العددِ ١ 21A حزيران ٢٠٢٦
المجلة العراقية للبحوث الانسانية والاجتماعية والعلمية
NO.21A1 Jun2026 Iraqi Journal of Humanitarian, Social and Scientific Research
Print ISSN 2710-0952 Electronic ISSN2790-1254

قياس أثر التصنيع السحابي المستدام على تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية

Measuring the impact of sustainable cloud manufacturing on environmental management accounting techniques

م.م حسين جمعة صبر (١)
أ.م.د محمد علوان رحيمة (٢)
جامعة واسط - كلية الادارة والاقتصاد
م.م كرار علي حسن ياسين (٣)
جامعة ميسان – كلية الادارة والاقتصاد
halsarray@uowasit.edu
Mmasarmd@gmail.com
Karrar.ali@uomisan.edu.ig

المستخلص

في السنوات الأخيرة، ومع التوسع في التقنيات الرقمية وتزايد الاهتمام بالتنمية المستدامة، طرح مفهوم الإنتاج السحابي المستدام كأحد المناهج الجديدة في مجال إدارة الإنتاج. يمكّن هذا المنهج، من خلال الاستفادة من بنى الحوسبة السحابية، من ترشيد استهلاك الموارد، وخفض التكاليف، وتحسين الأداء البيئي. في الوقت نفسه، تلعب المحاسبة الإدارية البيئية، كأداة مهمة لتحديد وقياس والإبلاغ عن التكاليف والفوائد البيئية، دورا محوريا في دعم القرارات الإدارية ويهدف هذا البحث إلى قياس أثر الإنتاج السحابي المستدام على تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية في الوحدات الاقتصادية. يصنّف هذا البحث تطبيقيا من حيث الهدف، ووصفيا تحليليا من حيث المنهج. شمل مجتمع الدراسة مديري وموظفي الإدارات المالية والإنتاجية وتقنية المعلومات والبيئية في شركتي مشروبات بغداد وكرونجي، وتمّ اختيار العينة عمدا. جمعت البيانات من خلال استبيان، وحللت باستخدام الأساليب الإحصائية، ولا سيما نمذجة المعادلات الهيكلية وأظهرت نتائج البحث أن الإنتاج السحابي المستدام له أثر إيجابي وملموس على تحسين شفافية المعلومات البيئية، ودقة قياس التكاليف، وجودة اتخاذ القرارات الإدارية، وخفض تكاليف التشغيل. كما لوحظت علاقة وثيقة بين مستوى نضج تقنيات الحوسبة السحابية وفعالية أساليب المحاسبة الإدارية البيئية. وبناء على ذلك، يمكن لتطوير بنى تحتية سحابية مستدامة وتكييف أنظمة المحاسبة مع هذه التقنيات أن يسهما بدور فعّال في تحسين الأداء البيئي والإداري للوحدات الاقتصادية.

الكلمات المفتاحية: التصنيع السحابي المستدام، المحاسبة الإدارية البيئية، الحوسبة السحابية، الاستدامة، اتخاذ القرارات الإدارية.

Abstract

In recent years, with the expansion of digital technologies and the growing focus on sustainable development, the concept of sustainable cloud production has emerged as a new approach in production management. This approach, by leveraging cloud computing infrastructures, enables the optimization of resource consumption, cost reduction, and improved environmental performance. Simultaneously, environmental management accounting, as a crucial tool for identifying, measuring, and reporting environmental costs and benefits, plays a pivotal role in supporting management decisions.This research aims to measure the impact of sustainable cloud production on environmental management accounting techniques in economic units. This research is classified as applied in its objective and descriptive-analytical in its methodology. The study population comprised managers and employees from the finance, production, IT, and environmental departments of Baghdad Beverages Company and Kronji Company. The sample was selected purposively. Data were collected through a questionnaire and analyzed using statistical methods, particularly structural

equation modeling. The research findings demonstrated that sustainable cloud manufacturing has a positive and tangible impact on improving environmental information transparency, cost measurement accuracy, the quality of management decision-making, and reducing operating costs. A strong correlation was also observed between the maturity level of cloud computing technologies and the effectiveness of environmental management accounting methods. Therefore, developing sustainable cloud infrastructures and adapting accounting systems to these technologies can significantly contribute to improving the environmental and management performance of economic units.

Keywords: Sustainable cloud manufacturing, environmental management accounting, cloud computing, sustainability, management decision-making.

مقدمة

في عصرنا الحالي، واجهت الوحدات الاقتصادية تحديات جديدة في إدارة الموارد والحد من الآثار البيئية السلبية، نتيجة للتطورات التكنولوجية المتسارعة وتزايد المخاوف البيئية. ومن أهم المناهج الجديدة في هذا المجال استخدام تقنيات الحوسبة السحابية في صورة تصنيع سحابي مستدام، مما يتيح الاستخدام الأمثل للموارد، وخفض استهلاك الطاقة، وزيادة مرونة عمليات الإنتاج ويتيح التصنيع السحابي المستدام، بوصفه مزيجا من مفاهيم الحوسبة السحابية والتنمية المستدامة، للمؤسسات تحسين أدائها البيئي من خلال مشاركة الموارد، ومعالجة البيانات في منصات سحابية، وتقليل الاعتماد على البنية التحتية المادية. وفي هذا السياق، يتزايد دور نظم المعلومات، ولا سيما المحاسبة الإدارية البيئية، أهمية أكثر من أي وقت مضى، لأن هذه النظم هي الأدوات الرئيسية لتحديد وقياس والإبلاغ عن التكاليف والفوائد البيئية ورغم تزايد أهمية هذه المسألة، لا تزال العديد من نظم المحاسبة الإدارية الحالية تعتمد على نماذج تقليدية، ولا تتوافق تماما مع خصائص بيئات الإنتاج الرقمية والسحابية. تبرز هذه المسألة الحاجة إلى مراجعة تقنيات وأدوات المحاسبة الإدارية البيئية في ضوء التطورات التكنولوجية.

لذا، يسعى هذه البحث إلى توضيح دور هذه التقنية في تحسين الأداء الإداري والبيئي للوحدات الاقتصادية، وذلك من خلال دراسة تأثير الإنتاج السحابي المستدام على تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية، وتوفير أساس لتطوير المعرفة النظرية والتطبيقية في هذا المجال.

المحور الأول: منهجية البحث وأبحاث سابقة

١,١-منهجية البحث:

١,١,١-مشكلة البحث:

على الرغم من الانتشار الواسع للتصنيع السحابي والاهتمام المتزايد بالاستدامة في الوحدات الاقتصادية لا يزال هناك قدر كبير من عدم اليقين بشأن كيفية تأثير هذا النموذج التصنيعي الجديد على تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية فالعديد من أنظمة المحاسبة الإدارية الحالية مصممة لتناسب هياكل التصنيع التقليدية ولا تمتلك القدرات الكافية لدعم اتخاذ القرارات في بيئات التصنيع الرقمية والشبكية والمستدامة ووفقا لذلك يمكن صياغة التساؤل الاتي: **كيف وإلى أي مدى يمكن أن يؤثر التصنيع السحابي المستدام على فعالية وكفاءة المحاسبة الإدارية البيئية؟**

٢,١,١- أهمية البحث:

يمكن دراسة أهمية هذا البحث من عدة جوانب فمن الناحية النظرية يسهم هذا البحث من خلال الجمع بين مفاهيم التصنيع السحابي والاستدامة والمحاسبة الإدارية البيئية في إثراء الأدبيات العلمية في مجال المحاسبة وإدارة التكنولوجيا ومن الناحية العملية يمكن أن توفر نتائج البحث إرشادات للمديرين وصناع القرار في الوحدات الاقتصادية لتصميم وتنفيذ أنظمة محاسبية إدارية مناسبة لبيئات التصنيع السحابي المستدام كما يمكن أن تشكل هذه الدراسة أساسا للسياسات الكلية في مجال التحول الرقمي والاستدامة التنظيمية.

٣,١,١- أهداف البحث:

١. دراسة وتحليل مفهوم التصنيع السحابي المستدام وتقنياته.
٢. دراسة وتحليل تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية.
٣. تحديد أثر التصنيع السحابي المستدام على تقنيات المحاسبة الادارية البيئية.

١,١,٤- فرضيات البحث:

وفقا للإطار النظري للبحث، وبهدف دراسة العلاقة بين التصنيع السحابي المستدام وتقنيات المحاسبة الإدارية البيئية، صيغت فرضيات البحث كالاتي:

١. لا يؤثر إنتاج الحوسبة السحابية المستدامة تأثيرا ذا دلالة إحصائية على تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية.
٢. يؤثر التصنيع السحابي المستدام تأثيرا ذا دلالة إحصائية على تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية.

١,١,٥-حدود البحث: تشمل حدود البحث أربعة جوانب، وكما مبين بالآتي:

تمثلت الحدود المعرفية للبحث بالمتغيرين التصنيع السحابي المستدام والمحاسبة الإدارية البيئية).أما الحدود المكانية تمثلت الحدود المكانية بالموقع الذي تم اختياره لتطبيق الجانب العملي من البحث، وهو شركتي بغداد وكرونجي للمشروبات الغازية. أما الحدود الزمانية امتدت الحدود الزمانية للبحث للمدة (٢٠٢٥) تخللتها مدة الزيارات الميدانية لجمع المعلومات في الشركتين محل البحث.

١,١,٦- مجتمع وعينة البحث: يشمل مجتمع البحث الحالي جميع المديرين والموظفين العاملين في الإدارات المالية والإنتاجية وتقنية المعلومات والشؤون البيئية في شركتي بغداد وكرونجي للمشروبات الغازية؛ نظرا لارتباط هؤلاء الأفراد ارتباطا مباشرا باستخدام التقنيات الرقمية وتطبيق نظام المحاسبة الإدارية البيئية وبالنظر إلى تطبيق البحث في شركات محل البحث، تم استخدام أسلوب العينة المستهدفة، حيث تم اختيار الأفراد الذين يمتلكون معرفة متخصصة وخبرة عملية كافية في مجال البحث. وتم تحديد حجم العينة بناء على متطلبات التحليلات الإحصائية، ولا سيما نمذجة المعادلات الهيكلية. وقد استخدمت الاستبيانات التي تم جمعها، بعد مراجعتها واستبعاد البنود غير المكتملة، كبيانات نهائية لاختبار الفرضيات والتحليل الإحصائي.

١,١,٧-منهج البحث: يستعمل في هذا البحث:

١. المنهج الاستقرائي: من خلال مراجعة وتحليل الدراسات والمصادر ذات الصلة بشكل منهجي، يتم استخلاص إطار نظري مناسب لدعم فرضيات البحث.
٢. المنهج الوصفي التحليلي: لوصف وتحليل بيانات وتقارير الوحدة الاقتصادية محل البحث لقياس أثر التصنيع السحابي المستدام على تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية.

١,٢-أبحاث سابقة:

١,٢,١- بعض الأبحاث السابقة ذات العلاقة بمتغير التصنيع السحابي المستدام:

١. **بحث (عبد طوفان ,٢٠٢٣)**: بعنوان "تطبيق التصنيع السحابي باستخدام إعادة هندسة عمليات التصنيع: دراسة حالة في شركة الفرات للصناعات الكيميائية العامة - مصنع إنتاج الصودا والكلور" هدفت هذا الدراسة إلى تطبيق التصنيع السحابي في وحدة صناعية عراقية باستخدام منهج دراسة الحالة. وكشفت النتائج عن تحديين رئيسيين: ضعف تطبيق إعادة هندسة العمليات التجارية، وعدم كفاية تقبّل التصنيع السحابي. وباستخدام أدوات نمذجة العمليات، قدّمة الباحثة إطار عمل مقترحا وقوائم مرجعية لتقييم مستوى الامتثال، وحلّل البيانات باستخدام برنامج إكسل ومؤشرات مثل المتوسط المرجّح ومعدل الامتثال. وأظهرت النتائج أنه على الرغم من استيفاء المتطلبات نسبيا، فإن التطبيق الفعال لهذا النهج يتطلب تعاونا وتنسيقا بين أقسام الهندسة وتقنية المعلومات والإدارة العليا.
٢. **بحث (خليل ,٢٠١٨)**: بعنوان الحوسبة السحابية المجتمعية لدعم تكامل سلسلة التوريد وزيادة كفاءة الأداء التشغيلي: تناولت هذا البحث دور الحوسبة السحابية الاجتماعية في تعزيز تكامل سلسلة التوريد ورفع كفاءة الأداء التشغيلي. وهدفت إلى تحديد مدى إمكانية استخدام هذه التقنية لدعم التنسيق بين أعضاء سلسلة التوريد، وتحسين تبادل المعلومات مع الحفاظ على أمن البيانات وسريتها وسلامتها، وقياس أثرها على تحسين الأداء التشغيلي. شمل مجتمع البحث عددا من الشركات الصناعية الكبرى في محافظة الدقهلية بمصر. جمعت البيانات من خلال استبيان، وحللت باستخدام برنامج (SPSS) بالإضافة إلى أساليب الارتباط والانحدار. أظهرت النتائج أن استخدام الحوسبة السحابية الاجتماعية له أثر إيجابي وملموس على تكامل سلسلة التوريد، وتحسين تبادل المعلومات، ورفع كفاءة الأداء التشغيلي، مما يؤكد على ضرورة تطوير البنية التحتية السحابية في المؤسسات الصناعية.

٣. **بحث (Fisher et al. 2018)** بعنوان Cloud manufacturing as a sustainable" process manufacturing route" تتناول هذه الدراسة التصنيع السحابي كنموذج أعمال قائم على الخدمات، يمكّن من مشاركة الموارد وقدرات التصنيع عبر منصة سحابية. ومع ازدياد تعقيد عمليات التصنيع، تزايدت أهمية خفض التكاليف وتقليل الأثر البيئي. ويقدّم التصنيع السحابي حلا ذكيا من خلال توفير مسارات إنتاج مستدامة ومرنة وتحلّل هذه الدراسة تعريفات التصنيع السحابي وخصائصه وبنيته، وتحدّد أربعة مناهج للاستدامة: التصميم التعاوني، وزيادة الأتمتة، ومرونة العمليات، والحدّ من النفايات. كما تسلّط الضوء على دوره في إعادة استخدام النفايات، وخلق القيمة، ودعم الاقتصاد الدائري.

٢,٢,١- بعض الابحاث السابقة ذات العلاقة بمتغير المحاسبة الإدارية البيئية:

١. **بحث (الوائلي والموسوي،٢٠١٨)** بعنوان " استعمال تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية في ترشيد القرارات الاستثمارية وتحقيق التنمية المستدامة: يتناول هذا البحث دور المعلومات البيئية في عملية صنع القرار الاستثماري. وتتمثل المشكلة الرئيسية في تجاهل إدارة الاستثمار في البعد البيئي والاعتماد الكلي على المعلومات المالية قبل اتخاذ القرارات. وفي هذا السياق، تم اختيار مصنع أسمنت الكوفة كدراسة حالة، حيث تم فحص مدى تطبيق تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية من خلال تقييم نظامه المحاسبي والبيئي، وقدم نموذج مقترح. وأظهرت النتائج أن النظام المحاسبي الحالي يفتقر إلى معلومات بيئية كافية، وأن خطط الإنتاج لا تتضمن خططا للاستثمار الأخضر. كما أنه على الرغم من بعض التدابير، مثل إنشاء أحزمة خضراء وتدريب الموظفين، فإن التكامل المنهجي للمؤشرات البيئية في قرارات الاستثمار أمر ضروري.

٢. **بحث (شعلة واخرون ،٢٠١٩)** "بعنوان أثر استخدام أساليب المحاسبة الإدارية الاستراتيجية على تحقيق الأداء البيئي للوحدة الاقتصادية" يهدف هذا البحث إلى دراسة أثر تقنيات المحاسبة الإدارية الاستراتيجية على تحسين الأداء البيئي للوحدات الاقتصادية. تتناول هذه الدراسة دور هذه التقنيات في تحسين أداء الوحدات الصناعية، وتحدد الأدوات الفعالة في هذا المجال. تظهر النتائج أن المحاسبة الإدارية يمكن أن تعمل كنظام استراتيجي، وأن تترجم رؤية الوحدة الاقتصادية إلى أهداف تشغيلية قابلة للقياس. تحدد هذه التقنيات مؤشرات مثل وقت التسليم، ومعدل الخطأ، ورضا الزبائن ، وتركز على أهداف مثل الربحية والحفاظ على السوق. وأخيرا، تلعب المحاسبة الإدارية دورا هاما في تحسين الأداء البيئي من خلال التخطيط الاستراتيجي والمواءمة.

٣. **بحث (Pham & Vu, 2025)** بعنوان "Insight into how Environmental Management Accounting Practices and Complexity of Green Innovation Management Pave the Way Toward Strategic Resilience" قدم هذا البحث نموذجا مفاهيميا وتتحقق من صحته، يركز على العلاقة بين ممارسات المحاسبة الإدارية البيئية والمرونة الاستراتيجية في الوحدات الصغيرة والمتوسطة. كما تبحث في آلية الوساطة لإدارة تعقيد الابتكار الأخضر في هذه العلاقة. وجمعت البيانات من ٧٢٣ مستجيبا من الشركات الصغيرة والمتوسطة باستخدام أسلوبي العينة المتاحة والعينة المتسلسلة، واستخدم تحليل نمذجة المعادلات الهيكلية لاختبار فرضيات البحث. أظهرت النتائج وجود علاقات إيجابية وهامة بين المكونات المقترحة، وتشير أحجام التأثير إلى الأهمية الكبيرة لهذه العلاقات. تؤكد النتائج أن التطبيق الفعال للمحاسبة الإدارية البيئية وإدارة تعقيد الابتكار الأخضر يعزز المرونة الاستراتيجية للوحدات الاقتصادية الصغيرة والمتوسطة، وتشير إلى ضرورة المواءمة الاستراتيجية والتركيز على الابتكارات المستدامة في عمليات إدارة الوحدات الاقتصادية.

المحور الثاني: الإطار النظري للتصنيع السحابي المستدام وتقنيات المحاسبة الإدارية البيئية

١,٢- مفهوم التصنيع السحابي المستدام وتعريفه:

التصنيع السحابي مفهوم جديد قائم على مفهوم "التصنيع كخدمة" مستوحى من مفهوم الحوسبة السحابية وهو نتاج متكامل لتكنولوجيا المعلومات المتقدمة وتكنولوجيا التصنيع وتكنولوجيا إنترنت الأشياء الناشئة وهو تجسيد لمفهوم التصنيع كخدمة يتبنى التصنيع السحابي أحدث مفاهيم تكنولوجيا المعلومات المعاصرة لدعم قطاع التصنيع في توفير تصنيع عالمي للمنتجات عالي القيمة المضافة ومنخفض التكلفة في بيئات موارد شبكية واسعة (ttps://waykenrmcom/ar/blogs) ويمثل التصنيع السحابي نموذجا جديدا في مجال التصنيع يتيح تعاونا مرنا بين مجهزي و مستخدمي موارد التصنيع في بيئة شبكية مشتركة وذلك بتحويل قدرات التصنيع إلى خدمات

رقمية هذا النموذج القائم على مبادئ الوصول عند الطلب وقابلية التوسع ومشاركة الموارد يمكن من الاستجابة الفعالة لاحتياجات الزبائن المتغيرة ويمهد الطريق للانتقال من التصنيع المركزي التقليدي إلى أنظمة تصنيع موزعة وذكية(Henzel & Herzwurm, 2018:949) ويعرف التصنيع السحابي "أنه نمط تصنيع منظم جديد يستخدم الإنترنت ومنصة التصنيع السحابي وينشئ أنواعا مختلفة من موارد التصنيع (وتحديدا سحابة التصنيع) على الإنترنت ويقدم للزبائن مجموعة واسعة من الخدمات حسب طلبهم وهو يجمع بين أحدث تقنيات التصنيع والخدمات المنظمة مع الحوسبة السحابية والمعالجة الفائقة وإنترنت الأشياء وما إلى ذلك لتزويد كل عملية تصنيع بخدمات عالية الجودة ومنخفضة التكلفة في أي وقت ومن أي مكان عند الطلب" التصنيع السحابي (CM) "هو نموذج تصنيع يركز على الزبائن ويستغل الوصول عند الطلب إلى مجموعة مشتركة من موارد التصنيع المتنوعة والموزعة لتشكيل خطوط إنتاج مؤقتة وقابلة لإعادة التكوين مما يعزز الكفاءة ويقلل من تكاليف دورة حياة المنتج ويسمح بتحميل الموارد الأمثل استجابة لمهام الزبائن ذات الطلب المتغير "(Wu et al, 2013:2) أما الاستدامة في التصنيع السحابي تعني تصميم هذه الأنظمة وتنفيذها وتشغيلها بطريقة تقلل من آثارها البيئية والاقتصادية والاجتماعية، وتخفض استهلاك الطاقة والموارد وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري (أي الركائز الثلاث للاستدامة: البيئة و الاقتصاد والمجتمع) (Fisher et al., 2018 : 56) كذلك تعني الاستدامة في التصنيع "التنمية التي تلبي احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها". يستخدم هذا التعريف في الأبحاث المتعلقة بالتصنيع السحابي من منظور اقتصادي وبيئي واجتماعي (Parsa, 2021: 11).

١,١,٢-أهمية الاستدامة في التصنيع السحابي: يعزز التصنيع السحابي الاستدامة من خلال ما يلي:

١. **تحسين استهلاك الطاقة:** تتمتع الخوادم السحابية بقدرة أكبر على استخدام الطاقة بكفاءة أعلى من الخوادم التقليدية، كما يمكنها إدارة أحمال العمل ديناميكيا لتقليل استهلاك الطاقة كما يساهم الاستخدام المشترك لمعدات الإنتاج والموارد في الحد من الهدر وهدر الموارد(Shaban et al., 2021: 44).
٢. **تقليل الهدر واستهلاك الموارد:** من خلال مشاركة الموارد وتجميع البيانات يمكن التحكم بشكل أفضل في دورة حياة المنتج وتقليل الهدر. (Parsa, 2021: 20).
٣. **زيادة مرونة الإنتاج وقابليته للتوسع:** يتيح التصنيع السحابي مرونة عالية في إنتاج منتجات متنوعة إذ يمكن الوحدات الاقتصادية من زيادة أو تقليل طاقتها الإنتاجية وفقا للطلب دون الحاجة إلى استثمارات ضخمة في معدات وبنية تحتية جديدة وتكتسب هذه الميزة أهمية خاصة في ظل التغيرات السريعة التي يشهدها السوق. (Mayer Group, 2019 :14) .
٤. **خفض التكاليف الرأسمالية والتشغيلية:** باستخدام نماذج موجهة نحو الخدمات مثل التصنيع كخدمة (Maas) تستخدم الوحدات الاقتصادية الموارد بالقدر اللازم فقط مما يقلل من التكاليف الرأسمالية ولا يحقق هذا وفورات اقتصادية فحسب بل يسهم أيضا في الاستدامة البيئية نظرا لانخفاض استخدام المعدات الزائدة. (ESR Group, 2020: 25).
٥. **زيادة الإنتاجية وكفاءة التصنيع:** من خلال الجمع بين البيانات الآنية والذكاء الاصطناعي والتحليلات المتقدمة ويتيح التصنيع السحابي اتخاذ قرارات ذكية ويحسن إنتاجية التصنيع وتقلل هذه الإمكانية من الأخطاء وفترات توقف الإنتاج والاستهلاك غير الضروري للطاقة والموارد.(Shaban et al., 2021: 48).
٦. **دعم أهداف الاستدامة البيئية والاجتماعية:** يمكن التصنيع السحابي المستدام الشركات من تقليل الأثر البيئي للتصنيع واستخدام الموارد على النحو الأمثل. كما يعزز هذا النهج الجوانب الاجتماعية للاستدامة من خلال زيادة إمكانية الوصول إلى خدمات التصنيع وخفض التكاليف (Fisher, 2018: 60).

٢,١,٢التقنيات الداعمة للتصنيع السحابي:

لا يعد التصنيع السحابي المستدام مجرد نموذج تقني بل هو نظام بيئي رقمي يعتمد على مجموعة من التقنيات الحديثة لتحقيق أهداف الاستدامة الاقتصادية والبيئية والاجتماعية وتوفر هذه التقنيات البنية التحتية اللازمة لتكامل الموارد واتخاذ القرارات الذكية والحد من الآثار البيئية للتصنيع (Tao et al., 2011:170–171) وفي عصرنا الرقمي تزداد أهمية دراسة التقنيات الداعمة للتصنيع السحابي المستدام. ويعد دمج الحوسبة السحابية مع مبادئ التصنيع المستدام نهجا تحويليا لمواجهة التحديات البيئية والاقتصادية في قطاع التصنيع ويشير التصنيع المستدام إلى إنتاج

المنتجات من خلال عمليات اقتصادية وفعالة تقلل من الآثار البيئية السلبية وتحافظ على الطاقة والموارد الطبيعية (https://www.microsoft.com). وهناك العديد من التقنيات الداعمة للتصنيع السحابي أهمها:

١. **الحوسبة السحابية:** تلعب الحوسبة السحابية باعتبارها إحدى التقنيات الأساسية للتحول الرقمي دورا هاما في تطوير وتحديث القطاع الصناعي فمن خلال توفير وصول فوري وقابل للتوسع إلى موارد الحوسبة تمكن هذه التقنية الصناعات من خفض تكاليف الاستثمار وزيادة المرونة التشغيلية (Armbrust et al., 2010 :51). كما يحسن استخدام الحوسبة السحابية أداء أنظمة تخطيط الإنتاج وإدارة سلسلة التجهيز وتحليل البيانات الصناعية. ويشير Buyya et al إلى أن الخدمات السحابية تحسن عملية اتخاذ القرارات الإدارية والإنتاجية التنظيمية من خلال زيادة سعة معالجة البيانات وتخزينها (Buyya et al., 2011, p. 7). إضافة إلى ذلك يتيح دمج الحوسبة السحابية مع التصنيع ومراقبة المعدات في الوقت الفعلي وتحسين استهلاك الطاقة وهو خطوة فعالة نحو تحقيق صناعة ذكية ومستدامة (Xu et al., 2018: 296).

٢. **الأمن السحابي:** يعد أمن الحوسبة السحابية مطلبا أساسيا لتطبيق التصنيع السحابي المستدام حيث توزع البيانات والخدمات وموارد التصنيع وتدار عبر الإنترنت. وتلعب تقنيات مثل تشفير البيانات والتحكم في الوصول القائم على الأدوار (RBAC) وإدارة هوية المستخدم والتحقق منها دورا هاما في حماية المعلومات الصناعية (Hashizume et al., 2013: 6)كما أن استخدام أنظمة كشف ومنع الاختراق (IDS/IPS) والمراقبة الأمنية الآنية يزيد من موثوقية واستمرارية الخدمات في بيئات التصنيع السحابي ومن منظور الاستدامة يسهم أمن الحوسبة السحابية في تحسين كفاءة واستدامة عمليات التصنيع من خلال تقليل مخاطر تعطل الأنظمة ومنع هدر الموارد وتعزيز الثقة بين شركاء سلسلة التجهيز لذا يعد استخدام تقنيات أمن الحوسبة السحابية المتقدمة شرطا أساسيا لتحقيق تصنيع سحابي مستدام .(Zissis & Lekkas, 2012: 585)

٣. **الأنظمة السيبرانية الفيزيائية (CPS):** تنشئ الأنظمة السيبرانية الفيزيائية رابطا بين العالم المادي للإنتاج والفضاء الرقمي. ويذكر وانغ أن الأنظمة السيبرانية الفيزيائية تعد أحد الركائز الأساسية للتصنيع السحابي إذ تتيح التحكم في عمليات الإنتاج وتنسيقها في بيئة الحوسبة السحابية (Wang & Wang, 2015: 787) وتيح نظام (CPS) للمصانع الذكية إمكانية الضبط الذاتي لخطوط الإنتاج استنادا إلى البيانات في الوقت الفعلي مما يؤدي إلى تحسين الإنتاج مع تقليل الهدر. تتنبأ أنظمة الصيانة التنبؤية بأعطال المعدات قبل حدوثها مما يقلل بشكل كبير من وقت التعطل. تعمل أنظمة التحكم المتكاملة على تبسيط سير عمل الإنتاج وتقليل الأخطاء البشرية مما يؤدي إلى زيادة الإنتاجية والسلامة ورفع فاعلية جميع العمليات (OPSWAT:2015,59).

٤. **انترنت الاشياء (IoT):** تعتمد الحوسبة السحابية المستدامة، كنهج جديد في الصناعة الرقمية، على تكامل موارد الإنتاج عبر منصات سحابية وفي هذا الإطار، يربط إنترنت الأشياء (IoT) أجهزة الاستشعار والآلات وأنظمة التحكم، ويجمع البيانات في الوقت الفعلي وينقلها إلى المنصات السحابية و تشكل هذه البيانات أساسا لاتخاذ قرارات ذكية، وتخصيص أمثل للموارد، وإدارة إنتاج فعّالة ويعتبر شو الإنتاج السحابي امتدادا للحوسبة السحابية، حيث يوفر موارد الإنتاج كخدمات شبكية، ويعتمد على تقنيات مثل إنترنت الأشياء (Xu,2012:77).وفي هذا السياق، تدمج الأشياء المادية في شبكة المعلومات، لتصبح عناصر فاعلة في العمليات التجارية، ويمكن التفاعل معها عبر الإنترنت بأمان وخصوصية (٢٠٠٨:٢ , Haller et al).ومن الناحية التشغيلية، يؤدي هذا التكامل إلى الصيانة التنبؤية، وتقليل وقت التوقف، وزيادة إنتاجية المعدات. يؤكد تاو وآخرون أن هذا النموذج يسهّل التخصيص الأمثل للموارد والتنسيق الديناميكي (Tao et al,2014:566) ومن منظور الاستدامة، يسهم إنترنت الأشياء في الحد من الهدر من خلال مراقبة استهلاك الطاقة والمواد الخام، كما تحسّن تحليلات البيانات الضخمة في الحوسبة السحابية كفاءة الطاقة وتقلل الانبعاثات ومن نتائج هذا النهج أيضا إنشاء بيئة تصنيع ذكية واستخدام الموارد المشتركة وفقا للطلب (Rasouli ٢٠١٩:٢).

٣,١,٢-مبادئ التصنيع السحابي المستدام:

يعمل التصنيع السحابي وفق مجموعة من المبادئ أهمها.(Li & Zhou, 2014 :343-345 Zhong et al., 2017 :711- 712).

١. **ترشيد استهلاك الموارد والطاقة:** يركز التصنيع السحابي المستدام على الاستخدام الأمثل للموارد وتقليل استهلاك الطاقة والمواد الخام. ويتحقق هذا الهدف من خلال مشاركة الموارد، واستخدام نماذج التحسين، وتوفير إمكانيات

التصنيع كخدمة، مما يمنع الإفراط في استخدام المعدات. ووفقا للي وتشو، يلعب هذا النهج دورا هاما في الحد من الآثار البيئية.

٢. **التصنيع كخدمة:** يقدم التصنيع كخدمة، تشمل الآلات والبرمجيات وقدرات الإنتاج. وهذا يزيد من معدل استخدام المعدات ويقلل الحاجة إلى استثمارات باهظة، مما يعزز الكفاءة الاقتصادية والاستدامة البيئية.

٣. **الاستدامة الاقتصادية والمرونة الصناعية:** يعزز التصنيع السحابي الاستدامة الاقتصادية والمرونة الصناعية، حيث يمكن للوحدات الاستفادة من التقنيات المتقدمة دون امتلاك الموارد بشكل كامل. وهذا يقلل التكاليف ويزيد القدرة التنافسية.

٤. **المراقبة الانية واتخاذ قرارات ذكية:** يتيح استخدام إنترنت الأشياء وأجهزة الاستشعار المراقبة الآنية وتحليل البيانات، مما يؤدي إلى اتخاذ قرارات أكثر دقة وتحسين كفاءة النظام. وفي نهاية المطاف، يقلل هذا النهج من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري عن طريق تقليل النقل غير الضروري وتحسين التخطيط.

٢,٢- مفهوم المحاسبة الإدارية البيئية وتعريفها:

في إطار تعاليم القرآن الكريم تم التأكيد على حماية البيئة والاستخدام الرشيد للموارد الطبيعية كواجب إنساني فالقرآن الكريم يعتبر الإنسان "خليفة الله" في الأرض ويحذره من أي فساد أو خراب: "ولا تفسدوا في الأرض بعد إصلاحها ذلكم خير لكم إن كنتم مؤمنين" (الأعراف: ٥٦). ومن هذا المنطلق فإن المحاسبة الإدارية البيئية من خلال توفير معلومات شفافة تمهد الطريق لحماية الموارد الإلهية وتحقيق التنمية المستدامة في العقود الأخيرة أجبرت الضغوط البيئية المتزايدة ومحدودية الموارد الطبيعية ومتطلبات التنمية المستدامة الوحدات الاقتصادية على تبني مناهج جديدة في أنظمة المعلومات وصنع القرار لديها وفي الوقت نفسه تلعب المحاسبة الإدارية البيئية باعتبارها إحدى أدوات المحاسبة الحديثة دورا هاما في تحديد وقياس وتحليل التكاليف البيئية وتوفير المعلومات اللازمة لتحسين الأداء الاقتصادي والبيئي. ومن خلال دعم قرارات الإدارة المستنيرة يسهم هذا النوع من المحاسبة في الحد من الآثار البيئية السلبية وترشيد استخدام الموارد وتمهيد الطريق للتنمية المستدامة (عبد السلام، ٢٠١٥: ٤٢) وتشير الأبحاث إلى أن استخدام تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية يمكن أن يحقق توازنا مناسبا بين الأهداف الاقتصادية والاجتماعية والبيئية (الوائلي والموسوي، بدون تاريخ: ١٧). كما هو واضح تبرز التعريفات المختلفة للمحاسبة الإدارية البيئية جوانب مكملة لهذا المفهوم وجميعا تركز على صنع القرارات التنظيمية الداخلية ودمج المعايير البيئية والمالية والهدف النهائي المتمثل في تحسين الأداء وخلق قيمة مستدامة. تشكل هذه الأداة الفعالة جسرا يربط بين المتطلبات البيئية والإدارة الفعالة للأعمال وتعددت التعريفات التي تناولت مفهوم المحاسبة الإدارية البيئية ويمكن عرض بعض اهم هذه التعريفات أذ قدم معهد المحاسبين الإداريين المعتمدين (CIMA) تعريفا موجزا وعمليا. ووفقا لهذا التعريف فإن المحاسبة الإدارية البيئية "هي عملية تلبي احتياجات المديرين من المعلومات المتعلقة بتأثير أنشطة الوحدات الاقتصادية على البيئة وتأثير القضايا البيئية على الوضع المالي والتشغيلي لها" (CIMA ,2021: 5) كما يمكن تعريفها على أنها "عملية تحديد وجمع وتحليل وإعداد تقارير عن المعلومات المالية وغير المالية المتعلقة بالآثار البيئية لأنشطة الوحدة الاقتصادية والتي تهدف إلى دعم عملية صنع القرار الإداري في اتجاه الاستدامة" Burritt et al., 2011: 234). أيضا انها "تطبيق أدوات وتقنيات المحاسبة الإدارية لقياس وتوزيع التكاليف البيئية بما يسهم في تحسين الكفاءة والحد من الآثار البيئية السلبية"2005:18 (IFAC,) كذلك قدم برنامج الأمم المتحدة للتنمية المستدامة (UNDSD) تعريفا عمليا للمحاسبة الإدارية البيئية" بأنها تحديد وتجميع وتحليل واستخدام نوعين من المعلومات لغرض اتخاذ القرارات الداخلية وهما: المعلومات العينية (الفيزيائية أو المادية) عن تدفقات و استخدام المواد الخام والمياه و الطاقة و النفايات و المعلومات المالية (النقدية) المتعلقة بالوفورات البيئية والأرباح و التكاليف البيئية" (UNDS,2001:3) .

١,٢,٢- أنواع المحاسبة الإدارية البيئية

توفر أنواع المحاسبة الإدارية البيئية من خلال الجمع بين المعلومات المادية والنقدية إطارا شاملا للإدارة المثلى للموارد وخفض التكاليف وتحقيق أهداف التنمية المستدامة ويلعب الاختيار والتطبيق المناسبان لكل نوع من هذه الأنواع دورا حاسما في تحسين الأداء الاقتصادي والبيئي للوحدات الاقتصادية.

١. **المحاسبة الإدارية البيئية النقدية:** التي تركز على الترجمة المالية للأنشطة البيئية وتهتم بالأمور البيئية داخل أنشطة الوحدة الاقتصادية معبرا عنها بالوحدات النقدية فهي توفر معلومات بيئية نقدية في صورة تقارير مالية

ترفع ل لإدارة لترشيد قراراتها الإدارية المتعلقة بالإنتاج الأنظف ومنع التلوث والتصميم من أجل البيئة وتكاليف غرامات مخالفة القوانين البيئية والقيمة النقدية للأصول البيئية وغيرها (بكوش واخرون، ٢٠٢٢: ٤٩).

٢. **المحاسبة الإدارية البيئية العينية:** تركز المحاسبة الإدارية البيئية العينية على قياس وتسجيل الآثار المادية للأنشطة البيئية. ويركز هذا النهج تحديدا على قياس تلوث الهواء والإشعاع وانبعاثات الملوثات والقياسات الكمية مثل النفايات الصلبة المتولدة. تعرض المعلومات المستقاة من هذه القياسات على مستويات الإدارة العليا في شكل تقارير إدارية تعبر عنها عادة بوحدات مثل الكيلوغرامات والأطنان والأمتار المكعبة وتمكن طريقة إعداد التقارير هذه المديرين من تحليل العواقب البيئية لأنشطة الإنتاج بدقة (Schaltegger et al., 2000: 47) وتلعب المحاسبة الإدارية البيئية العينية دورا هاما في تحسين جودة عملية صنع القرار الإداري من خلال توفير بيانات مادية دقيقة. تساعد هذه المعلومات الإدارة على اتخاذ قرارات فعالة في مجال اختيار مصادر الطاقة وتحديد كمية المواد الخام المستهلكة وتقييم مدى توافقها مع المعايير البيئية والفنية من هذا المنظور تعتبر المحاسبة البيئية العينية أداة فعالة لتوجيه الوحدة الاقتصادية نحو أنماط إنتاج أكثر استدامة بيئيا (لبيب، ٢٠٠٢: ٩٣). إضافة إلى ذلك تعد المحاسبة البيئية الموضوعية أداة للرقابة المباشرة وغير المباشرة على النتائج البيئية وتتيح مقارنة وتقييم أساليب الإنتاج المختلفة من حيث آثارها البيئية. ومن خلال هذه المقارنات تستطيع الإدارة اختيار خيار الإنتاج الأنسب من منظور حماية البيئة. كما يسهم هذا النهج بفعالية في تقييم واختيار أفضل الخيارات لإدارة ومعالجة النفايات الناتجة عن العمليات التشغيلية (مطاوع، ٢٠٠٦، :٥٤).

٣,٢,٢-تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية:

هناك مجموعة من الأساليب المحاسبية والتقنيات الإدارية الحديثة التي تستخدمها العديد من الوحدات الاقتصادية في الدول المتقدمة لإدارة تكاليفها وتحسين أدائها الاستراتيجي بشكل مستدام ويمكن توضيحها على النحو التالي:

١. تحليل تكلفة دورة حياة المنتج البيئية:

أدى التطور الصناعي والنمو السكاني العالمي في العقود الأخيرة إلى تزايد المخاوف بشأن القضايا البيئية (YLE,2023:2). ويعد تحليل دورة حياة المنتج (LCA) منهجا شاملا لتقييم الأنظمة الصناعية ويتيح تقدير الآثار البيئية التراكمية الناتجة عن جميع مراحل دورة حياة المنتج (SAP,2024:1). وفقا للمعيار ISO 14040 يعرف تقييم دورة الحياة (LCA) بأنه "مجموعة من الأساليب المنهجية لجمع وتقييم مدخلات ومخرجات المواد والطاقة والآثار البيئية المرتبطة بنظام منتج ما طوال دورة حياتها " (ISO, 2006: 7) كما عرفها أحمد بأنها إحدى تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية ودعم إتخاذ القرار (مثل تقنية تقويم المخاطر البيئية وتقنية تقويم الأداء البيئي) وتستخدم لفحص وقياس وتقويم الآثار البيئية المحتملة خلال دورة حياة المنتج أو الخدمة بداية من الحصول على المواد الخام ومرورا بمراحل الإنتاج والاستخدام وحتى إدارة النفايات بما يساعد على تحديد النقاط الحيوية للآثار البيئية واستخدام البدائل المتاحة لتجنب أو للحد من هذه الآثار فهي بمثابة تقييم مستمر خلال دورة الحياة من المهد إلى اللحد.(احمد، ٢٠٢٥: ٧) ويلعب تقييم دورة الحياة، كأداة تحليلية شاملة ومعيارية دورا هاما في الإدارة البيئية للمنتجات. فمن خلال توفير منظور شامل وتتيح هذه التقنية تحديد النقاط الحرجة فيما يتعلق باستهلاك الموارد وانبعاثات الملوثات في جميع مراحل دورة حياة المنتج (SAP, 2024: 5) ووفقا لمعايير ISOيتم تقييم دورة حياة المنتج على أربع مراحل هي تحديد الهدف والنطاق، تحليل المخزون، تقييم الأثر التفسير في المرحلة الأخيرة SAP, (2024: 3) وبناء على ذلك أن تقنية تقويم دورة حياة المنتج (LCA) تمكن من تقويم استخدام المواد والطاقة، وتطوير بدائل المواد وتحسين كفاءة الطاقة لتحسين الأداء البيئي لكامل دورة الحياة وتحسين المنتج النهائي، وكذلك تنفيذ إستراتيجيات إعادة التصنيع وإعادة الاستخدام الأمثل لإضافة قيمة للمنتجات المستخدمة هذا ويدور الهدف الرئيسي من هذه التقنية حول كيفية تقويم الآثار البيئية للنظم المختلفة ومقارنة النظم البديلة التي توفر نفس الكفاءة للمنتج أو الخدمة والتحسين المستمر في جميع مراحل دورة الحياة وذلك من وجهة النظر البيئية (أحمد، ٢٠٢٥:١١).

٢. **التكلفة على أساس النشاط البيئي:** في العقود الأخيرة، دفعت الضغوط البيئية والقانونية الوحدات الاقتصادية إلى تبني نهج أكثر دقة في تحديد وإدارة التكاليف البيئية. فبينما تسجل أنظمة المحاسبة التقليدية هذه التكاليف عادة كنفقات عامة، وتفتقر إلى إمكانية تتبعها (Hansen & Mowen, 2011:462) وبرز نهج التكاليف على أساس النشاط (ABC) كنموذج جديد يركز على العلاقة السببية بين الأنشطة والتكاليف (Kaplan &

Cooper, 1998 :97). ويستند هذا النهج إلى مبدأ أن الأنشطة هي المحرك الرئيسي للتكاليف، وأن التكاليف توزع بناء على حجم النشاط المستهلك (Kaplan & Anderson, 2007: 7) وفي إطار المحاسبة الإدارية البيئية (EMA)، يتيح هذا النهج توزيعا أكثر دقة للتكاليف المتعلقة باستهلاك الموارد والآثار البيئية، ويهدف إلى توفير معلومات مالية ومادية لتحسين عملية صنع القرار الإداري (UNDSD, 2001 :9). في هذا السياق، يسهم تطوير نظام التكاليف البيئية القائم على النشاط (EABC) في فصل تكاليف التلوث والطاقة والنفايات وفي هذا النظام، تحدد الأنشطة البيئية وتجمع التكاليف في مراكز أنشطة، ثم تحدد محركات التكلفة، وأخيرا توزع التكاليف بناء على استهلاك كل منتج أو عملية (Schaltegger & Burritt, 2000: 63). وتحسّن هذه العملية دقة توزيع التكاليف وتعزز عملية اتخاذ القرارات الإدارية في مجال تحسين العمليات ومن أهم فوائد نظام التكاليف البيئية القائم على النشاط زيادة شفافية التكاليف البيئية والحد من إخفائها في الإنفاق العام (IFAC, 2005 :50) على الرغم من أن تطبيقه يتطلب بنية تحتية معلوماتية مفصلة ودعما تنظيميا مناسبا.

٣. **بطاقة الأداء المتوازن البيئي:** صممت بطاقة الأداء المتوازن المستدام، بوصفها امتدادا للنموذج التقليدي، لدمج الأبعاد الاقتصادية والبيئية والاجتماعية في آن واحد. ومن خلال الجمع بين المؤشرات المالية وغير المالية، يتيح هذا النموذج تقييما متوازنا للأداء المستدام، مع التركيز على العوامل النوعية المتعلقة بالبيئة والمجتمع. ولا تقتصر أهميته على تحديد الأهداف الاستراتيجية فحسب، بل يسهم أيضا في تعزيز الشفافية، وخلق القيمة، والتنفيذ الفعال لاستراتيجيات الاستدامة (Rabbani et al., 2014:2) ويشير كل من Jasch& Schnitzer إلى أن هذا النهج يتجاوز المحاسبة الإدارية التقليدية، ويتيح تتبع الموارد الطبيعية طوال دورة الإنتاج بأكملها. وبهذه الطريقة، تستطيع الوحدات الاقتصادية إدارة تدفق الموارد من المدخلات إلى التحويل إلى المنتج والنفايات، وتحسين الأداء البيئي، وخفض التكاليف (Jasch& Schnitzer 2002 :35) وتوفر بطاقة الأداء المتوازن المستدام إطارا شاملا لتقييم الأداء، بإضافة بعد بيئي إلى الأبعاد المالية، وأبعاد الزبائن، والعمليات الداخلية، والتعلم (بوطورة وسمايلي، ٢٠٢٠: ٤٥٥). كما أنه يساعد على تحسين الإدارة المستدامة ومعالجة أوجه القصور في الأساليب التقليدية من خلال ربط المؤشرات متعددة الأبعاد باستراتيجية المنظمة (Tsalis et al., 2015:3; Wu, 2011:1).

٢,٢,٥-أثر التصنيع السحابي المستدام على تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية:

في العقود الأخيرة أدى التحول الرقمي إلى ظهور نماذج جديدة في مجال الإنتاج الصناعي أهمها "التصنيع السحابي". ويعني هذا المفهوم توفير موارد وقدرات الإنتاج على شكل خدمات سحابية متاحة عبر الشبكات الذكية والبنى التحتية الرقمية (Zhang et al., 2014:3) وعند دمج هذا النموذج مع مبادئ التنمية المستدامة يتشكل مفهوم "التصنيع السحابي المستدام" الذي يهدف إلى ترشيد استهلاك الموارد وخفض الانبعاثات وتحسين الأداء البيئي طوال دورة حياة المنتج (Liu & Xu, 2017: 12)وفي المقابل تعد "المحاسبة الإدارية البيئية" إحدى الأدوات الرئيسية للإدارة الحديثة حيث تحدد وتقيس وتحلل التكاليف والآثار البيئية للأنشطة التنظيمية ويجمع هذا النهج معلومات مالية وغير مالية تتعلق باستهلاك الطاقة وإدارة النفايات وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري ويستخدمها في اتخاذ القرارات الإدارية (IFAC, 2005: 18). والهدف الرئيسي لهذا النظام هو زيادة الشفافية وتحسين الأداء البيئي للوحدات الاقتصادية.

هذا ويوفر تكامل التصنيع السحابي المستدام مع تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية منصة لإحداث تحول جذري في إدارة المعلومات البيئية أذ تمكن التقنيات السحابية من جمع البيانات في الوقت الفعلي من خطوط الانتاج وأجهزة الاستشعار وأنظمة التحكم في الطاقة مما يزيد من دقة وشمولية معلومات المحاسبة البيئية أذ تسمح هذه البيانات للمديرين بتحديد التكاليف البيئية الحقيقية واتخاذ قرارات مبنية على معلومات حقيقية.(Ren et al., 2015: 27).

ومن خلال تحسين الطاقة الإنتاجية وتقليل هدر الموارد يوفر التصنيع السحابي المستدام الأساس لتحسين مؤشرات المحاسبة الإدارية مثل حساب تكلفة دورة الحياة وتقييم دورة الحياة والتقنيات الأخرى ويتيح ذلك إجراء تحليلات أكثر دقة للتكلفة والعائد البيئي واستراتيجيات أكثر فعالية لخفض انبعاثات الكربون (Burritt & Schaltegger, 2010: 836). وتسهل البنية التحتية الرقمية وتكامل البيانات في الحوسبة السحابية عملية إعداد تقارير الاستدامة. إذ يمكن للوحدات الاقتصادية اعداد المعلومات البيئية تلقائيا وعرضها في تقارير موحدة مما يعزز المساءلة والامتثال للمتطلبات القانونية (Huynh & Nguyen, 2024: 5). إضافة إلى ذلك تشير الأبحاث إلى أن استخدام المحاسبة

الإدارية البيئية في الأطر الرقمية الحديثة يسهم بدور وسيط في تحسين الأداء الاقتصادي والبيئي (أحمد، ٢٠٢٥: ١١٤).

ويرى الباحثان أن التصنيع السحابي المستدام لا يحسن الكفاءة التشغيلية فحسب بل يوفر أيضا البنية التحتية المعلوماتية اللازمة لتطوير تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية والترويج لها. ويؤدي هذا التقارب التكنولوجي إلى تحسين جودة البيانات وزيادة الشفافية وخفض التكاليف البيئية ودعم اتخاذ القرارات الاستراتيجية بما يتماشى مع التنمية المستدامة. لذا يعد الاستخدام المتزامن لتقنيات الحوسبة السحابية وأنظمة المحاسبة الإدارية البيئية ضرورة استراتيجية للوحدات الاقتصادية المعاصرة.

المحور الثالث: الجانب العملي

١,٣- لمجتمع وعينة البحث: يشمل مجتمع البحث جميع الموظفين العاملين في شركتي بغداد وكرونجي للمشروبات الغازية في جميع المستويات والوحدات التنظيمية في الشركتين المذكورين أما بالنسبة لعينة البحث، فقد تم توزيع 135 استبيانا على الموظفين باستخدام أسلوب العينة المستهدفة وشملت هذه العينة فئات وظيفية مختلفة، منها موظفو تقنية المعلومات، وموظفو إدارة المخاطر، وموظفو خدمة الزبائن وجميع المديرين والموظفين العاملين في الإدارات المالية والإنتاجية وتقنية المعلومات والشؤون البيئية في كلا الشركتين يوضح الجدول (١) توزيع الاستبيانات وتفاوتها بين أفراد عينة البحث.

جدول (١) الاستمارات الموزعة

البيانات	التكرار	النسبة المئوية
عدد الاستمارات الموزعة	١٣٥	٪١٠٠
عدد الاستمارات المستردة	127	%٩٤
عدد الاستمارات الغير مستردة	4	%3
عدد الاستمارات الملغاة	3	%2
عدد الاستمارات الخاضعة للتحليل	١٢٠	%٨9

٢,٣- المتغيرات الديموغرافية

جدول (٢) المتغيرات الديموغرافية

الجنس	التكرار	النسبة
ذكر	52	%43.3
انثى	68	%56.7
المجموع	120	%100.0
العمر	التكرار	النسبة
٢٠ - ٣٠ سنة	33	%27.5
٣١-٤٠ سنة	37	%30.8
٤١-٥٠ سنة	18	%15.0
٥١ فأكثر	32	%26.7
المجموع	120	%100.0
المؤهل العلمي	التكرار	النسبة
إعدادية فما دون	2	%1.7
دبلوم	61	%50.8
بكالوريوس	47	%39.2
دبلوم عال	1	%0.8

ماجستير	7	%5.8
دكتوراه	2	%1.7
المجموع	120	%100.0
العمر	التكرار	النسبة
اقل من ٥ سنوات	39	%32.5
٦ ــ ١٠ سنة	11	%9.2
١١ ــ ١٥ سنة	44	%36.7
١٦- ٢٠ سنة	26	%21.7
المجموع	120	%100.0
التخصص	التكرار	النسبة
اداري	65	%54.2
فني	42	%35.0
هندسي	13	%10.8
المجموع	120	%100.0

استنادا إلى الخصائص الديموغرافية للعينة، يظهر التوزيع الجنسي أن ٥٦,٧٪ من المستجيبين إناث و٤٣,٣٪ ذكور، مما يشير إلى تركيبة متوازنة نسبيا مع غلبة طفيفة للنساء أما من حيث العمر، فتسجّل أعلى نسبة في الفئة العمرية من ٣١ إلى ٤٠ عاما، تليها الفئتان العمريتان من ٢٠ إلى ٣٠ عاما ومن ٥١ عاما فأكثر، بينما تسجّل الفئة العمرية من ٤١ إلى ٥٠ اما أدنى نسبة. وهذا يدل على أن غالبية العينة من الشباب ومن هم في منتصف العمر أما من حيث المستوى التعليمي، فإن غالبية المستجيبين حاصلون على دبلوم أو شهادة بكالوريوس، بينما نسبة الحاصلين على شهادات الدراسات العليا منخفضة. وهذا يدل على أن مستوى التعليم في العينة يتراوح بين المتوسط والجامعي أما من حيث الخبرة العملية، فتسجّل أعلى نسبة في الفئة العمرية من ١١ إلى ١٥ عاما، تليها الفئة العمرية الأقل من ٥ سنوات، مما يدل على تنوع الخبرات العملية بين المستجيبين وأخيرا، من حيث التخصص، فإن الحصة الأكبر تتعلق بالمجال الإداري، تليها التخصصات التقنية والهندسية، وهو ما يتوافق مع طبيعة البحث في مجال المحاسبة الإدارية البيئية والتقنيات الرقمية.

٣,٣- الوصف الاحصائي لمتغيرات البحث

١,٣,٣-الإحصاءات الوصفية للتصنيع السحابي المستدام (SCM):

تقدّم الإحصاءات الوصفية المتعلقة بمتغير التصنيع السحابي المستدام مؤشرات تحليلية هامة حول تصورات وموقف عينة البحث تجاه مستوى تطبيق ونشر ممارسات التصنيع السحابي المستدام في الشركة وتتيح هذه المؤشرات تفسير مستوى ميل المستجيبين، ودرجة تباين الآراء، والتقييم العام للوضع الراهن وتعرض النتائج التفصيلية لهذا التحليل في الجدول (٣).

جدول (٣) بنود متغير التصنيع السحابي المستدام

ت	الفقرات	متوسط حسابي	انحراف معياري	الأهمية النسبية
١	تدير الشركة مواردها الإنتاجية بطريقة متكاملة وشبكية باستخدام بنى الحوسبة السحابية، مما يتيح الوصول إلى المعدات والبرامج وقدرات الإنتاج عبر الإنترنت بمرونة.	4.33	4.00	0.866666667
٢	طبّقت الشركة نموذج "التصنيع كخدمة"، حيث تتاح	3.93	4.00	0.786666667

	قدرات الإنتاج للمستخدمين الداخليين أو شركاء الأعمال عند الطلب، دون الحاجة إلى امتلاك الموارد بشكل كامل.			
٣	تتميز أنظمة التصنيع في الشركة بقابلية التوسع الديناميكي، حيث يمكنها زيادة أو تقليل الطاقة الإنتاجية وفقا لتغيرات حجم الطلب دون هدر للموارد.	3.97	4.00	0.793333333
٤	في عمليات التصنيع، تستخدم تقنية إنترنت الأشياء (IoT)للمراقبة الآنية لحالة الآلات واستهلاك الطاقة والأداء التشغيلي.	3.96	4.00	0.791666667
٥	تجمع بيانات عمليات التصنيع وتخزن وتحلل عبر منصات سحابية، وتشكل أساسا لاتخاذ القرارات الإدارية.	3.73	4.00	0.745
٦	أدى استخدام التصنيع السحابي في الشركة إلى خفض كبير في استهلاك الطاقة، وتحسين استخدام المواد الخام، وتقليل نفايات الإنتاج.	4.07	4.00	0.813333333
٧	عند تصميم وتنفيذ نظام التصنيع السحابي، تراعى اعتبارات الاستدامة الثلاثية (الاقتصادية والبيئية والاجتماعية) في آن واحد.	3.92	4.00	0.783333333
٨	ساهم استخدام تقنيات التحليل المتقدمة والذكاء الاصطناعي في المنصة السحابية في تحسين الكفاءة التشغيلية وتقليل الأخطاء البشرية في عملية الإنتاج.	3.64	4.00	0.728333333
٩	تم تطبيق بنى تحتية لأمن المعلومات، تشمل تشفير البيانات والتحكم في الوصول والمراقبة الأمنية المستمرة، بفعالية في بيئة التصنيع السحابي للشركة	3.45	4.00	0.69

المصدر: الباحثان بالاعتماد على مخرجات برنامج (AMOS)

من الجدول اعلى تشير النتائج الوصفية إلى أن المشاركين أبدوا مستوى عال من الاتفاق فيما يتعلق بتبني وتطبيق ممارسات التصنيع السحابي المستدامة حيث تراوحت المتوسطات الحسابية بين ٣,٤٥ و٤,٣٣، مع تجاوز معظم القيم ٣,٧٠، مما يدل على وجود تصور إيجابي بشكل عام كما سجل أعلى متوسط للدرجات (م = ٤,٣٣) في إدارة موارد الإنتاج المتكاملة والقائمة على الشبكة عبر بنية الحوسبة السحابية ويشير هذا إلى أن الشركات تظهر تكاملا تقنيا قويا وتواصلا رقميا فعالا في إدارة الإنتاج وبالمثل، سجلت متوسطات عالية للنتائج المتعلقة بالاستدامة، مثل خفض استهلاك الطاقة وتحسين استخدام الموارد (m = ٤,٠٧)، مما يدل على أن المشاركين يدركون فوائد بيئية ملموسة من أنظمة التصنيع السحابية بالإضافة الى ذلك لوحظت قيم متوسطة أقل، وإن كانت لا تزال ضمن النطاق المتوسط إلى المرتفع، في المجالات المتعلقة بالبنية التحتية لأمن المعلومات (المتوسط = ٣,٤٥) والتحسين التشغيلي المدعوم بالذكاء الاصطناعي (المتوسط = ٣,٦٤) قد تشير هذه المتوسطات المنخفضة نسبيا إما إلى تطبيق جزئي أو إلى تطوير مستمر في القدرات الرقمية المتقدمة وعلى الرغم من أن الانحرافات المعيارية المبلغ عنها تظهر بشكل موحد عند القيمة "٤,٠٠" في جدول (٣)، فإن قيم الأهمية النسبية (التي تتراوح بين ٠,٦٩ و٠,٨٧) تشير إلى تشتت مقبول، وتدل على أن الاستجابات متسقة نسبيا بين المشاركين وبشكل عام، تؤكد الإحصاءات الوصفية مستوى تبني مرتفعا إلى حد ما لأبعاد التصنيع السحابي المستدام.

٢,٣,٣-الإحصاءات الوصفية لتقنيات المحاسبة الإدارية البيئية (EMAT)

جدول (٤) بنود متغير لتقنيات المحاسبة الإدارية البيئية (EMAT)

ت	الفقرات	متوسط	انحراف	الأهمية

		ط حسابي	معياري	النسبية
١	تقوم شركتنا بشكل مستقل بتحديد وقياس والإبلاغ عن التكاليف البيئية (مثل تكاليف إدارة النفايات ومكافحة التلوث واستهلاك الطاقة).	3.73	4.00	0.746666667
٢	يتم تسجيل وتحليل المعلومات المتعلقة بالتدفقات المادية للمواد والمياه والطاقة بشكل منهجي في نظام المحاسبة الإدارية.	3.90	4.00	0.78
٣	عند تقييم أداء المنتج، تستخدم تقنية تقييم دورة الحياة لقياس الآثار البيئية بدءا من مرحلة توريد المواد الخام وحتى التخلص النهائي.	3.87	4.00	0.773333333
٤	تم تطبيق نظام التكاليف البيئية على أساس النشاط (EABC) في الشركة لتخصيص التكاليف المتعلقة بالتلوث والنفايات واستهلاك الموارد بدقة.	3.74	4.00	0.748333333
٥	بالإضافة إلى المؤشرات المالية، تتضمن تقارير الإدارة مؤشرات بيئية غير مالية، مثل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وحجم النفايات المتولدة.	3.77	4.00	0.753333333
٦	تلعب المعلومات المستخرجة من نظام المحاسبة الإدارية البيئية دورا أساسيا في صياغة استراتيجيات الشركة الكلية واتخاذ القرارات طويلة الأجل.	3.90	4.00	0.78
٧	تستخدم الشركة بطاقة الأداء المتوازن البيئي لقياس الأداء المالي والتشغيلي والبيئي في آن واحد.	4.08	4.00	0.816666667
٨	تم تخصيص التكاليف البيئية، التي كانت تسجل كتكاليف عامة في الأنظمة التقليدية، بدقة للمنتجات والعمليات في الشركة.	4.13	4.00	0.825
٩	ساهم إنشاء نظام المحاسبة الإدارية البيئية في تحسين كفاءة استخدام الموارد، وخفض التكاليف الخفية، وزيادة شفافية المعلومات الإدارية.	4.12	4.00	0.823333333

المصدر: الباحثان بالاعتماد على مخرجات برنامج (AMOS)

من الجدول اعلى تظهر البناء الثاني أيضا مؤشرات قوية للنزعة المركزية تراوحت المتوسطات من ٣,٧٣ إلى ٤,١٣، مما يعكس ترسيخا مؤسسيا قويا لممارسات المحاسبة الإدارية البيئية اذ ارتبط أعلى متوسط (٤,١٣) بتخصيص دقيق للتكاليف البيئية للمنتجات والعمليات، مما يشير إلى تطبيق قوي لأسلوب التكلفة البيئية على أساس النشاط (EABC) بالإضافة إلى ذلك، لوحظ توافق عال في قياس الأداء البيئي المتوازن (M = ٤,٠٨) وتحسينات الشفافية العامة للنظام (M= ٤,١٢) كما تشير المتوسطات المتوسطة إلى العالية لتقييم دورة الحياة (M = ٣,٨٧) والإبلاغ عن التكاليف البيئية (M = ٣,٧٣–٣,٩٠) إلى التكامل المنهجي للاعتبارات البيئية في أنظمة المحاسبة الإدارية وتشير النتائج الوصفية مجتمعة إلى أن كلا المفهومين ينظر إليهما بشكل إيجابي ويتم تضمينهما عمليا داخل الوحدات الاقتصادية التي تمت دراستها.

٤,٣,٣-الإحصاءات الوصفية أثر التصنيع السحابي المستدام على تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية

جدول (٤) بنود أثر التصنيع السحابي المستدام على تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية

ت	الفقرات	متوسط حسابي	انحراف معياري	الأهمية النسبية
١	ساهم تطبيق التصنيع السحابي المستدام في الشركة، من خلال استخدام بنى الحوسبة السحابية وتكامل البيانات التشغيلية، في تحسين دقة وشمولية وتوقيت المعلومات البيئية المسجلة في نظام المحاسبة الإدارية البيئية.	4.01	4.00	0.801666667
٢	ساهم استخدام إنترنت الأشياء (IoT) في عمليات الإنتاج في تسهيل تطبيق تقنية تقييم دورة حياة المنتج (LCA) بدقة أكبر في جميع مراحل دورة الحياة، وذلك من خلال توفير بيانات آنية حول استهلاك الطاقة والمواد الخام وانبعاثات الملوثات	4.05	4.00	0.81
٣	أدى دمج تقنية السيبرانية الفيزيائية (CPS) مع منصات التصنيع السحابية، مع القدرة على مراقبة المعدات باستمرار والتنبؤ بالأعطال، إلى توفير بيانات أكثر دقة لتحديد محركات التكلفة البيئية وتطبيق نظام التكاليف البيئية القائمة على النشاط (EABC) بفعالية.	3.91	4.00	0.781666667
٤	ساهم استخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي في الحوسبة السحابية على تعزيز القدرة التحليلية لنظام المحاسبة الإدارية البيئية، وذلك من خلال تطبيق تقنيات مثل تقييم دورة الحياة (LCA) وتحليل التكلفة والعائد البيئي.	3.91	4.00	0.781666667
٥	سهّل دمج بيانات التصنيع والبيئة والبيانات المالية في الحوسبة السحابية عملية تخصيص التكاليف البيئية بدقة للمنتجات والأنشطة (خاصة في إطار محاسبة التكاليف البيئية على أساس النشاط)، كما حال دون إخفاء التكاليف البيئية غير المباشرة.	3.74	4.00	0.748333333
٦	عزز التصنيع السحابي المستدام فعالية تقارير الإدارة البيئية وموثوقية القرارات الاستراتيجية المتعلقة بالتنمية المستدامة، وذلك من خلال زيادة شفافية المعلومات وإمكانية تتبع تدفقات المواد والطاقة.	3.73	4.00	0.745
٧	مكن استخدام منصات الحوسبة السحابية في إدارة البيانات البيئية من تطوير وتطبيق بطاقة أداء بيئية متوازنة، تستند إلى مؤشرات مالية وغير مالية أكثر دقة، كما حسّن من تقييم الأداء المستدام للشركة.	3.56	4.00	0.711666667
٨	ساهم تطبيق التصنيع السحابي المستدام في خفض تكاليف التشغيل البيئية وزيادة الكفاءة وذلك من خلال	3.58	4.00	0.716666667

	تقليل استهلاك الموارد، وتحسين الطاقة الإنتاجية، والتحكم الذكي في العمليات.			
٩	بشكل عام، حسّن التفاعل المنهجي بين تقنيات دعم التصنيع السحابي المستدام وتقنيات المحاسبة الإدارية البيئية كفاءة وفعالية ودور المحاسبة الإدارية البيئية الاستراتيجي في خلق قيمة اقتصادية وبيئية واجتماعية مستدامة في الشركة.	3.58	4.00	0.716666667

المصدر: الباحثان بالاعتماد على مخرجات برنامج (AMOS)

تشير نتائج الإحصاءات الوصفية والتي تعكس أثر التصنيع السحابي المستدام على تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية، إلى أن المتوسطات الحسابية لفقرات هذا المحور تراوحت بين (٣,٥٦ – ٤,٠٥)، وهي قيم تعكس مستوى مرتفعا نسبيا من الاتفاق بين أفراد العينة حول الدور الإيجابي الذي تمارسه تقنيات التصنيع السحابي في تطوير تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية وتعزيز كفاءتها التحليلية وقد سجلت الفقرة المتعلقة باستخدام إنترنت الأشياء وأجهزة الاستشعار الذكية في عمليات التصنيع لتسهيل تطبيق تقييم دورة حياة المنتج (LCA) أعلى متوسط حسابي بلغ (٤,٠٥) وبأهمية نسبية (٠,٨١)، وهو ما يشير إلى إدراك واضح لدى المبحوثين بأن الدور التأثيري بين التقنيات الرقمية المتقدمة وبيئة التصنيع يسهم في تحسين دقة القياس البيئي وتوفير بيانات آنية تدعم التحليل المحاسبي البيئي كما أظهرت النتائج أن الفقرات المرتبطة بتحسين دقة المعلومات البيئية المسجلة في نظام المحاسبة الإدارية من خلال الحوسبة السحابية جاءت بمتوسط حسابي مرتفع بلغ (٤,٠١) وأهمية نسبية (٠,٨٠)، الأمر الذي يعكس إدراكا لدى المبحوثين بأن بنى الحوسبة السحابية تسهم في تعزيز جودة المعلومات المحاسبية البيئية من حيث الشمولية والدقة والتوقيت المناسب كذلك سجلت الفقرات المتعلقة باستخدام الذكاء الاصطناعي والأنظمة السيبرانية الفيزيائية في تحليل البيانات البيئية وتحديد محركات التكاليف البيئية متوسطات مرتفعة بلغت (٣,٩١)، مما يدل على أن التقنيات الرقمية المتقدمة أصبحت عنصرا مهما في دعم نظم المحاسبة الإدارية البيئية وتحسين قدرتها على تحليل التكاليف البيئية واتخاذ القرارات المرتبطة بالاستدامة وفي المقابل، سجلت بعض الفقرات متوسطات حسابية أقل نسبيا تراوحت بين (٣,٥٦ – ٣,٥٨)، مثل الفقرات المتعلقة بتطوير بطاقة الأداء البيئي المتوازن وخفض تكاليف التشغيل البيئية من خلال التصنيع السحابي المستدام، وهو ما قد يشير إلى أن تأثير هذه التقنيات على الأدوات الاستراتيجية للمحاسبة الإدارية البيئية ما زال في مرحلة التطور التدريجي مقارنة بتأثيرها الأكبر على الجوانب التشغيلية والتحليلية.

٤,٣- تحليل الموثوقية (معامل ألفا-كرونباخ)

تم إجراء تحليلين للموثوقية وكلا المعاملين يتجاوزان الحد المقبول عموما وهو ٠,٧٠ ويقتربان من ٠,٩٠، مما يشير إلى موثوقية عالية في الاتساق الداخلي حيث تفسr القيم التي تتراوح بين ٠,٨٠ و٠,٩٠ عموما على أنها تدل على تجانس قوي بين بنود المقياس دون وجود تكرار لذلك فإن العناصر التي تقيس التصنيع السحابي المستدام تلتقط بشكل موثوق بنية كامنة متماسكة وتظهر العناصر التي تقيس تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية موثوقية داخلية قوية مماثلة كما تؤكد هذه النتائج أن أدوات القياس سليمة من الناحية السيكو مترية ومناسبة للتحليل الاستدلالي والبنيوي.

جدول (5) العناصر التي تقيس تقنيات التصنيع السحابي المستدام

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.862	10

جدول (٦) العناصر التي تقيس تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.866	10

١,٣ تحليل الارتباط

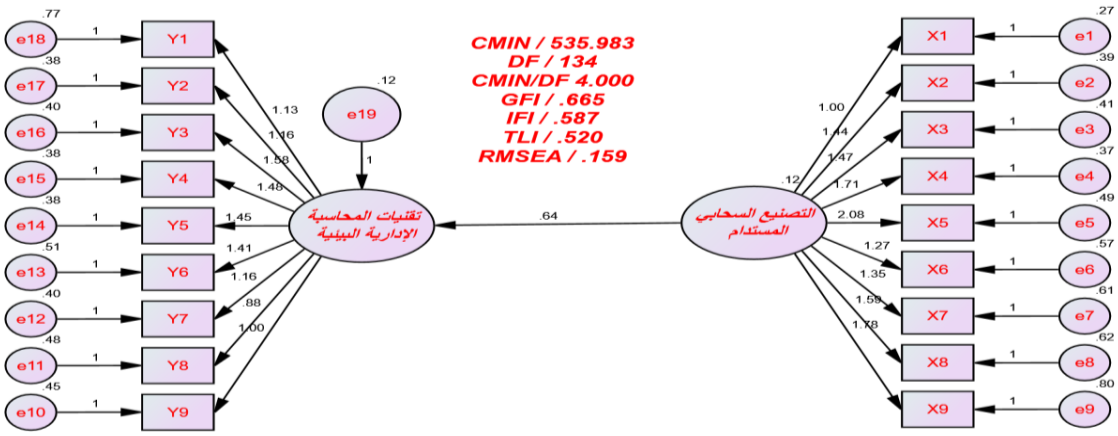
كان معامل ارتباط بيرسون بين تقنيات التصنيع السحابي المستدام وتقنيات المحاسبة الإدارية البيئية قد بلغ (.٨81**) وهذا يدل على وجود علاقة خطية إيجابية قوية جدا ذات الدلالة الإحصائية عند مستوى ٠,٠١ (ذو طرفين) والتي تبين أهمية عملية ذات حجم كبير وتشير قيمة R البالغة (٠,٨٨١) إلى أن المنظمات التي لديها مستويات أعلى من تطبيق التصنيع السحابي المستدام تميل إلى إظهار مستويات أعلى بكثير من التطور في المحاسبة الإدارية البيئية كما ان قوة هذه العلاقة تعني التوافق المفاهيمي بين التحول الرقمي في التصنيع والابتكار في المحاسبة البيئية والترابط السببي المحتمل وخطر محدود للاستقلالية بين البنى ومع ذلك، فبينما يشير الارتباط القوي إلى وجود علاقة، يجب تقييم السببية من خلال النمذجة الهيكلية.

جدول (٦) يوضح تحليل الارتباط

Correlations			
		التصنيع السحابي المستدام	تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية
التصنيع السحابي المستدام	Pearson Correlation	1	.٨81**
	Sig. (2-tailed)	-	.000
	N	120	120
تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية	Pearson Correlation	.٨81**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	-
	N	120	120
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).			

٦,٣-التأثير الهيكلي المباشر: المسار الهيكلي: [F١ leftarrow \ F٢] والتقدير = ٠,٦٤٢، الخطأ المعياري = ٠,١٨٢، نسبة التباين = ٣,٥٢٧، قيمة الاحتمال < ٠,٠٠١ , وتتجاوز النسبة الحرجة (٣,٥٢٧ = CR) عتبة ١,٩٦، مما يشير إلى دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥ وما دونه وتؤكد قيمة الاحتمالية (*** تشير إلى p < ٠,٠٠١) دلالة إحصائية قوية وكما موضح في أدنا

شكل (١) انموذج البحث باستخدام برنامج AMOS



المصدر: الباحثان بالاعتماد على مخرجات برنامج (AMOS)

جدول (٨) الاوزان الانحدارية Regression Weights: (Group number 1 - Default model)

Tracks			Estimate	S.E.	C.R.	P
F2	<---	F1	.642	.182	3.527	***
X1	<---	F1	1.000			
X2	<---	F1	1.443	.289	4.985	***
X3	<---	F1	1.466	.296	4.946	***
X4	<---	F1	1.707	.321	5.324	***
X5	<---	F1	2.083	.386	5.401	***
X6	<---	F1	1.273	.297	4.285	***
X7	<---	F1	1.353	.311	4.349	***
X8	<---	F1	1.590	.338	4.703	***
X9	<---	F1	1.776	.380	4.669	***
Y9	<---	F2	1.000			
Y8	<---	F2	.877	.222	3.947	***
Y7	<---	F2	1.165	.247	4.719	***
Y6	<---	F2	1.412	.291	4.848	***
Y5	<---	F2	1.450	.284	5.112	***
Y4	<---	F2	1.478	.288	5.141	***
Y3	<---	F2	1.583	.305	5.196	***
Y2	<---	F2	1.163	.244	4.759	***
Y1	<---	F2	1.130	.283	3.993	***

المصدر: الباحثان بالاعتماد على مخرجات برنامج (AMOS v. 24)

Variances: (Group n

جدول (٩) يوضح تباين (umber 1 - Default model

			Estimate	S.E.	C.R.	P
F1		<---	.117	.039	2.998	.003
e19		<---	.119	.043	2.765	.006
e1		<---	.272	.038	7.115	***
e2		<---	.386	.056	6.833	***
e3		<---	.415	.060	6.868	***
e4		<---	.367	.057	6.412	***
e5		<---	.493	.079	6.273	***
e6		<---	.573	.079	7.254	***
e7		<---	.613	.085	7.228	***
e8		<---	.618	.088	7.047	***
e9		<---	.796	.113	7.068	***
e10		<---	.453	.063	7.237	***
e11		<---	.481	.065	7.369	***
e12		<---	.400	.057	6.980	***
e13		<---	.507	.074	6.862	***
e14		<---	.378	.058	6.506	***
e15		<---	.376	.058	6.454	***
e16		<---	.397	.063	6.342	***
e17		<---	.381	.055	6.946	***
e18		<---	.765	.104	7.354	***

المصدر: الباحثان بالاعتماد على مخرجات برنامج (AMOS)

وبناء على نتائج الجداول في اعلى يتضح ويفسر ذلك هو ان يؤثر التصنيع السحابي المستدام بشكل إيجابي وذو دلالة إحصائية مباشرة على تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية كما تؤدي زيادة وحدة واحدة في SCM إلى زيادة قدرها ٠,٦٤٢ وحدة في EMAT (معيارية اتجاهية).

وهذا يؤكد فرضية البحث الرئيسية المتعلقة بالتأثير السببي للتصنيع السحابي المستدام على ممارسات وتقنيات المحاسبة البيئية. وبالنسبة لأحمال نموذج القياس جميع المتغيرات المرصودة (X١–X٩؛ Y١–Y٩) تم تحميلها بشكل كبير على بنيتها الكامنة الخاصة بها، مع نسب حرجة تتراوح تقريبا من ٣,٩ إلى ٥,٤ (جميع قيم p < ٠,٠٠١) وتشير معاملات التحميل العالية والهامة إلى صلاحية تقارب قوية وتمثيل كاف للبنى الكامنة وجودة قياس جيدة كما إن الدلالة الإحصائية المتسقة عبر جميع العناصر تدعم سلامة العوامل لكلا البنيتين.ولتفسير تقديرات التباين اكدت ان جميع معاملات التباين لحدود الخطأ ذات دلالة إحصائية (p < ٠,٠١) وهذا يشير إلى وجود تباين غير مفسر (كما هو متوقع في أبحاث العلوم الاجتماعية). وهيكل متبق مقبول ولا يوجد ما يشير إلى وجود حلول غير مناسبة أو تقديرات تباين سلبية يؤكد تباين البناء الكامن لـ F١ (التقدير = ٠,١١٧، p = ٠,٠٠٣) وجود تباين ذي دلالة بين المستجيبين في تصورات التصنيع السحابي المستدام وعند تجميع النتائج الوصفية والارتباطية ونتائج الموثوقية والنتائج الهيكلية، تظهر عدة استنتاجات متمثلة بإظهار كلا النموذجين دعما وصفيا قويا وتتميز أدوات القياس باتساق داخلي عال كما إن العلاقة بين المفاهيم قوية للغاية وهذا يؤكد النمذجة الهيكلية وجود علاقة سببية ذات

دلالة إحصائية وموضوعية كما تدعم النتائج التجريبية الافتراضات النظرية القائلة بأن التحول الرقمي في التصنيع يعزز تطور المحاسبة البيئية وتشير قوة كل من الارتباط (٠,٨٨١) والمعامل الهيكلي (٠,٦٤٢) إلى أن التصنيع السحابي المستدام يعمل كعامل تمكين استراتيجي لتطوير المحاسبة.

المحور الرابع الاستنتاجات والتوصيات

٤,١-الأستناجات

١. تظهر نتائج البحث أن استخدام التصنيع السحابي المستدام يزيد بشكل ملحوظ من شفافية وموثوقية المعلومات البيئية في أنظمة المحاسبة الإدارية، مما يمكّن المديرين من اتخاذ قرارات أكثر استنارة للحد من الآثار البيئية من خلال الوصول إلى بيانات دقيقة وفي الوقت المناسب.
٢. يحسّن استخدام البنى التحتية السحابية المستدامة دقة تحديد وقياس وتخصيص التكاليف البيئية، مما يساعد الوحدات الاقتصادية على تقديم صورة أكثر واقعية للتكاليف المرتبطة بأنشطتها وتقليل أخطاء التقدير.
٣. يسهّل تكامل البيانات وتجميعها في منصات الحوسبة السحابية المستدامة عملية تحليل المعلومات البيئية، ويمكّن من إقامة روابط ذات مغزى بين المؤشرات المالية وغير المالية، مما يسهم بشكل كبير في تحسين جودة عملية صنع القرار الإداري.
٤. تشير النتائج إلى أن استخدام التصنيع السحابي المستدام يمكن أن يقلل من تكاليف التشغيل المرتبطة بجمع ومعالجة وإعداد التقارير عن المعلومات البيئية، مع زيادة كفاءة أنظمة المحاسبة الإدارية.
٥. يحسن نشر الأنظمة القائمة على التصنيع السحابي المستدام مستوى المساءلة والمسؤولية الاجتماعية للوحدات الاقتصادية تجاه البيئة، ويحسّن صورة الوحدة الاقتصادية لدى أصحاب المصلحة، ويزيد من ثقة الجمهور.
٦. تشير النتائج أيضا إلى وجود علاقة إيجابية وهامة بين مستوى نضج تقنيات الحوسبة السحابية في الوحدات الاقتصادية وفعالية أساليب المحاسبة الإدارية البيئية، بحيث كلما كانت الوحدات الاقتصادية أكثر تقدما في استخدام التقنيات الجديدة، زادت قدرتها على إدارة التكاليف البيئية والتحكم بها.

٤,٢- التوصيات

١. بناء على النتائج، يوصى بأن تقوم الوحدات الاقتصادية باستثمارات موجّهة وطويلة الأجل في تطوير وتنفيذ بنى تحتية للتصنيع السحابي المستدام، لكي تستفيد من مزاياها في تحسين الأداء البيئي والإداري.
٢. يقترح أن تقوم الوحدات الاقتصادية المهنية وهيئات وضع المعايير بتصميم وتطوير أطر ومعايير جديدة للمحاسبة الإدارية البيئية تتناسب مع خصائص وإمكانيات تقنيات الحوسبة السحابية، وذلك لتعزيز التنسيق بين التكنولوجيا والمحاسبة.
٣. من الضروري تصميم وتنفيذ برامج تدريبية وتمكينية للمديرين والموظفين في الوحدات الاقتصادية حول الاستخدام الفعال لأنظمة الحوسبة السحابية ومفاهيم الاستدامة، بهدف تحسين معارفهم ومهاراتهم في هذا المجال.
٤. يقترح استخدام أدوات تحليل البيانات المتقدمة وذكاء الأعمال في منصات الحوسبة السحابية كحل فعال، لأن هذه الأدوات تسهم في تحسين جودة التقارير البيئية وتوفير رؤى إدارية أعمق.
٥. ينبغي لواضعي السياسات ومن خلال سنّ القوانين والحوافز وأطر الدعم، تشجيع الوحدات الاقتصادية على استخدام التصنيع السحابي المستدام، وتوفير المنصة اللازمة لتوسيع نطاق هذه التقنية.

المصادر

١. القران الكريم (الأعراف: ٥٦).

أولا-المصادر العربية

١. أحمد، نهى جودت عطية" .(2025) .**دور تقويم دورة حياة المنتج في دعم التنمية المستدامة "**.المجلة المصرية للدراسات التجارية، ٤٩ (2). https://doi.org/10.21608
٢. الأنظمة السيبرانية الفيزيائية: التكامل والتطبيقات والاتجاهات المستقبلية. أمن الشبكات الأساسيةOPS WAT . (٢٠٢٥، أبريل ٢٤).
٣. بكوش، ل.، مرغني، و & دمدوم، ز" .(2022) .**دور المحاسبة الإدارية البيئية في اتخاذ القرارات الداخلية: دراسة ميدانية على مجموعة من المؤسسات "**.مجلة الإبداع، ١٢(٠١).
٤. بوطورة، فاطمة الزهراء، &سمايلي، نوفل" .(2019) .**بطاقة الأداء المتوازن المستدامة نموذج لتقييم استدامة المؤسسة وأدائها البيئي: دراسة حالة مؤسسة الأسمنت- تبسة "**.مجلة دراسات وأبحاث المجلة العربية للأبحاث والدراسات في العلوم الإنسانية والاجتماعية، ١٩.(2)
التوريد وزيادة كفاءة الأداء التشغيلي (دراسة ميدانية) ".رسالة ماجستير، جامعة المنصورة.
٥. خليل، سلامة، &رشا عبد المقصود" .(2018) .**الحوسبة السحابية المجتمعية لدعم تكامل سلسلة**
٦. شعلة، حامد عادل عبد الحميد، عبد الرحيم، سامي معروف، &سليمان، حسين محمد" .(2019) .**أثر استخدام أساليب المحاسبة الإدارية الاستراتيجية على تحقيق الأداء البيئي للمنشأة "**.المجلة العلمية للدراسات التجارية، كلية التجارة، جامعة قناة السويس، ١٩.(2)
٧. عبد السلام، محمد عبد الرحمن" .(2015) .**المحاسبة البيئية: الإطار الفكري والتطبيقي "**.الإسكندرية: دار الفكر الجامعي.
٨. عبد طوفان، مثال جواد. (٢٠٢٣)."**تطبيق التصنيع السحابي باستخدام إعادة هندسة العمليات الإنتاجية**": دراسة حالة في شركة الفرات العامة للصناعات الكيمياوية/ مصنع إنتاج الصودا والكلور (رسالة ماجستير غير منشورة) جامعة كربلاء، كلية الإدارة والاقتصاد.
٩. لبيب، خالد محمد عبد المنعم" .(2002) .**إطار مقترح للمحاسبة الإدارية البيئية (EMA) على مستوى منشآت الأعمال بالتطبيق على قطاع الصناعة المصري "**.المجلة العلمية للاقتصاد والتجارة، ٣، أكتوبر، كلية التجارة، جامعة عين شمس.
١٠. مطاوع، محمد عبد الحميد" .(2006) .**نحو إطار فكري للمحاسبة الإدارية البيئية: دراسة نظرية تطبيقية".** آفاق جديدة للدراسات التجارية، ١٨(٢/١)، كلية التجارة، جامعة المنوفية.
١١. الوائلي، فاطمة حامد غانم" .(2018) .**استعمال تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية في ترشيد القرارات الاستثمارية وتحقيق التنمية المستدامة "**.رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة واسط، العراق.
١٢. الوائلي، فاطمة حامد غانم، &الموسوي، عباس نوار كحيط. (بدون تاريخ)" .**أهمية تقنيات المحاسبة الإدارية البيئية في تحقيق التنمية المستدامة (دراسة نظرية تحليلية) "**.بحث مستل من رسالة ماجستير، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة واسط.
١٣. يوسف، محمد يسري" .(2019) .**دور المحاسبة الإدارية البيئية في دعم التنمية المستدامة "**.كلية العلوم الإدارية، أكاديمية السادات للعلوم الإدارية، مصر.

ثانيا -المصادر الأجنبية:

1. Ahmed, N. M. M. (2022). **"The Moderating Effect of Environmental Management Accounting Practices on Corporate Performance."**
2. An analysis of security issues for cloud computing. **"Journal of Internet Services**

3. Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R., Konwinski, A., & Zaharia, M. (2010). **"A view of cloud computing."** Communications of the ACM, 53(4), 58.
4. Burritt, R. L., Schaltegger, S., & Zvezdov, D. (2011). **"Carbon management accounting: Explaining practice in leading German companies."** Accounting, Auditing & Accountability Journal, 24(8).
5. Burritt, R., & Schaltegger, S. (2010). **"Sustainability accounting and reporting."** Journal of Cleaner Production. https://doi.org/10.1016/j.jclepro
6. Buyya, R., Broberg, J., & Goscinski, A. (2011). **"Cloud computing: Principles and paradigms."** Wiley.
7. Chartered Institute of Management Accountants [CIMA]. (2021). **"Environmental management accounting: A guide for finance leaders."** CIMA Publishing.
8. Christine Jasch. (2006). **"Environmental management accounting (EMA) as the next step in the evolution of management accounting."** Journal of Cleaner
9. ESR Group. (2020). **"Service Composition and Sustainability in Cloud Manufacturing."** Journal ESR. https://journal.esrgroups.org/jes/article/view/6257
10. Fisher, O., Watson, N., Porcu, L., Bacon, D., Rigley, M., & Holmes, R. L. (2018). **"Cloud manufacturing as a sustainable process manufacturing route."** Journal of Manufacturing Systems, 47. https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2018.03.005
11. Hansen, D. R., & Mowen, M. M. (2011). **"Cost Management: Accounting and Control."** South-Western Cengage Learning.
12. Hashizume, K., Rosado, D. G., Fernández-Medina, E. & Fernandez, E. B. (2013) **"Security issues for cloud computing."**
13. Henzel, R., & Herzwurm, G. (2018). **"Cloud Manufacturing: A state-of-the-art survey of current issues."** Procedia CIRP, 72.
14. Huynh, Q. L., & Nguyen, V. K. (2024). **"The Role of Environmental Management Accounting in Sustainability."** Sustainability Journal.
15. IFAC – International Federation of Accountants. (2005). **"International guidance document: Environmental management accounting."** New York: IFAC.
16. ISO. (2006b). **"ISO 14044:2006 Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines."** Geneva: International Organization for Standardization. https://www.iso.org/standard.
17. Jasch, C., & Schnitzer, H. **"Environmental Management Accounting: How to Profit From Environmental Protection."** IÖW Project Report (EMA) Pilot.
18. Kaplan, R. S., & Anderson, S. R. (2007). **"Time-Driven Activity-Based Costing."** Harvard Business School Press.
19. Kaplan, R. S., & Cooper, R. (1998). **"Cost & Effect."** Harvard Business School Press.
20. Li, Y., & Zhou, Z. (2014). **"Cloud Manufacturing: Definitions, Features, Modes and Core Issues."** Applied Mechanics and Materials, Vol. 563.
21. Liu, Y., & Xu, X. (2017). **"Sustainable Cloud Manufacturing: A Review."**
22. Mayer Group. (2019). **"What Does Cloud Manufacturing Mean?"** Mayer ERP. https://mayererp.com/what-does-cloud-manufacturing-mean.
23. OPS WAT. (2025, April 24). **"Cyber-physical systems: Integration, applications, and future trends."** Network Security Core.

24. Parsa, R. (2021). **"Cloud Manufacturing and Sustainability."** Diva Portal. https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2%3A1577467/FULLTEXT01.pdf.

25. Pham, Q. H., & Vu, K. P. (2025). **"Insight into how environmental management accounting practices and complexity of green innovation management pave the way toward strategic resilience."** Journal of the Knowledge Economy, 16. https://doi.org/10.1007/s13132

26. Rabbani, A., Zamani, M., Yazdani-Chamzini, A., & Zavadskas, E. K. (2014). **"Proposing a new integrated model based on sustainability balanced scorecard (SBSC) and MCDM approaches by using linguistic variables for the performance evaluation of oil producing companies."** Expert Systems with Applications, 41(16),.

27. Ren, L., Zhang, L., Tao, F., & Zhao, C. (2015). **"Cloud manufacturing: Key characteristics and applications."** https://doi.org/10.1016/j.cirp.2015.

28. SAP. (2024). **"What is life cycle assessment?"** https://www.sap.com/mena-

29. Schaltegger, S., & Burritt, R. (2000). **"Contemporary Environmental Accounting."** Greenleaf Publishing.

30. Shaban, I. A., et al. (2021). **"Cloud and Edge Computing in the Manufacturing Industry: A Sustainability Perspective."** ResearchGate.

31. Stefan Schaltegger, et al. (2000). **"Contemporary Environmental Accounting: Issues, Concepts and Practice."** Greenleaf Publishing Limited, Sheffield, UK.

32. Tao, F., Zhang, L., Venkatesh, V., Luo, Y., & Cheng, Y. (2014). **"Cloud manufacturing: A computing and service-oriented manufacturing model."** Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, 228(5), 564–579.

33. Tsai, W. H., & Jhong, S. Y. (2018). **"Carbon Emissions Cost Analysis with Activity-Based Costing."** Sustainability Journal, 10(8), 2872–2880. https://www.mdpi.com/2071-1050/10/8/2872

34. Tsalisa, A. T., Nikolaoua, E. I., Grigoroudisb, E., & Tsagarakisa, P. K. (2015). **"A dynamic sustainability Balanced Scorecard methodology as a navigator for exploring the dynamics and complexity of corporate sustainability strategy."** Civil Engineering and Environmental Systems.

35. UNDSD. (2001). **"Environmental Management Accounting: Procedures and Principles."** United Nations, New York.

36. Wang, X. V., & Wang, L. (2015). **"WR cloud: A novel WEEE remanufacturing cloud system."** Procedia CIRP, 29.

37. Waxenberger, T. B. (2002). **"Sustainability Balanced Scorecard and Business Ethics."** 10th International Conference of the Greening of Industry Network, Sweden.

38. Wu, J., & Haasis, H.-D. (2011). **"Knowledge Management-Enabled Application of the Sustainability Balanced Scorecard."** APPEEC, Asia-Pacific, Wuhan.

39. Wu, D., Greer, M. J., Rosen, D. W., & Schaefer, D. (2013). **"Cloud manufacturing: Strategic vision and state-of-the-art."** Journal of Manufacturing Systems, 32(4).

40. Xu, X. (2012). **"From cloud computing to cloud manufacturing."** Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 28(1). https://doi.org/10.1016.

41. Xu, X., Xu, C., & Li, L. (2018). **"Industry 4.0: State of the art and future trends."** International Journal of Production Research, 56(8).

42. YLE. **"Life Cycle Assessment (LCA) – Beginner's Guide."**
43. Zhang, L., Luo, Y., Tao, F., et al. (2014). **"Cloud Manufacturing: A New Manufacturing Paradigm."** https://doi.org/10.1016/j.cirp.2014.05.007
44. Zhang, Y., Ren, S., Liu, Y., & Si, S. (2017). **"A big data analytics architecture for cleaner manufacturing."** Journal of Cleaner Production, 142. https://doi.org/10.1016.
45. Zhong, R. Y., Wang, L., & Xu, X. (2017). **"An IoT-enabled Real-time Machine Status Monitoring Approach for Cloud Manufacturing."** Procedia CIRP, 63.
46. Haller, S., Karnowski's, S., & Schroth, C. (2008). **"The Internet of Things in an Enterprise Context."** Future Internet Symposium, Vienna, Austria, 14–28. doi:10.1007/978-3-642-00985-3_2
47. Zissis, D., & Lekkas, D. (2012). **"Addressing cloud computing security issues."** Future Generation Computer Systems, 28(3)
48. https://www.mdpi.com/2071-1050/16/17/7440
49. https://journals.ekb.eg/article_229766.html
50. https://www.microsoft.com/ar/sustainability/
51. https://waykenrm.com/ar/blogs/a-basic-guide-to-cloud-manufacturing