أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي علي دعم التوجه للمحاسبة الإدارية التنبؤية: دراسة حالة

أ/ هناء محمد أحمد عبد الغني عجوة
باحثة دكتوراه

أ.د/ سيد عبد الفتاح سيد
أستاذ المحاسبة المالية
ووكيل الكلية لشئون التعليم والطلاب
كلية التجارة – جامعة كفرالشيخ

أ.م.د/ هبه السيد إبراهيم الطنطاوي
أستاذ مساعد بقسم المحاسبة
كلية التجارة – جامعة كفر الشيخ

مجلة الدراسات التجارية المعاصرة

كلية التجارة – جامعة كفر الشيخ
المجلد (١٢) - العدد (٢٤) - الجزء الأول
إبريل ٢٠٢٦م
رابط المجلة: https://csj.journals.ekb.eg

ملخص:

هدفت الدراسة إلى اختبار دور استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي فى دعم التوجه نحو المحاسبة الإدارية التنبؤية، ولتحقيق ذلك الهدف اعتمدت الدراسة على المنهج الاستنباطي لتطوير الاطار النظري للبحث، كذلك اعتمدت الدراسة على إجراء دراسة حالة لأحد الشركات العاملة في البيئة المصرية ، لمدة ٢١ فترة مالية ربع سنوية من ٢٠٢٠/٣/٣١ وحتي ٢٠٢٥/٣/٣١ وذلك للتنبؤ باتجاه التغيرات في الأرباح التشغيلية للفترة المالية القادمة.

وتوصلت الدراسة إلى أن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي يدعم المحاسبة الإدارية التنبؤية، كما أظهرت النتائج تفاوتًا في نسب دقة الخوارزميات المستخدمة، حيث حققت نماذج الغابات العشوائية والتعزيز التكيفي أعلى دقة بلغت ١٠٠٪، بينما جاءت شجرة القرارات والانحدار اللوجستي والتعزيز المتدرج بدقة ٨٠٪، في حين سجلت تقنية الشعاع الداعم و Naive Bayes والشبكات العصبية دقة ٦٠.% وتعتبر جميع نماذج التنبؤ السابقة مقبولة للتنبؤ المالي قصير الأجل.

الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي، التعلم الآلي ، المحاسبة الإدارية التنبؤية.

Abstract

The study aimed to examine the role of using artificial intelligence techniques in supporting the shift toward predictive management accounting. To achieve this objective, the study adopted the deductive approach to develop the theoretical framework of the research. In addition, a case study was conducted on a company operating within the Egyptian business environment over 21 quarterly financial periods, from 31/3/2020 to 31/3/2025, in order to predict the direction of changes in operating profits for the subsequent financial period.

The study concluded that the use of artificial intelligence techniques supports predictive management accounting. The results also revealed variation in the accuracy rates of the applied algorithms, where the Random Forest and Adaptive Boosting models achieved the highest accuracy of 100%. Decision Tree, Logistic Regression, and Gradient Boosting models recorded an accuracy rate of 80%, while Support Vector Machine (SVM), Naive Bayes, and Neural

Networks achieved an accuracy of 60%. All the aforementioned forecasting models are considered acceptable for short-term financial forecasting.

Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, Predictive Management Accounting.

١ـ الإطار العام للبحث

١/١ المقدمة

ساهمت التطورات التكنولوجية الحديثة وظهور البيانات الضخمة والتي يصعب تحليلها باستخدام الأساليب الإحصائية التقليدية في انتشار تقنيات الذكاء الاصطناعي، ويعرف الذكاء الاصطناعي على أنه أحد علوم الحاسب نتج عن تطورات تكنولوجيا المعلومات يسعي لتصميم نظم معلومات ذكية تتسم بنفس خصائص الذكاء البشري وذلك باستخدام خوارزميات تمكن من معالجة البيانات بطريقة منطقية وحل المشكلات بصورة آلية (الطنطاوي، ٢٠٢٣أ، ص.١٣٢).

وتعتبر المحاسبة الإدارية أكثر نظم المعلومات المحاسبية تأثراً بالتقدم في تكنولوجيا المعلومات، وفيما يتعلق بتأثر الذكاء الاصطناعي على المحاسبة الإدارية فقد أصدر معهد المحاسبين الإداريين IMA (2024) تقريرًا بعنوان "تأثير الذكاء الاصطناعي على المحاسبة: نظرة عالمية"، وأشار التقرير إلى أن تطبيق الذكاء الاصطناعي يمكن المحاسبين من تحليل البيانات، والتنبؤ، واتخاذ القرارات، وتشير دراسة Jeyaraj (2025, p.414) إلى أن الذكاء الاصطناعي يُحدث تحولًا جزرياً في المحاسبة الإدارية من خلال الأتمتة، التحليل الفوري، دعم القرارات الاستراتيجية، وتحوّل دور المحاسبين الإداريين من مجرد معالجة المعاملات كرد فعل إلى مستشارين أعمال استباقيين، وتساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي في إعداد الموازنات والتنبؤات، قياس الأداء والتحليل، إدارة التكلفة، إدارة المخاطر والرقابة الداخلية، أتمته التقارير، وتحليل السيناريوهات والحساسية.

وعلى الجانب الآخر، شهدت بيئة الأعمال في القرن الحادي والعشرين العديد من التغيرات الجذرية، ومنها عولمة الأسواق، واتساع نطاق المنافسة بين الشركات، والتطور التكنولوجي، لهذا أصبح من الضروري تطوير دور المحاسبة الإدارية لملاءمة هذه التغيرات، وسد الفجوة بين معلومات المحاسبة الإدارية من جهة واحتياجات مستخدمي معلومات المحاسبة الإدارية، ولضمان ملاءمة المحاسبة الإدارية لمتطلبات القرن الحادي والعشرون ظهرت المحاسبة الإدارية التنبؤية (Dahal, 2019, p.5 ; Cokins, 2016, p.4 ;YIGA, 2022, p.4)

٢/١ مشكلة البحث

تمثلت مشكلة البحث في وجود فجوة بين طبيعة المعلومات التي يوفرها المحاسبون الإداريون وبين ما يحتاجه المديرين من معلومات في بيئة الأعمال المعاصرة، فعلي الرغم من الأهمية الكبيرة للمعلومات التي ينتجها المحاسبون الإداريون، خاصة تلك المتعلقة بدقة قياس التكاليف وتقييم الأداء، إلا إن احتياجات المديرين قد تطورت بصورة ملحوظة من مجرد الحاجة إلى تحديد تكاليف والأداء الحاليين

إلى الحاجة للحصول على معلومات أكثر تفصيلا حول اتجاه التكلفة والأداء في المستقبل (Nielsen,2018,p.170; Onyshchenko et al., 2022, p.192; Cokins, 2013, P.4)

كما أشارت دراسات الطنطاوي (٢٠٢٣ب، ص.٤٩٩)؛ زامل(٢٠٢١، ص.٤٢) Tudor&Deliu (2021,p.4) ; Appelbaum et al (2017,p.32) إلى أن التطورات التي حدثت في بيئة الأعمال المعاصرة انعكست على تطور دور المحاسب الإداري؛ حيث يجب أن يكون المحاسب الإداري ذو دور استباقي، كما يحب إن يكون المحاسب الإداري أكثر وعيا بتكنولوجيا المعلومات والقدرة على التعامل معها لتوفير معلومات أكثر دقه وفى التوقيت المناسب وأن تكون مستقبلية، كما يجب أن يتخلى المحاسب الإداري عن المهام التقليدية الروتينية والمتكررة وانتقاله إلى الدور الاستشاري، وضرورة الانتقال من التحليلات الوصفية Descriptive Analytics والتحليلات تشخيصيه Diagnostic Analytics إلى التحليلات التنبؤية Predictive Analytics والتحليلات التعليمية أو التوجيهية Prescriptive Analytics والتحليلات التكيفية Adaptive Analytics.

وتعتبر المحاسبة الإدارية التنبؤية أحد الاتجاهات الحديثة في المحاسبة الإدارية التي ظهرت لسد تلك الفجوة الموجودة بين ما توفره المحاسبة الإدارية وما يريده المديرون، حيث تسعي لتوفير معلومات تهتم بالمستقبل، وتحول دور المدير من مجرد رد فعل إلى توقع المستقبل، وإجراء تغيرات ملاءمة بشكل استباقي.(Nielsen,2018,p.170; Onyshchenko et al., ,2022,p.192)

وتعتمد المحاسبة الإدارية التنبؤية على مرحلتين أساسيتين وهما : المرحلة الأولي تعتمد على توفير بيانات فعلية عن عمليات وأنشطة المنظمة باستخدام أدوات المحاسبة الإدارية الاستراتيجية، والمرحلة الثانية من المحاسبة التنبؤية تعتمد على استخدام أحد نماذج التنبؤ بالاعتماد على برامج تعتمد على الذكاء الاصطناعي لخلق نظرة مستقبلية(Brimson, 2004, P.65)

وعلية يمكن صياغة السؤال البحثي الرئيسي: ما هو أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي علي دعم التوجه نحو المحاسبة الإدارية التنبؤية؟

٣/١ هدف البحث

هدف البحث إلى دراسة أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي علي دعم التوجه نحو المحاسبة الإدارية التنبؤية.

٤/١ أهمية البحث

تمثلت الأهمية العلمية والعملية للبحث في النقاط التالية :

(أ) الأهمية العلمية

- تعتبر المحاسبة الإدارية التنبؤية تطور للمحاسبة الإدارية لكي تتلاءم مع متطلبات القرن الحادي والعشرون ، ولكنها لا تزال في المراحل الأولى وبالتالي تحتاج مزيد من الدراسة.
- يعد موضوع أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي علي المحاسبة الإدارية من أهم الموضوعات نظرا لما يشهده العالم الآن لما يعرف بالثورة الصناعية الرابعة والتي تقودها النظم الرقمية والذكاء الاصطناعي.

- في حدود علم الباحثون تتسم الدراسات التي تناولت متغيرات الدراسة بالندرة خاصة فيما يتعلق باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في دعم المحاسبة الإدارية التنبؤية ولذا فإن هذه الدراسة يمكن أن تقدم مساهمة علمية في هذا المجال.

(ب) الأهمية العملية

- دعم الميزة التنافسية للشركات بما يضمن الاستمرارية والنجاح في ظل بيئة الأعمال المعاصرة من خلال تطبيق المحاسبة الإدارية التنبؤية.
- تقديم دليل عملي يساعد الشركات التي تطبق تقنيات الذكاء الاصطناعي في المحاسبة الإدارية في البيئة المصرية.
- مساعدة الشركات على زيادة دقة التنبؤ بالتغيرات في الأرباح التشغيلية باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي.

٥/١ منهج البحث

في ضوء هدف البحث، والسؤال البحثي الذي يحاول البحث الإجابة عليه، تم الاعتماد على المنهج الاستنباطي وذلك لتطوير الاطار النظري للبحث، وذلك من خلال تحليل ما ورد في الفكر المحاسبي عن طريق مراجعة الكتب والدراسات العربية والأجنبية التي تناولت المتغيرات الخاصة بالدراسة والموضوعات المتعلقة بها بصفة خاصة، بهدف التأصيل النظري لموضوع الدراسة. كما اعتمد الباحثون على دراسة الحالة لأحد الشركات العاملة في البيئة المصرية.

٦/١ حدود البحث

- اعتمد الباحثون علي دراسة الحالة لأحد الشركات العاملة في البيئة المصرية، نظراً للصعوبات المتعلقة بالحصول على بيانات المحاسبة الإدارية.
- اعتمد الباحثون على البيانات المتاحة للشركة محل الدراسة لمدة ٢١ فترة مالية ربع سنوية من ٢٠٢٠/٣/٣١ وحتي ٢٠٢٥/٣/٣١ حيث كانت هناك صعوبة في الحصول علي بيانات أكثر لفترات اخري.
- اقتصر البحث على استخدام ثلاثة أبعاد للأداء غير المالي وهي بعد التعلم والنمو وبعد العمليات الداخلية وبعد العملاء كمدخلات لنموذج التنبؤ، دون إستخدام الابعاد الاخرى للأداء غير المالى وهى : ..... حيث كانت هناك صعوبة في الحصول عليها خلال نفس الفترات الزمنية المتعلقة بالدراسة.

٧/١ عرض وتحليل الدراسات السابقة

هدفت دراسة Brimson&Antos (2004) إلى دراسة المحاسبة التنبؤية وتقديم الاطار النظري لها، وتوصلت الدراسة إلى أن المحاسبة التنبؤية تعتبر واحدة من أهم القفزات إلى الأمام لزيادة ملاءمة المعلومات حيث تركز على إدارة المستقبل بدلاً من مجرد التركيز على الماضي، كما توصلت الدراسة إلي أن المحاسبة التنبؤية تصبح أكثر دقة عندما تعتمد على أدوات المحاسبة الإدارية الاستراتيجية مثل ستة سيجما، التكلفة على أساس النشاط، وبطاقات القياس المتوازن للأداء لتوفير معلومات عن الوضع الحالي، كما توصلت إلى أن المحاسبة الإدارية التنبؤية تعتمد على مرحلتين أساسيتين وهما : المرحلة الأولي تعتمد على توفير بيانات فعلية عن عمليات وأنشطة المنظمة حيث تعتمد

في تلك المرحلة على أدوات المحاسبة الإدارية الاستراتيجية مثل القياس المتوازن للإداء، نظام التكاليف على أساس النشاط ، وسته سيجما والمرحلة الثانية من المحاسبة التنبؤية تعتمد على استخدام احد نماذج التنبؤ لخلق نظرة مستقبلية.

توصلت دراسة Dahal (2019) إلى انه في ظل القرن الحادي والعشرون يجب تحول المحاسبة الإدارية من التركيز على معرفة الإداء والتكلفة الحالية إلى التنبؤ بالأداء والتكلفة المستقبلية وهو ما يعرف بالمحاسبة التنبؤية، كما أن تحليلات الأعمال تساعد في التحول نحو المحاسبة التنبؤية، وضرورة التحول من التحليل الوصفي إلى التحليل التنبؤي .

هدفت دراسة محمد (٢٠١٩) إلى دراسة مدى فعالية استخدام نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية كأحد الأدوات المقترحة لتحسين دقة التنبؤ بتكاليف الإنتاج، وتوصلت الدراسة إلى أن استخدام نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية أدى إلى نتائج أكثر دقة مقارنة باستخدام أسلوب الانحدار المتعدد.

توصلت دراسة Xinyue et al (2020) إلي تفوق تقنيات التعلم الآلي على النماذج الإحصائية التقليدية في التنبؤ بأرباح الشركات المستقبلية

هدفت دراسة Ayvaz et al (2020) إلى وضع نظام للتنبؤ بالمخاطر يعتمد على التكامل بين الشبكات العصبية وبطاقة الأداء المتوازن المستدام، وتوصلت الدراسة إلى أن النظام المقترح للتنبؤ بالمخاطر تمكن من توقع فترات الأزمات بنجاح في عامي ٢٠٠٢ و ٢٠٠٨ بدقة عالية.

تناولت دراسة Hunt et al (2022) مدي إمكانية الاعتماد على تقنيات التعلم الآلي الحديثة للتنبؤ بالتغيرات في الأرباح المستقبلية، وتوصلت الدراسة إلى أن استخدام الغابات العشوائية والتدرج العشوائي يحسن من دقة التنبؤ باتجاه الأرباح.

هدفت دراسة متولي (٢٠٢٢) إلى اختبار قدرة المعلومات المالية وغير المالية في التقارير المالية في التنبؤ بالأداء المالي للشركات باستخدام أساليب التعلم الآلي، وتوصلت الدراسة إلي أن أن خوارزمية شجرة القرار هي الأفضل على الإطلاق من حيث معايير جودة النموذج حيث تمتلك أقل قيمة من معيار متوسط مربع الخطأ.

هدفت دراسة متخطري (٢٠٢٣) إلى اقتراح نموذج محاسبي يربط بين استخدام أداتي الشبكات العصبية وشجرة القرارات كأدوات للذكاء الاصطناعي وبين أداة من أدوات الإدارة الاستراتيجية للتكلفة وهي تحليل ربحية العملاء؛ وذلك من أجل إدارة تكلفة تسرب العملاء، وتوصلت الدراسة إلي أن الشبكات العصبية هي الأسلوب الأمثل للتنبؤ، كما يمكن الاعتماد على أداة شجرة القرارات لتصنيف العملاء حسب ربحيتهم، وذلك لاتخاذ قرار بشأن التعامل مع كل مجموعة عملاء.

اقترحت دراسة Chowdhury (2023) إلى تصميم نظام معلومات محاسبي إداري يعتمد على تقنيات تعلم الآلة مثل الشبكات العصبية الاصطناعية يتضمن نظام إدارة تحليل المحاسبة، نظام معلومات إدارة الأداء، نظام دعم القرار المحاسبي، نظام معلومات إدارة المخاطر، نظام معلومات الإدارة البيئية. وقد توصلت الدراسة إلي قدرة النموذج المقترح على التنبؤ بالبيانات المحاسبية بدقة تصل إلى ٩٨,٨٣ %.

هدفت دراسة عويس(٢٠٢٤) إلى تقييم دور الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالأرباح المستقبلية بالتطبيق على الشركات المقيدة بالبورصة المصرية، وتوصلت الدراسة إلى وجود علاقة ذات دلالة

إحصائية بين تقنيات الذكاء الاصطناعي والتنبؤ بالأرباح المستقبلية الشركات الأعمال، وأظهرت النتائج أن الغابات العشوائية هي الأكثر دقة.

كما هدفت دراسة Celestin&Gidisu (2024) إلى تقييم أثر المحاسبة التنبؤية والتقارير الفورية المعتمدة على الذكاء الاصطناعي في تحسين دقة وكفاءة الأداء المالي للشركات الصغيرة والمتوسطة في غانا وتوصلت الدراسة إلى أن المحاسبة التنبؤية، وتعتمد على استخدام الذكاء الاصطناعي والنماذج الإحصائية للتنبؤ بالأحداث المالية المستقبلية مثل التدفقات النقدية والميزانيات، كما توصلت إلي أن استخدام الذكاء الاصطناعي يحسن من زيادة دقة التنبؤ المالي.

كما هدفت دراسة النقيب (٢٠٢٤) إلى دراسة أثر تكامل تقنيات الذكاء الاصطناعي في نظم المحاسبة الإدارية على تحقيق التميز التنافسي في بيئة الأعمال الرقمية. وتوصلت الدراسة إلى أن النموذج التجريبي حقق تحسنا في دقة التنبؤات المالية بنسبة ١٣٪ وزيادة في كفاءة دعم القرار بنسبة ٣٠٪ بعد تكامل تقنيات الذكاء الاصطناعي مع نظم المحاسبة الإدارية، كما بينت النتائج تحسينات في فعالية إدارة كل من الأداء والمخاطر بنسبة ٢١٪ ، وتعزيز دقة التنبؤ بمؤشرات الاستدامة بنسبة ٢٥٪.

تناولت دراسة Jeyaraj (2025) التعرف علي دور الذكاء الاصطناعي في تطوير المحاسبة الإدارية وآثاره على تحسين القرارات الإدارية الرشيدة والمبنية على البيانات. وتوصلت الدراسة إلي أن الذكاء الاصطناعي يحدث ثورة في مجال المحاسبة الإدارية من خلال تحسين جودة وسرعة ودقة عمليات اتخاذ القرار. حيث تمكّن أدوات الذكاء الاصطناعي مثل التعلم الآلي، ومعالجة اللغة الطبيعية، والتحليلات التنبؤية، المحاسبين الإداريين من تجاوز الوظائف التقليدية للتقارير المالية نحو دعم القرارات الاستراتيجية. يسهل الذكاء الاصطناعي تحليل البيانات في الوقت الفعلي، وتحديد الأنماط، وتوليد الرؤى التي تدعم عمليات إعداد الموازنات، والتنبؤ، وقياس الأداء، وضبط التكاليف. ومن خلال أتمتة المهام الروتينية، يسمح الذكاء الاصطناعي للمحاسبين بالتركيز على الأنشطة ذات القيمة المضافة، مما يعزز التخطيط الاستراتيجي وكفاءة المنظمة

اتضح لدي الباحثين من تحليل الدراسات السابقة ما يلي:

- أكدت نتائج الدراسات السابقة على ضرورة التركيز على ما سيحدث في المستقبل بدلاً من التركيز على ما حدث في الماضي.
- أكدت نتائج الدراسات السابقة إلى التغير فى احتياجات المديرين من الحاجة إلى معرفة التكلفة والأداء السابق إلى الحاجة إلى معرفة التكلفة والأداء المستقبلي
- اتفقت الدراسات السابقة على أن المحاسبة الإدارية التنبؤية تساعد فى تحول دور المديرين من مجرد رد الفعل إلى توقع المستقبل بما يمكن المديرين من اتخاذ قرارات استباقية وبالتالي تقليل الفجوة بين ما توفر المحاسبة الإدارية وما يردة المستخدمين.
- اتفقت الدراسات السابقة على أن المحاسبة التنبؤية تتطلب التحول من التحليل الوصفي التشخيصي والذي يهتم بتحليل ودراسة البيانات الحالية والسابقة إلى التحليل التنبؤي.
- اتفقت الدراسات السابقة على أن المحاسبة التنبؤية تعتمد استخدام الذكاء الاصطناعي والنماذج الإحصائية للتنبؤ بالأحداث المالية المستقبلية.
- أشارت الدراسات السابقة أن دعم عملية التنبؤ يعتبر من أبرز مجالات تأثير الذكاء الاصطناعي على المحاسبة الإدارية .

- اتفقت الدراسات السابقة على أن استخدام تقنيات تعلم الآلة يساعد في توفير تنبؤات أكثر دقة مقارنة بالنماذج التقليدية، كما اتفقت على أهمية استخدام البيانات التاريخية في التنبؤ.
- إلا أنه لا يوجد اتفاق بين الدراسات السابقة حول أهم العوامل المؤثرة على الأداء المستقبلي.
- كما أنه لا يوجد اتفاق بين الدراسات السابقة حول أكثر تقنيات الذكاء الاصطناعي دقة للتنبؤ، حيث توصلت دراسة كلاً من Hunt et al (2022) ؛ عويس(٢٠٢٤) ؛ رجب وأخرون (٢٠٢٥) إلى أن الغابة العشوائية تتفوق على النماذج الأخرى، وتوصلت دراسة متولي (٢٠٢٤) إلى أن شجرة القرار تتفوق على النماذج الأخرى، وقد أظهرت دراسة كلاً من محمد (٢٠١٩)؛ Tufegdžić et al.(2020) تفوق الشبكات العصبية.
- لاحظ الباحثون ندرة الدراسات التي اعتمدت على مؤشرات القياس المتوازن للأداء للتنبؤ بالتغيرات في الأرباح التشغيلية خاصة في البيئة المصرية.

٢- الإطار النظري للبحث

١/٢ أسباب التوجه نحو تطبيق المحاسبة الإدارية التنبؤية

تعرف دراسة Brimson & Antos (2004,p.3) المحاسبة الإدارية التنبؤية على أنها المحاسبة التي تعمل على تحسين توقع الأداء المالي من خلال مراقبة عمليات المنشأة، كما أنها تتنبأ بالمستقبل في ضوء الوضع الحالي، حيث يمكن وصف طريقة عمل المنشأة والتنبؤ بمستقبلها من خلال التعرف على عمليات التشغيل التي تتم فيها.

بينما يري Cokins (2013, p.4) أن المحاسبة الإدارية التنبؤية تعتبر أحد الاتجاهات الحديثة في المحاسبة الإدارية ظهرت لسد الفجوة بين ما توفره المحاسبة الإدارية وما يريده المديرون والعاملين؛ حيث توفر المحاسبة الإدارية معلومات دقيقة عن التكاليف من خلال استخدام نظام التكاليف على أساس النشاط، على الجانب الأخر تتغير احتياجات المديرين من مجرد الحاجة إلى معرفة تكاليف الإنتاج وما حدث إلى الحاجة إلى معلومات مفصلة حول ماهية تكاليفهم المستقبلية.

وفى ضوء ما سبق، يمكن تعريف المحاسبة الإدارية التنبؤية على أنها أحد الاتجاهات الحديثة في المحاسبة الإدارية ظهرت لضمان ملاءمة المحاسبة الإدارية لمتطلبات بيئة الأعمال في القرن الحادي والعشرون فهي تسعى لزيادة ملاءمة المعلومات من خلال توفير معلومات مستقبلية عن الأداء والتكلفة تساعد المديرين في إدارة الأحداث القادمة والتحول من مجرد رد فعل إلى توقع المستقبل، وإجراء تغيرات ملاءمة بشكل استباقي، وتبني المحاسبة الإدارية التنبؤية على التحول من المنهج الوصفي إلى المنهج التنبؤي، وتعتمد المحاسبة الإدارية التنبؤية على مرحلتين الأولي توفير بيانات فعلية عن الأداء والتكلفة باستخدام أدوات المحاسبة الإدارية الاستراتيجية والثانية تعتمد على استخدام احد النماذج للتنبؤ بالوضع المستقبلي للأداء والتكلفة.

مما سبق يمكن القول أن المحاسبة الإدارية التنبؤية تتميز بالخصائص التالية:

- المحاسبة الإدارية التنبؤية اتجاه حديث للمحاسبة الإدارية ظهر لسد الفجوة بين ما توفره المحاسبة الإدارية الوصفية وما يتطلبه مستخدمي معلومات المحاسبة الإدارية.

- تعتمد على الانتقال من الاعتماد على البعد الوصفي إلى الاعتماد على البعد التنبؤي؛ حيث يهتم البعد الوصفي بدراسة وتحليل البيانات الحالية والسابقة من أجل تقديم معلومات حول أداء المنظمة، وبالتالي يساهم في إضافة قيمة للمنشأة ولكن بصورة أقل، أما البعد التنبؤي يركز على توفير معلومات عن الأداء المستقبلي مما يساعد في دعم اتخاذ القرارات الإدارية الصحيحة بأعلى كفاءة ممكنة من جهة، وكذلك العمل على تسريع القرارات الاستراتيجية مما يحقق قيمة مضافة أعلى للمنشاة.
- تعتمد على استخدام أدوات المحاسبة الإدارية الاستراتيجية بالإضافة إلى أساليب التنبؤ من أجل التنبؤ بالمستقبل في ضوء الوضع الحالي.
- المحاسبة الإدارية التنبؤية اكثر ملائمة لخدمة صانعي ومتخذي القرار مقارنةً بالمحاسبة الإدارية الوصفية.
- تساعد المحاسبة الإدارية التنبؤية على التنبؤ بالأداء والتكاليف المستقبلية.

تتعدد أسباب التوجه نحو تطبيق المحاسبة الإدارية التنبؤية ومنها ما يلي:

- وجود فجوة بين ما يوفره المحاسبين الإداريين وما يريده المديرون، فعلي الرغم من أن المعلومات التي ينتجها المحاسبون الإداريون ذات القيمة الكبيرة ومنها معلومات دقيقة عن التكاليف والأداء؛ إلا أنه يوجد تحول في احتياجات المديرين من مجرد الحاجة إلى معرفة التكلفة والأداء الحاليين إلى معلومات مفصلة حول اتجاه التكلفة والأداء في المستقبل (Nielsen, 2018, p.170; Onyshchenko et al.,2022,p.192; Cokins, 2013, p4) .
- تتسم بيئة الأعمال المعاصرة بالعديد من التقلبات وحالة عدم التأكد بسبب العولمة فضلا عن التغيرات السريعة في تفضيلات العملاء، والتكنولوجيات، بالشكل الذي يجبر الإدارة على الاهتمام بتوفير معلومات عن الأداء التشغيلي في المستقبل (Brimson & Antos ,2004,p.2; Nielsen,2017.p.14).
- انتشار تحليلات الأعمال وخاصة التحليلات التنبؤية والبيانات الضخمة والتي تدعم تطبيق المحاسبة الإدارية التنبؤية (Uyar,2021,p.374).
- الرغبة في فهم التأثير الذي ستحدثه التغييرات على التكاليف المستقبلية (Cokins, 2013).
- دعم التحول إلي الاقتصاد الإداري وبالتالي دعم القرار والتحليل الذي يؤثر على المستقبل (زامل،٢٠٢١،ص.٣٠).
- تتطلب بيئات الأعمال المعاصرة انتقال دور المحاسبين الإداريين من الدور التفاعلي القائم على رد الفعل إلى دور استباقي أكثر فاعلية، بما يمكن المنشآت من مواجهة التغيرات والمواقف غير التقليدية، وكذلك استثمار الفرص المتاحة قبل وقوع الأحداث (Cokins, 2020, p.4) (الطنطاوي، ٢٠٢٣ب ، ص. ٤٩٨؛
- يتطلب أي نظام محاسبي فعال توافر خصائص الملاءمة والموثوقية، وتتحقق الملاءمة عندما توفر المعلومات المحاسبية قيمة تنبؤية، وتقدم تغذية راجعة، وتعرض في التوقيت المناسب؛ وفي هذا السياق، تتفوق المحاسبة التنبؤية على المحاسبة الوصفية لكونها أكثر قدرة على دعم عملية اتخاذ القرار. (Brimson & Antos, 2004, p. 2)
- الحاجة إلى اتخاذ قرارات مستنيرة من خلال الحصول على معلومات موضوعية وفي الوقت المناسب وموثوق فيها في ضوء توقع واضح لأداء المنشأة التشغيلي المستقبلي (سليمان،٢٠٢١،ص.٧).

٢/ ٢ متطلبات التحول نحو المحاسبة الإدارية التنبؤية

تشير دراسة Teuteberg&Wadan (2019, p.107) إلي أنه يمكن تقسم متطلبات التوجه نحو التحليل التنبؤي في المحاسبة الإدارية إلي:

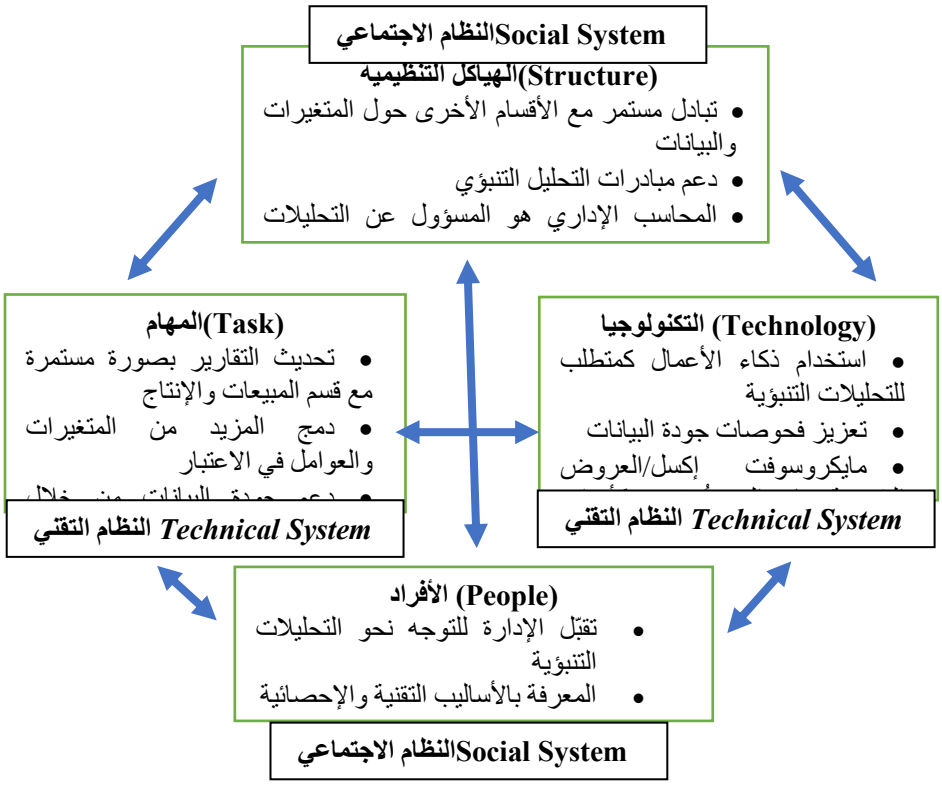
أولا: النظام التقني Technical System ويتطلب:

- تطبيق تقنيات قادرة على معالجة وتخزين البيانات، مما يمكّن المؤسسات من اكتشاف أنماط وعلاقات ومعلومات لم تكن معروفة سابقًا من مصادر بيانات متنوعة وغير مستغلة.
- تنفيذ مهام تتعلق بجمع البيانات ومعالجتها وتحليلها، والتأكد على أن تكون ذات جودة عالية، ومتاحة في الوقت المناسب.

ثانيا: النظام الاجتماعي Social System ويتطلب

- هياكل تنظيمية تتميز بالتعاون بين الأقسام وهياكل الإدارات، ودعم مبادرات التحليل التنبؤي.
- تقبل الإدارة لاستخدام التحليلات، وامتلاك الأفراد لمهارات وقدرات مناسبة، ومعرفة كافية،

ويمكن عرض متطلبات التحول نحو المحاسبة الإدارية التنبؤية كما يلي:



شكل رقم (١) متطلبات التوجه نحو التحليل التنبؤي في المحاسبة الإدارية

المصدر:(Teuteberg & Wadan, 2019, p.107)

٣/٢ مراحل التحول نحو المحاسبة الإدارية التنبؤية

تعتمد المحاسبة الإدارية التنبؤية على مرحلتين أساسيتين وهما (Brimson, 2004,p.65; Pilipezuk, 2020)

- المرحلة الأولي: تعتمد على توفير بيانات فعلية عن عمليات وأنشطة المنظمة حيث تعتمد في تلك المرحلة على أدوات المحاسبة الإدارية الاستراتيجية في مجال قياس التكاليف مثل نظام التكاليف على أساس النشاط، وفي مجال قياس وإدارة الأداء مثل القياس المتوازن للأداء.
- المرحلة الثانية من المحاسبة التنبؤية: تعتمد على استخدام أحد نماذج التنبؤ بالاعتماد على برامج تعتمد على الذكاء الاصطناعي لخلق نظرة مستقبلية؛ حيث تبني فلسفة المحاسبة الإدارية التنبؤية على توفير تنبؤات اعتمادا على البيانات الفعلية، فالتكلفة والأداء المستقبلي هي نتيجة لأحداث معينة وقعت بالفعل.

٤/٢ التوجه نحو المحاسبة الإدارية التنبؤية باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي

١/٤/٢ ماهية الذكاء الاصطناعي

١/١/٤/٢ مفهوم الذكاء الاصطناعي

يشير تحليل الدراسات السابقة التي تناولت الذكاء الاصطناعي إلى عدم وجود مفهوم شامل متفق علية للذكاء الاصطناعي حيث عرفت دراسة أميرهم (٢٠٢٢،ص.٢٥٦) الذكاء الاصطناعي بأنه علم من علوم الحاسب يعمل على تصميم أنظمة معلومات ذكية تتمتع بنفس الخصائص التي يتمتع بها البشر من ذكاء، وذلك من خلال التعامل مع وصف الأشياء والأحداث والعمليات باستخدام خواصها الكيفية وعلاقتها المنطقية والحسابية بشكل ذكي، فضلاً عن بناء برامج قادرة على دراسة وتنفيذ الأنشطة المتكررة التي يقوم بها الإنسان.

وأشارت دراسة (Hasan (2022, p.444 إلى أن الذكاء الاصطناعي عبارة عن أجهزة وبرامج يمكنها التعلم، التفكير، التكيف، تحليل البيانات، اتخاذ القرارات وتنفيذ الأنشطة المعقدة والمبنية على الحكم مثلما يفعل العقل البشري. ويمكن للأجهزة المدعومة بالذكاء الاصطناعي تعزيز الإنتاجية وجعل الحياة أسهل من خلال أتمتة المهام الروتينية.

كما تعرف دراسة الطنطاوي (٢٠٢٣أ، ص.١٣٢) الذكاء الاصطناعي على أنه هو أحد علوم الحاسب نتج عن تطورات تكنولوجيا المعلومات يسعي لتصميم نظم معلومات ذكية تتسم بنفس خصائص الذكاء البشري وذلك باستخدام خوارزميات تمكن من معالجة البيانات بطريقة منطقية وحل المشكلات بصورة آلية.

من خلال تحليل التعريفات السابقة تمكن الباحثون من تعريف الذكاء الاصطناعي بأنه مجموعة من التقنيات التي تهدف إلى تصميم أنظمة معلومات ذكية تتمتع بنفس الخصائص التي يتمتع بها البشر من ذكاء، وتمتلك القدرة على التعلم، التفكير، التكيف، تحليل البيانات، اتخاذ القرارات وتنفيذ الأنشطة المعقدة والمبنية على التفكير بما يعزز الإنتاجية.

٢/١/٤/٢ أهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في مجال المحاسبة الإدارية

توجد العديد من التقنيات الأساسية للذكاء الاصطناعي التي يمكن تطبيقها في المحاسبة الإدارية ابرزها ما يلي:

- الأنظمة الخبيرةSystems Expert : تعتبر من أقدم وأهم تقنيات الذكاء الاصطناعي المطبقة في مجال المحاسبة ونوعاً من أنواع النظم القائمة على المعرفة التي تم اعتمادها في الثمانينيات لتحقيق مستوى من الخبرة قادر على استبدال الهيمنة البشرية في مجال معين من صنع القرارات التي يتم تطويرها، وتعتمد على المعرفة المستمدة من الخبراء ويتم إعدادها وتخزينها في النظام الخبير وتشتمل على التدريب والقواعد والمفاهيم والحقائق والعلاقات والممارسات المهنية، وتقويم بتخزين معرفة خبير ما وتقليد عمليات تفكيره عند حل المشكلات في موضوع معين. وانتشر استخدام النظم الخبيرة في مكاتب المحاسبة والمراجعة حيث ترشيد الحكم الشخصي للمراجع، وتساهم في سرعة تخطيط وتنفيذ برنامج المراجعة وتقليل تكلفة تنفيذ عملية المراجعة وإنجازها في أقصر وقت ممكن مع ضمان عامل الدقة، بالإضافة إلى سرعة تقديم تقرير المراجعة في الوقت المحدد له بدون تأخير مما يؤدي إلى زيادة الثقة في محتويات التقرير، كما أنها تلعب دوراً رئيسياً في المساعدة على تدريب المحاسبين والمراجعين عن طريق تفسير كيفية اتخاذ قرار معين، وكيفية ربط المعلومات اللازمة لترشيد قرار ورأي المراجع، وتساعد أيضاً في سرعة اكتساب المعرفة والخيرة للمحاسبين والمراجعين الجدد خلال فترة قصيرة نسبياً، وتدريبهم وتنمية قدراتهم وزيادة كفاءتهم.(Hasan,2022,p.451 خليفة،٢٠٢٣،ص.١٠)
- التعلم الآلي Machine Learning : يعتبر تعلم الآلة تقنية تتعلم من التجربة وتتكيف مع المدخلات الجديدة وتقوم بأداء مهام محددة مع تفاعل بشري محدود، ويتم ذلك من خلال تصميم مجموعة من الخوارزميات وإعطاء الآلة أمثلة ونماذج محلولة حتي يمكنها التعلم منها وبالتالي اتخاذ قرارات في مواقف مشابهه، ويركز على اكتشاف الأنماط في البيانات والعلاقات (Hasan,2022,p.452)
- التعلم العميق Deep Learning : هو فرع من فروع التعلم الآلي ولكن يتجاوز قدراته، ويهتم بالنماذج القائمة على الشبكات العصبية متعددة الطبقات، ولهذا يطلق عليه الشبكة العصبية العميقة، وتتكون هذه الشبكات العصبية العميقة من طبقة إدخال واحدة وطبقة إخراج واحدة وطبقات متعددة مخفية بين طبقة الإدخال والإخراج، مما يسهم في تعلم المهام المعقدة، على عكس الشبكات العصبية التقليدية التي لا تحتوي عادة على أكثر من طبقتين مخفيتين، كما يمكن النظر إلى التعلم العميق في الأساس هو شبكة عصبية هرمية تحاول محاكاة الطريقة التي تعمل بها الخلايا العصبية في جسم الإنسان، ويتميز التعلم العميق بأن أي مشكلة تتطلب التفكير هي مشكلة يمكن حلها بهذه التقنية حتى عند استخدام مجموعة بيانات شديدة التنوع وغير منظمة ومترابطة، وكلما تعلمت خوارزميات التعلم العميق أكثر كان أداؤها أفضل(روفانيل، ٢٠٢٥، ص. ٤١٤)
- معالجة اللغة الطبيعية Natural Language Processing: أداة حيوية في تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي تركز على تعليم النماذج الاصطناعية فهم وتحليل النصوص البشرية من خلال تقليد اللغة الطبيعية وأساليب التواصل البشري، وتفتح آفاقًا واسعة أمام المحاسبة الإدارية لتحليل التقارير النصية المعقدة، العقود، والمستندات المالية بصورة آلية. فعلى سبيل المثال، يمكن لنظام يعتمد على NLPأن يقوم بفرز وتحليل آلاف التقارير المالية السنوية لاستخراج مؤشرات أداء نوعية تستخدم في دعم القرارات الاستراتيجية، كما يمكن لنظام ذكاء اصطناعي قراءة تقارير السوق واستخلاص النقاط الجوهرية لدعم قرارات التسعير، كما أن دمج هذه التقنية مع التحليل

التنبؤي يتيح بناء نماذج أكثر دقة للتنبؤ بالأداء المالي استنادًا إلى المؤشرات النصية والسياقية(الورداني واخرون، ٢٠٢٦، ص.٦٣٩)

- نظم دعم القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعيAI-Driven Decision Support Systems :: ينظر لنظام دعم القرار على أنه نظام قائم على الكمبيوتر يتم إنشاؤه بهدف المساعدة في حل مشكلة إدارية غير هيكلية لتحسين اتخاذ القرار. حيث يتم وضع بدائل ونتائج حتى يمكن اتخاذ قرار مدروس، وتمثل نظم دعم القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعي تطورا لأنظمة دعم القرار التقليدية، حيث تدمج بين قدرات تحليل البيانات، التعلم الآلي، والتصور البصري للبيانات لتقديم توصيات فورية ومخصصة لمتخذ القرار، وفي بيئة المحاسبة الإدارية تُمكن هذه النظم المديرين من اختبار سيناريوهات مختلفة للموازنة، تحليل أثر التغيرات الاقتصادية على الربحية، وتحديد البدائل الاستثمارية المثلى، وأثبتت الدراسات الميدانية أن استخدام هذه النظم يسهم في تحسين سرعة اتخاذ القرار بنسبة تتجاوز ،%٥٠مع زيادة دقة التقديرات .(Hasan,2022,p.452 ؛ خليفة،٢٠٢٣،ص.١٠؛ الورداني واخرون، ٢٠٢٦، ص.٦٣٩)
- الخوارزمية الجينية Genetic Algorithm: هي تقنية بحث تعتمد على نظرية الانتقاء الطبيعى Charles Darwinإى أنها تحاكي هذه الخوارزمية الانتقاء الطبيعي، حيث يتم اختيار الأفراد الأقوى للتكاثر بهدف إنشاء جيل جديد. تعتمد الخوارزميات الجينية على مشغلات مستوحاة من البيولوجيا مثل الطفرة، والتبادل، والاختيار، لتطوير حلول عالية الجودة لمشكلات التحسين والبحث. تُعتبر الخوارزميات الجينية نهجًا مناسبًا لحل مشاكل تصنيف الحسابات والمعاملات ونمذجة سلوك المراجعيين في قرارات الاحتيال والتنبؤ بالإفلاس، واتخاذ قرارات حول الاستمرارية وغيرها. (Hasan,2022,p.452)
- نظم التوصية Recommendation Systems: هي النظم التي ارتبط ظهورها بتطور بعض خوارزميات الذكاء الاصطناعي التي من شأنها انتقاء وتقديم ما يتوافق مع احتياجات وتفضيلات المستخدم من خدمات أو محتوى أو عناصر تلبي تلك الاحتياجات، وتعمل هذه النظم على تحليل البيانات الخاصة بالمستخدم والناتجة عن سلوكه التصفحي للموقع أو الخدمة كمشاهدته لبعض مقاطع الفيديو ونوعية محتوى هذه المقاطع، والصور التي تم الاطلاع عليها ومدة الاطلاع، وفئات المحتوى الذي تم تصفحه، ونوعية المنتجات والخدمات التي تم البحث عنها وشرائها. فضلا عما يقوم المستخدم بتقديمه من بيانات كتقييمه لخدمة معينة، والاقتراحات المتعلقة بتطوير الخدمة أو توفير منتج معين، وينتج عن هذه التحليلات تقديم عدد من التوصيات ذات العلاقة بما يفضله المستخدم من منتجات أو خدمات أو محتوى ذي صلة بما تم تصفحه والبحث عنه.(عامر، ٢٠٢٥، ص.٤٥١)
- الأتمتة الروبوتية للعمليات Robotic Process Automation : هي تقنية تعتمد على استخدام الروبوتات البرمجية لأداء المهام الروتينية والمتكررة التي عادة ما يقوم بها البشر. تستند هذه التقنية إلى برامج مبرمجة مسبقًا ، والتي تحاكي إجراءات البشر في التعامل مع البيانات وإجراء القرارات، وتعمل تلك التقنية مع بيانات منظمة أساسًا. تتميز RPA بالقدرة على أداء المهام بشكل آلي ودون تدخل بشري، مما يعزز الكفاءة والموثوقية، كما يمكن لتقنية RPA أن تعمل على مدار

الساعة دون توقف، وتؤدي المهام بدقة تامة تصل إلى ١٠٠٪، مما يجعلها أداة فعالة لتحسين الإنتاجية وتقليل الأخطاء. (خليفة،٢٠٢٣،ص.١٠)

٣/١/٤/٢ خصائص تقنيات الذكاء الاصطناعي

تتميز تقنيات الذكاء الاصطناعي بالعديد من الخصائص التي ساعدت في انتشار تلك التقنيات في المجالات المحتفلة، ومن أهم تلك الخصائص (الطنطاوي،٢٠٢٣أ، ص.١٣٥؛ خليفة،٢٠٢٣،ص.١٠؛ اميرهم،٢٠٢٢،ص.٢٥٧؛ Hammad, 2025, p.105; Khader, 2024, p.54)

- استخدام أسلوب شبيه إلى حد ما بالأسلوب البشري في حل المشكلات المعقدة وغير الروتينية.
- يعمل الذكاء الاصطناعي على تمثيل الخبرات البشرية وتوفير بدائل متعددة للنظام، مما يمكّنه من العمل دون الحاجة إلى خبراء، بالإضافة إلى ذلك، فهو لا يشعر بالملل أو التعب أو الإرهاق الذي يشعر به الإنسان.
- إمكانية التعامل مع كميات هائلة من البيانات الضخمة سواء كانت مهيكلة أو شبة مهيكلة أو غير مهيكلة.
- إمكانية التصور والإبداع وفهم الأمور المرئية وإدراكها.
- يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي عمل تنبؤات حول البيانات المستقبلية.
- القدرة على معالجة البيانات غير الرقمية التي لديها طابع رمزياً، مع إمكانية الإبداع وفهم الأمور المرئية وإدراكها بالإضافة إلى دعم الخبرات البشرية وتوفير بدائل متعددة للخبراء تمكنهم من اتخاذ قرارات رشيدة والتعامل مع الأمور المعقدة.
- القدرة على التعامل مع المعلومات الناقصة.
- المساهمة في دعم الخبرات البشرية، بما يمكن من اتخاذ القرات الرشيدة.
- تتسم برامج الذكاء الاصطناعي بقدرتها على الوصول إلى حلول للمشكلات حتى في حال غياب بعض المعلومات، إضافة إلى قدرتها على اتخاذ القرارات في ظل حالات عدم اليقين.

كما أوضحت دراسة YI et al (2023,p.129106) وجود مجموعة من الخصائص التي تميز تقنيات الذكاء الاصطناعي والتي تنعكس على مجال المحاسبة والمراجعة وهي:

- التشغيل التلقائي: يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي تحسين كفاءة عمليات المحاسبة من خلال تبسيط معالجة العمليات وأجراءها بشكل تلقائي، ففي السنوات الأخيرة، كانت أتمتة العمليات الروبوتية هي التكنولوجيا الأكثر مناقشة في المحاسبة، وتمكن تقنيات الذكاء الاصطناعي من اتخاذ القرارات بشكل تلقائي بالإضافة إلى أتمتة العمليات فمن خلال استخدام الشبكات العصبية يمكن إنشاء مصنفات متعددة تقوم بأتمتة تقييم مخاطر الائتمان.
- تقنيات الذكاء الاصطناعي المعتمدة على البيانات: يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي التنقيب في البيانات، ويُعد التنقيب عن البيانات أداة فعالة لتحليل البيانات توفر للمديرين فهم العلاقات المنطقية والسببية داخل بيانات الشركة مما يمكنهم حل المشكلات بشكل استباقي. كما تسهم في التنبؤ بدقة باتجاهات الأعمال المستقبلية مما يساعد المديرين في اتخاذ قرارات أفضل وزيادة القدرة التنافسية للشركة.

- تقديم حلول موضوعية ودقيقة: تعتمد المجالات التقليدية للمحاسبة على مهارات حل المشكلات واتخاذ القرارات لدى الممارسين وعادةً ما تكون هذه الخبرة مرتبطة ارتباطًا وثيقًا بقدرة الممارس وخبرته ومعرفته بالصناعة مما قد يؤدي إلى قرارات أكثر ذاتية، ويمكن من خلال استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي المساعدة في هذه المشكلة.

٤/١/٤/٢ مجالات استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في المحاسبة الإدارية:

أشارت دراسة Jeyaraj (2025,p.414) إلى أن تطبيق الذكاء الاصطناعي يُحدث تحولًا كبيرًا في المحاسبة الإدارية من خلال تمكين الأتمتة، والتحليل الفوري، ودعم القرارات الاستراتيجية، وفيما يلي أهم المجالات التي يستخدم فيها الذكاء الاصطناعي في المحاسبة الإدارية:

- إعداد الموازنات والتنبؤات Budgeting and Forecasting : يعزز الذكاء الاصطناعي دقة وكفاءة إعداد الموازنات والتنبؤ المالي من خلال استخدام التحليلات التنبؤية وتقنيات التعلّم الآلي لتحديد الاتجاهات التاريخية والتنبؤ بالنتائج المستقبلية. كما يُتيح التنبؤ المستمر عبر دمج البيانات في الوقت الحقيقي، مما يحسن التخطيط المالي ويقلل الاعتماد على النماذج اليدوية الثابتة.
- قياس وتحليل الأداء Performance Measurement and Analysis: يساعد الذكاء الاصطناعي في تحديد مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs) وأتمتة تتبع الأداء من خلال تحليل البيانات المهيكلة وغير المهيكلة.
- إدارة التكاليف وتحسينها **Cost Management and Optimization** : يمكن الذكاء الاصطناعي من تحليل أعمق للتكاليف، وتساعد نماذج التعلّم الآلي على اكتشاف الأنماط في توزيع التكاليف غير المباشرة، والفصل بين التكاليف الثابتة والمتغيرة، وفهم علاقات التكلفة–الحجم–الربح.
- إدارة المخاطر والرقابة الداخلية **Risk Management and Internal Controls** : يدعم الذكاء الاصطناعي تحديد المخاطر والتخفيف منها من خلال كشف الانحرافات والاحتيال في البيانات المالية، كما تعمل خوارزميات اكتشاف الانحرافات والأنظمة الخبيرة على مراقبة المعاملات في الوقت الحقيقي والتنبيه إلى الأنشطة غير المعتادة التي تتطلب مراجعة بشرية.
- أتمتة التقارير المالية **Financial Reporting Automation**: تُسهم تقنيات معالجة اللغة الطبيعية وأتمتة العمليات الروبوتية في تبسيط إعداد التقارير المالية والا فصاحات، مما يقلل من وقت إعداد التقارير ويضمن الدقة والامتثال للمعايير التنظيمية.
- تحليل السيناريو والحساسية: يسهّل الذكاء الاصطناعي نمذجة السيناريوهات من خلال تقييم الاحتمالات المختلفة ("ماذا لو؟") في ضوء البيانات الفعلية والافتراضات التجارية، ويساعد ذلك المؤسسات على تقدير الأثر المالي للقرارات في ظل ظروف عدم التأكد، فعلى سبيل المثال: يمكن للذكاء الاصطناعي محاكاة تأثير تغير أسعار المواد الخام على تكاليف الإنتاج وهوامش الربح.

كما أكدت دراسة **Pavlović et al(2024,p.27)** على وجود مجموعة من الفروق بين المحاسبة الإدارية التقليدية مقابل المحاسبة الإدارية المعززة بالذكاء الاصطناعي ويمكن عرض الاختلافات على النحو التالي:

جدول رقم (١) يوضح الفروق بين المحاسبة الإدارية التقليدية مقابل المحاسبة الإدارية المعززة بالذكاء الاصطناعي

البُعد	المحاسبة الإدارية التقليدية	المحاسبة الإدارية المعززة بالذكاء الاصطناعي
جمع البيانات	جمع البيانات يدويًا	جمع البيانات آليًا باستخدام الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء(IoT)
تحليل البيانات	تحليل يدوي غالبًا ما يكون مرهقًا ويتطلب وقتًا وجهدًا كبيراً	تحليل أسرع وأكثر دقة يعتمد على الذكاء الاصطناعي
إعداد الموازنات	يعتمد على البيانات التاريخية فقط	يستخدم التحليلات التنبؤية لتحقيق تنبؤات أكثر دقة
تقييم الأداء	تقييم تفاعلي يعتمد على مؤشرات تاريخية	تقييم استباقي باستخدام بيانات لحظية ورؤى تنبؤية
إدارة التكاليف	استخدام أساليب تقليدية مثل التكلفة على أساس الأنشطة أو أوامر التشغيل	خوارزميات الذكاء الاصطناعي تحدد فرص خفض التكاليف بشكل ديناميكي
إعداد التقارير	إعداد تقارير يدوية معرض للأخطاء	إعداد تقارير آلية تحدث بصورة فورية
اتخاذ القرار	يعتمد على البيانات التاريخية والتحليل اليدوي	مدعوم بأنظمة دعم القرار المعتمدة على الذكاء الاصطناعي(DSS)
الكفاءة التشغيلية	العمليات مرهقة وتستهلك الكثير من الوقت والموارد البشرية	كفاءة أعلى بفضل الأتمتة وتقليل الجهد اليدوي
معدل الأخطاء	احتمالية أكبر لوقوع الأخطاء البشرية	انخفاض الأخطاء بفضل الأتمتة والدقة العالية
توليد الرؤى والتحليلات	محدود بتفسير الإنسان للبيانات	رؤى أعمق من خلال قدرات الذكاء الاصطناعي على التعرف على الأنماط والتحليل المتقدم

المصدر: (Pavlović et al., 2024,P.27)

٢/٤/٢ خطوات التوجه نحو المحاسبة الإدارية التنبؤية باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي

تتمثل خطوات التوجه نحو المحاسبة الإدارية التنبؤية باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستعانة بمؤشرات القياس المتوازن للأداء وخوارزميات التعلم الآلي جانباً إلى جنب لدعم التوجه نحو

المحاسبة الإدارية التنبؤية على نحو يتسم بالدقة؛ حيث تعمل خوارزميات التعلم الآلي على تحليل وفهم كميات كبيرة من البيانات بسرعة كبيرة وتحديد الأنماط التي قد لا تكون واضحة أمام المحاسب الإداري، ويمكن عرض الخطوات على النحو التالي:

المرحلة الأولي: جمع ومعالجة وتجهيز البيانات

تتمثل الخطوة الأولي في التوجه نحو المحاسبة الإدارية التنبؤية في توفير بيانات فعلية عن عمليات وأنشطة المنظمة، وفي تلك المرحلة اعتمد الباحثون على استخدام أحد أدوات المحاسبة الإدارية الاستراتيجية والمتمثلة في القياس المتوازن للأداء لجمع البيانات التاريخية، وتمثلت البيانات الأساسية اللازمة لنظام المحاسبة الإدارية التنبؤية في:

- بيانات عن بعد العملاء مثل: انحراف قيمة وكمية المبيعات، تطور عدد العملاء، تطور نسبة التصدير، متوسط أسعار البيع، نسبة مصروفات البيع والتسويق، وانحراف الخطة التسويقية.
- بيانات عن بعد العمليات الداخلية مثل: معدل دوران الأصول، معدل دوران المخزون، نسبة مجمل الربح إلى المبيعات، نسبة تكلفة المبيعات إلى المبيعات، انحراف الخطة الإنتاجية، نقاط القيود والاختناق.
- بيانات عن بعد التعلم والنمو مثل: نسبة الأجور إلى إجمالي التكاليف، التغير في مستوي المدفوعات للأصول تحت التنفيذ، عدد العاملين، إنتاجية العامل، عدد المنتجات الجديدة، الأمن والسلامة، الإنفاق على البحوث والتطوير.

كما يتطلب التوجه نحو المحاسبة الإدارية التنبؤية إعداد وتجهيز البيانات في شكل وتنسيق مناسب للتقنيات المستخدمة مع الحرص على:

- التأكد من عدم وجود قيم مفقودة: يتم في تلك الخطوة التأكد من توافر قيم المؤشرات لجميع الفترات الزمنية.
- تقليل الأبعاد: تعد تلك الخطوة أساسية لحل مشكلة الإفراط في التعلم، وذلك من خلال استبعاد المؤشرات المترابطة.
- تحويل البيانات النوعية إلى رقمية.
- تحديد نوع كل بيان ودورة في النموذج

المرحلة الثانية: بناء النماذج الذكية اعتماداً على خوارزميات التعليم الآلي

تتمثل الخطوة الثانية في التوجه نحو المحاسبة الإدارية التنبؤية في استخدام خوارزميات التعلم الآلي لخلق نظرة مستقبلية عن الأداء والتكلفة، وفي تلك المرحلة اعتمد الباحثون على خوارزميات التعلم تحت الإشراف **Supervised Learning** بهدف التنبؤ بقيمة هدف واحد في مجموعة من البيانات اعتمادًا على قيم متغيرات الإدخال ، وذلك من خلال مجموعة من الخطوات الفرعية وهي:

أولا: تقسيم البيانات: لتحقيق الغرض من نموذج التعلم الآلي، سيتم تقسيم البيانات إلي مجموعتين من البيانات، هما:

- بيانات تدريب Training Data: حيث تستخدم بيانات التدريب لتدريب النموذج، وتشمل مراحل المعالجة المسبقة للبيانات Data Preprocessing واستخراج الخصائص Feature Extraction قبل البدء بعملية التدريب.

- بيانات اختبار Test Data : بعد الانتهاء من التدريب، يستخدم النموذج المدرب لتحديد نتائج مجموعات بيانات غير معروفة مسبقًا، والتي تعرف باسم بيانات الاختبار.

ثانيا: اختيار الخوارزميات المناسبة لكل وظيفة:

نظراً وظائف خوارزميات التعلم الآلي يتم اختيار الخوارزميات المناسبة لوظيفة التنبؤ وذلك لدعم التوجه نحو المحاسبة الإدارية التنبؤية، والمتمثلة في: شجرة القرارات، الغابات العشوائية، التعزيز المتدرج Gradient Boosting، التعزيز التكيفي AdaBoost، آلات الدعم الاتجاهي، الشبكات العصبية، الانحدار اللوجستي Naive bayes.

ثالثا: تقييم دقة النماذج المستخدمة في التنبؤ

يتم في هذه المرحلة تقييم أداء النموذج باستخدام العديد من المعايير منها:

- دقة التصنيف CA وهي نسبة القيم الصحيحة التي تنبأ بها النموذج من إجمالي الحالات، حيث أنه كلما اقتربت من ١ (أو ١٠٠٪) كان النموذج أفضل.
- مدى صحة التنبؤات الإيجابية: يهتم بقياس عدد التنبؤات الصحيحة كنسبة من إجمالي التنبؤات
- مدى صحة التنبؤات الخاطئة : يهتم بقياس عدد التنبؤات الخاطئة كنسبة من أجمالي التنبؤات
- قياس الدقة باستخدام مصفوفة الشكConfusion Matrix.

المرحلة الثالثة: التحليل التنبؤي والذكي

توجد العديد من مجالات التحليل التنبؤي المعتمد على خوارزميات التعلم الآلي في المحاسبة الإدارية التنبؤية ومنها:(Koren, 2024, p.20-22; Pavlović et al,2024,p.30)

جدول رقم (٢) مجالات التحليل التنبؤي المعتمد على التعلم الآلي في المحاسبة الإدارية التنبؤية

الفئة	الموضوع
تحليل الأداء المالي	التنبؤ بأسعار وإرباح الأسهم
	التنبؤ بالأداء المالي المستقبلي
	التنبؤ بالتدفقات النقدية المستقبلية
	توقع اتجاه الأرباح والخسائر المستقبلية
	التنبؤ بعناصر القوائم المالية
	التنبؤ بالمؤشرات/النسب المالية الرئيسية
التنبؤ بالتكاليف	التنبؤ بالتكاليف المستقبلية
	التنبؤ بتكلفة المنتجات الجديدة
	تحديد محددات التكاليف وفرص خفضها
إدارة المخزون وتخطيط سلسلة الإمداد	الحد من نقص المخزون والتكدس الزائد
	تحسين مستويات المخزون ودورانه
	التنبؤ بسلسلة الإمداد
	التنبؤ بانقطاعات وتأخيرات سلسلة الإمداد

الفئة	الموضوع
التنبؤ بالمبيعات والعملاء	التنبؤ بالطلب والمبيعات
	التنبؤ بالتغيرات في الحصة السوقية
	التنبؤ بتسربات العملاء
	دعم اتخاذ القرارات لحملات المبيعات والتسويق
	التنبؤ بقيمة العملاء، والاحتفاظ بهم، والولاء
	تحديد الأسعار المثلى
	التنبؤ بأفضل باقات خدمة العملاء
تخطيط الإنتاج	التنبؤ بفترات التوقف غير المخطط لها وتكاليف الصيانة
	التنبؤ باستخدام الأصول وطول عمرها
	التنبؤ باستخدام الموارد وتخطيط القدرات
	التنبؤ بمشكلات الجودة
إدارة المخاطر	مراقبة الالتزام بالمتطلبات التنظيمية
	التنبؤ بالانحرافات عن الموازنات
	اكتشاف المعاملات الاحتيالية مبكرًا
	التنبؤ بالجرائم الإلكترونية
	التنبؤ بالضغوط المالية بشكل استباقي
	التنبؤ بعدم الكفاءة التشغيلية
	المراقبة المستمرة للبيانات المالية
التنبؤ بالقوى العاملة والأداء	تحديد العوامل المؤثرة في دوران الموظفين
	التنبؤ بأداء الموظفين
تحليل العمليات ودعم اتخاذ القرار للحوكمة التنظيمية	تحسين سير العمليات من خلال التحليلات التنبؤية
تطوير المنتجات	التنبؤ بمتطلبات المنتج
إعداد الموازنات والتخطيط	تحسين عملية إعداد الموازنات من خلال تقديم رؤى آنية، مما يسمح بتخطيط أكثر مرونة وتكيفًا.

المصدر: (koren, 2024, p.20-22; Pavlović et al,2024,p.30)

المرحلة الرابعة: الاستفادة من نتائج التحليل التنبؤي الذكي لخلق قيمة مضافة للشركة

يمكن من خلال استخدام التحليل الذكي التنبؤي تحقيق فوائد كبيرة ذات قيمة مضافة تشمل خفض التكاليف، وتحسين عملية اتخاذ القرار، وتعزيز الكفاءة التشغيلية، وتحقيق قيمة استراتيجية ويمكن عرض ذلك على النحو التالي:

جدول رقم (٣) مجالات الاستفادة من نتائج التحليل التنبؤي الذكي لخلق قيمة مضافة للشركة

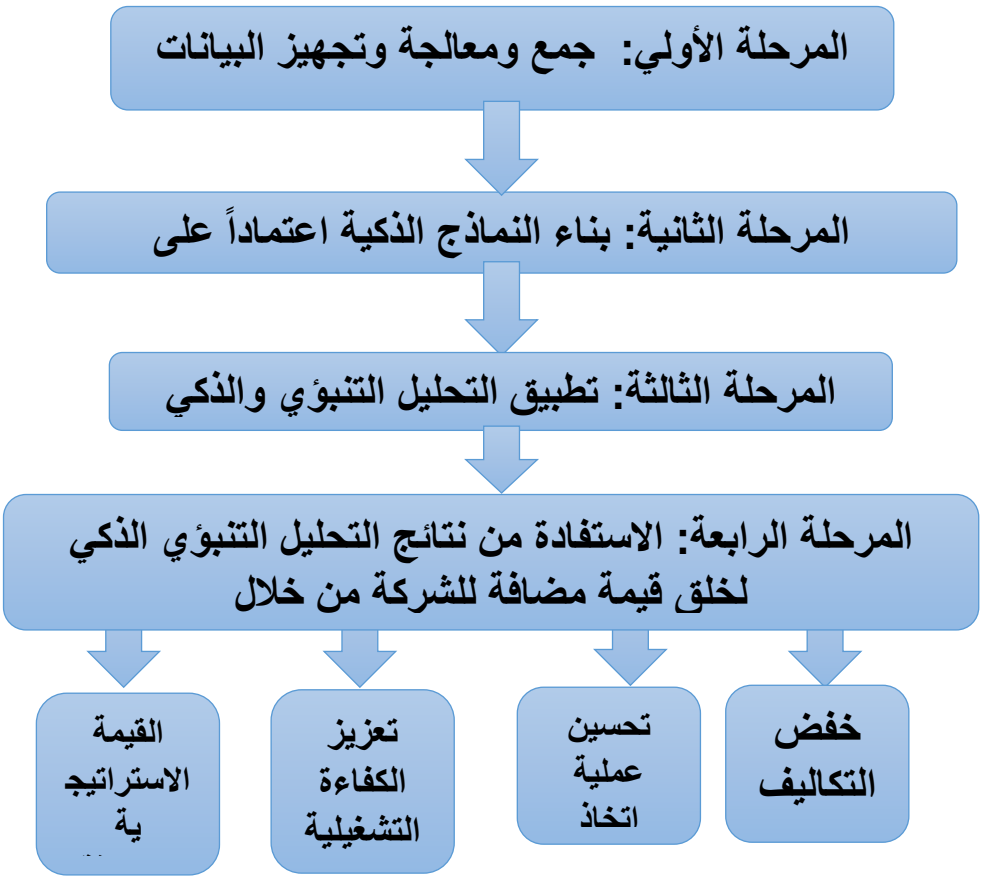
الفئة	الفئة الفرعية	المحور
خفض التكاليف	الكشف المبكر عن الاحتيال والوقاية منه	• الاكتشاف المبكر للمعاملات الاحتيالية • مراقبة الالتزام وتحسينه
	خفض تكاليف الصيانة	• تقليل فترات التوقف غير المخطط لها وتكاليف الصيانة • تحسين استخدام الأصول وإطالة عمرها الإنتاجي • تحسين تخصيص الموارد وتخطيط الطاقة
	تحسين إدارة الموارد	• تقليل حالات نفاد المخزون والتكدس • تحسين مستويات المخزون ومعدلات دورانه • تحسين التنبؤ بالطلب وإدارة الموردين
تحسين عملية اتخاذ القرار	تعزيز قدرات الرقابة والتحكم	• زيادة دقة التنبؤ بالطلب والمبيعات والإيرادات • الاستجابة السريعة لتغيرات السوق واتجاهاته • تحديد فرص النمو بصورة أكثر فاعلية
	تحسين التخطيط المالي وإعداد الموازنات	• توفير بيانات مالية أكثر دقة وفي التوقيت المناسب • تعزيز فهم الاتجاهات والأنماط المالية • مواءمة الموازنات مع الأهداف الاستراتيجية بشكل أكثر فاعلية
	تعزيز الرؤى المتعلقة بالمبيعات والعملاء	• فهم أفضل لسلوك العملاء وتفضيلاتهم • تنفيذ حملات تسويق ومبيعات أكثر فاعلية

الفئة	الفئة الفرعية	المحور
		• تحسين الاحتفاظ بالعملاء وتعزيز ولائهم
تعزيز الكفاءة التشغيلية	ترشيد تخصيص الموارد وتخطيط الطاقة الاستيعابية	• تحسين عمليات التخطيط والتنبؤ ونتائجها • تحسين تخصيص الموارد واستغلالها • تبسيط عمليات الإنتاج وتقديم الخدمات
	تحسين إدارة سلسلة التوريد	• تحسين الرؤية والشفافية في سلسلة التوريد • إدارة المخزون والنقل والتخزين بكفاءة أعلى • تقليل اضطرابات سلسلة التوريد
	تحسين العمليات وضبط الجودة	• مراقبة عمليات الجودة والتحكم فيها بفاعلية • تقليل العيوب والفاقد • ضمان الالتزام بالمعايير واللوائح الصناعية • تحسين تصميم العمليات ورفع كفاءتها
القيمة الاستراتيجية المضافة	تحديد فرص أعمال جديدة	• تحديد أسواق جديدة وعروض منتجات مبتكرة • فهم أفضل لسلوك المستهلكين وتفضيلاتهم • دفع الابتكار وتحقيق التميز
	تحقيق ميزة تنافسية من خلال التحليلات التنبؤية	• توظيف البيانات لدعم الاستراتيجية والعمليات القائمة على المعرفة. • متابعة اتجاهات السوق واحتياجات العملاء باستمرار. • التكيف مع التغيرات في بيئة الأعمال بكفاءة أعلى
	تحسين إدارة المخاطر والتخفيف من آثارها	• تحديد المخاطر وحالات عدم التأكد وإدارتها بفاعلية أكبر • الاستجابة السريعة لاضطرابات الأعمال

الفئة	الفئة الفرعية	المحور
		• الالتزام بالمتطلبات التنظيمية والمعايير الأخلاقية والأزمات
	تحسين الاتصال المؤسسي وتحديد الأهداف	• وضع أهداف واقعية لمؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs)

المصدر: (Koren, 2024, p.20-22)

ويمكن عرض خطوات التوجه نحو المحاسبة الإدارية التنبؤية كما يلي:



شكل رقم (٢) خطوات التوجه نحو المحاسبة الإدارية التنبؤية (من إعداد الباحثون)

٣/٤/٢ أثر تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي علي دعم التوجه للمحاسبة الإدارية التنبؤية:

تعتمد المحاسبة الإدارية التنبؤية على دمج مؤشرات القياس المتوازن للأداء وخوارزميات التعلم الآلي مما ينعكس أثرة على المحاسبة الإدارية من خلال عدة أبعاد رئيسية كما يلي:

- تطور دور المحاسب الإداري وانتقاله من الدور التفاعلي القائم على رد الفعل إلى دور استباقي وجزءا من الإدارة الاستراتيجية والمشاركة فيها.
- تقليل الفجوة بين ما توفر المحاسبة الإدارية وما يحتاجه المديرين، حيث يعتمد الاطار المقترح على الانتقال من المنهج الوصفي وتوفير معلومات عن الأداء والتكلفة الحالية إلي المنهج التنبؤي وتوفير معلومات عن الأداء والتكلفة المستقبلية بدقة.
- دعم عملية صنع القرار: من خلال تحليل البيانات واكتشاف أنماط وعلاقات جديدة في كميات ضخمة من البيانات في الوقت الفعلي، توفير توقعات دقيقة، كما يساعد الاطار المقترح في التركيز على القرارات الاستراتيجية بدلا من القرارات التشغيلية، كما يساعد على تحليل السيناريو والحساسية وتقييم الاحتمالات المختلفة ("ماذا لو؟") بناءً على البيانات الفعلية والافتراضات التجارية
- إدارة التكلفة: من خلال تقييم مراحل دورة حياة المنتج، وتحليل الأنشطة وتقسيمها إلى أنشطة تضيف قيمة وأخري لا تضيف قيمة، وبالتالي الحد من أي عملية/ نشاط غير ضروري، كما يمكن من خلال تقديم تقديرات أكثر دقة لتكاليف كل مرحلة من مراحل الإنتاج والكشف المبكر عن الانحرافات في التكلفة
- تحسين أعداد الموازنات والتنبؤ: من خلال **استخدام التحليلات التنبؤية وتقنيات التعلّم الآلي لتحديد الاتجاهات التاريخية والتنبؤ بالنتائج المستقبلية. كما يُتيح التنبؤ المستمر عبر دمج البيانات في الوقت الحقيقي، مما يحسن التخطيط المالي ويقلل الاعتماد على النماذج اليدوية الثابتة.**
- إدارة المخاطر والرقابة الداخلية يدعم الذكاء الاصطناعي: من خلال كشف الانحرافات والاحتيال في البيانات المالية، كما تعمل خوارزميات اكتشاف الانحرافات والأنظمة الخبيرة على مراقبة المعاملات في الوقت الحقيقي والتنبيه إلى الأنشطة غير المعتادة التي تتطلب مراجعة بشرية.
- تحسين كفاءة تخصيص الموارد: من خلال التحليل الشامل للمخاطر، يتم تخصيص الموارد بشكل أكثر فعالية بناءً على توقعات المخاطر.
- المراقبة والتقارير المالية في الوقت الحقيقي: يتيح الاطار المقترح المراقبة اللحظية للأداء المالي وإعداد التقارير في الوقت الحقيقي، بما يزوّد المديرين بمعلومات حديثة ودقيقة حول الأداء المالي، كما يساعد الاطار المقترح في تعزز الشفافية مما يساعد على الإدارة الاستباقية.
- يمكن التوجه نحو المحاسبة التنبؤية المحاسبين من القيام بدور استشاري أكثر استباقية داخل المنظمة، فمن خلال تبني التقنيات الرقمية وتطوير الكفاءة في تحليلات البيانات، يمكن للمحاسبين الإداريين تحديد مجالات التحسين، وتقديم توصيات لخفض التكاليف، والمساهمة في تعزيز الأداء الكلي للأعمال. وبدلًا من الاكتفاء برد الفعل تجاه الأحداث المالية، يصبح بإمكانهم أداء دور فعال في استكشاف الفرص والتنبؤ بالتحديات.

٣- دراسة الحالة

تناول الباحثون في هذا الجزء إجراء دراسة الحالة لاختبار مدي إمكانية تنفيذ الاطار المقترح وما يتضمنه من خطوات ومراحل في واقع الممارسة العملية، وتتعد الأسباب التي دعت إلى تطبيق التوجه نحو المحاسبة الإدارية التنبؤية على الشركة محل الدراسة ومنها:

- وجود فجوة بين ما توفره التقارير المنشورة للشركة وما يريده أصحاب المصلحة، فعلي الرغم من أن المعلومات التي توفرها الشركة ذات القيمة الكبيرة ومنها معلومات دقيقة عن التكاليف والأداء؛ إلا أنها تتعلق بالوضع الحالي، على الجانب الأخر يتطلب أصحاب المصلحة توفير معلومات عن الوضع المستقبلي مما يمكنهم من اتخاذ القرارات.
- تعتمد إدارة الشركة على أساليب تقليدية للتنبؤ وإعداد المخطط للمبيعات ومجمل الربح وصافي الربح.
- إمكانية توفير البيانات اللازمة لتطبيق الاطار المقترح، حيث توفر الشركة معلومات تفصيله عن مؤشرات القياس المتوازن للأداء يمكن استخدامها كمدخلات لنموذج التنبؤ.
- تتطلب بيئات الأعمال المعاصرة انتقال دور المحاسبين الإداريين من الدور التفاعلي القائم على رد الفعل إلى دور استباقي أكثر فاعلية، بما يمكن المنشآت من مواجهة التغيرات والمواقف غير التقليدية، وكذلك استثمار الفرص المتاحة قبل وقوع الأحداث.

١/٣ هدف دراسة الحالة

يهدف البحث من دراسة الحالة إلي:

- التعرف على مدي إمكانية تطبيق الاطار المقترح على الشركة محل الدراسة.
- بيان مدي فاعلية الاستعانة بمؤشرات القياس المتوازن للأداء وخوارزميات التعلم الآلي جانبا إلى جنب لدعم التوجه نحو المحاسبة الإدارية التنبؤية على نحو يتسم بالدقة واتجاه التغير في الربح التشغيلي

٢/٣ بيانات عن دراسة الحالة

اعتمد الباحثون على دراسة الحالة لشركة رائدة في إنتاج جميع أنواع الأسمدة النيتروجينية والمواد والمخصبات الكيميائية والمواد المرتبطة بها أو المشتقة منها أو اللازمة لصناعتها وتعبئتها وشرائها وبيعها والإتجار فيها داخل جمهورية مصر العربية، أو في الخارج، وتمثلت أسباب اختيار الشركة محل الدراسة في:

- تمتلك الشركة مكانة مرموقة في السوق المحلي والعالمي للأسمدة اكتسبتها على مدار العقود السابقة نظراً لجودة منتجاتها وتنوعها.
- توفر الشركة العديد من الافصاحات مثل القوائم المالية والإيضاحات المتممة، ملخص قرارات مجلس الإدارة، الموازنات التخطيطية، الأحداث الجوهرية، تقارير مالية، وتقارير مجلس الإدارة، التي ساعدت فى الحصول على مؤشرات القياس المتوازن للأداء كخطوة أولي.
- توافر البيانات لعدد يتجاوز ٢٠ فترة مالية حيث أعتمد الباحثون على ٢١ فترة ربع سنوية من ٢٠٢٠/٣/٣١ وحتي ٢٠٢٥/٣/٣١

٣/٣ خطوات تطبيق التوجه نحو المحاسبة الإدارية التنبؤية في الشركة محل الدراسة

تم تحديد مشكلة الدراسة على أنها مشكلة تنبؤ، واعتمد الباحثون على التنبؤ بالتغيرات في الأرباح التشغيلية بدلا من رقم الأرباح حيث أنها أكثر قابلية للتحقق.

أولا: جمع البيانات

تم جمع بيانات لعدد (٤٣) مؤشر للقياس المتوازن للأداء مقسمة إلي (٢٠ مؤشر لبعد العملاء، ١٤ مؤشر لبعد العمليات الداخلية، ٩ لبعد التعلم والنمو) وذلك بغرض التنبؤ باتجاه التغير في الربح التشغيلي للعام التالي. ويمكن توضيح ذلك على النحو التالي

جدول رقم (٤) مؤشرات BSC المستخدمة في الدراسة

البعد	المؤشرات
بعد العملاء	انحراف قيمة المبيعات عن الفترة المثيلة
	انحراف قيمة المبيعات عن المخطط
	انحراف كمية مبيعات أبو قير١ عن الفترة المثيلة
	انحراف قيمة مبيعات أبو قير١ عن الفترة المثيلة
	انحراف كمية مبيعات أبو قير ٢ عن الفترة المثيلة
	انحراف قيمة مبيعات أبو قير ٢ عن الفترة المثيلة
	انحراف كمية مبيعات أبو قير ٣ عن الفترة المثيلة
	انحراف قيمة مبيعات أبو قير ٣ عن الفترة المثيلة
	مصروفات بيع
	نسبة مصروفات بيع إلى إجمالي المبيعات
	عدد دول التصدير
	عدد العملاء المحلين
	عدد عملاء التصدير
	متوسط إسعار البيع في السوق الحر
	متوسط إسعار البيع في التصدير
	متوسط أسعار البيع المحلي لمنتجات مصنع أبو قير ١
	متوسط أسعار بيع التصدير لمنتجات مصنع أبو قير ١
	متوسط أسعار البيع لمنتجات مصنع أبو قير ٢
	متوسط أسعار بيع التصدير لمنتجات مصنع أبو قير ٣
	متوسط أسعار البيع المحلي لمنتجات مصنع أبو قير ٢
بعد العمليات الداخلية	معدل دوران الأصول
	معدل دوران الأصول الثابتة
	معدل دوران المخزون
	التغير في مستويات المخزون
	نسبة مخصص الديون المشكوك فيها إلى إجمالي المدينين
	نسبة مجمل الربح إلى المبيعات
	انحراف مجمل الربح عن الفترة المثيلة
	انحراف مجمل الربح عن المخطط
	نسبة تكلفة المبيعات إلى المبيعات

البعد	المؤشرات
	صافي التدفقات من الأنشطة التشغيلي
	انحراف صافي التدفقات من الأنشطة التشغيلية عن الفترة المثيلة
	انحراف الخطة الإنتاجية عن المخطط
	انحراف الخطة الإنتاجية عن الفترة المثلية
	تشغيل المصانع بكامل طاقتها
بعد التعلم والنمو	نسبة المرتبات من تكلفة البضاعة المباعة
	نسبة الأجور للمصاريف التسويقية
	نسبة الأجور للمصاريف الإدارية
	التغير في مستوي المدفوعات للأصول تحت التنفيذ
	عدد العاملين
	إنتاجية العامل
	منتجات جديدة
	بدأ الاعتماد على الهيدروجين
	ساعات عمل متصلة دون إصابات

المصدر: إعداد الباحثون

ثانيا: تجهيز البيانات

بدءا من تلك المرحلة سيتم الاعتماد على برنامج Orange Data Mining وهو منصة مفتوحة المصدر لتحليل البيانات وتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي بطريقة مرئية دون الحاجة إلى كتابة أكواد برمجية، وتستخدم على نطاق واسع في المجالات الأكاديمية والبحثية والتجارية، لأنها تجمع بين سهولة الاستخدام وقوة النماذج الإحصائية والذكاء الاصطناعي. ويعتمد برنامج Orange على السحب والإفلات (Drag and Drop) لبناء تدفقات عمل تحليلية دون الحاجة إلى كتابة كود، ويدعم التكامل مع Python وJupyter ويمكنك استخدامه في:

- تحليل البيانات Data Analysis
- التعلم الآلي Machine Learning
- التصور Visualization
- التنقيب في البيانات Data Mining
- تحليل النصوص Text Mining
- التحليل الإحصائي Statistical Analysis

ويتم إعداد وتجهيز البيانات في شكل وتنسيق مناسب للتقنيات المستخدمة مع الحرص على تنظيف البيانات وإزالة الضوضاء وتقليل الأبعاد، وتم الاعتماد في تلك الخطوة على خطوات فرعية تتمثل في:

- التأكد من عدم وجود قيم مفقودة: يتم في تلك الخطوة التأكد من توافر قيم المؤشرات لجميع الفترات الزمنية، وبناءا على تلك الخطوة تم استبعاد مؤشر (ساعات عمل متصلة دون إصابات)
- تقليل الأبعاد: تعد تلك الخطوة أساسية لحل مشكلة الإفراط في التعلم، حيث قد يكون هناك العديد من المؤشرات المترابطة، وقد قام الباحثون باستبعاد مؤشرات (متوسط أسعار البيع المحلي لمنتجات

مصنع أبو قير ١، متوسط أسعار بيع التصدير لمنتجات مصنع أبو قير ١، متوسط أسعار البيع لمنتجات مصنع أبو قير ٢، متوسط أسعار بيع التصدير لمنتجات مصنع أبو قير ٣، متوسط أسعار البيع المحلي لمنتجات مصنع أبو قير ٢) باعتبار وجود مؤشرات مترابطة عامة تدل عليهم وهي (متوسط إسعار البيع في السوق الحر، ومتوسط إسعار البيع في التصدير)، كما تم استبعد مؤشر (معدل دوران الأصول الثابتة) حيث أنه مرتبط بمؤشر معدل دوران الأصول.

- تحويل البيانات النوعية عن سمة (متوسط إسعار البيع في السوق الحر) من (زيادة متوسط سعر البيع في السوق الحر، استقرار سعر البيع في السوق الحر ، انخفاض متوسط سعر البيع في السوق الحر) إلي بيانات رقمية (زيادة متوسط سعر البيع في السوق الحر= ١ ، استقرار سعر البيع في السوق الحر = ٠، انخفاض متوسط سعر البيع في السوق الحر = -١)
- تحويل البيانات النوعية عن سمة (متوسط إسعار البيع في التصدير) من (زيادة متوسط سعر البيع في التصدير، استقرار سعر البيع في التصدير، انخفاض متوسط سعر البيع في التصدير) إلي بيانات رقمية (زيادة متوسط سعر البيع في التصدير= ١ ، استقرار سعر البيع في التصدير = ٠، انخفاض متوسط سعر البيع في التصدير= -١)
- تحويل البيانات النوعية عن سمة (تشغيل المصانع بكامل طاقتها) من (تشغيل المصانع بكامل طاقتها، وجود صيانة وعدم تشعيل المصانع بكامل طاقتها) إلي بيانات رقمية (تشغيل المصانع بكامل طاقتها= ١، وجود صيانة وعدم تشعيل المصانع بكامل طاقتها = ٠)
- تحويل البيانات النوعية عن متغير (تشغيل المصانع بكامل طاقتها) من (تشغيل المصانع بكامل طاقتها، وجود صيانة وعدم تشعيل المصانع بكامل طاقتها) إلي بيانات رقمية (تشغيل المصانع بكامل طاقتها= ١، وجود صيانة وعدم تشعيل المصانع بكامل طاقتها = ٠)
- تحويل البيانات النوعية عن اتجاه التغيرات في الأرباح التشغيلية من (زيادة الأرباح التشغيلية، انخفاض الأرباح التشغيلية) إلي بيانات فئوية (زيادة الأرباح التشغيلية = ١، انخفاض الأرباح التشغيلية = -١)
- تحديد نوع البيان ودورة في النموذج وذلك على النحو التالي:

جدول رقم (٥) نوع البيانات المستخدمة في الدراسة

البيان	نوع البيان	دورة في النموذج
مؤشرات BSC لأبعاد التعلم والنمو، العمليات الداخلية، العملاء	Numeric Data (بيانات رقمية)	Feature (الميزة أو المتغير المستقل) هي المدخلات أو الخصائص التي نستخدمها للتنبؤ بشيء ما.
اتجاه التغيرات في الأرباح التشغيلية	Categorical Data (بيانات فئوية)	Target (الهدف أو المتغير التابع) هو المتغير الذي نحاول التنبؤ به أو شرحه باستخدام المميزات

المصدر: إعداد الباحثون

وقد نتج عن هذه المرحلة التأكد من أن جدول البيانات الذي تم الحصول عليه في المرحلة السابقة خالي من القيم الشاذة، وخالي من القيم المفقودة، وجميع بياناته رقمية.

ثالثا: تقسيم البيانات

حيث تم تقسيم عينة البيانات التي تم تجميعها وأعدادها إلى بيانات التدريب بنسبة ٧٥٪ ويتم فيها يتم تدريب النموذج باستخدام معلمات وهيكل النموذج المحدد، وبيانات الاختبار بنسبة ٢٥٪ لتقيم النموذج. وذلك باستخدام أداء Data Sampler

Sampling type: Random sample with 75 % of data, stratified (if possible), deterministic

Input: 21 instances

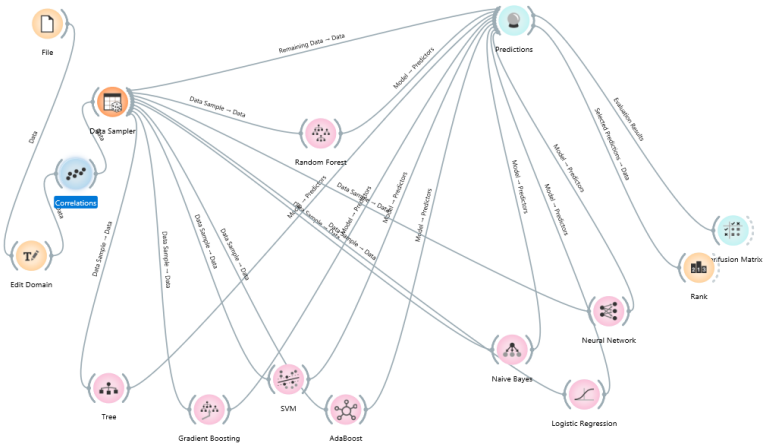
Sample: 16 instances

Remaining: 5 instances

رابعا تطبيق خوارزميات التنبؤ: تم الاعتماد على تطبيق عدد من تقنيات تعلم الآلة الأكثر استخداما في الدراسات السابقة وهي:

- الغابات العشوائية
- شجرة القرارات
- التعزيز التكيفي
- تقنية الشعاع الداعم
- التعزيز المتدرج
- الانحدار اللوجستي
- Naive Bayes
- الشبكات العصبية

وذلك وفقا للشكل التالي



شكل رقم(٣) يوضح تطبيق خوارزميات التنبؤ باستخدام برنامج orange

٤/٣ عرض نتيجة نماذج التنبؤ وفقا للخوارزميات المستخدمة

في هذا الجزء يتم عرض نتائج نماذج التنبؤ على النحو التالي:

١/٤/٣ نتائج التنبؤ باستخدام نموذج شجرة القرار :

يمكن عرض نتيجة التنبؤ بشجرة القرار من خلال الجدول التالي

جدول رقم (٦) نتيجة التنبؤ باستخدام شجرات القرار

الفترة	الفعلي	نتيجة التنبؤ باستخدام شجرات القرار
١	١-	١-
٢	١	١
٣	١	١-
٤	١-	١-
٥	١	١

المصدر: نتائج برنامج orange

وفيما يتعلق بتقييم خوارزمية شجرة القرار: يمكن تقييم نتائج جودة النموذج المستخدم في التنبؤ باستخدام المؤشرات التالية:

جدول رقم (٧) مؤشرات تقييم خوارزمية شجرة القرار

الحالة	CA	F1	Prec	Recall	MCC
زيادة الأرباح التشغيلية = ١	٠,٨٠٠	٠,٨٠٠	١,٠٠٠	٠,٦٦٧	٠,٦٦٧
انخفاض الأرباح التشغيلية = -١	٠,٨٠٠	٠,٨٠٠	٠,٦٦٧	١,٠٠٠	٠,٦٦٧
المتوسط	٠,٨٠٠	٠,٨٠٠	٠,٨٦٧	٠,٨٠٠	٠,٦٦٧

المصدر: نتائج برنامج orange

يتضح من الجدول رقم (٧) أن:

- مستوي دقة النموذج ٨٠٪ للفترات التي تتميز بزيادة الأرباح التشغيلية
- مستوي دقة النموذج ٨٠٪ للفترات التي تعاني من انخفاض الأرباح التشغيلية
- مستوي دقة النموذج ٨٠٪ لمتوسط الفترات

ويمكن عرض مصفوفة الشك لخوارزمية شجرة القرار على النحو التالي

جدول رقم (٨) يوضح مصفوفة الشك لخوارزمية شجرة القرار

		Predicted		
		1	-1	∑
Actual	1	٢	١	3
	-1	0	2	2
	∑	٢	٣	5

المصدر: نتائج برنامج orange

يتضح من جدول رقم (٨) أن:

- عدد مرات التنبؤ الصحيح للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية الإيجابي هو ٢ مرات
- عدد مرات التنبؤ الصحيح للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية السلبي هو ٢ مرات
- عدد مرات تنبؤ خاطئ للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية الإيجابي (١)
- لا يوجد عدد مرات تنبؤ خاطئ للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية السلبي

٢/٤/٣ نتائج التنبؤ باستخدام نموذج الغابات العشوائية :

يمكن عرض نتيجة التنبؤ بالغابات العشوائية على النحو التالي:

جدول رقم (٩) نتيجة التنبؤ باستخدام الغابات العشوائية

الفترة	الفعلي	نتيجة التنبؤ باستخدام الغابات العشوائية
١	١-	١-
٢	١	١
٣	١	١
٤	١-	١-
٥	١	١

المصدر: نتائج برنامج orange

وفيما يتعلق بتقييم خوارزمية الغابات العشوائية : يمكن تقييم نتائج جودة النموذج المستخدم في التنبؤ باستخدام المؤشرات التالية:

جدول رقم (١٠) مؤشرات تقييم خوارزمية الغابات العشوائية

الحالة	CA	F1	Prec	Recall	MCC
زيادة الأرباح التشغيلية = ١	١,٠٠٠	١,٠٠٠	١,٠٠٠	١,٠٠٠	١,٠٠٠
انخفاض الأرباح التشغيلية = ١-	١,٠٠٠	١,٠٠٠	١,٠٠٠	١,٠٠٠	١,٠٠٠
المتوسط	١,٠٠٠	١,٠٠٠	١,٠٠٠	١,٠٠٠	١,٠٠٠

المصدر: نتائج برنامج orange

يتضح من الجدول رقم (١٠) أن:

- مستوي دقة النموذج ١٠٠٪ للفترات التي تتميز بزيادة الأرباح التشغيلية
- مستوي دقة النموذج ١٠٠٪ للفترات التي تعاني من انخفاض الأرباح التشغيلية
- مستوي دقة النموذج ١٠٠٪ لمتوسط الفترات

ويمكن عرض مصفوفة الشك لخوارزمية الغابات العشوائية على النحو التالي

جدول رقم (١١) يوضح مصفوفة الشك لخوارزمية الغابات العشوائية

		Predicted		
		1	-1	∑
Actual	1	٣	٠	3
	-1	0	2	2
	∑	3	2	5

المصدر: نتائج برنامج orange

يتضح من الجدول رقم (١١) أن:

- عدد مرات التنبؤ الصحيح للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية الإيجابي هو ٣ مرات
- عدد مرات التنبؤ الصحيح للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية السلبي هو ٢ مرات
- لا يوجد عدد مرات تنبؤ خاطئ للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية الإيجابي
- لا يوجد عدد مرات تنبؤ خاطئ للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية السلبي

٣/٤/٣ نموذج التعزيز المتدرج Gradient Boosting:

يمكن عرض نتيجة التنبؤ بالتعزيز المتدرج Gradient Boostingعلى النحو التالي:

جدول رقم (١٢) نتيجة التنبؤ باستخدام التعزيز المتدرج Gradient Boosting

الفترة	الفعلي	نتيجة التنبؤ باستخدام شجرات القرار
١	١-	١-
٢	١	١
٣	١	١-
٤	١-	١-
٥	١	١

المصدر: نتائج برنامج orange

وفيما يتعلق بتقييم خوارزمية التعزيز المتدرج Gradient Boosting: يمكن تقييم نتائج جودة النموذج المستخدم في التنبؤ باستخدام المؤشرات التالية:

جدول رقم (١٣) مؤشرات تقييم خوارزمية التعزيز المتدرج Gradient Boosting

الحالة	CA	F1	Prec	Recall	MCC
زيادة الأرباح التشغيلية = ١	٠,٨٠٠	٠,٨٠٠	١,٠٠٠	٠,٦٦٧	٠,٦٦٧
انخفاض الأرباح التشغيلية	٠,٨٠٠	٠,٨٠٠	٠,٦٦٧	١,٠٠٠	٠,٦٦٧

					١- =
٠,٦٦٧	٠,٨٠٠	٠,٨٦٧	٠,٨٠٠	٠,٨٠٠	المتوسط

المصدر: نتائج برنامج orange

يتضح من جدول رقم (١٣) أن:

- مستوي دقة النموذج ٨٠٪ للفترات التي تتميز بزيادة الأرباح التشغيلية
- مستوي دقة النموذج ٨٠٪ للفترات التي تعاني من انخفاض الأرباح التشغيلية
- مستوي دقة النموذج ٨٠٪ لمتوسط الفترات

ويمكن عرض مصفوفة الشك لخوارزمية التعزيز المتدرج على النحو التالي

جدول رقم(١٤) يوضح مصفوفة الشك لخوارزمية التعزيز المتدرج

		Predicted		
		1	-1	∑
Actual	1	٢	١	3
	-1	0	2	2
	∑	٢	٣	5

المصدر: نتائج برنامج orange

يتضح من جدول رقم (١٤) أن:

- عدد مرات التنبؤ الصحيح للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية الإيجابي هو ٢ مرات
- عدد مرات التنبؤ الصحيح للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية السلبي هو ٢ مرات
- عدد مرات تنبؤ خاطئ للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية الإيجابي (١)
- لا يوجد عدد مرات تنبؤ خاطئ للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية السلبي

٤/٤/٣ نموذج التعزيز التكيفي AdaBoost:

يمكن عرض نتيجة التنبؤ التعزيز التكيفي AdaBoost على النحو التالي:

جدول رقم (١٥) نتيجة التنبؤ باستخدام التعزيز التكيفي AdaBoost

الفترة	الفعلي	نتيجة التنبؤ باستخدام التعزيز التكيفي AdaBoost
١	١-	١-
٢	١	١
٣	١	١
٤	١-	١-
٥	١	١

المصدر: نتائج برنامج orange

وفيما يتعلق بتقييم خوارزمية التعزيز التكيفي AdaBoost: يمكن تقييم نتائج جودة النموذج المستخدم في التنبؤ باستخدام المؤشرات التالية:

جدول رقم (١٦) مؤشرات تقييم خوارزمية التعزيز التكيفي AdaBoost

الحالة	CA	F1	Prec	Recall	MCC
زيادة الأرباح التشغيلية = ١	١,٠٠٠	١,٠٠٠	١,٠٠٠	١,٠٠٠	١,٠٠٠
انخفاض الأرباح التشغيلية = ١-	١,٠٠٠	١,٠٠٠	١,٠٠٠	١,٠٠٠	١,٠٠٠
المتوسط	١,٠٠٠	١,٠٠٠	١,٠٠٠	١,٠٠٠	١,٠٠٠

المصدر: نتائج برنامج orange

يتضح من جدول رقم (١٦) أن:

- مستوي دقة النموذج ١٠٠٪ للفترات التي تتميز بزيادة الأرباح التشغيلية
- مستوي دقة النموذج ١٠٠٪ للفترات التي تعاني من انخفاض الأرباح التشغيلية
- مستوي دقة النموذج ١٠٠٪ لمتوسط الفترات

ويمكن عرض مصفوفة الشك لخوارزمية التعزيز التكيفي AdaBoost على النحو التالي

جدول رقم (١٧) يوضح مصفوفة الشك لخوارزمية التعزيز التكيفي

		Predicted		
		1	-1	∑
Actual	1	٣	٠	3
	-1	0	2	2
	∑	3	2	5

المصدر: نتائج برنامج orange

يتضح من جدول رقم (١٧) أن:

- عدد مرات التنبؤ الصحيح للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية الإيجابي هو ٣ مرات
- عدد مرات التنبؤ الصحيح للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية السلبي هو ٢ مرات
- لا يوجد عدد مرات تنبؤ خاطئ للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية الإيجابي
- لا يوجد عدد مرات تنبؤ خاطئ للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية السلبي

٥/٤/٣ نموذج تقنية الشعاع الداعم:

يمكن عرض نتيجة التنبؤ بتقنية الشعاع الداعم على النحو التالي:

جدول رقم (١٨) نتيجة التنبؤ باستخدام تقنية الشعاع الداعم

الفترة	الفعلي	نتيجة التنبؤ باستخدام تقنية

		الشعاع الداعم
١	١-	١
٢	١	١
٣	١	١
٤	١-	١
٥	١	١

المصدر: نتائج برنامج orange

وفيما يتعلق بتقييم خوارزمية تقنية الشعاع الداعم: يمكن تقييم نتائج جودة النموذج المستخدم في التنبؤ باستخدام المؤشرات التالية:

جدول رقم (١٩) مؤشرات تقييم خوارزمية تقنية الشعاع الداعم

الحالة	CA	F1	Prec	Recall	MCC
زيادة الأرباح التشغيلية = ١	٠,٦٠٠	٠,٧٥٠	٠٠,٦٠٠	١٠٠٠	٠,٠٠٠
انخفاض الأرباح التشغيلية = ١-	٠,٦٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠
المتوسط	٠,٦٠٠	٠,٤٥٠	٠,٣٦٠	٠,٦٠٠	٠,٠٠٠

المصدر: نتائج برنامج orange

يتضح من جدول رقم (١٩) أن:

- مستوي دقة النموذج ٦٠٪ للفترات التي تتميز بزيادة الأرباح التشغيلية
- مستوي دقة النموذج ٦٠٪ للفترات التي تعاني من انخفاض الأرباح التشغيلية
- مستوي دقة النموذج ٦٠٪ لمتوسط الفترات

ويمكن عرض مصفوفة الشك لخوارزمية تقنية الشعاع الداعم على النحو التالي

جدول رقم(٢٠) يوضح مصفوفة الشك لخوارزمية الشعاع الداعم

Actual		Predicted		
		1	-1	∑
	1	٣	٠	3
	-1	٢	٠	2
	∑	٥	٠	5

المصدر: نتائج برنامج orange

يتضح من جدول رقم (٢٠) أن:

- عدد مرات التنبؤ الصحيح للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية الإيجابي هو ٣ مرات

- عدد مرات التنبؤ الصحيح للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية السلبي (صفر)
- عدد مرات تنبؤ خاطئ للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية الإيجابي (صفر)
- عدد مرات تنبؤ خاطئ للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية السلبي(٢)

٦/٤/٣ نموذج تقنية الشبكات العصبية:

يمكن عرض نتيجة التنبؤ بتقنية الشبكات العصبية على النحو التالي:

جدول رقم (٢١) نتيجة التنبؤ باستخدام تقنية الشبكات العصبية

الفترة	الفعلي	نتيجة التنبؤ باستخدام تقنية الشبكات العصبية
١	١-	١-
٢	١	١-
٣	١	١-
٤	١-	١-
٥	١	١-

المصدر: برنامج orange

وفيما يتعلق بتقييم خوارزمية تقنية الشبكات العصبية: يمكن تقييم نتائج جودة النموذج المستخدم في التنبؤ باستخدام المؤشرات التالية:

جدول رقم (٢٢) مؤشرات تقييم خوارزمية تقنية الشبكات العصبية

الحالة	CA	F1	Prec	Recall	MCC
زيادة الأرباح التشغيلية = ١	٠,٦٠٠	٠,٧٥٠	٠,٦٠٠	١,٠٠٠	١,٠٠٠
انخفاض الأرباح التشغيلية = ١-	٠,٦٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠
المتوسط	٠,٦٠٠	٠,٤٥٠	٠,٣٦٠	٠,٦٠٠	٠,٠٠٠

المصدر: نتائج برنامج orange

يتضح من جدول رقم (٢٢) أن:

- مستوي دقة النموذج ٦٠٪ للفترات التي تتميز بزيادة الأرباح التشغيلية
- مستوي دقة النموذج ٦٠٪ للفترات التي تعاني من انخفاض الأرباح التشغيلية
- مستوي دقة النموذج ٦٠٪ لمتوسط الفترات

جدول رقم (٢٣) يوضح مصفوفة الشك لخوارزمية الشبكات العصبية

		Predicted		
Actual		1	-1	∑

3	٠	٣	1	
2	٠	٢	-1	
5	٠	٥	∑	

المصدر: نتائج برنامج orange

يتضح من جدول رقم (٢٣) أن:

- عدد مرات التنبؤ الصحيح للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية الإيجابي هو (٣)
- عدد مرات التنبؤ الصحيح للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية السلبي (٢)
- عدد مرات تنبؤ خاطئ للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية الإيجابي (صفر)
- عدد مرات تنبؤ خاطئ للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية السلبي(صفر)

٧/٤/٣ نموذج الانحدار اللوجستي :

يمكن عرض نتيجة الانحدار اللوجستي القرار على النحو التالي:

جدول رقم (٢٤) نتيجة التنبؤ باستخدام الانحدار اللوجستي

الفترة	الفعلي	نتيجة التنبؤ باستخدام الانحدار اللوجستي
١	١-	١-
٢	١	١
٣	١	١-
٤	١-	١-
٥	١	١

المصدر: نتائج برنامج orange

وفيما يتعلق بتقييم خوارزمية الانحدار اللوجستي : يمكن تقييم نتائج جودة النموذج المستخدم في التنبؤ باستخدام المؤشرات التالية:

جدول رقم (٢٥) مؤشرات تقييم خوارزمية الانحدار اللوجستي

الحالة	CA	F1	Prec	Recall	MCC
زيادة الأرباح التشغيلية = ١	٠,٨٠٠	٠,٨٠٠	١,٠٠٠	٠,٦٦٧	٠,٦٦٧
انخفاض الأرباح التشغيلية = -١	٠,٨٠٠	٠,٨٠٠	٠,٦٦٧	١,٠٠٠	٠,٦٦٧
المتوسط	٠,٨٠٠	٠,٨٠٠	٠,٨٦٧	٠,٨٠٠	٠,٦٦٧

المصدر: نتائج برنامج orange

يتضح من جدول رقم (٢٥) أن:

- مستوي دقة النموذج ٨٠٪ للفترات التي تتميز بزيادة الأرباح التشغيلية
- مستوي دقة النموذج ٨٠٪ للفترات التي تعاني من انخفاض الأرباح التشغيلية
- مستوي دقة النموذج ٨٠٪ لمتوسط الفترات

جدول رقم (٢٦) يوضح مصفوفة الشك لخوارزمية الانحدار اللوجستي

Actual		Predicted		
		1	-1	∑
	1	٢	١	3
	-1	0	2	2
	∑	٢	٣	5

المصدر: نتائج برنامج orange

يتضح من جدول رقم (٢٦) أن:

- عدد مرات التنبؤ الصحيح للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية الإيجابي هو ٢ مرات
- عدد مرات التنبؤ الصحيح للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية السلبي هو ٢ مرات
- عدد مرات تنبؤ خاطئ للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية الإيجابي (١)
- لا يوجد عدد مرات تنبؤ خاطئ للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية السلبي

٨/٤/٣ نموذج Naïve Bayes :

يمكن عرض نتيجة Naïve Bayes على النحو التالي:

جدول (٢٧) نتيجة التنبؤ باستخدام Naïve Bayes

الفترة	الفعلي	نتيجة التنبؤ باستخدام Naïve Bayes
١	١-	١-
٢	١	١-
٣	١	١-
٤	١-	١-
٥	١	١

المصدر: نتائج برنامج orange

وفيما يتعلق بتقييم خوارزمية Naïve Bayes : يمكن تقييم نتائج جودة النموذج المستخدم في التنبؤ باستخدام المؤشرات التالية:

جدول رقم (٢٨) مؤشرات تقييم خوارزمية Naïve Bayes

الحالة	CA	F1	Prec	Recall	MCC
زيادة الأرباح التشغيلية = ١	٠,٦٠٠	٠,٥٠٠	١,٠٠٠	٠,٣٣٣	٠,٤٠٨
انخفاض الأرباح التشغيلية = ١-	٠,٦٠٠	٠,٦٦٧	٠,٥٠٠	١,٠٠٠	٠,٤٠٨
المتوسط	٠,٦٠٠	٠,٥٦٧	٠,٨٠٠	٠,٦٠٠	٠,٤٠٨

المصدر: نتائج برنامج orange

يتضح من جدول رقم (٢٨) أن:

- مستوي دقة النموذج ٦٠٪ للفترات التي تتميز بزيادة الأرباح التشغيلية
- مستوي دقة النموذج ٦٠٪ للفترات التي تعاني من انخفاض الأرباح التشغيلية
- مستوي دقة النموذج ٦٠٪ لمتوسط الفترات

ويمكن عرض مصفوفة الشك لخوارزمية Naïve Bayes على النحو التالي

جدول رقم (٢٩) يوضح مصفوفة الشك لخوارزمية Naïve Bayes

		Predicted		
		1	-1	∑
Actual	1	١	٢	3
	-1	0	2	2
	∑	١	٤	5

المصدر: نتائج برنامج orange

يتضح من جدول رقم (٢٩) أن:

- عدد مرات التنبؤ الصحيح للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية الإيجابي هو ١ مرات
- عدد مرات التنبؤ الصحيح للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية السلبي هو ٢ مرات
- عدد مرات تنبؤ خاطئ للفترات ذات نمو الأرباح التشغيلية الإيجابي (٢)

٨/٣ ترتيب نماذج التنبؤ المستخدمة من حيث الدقة:

يمكن ترتيب نماذج التنبؤ المستخدمة من حيث الدقة على النحو التالي

جدول رقم(٣٠) يوضح ترتيب نماذج التنبؤ المستخدمة من حيث الدقة

النموذج	دقة النموذج
الغابات العشوائية	١٠٠٪
التعزيز التكيفي AdaBoost	١٠٠٪
التعزيز المتدرج Gradient Boosting	٨٠٪
شجرة القرارات	٨٠٪
الانحدار اللوجستي	٨٠٪
تقنية الشعاع الداعم	٦٠٪
Naive bayes	٦٠٪
الشبكات العصبية	٦٠٪

المصدر: إعداد الباحثون

أظهرت نتائج تطبيق نماذج التنبؤ تفاوتًا في نسب الدقة بين الخوارزميات المختلفة، حيث حققت نماذج الغابات العشوائية (Random Forest) والتعزيز التكيفي (AdaBoost) أعلى دقة بلغت ١٠٠٪، بينما جاءت شجرة القرارات والانحدار اللوجستي والتعزيز المتدرج (Gradient Boosting) بدقة ٨٠٪، في حين سجلت تقنية الشعاع الداعم (SVM) و Naive Bayes والشبكات العصبية (Neural Networks)دقة ٦٠٪.

ويرجع هذا التفاوت إلى طبيعة كل خوارزمية وآلية عملها مع خصائص البيانات. فالنماذج التجميعية مثل الغابات العشوائية و AdaBoost تمتاز بقدرتها على معالجة العلاقات المعقدة وتقليل الخطأ، مما يجعلها تتفوق أحيانًا حتى تصل إلى حد الإفراط في التعلم ، خاصة عندما تكون البيانات صغيرة أو متجانسة؛ أما النماذج ذات الطبيعة الخطية مثل الانحدار اللوجستي، أو التي تعتمد على افتراضات استقلالية السمات مثلNaive Bayes ، فتتأثر بانتهاك هذه الافتراضات، مما يقلل من دقتها، وبالنسبة للشبكات العصبية، فإن ضعف الأداء غالبًا ما يرتبط بقلة حجم البيانات أو عدم كفاية التدريب، إذ تتطلب هذه النماذج كمية كبيرة من البيانات لتتعلم الأنماط بدقة. وتعتبر جميع نماذج التنبؤ السابقة مقبولة وفقا لما أشارت إلية دراسة (Nandi& Das,2023) حيث أكدت أن الحد الأدنى لمعدل النجاح المقبول للتنبؤ المالي قصير الأجل هو ٦٠٪.

٤- الخلاصة والنتائج والتوصيات:

تناول الباحثون في هذا المبحث عرض خلاصة الدراسة ، أهم التوصيات، ومجالات البحوث المقترحة ،وذلك على النحو التالي :

١/٤ خلاصة الدراسة

تمثل الهدف الرئيسي للدراسة في دراسة أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي على دعم التوجه نحو المحاسبة الإدارية التنبؤية، ولتحقيق ذلك اعتمدت الدراسة على المنهج الاستنباطي لتطوير الاطار النظري للبحث، كما اعتمدت على المنهج البنائي لاتباع الخطوات والإجراءات اللازمة لتطبيق الإطار المقترح، واعتمدت على إجراء دراسة حالة، وذلك للتنبؤ باتجاه التغيرات في الأرباح التشغيلية للفترة المالية القادمة.

٢/٤ نتائج الدراسة

يمكن بلورة نتائج الدراسة كما يلى :

- تساعد تقنيات التعلم الآلي المستخدمة في البحث في دعم التوجه نحو المحاسبة الإدارية التنبؤية.
- تساعد تقنيات التعلم الآلي في تحسين دقة التنبؤ باتجاه التغيرات في الأرباح التشغيلية.
- تساعد مؤشرات القياس المتوازن للأداء كمدخلات لتقنيات التعلم الآلي في تحسين دقة التنبؤ باتجاه التغيرات في الأرباح التشغيلية.
- تعتبر نماذج الغابات العشوائية والتعزيز التكيفي أعلى دقة في التنبؤ باتجاه التغيرات في الأرباح التشغيلية، ثم يلي ذلك شجرة القرارات والانحدار اللوجستي والتعزيز المتدرج ، في حين تأتي تقنية الشعاع الداعم و Naive Bayes والشبكات العصبية في المرتبة الثالثة من حيث الدقة.
- جميع تقنيات تعلم الآلة المستخدمة في الدراسة مقبولة للتنبؤ باتجاه التغيرات في الأرباح التشغيلية حيث تراوحت مستويات الدقة بين (٦٠٪ ، ١٠٠٪).

٣/٤ توصيات الدراسة

في ضوء هدف البحث وأهميته ونتائجه يوصى الباحثون بالاتي:

- ضرورة تبنى منظمات الأعمال المصرية التوجه نحو المحاسبة الإدارية التنبؤية لما توفره من فوائد عديدة، ولما تتعرض له منظمات الأعمال من تحديات في بيئة الأعمال الحديثة .
- ضرورة اهتمام منظمات الأعمال المصرية بتطبيق تقنيات الثورة الصناعية الرابعة ومن ابرزها تقنيات الذكاء الاصطناعي.
- عقد ندوات ودورات التدريبة لتنمية قدرات المحاسبين الإداريين ومحاسبي التكاليف في منظمات الأعمال المصرية حول الاستفادة من تقنيات الذكاء الاصطناعي .
- ضرورة إدراج أساليب وتقنيات المعلومات الحديثة في برامج التعليم الجامعية بتخصصات الإدارة والمحاسبة
- اتخاذ الإجراءات المناسبة داخل الشركات لكي تتلاءم مع متطلبات بيئة التحول الرقمي.

٤/٤ المجالات المقترحة لأبحاث مستقبلية

يقترح الباحثون توجيه مزيد من الاهتمام في البحوث المستقبلية للنقاط التالية:

- دراسة أثر تطبيق استخدام الذكاء الاصطناعي وتقنيات الجيل الرابع على تفعيل أدوات المحاسبة الإدارية المستدامة .
- دراسة أثر تطبيق استخدام الذكاء الاصطناعي وتقنيات الجيل الرابع على قيمة الشركات المدرجة في البورصة.
- تطوير اطار مقترح للتنبؤ بأثر المخاطر الجيوسياسية على قرارات التعهيد.
- تطبيق النموذج المقترح للتنبؤ باتجاه التغيرات في التكاليف: دراسة تطبيقية على الشركات المدرجة في البورصة المصرية.

٥. قائمة المراجع

١/٥ المراجع العربية

- الطنطاوي، هبه السيد إبراهيم (٢٠٢٣ أ)، "أثر تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في تحسين فعالية دور أساليب المحاسبة القضائية في مكافحة الفساد: دراسة ميدانية" ، **التجارة والتمويل**، ٢، ص ص.١١٧-١٨٩.
- ..... (٢٠٢٣ب)،" أثر البيانات الضخمة على دور المحاسب الإداري في عصر التحول الرقمي: دراسة ميدانية، **مجلة البحوث المحاسبية**، (١)،ص ص. ٤٧٣-٥٢٦.
- النقيب، سحر عبد الستار عبد الستار (٢٠٢٤)، "تكامل تقنيات الذكاء الاصطناعي AI في نظم المحاسبة الإدارية بهدف تعزيز التنافسية في بيئة الأعمال الرقمية-نموذج تجريبي" ، **التجارة والتمويل**، ٤٤(٢)،ص ص. ٤٠٧-٤٥٨.
- الورداني، ياسر سعيد محمود،؛ شبل، محمود منصور؛ عبد العاطي، أحمد خيري. (٢٠٢٦)، "دور أدوات تحليل البيانات المدعومة بالذكاء الاصطناعي في تطوير أدوات المحاسبة الإدارية لتعزيز جودة القرارات الإدارية"، **المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والتجارية**،(١) ٧، ص ص٦٣١-٦٦٤.
- أميرهم، جيهان عادل ناجي (٢٠٢٢)، "أثر استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي على مستقبل مهنة المحاسبة والمراجعة: دراسة ميدانية"، **مجلة البحوث المالية والتجارية**، ع٢ ،ص ص. ٢٤٤ - ٢٩٤.
- خليفة، عبد الرحمن تمام همام (٢٠٢٣)، "أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على جودة عملية المراجعة في بيئة الأعمال المصرية مع دراسة ميدانية"، **المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والإدارية**، ١٥(٣)،ص ص ١-١٢٢.
- رجب، سحر مسعد؛ رزق، محمود عبد الفتاح؛ مطاوع، أحمد كمال (٢٠٢٥)، "مدخل مقترح لاستخدام تعلم الآلة في تحسين جودة التنبؤ بالأرباح" **مجلة راية الدولية للعلوم التجارية**،(١٥) ٤، ص ص. ١١٥١-١١١٩.
- روفائيل، مارينا روماني. (٢٠٢٥)، "دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في دعم الإدارة الإستراتيجية للتكلفة وانعكاس ذلك على تعزيز القدرة التنافسية للشركات الصناعية، **مجلة الإبداع المحاسبي**،(٣)٢، ص ص. ٣٩٥-٤٥٧.
- زامل أحمد محمد. (٢٠٢١)، دور المحاسبة الإدارية في القرن الحادي والعشرين دراسة نظرية، **مجلة البحوث التجارية**،(١) ٤٣، ص ص. ١٥-٤٩.
- سليمان، وليد شحاتة محمد قاسم(٢٠٢١)، التحول إلى المحاسبة التنبؤية، **ttps://www.researchgate.net/publication/352572430**
- عامر، سمية سيد محمد (٢٠٢٥)،" تقنيات الذكاء الاصطناعي لتنمية مجموعات المكتبات الجامعية دراسة تخطيطية"، **مجلة كلية الآداب، جامعة سوهاج**، (١)٧٤ ، ص ص ٤٣١-٤٨٠ .
- عبد الجليل، انتصار (٢٠٢٥)، "تطوير المحاسبة الإدارية باستخدام نظم الذكاء الاصطناعي في ضوء نظرية تيريل و. بينوم:(أخلاقيات الإزدهار)، **مجلة البحوث المالية والتجارية**،(١) ٢٦، ص ص ٥٧٩-٦٤٩.

- عساف، سوسن فوزى محمد. (٢٠٢٢)، "تقييم مدى تأثر دور المحاسب الإداري بالنظم المستندة على الذكاء الاصطناعي في ظل الثورة الصناعية الرابعة: دراسة ميدانية"، **مجلة البحوث المحاسبية**، ٩(٢)، ص ص. ٤٩٦-٥٤٥.
- عويس، شادي أحمد زكي (٢٠٢٤)، "تقنيات الذكاء الاصطناعي ودورها في التنبؤ بالأرباح المستقبلية بالتطبيق علي الشركات المقيدة بالبورصة المصرية"، **المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية**، ١٥(٤)، ص ص. ٢٦٨-٣٢١.
- محمد مصطفى جمعة خميس. (٢٠١٩)، "مدى فعالية استخدام نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية كأحد الأدوات المقترحة لتحسين دقة التنبؤ بتكاليف الإنتاج: دراسة حالة"، **مجلة الإسكندرية للبحوث المحاسبية**،٣(٣)، ص ص. ٤٤٣-٤٨٨.

٢/٥ المراجع الأجنبية :

- Appelbaum, D., Kogan, A., Vasarhelyi, M.; Yan, Z. (2017)," Impact of business analytics and enterprise systems on managerial accounting", **International journal of accounting information systems**, 25,pp. 29-44.
- Ayvaz, E., Kaplan, K.; Kuncan, M. (2020)," An integrated LSTM neural networks approach to sustainable balanced scorecard-based early warning system", **IEEE Access**, 8, pp.37958-37966.
- Brimson, J. A., & is a President, J. A. B. (2001)," Using predictive accounting to improve product management", **International Journal of Strategic Cost Management**, 2(3), pp.1-7.
- Brimson, J., & Antos, J. (2004)," Predictive accounting", **Journal of Corporate Accounting & Finance**, 15(3), pp.61-69.
- Celestin, P., ; Gidisu, J. A. (2024), " Predictive Accounting and Real-Time Financial Reporting: A Case Study of AI Implementation in Ghana SMEs," **International Journal of Interdisciplinary Research in Arts and Humanities (IJIRAH) ,** 9(2), pp.170-180.
- Chen, X., Cho, Y. H., Dou, Y., & Lev, B. (2022), "Predicting future earnings changes using machine learning and detailed financial data", **Journal of Accounting Research**, 60(2), pp. 467-515.
- Chukwuani, N. V; Odoh, L. C., Echefu, S. C., Ugwuanyi, U. B., (2018), "Effect of artificial intelligence on the performance of accounting operations among accounting firms in South East Nigeria", **Asian Journal of Economics, Business and Accounting**, 7(2), pp. 1-11.
- Cokins, Gary. (2013), "Top 7 trends in management accounting", **Strategic Finance**, 95(6),pp. 21-30.

- ----------.; Capusneanu, S.; Briciu, S. (2012)," Accounting's shift to decision-based costing" **Theoretical & Applied Economics**, 19(11), pp.31-44.
- ----------., (2015)," Accounting's Shift To Decision-Based Costing", ResearchGate
- ----------., (2016)," The top seven trends in management accounting", **EDPACS**, 53(4),pp. 1-7.
- Dahal, R. K. (2019)," **Changing role of management accounting in 21st Century**", Review of Public Administration and Management, 7(3), pp.1-8.
- Hammad, S. M. E. (2025). The Role of Artificial Intelligence in Improving the Efficiency of Financial and Accounting Performance: A Field Study on some Sudanese business organizations. مجلة العلوم الإقتصادية و الإدارية و القانونية ٦(٩)، ص ص. ١٠١-١١٨.
- Hasan, A. R. (2022), "Artificial Intelligence (AI) in accounting & auditing: A Literature review", **Open Journal of Business and Management**, 10(1), pp. 440-465.
- Hunt, J. O., Myers, J. N., & Myers, L. A. (2022)," Improving earnings predictions and abnormal returns with machine learning", **Accounting Horizons**, 36(1), pp. 131-149.
- IMA,2024" The Impact of Artificial Intelligence on Accounting and Finance
- Jeyaraj, S. S. (2025), "The Role of AI in Enhancing Decision-Making in Management Accounting**", Eksplorium-Buletin Pusat Teknologi Bahan Galian Nuklir,** 46(2), pp. 411-419.
- Khader, H. M. (2024)." The impact of artificial intelligence on cloud accounting," C**zech Journal of Multidisciplinary Innovations**, 36, pp. 53-60.
- Koren, S.(2024)," Revealing the promise of predictive analytics in management accounting: a strategic analysis of the value-added potential", **Master's Thesis to be awarded the degree of Master of Science in Business Administration at the University of Graz**
- Nielsen, S. (2018)," Reflections on the applicability of business analytics for management accounting–and future perspectives for the

accountant", **Journal of accounting & organizational change**, 14(2), pp. 167-187.

- Onyshchenko, O., Shevchuk, K., Shara, Y., Demchuk, O., & Alexandrivna, K. N. (2022)" Industry 4.0 and accounting: directions, challenges, opportunities" **Independent journal of management & production**, 13(3), pp. 161-195.
- Pavlovic, M., Gligoric, C., Zdravkovic, F., & Pavlovic, D. (2024), "Revolutionizing management accounting: the role of artificial intelligence in predictive analytics, automated reporting, and decision-making", **Business & Management Compass**, 68(4), pp. 23-42.
- Pilipczuk, O. (2020)," Toward cognitive management accounting", **Sustainability**, 12(12), pp. 1-22.
- Sadeghi, S. (2024). Enhancing project performance forecasting using machine learning techniques. **arXiv preprint arXiv:2411.17914**.
- Sajja, G. S., Pallathadka, H., Phasinam, K., & Arcinas, M. M. (2022), "Machine Learning Techniques in Business Forecasting: A Performance Evaluation", **ECS Transactions**, 107(1), pp. 11431- 11437.
- Tufegdžić, M., Jovičić, G., Trajanović, M., & Pravdić, P. (2020)," Company's performance prediction using Balanced Scorecard software and neural networks as a tool for strategic management" **In 10th International Conference on Applied Information and Internet Technologies**., pp 187- 191.
- Uyar, M. (2021)," The role of business analytics in transforming management accounting information into cost performance", **Ege Academic Review**, 21(4),pp. 373-389.
- Wadan, R., & Teuteberg, F. (2019, May), "Understanding requirements and benefits of the usage of predictive analytics in management accounting: Results of a qualitative research approach", **In International Conference on Business Information Systems,** pp. 100-111.
- Yi, Z., Cao, X., Chen, Z., & Li, S. (2023)," Artificial intelligence in accounting and finance: Challenges and opportunities" **IEEE Access**, 11,pp. 129100-129123.
- YIGA, T. J. (2022)," Impact of Business Analytics and Enterprise Resource Systems on Effective Accounting Practices in Corporate

Organizations", **Emerging Trends and Innovation in Business and Finance**, pp.839-85