاركين في الشبكة لتنفيذ التغيير بفعالية. في حالة عدم تحقق الإجماع، يرفض النظام تلقائيًا إدخال السجل في دفتر الأستاذ. وتضيف الخصائص السابقة الثقة والثبات والشفافية على البيانات المسجلة بسلاسل الكتل كسجل مركزي معلن وآمن من التلاعب والتعديل (Schmitz and Leoni, 2019; Han et al., 2023).
- **تقنيات التصميم والتصنيع باستخدام الحاسب:** وتشمل التصميم باستخدام الحاسب Computer-aided design (CAD) والذي يستند إلى الحاسب الآلي للمساعدة في إنشاء أو تعديل أو تحليل أو تحسين تصميم المنتجات، وتقنيات

الطباعة ثلاثية الأبعادD Printing3، التي تتيح تحويل التصاميم الرقمية إلى منتجات ملموسة، ونظم التصنيع المتكاملة مع الحاسب Computer integrated manufacturing (CIM) والذي يعتمد على الحاسب الآلي للتحكم في عملية الإنتاج بأكملها (Dalenogare et al., 2018; Dai and Vasarhelyi, 2023).

وقد صنفت دراسة Dai and Vasarhelyi (2023) تقنيات التحول الرقمي السابقة إلى أربع فئات رئيسية، تتضمن **الفئة الأولى** تقنيات الواجهة بين العالمين المادي والرقمي، والتي تعمل على ربط الفضاء الإلكتروني بالواقع الفعلي للآلات والمنتجات والأفراد في بيئة العمل، ومن أمثلتها إنترنت الأشياء الذي يربط الأجهزة المختلفة بقدرات الاستشعار والتعرف والمعالجة والاتصال والشبكات، مما يسمح للمخزون بالتفاعل مباشرة مع أنظمة تخطيط موارد المشروع والتقرير عن حالته، مما يساعد في اتخاذ إجراءات إعادة الطلب. وتتضمن **الفئة الثانية** تقنيات الشبكات والتي توفر البنية التحتية اللازمة للاتصال بين الأنظمة وأجهزة الحاسوب، ومن أمثلتها الحوسبة السحابية، التي تمكن من الوصول إلى موارد الحوسبة والتخزين عند الطلب، مما يسمح للمحاسبين بإجراء تحليلات معقدة على كميات هائلة من البيانات التي يتم جمعها من إنترنت الأشياء. كما تتضمن هذه الفئة أيضًا تقنية سلاسل الكتل، فهي دفتر أستاذ موزع وآمن يتيح التتبع الدقيق لتاريخ المعاملات التجارية، مما يقلل من مخاطر الاحتيال. وتعتمد هذه التقنية على مجموعة مشتركة من الأطراف للمصادقة على كل معاملة، مما يعزز من دقة مراقبة العمليات المالية، كما أن طابعها غير القابل للتغيير يجعلها أداة فعالة لمراقبة المعاملات التجارية.

أما **الفئة الثالثة** فتحتوي على تقنيات معالجة البيانات والتي تدعم تحليل البيانات وتقديم مدخلات ذكية لاتخاذ القرار، وتشمل أتمتة العمليات الآلية، والذكاء الاصطناعي، وإدارة علاقات العملاء، وتحليلات البيانات الضخمة. تهدف هذه الفئة إلى تحديد الأنماط والعلاقات المخفية في البيانات، مما يمكنها من تقديم تقديرات ذكية وتنبؤات دقيقة. وأخيرًا، تتضمن

الفئة الرابعة تقنيات العمليات الرقمية والمادية، والتي تعمل على تحويل النماذج الافتراضية إلى إجراءات فعلية تؤثر على العالم المادي. ومن أمثلتها الطباعة ثلاثية الأبعاد، التي تتيح تحويل التصاميم الرقمية إلى منتجات ملموسة، والروبوتات والمشغلات التي تتخذ إجراءات بناءً على نتائج تحليلات البيانات. فعلى سبيل المثال، إذا كشفت نماذج تعلم الآلة أن المنتجات نادرًا ما يتم شحنها بين الساعة الواحدة والخامسة صباحًا، فإنه يمكن ربط هذه النماذج بأجهزة إنذار متصلة بإنترنت الأشياء، والتي تُصدر تنبيهًا عند خروج منتج من المخازن في وقت غير معتاد.

تشير قدرة التحول الرقمي إلى قدرة الشركات على استخدام المنصات المتقدمة، مثل تقنيات المعلومات والاتصالات وآليات التحكم، بالإضافة إلى توفير منصات رقمية متكاملة لربط مختلف الأطراف المعنية بفعالية وعلى نطاق واسع، بما في ذلك مزودو التكنولوجيا، والمصانع، وسلاسل التوريد، ومقدمو الخدمات. الشركات التي تمتلك قدرة على التحول الرقمي يمكنها تحقيق أداء تشغيلي رقمي يتميز بدورات إنتاج قصيرة، وتنوع واسع في المنتجات، وإمكانية إنتاج منتجات مخصصة حسب طلبات العملاء الفردية. وهناك ثلاثة أبعاد رئيسية لقدرة التحول الرقمي تُعد ضرورية لتحقيق ميزة تنافسية مستدامة داخل الشركة، وهي: استشعار احتياجات العملاء والاتجاهات التكنولوجية في البيئة الرقمية، وتنظيم الموارد الداخلية والخارجية بكفاءة، وإعادة هيكلة الابتكارات التنظيمية (Yu et al., 2022).

مما سبق، **يرى الباحث** أن التحول الرقمي هو عملية تغيير تدريجي تبدأ بتبني واستخدام التقنيات الرقمية لتطوير نموذج رقمي جديد، مما يؤدي إلى تطوير نماذج أعمال مبتكرة للشركة وإحداث تغيير في آلية خلق القيمة والاستفادة منها لتحقيق مزايا تنافسية .أي أن الهدف من التحول الرقمي هو تطوير طريقة أداء العمل وخلق نماذج أعمال جديدة، والوسيلة هي الاستناد إلى مجموعة من التقنيات الرقمية مثل تحليلات البيانات الضخمة، والحوسبة السحابية، والذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، وسلاسل الكتل، وتقنيات التصميم والتصنيع باستخدام الحاسب. ويتوقع أن يؤدي

تطبيق التحول الرقمي إلى تمكين الشركات من استشعار احتياجات العملاء والاتجاهات التكنولوجية في البيئة الرقمية، وتنظيم مواردها الداخلية والخارجية بكفاءة، وإعادة هيكلة الابتكارات التنظيمية، وجميعها تمثل مقومات لتطبيق التصنيع الرشيق، كما سيتم تناوله في الجزء التالي من البحث.

٢-١-٥ التصنيع الرشيق (المفهوم- الدوافع - المقومات)

يُشير المعنى الاصطلاحي لكلمة "Agile" في مجال الأعمال كما هو وارد بقاموس كامبردج [٢] إلى " able to deal with new situations or changes quickly and successfully"، أي قدرة الشركة على التعامل مع المواقف والتغييرات الجديدة بسرعة ونجاح. واستنادًا إلى ذلك يعبر مصطلح Agile Manufacturing (AM) عن سرعة ومرونة نظام التصنيع في الاستجابة للتغيرات غير المتوقعة في بيئة الأعمال، بما يعزز الموقف التنافسي للشركة (الباز، 2020). وقد نشأ مفهوم نظام التصنيع الرشيق في عام 1991 خلال منتدى"Agility" ، وهو مبادرة مشتركة بين الحكومة الأمريكية والصناعة والأكاديميين بهدف وضع استراتيجية طويلة الأجل يمكن من خلالها للمصنعين الأمريكيين التعامل مع المنافسة العالمية، وقد عرف المنتدى نظام (AM) على أنه " القدرة على الازدهار والنمو في بيئة تنافسية تتميز بالتغيير المستمر وغير المتوقع، مع الاستجابة السريعة للأسواق المتغيرة من خلال تقديم منتجات وخدمات مصممة حسب احتياجات العملاء" (Gunasekaran et al., 2019).

على الرغم من تعدد الدراسات التي تناولت موضوع التصنيع الرشيق، إلا أنه لا يوجد اتفاق عام بين الباحثين على تعريف محدد له (Nabass and Abdallah, 2019). حيث وصف المؤيدون الأوائل التصنيع الرشيق بأنه "القدرة على إنتاج تشكيلة واسعة من المنتجات منخفضة التكلفة، عالية الجودة، في فترات زمنية قصيرة، بأحجام ودفعات مختلفة وفقًا لمواصفات يحددها العملاء" (Fliedner and).

[٢] https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/agile?q=Agile

Vokurka,1997) وعرفة Cao and Dowlatshahi (2005) بأنه " نموذج تصنيع يعتمد على الإنتاج على نطاق صغير، مع مرونة العمليات في التعامل مع البيئات المضطربة والمتغيرة". وعرفته دراسة Agarwal et al. (2006) بأنه" قدرة الشركة على تلبية احتياجات العملاء المتغيرة بشكل مستمر ودقيق". وعرفه Yusuf et al. (2014) بأنه "نظام يستند على الاستخدام الكفء للموارد الداخلية للشركة للوفاء السريع والمرن لاحتياجات العملاء المتغيرة". ومن منظور نظرية القدرات الديناميكية، تعبر الرشاقة التنظيمية عن الاستجابة والكفاءة والمرونة والسرعة، والاستباقية والقدرة على التكيف، أي القدرة على استشعار التغيير والاستجابة له(Ciampi et al.,2022).

من التعريفات السابقة **يرى الباحث** أن التصنيع الرشيق يتطلب أن يكون لدى الشركة القدرة على وضع المتطلبات التنافسية في سياقها الصحيح، والاستفادة من المبادرات، وابتكار خصائص جديدة للمنتج بشكل استباقي قبل المنافسين بهدف تحقيق مجموعة واسعة من الأهداف التنافسية مثل تخفيض التكلفة، والمرونة، وتطويع المنتج، والريادة التكنولوجية، والربحية، وحصة السوق، وولاء العملاء. وبالتالي فهو يعبر عن قدرة الشركة على تعديل عمليات الشركة الداخلية وأنشطتها من خلال استخدام الأساليب والأدوات الإدارية والتصنيعية المناسبة للاستجابة السريعة للتغيرات السوقية.

لقد دفعت الضغوط المتعلقة بالاستجابة السريعة لاحتياجات العملاء، وتغير الظروف البيئية، وارتفاع مستويات تقلبات السوق، وارتفاع درجة عدم التأكد البيئي، وزيادة تقلبات الطلب، وتعدد احتياجات العملاء، وانخفاض دورة حياة المنتج، الشركات الصناعية على ضرورة تطبيق نظام تصنيع يتصف بالمرونة، والكفاءة، والقدرة على التكيف مع التغيرات بسرعة (Agarwal et al., 2006; Inman et al., 2011; Gunasekaran et al., 2019). حيث تتبني الشركات فلسفة التصنيع الرشيق استجابة لطلب العملاء المتزايد من خلال تقديم مجموعة متنوعة من المنتجات

والخدمات، بما يسمح للشركة بتمييز منتجاتها عن المنافسين (Hallgren and Olhager, 2009).

أما من حيث مقومات تطبيق التصنيع الرشيق، فقد حددت دراسة **Gunasekaran et al. (2018)** الركائز الأساسية لتحقيق أهداف التصنيع الرشيق، والتي تمثل مزيجًا من الكفاءات التمكينية اللازمة لتحقيق الميزة التنافسية في ظل بيئة الأعمال شديدة التنافسية وغير المستقرة. وتشمل هذه المقومات ما يلي:

- **التطويع الشامل (Mass customization)**: يُشير التطويع (التخصيص) الشامل إلى قدرة الشركة على تقديم مجموعة واسعة من المنتجات والخدمات المصممة وفقًا للاحتياجات الفردية لكل عميل، مع الحفاظ على تكلفة منخفضة، أي إنتاج منتجات مخصصة لكل عميل. ويختلف التطويع الشامل عن الإنتاج الضخم، الذي يعتمد على تصنيع عدد قليل من المنتجات النمطية لجميع العملاء، كما يختلف عن تطوير المنتجات الرشيق، الذي يقوم بتطوير وتقديم سلسلة من المنتجات المرتبطة بشكل متتابع. وتزداد أهمية التطويع الشامل كإستراتيجية لتعزيز الميزة التنافسية في ظل سوق ديناميكي وغير مؤكد. ويتطلب التطويع الشامل القدرة على تصميم وإنتاج وتسليم كميات كبيرة من المنتجات المختلفة التي تلبي احتياجات العملاء المحددة بسرعة. ويستلزم تبني التطويع الشامل إعادة تعريف استراتيجيات وعمليات الأعمال بهدف تحقيق أتمتة مرنة وإنشاء وحدات تشغيلية نمطية. وبالتالي، يرتبط هذا المفهوم بـ "حساسية السوق"، التي تهدف إلى تقديم منتجات مخصصة بتكلفة تنافسية. ويمكن التطويع الشامل العملاء من اختيار المنتجات وتصميمها بمواصفات خاصة تلبي احتياجاتهم، وذلك من خلال الاستفادة من تكنولوجيا المعلومات المتقدمة والتصميم بمساعدة الحاسوب. ويوجد مستويات مختلفة من التطويع، تبدأ من التنميط الكامل، حيث لا يتم تعديل أي من عمليات التصميم أو التصنيع أو التجميع أو التوزيع، وصولًا إلى التطويع الكامل، حيث يتم إنتاج منتج متميز تقنيًا وفق احتياجات كل عميل، وهو ما يتطلب موارد كبيرة.

- **سلاسل التوريد الرشيقة (Agile supply chains):** تتكون سلاسل التوريد الرشيقة من شركات منفصلة قانونيًا وموزعة مكانيًا تعمل في تصميم وتصنيع تعاوني بمساعدة تكنولوجيا المعلومات المستندة إلى الإنترنت. وتمثل سلاسل التوريد الرشيقة نموذج متطور في إدارة سلاسل التوريد يركز على الاستجابة السريعة والمرونة لمواكبة التغيرات في الطلب، مع القدرة على التكيف مع الظروف غير المتوقعة وتحقيق أقصى قيمة للعملاء، مما يدعم الشركة في تحقيق ميزة تنافسية. بالإضافة إلى ذلك، فإن الشركات التي تمتلك قدرات سلاسل التوريد الرشيقة تكون أكثر حساسية تجاه العملاء، وأكثر قدرة على أحداث توافق بين العرض والطلب، وأكثر قدرة على تخفيض زمن دورة التصنيع والتسليم. وهناك أربعة أبعاد لممارسات سلسلة التوريد الرشيقة، هي: حساسية العملاء، تكامل العمليات، تكامل السلسلة، التكامل الافتراضي. تعني حساسية العملاء أن يعمل اعضاء سلسلة التوريد على الاستجابة السريعة لاحتياجات العملاء المتغيرة. ويتطلب ذلك تكامل عمليات التصنيع بناءً على الكفاءات الأساسية النسبية لشركاء سلسلة التوريد. ويتطلب عنصر تكامل السلسلة أن تعمل شركاء سلسلة التوريد كاتحاد من الشركاء الملتزمين بالممارسات الرشيقة، مما يتيح لهم الاستفادة من الكفاءات في إنتاج منتجات مخصصة بطريقة فعالة. أما العنصر الرابع، وهو التكامل الافتراضي، فيتجاوز تكامل السلسلة ويتطلب أن يسلم شركاء سلسلة التوريد معرفتها وكفاءاتهم عبر الإنترنت، مما يعزز إمكانية التعاون الفوري وتبادل المعلومات في الوقت الحقيقي، وبالتالي تحسين مستوى التنسيق والكفاءة التشغيلية.
- **تمكين العاملين (Employee empowerment):** يلعب العاملون دورًا رئيسيًا في كيفية قيام الشركات بخلق القيمة وتوصيلها للعملاء. يؤدي تمكين العاملين إلى تحويل الهياكل التنظيمية من الراسية إلى الأفقية، حيث تصبح قرارات الفرق المهنية أكثر أهمية من السلطة الرسمية .كما أن الشركات ذات الهيكل التنظيمي الأفقي تمنح الصلاحيات للعاملين في خطوط الإنتاج، مما يقلل

من الحواجز بين المفكرين والمنفذين، ويحد من إهدار الموارد ويُسرع الاستجابة. ويتحقق تمكين العاملين من خلال وضع برامج تدريبية تستهدف تحسين مهارات العاملين، وتمكين الموظفين من التعامل مع التقنيات الذكية، مع تشجيع العمل الجماعي وتنمية المهارات التعاونية والذي يُساعد على سرعة وكفاءة تنفيذ المهام، مع تشجيع العاملين على المشاركة في اتخاذ القرارات، مما يساهم في سرعة حل المشكلات. يعتبر تمكين العاملين عنصرًا هامًا في منهجية التصنيع الرشيق، حيث يدعم الميزة التنافسية من خلال تحسين مهارات العاملين وتوسيع نطاق مسؤولياتهم.

- **الأتمتة الذكية (Intelligent automation):** يُشير مصطلح أتمتة التصنيع إلى مجموعة العمليات الكاملة التي يمكن أن تنفذها الآلات والمعدات بدون تدخل بشري أو بتدخل بشري محدود. وبناءً على مستوى التدخل البشري المطلوب ومدى العمليات التي يمكن للآلة تنفيذها، يمكن تحديد ثلاثة بدائل رئيسية لأتمتة التصنيع، وهي :الأتمتة الجماعية، الأتمتة المرنة، والأتمتة الذكية. في ظل الأتمتة الجماعية، يتم تصميم الآلات لتنفيذ عمليات محددة لا يمكن تغييرها أو إعادة تجهيزها أو إعادة برمجتها للقيام بأي مهام أخرى. بينما توفر الأتمتة المرنة ميزة التكيف مع مجموعة أوسع من العمليات، رغم أن ذلك يتطلب وقتًا لإعادة التجهيز والتبديل بين العمليات. وعلى الرغم من فوائدها، إلا أنها قد لا تكون مناسبة للمهام البسيطة نسبيًا مثل التصنيع والتجميع في عمليات الدُفعات المتكررة ذات الحجم الكبير، حيث تكون إعادة التهيئة والتخصيص المستمر أمرًا غير ضروري. أما الأتمتة الذكية، فتعتمد بشكل كبير على أنظمة التحكم الحاسوبية، وتتميز بنظم تغذية عكسية مغلقة وقدرات تشخيص مدمجة. تعمل هذه الأنظمة كشبكات متكاملة ومستقلة من الآلات التي يتم التحكم بها رقميًا، مع أنظمة تغذية عكسية وتحكم ومشغلات وأجهزة استشعار متصلة عبر ناقلات الحركة. وبفضل شبكات الاتصال المتقدمة والأنظمة الحاسوبية الموزعة، يمكن برمجة هذه الأنظمة لتنفيذ مجموعة واسعة من مهام التصنيع والتجميع مع توفير الوقت

والجهد. أن الهدف الأساسي من الأتمتة الذكية هو إعادة التهيئة الديناميكية كوسيلة للاستجابة للمواصفات المتغيرة وإنتاج منتجات مخصصة بتكلفة تنافسية تماثل تكاليف الإنتاج في ظل الحجم الكبير.

لقد عززت الحوسبة الشاملة والبرمجيات المتقدمة وتقنيات الاستشعار من قدرة أنظمة التصنيع على إنتاج المنتجات باستخدام أقل قدر من الطاقة والموارد، مع الاستجابة السريعة لمتطلبات العملاء فيما يخص الجودة، وتطويع المنتجات أو تفردها، بالإضافة إلى تخفيض زمن تسليم المنتجات، وزيادة تكامل الخدمات، مما يؤدي إلى تحسين الكفاءة التشغيلية وخفض التكاليف، وتحسين تجربة العملاء من خلال استجابة أسرع وأكثر تخصيصًا، ودعم الابتكار، وتعزيز المرونة في الأعمال، وزيادة دقة القرارات، وتقليل الأخطاء البشرية، مما يسهم في تحقيق ميزة تنافسية مستدامة للشركات في بيئة الأعمال الديناميكية.

- **تبني التكنولوجيا(Technology adoption):** يُعد تبني التكنولوجيا عاملاً رئيسيًا في تعزيز الميزة التنافسية من خلال التكامل المعياري والاستفادة من التجارب السابقة المرتبطة بتبني التقنيات الحديثة مثل نظم تخطيط المواد، ونظام الإنتاج بدون فاقد، والهندسة المتزامنة، وإدارة الجودة الشاملة. يتطلب التصنيع الرشيق دمجًا ذكيًا للأدوات والأساليب المختلفة لتلبية متطلبات العملاء بفعالية. ومع ذلك، تميل بعض الشركات إلى النظر إلى التقنيات كبدائل منفصلة، رغم أن تكاملها يعزز تطويع المنتجات ويقلل من دورة التصنيع .يستفيد نظام التصنيع الرشيق من التعلم المنهجي المستمد من الإنتاج بدون فاقد والهندسة المتزامنة، مما يمكنه من الاستجابة بشكل أفضل لتقلبات السوق. كما تسهم تقنية المعلومات والبيانات الضخمة في تحسين تبادل المعلومات وتعزيز القدرة التنافسية، خاصة في بيئة الأعمال سريعة التغيير. يُعد تبني أو دمج تقنيات تكنولوجية متعددة شرطًا أساسيًا لضمان نجاح تصميم وتطبيق نظام التصنيع الرشيق، إذ يدعم التكامل التكنولوجي القدرة على تطوير وتنفيذ حلول متكاملة كوسيلة للتعامل مع عدم استقرار السوق، وضمان بقاء الشركات في بيئة تنافسية متغيرة باستمرار.

تتمتع الشركات الرشيقة بالقدرة على استكشاف طرق جديدة لأداء الأعمال بسرعة، والتنبؤ بالتطورات والتكيف معها بشكل استباقي، واغتنام الفرص لتحقيق ميزة تنافسية (Ahmed et al., 2022).حيث يساعد الشركات على أن تصبح أكثر حساسية للسوق، والتكيف مع الطلب غير المتوقع للعملاء، وتعزيز رضا العملاء Kumar). et al., 2019) ويمتاز التصنيع الرشيق بقدرته العالية على تطوير منتجات جديدة، وتوفير فرص إنتاج منتجات مخصصه بطريقة فعّالة من خلال ثلاث ممارسات مترابطة وهي: القدرة العالية على التخصيص والتي تُشير إلى قدرة نظام التصنيع على تلبية الاحتياجات الفردية للعملاء، مما يسمح بتوفير منتجات مخصصة تتماشى مع متطلبات الأسواق المختلفة. بالإضافة إلى التعامل الفعّال مع التنوع، والذي يعبر عن قدرة النظام على التعامل مع تنوع المنتجات بكفاءة دون التأثير على الكفاءة التشغيلية أو جودة الإنتاج، وأخيرًا المرونة في تقديم منتجات جديدة، والتي تعكس قدرة النظام التصنيعي على إدخال وتطوير منتجات جديدة بسرعة، وبتكلفة مقبولة استجابةً للتغيرات في متطلبات السوق، وتعد هذه العناصر الثلاثة ممارسات مترابطة لكنها متميزة(Hallgren and Olhager, 2009).

مما سبق **يرى الباحث** أن التصنيع الرشيق يمثل استجابة منهجية للضغوط التي تفرضها المستويات المرتفعة من عدم استقرار السوق وتعقيد المنتجات. ويستند إلى الحاجة إلى إنشاء هياكل وموارد وقدرات مرنة يمكن تعبئتها أو إعادة تكوينها أو التخلص منها بسهولة لاستغلال الفرص ومواجهة التهديدات في الأسواق غير المستقرة. ويرتكز تنفيذ فلسفة التصنيع الرشيق إلى تمتع الشركة بالقدرة على تقديم مجموعة واسعة من المنتجات والخدمات حسب الاحتياجات الفردية لكل عميل بتكلفة تنافسية تماثل تكاليف الإنتاج في ظل الحجم الكبير، وتفعيل سلاسل التوريد الرشيقة، وتمكين العاملين، والأتمتة الذكية، وتبني التقنيات التكنولوجية الحديثة.

ويُنظر إلى التصنيع الرشيق على أنه قدرة ديناميكية، وتُعرف القدرات الديناميكية "Dynamic capabilities" بأنها "قدرة الشركة على دمج وبناء وإعادة تكوين

الكفاءات الداخلية والخارجية بطريقة تُمكن الشركة من التكيف مع التغيرات في البيئة الخارجية والاستفادة من الفرص الجديدة" (Mohaghegh et al., 2024). وترى نظرية القدرات الديناميكية أن بقاء الشركة واستمرارها في تحقيق ميزة تنافسية مستدامة في ظل بيئة عمل متغيرة باستمرار يتطلب منها أن تمتلك ثلاثة أنواع من القدرات هي: قدرة الاستشعار "Sensing capability" ، وهي قدرة على استشعار المستقبل والتعرف على الفرص والتهديدات في البيئة الخارجية، وقدرة الاقتناص "Seizing capability"، وتعبر عن القدرة على تخصيص الموارد اللازمة لاستغلال الفرص المتوقعة وتطوير المنتجات والخدمات الجديدة، وقدرة التحول "Shifting capability" من خلال التجديد المستمر للموارد والكفاءات وإعادة هيكلة الأصول والقدرات الداخلية لتمكين الشركة من البقاء ومواكبة البيئات المتغيرة (Teece, 2016). وتختلف القدرات الديناميكية عن الروتين التشغيلي، حيث إنها تُشير إلى قدرة الشركة على إعادة تكوين مواردها وتوظيفها بفعالية في الوقت المناسب لاستشعار التغيرات البيئة والاستجابة لها بكفاءة (Ahmed et al., 2022).

تُعد نظرية القدرات الديناميكية امتدادًا لنظرية الموارد والقدرات-Resource" "Based Viewلتفسير الميزة التنافسية للشركات التي تعمل في أسواق متقلبة وبيئات ديناميكية شديدة التغير (Ghobakhloo and Azar, 2018). وتفترض نظرية القدرات الديناميكية أن الموارد وحدها لا يمكن أن تكون مصدرًا للميزة التنافسية، حتى وإن كانت نادرة، ما لم يتم استغلالها بفعالية لدعم أو التكامل مع موارد، أو قدرات، أو عمليات أخرى داخل الشركة(Ghobakhloo and Azar, 2018) . تعتمد نظرية القدرات الديناميكية على أن امتلاك موارد يصعب تقليدها، مثل الأصول، والمعرفة، والعمليات، والقدرات، لا يكفي لتحقيق ميزة تنافسية مستدامة في الأسواق التي تتسم بالديناميكية والمنافسة الشديدة. فقد تتحول الميزة التنافسية التي تمتعت بها الشركة في وقت ما إلى نقطة ضعف في وقت آخر عندما تتغير ظروف السوق. لذا، من الضروري امتلاك قدرات ديناميكية يصعب تكرارها، تتيح للشركة خلق وتوسيع وتطوير والحفاظ على الأصول الفريدة والعمليات والقدرات الأخرى، مما يمكنها من

تكوين مراكز جديدة وطرق عمل مبتكرة، لتحقيق أقصى استفادة من أصولها (Teece, 2016).

لقد حظي مفهوم القدرات الديناميكي باهتمام كبير باعتباره امتدادًا لنظرية الموارد، حيث يؤكد على أهمية التكيف والتغيير لمواكبة متطلبات السوق المتغيرة، فلكي تنجح الشركات في ظل هذه الظروف، يجب أن تطور قدرات ديناميكية تتيح لها إنشاء وتوسيع وتعديل طرق خلق القيمة للعملاء، والتكيف بوعي مع التغيرات البيئية من خلال تعديل مواردها الأساسية (Mikalef and Pateli, 2017). بناءً على ذلك، يمكن اعتبار التصنيع الرشيق جزءًا من القدرات الديناميكية التي تمكن الشركات من مواجهة التطورات البيئية وتغيرات الطلب بفعالية (Overby et al., 2006)، من خلال استشعار التغيرات في السوق والاستجابة لها بتعديل الموارد والقدرات على مستوى الشركة، مما يسمح للشركة بتحقيق ميزة تنافسية والحفاظ عليها (Mikalef and Pateli, 2017; Ghobakhloo and Azar, 2018; Mohaghegh et al., 2024).

أما فيما يتعلق بالعلاقة بين نظام التصنيع الرشيق ونظام التصنيع بدون فاقد "Lean manufacturing"، والذي يعبر عن فلسفة إدارية تسعى إلى القضاء المنهجي على الهدر في عمليات الشركة من خلال مجموعة من الممارسات المتكاملة لإنتاج المنتجات والخدمات بمعدل يتوافق مع الطلب (Narasimhan et al., 2006; Ghobakhloo and Azer,2018) ، فقد استعرضت الدراسات السابقة عدد من العلاقات المقترحة بين النظامين، يمكن تصنيفها إلى ثلاثة تيارات بحثية رئيسية، على النحو الآتي:

- **التصنيع الرشيق والتصنيع بدون فاقد هما مفهومان متعارضان تمامًا**: بالرغم من أن كلًا من استراتيجية التصنيع بدون فاقد واستراتيجية التصنيع الرشيق يتناولان نفس الأولويات التنافسية (التكلفة والجودة والخدمة والمرونة)، ويهدفان إلى تعزيز التنافسية في الأجل الطويل، إلا أنهما يختلفان في المبادئ والممارسات والنتائج، وبالتالي لا يمكن أن يتواجدا معًا بشكل كامل، حيث يؤكد كل منهما على

عناصر مختلفة (Narasimhan et al., 2006). حيث يهتم التصنيع بدون فاقد بتحقيق الكفاءة من حيث التكلفة، بينما يركز التصنيع الرشيق على السرعة والمرونة وليس التكلفة (Vázquez-Bustelo et al., 2007; Nabass and Abdallah, 2019). ويتفق ذلك مع دراسة Narasimhan et al.(2006) والتي توصلت إلى أن التصنيع الرشيق يلبي ويتفوق على التصنيع بدون فاقد في جميع أبعاد الأداء التشغيلي باستثناء كفاءة التكلفة. لذا، لا يمكن أن يتم تطبيقهما معًا(Gunasekaran et al., 2008) .

- **التصنيع بدون فاقد يعتبر مقدمة للتصنيع الرشيق:** يرى عدد من الباحثين أن التصنيع الرشيق يمكن تحقيقه من خلال الاستفادة من عناصر الأنظمة والأساليب الحالية التي تم تطويرها واستخدامها بالفعل عند تطبيق التصنيع بدون فاقد (Vazquez-Bustelo et al., 2007; Gunasekaran et al., 2008; Ghobakhloo and Azar, 2018). وبشكل أكثر تحديدًا، يعتبر التصنيع الرشيق هو الخطوة المنطقية التالية أو التطور الطبيعي للتصنيع بدون فاقد (Gunasekaran et al., 2008). وقد توصلت دراسة Inman et al. (2011) إلى وجود تأثير معنوي لتطبيق استراتيجية الشراء في الوقت المناسب، والتي تمثل أحد أدوات التصنيع بدون فاقد، على تطبيق التصنيع الرشيق. يتطلب التصنيع بدون فاقد من الشركات تجميع معلومات عن الطلب الحالي والمستقبلي للعملاء، بالإضافة إلى التغذية العكسية عن الجودة وأداء التسليم. كما يعتمد التصنيع بدون فاقد على بناء علاقات طويلة الأجل مع العملاء والموردين، ومشاركتهم في تطوير المنتجات الحالية والمستقبلية، مما يشكل محركات أساسية لتطبيق التصنيع الرشيق. وبناءً على ذلك، ستتمكن الشركات التي تطبق التصنيع بدون فاقد من تحقيق استفادة أكبر عند تبني التصنيع الرشيق (Ghobakhloo and Azar, 2018).
- **التصنيع الرشيق والتصنيع بدون فاقد متكاملان تمامًا:** هناك تيار من الأدبيات يدافع عن الاستخدام المتزامن للتصنيع بدون فاقد والتصنيع الرشيق. يعتقد

المؤيدون لهذا التيار، الذين يطلق عليهم "Leagile"، أن أنظمة التصنيع يمكن أن تتكون من كل من التصنيع بدون فاقد والتصنيع الرشيق، ويعملًا معًا لاستغلال الفرص السوقية بطريقة فعالة من حيث التكلفة (Krishnamurthy and) Yauch, 2007. توجد تكاملات بين مختلف ممارسات التصنيع بدون فاقد والتصنيع الرشيق، إذ يعتمد كلًا منهما بشكل كبير على التحليل الإحصائي، واستراتيجية الموارد البشرية، والتكامل عبر سلسلة التوريد، والتواصل بشكل مستمر بين الأطراف المعنية الداخلية والخارجية (Hallgren and Olhager, 2009; Ghobakhloo and Azar, 2018) . ويؤدي تكاملهما معًا إلى تحسين مستوى الأداء التشغيلي بشكل عام، وتحسين مكونات الأداء التشغيلي من حيث المرونة الإنتاجية، والجودة، والإنتاجية والطاقة، وخفض زمن دورة التشغيل، وخفض التكاليف(الصغير،2019).

ويرى الباحث أن كلًا من التصنيع الرشيق والتصنيع بدون فاقد يمكنهما تحقيق الأهداف المرجوة منهما بمعزل عن بعضهما البعض، وأن أياً منهما ليس أفضل ولا أسوأ من الآخر. وهذا يعني أنه يمكن استخدام أي منهما بنجاح اعتمادًا على البيئة التنافسية للشركة؛ إذ يكون التصنيع بدون فاقد مناسبًا عندما تكون ظروف السوق مستقرة بشكل أساسي، والطلب متوقع ويتم إنتاج منتجات نمطية، بينما يكون التصنيع الرشيق مناسبًا عندما تكون البيئة أكثر تقلبًا مع تعدد احتياجات العملاء وسرعة تغيرها. يتطلب التصنيع بدون فاقد القضاء على جميع أشكال الهدر، بما في ذلك الوقت، بهدف تخفيض التكلفة، بينما يتطلب التصنيع الرشيق استخدام المعرفة السوقية ورشاقة استشعار التغيرات السوقية، والرشاقة في تكيف عمليات التصنيع للتجاوب مع التغيرات السوقية لاستغلال الفرص المربحة في سوق متقلب.

٥-١-٣ الأداء التشغيلي (المفهوم- المقاييس)

يعرف الأداء التشغيلي بأنه " تحديد وتنفيذ واستخدام مقاييس أداء على مستوى العمليات اليومية التي يقوم بها العاملون (de Leeuw and van den Berg,.

" (2011 تهدف مقاييس الأداء التشغيلية إلى الوقوف على مستوى الكفاءة والفعالية في تنفيذ عمليات وأنشطة الشركة (الباز، 2020)، والتعرف على التحسينات الواجب إجرائها على المنتج أو الخدمة، فيما يتعلق بالتكلفة، والجودة، ومستوى الخدمة، والتسليم في الوقت المحدد(Eckstein et al.,2015). وقد إشارات الدراسات السابقة إلى صعوبة اختيار الشركات لمقياس واحد فقط للأداء التشغيلي، لذا اقترحت الأدبيات عدة مؤشرات لقياس الأداء التشغيلي. على سبيل المثال، قامت دراسة Jabbour et al. (2013) بقياس الأداء التشغيلي باستخدام مؤشرات التكلفة، والجودة، والمرونة، والتسليم، وعدد المنتجات الجديدة، والوقت اللازم لتطوير منتجات جديدة وتقديمها إلى السوق. بينما استخدم Nawanir et al. (2013) مؤشرات الجودة، وتخفيض المخزون، وزمن التسليم، والإنتاجية، والتكلفة. في المقابل، اعتمد Devaraj et al. (2007) على مؤشرات التكلفة، والجودة، والمرونة، والتسليم، وهي نفس المؤشرات التي اشارت إليها دراسة Hallgren and Olhager (2009) باعتبارها العناصر الرئيسية للأداء التشغيلي في الشركات الصناعية. في حين استندت دراسة Vázquez-Bustelo et al.(2007) في قياس الأداء التشغيلي إلى مؤشرات التكلفة، والمرونة، والجودة، والتسليم، والخدمة، والبيئة .

بالإضافة إلى ذلك، استندت دارسة Leite and Braz (2016) إلى مؤشرات سرعة التسليم، ومرونة المنتج، ومرونة الحجم لقياس الأداء التشغيلي في ظل التصنيع الرشيق. بينما قام Abdallah et al. (2016) بقياس الأداء التشغيلي بالاستناد إلى مؤشرات التكلفة، والجودة، والتسليم، والمرونة، والابتكار. ونظرًا لان مؤشرات التكلفة، والجودة، والتسليم، والمرونة تمثل أكثر المقاييس استخدامًا في الأدبيات، فقد تم الاعتماد عليها في الدراسة الحالية.

فمن حيث **التكلفة**، تتنافس الشركات عادةً على تخفيض التكاليف، حيث يؤثر خفض تكلفة الإنتاج بشكل كبير على قدرة الشركات في الحفاظ على مزاياها التنافسية. وتركز الشركات التي تتنافس على أساس التكلفة على تقديم منتجات بأسعار مشابهة

لمنافسيها(Hallgren and Olhager, 2009). وتُشير **الجودة** إلى "مدى توافق المنتج مع متطلبات العميل"، وتسعى الشركات إلى تزويد عملائها بمنتجات عالية الجودة بأقل تكلفة ممكنة، أو تقليل تكاليف عملياتها دون التأثير على جودة المنتج(Nabass and Abdallah, 2019).

وفيما يتعلق **بالمرونة**، فقد اقترح الباحثون عدة تعريفات للمرونة من زوايا مختلفة. فعلى سبيل المثال، عرف الباز(2020) مرونة التشكيلة على أنها قدرة الشركة على استخدام طاقتها الإنتاجية لتقديم منتجات مخصصة بتكلفة منخفضة. بينما عرف Sharma and Bhat (2014) مرونة الحجم بأنها "قدرة الشركة على العمل بمستويات إنتاج مختلفة دون التأثير على أداء النظام من حيث التكلفة أو الجودة أو الخدمة". وتساعد مرونة الحجم الشركات على الاستجابة السريعة لتغيرات الطلب (Nabass and Abdallah, 2019). وأخيرًا يمكن تعريف **التسليم** من منظورين رئيسيين، وهما سرعة التسليم ودقة التسليم. حيث تشير سرعة التسليم إلى قدرة الشركة على تسليم المنتجات والخدمات للعملاء بشكل أسرع مقارنة بمنافسيها، في حين يعكس دقة التسليم قدرة نظام التصنيع في الشركة على تحقيق التسليم في الوقت المحدد(Hallgren and Olhager, 2009; Nabass and Abdallah, 2019)

٥-٢ تحليل الدراسات السابقة واشتقاق فروض البحث

يتناول الباحث في هذه الفرعية من البحث عرضًا للدراسات السابقة واشتقاق فروض البحث على النحو الآتي:

٥-٢-١ تحليل الدراسات السابقة التي تناولت أثر التحول الرقمي على التصنيع الرشيق واشتقاق الفرض الأول للبحث

يمكن أن يسهم التحول الرقمي في تطبيق التصنيع الرشيق بطرق عدة، حيث تُمكن تقنيات التحول الرقمي الشركات من تحقيق الرشاقة في استشعار السوق، والتي تشير إلى القدرة المعرفية أو الذهنية لاستشعار التغيرات المستقبلية في السوق، والتنبؤ بها، وتحليلها. وتعتمد هذه النوعية من الرشاقة على جمع وتحليل كميات ضخمة من

المعلومات التي تمكن الشركات الصناعية من استشعار والتنبؤ بتغيرات طلب السوق، وكذلك مراقبة وتحسين المنتجات بسرعة لمواجهة احتياجات العملاء المتغيرة باستمرار (Overby et al., 2006; Lu and Ramamurthy, 2011;Ghobakhloo and Azar, 2018). كما يساعد التحول الرقمي الشركات على تحقيق الرشاقة التشغيلية، والتي تشير إلى قدرة الشركة على تعديل وتكيف عملياتها الداخلية بسرعة مع التغيرات في السوق أو الطلب، من خلال تخفيض الوقت اللازم لابتكار منتجات جديدة، وتخفيض زمن التسليم المنتجات، وزيادة القدرة التنافسية من حيث جودة المنتج (Lu and Ramamurthy, 2011; Ghobakhloo and Azar, 2018)

وقد استعرضت عدد من الدراسات السابقة التأثير المحتمل لتقنيات التحول الرقمي المختلفة على تمكين تطبيق التصنيع الرشيق من حيث الرشاقة في استشعار السوق، والرشاقة التشغيلية التي تساعد على سرعة الاستجابة لطلبات العملاء والوفاء باحتياجاتهم المختلفة من خلال إنتاج منتجات تناسب احتياجات العملاء الفردية، وزياد مرونة ورشاقة سلسلة التوريد، والاتمتة الذكية، وتمكين العاملين، والتي تمثل الركائز الأساسية لتحقيق أهداف التصنيع الرشيق (Gunasekaran et al., 2018). ويستعرض الباحث في الجزء التالي العلاقة بين تطبيق تقنيات التحول الرقمي وتطبيق التصنيع الرشيق، وذلك على النحو الآتي:

الذكاء الاصطناعي (AI): أوضحت الدراسات السابقة إمكانية استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي لتحسين أنظمة دعم اتخاذ القرارات عبر سلسلة التوريد، وخاصة لدعم إدارة المخزون، والأنشطة الإلكترونية للمشتريات، وأتمتة العديد من العمليات الصناعية وعمليات خدمة العملاء. وفيما يتعلق باتخاذ القرارات، يقوم الذكاء الاصطناعي بشكل تلقائي بتحديد الخيارات الأكثر ملائمة في ظل سيناريوهات العمل المختلفة، وبالتالي يدعم عملية اتخاذ القرارات. من ناحية أخرى تستند تقنية الذكاء الاصطناعي إلى خوارزميات ذاتية التعلم، والتي تساعد على تعزيز مرونة الشركات من خلال تحليل البيانات واتخاذ القرارات بشكل

فوري(Ciampi et al., 2022). كما يسمح الذكاء الاصطناعي بتحسين إدارة المخزون والطلب التلقائي والذكي عندما يصل المخزون إلى مستوى الأمان. وفيما يتعلق بالأنشطة الإلكترونية للمشتريات، يحسن الذكاء الاصطناعي قدرات الأتمتة لربط المشترين والبائعين وتحديد الكميات المطلوبة بمرور الوقت . وأخيرًا، يتم تطبيق الذكاء الاصطناعي أيضًا في أتمتة العمليات مثل الأنشطة التصنيعية أو خدمة العملاء من خلال الروبوتات الذكية والتطبيقات ذاتية الخدمة بما يحقق الرشاقة التشغيلية (Oliveira-Dias et al., 2022).

إنترنت الأشياء(IoT) : يُمكن إنترنت الأشياء الشركة من جمع معلومات في الوقت الفعلي(المتزامن)، مما يُحسن من تبادل المعلومات والتعاون بين شركاء سلسلة التوريد، ويزيد من قدرات الرقابة (Alberti-Alhtaybat et al., 2019). أما فيما يتعلق ببيئة التصنيع، تقوم الآلات المزودة بحساسات إنترنت الأشياء بتوليد تدفقات مستمرة من المعلومات، مما يتيح تحسين الصيانة الوقائية، وخفض مخاطر تعطل الآلات والتوقف عن العمل، مما يضمن رشاقة العمليات التشغيلية، والسرعة في تسليم المنتجات إلى العملاء. كما تساعد تقنية إنترنت الأشياء على استشعار التغيرات في احتياجات العملاء، مما يمكن الشركة من العمل نحو الوفاء بهذه الاحتياجات بصورة استباقية مقارنة بالمنافسين، وتحقيق ميزة تنافسية (Ciampi et al., 2022; Oliveira-Dias et al., 2022).

الحوسبة السحابية(CC): توفر الحوسبة السحابية فرصًا للشركات لدمج البيانات وتطبيقات تكنولوجيا المعلومات بشكل أسهل وأسرع مع شركائها من خلال تعزيز سرعة المعاملات البينية وتمكين الوصول إلى البيانات في الوقت الفعلي لجميع شركاء سلسلة التوريد(Oliveira-Dias et al., 2022). كما تسمح تقنيات الحوسبة السحابية بسرعة تعديل موارد تكنولوجيا المعلومات وسرعة تشغيل تطبيقات تكنولوجيا المعلومات، مما يُعد من العوامل الأساسية التي تساعد الشركة على الاستجابة السريعة للتغيرات في بيئة الأعمال، كما توفر الحوسبة السحابية قدرة حوسبة ضخمة تسمح بحل المهام المعقدة بسرعة عالية(Sharma and Shah, 2015). علاوة على ذلك،

يمكن تطبيق الحوسبة السحابية في سياق التصنيع، أي تصنيع السحابة " Cloud Manufacturing"، والذي يعتمد على رقمنة الموارد والخدمات التصنيعية وتحويلها إلى موارد سحابية ومشاركتها عبر الإنترنت بطريقة مشابهة للخدمات السحابية في تكنولوجيا المعلومات، وعندما يُستخدم هذا النهج في التصنيع بالتزامن مع مفهوم تأجيل تخصيص المنتجات وتميزها إلى مراحل الإنتاج النهائية Delayed product differentiation"، فإنه يساعد على الاستجابة السريعة للمتطلبات السوقية المتغيرة، وتخفيض زمن وتكلفة دورة التصنيع(Yu et al., 2018).

تحليلات البيانات الضخمة (BDA): مع تقدم استخدام تكنولوجيا المعلومات الرقمية وزيادة كمية ونوعية المعلومات المتدفقة من وسائل التواصل الاجتماعي المختلفة، تعتبر تحليلات البيانات الضخمة أداة مفيدة لمعالجة المعلومات بسرعة وكفاءة عبر سلسلة التوريد بأكملها. في هذا السياق، يُعتبر ارتباط البيانات الضخمة بـذكاء الأعمال أداة مهمة تعزز من قدرات الاستجابة من خلال تقديم معلومات ملائمة حول بيئة الأعمال ودعم اتخاذ قرارات سلسلة التوريد(Oliveira-Dias et al., 2022) . كما يمكن لتحليلات البيانات الضخمة أيضًا تدعيم فلسفة التصنيع الرشيق من خلال مساعدة المديرين على استشعار التغيرات في البيئة، ودعم التخطيط للطلب (Gunasekaran et al., 2018; Alberti-Alhtaybat et al., 2019; Mandal, 2019)

كما يمكن الاستناد إلى تحليلات البيانات الضخمة في زيادة رشاقة سلسلة التوريد من خلال الوصول الفوري للمعلومات عن مستويات المخزون لدى الموردين، بالإضافة إلى التنبؤ بالتغيرات في الطلب المستقبلي على المنتجات، مما يساعد الشركة على سرعة الاستجابة للتغيرات في بيئة الأعمال (Mandal, 2019). بشكل أكثر تحديدًا، يمكن أن يساعد تحليل تعليقات العملاء على وسائل التواصل الاجتماعي حول منتجات الشركة من توفير معلومات تُمكن الشركة من التنبؤ بحجم الطلب المستقبلي، كما تسمح تحليلات البيانات الضخمة بتحديد اتجاهات متطلبات العملاء، وهو ما يساعد الشركة في سرعة إنتاج منتجات وتوفير خدمات مخصصة. علاوة على ذلك،

توفر إدارة البيانات فرصة لمراقبة أنشطة سلسلة التوريد واستشعار الأحداث غير الاعتيادية، وكذلك التعرف على المشكلات المحتملة في سلسلة التوريد، وهو ما يعد أمرًا ضروريًا للحد من مخاطر الأخطاء والاضطرابات بشكل استباقي(Alberti-Alhtaybat et al., 2019).

وقد صنفت دراسة Mandal (2019) قدرات إدارة تحليلات البيانات الضخمة إلى قدرات متعلقة بالتخطيط، والتنسيق، والرقابة، واتخاذ قرارات الاستثمار. حيث توفر تحليلات البيانات الضخمة بيانات تساعد الشركات على تخطيط استراتيجيات العمليات المستقبلية، وتحليل وتحديد أولويات المجالات التي تتطلب استثمارًا للتطوير، بالإضافة إلى التنسيق بين أعضاء سلسلة التوريد لتحقيق مزامنة عمليات سلسلة التوريد بفعالية من خلال التحليل المناسب ومشاركة المعلومات، وأخيرًا رقابة تنفيذ العمليات الرئيسية عبر التحليل المناسب وتبادل المعلومات. وقد هدفت الدراسة إلى استكشاف تأثير القدرات المختلفة لإدارة تحليلات البيانات الضخمة على رشاقة سلسلة التوريد. وتوصلت الدراسة إلى أن قدرات تحليلات البيانات الضخمة من حيث التخطيط، والتنسيق والرقابة تؤثر إيجابًا على رشاقة سلسلة التوريد، في حين لا تؤثر قدرات تحليلات البيانات الضخمة المتعلقة باتخاذ القرارات الاستثمارية على رشاقة سلسلة التوريد.

سلاسل الكتل (BC): تسمح تقنية سلاسل الكتل للشركاء التجاريين بمشاركة المعلومات مثل الوثائق المتعلقة بالتصميم وبيانات المعاملات بشكل أسرع وأكثر موثوقية، مما يحسن من الاتصال والثقة ويحد من عدم تماثل المعلومات بين شركاء سلسلة التوريد(Ciampi et al., 2022; Oliveira-Dias et al., 2022). كما يمكن أن تقضي العقود الذكية المتاحة على سلاسل الكتل والقابلة للتنفيذ ذاتيًا بشكل مستقل وتلقائي دون الحاجة إلى وجود وسيط، من خلال المدفوعات المؤتمتة على التأخيرات في السداد مما يزيد من رشاقة سلسلة التوريد؛ ومن ثم يُمكن من تطبيق التصنيع الرشيق (Sheel and Nath, 2019). كما يمكن لسلاسل الكتل تحسين رشاقة الأنشطة التشغيلية من خلال إدخال الأتمتة باستخدام العقود الذكية وتسهيل

تبادل الوثائق بين شركاء سلسلة التوريد. علاوة على ذلك، يمكن لسلاسل الكتل تسهيل عملية التنبؤ بالطلب وإدارة المخزون من خلال تتبع مستويات المخزون وزيادة دقة تدفق المعلومات عبر سلسلة التوريد، مما يؤدي بدوره إلى تحسين قدرات التسليم وزيادة رضا العملاء (Sheel and Nath, 2019).

تقنيات التصميم والتصنيع باستخدام الحاسب: تساعد أدوات التصميم والتصنيع باستخدام الحاسب مثل CAD,CIM, 3D Printing على تطبيق التصنيع الرشيق من خلال قدرتها على سرعة إنشاء وتعديل وتحليل وتحسين تصميم المنتجات، وتحويل التصاميم الرقمية إلى منتجات ملموسة، مع التقييم السريع لمكونات المنتج أو الأجزاء الجديدة، وتخفيض زمن تعديل خطوط التجميع، وتخفيض زمن طرح المنتجات في الأسواق، والتنفيذ المبكر لاحتياجات العملاء، وإتاحة تصنيع منتجات مخصصة. كما تساهم تقنيات التصميم والتصنيع باستخدام الحاسب في تحسين تصميم المنتجات والعمليات، مما يسهل عملية التجميع والتصنيع والتجميع (Ghobakhloo and Azar, 2018).

وأخيرًا تساعد أدارة علاقات العملاء (CRM) على دمج متطلبات العملاء وتلبية احتياجاتهم بشكل فوري والذي يمثل عنصر هام لنجاح التصنيع الرشيق؛ إذ تلعب أنظمة التغذية العكسية العملاء دورًا محوريًا في تحسين الأداء وضمان استمرارية القدرة التنافسية (Hasan et al.(2007. كما تساعد نظم تخطيط موارد المشروع على حدوث تكامل وتعاون بين شركاء سلسلة التوريد وتخطيط الاحتياجات من المواد، وتلقي أوامر العملاء.

كما أشارت عدد من الدراسات السابقة إلى أن الدمج بين تقنيات التحول الرقمي المختلفة ينعكس بالإيجاب على تطبيق التصنيع الرشيق. وفي هذا المجال توصلت دراسة Alberti-Alhtaybat et al.(2019) إلى أن الدمج بين إنترنت الأشياء مع تقنيات أخرى مثل الحوسبة السحابية وتحليلات البيانات الضخمة يؤدي إلى زيادة رشاقة سلسلة التوريد. فالبيانات المجمعة عبر إنترنت الأشياء، التي يتم تخزينها

ومعالجتها بالاستناد إلى الحوسبة السحابية ويتم استخدامها في تحليل البيانات الضخمة، ستساهم بشكل كبير في تحسين رشاقة عمليات سلسلة التوريد، مما ينعكس بالإيجاب على تطبيق التصنيع الرشيق. وتُشير دراسة Ciampi et al. (2022) إلى أن تكنولوجيا الحوسبة السحابية تسهل رشاقة سلسلة التوريد من خلال تمكين التواصل بين أنظمة تخطيط موارد المشروع الخاصة بشركاء سلسلة التوريد. علاوة على ذلك، يتم استخدام بنية الحوسبة السحابية لدعم إدارة البيانات الضخمة وتقنيات إنترنت الأشياء، التي يتم دمجها معًا لتسريع عمليات إدارة البيانات بين شركاء سلسلة التوريد، وبالتالي تحسين رشاقة سلسلة التوريد(Ciampi et al., 2022) .

كما يمكن لتقنيات التحول الرقمي تمكين العمل التعاوني من خلال تمكين الاتصال الجماعي غير المقيد بالزمان والمكان، حيث يمكن لفرق العمل في جميع أنحاء الشركة أن تتشارك في المعرفة وتتبادل الآراء، وتتواصل بفعالية، مما قد يسرع من عملية تطوير منتجات جديدة تعكس توقعات العملاء (Ghobakhloo and Azar, 2018). ويعتبر تمكين العاملين أحد ركائز التصنيع الرشيق (Gunasekaran et al., 2018).

وقد اتجهت عدد من الدراسات السابقة نحو بحث مقومات تطبيق التصنيع الرشيق، واجتمعت على أهمية توافر موارد تكنولوجية لتسهيل تطبيق التصنيع الرشيق. وفي هذا المجال توصلت دراسة Mikalef and Pateli (2017) إلى أن القدرات الديناميكية المدعومة بتكنولوجيا المعلومات تمكن الشركة من تحقيق نوعين من المرونة هما مرونة استغلال الفرص السوقية ومرونة التكيف التشغيلي، مما يعزز الأداء التنافسي. وأشارت دراسة Kumar et al. (2019) إلى أن أهم التحديات التي تعوق الشركات من تبني التصنيع الرشيق يتمثل في سوء استخدام نظام المعلومات داخل الشركة، بالإضافة إلى ضعف إدارة العلاقات مع الموردين؛ إذ يركز التصنيع الرشيق على تحقيق أقصى استجابة لمتطلبات العملاء في بيئة تنافسية متزايدة، وهو أمر لا يمكن تحقيقه إلا من خلال التنسيق بين هيكل النظام والموارد التكنولوجية داخل الشركة. وتوصلت الدراسة إلى أن التنفيذ الفعال لنظام التصنيع الرشيق يستند إلى

سبعة ركائز أساسية، أهمها تطبيق تكنولوجيا معلومات متقدمة. كما توصلت دراسة Ahmed et al.(2022) إلى أن الشركات صغيرة ومتوسطة الحجم في باكستان والتي تمتلك قدرة أعلى على استخدام المنصات الرقمية تكون أكثر رشاقة في مواجهة التغيرات السوقية والتحديات البيئية، مما يساعدها على البقاء في السوق. كما توصلت دراسة Agarwal et al. (2023) إلى أن تطبيق التصنيع الرشيق في قطاع السيارات في الهند يتأثر بالعوامل التالية: المرونة، والقدرات التكنولوجية، والابتكار الموجه نحو العملاء، والتحول الرقمي.

يخلص **الباحث** مما سبق إلى أن التحول الرقمي يتوقع أن يؤثر على تطبيق التصنيع الرشيق بما يتضمنه من تقنيات تُمكن الشركة من تجميع ومعالجة كمية كبيرة من البيانات لإنتاج معلومات يمكن استخدامها في استشعار والتنبؤ بتغيرات طلب السوق، وتقنيات خاصة بالتصميم والتصنيع والعمليات يمكن أن تساعد الشركة في تحقيق الرشاقة التشغيلية والإنتاجية من خلال تخفيض زمن التصميم والتصنيع، مما يسهم في سرعة الابتكار وإنتاج منتجات مخصصة. تأسيسًا على ذلك يمكن للباحث اشتقاق الفرض الأول للبحث على النحو الآتي:

الفرض الأول(H1): يؤثر التحول الرقمي إيجابًا ومعنويًا على التصنيع الرشيق في الشركات الصناعية في مصر

٢-٢-٥ تحليل الدراسات السابقة التي تناولت أثر التصنيع الرشيق على الأداء التشغيلي واشتقاق الفرض الثاني للبحث

يرتبط التصنيع الرشيق بقدرة الشركة على البقاء والازدهار في بيئة تنافسية تتسم بالتغير المستمر وغير المتوقع(Gunasekaran et al., 2019). تهدف الشركات من تطبيق التصنيع الرشيق إلى تحقيق مزايا تنافسية تمكنها من الاستمرار والبقاء. ولتحقيق ذلك، لا يركز التصنيع الرشيق فقط على المرونة والاستجابة السريعة، بل يهتم بتحقيق كافة الأهداف التنافسية، مثل التكلفة، والجودة، والمرونة، والتسليم للوفاء

بمتطلبات العملاء المختلفة (Vázquez-Bustelo et al., 2007; Inman et al., 2011; Nabass and Abdallah, 2019; Khalfallah and Lakhal, 2021).

فمن حيث الجودة، يرتبط التصنيع الرشيق باستراتيجية تقديم منتجات عالية الجودة ومخصصة وفقًا لاحتياجات العملاء (Gunasekaran et al., 2019) . يدعم تطبيق التصنيع الرشيق إنتاج منتجات على مستوى عالٍ من الجودة ليس فقط من خلال إنشاء نظام إنتاج داخلي يستند تشغيله إلى الأتمتة الذكية، ولكن أيضًا عبر تطوير ثقافة تنظيمية ومعتقدات قوية لدى جميع العاملين والشركاء حول أفضل الممارسات المرتبطة بالتصنيع الرشيق مما يُحسن من جودة الإنتاج (Nabass and Abdallah, 2019).

أما فيما يتعلق بالمرونة، يعمل التصنيع الرشيق على سرعة الاستجابة لطلبات العملاء من خلال أحداث تغييرات سريعة في مزيج المنتجات (Gunasekaran et al., 2019). وبالتالي، عندما يكون الطلب متغيرًا وتزداد حاجة العملاء إلى تنوع المنتجات، تصبح الحاجة إلى تبني التصنيع الرشيق أكبر (Agarwal et al., 2006). يؤثر التصنيع الرشيق في قدرة الشركة على إنتاج منتجات متنوعة من خلال التركيز على إعادة التهيئة السريعة للمنتجات وتعزيز قوة العمليات الداخلية (Narasimhan et al., 2006).يتطلب التصنيع الرشيق المرونة، ليس فقط في العمليات والآلات، ولكن أيضًا في القوى العاملة؛ إذ تؤثر القوى العاملة المدربة تدريبًا جيدًا بشكل كبير على قدرة نظام التصنيع على الاستجابة للتغيرات في حجم الإنتاج (Narasimhan et al., 2006).

كما أن أحد السمات المميزة للأسواق الحديثة هو الاستجابة السريعة لطلبات العملاء، لا سيما فيما يتعلق بأداء التسليم. وعليه، فإن التصنيع الرشيق موجه بالأساس نحو تلبية متطلبات العملاء(Gunasekaran et al., 2019) ، مما يجعل تحسين أداء التسليم أمرًا ضروريًا في الشركات الرشيقة. يمكن للشركات الرشيقة تحسين أداء التسليم من خلال إنشاء آليات شراكة قوية مع الموردين والعملاء لتعزيز القدرة على

التسليم في الوقت المحدد. يرتبط التسليم السريع بقدرة الشركة على تعديل منتجاتها وفقًا لاحتياجات العملاء. وتُعد استراتيجية تأجيل تخصيص المنتجات وتميزها إلى مراحل الإنتاج النهائية (Delayed product differentiation)؛ حيث يتم تأجيل الأنشطة المتعلقة بتمييز المنتج النهائي حتى استلام طلب العميل، مما يمكن لشركة من إنتاج مكونات عامة مسبقًا ثم تخصيص بقية المكونات بناءً على الطلب الفعلي، إحدى استراتيجيات التصنيع الرشيق التي تلعب دورًا مهمًا في تحسين التسليم في الوقت المحدد (Yu et al., 2018).

وأخيرًا، لم تحسم نتائج الدراسات السابقة تأثير التصنيع الرشيق على أداء التكلفة. فمن جهة، يرى البعض عدم وجود تأثير للتصنيع الرشيق على أداء التكلفة (Narasimhan et al., 2006; Hallgren and Olhager, 2009; Nabass and Abdallah., 2019). ومن جهة أخرى، يمكن للتصنيع الرشيق والذي يستند على استخدام التكنولوجيا المتقدمة وتطوير مهارات إدارية وإبداعية ودمجها مع التكنولوجيا المتقدمة من تمكين الشركات من إنتاج منتجات اقتصادية ومخصصة، وتحقيق تخفيضات كبيرة في تكاليف الإنتاج . (Vazquez-Bustelo et al., 2007)

وقد تناولت عدد من الدراسات السابقة دراسة تأثير تطبيق التصنيع الرشيق على الأداء التشغيلي وأبعاده المختلفة. ومن هذه الدراسات دراسة Narasimhan et al.(2006) والتي توصلت إلى أن الشركات التي تطبق التصنيع الرشيق تتفوق في جميع أبعاد الاداء التشغيلي من حيث جودة التصميم، وجودة التوافق، ودقة التسليم في الوقت المحدد، وسرعة التسليم، وسرعة تقديم منتجات جديدة، ومرونة العمليات مقارنة بالشركات التي تطبق الإنتاج بدون فاقد باستثناء كفاءة التكلفة. وأرجعت الدراسة هذه النتيجة إلى أن الشركات التي تطبق التصنيع الرشيق تركز على الخدمة من حيث الجودة والتسليم والمرونة، بما يتماشى مع مفهوم الرشاقة الذي يؤكد على الاستجابة السريعة، وتخفيض وقت تطوير المنتجات الجديدة، وخفض وقت تعديل الأنظمة والعمليات.

وقد توصلت دراسة Vázquez-Bustelo et al.(2007) إلى وجود تأثير إيجابي معنوي لتطبيق التصنيع الرشيق على الأداء التشغيلي من حيث التكلفة، والمرونة، والجودة، والتسليم، والخدمة، والبيئة. وذلك لعينة من الشركات الصناعية العاملة في اسبانيا، باستخدام منهجية الاستقصاء. مما يُشير إلى أن التصنيع الرشيق يسمح بالتحسين المتزامن لأبعاد الأداء التشغيلي المختلفة، ويحقق مختلف أهداف التصنيع. وتتعارض هذه النتيجة مع فرض المقايضات الذي يفترض وجود تعارض بين مؤشرات الأداء التشغيلي المختلفة وخاصة التكلفة.

كما توصلت دراسة Hallgren and Olhager (2009) إلى وجود علاقة ارتباط سلبية بين تطبيق التصنيع الرشيق وتطبيق استراتيجية القيادة بالتكلفة، كما توصلت الدراسة إلى وجود تأثير لتطبيق التصنيع بدون فاقد على أداء التكلفة، بينما يرتبط التصنيع الرشيق بشكل أكبر بمرونة حجم الإنتاج وتنوع المنتجات. وذلك لعينة من ٢١١ شركة صناعية تعمل في مجال تصنيع السيارات، والإلكترونيات، والآلات في الولايات المتحدة الأمريكية، ألمانيا، السويد، فنلندا، النمسا، اليابان، وكوريا الجنوبية. وبالنسبة للشركات التي تتبع استراتيجية التميز، يوفر التصنيع الرشيق توافقًا أفضل كمبادرة تحسين، حيث يؤثر بشكل كبير على أداء المرونة، بالإضافة إلى التأثيرات الإيجابية والهامة على أداء التسليم والجودة. وبالتالي، فإن التصنيع الرشيق هو الخيار المناسب إذا تم اعتماد استراتيجية التميز.

وتوصلت دراسة Inman et al. (2011) إلى وجود تأثير إيجابي معنوي لتطبيق التصنيع الرشيق على الأداء التشغيلي، وذلك من خلال إجراء دراسة ميدانية لعينة من مديري الإنتاج والعمليات العاملين لدى شركات صناعية كبرى في الولايات المتحدة الامريكية. وقد هدفت دراسة Leite and Braz (2016) إلى استكشاف مدى تطبيق ممارسات التصنيع الرشيقة، وتأثيرها على الأداء التشغيلي استنادًا إلى دراسة حالة ثلاث شركات برتغالية. وخلصت الدراسة إلى الشركات محل الدراسة تطبق العديد من

ممارسات التصنيع الرشيق، وأن هذه الممارسات تساهم بشكل إيجابي في تحسين الأداء التشغيلي.

كما توصلت دراسة Ghobakhloo and Azar (2018) إلى وجود تأثير إيجابي للتصنيع الرشيق على الأداء المالي والتسويقي والتشغيلي، لعينة من 189 شركة إيرانية لتصنيع قطع غيار السيارات. وأهتمت دراسة Nabass and Abdallah (2019) ببحث تأثير التصنيع الرشيق على الأداء التشغيلي من حيث التكلفة، والجودة، والتسليم، والمرونة لعينة من الشركات الصناعية العاملة في الأردن. وأظهرت نتائج الدراسة وجود تأثير إيجابي للتصنيع الرشيق على أبعاد الأداء التشغيلي المتعلقة بالجودة، والتسليم، والمرونة، في حين لم تتوصل الدراسة إلى وجود تأثير على أداء التكلفة.

وتوصلت دراسة الباز (2020) إلى أن تطبيق التصنيع الرشيق يؤدي إلى تحسين جودة المنتجات، وتحسين المعدلات الزمنية للتسليم، وزيادة مرونة العملية الصناعية، وترشيد التكاليف. واستندت الدراسة إلى منهجية الاستقصاء لجمع البيانات من عينة مكونة من 127 مفردة من أعضاء هيئة التدريس ومحاسبي التكاليف في شركات صناعية عاملة في مصر. وتوصلت دراسة Khalfallah and Lakhal (2021) إلى وجود تأثير إيجابي معنوي للتصنيع الرشيق على الأداء التشغيلي، وذلك باستقصاء اراء عينة من 205 من المديرين في المستويات الإدارية العليا لشركات تنتمي لقطاعات صناعية مختلفة عاملة في تونس.

مما سبق **يرى الباحث** أن هناك شبة اتفاق بين الدراسات السابقة على وجود تأثير إيجابي للتصنيع الرشيق على ابعاد الأداء التشغيلي من حيث الجودة، والمرونة، والتسليم ويتماشى ذلك مع مفهوم الرشاقة الذي يؤكد على الاستجابة السريعة لاحتياجات العملاء، وتقليل وقت تطوير المنتجات الجديدة، وخفض، وتحقيق كفاءة في تعديل العمليات. وأن هناك اختلاف بين الدراسات السابقة في تأثير التصنيع الرشيق

على أداء التكلفة. تأسيسًا على ما سبق يمكن للباحث اشتقاق الفرض الثاني للبحث (وفرعياته) على النحو الآتي:

الفرض الثاني(H2): يؤثر التصنيع الرشيق إيجابًا ومعنويًا على الأداء التشغيلي للشركات الصناعية في مصر

الفرض الفرعي(H2a): يؤثر التصنيع الرشيق إيجابًا ومعنويًا على تخفيض تكلفة الإنتاج للشركات الصناعية في مصر

الفرض الفرعي(H2b): يؤثر التصنيع الرشيق إيجابًا ومعنويًا على تحسين جودة المنتجات للشركات الصناعية في مصر

الفرض الفرعي(H2c): يؤثر التصنيع الرشيق إيجابًا ومعنويًا على مرونة العملية التصنيعية للشركات الصناعية في مصر

الفرض الفرعي(H2d): يؤثر التصنيع الرشيق إيجابًا ومعنويًا على سرعة تسليم المنتجات للشركات الصناعية في مصر

٥-٢-٣ تحليل الدراسات السابقة التي تناولت الدور الوسيط للتصنيع الرشيق في العلاقة بين التحول الرقمي والأداء التشغيلي واشتقاق الفرض الثالث للبحث

تهدف الشركات بشكل أساسي إلى تحسين أدائها لتحقيق النمو وضمان بقائها في المنافسة. ويُعتبر الأداء التشغيلي الجيد أساسًا لبقاء الشركات وتطورها Yu et al., (2022). يمكن قياس أداء التحول الرقمي باستخدام العديد من المقاييس، بما في ذلك الأداء التشغيلي، إذ من المتوقع أن يؤدي تطبيق التحول الرقمي إلى تحسين الأداء التشغيلي للشركة بعدة طرق. حيث أشار Wamba et al.(2017) إلى أن الدافع من استثمار الشركات الصناعية في تقنيات التحول الرقمي هو تخفيض تكاليف معالجة البيانات عبر أتمتة عملية جمع البيانات وتخزينها وتحليلها. من ناحية أخرى أكدت دراسة Wanga et al.(2021) على أن تبني إنترنت الأشياء يساعد في تصميم المنتجات ومراقبتها وتحسينها، مما يعزز من أداء المنتجات وتجربة المستخدم، وبالتالي تحسين الاداء التشغيلي. كما يساعد استخدام تحليلات البيانات الضخمة المدعومة بالذكاء الاصطناعي الشركات على تطوير قدراتها فيما يتعلق بمعالجة المعلومات، حيث تقدم تحليلات الاعمال للمديرين معلومات تصف ما حدث في الماضي وتشخص أسباب حدوثة، وتساعد على التنبؤ بالأحداث المستقبلية مع تقديم

الارشادات اللازمة للتعامل معها حال حدوثها، وهو ما يساعد على تخفيض عدم التأكد فيما يتعلق بطلب العملاء وتوقع احتياجاتهم المستقبلية، مما يؤدي إلى دقة تخطيط الاحتياجات من المخزون، وبالمثل، يترتب على استخدام تحليلات البيانات الضخمة المدعومة بالذكاء الاصطناعي خلق فرص للشركات لإعادة تشكيل مواردها بطرق تساعدها على التكيف مع الظروف الديناميكية وبناء شراكات أفضل مع شركائها، مما ينعكس في تحسين الأداء التشغيلي(Dubey et al., 2020).

وقد تناولت العديد من الدراسات اختبار تأثير التحول الرقمي على الأداء التشغيلي للشركات الصناعية من خلال التأثير على بعض ركائز التصنيع الرشيق، فقد أوضحت دراسة Ruiz-Ortega et al.(2013) أنه في ظل التطورات التكنولوجية السريعة والمتلاحقة وزيادة شدة المنافسة في البيئة الصناعية، تُمكّن التقنيات الرقمية الشركات من فهم احتياجات العملاء بدقة وكفاءة بالاستناد إلى تحليلات البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي، مما ينعكس بالإيجاب على أداء التشغيلي من حيث المرونة والسرعة في تطوير المنتجات الجديدة.

وقد هدفت دراسة Dalenogare et al. (2018) إلى بحث المنافع المتوقعة لبعض تقنيات التحول الرقمي على الأداء التشغيلي، وذلك من خلال إجراء دراسة ميدانية شملت ٢٢٢٥ شركة صناعية عاملة في البرازيلي في ٢٧ قطاع صناعي. وتوصلت الدراسة إلى وجود تأثير إيجابي لتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد، الخدمات السحابية وإنترنت الأشياء وأتمتة العمليات الآلية على الأداء التشغيلي من حيث تحسين أداء المنتجات الحالية وتطوير منتجات جديدة. حيث تتيح تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد إمكانية تعديل المنتجات رقميًا قبل إنتاجها الفعلي، مما يخفض من أوقات المعالجة والموارد والأدوات المطلوبة، كما تعمل على تسريع ابتكار المنتجات وتساعد في أنشطة التصميم المشترك، مما يعزز تطوير منتجات أكثر تخصيصًا. كما تزيد الخدمات السحابية من قيمة المنتج المدركة لدى العملاء، حيث تمكن الشركة من إطلاق منتجات ذكية مزودة بأجهزة استشعار ومعالجات وبرمجيات متصلة عبر

الإنترنت، مما يُضيف وظائف وقدرات جديدة للمنتجات تتعلق بالرقابة، والتحكم، والتحسين، والاستقلالية، وبالتكامل مع إنترنت الأشياء يمكن للمنتجات التواصل مع منتجات وأنظمة أخرى، مما يؤدي إلى تحسين النتائج العامة وتمكين حلول خدمة ما بعد البيع. وأخيرًا فقط أظهرت أتمتة العمليات الرقمية باستخدام أجهزة الاستشعار ارتباطًا كبيرًا بالأداء التشغيلي.

وقد توصلت دراسة Moeuf et al. (2018) إلى أن تطبيق التحول الرقمي له ارتباط إيجابي بمؤشرات الأداء التشغيلي من حيث زيادة المرونة، وتحسين الإنتاجية، والجودة، وتخفيض التكلفة، وتقصير وقت التسليم. حيث تساعد منصات الحوسبة السحابية من التعاون بين الشركات، مما يسهل التفاعل مع الطلبات الجديدة في السوق ويزيد من مرونة الشركة. كما يؤدى استخدام الأدوات الرقمية إلى تخفيض تكاليف التصنيع من خلال الاعتماد على الطباعة ثلاثية الأبعاد، كما تساعد أدوات التحول الرقمي الشركات على تحسين الإنتاجية من خلال بناء خطط إنتاج تأخذ في الاعتبار الاضطرابات الداخلية في تدفقات الموارد والتغيرات في طلبات العملاء ووضع خطط لتحسين تدفقات الإنتاج استنادًا إلى بيانات إنترنت الأشياء، كما يساعد إنترنت الأشياء وأتمتة العمليات الآلية على تحسين جودة المنتج. ويؤدي استخدام منصات الحوسبة السحابية إلى تخفيض زمن التصميم من خلال التعاون بين جميع شركاء شبكة الاعمال، فضلًا عن تسهيل مزامنة جميع عمليات الإنتاج. كما تعمل رقمنه طلبات العملاء على تخفيض زمن معالجة وتنفيذ استلام أوامر البيع وتسريع تنفيذ الطلبات المستقبلية. وأخيرًا تساعد تقنية إنترنت الأشياء على تحسين تدفقات الإنتاج والقضاء على أوقات الانتظار، مما يخفض من زمن التسليم.

وقد استندت دراسة Dubey et al. (2020) إلى نظرية القدرة الديناميكية والنظرية الشرطية لاختبار العلاقة بين تحليلات البيانات الضخمة المدعومة بالذكاء الاصطناعي والأداء التشغيلي، وذلك لعينة من ٢٥٦ شركة صناعية عاملة في الهند. وأظهرت نتائج الدراسة أن تحليلات البيانات الضخمة المدعومة بالذكاء الاصطناعي

لها تأثير إيجابي معنوي على الأداء التشغيلي؛ إذ تُتيح هذه التحليلات للشركات تحسين الأداء التشغيلي من خلال سرعة تطوير منتجات أو خدمات جديدة، وتحسين جودة المنتجات أو الخدمات، وتخفيض التكاليف، والحد من المخاطر السوقية المرتبطة بعمليات الابتكار.

وتوصلت دراسة Guo and Xu (2021) إلى وجود علاقة إيجابية معنوية بين التحول الرقمي والأداء التشغيلي مقاسًا بتأثير كثافة التكلفة (Cost-intensive effect)، وقد تم قياس الأداء التشغيلي بمتمم نسبة التكلفة إلى إيرادات (١- نسبة التكاليف إلى الإيرادات)، وكلما ارتفع الأداء التشغيلي، زادت كفاءة الشركة في تحقيق الإيرادات بأقل التكاليف، مما يعكس تحسن الإنتاجية وتخفيض المصاريف التشغيلية، وذلك لعينة من ٢٢٥٤ شركة صناعية مسجلة في سوق الأسهم A في الصين خلال الفترة من ٢٠١٠-٢٠٢٠. وقد اشارت دراسة Pan et al.(2021) إلى أن تطوير الشركات لقدرتها الرقمية يمثل أمرًا ضروريًا للتعامل مع المشكلات التقنية سريعة التطور بالإضافة إلى التقلبات المستمرة في بيئة الاعمال؛ أذ أن استخدام الروبوت الصناعي في عملية الإنتاج في الشركات الصناعية لا يُحسن من دقة العمليات فحسب بل يزيد أيضًا من الكفاءة الإنتاجية ويخفض التكاليف. كما توصلت الدراسة إلى أن القدرات الرقمية للشركات تؤثر إيجابًا على أداء المنتجات الجديدة من حيث عدد وسرعة تطوير المنتجات الجديدة، وجودة المنتجات، مما يحسن من أدائها التشغيلي، وذلك لعينة من الشركات الصناعية العاملة في الصين.

كما استعرضت دراسة Wanga et al. (2021) التأثير المباشر وغير المباشر لتبني إنترنت الأشياء على عمليات الشركة. حيث يؤثر إنترنت الأشياء بشكل مباشر في تحسين عملية تخصيص الموارد في العمليات الإنتاجية والتشغيلية، وتحسين عملية رقابة تدفق المواد والأصول، ويؤثر بشكل غير المباشرة على عمليات الشركة من خلال تأثيره على المعلومات، إذ يمكن أن يحسن تبني إنترنت الأشياء من تكامل المعلومات، وكفاءة نقلها، وبيئة المعلومات الداخلية، مما يساعد في إعادة تشكيل

طريقة أداء عمليات الإنتاج والتشغيل والإدارة، وهي تحولات تتجاوز قدرات أي نظام معلومات تقليدي، مما يحسن من الأداء التشغيلي للشركة.

واستعرضت دراسة Yu et al.(2022) الدور الذي يمكن أن يلعبه التحول الرقمي في تحسين مؤشرات الأداء التشغيلي مقارنة بتكنولوجيا المعلومات التقليدية من حيث خفض التكاليف، زيادة إنتاجية العاملين، تحسين كفاءة الأصول. إذ يترتب على تطبيق التحول الرقمي تخفيض تكاليف المعاملات، فمن خلال الأنظمة الرقمية الموحدة يتم تحسين تدفق المعلومات داخل الشركة، مما يزيد من كفاءة الاتصال بين الأقسام ويُزيل الروابط غير الضرورية في عمليات الإنتاج والمبيعات، بالإضافة إلى زيادة إنتاجية الموظفين نتيجة تخفيض عبء العمل البدني عبر الأتمتة، ودعم اتخاذ القرار الديناميكي المستند إلى البيانات، وتحسين الهيكل التنظيمي لرفع كفاءة العمل. بالإضافة إلى تحسين كفاءة الأصول، فمن خلال تقنيات الذكاء الاصطناعي تستطيع الآلات تعلم كيفية تحسين أدائها ذاتيًا، مما يؤدي إلى تشغيلها بأفضل كفاءة ممكنة ، كما يساعد إنترنت الأشياء على محاكاة العمليات التشغيلية في الوقت الفعلي، مما يُحسن إدارة الإنتاج والصيانة. وأخيرًا تتيح الرقمنة تحسين كفاءة سلسلة التوريد من خلال ما توفره من إمكانية مشاركة خطط الإنتاج والمخزون والتوريد مع الموردين بسهولة. وقد توصلت الدراسة إلى وجود تأثير إيجابي لقدرات التحول الرقمي على الأداء التشغيلي من حيث تخفيض التكلفة وتحسين الجودة وتحسين أداء العمليات والمرونة في تعديل المنتجات لتناسب احتياجات العملاء المحددة، وذلك باستخدام عينة من ١٦٢شركة صناعية عاملة في الصين.

وبالرغم من المنافع المتوقعة للاستثمار في التحول الرقمي، إلا أن ذلك لا يتحقق بدون زيادة التكاليف نتيجة الحاجة إلى استثمارات ثابتة في الموارد الرقمية، مثل البنية التحتية الرقمية، إذ تحتاج الشركات إلى شراء وتحديث البرامج والأجهزة الرقمية باستمرار لدعم الرقمنة، كما يتطلب التحول الرقمي توظيف خبراء في التكنولوجيا الرقمية لدعم العمليات الرقمية، بالإضافة إلى تكلفة الخدمات الرقمية الخارجية بما في ذلك الخدمات السحابية،

والذكاء الاصطناعي، والتي تتطلب ميزانيات تشغيلية إضافية ، كما قد تقوم الشركة بإنشاء وحدات أعمال جديدة في شكل فروعًا أو شركات تابعة مخصصة لاستكشاف الأعمال الرقمية الجديدة، مما يزيد من التكاليف التشغيلية(Yu et al., 2022).

من ناحية أخرى ترى دراسة Guo and Xu(2021) أنه على الرغم من تناول العديد من الأبحاث الأكاديمية لفوائد التحول الرقمي ، إلا أن القليل منها يتناول تكاليف تطبيقه، والتي غالبًا ما تتطلب استثمارات ضخمة. كما تفترض العديد من الدراسات السابقة أن التحول الرقمي سيحقق تأثيرًا إيجابيًا عند تطبيقه، ولكن نادرًا ما يتم مناقشة أعبائه المالية السنوية، فمعظم الشركات تنفق أكثر من مليون دولار سنويًا على مشاريع التحول الرقمي، دون احتساب التكاليف الخفية التي قد تشمل تكاليف التدريب، وتكاليف تكامل الأنظمة، ومقاومة العاملين للتغيير، وصيانة البنية التحتية الرقمية. وتأسيسًا على ذلك، توصلت دراسة Sunder and Prashar (2024) إلى عدم وجود تأثير للتحول الرقمي على الأداء التشغيلي، وذلك باستخدام بيانات دراسة ميدانية من ٢٠٩ شركة صناعية في ١٢ دولة تمثل الاقتصادات الناشئة، والمدرجة في قاعدة بيانات مؤشر التنافسية التصنيعية العالمية.

مما سبق **يرى الباحث** أن تطبيق التصنيع الرشيق يتوقع أن يؤثر في العلاقة بين التحول الرقمي ومؤشرات الأداء التشغيلي من حيث المرونة وسرعة الاستجابة لطلبات العملاء الناتجة عن سرعة استلام أوامر البيع، وسرعة متابعة تدفق المواد والاجزاء وتنفيذ عمليات الصيانة الوقائية وفق جداول محددة مقدمًا، مع استشعار ومتابعة لحظية لكفاءة خطوط الإنتاج ومدى احتياجها للصيانة، مما يخفض من أوقات الأعطال ويساعد على تخفيض زمن التصنيع وزمن دورة التسليم، بالإضافة إلى الدقة في تصميم المنتجات، مما يساعد على الاهتمام بالجودة منذ مرحلة تصميم المنتج، والمرونة في إنتاج منتجات مخصصة وفق احتياجات العملاء، وتساعد المنافع السابقة في تخفيض التكاليف. وبالتالي، يتوقع أن تستفيد الشركات من تطبيق تقنيات التحول

الرقمي في تبني التصنيع الرشيق، مما ينعكس على أدائها التشغيلي. تأسيسًا على ذلك يمكن اشتقاق الفرض الثالث للبحث (وفرعياته) على النحو الآتي:

الفرض الثالث (H3): يتوسط التصنيع الرشيق العلاقة بين التحول الرقمي والأداء التشغيلي للشركات الصناعية في مصر

الفرض الفرعي(H3a): يتوسط التصنيع الرشيق العلاقة بين التحول الرقمي وتخفيض تكلفة الإنتاج للشركات الصناعية في مصر

الفرض الفرعي(H3b): يتوسط التصنيع الرشيق العلاقة بين التحول الرقمي وتحسين جودة المنتجات للشركات الصناعية في مصر

الفرض الفرعي(H3c): يتوسط التصنيع الرشيق العلاقة بين التحول الرقمي ومرونة العملية التصنيعية للشركات الصناعية في مصر

الفرض الفرعي(H3d): يتوسط التصنيع الرشيق العلاقة بين التحول الرقمي وسرعة تسليم المنتجات للشركات الصناعية في مصر

٥-٣ منهجية البحث

يتناول هذا الجزء من البحث العناصر الأساسية للدراسة الميدانية من حيث أهدافها، تحديد مجتمع وعينة الدراسة، وأسلوب جمع البيانات، وتوصيف وقياس متغيرات الدراسة، والأساليب الإحصائية المستخدمة في تحليل البيانات والتحقق من مدى صحة فروض البحث.

٥-٣-١ هدف الدراسة الميدانية

تهدف الدراسة الميدانية إلى اختبار فروض البحث، وذلك للوقوف على طبيعة العلاقة بين التحول الرقمي والتصنيع الرشيق، وطبيعة العلاقة بين التصنيع الرشيق والأداء التشغيلي، علاوة على اختبار الدور الوسيط للتصنيع الرشيق في العلاقة بين التحول الرقمي والأداء التشغيلي.

٥-٣-٢ مجتمع وعينة الدراسة

يتمثل مجتمع الدراسة في جميع الشركات الصناعية العاملة في مصر، وتم التركيز على القطاع الصناعي باعتباره قطاع رائد في التحول الرقمي وفي تطبيق فلسفة التصنيع الرشيق (Guo and Xu, 2021). كما تم التركيز على قطاع اقتصادي واحد، وهو القطاع الصناعي، لتجنب الاختلافات بين القطاعات الصناعية المختلفة في

تبني تقنيات التحول الرقمي ولضمان الحصول على مجموعة متجانسة من الظروف السياقية (Guo and Xu, 2021).

ولتحقيق هدف الدراسة تم اعداد قائمة استبيان -ملحق رقم (1)-بصورة إلكترونية من خلال الموقع الإلكتروني لخدمات جوجل https://docs.google.com/forms، وتم إرسال الرابط إلى عينة عشوائية من مجتمع الدراسة عبر وسائل التواصل الاجتماعي (Khalfallah and Lakhal, 2021)متمثلة في مسئولين يشغلون وظائف مدير تنفيذي، ومدير مصنع، ومدير إنتاج، ومدير مالي، ومدير تكنولوجيا معلومات، ومدير مبيعات، ومدير سلاسل توريد. وقد تضمنت قائمة الاستبيان مقدمة تناولت شرحًا مختصرًا لبعض المصطلحات والمفاهيم الفنية الهامة لأغراض الدراسة الميدانية. وبلغت قوائم الاستبيان المستلمة 64 قائمة، وهو حجم يقترب من حجم العينة المستخدم في دراسة (Buer et al., 2021) ، ويُعد حجم العينة هذا مقبولًا لتقدير معلمات نموذج الدراسة باستخدام أسلوب نمذجة المعادلات الهيكلية بطريقة المربعات الصغرى الجزئية(Hair et al., 2020). ويلخص جدول رقم (1) خصائص الشركات محل عينة الدراسة.

جدول (1): خصائص الشركات محل عينة الدراسة

بيان	التكرار	النسبة المئوية (تقريبية)
طبيعة النشاط الصناعي:		
موارد أساسية	7	11%
رعاية صحية وأدوية	15	23%
خدمات ومنتجات صناعية وسيارات	11	17%
أغذية ومشروبات وتبغ	10	15.5%
منسوجات وسلع معمرة	7	11%
مواد البناء والتشييد	6	9%
ورق ومواد تعبئة وتغليف	8	12.5%
الإجمالي	64	100%
عدد العاملين		
أقل من 50 عامل	7	11%
من 50 عامل إلى أقل من 100 عامل	5	8%
من 100 عامل إلى أقل من 500 عامل	19	30%
من 500 عامل إلى أقل من 1000 عامل	15	23%
أكثر من 1000 عامل	18	28%
الإجمالي	64	100%

يتضح من جدول رقم (1) أن نسبة كبيرة من عينة الدراسة تتركز في مجال الرعاية الصحية والأدوية(23%)، كما أن 17% من عينة الدراسة تعمل في مجال خدمات ومنتجات صناعية وسيارات، و 15.5% في مجال الأغذية والمشروبات والتبغ، 12.5% في مجال الورق ومواد التعبئة والتغليف، و 11% في مجال المنسوجات والسلع المعمرة و11% في مجال الموارد الأساسية ، 9% في مجال البناء والتشييد، وأخيرًا يلاحظ أن نسبة 51% من عينة الدراسة تتضمن شركات يعمل بها أكثر من 500 عامل.

كما يوضح الجدول رقم (2) الخصائص الديموغرافية للأفراد محل عينة الدراسة من حيث الوظيفة، والمؤهل الدراسي، وعدد سنوات الخبرة.

جدول (2): خصائص الأفراد محل عينة الدراسة

بيان	التكرار	النسبة المئوية (تقريبية)
الوظيفة:		
مدير تنفيذي	8	12.5%
مدير مصنع	7	11%
مدير إنتاج	10	15%
مدير سلاسل توريد	12	19%
مدير مبيعات وتسويق	7	11%
مدير تكنولوجيا معلومات	8	12.5%
مدير مالي	12	19%
الإجمالي	64	100%
المؤهل الدراسي:		
بكالوريوس	23	36%
دبلوم دراسات عليا	4	6%
ماجستير مهني MBA	22	34%
دكتوراه مهنية DBA	7	11%
ماجستير	2	3.5%
دكتوراه	6	9.5%
الإجمالي	64	100%
عدد سنوات الخبرة:		
أقل من سنة	5	8%
من سنة إلى أقل من 5 سنوات	15	23%
من 5 سنوات إلى أقل من 10 سنوات	11	17%
من 10 سنة إلى أقل من 20 سنة	19	30%
أكثر من 20 سنة	14	22%
الإجمالي	64	100%

ويتضح من جدول رقم (2) أن المستقصى منهم جميعهم يعملون في مجالات ترتبط بإدارة العمليات، وتكنولوجيا المعلومات، والإدارة المالية، كما أنهم يتمتعون بخلفية علمية، وسنوات خبرة تعكس قدرتهم على توفير تقييم موضوعي يمكن الاعتماد عليه عند قياس متغيرات البحث.

٥-٣-٣ توصيف وقياس متغيرات الدراسة

يوضح الباحث في هذا الجزء كيفية قياس متغيرات الدراسة والمتمثلة في التحول الرقمي، والتصنيع الرشيق، والأداء التشغيلي، بالإضافة إلى حجم الشركة كمتغير رقابي.

٥-٣-٣-١ التحول الرقمي Digital Transformation (DT):

التحول الرقمي هو تحول مستدام على مستوى الشركة من خلال تطوير عمليات الشركة الحالية أو تقديم نموذج عمل جديد بالاستناد إلى تقنيات الرقمنة (Verhoef et al., 2021; Tian et al., 2023) وهو يتجاوز المعالجة الرقمية التي تركز فقط على تغيير العمليات والمهام التنظيمية، إذ يُعيد التحول الرقمي هيكلة العمليات ليغير منطق الأعمال الأساسية للشركة أو طريقة خلق القيمة التي تستند إليها الشركة في تحقيق ميزة تنافسية (عطية، 2024). وقد تم قياس التحول الرقمي من خلال آراء المستقصى منهم عن مدى تطبيق شركاتهم لمجموعة من تقنيات التحول الرقمي تماشيًا مع عدد من الدراسات السابقة (Oliveira-Dias et al., 2022; Piosik and Karmańska, 2023) والتي تتضمن نظام تخطيط موارد المشروع Enterprise Resource Planning(ERP) ، الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence(AI)، إنترنت الأشياء Internet of Things (IoT)، تحليلات البيانات الضخمة Big Data Analytics(BDA)، سلاسل الكتل Blockchains(BC)، الحوسبة السحابية Cloud Computing(CC)، إدارة علاقات العملاء Customer Relationship Management(CRM)، أتمتة العمليات الآلية Robotic Process Automation(RPA)، التصميم باستخدام الحاسب Computer-Aided Design (CAD)، نظم التصنيع المتكاملة مع الحاسب Computer Integrated Manufacturing (CIM)، الطباعة ثلاثية الأبعاد 3D Printing . وذلك

على مقياس ليكرد من خمس نقاط؛ إذ تشير الدرجة (5) تطبق بشكل كبير، والدرجة (4) إلى تطبق بشكل متوسط، والدرجة (3) إلى تطبق بشكل منخفض، والدرجة (2) إلى نخطط لتطبيقها، والدرجة (1) إلى لا تطبق أطلاقًا.

٥-٣-٣-٢ التصنيع الرشيق (Agile Manufacturing (AM:

يقصد بالتصنيع الرشيق "القدرة على الازدهار والنمو في بيئة تنافسية تتميز بالتغيير المستمر وغير المتوقع، مع الاستجابة السريعة للأسواق المتغيرة من خلال تقديم منتجات وخدمات مصممة حسب احتياجات العملاء" (Gunasekaran et al., 2019). وقد تم قياس التصنيع الرشيق عن طريق إجابة المستقصي منهم عن مجموعة من الأسئلة التي تعبر عن مدى رشاقة شركاتهم في استشعار التغيرات في الأسواق وفي تعديل عملياتها التشغيلية والتكيف معها، وذلك على مقياس ليكرد من خمس نقاط إذ تشير الدرجة (5) إلى موافق بشدة، والدرجة (4) إلى موافق، والدرجة (3) إلى محايد، والدرجة (2) إلى لا أوافق، والدرجة (1) إلى لا أوافق بشدة. وهذه الأسئلة كما اقترحتها دراسة Inman et al.(2011)، ودراسة Nabass and Abdallah (2019)، ودراسة Mohaghegh et al. (2024)، هي إلى أي مدى توافق أو تعترض على أن شركتك لديها القدرة على: استشعار وفهم وتوقع تغيرات السوق، التفاعل بصورة فورية لإحداث تغييرات في عملياتها وأنظمتها التصنيعية (القدرة على التعديل السريع لخطوط الإنتاج)، الاستجابة السريعة للتغيرات في طلب العملاء، طرح منتجات جديدة في السوق بسرعة، تحقيق مستويات الجودة التي يطلبها العملاء بل وتتجاوزها، تسليم المنتجات للعملاء في الوقت المناسب والاستجابة السريعة للتغيرات في متطلبات التسليم، تؤكد الرؤية الاستراتيجية للشركة على الحاجة إلى المرونة وسرعة الحركة للاستجابة لتغيرات السوق، لدى مديري الشركة المعرفة والمهارات اللازمة لإدارة التغيير والاستجابة السريعة لتغيرات السوق..

٥-٣-٣-٣ الأداء التشغيلي (Operating Performance (OP:

يعرف الأداء التشغيلي بأنه " تحديد وتنفيذ واستخدام مقاييس أداء على مستوى العمليات اليومية التي يقوم بها العاملون (de Leeuw and van den Berg,.

" (2011 وقد تم قياس الأداء التشغيلي بالاستناد إلى مؤشرات التكلفة، والجودة، والمرونة، والتسليم تماشيًا مع عدد من الدراسات السابقة (Devaraj et al., 2007; Hallgren and Olhager, 2009; Nabass and Abdallah, 2019). وقد تم قياس الأداء التشغيلي من خلال موافقة المستقصي منهم عن مجموعة من العبارات على مقياس ليكرد من خمس نقاط إذ تشير الدرجة (5) إلى موافق بشدة، والدرجة (4) إلى موافق، والدرجة (3) إلى محايد، والدرجة (2) إلى لا أوافق، والدرجة (1) إلى لا أوافق بشدة. وهذه العبارات هي: انخفضت تكلفة إنتاج الوحدة خلال السنوات الثلاث الماضية، تكلفة إنتاج وحدة المنتج لدينا أقل من منافسينا، تتطابق مواصفات منتجات الشركة الفعلية مع المواصفات المستهدفة، تتمتع منتجات الشركة بقدرة وأداء مرتفع، تتمتع منتجات الشركة بجودة مرتفعة مقارنةً بمنافسيها، يتم تسليم منتجات الشركة للعملاء في الوقت المحدد، يتم تسليم منتجات الشركة إلى السوق أسرع من منافسينا، يتم تسليم منتجات الشركة إلى السوق بشكل سريع، تتمتع الشركة بمرونة عالية لتغيير مزيج المنتجات، تتمتع الشركة بمرونة عالية لتغيير حجم الإنتاج، تتمتع الشركة بمرونة عالية لإنتاج منتجات جديدة بشكل سريع.

ولأغراض اختبار فروض البحث تم معالجة التحول الرقمي بوصفه متغير مستقل، والأداء التشغيلي بوصفه متغير تابع، والتصنيع الرشيق بوصفه متغير وسيط. كما تم استخدام متغير حجم الشركة Size بوصفة متغير رقابي، حيث أشارت نتائج عدد من الدراسات السابقة إلى وجود تأثير إيجابي لحجم الشركة على الأداء التشغيلي (Inman et al., 2011; Ghobakhloo and Azar 2018; Nabass and Abdallah, 2019).

٥-٣-٤ التحليل الإحصائي المستخدم

لاختبار فروض البحث استخدم الباحث أسلوب نمذجة المعادلات الهيكلية بالاعتماد على طريقة المربعات الصغرى الجزئية(SEM-PLS)، باستخدام البرنامج الإحصائي Smart PLS-04؛ والذي يفضل استخدامه في حالة البحوث الاستكشافية مثل اختبار إطار مقترح أو نظريات في المراحل الأولى للتطوير(Hair et al., 2020)، وهوما يتفق مع طبيعة الدراسة الحالية، كما يُفضل تطبيق أسلوب PLS في

حالة صغر حجم العينة لأنه لا يعتمد على فرضية التوزيع الطبيعي (Gefen et al., 2000). ويعرض الباحث في الجزء الآتي نتائج نموذجي الدراسة القياسي، والهيكلي، وذلك للتحقق من مدى صدق وثبات متغيرات الدراسة واختبار فروض الدراسة.

٥-٣-٤-١ اختبار نموذج القياس "Measurement model"

يوضح نموذج القياس أو النموذج الخارجي "Outer model" العلاقة بين المتغيرات المشاهدة والمتغيرات غير المشاهدة أو الكامنة، ويهدف إلى تقييم مدى صدق وثبات متغيرات الدراسة من خلال اختبار صلاحية التقارب وصلاحية التمايز، وذلك على النحو الآتي:

صلاحية التقارب: حتى تتحقق صلاحية التقارب للمتغير يجب أن يكون لمؤشراته درجة ارتباط مرتفعة مع بعضها البعض (Hair et al., 2020). ويتم التحقق من صلاحية التقارب من خلال قياس معاملات التحميل "Factor Loading"، ومعامل ألفا كرونباخ Cronbach's Alpha، ومتوسط التباين المستخلص Average Variance Extracted (AVE)، وموثوقية التركيب Composite Reliability (CR).

وحتى تتحقق صلاحية التقارب من حيث معاملات التحميل يجب أن تكون جميع المؤشرات مرتبطة بالمتغير المختص بها بقيم تحميل أكبر من 0.5 (Hair et al., 2020). ويظهر جدول رقم (3) نتائج اختبار صلاحية بيانات متغيرات الدراسة وثباتها، والذي يتضح منه أن معاملات تحميل المؤشرات على متغيراتها كان أكبر من0.5، ويُعد ذلك دليلاً جيدًا على صلاحية التقارب. كما يجب أن تتعدى قيمة معامل الفا كرونباخ القيمة 0.7 حتى يكون هناك تجانس بين المؤشرات المستخدمة في قياس المتغير الكامن؛ ومن ثَمَّ إمكانية الاعتماد على المتغير نفسه (Hair et al., 2020)، وكما هو ملاحظ في جدول رقم (3) تتعدى قيمة معامل ألفا كرونباخ لكافة المتغيرات القيمة 0.7 أو تقترب منها، ويُشير ذلك إلى أن جميع المتغيرات تجتاز اختبار إمكانية الاعتماد على المتغير نفسه.

ويعبر متوسط التباين المستخلص (AVE) عن النسبة المئوية من التباين الذي يفسره المتغير الكامن في مؤشراته مقارنةً بالتباين الناتج عن الخطأ. وكلما زادت قيمة (AVE)، كان ذلك دليلًا على أن المؤشرات تعكس المتغير الكامن بشكل جيد. ويجب أن تتعدى قيمته لكل متغير 0.5، مما يعني أن المتغير الكامن يفسر أكثر من 0.5 من التباين في مؤشراته (Fornell and Larker, 1981). وكما هو موضح في الجدول رقم (3) فإن قيم (AVE) لجميع المتغيرات تتعدى 0.5، مما يدعم صلاحية التقارب. وأخيرًا مقياس إمكانية الاعتماد المركبة (CR) والذي يستخدم لتقييم مدى اتساق وموثوقية مجموعة المؤشرات التي تقيس المتغير الكامن، وهو مقياس بديلاً أكثر دقة من معامل ألفا كرونباخ لأنه يأخذ في الاعتبار معاملات التحميل الفعلية للمؤشرات بدلاً من افتراض أن جميعها متساوية الوزن، ولكي يكون هناك اتساق داخلي بين المؤشرات المكونة للمتغير يجب أن تتعدى قيمة مقياس موثوقية التركيب (CR) 0.7 (Fornell and Larker, 1981). ويوضح جدول رقم (3) قيم (CR) للمتغيرات، ومنه نلاحظ أن قيمة (CR) لجميع المتغيرات تتعدى 0.7؛ وهو ما يُعد دليلًا على تحقق شرط الاتساق الداخلي.

جدول 3: نتائج اختبار صلاحية التقارب

متغيرات البحث	المؤشرات	صلاحية التقارب: معاملات التحميل الخارجية	معامل ألفا كرونباخ	متوسط التباين المستخلص (AVE)	موثوقية التركيب (CR)
التحول الرقمي (TD)	DT1	0.770	0.931	0.619	0.942
	DT2	0.811			
	DT3	0.852			
	DT4	0.772			
	DT5	0.750			
	DT6	0.722			
	DT7	0.761			
	DT8	0.832			
	DT9	0.869			
التصنيع الرشيق (AM)	AM1	0.855	0.933	0.684	0.945
	AM2	0.827			
	AM3	0.877			
	AM4	0.724			
	AM5	0.788			
	AM6	0.803			
	AM7	0.830			
	AM8	0.899			
أداء التكلفة (CP)	CP1	0.880	0.671	0.752	0.859
	CP2	0.854			
أداء الجودة (QP)	QP1	0.866	0.867	0.790	0.919
	QP2	0.904			
	QP3	0.897			
أداء المرونة (FP)	FP1	0.936	0.921	0.864	0.950
	FP2	0.910			
	FP3	0.943			
أداء التسليم (DP)	DP1	0.929	0.884	0.809	0.927
	DP2	0.850			
	DP3	0.916			

أما فيما يتعلق بصلاحية التمايز والتي تُشير إلى المدى الذي يتميز فيه متغير كامن عن باقي المتغيرات الكامنة الأخرى، ومن ثم التحقق من عدم وجود تداخل بين المتغيرات وأنها تقيس مفاهيم مختلفة (Hair et al., 2020). فقد تم الاستناد إلى اختبار Fornell and Larker (1981)، وباحتساب Heterotrait- (HTMT)

Monotrait ratio . ووفق اختبار Fornell and Larker (1981) يحقق المتغير الكامن صلاحية التمايز في حالة ما إذا كان الجذر التربيعي لمتوسط التباين المستخلص له أكبر من معامل ارتباط المتغير مع بقية المتغيرات الكامنة الأخرى، ويوضح جدول رقم (4) مصفوفة معاملات الارتباط مع الجذر التربيعي لمتوسط التباين المستخلص – **باللون الأسود الغامق**- والذي نستدل منه على أن كل المتغيرات تحقق ذلك الاختبار، أي أن كل متغير يتميز عن باقي المتغيرات؛ ومن ثَمَّ تحقق صلاحية التمايز. كما يعرض جدول رقم (4) بعض الإحصاءات الوصفية لمتغيرات الدراسة من حيث الوسط الحسابي الانحراف المعياري.

جدول 4: مصفوفة معاملات الارتباط مع الجذر التربيعي لمتوسط التباين المستخلص وبعض الإحصاءات الوصفية

المتغيرات	DT	AM	CP	QP	FP	DP
DT	**0.787**					
AM	0.682	**0.827**				
CP	0.140	-0.071	**0.867**			
QP	0.515	0.635	0.070	**0.889**		
FP	0.481	0.622	0.077	0.552	**0.930**	
DP	0.449	0.629	-0.041	0.435	0.640	**0.899**
الوسط الحسابي	3.026	3.691	2.6641	3.8594	3.5417	3.6302
الانحراف المعياري	1.1723	0.7883	0.968	0.7897	0.8576	0.7949

أما بالنسبة لاختبار Heterotrait-Monotrait ratio (HTMT) والذي يقيس متوسط الارتباط بين مؤشرات المتغيرات المختلفة ومقارنتها بمتوسط الارتباط بين مؤشرات نفس المتغير، ولكي يحقق المتغير الكامن صلاحية التمايز يجب أن تكون نسبة HTMT بين أي متغيرين أقل من 0.9 (Hair et al., 2020). ويعرض جدول رقم (5) مصفوفة نسبة HTMT بين جميع المتغيرات الكامنة للدراسة، والذي يتضح منه أن كل المتغيرات تحقق ذلك الاختبار، أي أن كل متغير من متغيرات الدراسة

يتميز عن باقي المتغيرات؛ وهو ما يؤكد تحقق صلاحية التمايز. ويستدل مما سبق على استيفاء نموذج القياس لكافة شروط صلاحية التقارب وصلاحية التمايز.

جدول 5: مصفوفة Heterotrait-Monotrait ratio

المتغيرات	DT	AM	CP	QP	FP
AM	0.727				
CP	0.226	0.155			
QP	0.571	0.700	0.120		
FP	0.512	0.658	0.126	0.617	
DP	0.464	0.672	0.106	0.491	0.694

كما يلاحظ من جدول رقم (4) انخفاض معدل تطبيق تقنيات التحول الرقمي في الشركات الصناعية محل عينة الدراسة؛ إذ بلغ الوسط الحسابي 3.026، ووجود درجة تشتت مرتفع في معدل التطبيق بين الشركات وبعضها البعض، ويتفق ذلك مع ما توصلت إليه دراسة Dalenogare et al. (2018) من انخفاض معدل تطبيق تقنيات التحول الرقمي في الدول النامية. ويُشير ذلك إلى أن الشركات الصناعية المصرية لا تزال متأخرة في تنفيذ تقنيات التحول الرقمي، والذي يمثل أكثر الأدوات الواعدة في الثورة الصناعية الرابعة لتحسين المنتجات والابتكار. كما بلغ الوسط الحسابي لأداء التكلفة 2.6641، وهو ما يُشير إلى ضعف أداء التكلفة في الشركات محل عينة الدراسة، وقد يرجع ذلك إلى الارتفاع المستمر في تكلفة الإنتاج مع تحرير سعر الصرف، والحروب التي تمر بها المنطقة.

٥-٣-٤-٢ اختبار النموذج الهيكلي" Structural model"

يهدف اختبار النموذج الهيكلي أو النموذج الداخلي "Inner model" إلى اختبار العلاقة بين المتغيرات المستقلة والمتغيرات التابعة؛ ومن ثَمَّ اختبار مدى صحة فروض البحث. ولتحقيق ذلك يجب أولًا فحص مستوى العلاقة الخطية المتداخلة بين المتغيرات الكامنة للتحقق من مدى وجود مشكلة ازدواج خطي بين المتغيرات، والذي يؤدي إلى ضعف قدرة نموذج الدراسة على تفسير أثر المتغيرات المستقلة والرقابية على المتغير التابع؛ لذا تم احتساب معامل تضخم التباين Variance Inflation

Factor (VIF) والذي يجب أن يقل عن (5) حتى لا يكون هناك مشكلة ازدواج خطي بين المتغيرات (Hair et al., 2020). وقد أتضح أن قيمة معامل (VIF) لمتغير التحول الرقمي 2.097 ولمتغير التصنيع الرشيق 1.870، أي أقل من (5)؛ ومن ثَمَّ لا يوجد ازدواج خطي بين المتغيرات.

وقد تم اختبار العلاقة بين التحول الرقمي والتصنيع الرشيق، واختبار العلاقة بين التصنيع الرشيق والأداء التشغيلي من حيث التكلفة والجودة والمرونة والتسليم، والعلاقة غير المباشرة بين التحول الرقمي والأداء التشغيلي بأبعاده الأربعة في ظل معالجة التصنيع الرشيق كمتغير وسيط. ويوضح جدول رقم (6) قيمة معامل التحديد المعدل($Adjusted\ R^2$) لمتغيرات التصنيع الرشيق، وأداء التكلفة، وأداء الجودة، وأداء المرونة، وأداء التسليم؛ إذ يبلغ معامل التحديد المعدل لمتغير التصنيع الرشيق (0.457)، ويعني ذلك أن (0.457) من التغيرات في التصنيع الرشيق تُفسر بواسطة التغيرات في التحول الرقمي، كما يبلغ معامل التحديد المعدل لمتغير أداء التكلفة (0.025)، ولمتغير أداء الجودة (0.429)، ولمتغير أداء المرونة(0.382)، ولمتغير أداء التسليم (0.374)، وهو ما يعني أن (0.025) من التغيرات في متغير أداء التكلفة و(0.429) من التغيرات في متغير أداء الجودة، و(0.382) من التغيرات في متغير أداء المرونة، و(0.374) من التغيرات في متغير أداء التسليم تُفسر بواسطة التغيرات في التصنيع الرشيق وحجم الشركة كمتغير رقابي.

جدول6: قيمة معامل التحديد المعدل

	AM	CP	QP	FP	DP
معامل التحديد المعدل ($Adjusted\ R^2$)	0.457	0.025	0.429	0.382	0.374

ويعرض جدول رقم (7) النتائج الإحصائية لبرنامج (Smart PLS-04) من حيث معامل المسار، وقيم إحصائية ت، وقيم P-value، وقرار قبول فروض البحث أو رفضها؛ والذي يظهر قيمة واتجاه المسار بين التحول الرقمي (DT) والتصنيع الرشيق (AM)؛ إذ يبلغ معامل المسار بين المتغيرين(0.682)، وهو معامل ذو دلالة

إحصائية عند مستوى معنوية 1%. وتُشير هذه النتيجة إلى أن التحول الرقمي يؤثر بشكل إيجابي ومعنوي على تطبيق التصنيع الرشيق؛ ومن ثَمَّ يتم **قبول الفرض الأول للبحث(H1)**، وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه عدد من الدراسات السابقة (Overby et al., 2006; Lu and Ramamurthy, 2011;Ghobakhloo and Azar, 2018; Alberti-Alhtaybat et al., 2019; Ciampi et al., 2022; Oliveira-Dias et al., 2022).

ويرى الباحث أن هذه النتيجة ترجع إلى أن تقنيات التحول الرقمي تُمكن الشركات من تحقيق الرشاقة في استشعار التغيرات المستقبلية في السوق، والتنبؤ بها، وتحليلها، بالاعتماد على جمع وتحليل كميات ضخمة من البيانات، وكذلك مراقبة وتحسين المنتجات بسرعة لمواجهة احتياجات العملاء المتغيرة باستمرار. كما يساعد التحول الرقمي الشركات على تحقيق الرشاقة التشغيلية، من خلال تمكينها من تعديل وتكييف عملياتها الداخلية بسرعة مع التغيرات في السوق أو الطلب، وذلك عبر تخفيض الوقت اللازم لابتكار منتجات جديدة، وتخفيض زمن تسليم المنتجات، وتحسين جودة المنتج. كما يؤدي تطبيق التحول الرقمي إلى زيادة تمكين العاملين، من خلال منحهم سلطة اتخاذ القرارات، وتعزيز الاتصال والعمل الجماعي، مما يساعد على الرشاقة في الاستجابة لاحتياجات العملاء وسرعة إنتاج منتجات جديدة تعكس توقعات العملاء. وبالتالي دعم تطبيق التصنيع الرشيق.

كما يظهر جدول رقم (7) قيمة واتجاه المسار بين التصنيع الرشيق (AM) ومؤشرات الأداء التشغيلي الأربعة؛ إذ يبلغ معامل المسار بين التصنيع الرشيق (AM) وأداء التكلفة (CP) (0.311-)، وهو معامل غير معنوي عند مستوى 5% . وتُشير هذه النتيجة إلى وجود تأثير سلبي لتطبيق التصنيع الشيق على أداء التكلفة ولكنة غير معنوي؛ ومن ثَمَّ يتم **رفض الفرض الثاني الفرعي للبحث(H2a)**، وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه عدد من الدراسات السابقة (Narasimhan et al.,

.2006; Hallgren and Olhager, 2009; Nabass and Abdallah., 2019) وتتعارض مع نتيجة دراسة Vázquez-Bustelo et al (2007).

كما يوضح جدول رقم (7) قيمة واتجاه المسار بين الأداء التصنيع الرشيق (AM) وأداء الجودة (QP) (0.531)، وهو معامل ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 1%. وتُشير هذه النتيجة إلى وجود تأثير إيجابي معنوي لتطبيق التصنيع الرشيق على أداء الجودة؛ ومن ثَمَّ يتم **قبول الفرض الثاني الفرعي للبحث (H2b)**، وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه عدد من الدراسات السابقة (Narasimhan et al., 2006; Vázquez-Bustelo et al., 2007; Hallgren and Olhager, 2009; Nabass and Abdallah., 2019).

كما يوضح جدول رقم (7) قيمة واتجاه المسار بين الأداء التصنيع الرشيق (AM) وأداء المرونة (FP) (0.550)، وهو معامل ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 1%. وتُشير هذه النتيجة إلى وجود تأثير إيجابي معنوي لتطبيق التصنيع الرشيق على أداء المرونة؛ ومن ثَمَّ يتم **قبول الفرض الثاني الفرعي للبحث (H2c)**، وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه عدد من الدراسات السابقة (Narasimhan et al., 2006; Vázquez-Bustelo et al., 2007; Hallgren and Olhager, 2009; Nabass and Abdallah., 2019).

كما يوضح جدول رقم (7) قيمة واتجاه المسار بين الأداء التصنيع الرشيق (AM) وأداء المرونة (DP) (0.604)، وهو معامل ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 1%. وتُشير هذه النتيجة إلى وجود تأثير إيجابي معنوي لتطبيق التصنيع الرشيق على أداء التسليم؛ ومن ثَمَّ يتم **قبول الفرض الثاني الفرعي للبحث (H2d)**، وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه عدد من الدراسات السابقة (Narasimhan et al., 2006; Vázquez-Bustelo et al., 2007; Hallgren and Olhager, 2009; Nabass and Abdallah., 2019).

ويرى الباحث أن هذه النتيجة تتفق مع فلسفة التصنيع الرشيق والتي تركز على المنتج من حيث الجودة والمرونة والتسليم، بما يتماشى مع مفهوم الرشاقة الذي يؤكد

على الاستجابة السريعة لطلبات واحتياجات العملاء، وإنتاج منتجات متنوعة تراعي الاحتياجات الفردية للعملاء، بجودة مرتفعة، مع تخفيض وقت تطوير المنتجات الجديدة، وخفض وقت تعديل الأنظمة والعمليات، وتخفيض زمن دورة التسليم، مع الالتزام بمواعيد التسليم المحددة، وهي جميعها أهداف تدعم استراتيجية التميز، ولا ترتبط بهدف خفض التكلفة.

أما فيما يتعلق باختبار الأثر الوسيط للتصنيع الرشيق على العلاقة بين التحول الرقمي ومؤشرات الأداء التشغيلي، يظهر جدول رقم (7) التأثير غير المباشر للمتغير المستقل "التحول الرقمي" على المتغير التابع" الأداء التشغيلي" من خلال المتغير الوسيط "التصنيع الرشيق"؛ إذ يبلغ معامل المسار بين التحول الرقمي وأداء التكلفة من خلال التصنيع الرشيق (DT ← AM ← CP) (-0.212)، وهو معامل غير معنوي عند مستوى 5%، وتشير هذه النتيجة إلى عدم وجود تأثير معنوي للتصنيع الرشيق على العلاقة بين التحول الرقمي وأداء التكلفة؛ ومن ثَمَّ يتم **<u>رفض الفرض الثالث الفرعي للبحث (H3a)</u>**. وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسة Sunder and Prashar (2024).

كما يظهر جدول رقم (7) أن قيمة معامل المسار بين التحول الرقمي وأداء الجودة من خلال التصنيع الرشيق كمتغير وسيط (DT ← AM ← QP) يبلغ (0.362)، وهو معامل معنوي عند مستوى 1%. وُتشير هذه النتيجة إلى وجود تأثير إيجابي معنوي للتصنيع الرشيق على العلاقة بين التحول الرقمي وأداء الجودة؛ ومن ثَمَّ يتم **<u>قبول الفرض الثالث الفرعي للبحث (H3b)</u>**.

ويتضح من جدول رقم (7) أن قيمة معامل المسار بين التحول الرقمي وأداء المرونة من خلال التصنيع الرشيق كمتغير وسيط (DT ← AM ← FP) يبلغ (0.375)، وهو معامل معنوي عند مستوى 1% . وتُشير هذه النتيجة إلى وجود تأثير إيجابي معنوي للتصنيع الرشيق على العلاقة بين التحول الرقمي وأداء المرونة؛ ومن ثَمَّ يتم **<u>قبول الفرض (H3c)</u>**. وأخيرًا يبلغ معامل المسار بين التحول الرقمي وأداء

التسليم من خلال التصنيع الرشيق كمتغير وسيط (DP← AM ← DT) (0.412)، وهو معامل معنوي عند مستوى 1% . وتُشير هذه النتيجة إلى وجود تأثير إيجابي معنوي للتصنيع الرشيق على العلاقة بين التحول الرقمي وأداء التسليم؛ ومن ثَمَّ يتم **قبول الفرض الثالث الفرعي للبحث (H3d)**. وتتفق نتيجة الدراسة الحالية فيما يتعلق بقبول الفروض الفرعية (H3b)،(H3c)،(H3d) مع ما توصلت إليه عدد من الدراسات السابقة (Moeuf et al., 2018; Pan et al., 2021; Wanga et al., 2021; Yu et al., 2022).

ويرى الباحث أن النتيجة السابقة تؤكد على فكرة أن تطبيق التحول الرقمي في حد ذاته لا يعني بالضرورة تحسين الأداء التشغيلي وتحقيق ميزة تنافسية، بل يجب على الشركات العمل على الاستفادة منه في تدعيم قدراتها الديناميكية من خلال تطبيق فلسفة التصنيع الرشيق، والتي بدورها تُحسن من الأداء التشغيلي. لا شك أن التحول الرقمي يمثل عاملًا رئيسيًا لتحقيق ميزة تنافسية مستدامة، لكن قيمته لا تكمن فقط في امتلاك وتطبيق تقنيات التحول الرقمي، بل في كيفية دمج هذه التقنيات والاستفادة منها في العمليات التنظيمية. فالشركات التي تتمكن من استخدام تقنيات التحول الرقمي لتحسين قدراتها التشغيلية والديناميكية من خلال تطبيق فلسفة التصنيع الرشيق تكون أكثر قدرة على التكيف مع البيئات المتغيرة وتحقيق أداء تنافسي قوي.

جدول 7: نتائج اختبارات فروض الدراسة

الفرض	المسار	معامل المسار	إحصائية ت	P-value	قبول أو رفض الفرض
H1	AM ← DT	0.682	11.245	0.000	**قبول**
H2a	CP ← AM	-0.311	1.825	0.068	**رفض**
H2b	QP ← AM	0.531	4.635	0.000	**قبول**
H2c	FP ← AM	0.550	3.979	0.000	**قبول**
H2d	DP ← AM	0.604	5.048	0.000	**قبول**
H3a	CP ← AM ← DT	-0.212	1.673	0.094	**رفض**
H3b	QP ← AM ← DT	0.362	4.287	0.000	**قبول**
H3c	FP ← AM ← DT	0.375	3.661	0.000	**قبول**
H3d	DP ← AM ← DT	0.412	4.477	0.000	**قبول**
رقابي	CP ← Size	0.017	0.094	0.925	**لا يوجد تأثير**

رقابي	QP ← Size	0.221	1.999	0.046	يوجد تأثير
رقابي	FP ← Size	0.152	1.235	0.217	لا يوجد تأثير
رقابي	DP ← Size	-0.093	0.876	0.876	لا يوجد تأثير

لتحديد طبيعة الوساطة الذي يلعبها متغير التصنيع الرشيق في العلاقة بين التحول الرقمي والأداء التشغيلي من حيث الجودة، والمرونة، والتسليم، كونها وساطة جزئية أم وساطة كاملة، تم اختبار الأثر المباشر للتحول الرقمي على أداء الجودة، وأداء المرونة، وأداء التسليم. وكما هو موضح في جدول رقم (8) لا يوجد تأثير معنوي مباشر للتحول الرقمي على أداء التكلفة، وأداء الجودة، وأداء المرونة، وأداء التسليم عند مستوى معنوي 5%. في حين كما هو موضح في جدول رقم (7) هناك تأثير إيجابي معنوي للتحول الرقمي على كل من أداء الجودة، وأداء المرونة، وأداء التسليم في ظل وساطة التصنيع الرشيق. لذا يمكن القول بأن التصنيع الرشيق يلعب دور الوساطة الكاملة في علاقة التحول الرقمي بالأداء التشغيلي من حيث الجودة، والمرونة، والتسليم.

جدول 8: نتائج اختبار العلاقة المباشرة بين التحول الرقمي ومؤشرات الأداء التشغيلي

المسار	معامل المسار	إحصائية ت	P-value
CP ← DT	0.345	1.619	0.106
QP ← DT	0.058	0.416	0.677
FP ← DT	0.040	0.312	0.755
DP ← DT	0.077	0.538	0.590

وفيما يتعلق بتأثير حجم الشركة كمتغير رقابي، أظهرت نتائج الدراسة، كما هو موضح في جدول رقم(7) ، أن حجم الشركة يؤثر إيجابًا على أداء الجودة عند مستوى معنوية 5%، في حين لا يوجد تأثير معنوي لحجم الشركة على الأداء التشغيلي من حيث التكلفة، والمرونة، والتسليم عند نفس مستوى المعنوية 5%.

٥-٣-٤-٣ تحليل الحساسية

تم استخدام تحليل الحساسية للتحقق من النتائج الرئيسية للبحث، حيث أُعيد اختبار فروض البحث بالاستناد إلى مقياس مركب للأداء التشغيلي، من خلال دمج الأبعاد الأربعة للأداء التشغيلي في **مقياس واحد بدلاً من تجزئتها**، وذلك استنادًا إلى دراسة Inman et al. (2011).وبعد التحقق من صدق وثبات متغيرات الدراسة من خلال اختبارات صلاحية التقارب وصلاحية التمايز، يعرض جدول رقم(9) نتائج اختبار مدى صحة فروض البحث. ويتضح منه أن معامل المسار بين التحول الرقمي (DT) والتصنيع الرشيق (AM) يبلغ (0.682)، وهو معامل ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 1%. وتُشير هذه النتيجة إلى أن التحول الرقمي يؤثر بشكل إيجابًا ومعنويًا على تبني فلسفة التصنيع الرشيق؛ ومن ثَمَّ يتم **قبول الفرض الأول للبحث(H1)**، ويتفق ذلك مع نتيجة التحليل الأساسي.

كما يظهر جدول رقم (9) قيمة واتجاه المسار بين التصنيع الرشيق (AM) والأداء التشغيلي (OP)؛ والذي يبلغ (0.678)، وهو معامل معنوي عند مستوى 1%، وتشير هذه النتيجة إلى وجود تأثير إيجابي معنوي للتصنيع الرشيق على الأداء التشغيلي؛ ومن ثَمَّ يتم **قبول الفرض الثاني للبحث(H2)**. ويتضح من جدول رقم (9) أن قيمة معامل المسار بين التحول الرقمي والأداء التشغيلي من خلال التصنيع الرشيق كمتغير وسيط (DT ← AM ←OP) يبلغ (0.463)، وهو معامل معنوي عند مستوى 1%. وتُشير هذه النتيجة إلى وجود تأثير إيجابي معنوي للتصنيع الرشيق على العلاقة بين التحول الرقمي والأداء التشغيلي؛ ومن ثَمَّ يتم **قبول الفرض الثالث للبحث(H3)**. وبالنظر إلى التأثير المباشر للتحول الرقمي (DT) على الأداء التشغيلي (OP) يتضح عدم معنوية العلاقة عند مستوى معنوية 5%، مما يُشير إلى أن التصنيع الرشيق يلعب دور الوساطة الكاملة بين التحول الرقمي والأداء التشغيلي. وتتفق هذه النتيجة مع نتيجة التحليل الأساسي.

جدول 9: نتائج اختبارات فروض الدراسة (تحليل الحساسية)

الفرض	المسار	معامل المسار	إحصائية ت	P-value	قبول أو رفض الفرض
H1	AM ← DT	0.682	11.401	0.000	**قبول**
H2	OP ← AM	0.678	6.974	0.000	**قبول**
H3	OP ← AM ← DT	0.463	4.928	0.000	**قبول**
علاقة مباشرة	OP ← DT	0.0462	0.478	0.632	**لا يوجد**
رقابي	OP ← Size	0.115	1.150	0.250	**لا يوجد تأثير**

٥-٤ النتائج والتوصيات ومجالات البحث المقترحة

بشأن نتائج البحث، توصل الباحث للنتائج الآتية:

- انخفاض معدل تطبيق تقنيات التحول الرقمي في الشركات الصناعية محل الدراسة، مما يُشير إلى أن الشركات الصناعية المصرية لا تزال متأخرة في تنفيذ واحدة من أكثر الأدوات الواعدة في الثورة الصناعية الرابعة، والتي تُسهم في تحسين المنتجات وتعزيز الابتكار.
- وجود تأثير إيجابي معنوي للتحول الرقمي على تطبيق التصنيع الرشيق؛ مما يُشير إلى أن تقنيات التحول الرقمي تُمكن الشركات من تحقيق الرشاقة في استشعار التغيرات المستقبلية في السوق، والتنبؤ بها، وتحليلها، بالاعتماد على جمع وتحليل كميات ضخمة من البيانات. كما يساعد التحول الرقمي في مراقبة المنتجات وتحسينها بسرعة لمواكبة احتياجات العملاء المتغيرة باستمرار، إلى جانب تمكين الشركات من تحقيق الرشاقة التشغيلية عبر تعديل وتكييف عملياتها الداخلية بسرعة وفقًا لمتغيرات السوق والطلب، مما يسهم في تقليل الوقت اللازم لابتكار المنتجات الجديدة، وتسريع عمليات التسليم، وتحسين جودة المنتج، وتعزيز دور العاملين.
- وجود تأثير إيجابي معنوي لتطبيق التصنيع الرشيق على أبعاد الأداء التشغيلي، لا سيما الجودة، والمرونة، والتسليم، في حين لم يظهر أي تأثير على أداء التكلفة. وتعكس هذه النتيجة طبيعة فلسفة التصنيع الرشيق التي تركز على التميز في الخدمة

أو المنتج من خلال تحسين الجودة، وتعزيز المرونة، وتقليل زمن التسليم، بما يتماشى مع مفهوم الرشاقة، الذي يؤكد على سرعة الاستجابة لطلبات العملاء وإنتاج منتجات متنوعة تتناسب مع احتياجاتهم الفردية، مع تقليل زمن تطوير المنتجات الجديدة، وخفض وقت تعديل الأنظمة والعمليات، وضمان سرعة التكيف مع التغيرات البيئية، وتحقيق الالتزام بمواعيد التسليم المحددة. وهذه الأهداف تدعم استراتيجية التميز، لكنها لا تركز بشكل مباشر على خفض التكاليف.

- عدم وجود علاقة مباشرة بين تطبيق التحول الرقمي والأداء التشغيلي بمختلف أبعاده، بما في ذلك أداء التكلفة، وأداء الجودة، وأداء المرونة، وأداء التسليم.
- يلعب التصنيع الرشيق دور الوسيط الكامل في العلاقة الإيجابية بين التحول الرقمي والأداء التشغيلي من حيث الجودة، والمرونة، والتسليم، مما يؤكد على أن تطبيق التحول الرقمي وحده لا يؤدي بالضرورة إلى تحسين الأداء التشغيلي أو تحقيق ميزة تنافسية، بل يجب على الشركات استثماره في تعزيز قدراتها الديناميكية من خلال تبني فلسفة التصنيع الرشيق، والتي تسهم بدورها في تحسين الأداء التشغيلي.

وبشأن توصيات البحث فإن النتائج التي توصل إليها الباحث تقوده إلى أن يوصي بما يلي:

- ضرورة قيام الشركات الصناعية بتبني تقنيات التحول الرقمي لما لها من تأثير مباشر على تطبيق فلسفة التصنيع الرشيق.
- ضرورة تطبيق فلسفة التصنيع الرشيق في الشركات العاملة في بيئات تتسم بالتغير السريع وغير المتوقع، لضمان قدرتها على التكيف والاستجابة بفعالية.
- على الشركات الصناعية الراغبة في تحسين أدائها التشغيلي من حيث الجودة، والمرونة، والتسليم أن تتبنى فلسفة التصنيع الرشيق، لما توفره من قدرة على استشعار التغيرات في احتياجات العملاء والاستجابة لها من جهة، وتكييف عملياتها التشغيلية بشكل سريع لمواكبة التغيرات في البيئة الخارجية من جهة أخرى.
- على الشركات التي تطبق تقنيات التحول الرقمي ضرورة تبني فلسفة التصنيع الرشيق لتعظيم الفوائد التشغيلية في مجالات الجودة، والمرونة، والتسليم..

- على الباحثين إجراء المزيد من البحوث لاكتشاف المزيد من المتغيرات المستقلة التي يمكن أن تدعم تبني فلسفة التصنيع الرشيق في ظل البيئة المصرية.

وبشأن مجالات البحث المقترحة، يرى الباحث أن هناك العديد من الموضوعات المرتبطة بالتحول الرقمي والتصنيع الرشيق التي تستدعي المزيد من الدراسة في سياق واقع الممارسة المصرية، ومن أبرز هذه الموضوعات:

- تكرار الدراسة الحالية على قطاعات اقتصادية أخرى.
- تكرار الدراسة الحالية على مدى زمني أطول، نظرًا لأن منافع التحول الرقمي والتصنيع الرشيق وتأثيرهما على الأداء التشغيلي قد يحتاج إلى فترة زمنيه أطول للتحقق.
- دراسة الدور الوسيط للثقافة التنظيمية في العلاقة بين التحول الرقمي واستدامة الأداء التشغيلي.
- دراسة الأثر المعدل لعدم التأكد البيئي على العلاقة بين التصنيع الرشيق ومؤشرات الأداء التشغيلي.
- دراسة تأثير تطبيق فلسفة التصنيع الرشيق المدعومة بتقنيات التحول الرقمي على الأداء المالي المستدام.
- دراسة مقارنة لأثر تطبيق نظام التصنيع بدون فاقد والتصنيع الرشيق على الأداء التشغيلي.

المراجع

أولاً: المراجع باللغة العربية

- الباز، محمد ماهر عبد الحميد.(٢٠٢٠)"نحو تطبيق منهجية التصنيع ذات الاستجابة السريعة من منظور محاسبي وانعكاسها على تحسين مؤشرات الأداء التشغيلية- دراسة ميدانية". **مجلة المحاسبة والمراجعة لاتحاد الجامعات العربية**، العدد(٢)، ٢٧٥-٣٥٦.
- الصغير، محمد السيد محمد.(٢٠١٩)."أثر التطبيق المتكامل لنظام التصنيع المرشد(Lean) ونظام التصنيع الفعال(Agile) على الارتقاء بمستوى الأداء التشغيلي وتفعيل التكلفة بالشركات- دراسة ميدانية"، **مجلة الفكر المحاسبي**، المجلد (٢٣)، العدد (٣)، ٤٨٤-٥٦١.
- راشد، محمد إبراهيم محمد. (٢٠٢٣)."مدى إدراك مراقبي الحسابات بمكاتب المحاسبة والجهاز المركزي للمحاسبات لتداعيات الثورة الصناعية الرابع على مراجعة القوائم المالية كخدمة مهنية متكاملة-دراسة استكشافية مقارنة". **مجلة الإسكندرية للبحوث المحاسبية**، المجلد (٧)، العدد (٢)، ٢٢٣-٣٣١.
- رضائي، محمد شاكر حسن أبل، السيد، على مجاهد أحمد، عتش،عبده أحمد .(2023) .أثر التكامل بين نظامي التصنيع المتجاوب والإنتاج الخالي من الفاقد على دعم القدرة التنافسية: دراسة ميدانية بالكويت". **مجلة الدراسات التجارية المعاصرة**، المجلد (٩)، العدد (١٥)، ٢٢٢-٢٦٧.
- عطية، سارة حمدي.(٢٠٢٤)."اختبار الأثر الوسيط لكفاءة راس المال الفكري في العلاقة بين التحول الرقمي وقيمة الشركة: دراسة تطبيقية على الشركات المقيدة بالبورصة المصرية". **مجلة البحوث المحاسبية**، المجلد(١١)، العدد(٤)، ٧٣٠-٨٢٠.

ثانيًا: المراجع باللغة الأجنبية

Abdallah, A. B., Phan, A. C., and Matsui, Y. (2016). Investigating the effects of managerial and technological innovations on operational performance and customer satisfaction of manufacturing companies. **International Journal of Business Innovation and Research**, 10(2-3), 153-183.

Ahmed, A., Bhatti, S. H., Gölgeci, I., and Arslan, A. (2022). Digital platform capability and organizational agility of emerging market manufacturing SMEs: The mediating role of intellectual capital and the moderating role of environmental dynamism. **Technological Forecasting and Social Change**, 177, 121513.

Agarwal, A., Shankar, R. and Tiwari, M.K. (2006). Modeling the metrics of lean, agile and leagile supply chain: an ANP-based approach. **European Journal of Operational Research**.173(1), 211-225.

Agarwal, V., Hameed, A. Z., Malhotra, S., Mathiyazhagan, K., Alathur, S., and Appolloni, A. (2023). Role of Industry 4.0 in agile manufacturing to achieve sustainable development. **Business Strategy and the Environment**, 32(6), 3671-3688.

Alberti-Alhtaybat, L. V., Al-Htaybat, K., and Hutaibat, K. (2019). A knowledge management and sharing business model for dealing with disruption: The case of Aramex. **Journal of Business Research**, 94, 400–407.

Boerner, X., Wiener, M., & Guenther, T. W. (2025). Controllership effectiveness and digitalization: Shedding light on the importance of business analytics capabilities and the business partner role. **Management Accounting Research**, 66,100904.

Buer, S. V., Semini, M., Strandhagen, J. O. and Sgarbossa, F. (2021). The complementary effect of lean manufacturing and digitalisation on operational performance. **International Journal of Production Research**, 59(7), 1976-1992.

Cao, Q. and Dowlatshahi, S. (2005). The impact of alignment between virtual enterprise and information technology on business

performance in an agile manufacturing environment. **Journal of Operations Management**, 23(5), 531-550.

Ciampi, F., Faraoni, M., Ballerini, J., and Meli, F. (2022). The co-evolutionary relationship between digitalization and organizational agility: Ongoing debates, theoretical developments and future research perspectives. **Technological Forecasting and Social Change**, 176, 121383.

Dai, J., and Vasarhelyi, M. A. (2023). Management accounting 4.0: The future of management accounting. **Journal of Emerging Technologies in Accounting**, 20(1), 1-13.

Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., and Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. **International Journal of production economics**, 204, 383-394.

de Leeuw, S. and van den Berg, J.P. (2011). Improving operational performance by influencing shop floor behavior via performance management practices. **Journal of Operations Management**, 29(3), 224-235.

Devaraj, S., Krajewski, L., and Wei, J. C. (2007). Impact of eBusiness technologies on operational performance: the role of production information integration in the supply chain. **Journal of operations management**. 25(6), 1199-1216.

Dubey, R. and Gunasekaran, A. (2015). Agile manufacturing: framework and its empirical validation. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, 76 (9/12), 2147-2157.

Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, S. J., Bryde, D. J., Giannakis, M., Foropon, C., and Hazen, B. T. (2020). Big data analytics and

artificial intelligence pathway to operational performance under the effects of entrepreneurial orientation and environmental dynamism: A study of manufacturing organizations. **International journal of production economics**, 226, 107599.

Eckstein, D., M. Goellner, C. Blome, and M. Henke. (2015).The Performance Impact of Supply Chain Agility and Supply Chain Adaptability: The Moderating Effect of Product Complexity. **International Journal of Production Research** 53 (10), 3028–3046.

Fornell, C., and Larcker, D. F.(1981). Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. **Journal of Marketing Research** (18:1),39-50.

Fliedner, G., and Vokurka, R. J. (1997). Agility: competitive weapon of the 1990s and beyond?. **Production and Inventory Management Journal**, 38(3), 19-42.

Ghobakhloo, M., and Azar, A. (2018). Information technology resources, the organizational capability of lean-agile manufacturing, and business performance. **Information Resources Management Journal**, 31(2), 47-74.

Gotthardt, M., D. Koivulaakso, O. Paksoy, C. Saramo, M. Martikainen, and O. Lehner. (2020). Current state and challenges in the implementation of smart robotic process automation in accounting and auditing. **ACRN Journal of Finance and Risk Perspectives**, 9, 90-102.

Gunasekaran, A., Lai, K.-H., and Cheng, T.C.E.(2008). Responsive supply chain: a competitive strategy in a networked economy. **Omega: The International Journal of Management Science**, 36, 549–564.

Gunasekaran, A., Yusuf, Y. Y., Adeleye, E. O., and Papadopoulos, T. (2018). Agile manufacturing practices: the role of big data and business analytics with multiple case studies. **International Journal of Production Research**, 56(1-2), 385-397.

Gunasekaran, A., Yusuf, Y. Y., Adeleye, E. O., Papadopoulos, T., Kovvuri, D., and Geyi, D. A. G. (2019). Agile manufacturing: an evolutionary review of practices. **International Journal of Production Research**, 57(15-16), 5154-5174.

Guo, L., and Xu, L. (2021). The effects of digital transformation on firm performance: Evidence from China's manufacturing sector. **Sustainability**, 13(22), 12844.

Hair , J. F., Howard, M. C., and Nitzl, C. (2020). Assessing measurement model quality in PLS-SEM using confirmatory composite analysis. **Journal of Business Research**, 109, 101-110.

Hallgren, M., and Olhager, J. (2009). Lean and agile manufacturing: external and internal drivers and performance outcomes. **International Journal of Operations and Production Management**, 29(10), 976-999.

Han, H., Shiwakoti, R. K., Jarvis, R., Mordi, C., and Botchie, D. (2023). Accounting and auditing with blockchain technology and artificial Intelligence: A literature review. **International Journal of Accounting Information Systems**, 48, 100598

Hasan, M. A., Shankar, R., and Sarkis, J. (2007). A study of barriers to agile manufacturing. **International Journal of Agile Systems and Management**, 2(1), 1-22.

Inman, R. A., Sale, R. S., Green Jr, K. W., and Whitten, D. (2011). Agile manufacturing: relation to JIT, operational performance and

firm performance. **Journal of operations management**, 29(4), 343-355.

Jabbour, C. J. C., de Sousa Jabbour, A. B. L., Govindan, K., Teixeira, A. A., and de Souza Freitas, W. R. (2013). Environmental management and operational performance in automotive companies in Brazil: the role of human resource management and lean manufacturing. **Journal of Cleaner Production**, 47, 129-140.

Jacobs, M., Droge, C., Vickery, S. K., and Calantone, R. (2011). Product and process modularity's effects on manufacturing agility and firm growth performance. **Journal of product innovation management**, 28(1), 123-137.

Khalfallah, M., and Lakhal, L. (2021). The impact of lean manufacturing practices on operational and financial performance: the mediating role of agile manufacturing. **International Journal of Quality and Reliability Management**, 38(1), 147-168.

Krishnamurthy, R., Yauch, C.A., 2007. Leagile manufacturing: a proposed corporate infrastructure. **International Journal of Operations and Production Management** 27 (6), 588–604.

Kumar, R., Singh, K., and Jain, S. K. (2019). Development of a framework for agile manufacturing. World Journal of Science, Technology and Sustainable Development, 16(4), 161-169.

Leite, M. and Braz, V. (2016). Agile manufacturing practices for new product development: industrial case studies. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 27 (4), 560-576.

Lu, Y., and Ramamurthy, K. (2011). Understanding the link between information technology capability and organizational agility: An

empirical examination. **Management Information Systems Quarterly**, 35(4), 931–954.

Mandal, S. (2019). The influence of big data analytics management capabilities on supply chain preparedness, alertness and agility: An empirical investigation **Information Technology and People**, 32(2), 297–318.

Mikalef, P., and Pateli, A. (2017). Information technology-enabled dynamic capabilities and their indirect effect on competitive performance: Findings from PLS-SEM and fsQCA. **Journal of business research**, 70, 1-16.

Moeuf, A., R. Pellerin, S. Lamouri, S. Tamayo-Giraldo, and R. Barbaray. (2018). The Industrial Management of SMEs in the era of Industry 4.0. **International Journal of Production Research**, 56 (3),1118–1136.

Mohaghegh, M., Åhlström, P., and Blasi, S. (2024). Agile manufacturing and transformational capabilities for sustainable business performance: a dynamic capabilities perspective. **Production Planning and Control**, 35(16), 2273-2285.

Nabass, E. H., and Abdallah, A. B. (2019). Agile manufacturing and business performance: The indirect effects of operational performance dimensions. **Business Process Management Journal**, 25(4), 647-666.

Narasimhan, R., Swink, M., and Kim, S. W. (2006). Disentangling leanness and agility: an empirical investigation. **Journal of operations management**, 24(5), 440-457.

Nawanir, G., Kong Teong, L., and Norezam Othman, S. (2013). Impact of lean practices on operations performance and business

performance: some evidence from Indonesian manufacturing companies. **Journal of manufacturing technology management**, 24(7), 1019-1050.

Nichita, M. E., Vulpoi, M., and Toader, G. (2013). Knowledge management and customer relationship management for accounting services companies. **Chinese Business Review**, 12(6), 435-442.

Oliveira-Dias, D., Maqueira-Marín, J. M., and Moyano-Fuentes, J. (2022). The link between information and digital technologies of industry 4.0 and agile supply chain: Mapping current research and establishing new research avenues. **Computers and Industrial Engineering**, 167, 108000.

Overby, E., Bharadwaj, A., and Sambamurthy, V. (2006). Enterprise agility and the enabling role of information technology. **European Journal of Information Systems**, 15(2), 120–131.

Pan, X., Oh, K. S., and Wang, M. (2021). Strategic orientation, digital capabilities, and new product development in emerging market firms: The moderating role of corporate social responsibility. **Sustainability**, 13(22), 12703.

Piosik, A., and Karmańska, A. (2023). Impact of Digitalization on Budgeting Functions: An Investigation into Contingency Theory Perspectives. **Journal of Applied Economic Sciences**, 18(4), 312 – 338.

Raffoni, A., Visani, F., Bartolini, M., and Silvi, R. (2018). Business performance analytics: exploring the potential for performance management systems. **Production Planning and Control**, 29(1), 51-67.

Ruiz-Ortega, M., Parra-Requena, G., Rodrigo-Alarcón, J., and García-Villaverde, P. M. (2013). Environmental dynamism and entrepreneurial orientation: The moderating role of firm's capabilities. **Journal of Organizational Change Management**, 26(3), 475-493

Schallmo, D., Williams, C. A., and Lohse, J. (2019). Digital strategy—integrated approach and generic options. **International Journal of Innovation Management**, 23(08), 1940005.

Schmitz, J., and Leoni, G. (2019). Accounting and auditing at the time of blockchain technology: a research agenda. **Australian Accounting Review**, 29(2), 331-342.

Sharma, K.S. and Bhat, A. (2014). Modelling supply chain agility enablers using ISM. **Journal of Modelling in Management**, 9(2), 200-214.

Sharma, S., and Shah, B. (2015). Thinking cloud-enabled adept and agile supply chain for SMEs: A conceptual study. **International Journal of Business Information Systems**, 19 (3), 342–365.

Sheel, A., and Nath, V. (2019). Effect of blockchain technology adoption on supply chain adaptability, agility, alignment and performance. **Management Research Review**, 42 (12), 1353–1374.

Steens, B., Bots, J., & Derks, K. (2024). Developing digital competencies of controllers: Evidence from the Netherlands. **International Journal of Accounting Information Systems,** 52, 100667.

Sunder, V. and Prashar, A. (2024). The interplay of lean practices and digitalization on organizational learning systems and operational performance. **International Journal of Production Economics**, 270, 109192.

Teece, D.J.(2016). Dynamic capabilities and entrepreneurial management in large organizations: Toward a theory of the (entrepreneurial) firm. European Economic Review. **The Economics of Entrepreneurship**, 86, 202–216.

Tian, M., Chen, Y., Tian, G., Huang, W., and Hu, C. (2023). The role of digital transformation practices in the operations improvement in manufacturing firms: a practice-based view. **International Journal of Production Economics,** 262, 108929.

Vázquez-Bustelo, D., Avella, L., and Fernández, E. (2007). Agility drivers, enablers and outcomes: Empirical test of an integrated agile manufacturing model. **International Journal of Operations and Production Management**, 27(12), 1303-1332.

Vemuri, V. and Palvia, S.C.(2006).Improvement in Operational Efficiency Due to ERP Systems Implementation Truth or Myth?. **International Research Management Journal,(19:2)**,18-36.

Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., and Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. **Journal of business research**, 122, 889-901.

Wamba, S. F., Gunasekaran, A., Akter, S., Ren, S. J. F., Dubey, R., and Childe, S. J. (2017). Big data analytics and firm performance: Effects of dynamic capabilities. **Journal of Business Research**, 70, 356-365.

Wang, H., Cao, W., and Wang, F. (2022). Digital transformation and manufacturing firm performance: **Evidence from China. Sustainability**, 14(16), 10212.

Wang, X., Bu, L., and Peng, X. (2021). Internet of things adoption, earnings management, and resource allocation efficiency. **China Journal of Accounting Studies**, 9(3), 333-359.

Yu, C., Mou, S., Ji, Y., Xu, X., and Gu, X. (2018). A delayed product differentiation model for cloud manufacturing. **Computers and Industrial Engineering**, 117, 60–70.

Yu, J., Wang, J., and Moon, T. (2022). Influence of digital transformation capability on operational performance. **Sustainability**, 14(13), 7909.

Yusuf, Y. Y., Gunasekaran, A., Musa, A., Dauda, M., El-Berishy, N. M., and Cang, S. (2014). A relational study of supply chain agility, competitiveness and business performance in the oil and gas industry. **International Journal of Production Economics**, 147, 531-543.

ملحق (١)
قائمة الاستبيان

السيد المحترم/ .....

تحية طيبة وبعد،،،

يقوم الباحث بإجراء دراسة بعنوان **" الدور الوسيط للتصنيع الرشيق (Agile Manufacturing) في علاقة التحول الرقمي بتحسين الأداء التشغيلي: دراسة ميدانية"**

لذلك أرجو تعاونكم معي لإتمام هذه الدراسة من خلال الإجابة على الأسئلة الموجودة في قائمة الاستقصاء. ونحيطكم علماً بأن كافة ما تبدونه من أراء أو تسجلونه من معلومات سوف تكون محاطة بالسرية الكاملة، ولن تستخدم إلا لأغراض البحث العلمي.

وأخيراً أشكر لكم حسن تعاونكم ومساهمتكم الفعالة في إتمام هذه الدراسة

الباحث

دكتور/ محمد محمد مندور

أستاذ مساعد بقسم المحاسبة

كلية الأعمال – جامعة الإسكندرية

بريد الكتروني mohamed.mandour@alexu.edu.eg

معلومات عامة

١-أسم الشركة (اختياريًا).....

٢- طبيعة نشاط الشركة

☐ موارد أساسية (أسمدة، بتروكيماويات، حديد وصلب،..) ☐ أغذية ومشروبات وتبغ
☐ رعاية صحية وأدوية ☐ منسوجات وسلع معمرة
☐ خدمات ومنتجات صناعية وسيارات ☐ مواد البناء والتشييد
☐ ورق ومواد تعبئة وتغليف ☐ أخرى (أذكرها) .....

٣-عدد العاملين:

☐ أقل من ٥٠ عامل ☐ من ٥٠ عامل إلى أقل من ١٠٠ عامل
☐ من ١٠٠ عامل إلى أقل من ٥٠٠ عامل ☐ من ٥٠٠ عامل إلى أقل من ١٠٠٠ عامل
☐ أكثر من ١٠٠٠ عامل

٤-ما هو المسمى الوظيفي لعملك الحالي؟

☐ مدير تنفيذي ☐ مدير مصنع ☐ مدير إنتاج
☐ مدير سلاسل توريد ☐ مدير مبيعات وتسويق ☐ مدير تكنولوجيا معلومات
☐ مدير مالي

٥-أعلى مؤهل دراسي حصلت عليه:

☐ بكالوريوس ☐ دبلوم دراسات عليا ☐ ماجستير مهني MBA
☐ ماجستير ☐ دكتوراه مهنية DBA ☐ دكتوراه

٦-ما هو عدد سنوات الخبرة في الشركة؟

☐ أقل من سنة ☐ من سنة إلى أقل من5 سنوات ☐ من 5 سنوات إلى أقل من 10 سنوات
☐ من 10 سنوات إلى أقل من 20 سنه ☐ من 20 سنة

السؤال الأول: من فضلك وضح إلى أي مدى تطبق شركتك تقنيات التحول الرقمي التالية:

كود	العبارة	لا تطبق (١)	نخطط لتطبيقها (٢)	تطبق بشكل منخفض (٣)	تطبق بشكل متوسط (٤)	تطبق بشكل كبير (٥)
DT1	نظام معلومات متقدم (ERPs) مثل أوراكل ، ساب، بان، بيبول سوفت، جون إدوارد، وغيرها.					
DT2	الحوسبة السحابية.					
DT3	تحليلات البيانات الضخمة.					
DT4	نظم إدارة علاقات العملاء.					
DT5	أتمتة العمليات الآلية.					
DT6	الذكاء الاصطناعي.					
DT7	إنترنت الأشياء.					
DT8	سلاسل الكتل.					
DT9	تصميم المنتجات باستخدام الحاسب، الطباعة ثلاثية الأبعاد.					

السؤال الأول: من فضلك ضع علامة صح على المربع المناسب الذي تختاره لكل عبارة على حدة.

كود	العبارة	لا أوافق بشدة (١)	لا أوافق (٢)	محايد (٣)	أوافق (٤)	أوافق بشدة (٥)
AM1	لدي الشركة القدرة على استشعار وفهم وتوقع تغيرات السوق.					
AM2	تتفاعل الشركة بصورة فورية لإحداث تغييرات في عملياتها وأنظمتها التصنيعية (القدرة على التعديل السريع لخطوط الإنتاج).					
AM3	لدي الشركة القدرة على الاستجابة السريعة للتغيرات في طلب العملاء.					
AM4	لدي الشركة القدرة على طرح منتجات جديدة في السوق بسرعة.					
AM5	لدى مديري الشركة المعرفة والمهارات اللازمة لإدارة التغيير والاستجابة السريعة لتغيرات السوق.					

AM6	تؤكد الرؤية الاستراتيجية للشركة على الحاجة إلى المرونة وسرعة الحركة للاستجابة لتغيرات السوق.					
AM7	تتمتع الشركة بالقدرة على تحقيق مستويات الجودة التي يطلبها العملاء بل وتتجاوزها.					
AM8	تتمتع الشركة بالقدرة على تسليم المنتجات للعملاء في الوقت المناسب والاستجابة السريعة للتغيرات في متطلبات التسليم.					

السؤال الثالث: من فضلك ضع علامة صح على المربع المناسب الذي تختاره لكل عبارة على حدة.

كود	العبارة	لا أوافق بشدة (١)	لا أوافق (٢)	محايد (٣)	أوافق (٤)	أوافق بشدة (٥)
CP1	انخفضت تكلفة إنتاج الوحدة خلال السنوات الثلاث الماضية.					
CP2	تكلفة إنتاج وحدة المنتج لدينا أقل من منافسينا.					
QP1	تتطابق مواصفات منتجات الشركة الفعلية مع المواصفات المستهدفة.					
QP2	تتمتع منتجات الشركة بقدرة وأداء مرتفع.					
QP3	تتمتع منتجات الشركة بجودة مرتفعة مقارنةً بمنافسيها.					
FP1	تتمتع الشركة بمرونة عالية لتغيير مزيج المنتجات.					
FP2	تتمتع الشركة بمرونة عالية لتغيير حجم الإنتاج.					
FP3	تتمتع الشركة بمرونة عالية لإنتاج منتجات جديدة بشكل سريع.					
DP1	يتم تسليم منتجات الشركة للعملاء في الوقت المحدد.					
DP2	يتم تسليم منتجات الشركة إلى السوق أسرع من منافسينا.					
DP3	يتم تسليم منتجات الشركة إلى السوق بشكل سريع.					