أثر الذكاء الاصطناعي في تحسين مستوى الإفصاح المحاسبي عن تقارير الاستدامة

لانا عصام الطراونة* **أ.د عماد يوسف أحمد****

تاريخ وصول البحث: 2024/8/13م تاريخ قبول البحث: 2024/10/16م

الملخص

هدف البحث إلى التعرف على اثر الذكاء الاصطناعي في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية المدرجة في بورصة عمان. وذلك باتباع المَنهج الوصفي التحليلي وتم جمع البيانات الاولية من خلال استبانة إلكترونية وزعت على عينة البحث المكونة من جميع الموظفين في المستويات الإداريۃ في البنوك التجارية التي تعمل على تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي والبالغ عددها (12) بنكاً تجاريا، والبالغ عددهم (141) موظفا. واعتمد البحث على عدد من الأساليب الإحصائية من خلال برنامج العلوم الاجتماعية الإحصائية (SPSS-26)، وتوصل البحث إلى وجود أثر للذكاء الاصطناعي في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة. وأوصى البحث بتعزيز وتشجيع البنوك لتجارية الأردنية على استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي مما يساعد في تقديم تقارير مالية أكثر وضوحا تتعلق بالاستدامة وتحسين جودة الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة.

الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي، النظم الخبيرة، الشبكات العصبية، الرؤية الحاسوبية، التعلم العميق، الاستدامة، الإفصاح المحاسبي، البنوك التجارية، بورصة عمان، الأردن.

* باحثة.

** أستاذ دكتور، قسم المحاسبة، جامعة العلوم الإسلامية العالمية.

The Impact of Artificial Intelligence in Improving the Level of Accounting Disclosure in Sustainability Reports

Abstract

This study aimed to identify the impact of artificial intelligence on the level of accounting disclosure of sustainability in Jordanian commercial banks listed on the Amman Stock Exchange by following the descriptive-analytical method. Primary data were collected through an electronic questionnaire distributed to the study sample, which consisted of all employees at the administrative levels in the commercial banks that apply artificial intelligence technologies, totaling 12 commercial banks. The number of employees who participated in responding to the questionnaire was 141. The research relied on a number of statistical methods through the Statistical Social Sciences Program (SPSS-26). The study concluded that there is an impact of artificial intelligence on the level of accounting disclosure of sustainability. The study recommended enhancing and encouraging Jordanian commercial banks to use artificial intelligence technologies, which help in providing clearer financial reports related to sustainability and improving the quality of the accounting disclosure of sustainability.

Keywords: Artificial intelligence, expert systems, neural networks, computer vision, deep learning, sustainability, accounting disclosure, commercial banks, Amman Stock Exchange, Jordan

المقدمة:

في السنوات الأخيرة تجلى مفهوم الذكاء الاصطناعي بشكل واسع من خلال برامجه وخوارزمياته وتطبيقاته ،التي تم بناؤها على شكل يضمن وجود الذكاء البشري فيها، بشكل يمكنها من تطوير وإيجاد الحلول للمشاكل والتعلم والتكيف مع الأعمال واتخاذ القرارات اللازمة التي تحتاج إلى ذكاء الإنسان، ومن هنا فإن الذكاء الاصطناعي يعتبر من أكثر حقول المعرفة العلمية تشعبا وتوسع في الآفاق لشموله جميع القطاعات الاقتصادية في أي دولة، ويعتبر القطاع المالي والمحاسبي من أكثر القطاعات استفادة من برامج وتقنيات الذكاء الاصطناعي، وذلك لأنه قطاع يتضمن في عملياته إنتاج كميات كبيرة من البيانات التي تحتاج إلى طرق وإمكانيات لحفظها واسترجاعها ومعالجتها وتحقيق جميع معايير الأمن والمصداقية والشمولية، كما يُعَدّ القطاع المصرفي من القطاعات التي أثبتت نفسها في المقدمة في استخدام أنظمة الحوسبة الذكية، التي تساعد على إنجاز الأعمال بسرعة ودقة لاسيما في وجود المنافسة الشديدة والسعي نحو الاستمرارية باقل تكلفة وجهد ممكن وبمستوى جودة عالٍ من تقديم الخدمات ومن أجل تلبية احتياجات أصحاب المصالح ومتطلبات مستخدمي التقارير والقوائم المالية.

ومن هنا برز الدور الأهم لتقارير الاستدامة والإفصاح عنها في ظل التطور التكنولوجي الحاصل، لما لها من فوائد عديدة تتجلى في تقييم وتحسين أداء البنوك في مجالات البيئة والمجالات الاجتماعية والاقتصادية والحوكمة وتعزيز الشفافية وتقييم المخاطر والفرص وتحسين كفاءة استخدام الموارد وتعزيز الابتكار والبحث والتطوير في مجالات الاستدامة، حيث تساعد استخدام تطبيقات وتقنيات الذكاء الاصطناعي في تقارير الاستدامة في قطاع البنوك على اتخاذ قرارات أكثر ذكاء وتحقيق التنمية المستدامة.

لذلك جاء هذا البحث لدارسة أثر الذكاء الاصطناعي في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية المدرجة في بورصة عمان.

مشكلة البحث:

تعد تقارير الاستدامة من اهم التقارير التي تسعى البنوك للإفصاح عنها، كونها هي الطريق لتحقيق التنمية المستدامة، وتعظيم الحصة السوقية وقيمة المؤسسة وتحسين الأداء المالي وكسب ثقة العملاء والأجهزة المعنية، والمؤسسات الدولية والمحلية.

ومن هنا وتماشيا مع تزايد الجهود الدولية والمحلية التي تم إبرازها من خلال المبادرة العالمية لإعداد تقارير الاستدامة والميثاق العالمي للأمم المتحدة في هذا الصدد وتماشيا مع التطورات

التكنولوجية المعاصرة من أجل الاستفادة من أدوات وتقنيات الثورة الصناعية في تحسين التقارير المحاسبية، ويأتي ذلك تأكيدا على تعزيز الأهمية بمستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة، وذلك من خلال استخدام تقنيات تكنولوجيا حديثة ترتكز على الذكاء الاصطناعي من أجل ربط جميع المعاملات المالية وغير المالية بالآثار الاجتماعية والبيئة، وذلك تحت ظل الأطر والقواعد التي تسعى إلى تطوير طرق الإفصاح عن الاستدامة بأبعادها المختلفة.

لذا، فقد جاء هذا البحث لتوضيح أثر الذكاء الاصطناعي في مستوى الإفصاح عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية. وتتمثل مشكلة البحث في محاولة الإجابة عن الاسئلة الاتية:

السؤال الرئيسي: ما أثر الذكاء الاصطناعي بأبعاده (النظم الخبيرة، الشبكات العصبية، الرؤية الحاسوبية، التعلم العميق) في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية؟

ويتفرع من هذا التساؤل التساؤلات الفرعية التالية:

1-ما أثر النظم الخبيرة في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية؟

2-ما أثر الشبكات العصبية في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية؟

3-ما أثر الرؤية الحاسوبية في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية؟

4-ما أثر التعلم العميق في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية؟

أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في ناحيتين، هما:

الاهمية العلمية: تبرز الأهمية العلمية لهذا البحث في إمكانية الاستفادة من الذكاء الاصطناعي في مجال المحاسبة في قطاع البنوك بشكل خاص، وحث القطاعات الأخرى على التعامل مع تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتوجه للاهتمام بتقارير الاستدامة.

الاهمية العملية: تبرز الاهمية العملية لهذا البحث من خلال الأثر الذي قد ينعكس على مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك بسبب استخدام الذكاء الاصطناعي

وتطبيقاته في مجال المحاسبة، ولأن تقارير الاستدامة تعتبر وسيلة للبنوك للإفصاح عن أدائها في مجال الاستدامة ومساهمتها في التنمية المستدامة، كما تساعد في المجالات التي يمكن تحسينها وتعزيز الأداء المستدام كونها أداة لقياس وتقييم أداء البنوك في مجال الاستدامة.

أهداف البحث:

سعى هذا البحث إلى التعرف على الهدف الرئيسي المتمثل بمعرفة أثر الذكاء الاصطناعي بأبعاده (النظم الخبيرة، الشبكات العصبية، الرؤية الحاسوبية، التعلم العميق) في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية.

ويتفرع من هذا الهدف الأهداف الفرعية التالية:

1.التعرف على أثر النظم الخبيرة في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية.

2.التعرف على أثر الشبكات العصبية في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية.

3.التعرف على أثر الرؤية الحاسوبية في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية.

4.التعرف على أثر التعلم العميق في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية.

فرضيات البحث:

الفرضية الرئيسية: H0 لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للذكاء الاصطناعي بأبعاده (النظم الخبيرة، الشبكات العصبية، الرؤية الحاسوبية، التعلم العميق) في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية.

ويتفرع من هذه الفرضية الفرضيات التالية:

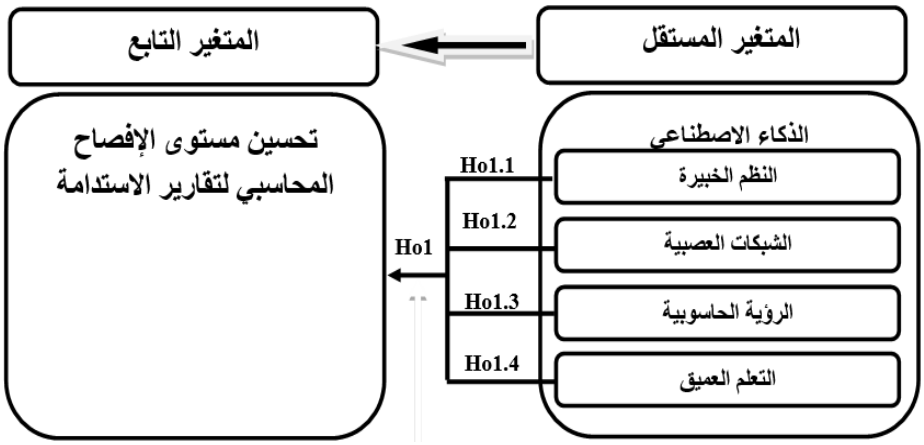
H01: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للنظم الخبيرة في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية.

H02: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للشبكات العصبية في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية.

H03: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للرؤية الحاسوبية في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية.

H04: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للتعلم العميق في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية.

انموذج البحث:



الشكل 1: أنموذج البحث

المصدر: من إعداد الباحثة إستناداً إلى الدراسات: (القاضي(2023)، أبو جبل وآخرون(2023)، شاهين وشحادتة (2021)،(2020) Bashatweh ، (Al-Smadi et al. (2020

التعريفات المفاهيمية والاجرائية:

الذكاء الاصطناعي (Artifical Intelligence): هو عبارة عن مزيج من الأجهزة والبرامج التي تؤدي وظائف مثل الدماغ البشري ويمكنها تقييم وتقرير وتنفيذ عمليات حكم معقدة بناءً على البيانات المتاحة (Puthukulam et al., 2021).

سيتم قياس متغير الذكاء الاصطناعي من خلال الأبعاد التالية:

النظم الخبيرة (Expert Systems): هي برامج معلوماتية خاصة تهدف إلى محاكاة منطق الإنسان الخاص بالخبراء في ميدان معرفي خاص، ويتكون هذا التعريف من جانبين مهمين، من جهة فإن قيمة البرامج المعلوماتية الذي هو الضامن لفاعلية النظام الخبير هي إحدى اهتمامات المحوسبين، ومن جهة أخرى الخبرة في الميدان التي يجب التحكم فيها هو مجال المعرفة الذي يبحث عن الفاعلية (بلحمو وازري، 2017).

الشبكات العصبية (Neural Network): هي شبكات تستند إلى نظم قواعد المعرفة الموزعة على حزمة من النظم والبرامج التي تعمل من خلال عدد كبير من المعالجات بأسلوب المعالجة الموازية (فريدة ونعيمة، 2021).

الرؤية الحاسوبية (Computer Vision): هي عملية تعرف الحاسوب على البيانات المحوسبة كالصور والفيديو واستخدامها في مهام متعددة للذكاء الاصطناعي (Li et al. 2021).

التعلم العميق (Deep Learning): أن التعلم العميق يحتاج إلى بيانات واحتمالات كبيرة وبيانات ضخمة، فهو يحتاج إلى قوة حوسبية هائلة، حيث تتزايد الحاجة إلى التعلم العميق مع ظهور مفهوم BIG DATA فجهاز الحاسوب يحتاج إلى بيانات خام تمكنه من فهم العلاقة بين الأشياء (العايب، 2019).

الاستدامة (Sustainability): تعرف استدامة الوحدات الاقتصادية بشكل عام على أنها العملية التي تهدف إلى دمج الجوانب البيئية والاجتماعية للأعمال التجارية جنبا إلى جنب من أجل تحقيق تنمية الأعمال التجارية المستدامة سواء أكان للاقتصاد القومي أو المجتمع ككل (الجرف، 2017).

الإطار النظري والدراسات السابقة:

الذكاء الاصطناعي:

إن علم الذكاء الاصطناعي من العلوم الحديثة الذي تطور وسارع في النمو خلال السبعة عقود الماضية التي من خلالها تعاقبت عليه دورات من الفشل والنجاح، لكن في العقد الاخير شهد التطور الأبرز والأضخم والأكثر تسارعا بسبب ترابط مجموعة العوامل العلمية الاقتصادية والتقنية التي ساهمت بنجاح الذكاء الاصطناعي وإبرازه من حيز الدراسات والبحوث في المختبرات ومراكز الأبحاث إلى حيز التطبيق الفعلي في العديد من المجالات العلمية والاقتصادية والهندسية والتجارية والاجتماعية، مما جعله مركز اهتمام للفاعلين في ميادين النشاط الإنساني المختلفة وعلى المستويات كافة من هيئات دولية ودول ومعاهد أكاديمية ومؤسسات ربحية وغير ربحية وأفراد وتكتلات عابرة للدول. ومن هنا برز اهتمام كثير من الدول المتقدمة والنامية بالذكاء الاصطناعي وصياغة خطتها الوطنية للذكاء الاصطناعي بما فيها الأردن الذي أصدر في كانون الأول من العام 2020 السياسة الأردنية للذكاء الاصطناعي التي قامت بإعدادها وزارة الاقتصاد الرقمي والريادة الأردنية.

تتعدد التعريفات للذكاء الاصطناعي، فقد عرف البعض الذكاء الاصطناعي على أنه "علم وهندسة صنع الآلات الذكية، وخاصة برامج الحاسب الذكية. إنه مرتبط بالمهمة المماثلة والمتمثلة في استخدام أجهزة الحاسوب لفهم الذكاء البشري، غير أن الذكاء الاصطناعي لا يجب أن يقتصر على الأساليب التي يمكن ملاحظتها بيولوجيًا" (IBM Cloud Education, 2020).

أشارت دراسة Ofosu et al., (2023) إلى الذكاء الاصطناعي نموذج يمتلك القدرة على التفكير والتعلم والتصرف بشكل مستقل مثل السلوك البشري.

وبالتالي تدور تعريفات الذكاء الاصطناعي حول قدرة الآلة على التصرف مثل البشر أو القيام بأفعال تتطلب ذكاءً، ولكن بالنظر إلى أكثر التطبيقات الموجودة اليوم يمكن تعريف الذكاء الاصطناعي بأنه: أنظمة تستخدم تقنيات قادرة على جمع البيانات واستخدامها للتنبؤ أو التوصية أو اتخاذ القرار بمستويات متفاوتة من التحكم الذاتي، واختيار أفضل إجراء لتحقيق أهداف محددة (الهزاني، 2024).

ويتضمن الذكاء الاصطناعي العديد من الأبعاد، منها:

1-النظم الخبيرة: هو نظام يستخدم المعرفة البشرية المخزونة في الحاسوب لحل المشكلات التي تتطلب عادة الخبرة البشرية، وتضم النظم الخبيرة معلومات تعمل على استقبال المدخلات ومعالجتها للتوصل إلى مخرجات تساعد في اتخاذ القرارات، حيث تعتمد الأنظمة الخبيرة على قاعدة بيانات تؤسس لوجودها، وتستخدم وتطبق خبرات سابقة في معالجة البيانات بدلا من تطبيق معادلات رياضية أو خوارزميات للتوصل إلى الحلول، ومن أبرز الآلات التي تسير وفق النظام الخبيرة حول العالم هي المسماة بـ"الرجل الآلي"(Akgun, S., & Greenhow, 2022)

2-الشبكات العصبية: هي انظمة جاءت بمحاولة طموحة لتحاكي أسلوب الدماغ البشري في اتخاذ القرارات الذكية، وتعد فكرة وليدة من علم التشريح ودراسة الخلية العصبونية؛ التي تمثل بمعدلات غير خطية معقدة، وتقدم هذه الشبكات نموذجا معرفيا لكونها تستطيع أن تتعلم من المعلومات التي قامت بمعالجتها؛ فهي تستطيع أن تحلل كمية كبيرة من البيانات، ومن ثم تضع خصائصها في مواقع أو قواعد منطقية لم تكن معروفة مسبقا (Kliestik et al., 2022).

3-الرؤية الحاسوبية: هي مجال الدراسة الذي يركز على تطوير التقنيات لمساعدة أجهزة الحاسوب على رؤية وفهم محتوى الصور الرقمية مثل الفيديو والصور. في سياق الرؤية الحاسوبية، هناك طرق مختلفة تكون فيها الآلات قادرة على فهم واستشعار محيطها، تستطيع

الآلة استشعار عناصر الصورة عن طريق استخراج وحدات "البكسل" وتشغيلها على التعلم الآلي أو التعلم العميق الخوارزمية هي أحد الأمثلة الأكثر شيوعًا لاكتشاف الكائنات وهي التعرف على الوجه. التي تستخدم لتأمين الوصول إلى الهواتف الذكية، يمكن لخوارزميات الرؤية الحاسوبية لإعادة بناء المشهد ثلاثي الأبعاد إعادة بناء كائنات ثلاثية الأبعاد من صور ثنائية الأبعاد مأخوذة من العديد من التطبيقات الأكثر شيوعًا لهذه التقنية في الهندسة المعمارية والتصميم الداخلي (Gavari, 2022).

4-التعلم العميق: هو مجموعة من الخوارزميات تحاول التعلم في مستويات متعددة، وهو مجال صغير جدا من الذكاء الاصطناعي يعتمد على الشبكات العصبية الاصطناعية، ويعتبر الأسلوب الأكثر انتشاراً في مجال تعلم الآلة منذ قيام شركة غوغل بإعادة تقديم هذا الأسلوب في تقنية التعرف على الصور عام 2012 (Zuo et al., 2022)

الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة

يعد تقرير الاستدامة مطلباً رئيسياً لأصحاب المصلحة بما في ذلك المستثمرين بهدف قياس أداء الوحدات الاقتصادية والإفصاح عنها وتحمل المسؤولية أمام الأطراف الداخلية والخارجية، حيث تم تحديد طريقة الإفصاح عن التقارير من خلال مبادرة التقارير العالمية. تُعرف هذه الهيئة بأنها منظمة دولية مستقلة تساعد الشركات والمنظمات المتميزة على أخذ المسؤولية عن أنشطتها وتأثيرات عملياتها، من خلال تزويدها بلغة دولية وعالمية مشتركة من خلال تحديد معايير عالمية لتقارير الاستدامة التي تجعل أي منظمة قادرة على فهم آثارها على الاقتصاد والبيئة والأفراد والإبلاغ عنها بطريقة موثوقة وقابلة للمقارنة. وهذا يؤدي إلى زيادة الشفافية حول مشاركتها في التنمية المستدامة إلى جانب الشركات المبلغة، حيث إنّ هذه المعايير ذات أهمية كبيرة لأصحاب المصلحة، بما في ذلك المستثمرين وصانعي السياسات وأسواق رأس المال ومنظمات المجتمع المدني (Zabin et al., 2022).

حيث إنّ الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة بأنها التقارير التي تقدمها الإدارة بشكل طوعي ويؤكدها مدقق الحسابات. الهدف من هذه التقارير هو تزويد الجهات المعنية الداخلية والخارجية بالنتائج المالية والحقائق جنباً إلى جنب مع الحقائق غير المالية، وهذه النتائج والحقائق مرتبطة ومرتبطة بالأبعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، بالإضافة إلى الأبعاد التكنولوجية والسياسية (الحوكمة)، وأبعاد الوحدة الاقتصادية وتحديد حجم المخاطر والفرص التي يمكن أن تؤثر على أدائها المستقبلي (Hassan & Jawad, 2021).

وتعتبر التنمية المستدامة والإفصاح عن تقارير الاستدامة على مستوى الوحدات الاقتصادية اداة مناسبة للتعامل مع قضايا الاستدامة والتخطيط للتغييرات المستدامة داخل الوحدات الاقتصادية، هذه الاداة تمكن الوحدات الاقتصادية من التعرف على الامكانات الحالية للاستخدام الامثل لمواردها، والإفصاح عن معلومات أداء الاستدامة لأصحاب المصالح، وبالرغم من ذلك تواجه إعداد تقارير الاستدامة بعض القيود مثل الحاجة إلى موارد كبيرة من حيث المال، والموظفين والوقت، ومع ذلك فإن الإفصاح عن تقارير الاستدامة يمكن أن يكون له مزايا مثل توثيق الاستخدام المستدام للأموال العامة (Sassen et al., 2018).

وتهتم المؤسسات المالية وخاصة البنوك بتحسين مستوى الإفصاح لما له من أهمية في اتخاذ القرارات المختلفة من قبل مستخدمي التقارير المحاسبية، لذلك فإن الإفصاح عن عناصر الاستدامة هو عملية لقياس أداء المؤسسات المالية للمساهمة في تحقيق التنمية المستدامة لوجود علاقة كبيرة بينهما باعتبارها وسيطا ماليا ولغرض تقليص فجوة البعد وتلبية حاجات المستخدمين يجب توفير المزيد من المعلومات التي تخدم حاجات ورغبات أصحاب المصالح وفي مقدمتهم المجتمع. ويمكن توضيح أبعاد الإفصاح المحاسبي للاستدامة كالتالي:

بعد الإفصاح البيئي: ازدادت أهمية التوسع في الإفصاح عن المعلومات المالية وغير المالية لأنها تعد المصدر الرئيسي لاتخاذ القرارات المتعلقة بالمتعاملين في تلك الأسواق إضافة إلى تعدد الجهات المستفيدة لها أصبح الإفصاح عن الأداء البيئي أحد الأبعاد المهمة التي توضح فيما إذا كانت الشركة مدركة للقضايا البيئية أم غير مدركة لأن المساهمة في حماية البيئة يحقق مجموعة من المنافع الاقتصادية ، فالإفصاح البيئي هو عرض للمعلومات المتعلقة بالأنشطة البيئية من خلال القوائم والتقارير الدورية التي تسهل من عمل مستخدمي تلك التقارير من تقييم الأداء البيئي لها لغرض اتخاذ القرارات الرشيدة(عبد العزيز، 2016).

بعد الإفصاح الاجتماعي: أصبح مفهوم المسؤولية الاجتماعية للبنوك مسألة مهمة وحاسمة فيها لارتباطها بعدة عوامل منها الأخلاقية والمجتمع والبيئة التي تزيد من سمعة الشركة وتحسين ثقة المستثمرين والعملاء والمساهمين والمجتمع فيها بالإضافة إلى ثقة العاملين والتفاني في عملهم وبذل المزيد من الجهد وزيادة مصداقية الشركة وتحسين الأداء المالي وزيادة القدرة التنافسية وجذب مستثمرين جدد الأمر الذي يؤدي إلى زيادة القيمة السوقية لها (Alshannag et al., 2016).

بعد الإفصاح الاقتصادي: يعتبر الإفصاح عن أبعاد التنمية المستدامة الأداة الرئيسية التي تمكن البنوك من قياس أدائها ومساهمتها في تحقيق التنمية المستدامة الذي يدوره يعطي صورة إيجابية إلى أصحاب المصالح الداخليين والخارجيين، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة كفاءة وتحسين أداء وقيمة البنك، لأن الإفصاح عن المؤشرات الاقتصادية أحد متطلبات الإفصاح عن التنمية المستدامة (Sumaiya, 2017).

بعد الإفصاح عن مبادئ الحوكمة: يعد الإفصاح الدقيق وفي الوقت المناسب أحد المتطلبات الأساسية التي تضمن إطار الحوكمة الجيد بخصوص كافة الأمور المتعلقة بمؤسسات الأعمال بما فيها الوضع المالي والملكية وأداؤها وطريقة الإدارة لجميع أصحاب المصالح لغرض تعزيز الثقة معهم وحماية حقوقهم وضمان المعاملة العادلة لهم (OECD, 2015).

الدراسات السابقة:

هدفت دراسة **القاضي (2023)** إلى تحليل أثر تطبيق تقنيات أنظمة الذكاء الاصطناعي على تحسين شفافية التقارير المالية. وتوصلت إلى انه يسهم تطبيق أنظمة الذكاء الاصطناعي في تحسين شفافية ومصداقية التقارير المالية بشركة الاتصالات، من حيث دقة قياس وموضوعية المركز المالي، تحسين ربحية الأداء المالي وزيادة مستوى الإفصاح والشفافية، ووجود علاقة ذات دلالة معنوية طردية بين تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي وبين تحسين مستوى الشفافية للتقارير المالية بالشركات محل الدراسة.

واستهدفت دراسة **أبو جبل وآخرون (2023)** بيان دور الإفصاح عن تقارير الاستدامة التي تعتبر جزء من المعلومات غير المالية الموجودة في تقارير الأعمال المتكاملة على قرارات مستخدمي التقارير المالية، توصلت الدراسة إلى نتائج أهمها أنّ هناك أثر للإفصاح عن تقارير الاستدامة على قرارات مستخدمي التقارير المالية، وهناك أثر للتوكيد المهني على تقارير الاستدامة على قرارات مستخدمي التقارير المالية. وكانت أبرز توصيات الدراسة تشير إلى الاهتمام بالمعلومات غير المالية وضرورة العناية بالأبحاث المتعلقة بخدمات التوكيد المهني، ونشر الوعي بين أفراد المجتمع والشركات للعناية بالاستدامة، ونشر الوعي البيئي لمستخدمي التقارير المالية.

وهدفت دراسة **الرفاعي (2022)** دراسة تقنيات الذكاء الاصطناعي ومدى تأثيرها في تحسين كفاءة وفاعلية الإفصاح المحاسبي الإلكتروني للتقارير المالية، وتناول الحجج المعارضة التي شكلت تحديا كبيرا أمام الإفصاح المحاسبي الإلكتروني للتقارير المالية في شركات الأعمال، بالإضافة إلى الحجج المؤيدة التي تتفق مع المزايا الناتجة من تطبيق الإفصاح الإلكتروني سواء

التي تحققها الشركة المطبقة أو مستخدمي المعلومات المنشورة على شبكة الإنترنت، كما تناولت العوامل المؤثرة على كفاءة وفاعلية الإفصاح الإلكتروني، وقد أظهرت نتائج الدراسة أن هناك اتفاق بين فئات الدراسة حول أهمية تقنيات الذكاء الاصطناعي وذلك لما تحققه من العديد من المزايا والإيجابيات التي تؤكد ضرورة تطبيقها في شركات الأعمال، كما اتفق على وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي والعوامل المؤثرة على كفاءة وفاعلية الإفصاح المحاسبي الإلكتروني للتقارير المالية، ولقد أوصت الباحثة في هذه الدراسة إلى ضرورة إبراز أهمية تقنيات الذكاء الاصطناعي في شركات الأعمال وذلك من خلال تطوير دور تطبيقها في القيام بمختلف المهام والأنشطة الروتينية والمعقدة، اتخاذ القرارات وحل المشكلات الأمر الذي يحسن من القدرات التنافسية للشركات.

ودراسة **شاهين وشحادتة (2021)** التي هدفت الدراسة إلى قياس أثر تطبيقات إنترنت الأشياء كأحد ابتكارات تكنولوجيا المعلومات التي ترتكز على الحساسات الذكية لربط كافة المعاملات والصفقات المالية للشركات بالآثار البيئية والاجتماعية ،على تحسين مستوى تقارير الاستدامة كركيزة أساسية لتحقيق رؤية مصر 2030م، وكانت من اهم نتائج الدراسة بان تقنية إنترنت الأشياء كأحد ابتكارات تكنولوجيا المعلومات في تعزيز كفاءة وفاعلية وظائف النظام المحاسبي من خلال رصد وقياس وتسجيل كافة الصفقات والمعاملات الاقتصادية والبيئة والاجتماعية، وإعداد وتقديم التقارير الدورية بشأنها عبر المواقع الإلكترونية والمنصات الرقمية، وحثت توصيات الدراسة على إلزام الشركات المصرية بتحسين مستوى شفافية تقارير الاستدامة لتوفير المعلومات الملائمة والموثقة وتوفير مؤشرات دقيقة وموضوعية تتعلق بالقضايا الاقتصادية والبيئية والاجتماعية على حد سواء، والتأكيد على أهمية تعزيز مستوى شفافية تقارير الاستدامة من خلال استخدام تقنيات مستحدثة ترتكز على الحساسات الذكية لربط كافة المعاملات والصفقات المالية بالآثار البيئية والاجتماعية، وضرورة قيام إدارة الشركات بتعظيم الاستفادة من تطبيقات إنترنت الأشياء في بناء قواعد بيانات ومنصات رقمية تساهم في معالجة وتحليل البيانات وإدارتها بشكل جيد وتعزز شفافية تقارير الاستدامة الدورية.

وعملت **دراسة الجابر(2020)على** التعرف إلى أثر الذكاء الاصطناعي بأبعاده (النظم الخبيرة، تمثيل المعرفة والاستدلال، التعلم التلقائي) على كفاءة الأنظمة المحاسبية بأبعادها (تكامل النظام المحاسبي، ترابط نظام المعلومات المحاسبية، دقة الأعمال المحاسبية، جودة تفسير

المعلومات المحاسبية، جودة عرض المعلومات المحاسبية) في البنوك الأردنية، وأظهرت نتائج الدراسة وجود أثر استخدام الذكاء الاصطناعي على كفاءة الأنظمة المحاسبية في البنوك الأردنية وتوصلت الدراسة إلى عدة توصيات منها ضرورة تعزيز استخدام الذكاء الاصطناعي في البنك رفع كفاءة البنك، وبأنه على إدارة البنوك الأردنية مساعدة النظم الخبيرة في اكتساب المعرفة من واقع قواعد المعرفة المخزنة لدى النظم في العديد من المجالات التي تدعم قدرات الإدارة العليا.

أما دراسة **Al-Hawamdeh & A.Ashaer, (2022)** فهدفت إلى معرفة مدى تأثير تطبيقات الذكاء الاصطناعي على الابتكار التنظيمي في قطاع البنوك التجارية، حيث تم قياس المتغيرات المستقلة من خلال ثلاثة أبعاد وهي الأنظمة الخبيرة وأنظمة الشبكات العصبية ونظم المنطق الضبابي، وتم قياس متغير الابتكار التنظيمي من خلال ابتكار المنتجات وابتكار العمليات والابتكار الإداري، وتوصلت الدراسة إلى ضرورة متابعة التقدم في مجال تطبيقات الذكاء الاصطناعي ودمجها في العمليات المصرفية وتخصيص جزء من الميزانية للتطبيقات التكنولوجية وتطوير البنية التحتية والموازنة بين التكنولوجيا ومخاطر أمن المعلومات لضمان حماية خصوصية العميل .

كما هدفت دراسة **Bably (2020)** إلى تناول وتقييم جهود المنظمات الدولية المختلفة فيما يتعلق بتقارير الاستدامة، وكيفية إعدادها وكيف يواجه مستخدمو تقارير الاستدامة العديد من التحديات في إعداد تقارير الاستدامة والإفصاحات التي تؤثر على إعداد هذه التقارير. وتوصلت الدراسة إلى أهمية تأثير تقارير الاستدامة على جودة التقارير المالية وغير المالية لما لها من أثر إيجابي على الشركات المصرية، وأوصت الدراسة على أن هنالك حاجة أساسية للمزيد من البحث لتحديد أسباب عدم الإبلاغ عن الاستدامة، واتباع إرشادات أو معايير موحدة لتحقيق الشفافية في التقارير المحاسبية.

هدفت دراسة **Bashatweh (2020)** إلى التعرف على أثر الإفصاح المحاسبي لتقارير الاستدامة على الاستمرارية في البنك العربي. ولتحقيق هدف الدراسة تم تحليل محتوى تقارير الاستدامة الصادرة عن البنك العربي للتعرف على مستوى الإفصاح للأبعاد الاقتصادية والبيئية والاجتماعية وفق مؤشرات مبادرة (GRI, 2014)، وتم قياس قدرة البنك على الاستمرارية باستخدام مجموعة من المؤشرات المالية التي تم اختيارها بناءً على النتائج الواردة في الأدبيات السابقة التي تناولت الاستمرارية في البنوك التجارية. وكانت أبرز نتائج الدراسة تشير إلى وجود

تأثير معنوي للإفصاح عن أبعاد جميع تقارير الاستدامة على العائد على الأصول والعائد على حقوق الملكية).

وأشارت دراسة **Al-Smadi et al. (2020)** إلى التركيز على تقييم أثر درجة الإفصاح عن ممارسات الاستدامة، وخاصة العوامل المؤثرة على مستوى الإفصاح بأبعاده (الاجتماعية، البيئية، والاقتصادية) على الأداء المالي للبنوك التجارية الأردنية، تم جمع البيانات من البيانات المالية والتقارير السنوية للبنوك التجارية الأردنية للفترة (2014-2018). حيث بينت نتائج الدراسة إلى التقارب النسبي بين البنوك التجارية الأردنية على مستوى البعد الاقتصادي. واهتمام البنوك التجارية الأردنية بالإفصاح عن المجالات التي تعكس قدرتها في زيادة أو تضخيم قيمتها الاقتصادية والبقاء في السوق، وكانت اهم توصيات هذه الدراسة هي رفع مستوى الوعي لدى البنوك التجارية الأردنية التي تسعى إلى الريادة العالمية فيما يتعلق بأهمية الإفصاح عنها ممارسات الاستدامة والأثر الإيجابي الذي يحققه الإفصاح عن الصورة الذهنية للبنوك ورسم سياساتها المستقبلية.

وأخيرًا هدفت دراسة **Malo-Alain et al. (2019)** إلى الكشف عن أثر الإفصاح المحاسبي عن التنمية المستدامة في جودة التقارير المالية بمتغيرات تمثلت بدراسة جودة التقارير المالية من خلال التحفظ المحاسبي وإدارة الأرباح وعدم تناسق المعلومات، وتمثل مجتمع الدراسة في للشركات المختارة والمدرجة في البورصة السعودية، حيث اتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي عبر تحليل المحتوى التقارير المالية السنوية ل153 شركة مدرجة في البورصة السعودية خلال العام 2018، حيث أظهرت الدراسة مجموعة من النتائج والتوصيات كان أبرزها، أن هناك علاقة سلبية بين الإفصاح المحاسبي عن التنمية المستدامة والاستحقاقات التقديرية وعدم تناظر المعلومات حيث إنّ زيادة الإفصاح عن الاستدامة تودي إلى الانخفاض في قيمة التراكمات التقديرية وعدم تناظر المعلومات، كما أظهرت الدراسة وجود علاقة إيجابية وكبيرة بين الإفصاح المحاسبي عن التنمية المستدامة والتحفظ المحاسبي وهو ما يؤدي إلى زيادة قيمة الشركة.

منهج البحث:

استند البحث على المنهج الوصفي التحليلي في معرفة أثر الذكاء الاصطناعي في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية المدرجة في بورصة عمّان، لأنه الأكثر ملائمة لطبيعة مشكلة البحث وأهدافه.

مجتمع وعينة البحث:

تكون مجتمع البحث من البنوك التجارية الأردنية المدرجة في بورصة عمان والبالغ عددها (12) بنكا، حتى نهاية عام 2023. واتبع البحث المسح الشامل لتحديد حجم عينة البحث، التي بلغت (12) بنكا تجاريا أردنيا.

وصف خصائص عينة البحث:

فيما يأتي وصف للبيانات الديموغرافية لأفراد عينة البحث، التي تشمل على: المؤهل العلمي، المسمى الوظيفي، عدد سنوات الخبرة، الشهادات المهنية). على النحو الاتي:

الجدول (1) : وصف البيانات الديموغر افية لأفراد العينة

المتغير	الفئة	التكرار	النسبة المئوية
المؤهل العلمي	بكالوريوس	61	56.5%
	دبلوم متوسط	6	5.6%
	دكتوراه	7	6.5%
	ماجستير	34	31.5%
المسمى الوظيفي	رئيس قسم محاسبة	28	25.9%
	مدقق داخلي	23	21.3%
	مدير مالي	14	13%
	مساعد مدير مالي	11	10.2%
	موظف قسم "IT"	32	29.6%
عدد سنوات الخبرة	أقل من 10 سنوات	27	25%
	من 10 سنوات إلى أقل من 15 سنة	57	52.8%
	من 15 سنة إلى أقل من 20 سنة	19	17.6%
	من 20 سنة – إلى 25 سنة وأكثر	5	4.6%
الشهادات المهنية	CIA	13	12%
	Cisa	5	4.6%
	CPA	22	20.4%
	JCPA	12	11.1%
	لا يوجد	56	51.9%
	المجموع	108	100%

-يتبين من الجدول (1) توزيع أفراد عينة البحث من حيث المؤهل العلمي، تُظهر النتائج ارتفاع المستوى العلمي لأفراد العينة حيث تبين أنّ النسبة الكبرى منهم يحملون درجة البكالوريوس بنسبة (56.5%)، كما تبين أنّ النسبة الكبرى من أفراد عينة البحث تتراوح خبرتهم بين 10 إلى أقل من 15 سنة بنسبة (52.8%). وهذا يدل على امتلاك أفراد العينة الخبرات والمهارات اللازمة لأداء

المهمات، بالنسبة للمسمى الوظيفي، فقد اظهرت النتائج أن النسبة الأكبر من أفراد العينة هم موظفو قسم IT. (29.6%)

-يوضح هذا الجدول توزيع أفراد عينة البحث حسب المسمى الوظيفي. تُظهر النتائج أن النسبة الأكبر من أفراد العينة هم موظفو قسم "IT" بنسبة (29.6%)، تليهم فئة رؤساء أقسام المحاسبة بنسبة (25.9%). يأتي المدققون الداخليون في المرتبة الثالثة بنسبة (21.3%)، ثم مديرو المالية بنسبة (13.0%)، وأخيراً مساعدو مدير المالية بنسبة (10.2%). تعكس هذه التوزيعات التنوع في الأدوار الوظيفية بين أفراد العينة، مما يوفر فهماً أعمق لكيفية تأثير المسميات الوظيفية على النتائج. كما قد تسهم هذه المعلومات في تفسير كيفية اختلاف الآراء والردود بناءً على الدور الوظيفي لكل فرد.

-يوضح هذا الجدول توزيع أفراد عينة البحث وفقاً لمتغير عدد سنوات الخبرة. تُظهر النتائج أن أكبر نسبة من أفراد العينة يمتلكون خبرة تتراوح بين 10 إلى أقل من 15 سنة بنسبة (52.8%). يليهم الأفراد ذوو الخبرة أقل من 10 سنوات بنسبة (25.0%). تأتي الفئة التي تمتلك خبرة بين 15 إلى أقل من 20 سنة بنسبة (17.6%)، بينما تشكل نسبة الأفراد ذوي الخبرة من 20 سنة أو أكثر (4.6%). تعكس هذه التوزيعات تنوع مستويات الخبرة بين أفراد العينة، مما قد يؤثر على تفسيرات البحث بناءً على مدى خبرة المشاركين في مجالاتهم.

-أما توزيع أفراد عينة البحث حسب الشهادات المهنية، فتُظهر النتائج أن أكبر نسبة من أفراد العينة لا يمتلكون أي شهادات مهنية، بنسبة (51.9%). يليهم حاملو شهادة CPA بنسبة (20.4%)، ثم حاملو شهادة CIA بنسبة (12.0%). تأتي فئة حاملي شهادة JCPA بنسبة (11.1%)، بينما تشكل نسبة حاملي شهادة CISA (4.6%). تعكس هذه التوزيعات التباين في الحصول على الشهادات المهنية بين أفراد العينة، مما قد يؤثر على كيفية تقييمهم ومعرفتهم في البحث.

صدق وثبات أداة البحث:

استندت الباحثة في التأكد من صدق محتوى أداة البحث إلى آراء مجموعة من المحكمين من الأساتذة في الجامعات الأردنية ذوي الاختصاص والخبرة، وتم الأخذ باقتراحاتهم بما يخص فقرات أداة البحث ووضوحه وملائمته لقياس المتغيرات، وأجريت التعديلات المقترحة قبل توزيعها على عينة البحث، تم التأكد من ثبات أداة البحث وفقا لمتغيرات البحث المتمثلة في الذكاء الاصطناعي والإفصاح المحاسبي عن الاستدامة وذلك من خلال احتساب قيمة معامل كرونباخ ألفا الذي

يقيس الاتساق الداخلي لفقرات البحث ويوضح مدى جودتها مما يعني قوة التماسك بين فقرات المقياس. والجدول (3) يبين معامل الثبات لأبعاد لدراسة وقد تراوحت قيم الفا بين (928. _961). تُظهر هذه النتائج أن جميع المتغيرات وأبعادها تتمتع بثبات عالٍ، مما يعزز من موثوقية الأداة ويشير إلى صلاحية البيانات لإجراء الاختبارات الإحصائية المطلوبة. يُذكر. (Sekaran & Bougie, 2016) أن النسبة المقبولة لمعامل الثبات ألفا هي أكبر أو يساوي (70.)

جدول (2) *نتائج تحليل ثبات متغيرات البحث*

المتغير	الثبات الكلي	البعد	معامل الثبات
الذكاء الاصطناعي	.972	النظم الخبيرة	.931
		الشبكات العصبية	.936
		الرؤية الحاسوبية	.928
		التعلم العميق	.943
مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة	.961	-	-
		-	-

اختبار الارتباط الخطي المتعددMulticollinearit :

يظهر الجدول (3) قيم معامل تضخم التباين VarianceInflationFactor لأبعاد المتغير المستقل للتأكد من عدم وجود ارتباط عالٍ وتداخل خطي بين أبعاد المتغير المستقل.

الجدول (3) *نتائج اختبار تضخم التباين والتباين المسموح به*

المتغير	Tolerance	VIF
النظم الخبيرة	.328	3.053
الشبكات العصبية	.241	4.151
الرؤية الحاسوبية	.214	4.673
التعلم العميق	.294	3.396

تشير النتائج في الجدول (3) إلى عدم وجود تداخل خطي متعدد (Multicollinearity) بين أبعاد الذكاء الاصطناعي. وتؤكد ذلك قيم معيار اختبار معامل تضخم التباين (VIF)لأبعاد الذكاء الاصطناعي التي كانت جميعها أقل من القيمة (10).

التحليل الوصفي لبيانات البحث:

اولا: الذكاء الاصطناعي:

يبين الجدول (4) ملخصا للمتوسطات الحسابية والأهمية النسبية للذكاء الاصطناعي وأبعادها، حيث تبين أنّ هذه النتائج تقدم رؤية واضحة حول مدى أهمية كل بُعد من أبعاد

الذكاء الاصطناعي حيث تساهم في تحديد المجالات التي تحتاج إلى التركيز لتحسين الإفصاح المحاسبي كما ظهر **المستوى الكلي للذكاء الاصطناعي** بمتوسط قدره (4.3829)، مما يعزز من أهمية الذكاء الاصطناعي ككل في تحسين الشفافية في التقارير المحاسبية.

الجدول (4) *الأهمية النسبية للمتغير المستقل على مستوى الأبعاد*

الأبعاد	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الأهمية النسبية
النظم الخبيرة	4.4463	.50092	مرتفعة
الشبكات العصبية	4.3352	.48517	مرتفعة
الرؤية الحاسوبية	4.3685	.46897	مرتفعة
التعلم العميق	4.3815	.47951	مرتفعة
المستوى الكلي (الذكاء الاصطناعي)	4.3829	.43990	مرتفعة

ثانيا: مستوى الإفصاح عن الاستدامة:

يبين الجدول (4) ملخصا للمتوسط الحسابي والاهمية النسبية لمستوى الإفصاح عن الاستدامة، حيث تبين المتوسط الكلي لمستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة أنه بلغ (4.3284)، مما يعكس التزام البنوك بتوفير معلومات

الجدول (5) *شاملة حول استدامتها في سياقات متعددة.*

الأبعاد	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الأهمية النسبية
الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة	4.3284		مرتفعة

اختبار الفرضيات:

الفرضية الرئيسية:

H01: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للذكاء الاصطناعي بأبعاده (النظم الخبيرة، الشبكات العصبية، الرؤية الحاسوبية ،التعلم العميق) في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية.

جدول (6) أثر الذكاء الاصطناعي في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة

المتغير التابع	ملخص النموذج		تحليل التباين ANOVA				معاملات الانحدار				
	R	R^2	F	DF		Sig. F	درجة التأثير للذكاء الاصطناعي β		T	Sig*
مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة	.867	.752	78.123	4	الانحدار	0.000*	-.008	النظم الخبيرة	-.098	.922
				103	البواقي		.315	الشبكات العصبية	3.481	.001
				107	المجموع		.371	الرؤية الحاسوبية	3.616	.000
							.269	التعلم العميق	3.006	.003

يوضح النموذج أن قيمة معامل التحديد (R^2) تساوي 0.752، مما يشير إلى أن 75.2% من التغيرات في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة يمكن تفسيرها من خلال المتغيرات المستقلة الأربعة المتعلقة بالذكاء الاصطناعي. تعتبر هذه النسبة مرتفعة، مما يدل على أن النموذج قادر على تفسير جزء كبير من التغيرات في المتغير التابع. ويظهر تحليل التباين أن قيمة Fتساوي 78.123 وأن مستوى الدلالة (Sig.F) أقل من 0.05 (0.000)، مما يعني أن النموذج الإحصائي المستخدم في تحليل الانحدار المتعدد ذو دلالة إحصائية عند مستوى ثقة 95%. هذا يشير إلى أن المتغيرات المستقلة مجتمعة تؤثر بشكل معنوي على المتغير التابع.

كما يبين الجدول المعاملات بأن هناك تأثيرًا لأبعاد الذكاء الاصطناعي في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة، حيث بلغت القيم للنظم الخبيرة كالتالي:Sig = 0.922، T = -0.098 ، β = -0.008، والقيم لبعد الشبكات العصبية كالتالي:Sig = 0.001، T = 3.481، β = 0.315 .

وقيم بعد الرؤية الحاسوبية كالتالي:Sig = 0.000، T = 3.481، β = 0.315 . وبعد التعلم العميق كانك قيمه كالآتي:Sig = 0.003، T = 3.006، β =0.269 .

بناءً على النتائج الإحصائية، يمكن رفض الفرضية الصفرية (H01) وقبول الفرضية البديلة، مما يدل على وجود أثر ذو دلالة إحصائية لأبعاد الذكاء الاصطناعي (باستثناء النظم الخبيرة) على مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية. تُظهر النتائج أن الشبكات العصبية، الرؤية الحاسوبية، والتعلم العميق تؤثر بشكل معنوي وإيجابي على مستوى الإفصاح المحاسبي، مما يبرز أهمية تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة.

الفرضية الفرعية الاولى:

H01-1: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للنظم الخبيرة في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية.

جدول (7) *تحليل الانحدار الخطي للنظم الخبيرة في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة*

المتغير التابع	ملخص النموذج		تحليل التباين ANOVA				معاملات الانحدار		
	R	R^2	F	DF		Sig.F	درجة التأثير للنظم الخبيرة β	T	Sig *
مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة	.703	.494	103.671	1	الانحدار	0.000*	.679	10.182	0.000 *
				106	البواقي				
				107	المجموع				

وضح الجدول أن قيمة معامل التحديد (R^2) تساوي 0.494، مما يشير إلى أن 49.4% من التغيرات في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة يمكن تفسيرها من خلال النظم الخبيرة. تعتبر هذه النسبة متوسطة، مما يدل على أن النظم الخبيرة تساهم بشكل ملحوظ في تفسير التغيرات في المتغير التابع. ويظهر تحليل التباين أن قيمة F تساوي 103.671 وأن مستوى الدلالة (Sig.F)أقل من 0.05 (0.000)، مما يعني أن النموذج الإحصائي المستخدم في تحليل الانحدار الخطي البسيط ذو دلالة إحصائية عند مستوى ثقة 95%. هذا يشير إلى أن النظم الخبيرة تؤثر بشكل معنوي على مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة.

كما يبين الجدول بان النظم الخبيرة أظهرت تأثيراً معنوياً على مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة كما يلي:β = 0.679 ، T = 10.182، Sig = 0.000هذا يعني أن زيادة تطبيقات النظم الخبيرة ترتبط بزيادة معنوية في مستوى الإفصاح المحاسبي. معامل التأثير (β) يشير إلى أن كل وحدة زيادة في النظم الخبيرة تؤدي إلى زيادة بنسبة 67.9% في مستوى الإفصاح المحاسبي.

بناءً على النتائج الإحصائية، يمكن رفض الفرضية الصفرية الفرعية (H01-1) وقبول الفرضية البديلة التي تنص على ما يلي: **"وجود أثر ذو دلالة إحصائية للنظم الخبيرة على مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية".**

أشارت النتائج بأن لنظم الخبيرة تلعب دورًا مهمًا في تحسين مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة من خلال تقديم تحليلات مبنية على قواعد محددة. هذه الأنظمة تسهم في تنظيم وتحليل البيانات المالية بشكل دقيق، مما يعزز من جودة المعلومات المالية المتعلقة بالاستدامة. وكما أشار القاضي (2023)، النظم الخبيرة تساهم في تحسين الشفافية والمصداقية للتقارير المالية، مما يعزز من جودة الإفصاح عن الاستدامة.

الفرضية الفرعية الثانية:

H01-2: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للشبكات العصبية في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية.

جدول (8) *تحليل الانحدار الخطي للشبكات العصبية في مستوى الإفصاح المحاسبي*

المتغير التابع	ملخص النموذج		تحليل التباين ANOVA				معاملات الانحدار		
	R	R^2	F	DF		Sig. F	درجة التأثير للشبكات العصبية β	T	Sig *
مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة	.805	.648	195.030	1	الانحدار	0.000*	.802	13.965	0.000 *
				106	البواقي				
				107	المجموع				

يوضح ملخص النموذج أن قيمة معامل التحديد (R^2) تساوي 0.648، مما يشير إلى أن 64.8% من التغيرات في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة يمكن تفسيرها من خلال الشبكات العصبية. تعتبر هذه النسبة مرتفعة، مما يدل على أن الشبكات العصبية تساهم بشكل كبير في تفسير التغيرات في المتغير التابع. ويظهر تحليل التباين أن قيمة F تساوي 195.030 وأن مستوى الدلالة (Sig.F) أقل من 0.05 (0.000)، مما يعني أن النموذج الإحصائي المستخدم في تحليل الانحدار الخطي البسيط ذو دلالة إحصائية عند مستوى ثقة 95%. هذا يشير إلى أن الشبكات العصبية تؤثر بشكل معنوي على مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة.

كما بين الجدول بأن الشبكات العصبية أظهرت تأثيراً معنوياً على مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة كما يلي: β = 0.802، T = 13.965 Sig = 0.000هذا يعني أن زيادة تطبيقات الشبكات العصبية ترتبط بزيادة معنوية في مستوى الإفصاح المحاسبي. معامل التأثير (β) يشير إلى أن كل وحدة زيادة في الشبكات العصبية تؤدي إلى زيادة بنسبة 80.2% في مستوى الإفصاح المحاسبي. بناءً على النتائج الإحصائية، يمكن رفض الفرضية الصفرية الفرعية (H01-2) وقبول الفرضية البديلة التي تنص على ما يلي: **" وجود أثر ذو دلالة إحصائية للشبكات العصبية على مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية"**

الشبكات العصبية تساعد في تحليل كميات كبيرة من البيانات واكتشاف الأنماط غير الواضحة، مما يحسن دقة الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة. هذه التقنية توفر رؤى متقدمة تساعد في تحسين جودة التقارير المالية. حيث أكدت دراسة Al-Smadi et al. (2020) أن الشبكات العصبية تعزز من جودة الإفصاح المحاسبي من خلال تحليل البيانات بدقة.

الفرضية الفرعية الثالثة:

H01-3: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية (α≤0.05) للرؤية الحاسوبية في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية.

جدول (9) *تحليل الانحدار الخطي الرؤية الحاسوبية في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة*

المتغير التابع	ملخص النموذج		تحليل التباين ANOVA				معاملات الانحدار		
	R	R^2	F	DF		Sig. F	درجة التأثير للرؤية الحاسوبية β	T	Sig*
مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة	.815	.665	210.151	1	الانحدار	0.000*	.841	14.497	0.000*
				106	البواقي				
				107	المجموع				

يوضح ملخص النموذج أن قيمة معامل التحديد (R^2) تساوي 0.665، مما يشير إلى أن 66.5% من التغيرات في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة يمكن تفسيرها من خلال الرؤية

الحاسوبية. تعكس هذه النسبة تأثيراً كبيراً، مما يدل على أن الرؤية الحاسوبية تساهم بشكل ملحوظ في تفسير التغيرات في المتغير التابع. ويظهر تحليل التباين أن قيمة F تساوي 210.151 وأن مستوى الدلالة (Sig.F) أقل من 0.05 (0.000)، مما يعني أن النموذج الإحصائي المستخدم في تحليل الانحدار الخطي البسيط ذو دلالة إحصائية عند مستوى ثقة 95%. هذا يشير إلى أن الرؤية الحاسوبية لها تأثير معنوي على مستوى الإفصاح المحاسبي.

كما يبين الجدول بان الرؤية الحاسوبية :أظهرت تأثيراً معنوياً على مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة كما يلي: $\beta = 0.841$، $T = 14.497$، $Sig = 0.000$ هذا يعني أن زيادة تطبيقات الرؤية الحاسوبية ترتبط بزيادة معنوية في مستوى الإفصاح المحاسبي. معامل التأثير (β) يشير إلى أن كل وحدة زيادة في الرؤية الحاسوبية تؤدي إلى زيادة بنسبة 84.1% في مستوى الإفصاح المحاسبي.

بناءً على النتائج الإحصائية، يمكن رفض الفرضية الصفرية الفرعية (H01-3) وقبول الفرضية البديلة التي تنص على ما يلي: **"وجود أثر ذو دلالة إحصائية للرؤية الحاسوبية على مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية".**

حيث إنّ الرؤية الحاسوبية تعزز من القدرة على تحليل البيانات البصرية وتحسين تقديم المعلومات المالية المتعلقة بالاستدامة. هذه التقنية تساعد في تقديم تقارير مالية أكثر وضوحًا ودقة.

الفرضية الفرعية الرابعة:

H01-4: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للتعلم العميق في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية.

جدول (10) *تحليل الانحدار الخطي الرؤية الحاسوبية في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة*

المتغير التابع	ملخص النموذج	تحليل التباين ANOVA			معاملات الانحدار				
	R	R^2	DF	Sig. F	F	درجة التأثير للتعلم العميق β	T	Sig *

مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة	.790	.623	175.509	الانحدار	1	0.000*	.796	13.248	0.000*
				البواقي	106				
				المجموع	107				

تشير قيمة معامل التحديد (R^2) في النموذج إلى أنها تساوي 0.623، مما يعني أن 62.3% من التغيرات في مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة يمكن تفسيرها بواسطة التعلم العميق. تعكس هذه النسبة تأثيراً كبيراً، مما يدل على أن التعلم العميق يلعب دوراً مهماً في تفسير التغيرات في المتغير التابع. وتظهر نتائج تحليل التباين أن قيمة F تساوي 175.509، ومستوى الدلالة (Sig.F) أقل من 0.05 (0.000). هذا يعني أن النموذج الإحصائي المستخدم في تحليل الانحدار الخطي البسيط ذي دلالة إحصائية عند مستوى ثقة 95%. وبالتالي، يؤكد هذا أن التعلم العميق له تأثير معنوي على مستوى الإفصاح المحاسبي.

كما بين الجدول بان التعلم العميق أظهر تأثيراً معنوياً على مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة كما يلي: $\beta = 0.796$، $T = 13.248$، $Sig = 0.000$ هذا يدل على أن زيادة استخدام التعلم العميق ترتبط بزيادة معنوية في مستوى الإفصاح المحاسبي. معامل التأثير (β) يشير إلى أن كل وحدة زيادة في التعلم العميق تؤدي إلى زيادة بنسبة 79.6% في مستوى الإفصاح المحاسبي.

بناءً على النتائج الإحصائية، يمكن رفض الفرضية الصفرية الفرعية (H01-4) وقبول الفرضية البديلة التي تنص على ما يلي: **"وجود أثر ذي دلالة إحصائية للتعلم العميق على مستوى الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة في البنوك التجارية الأردنية".**

التعلم العميق يعزز من القدرة على تحليل البيانات غير المنظمة واكتشاف الأنماط المعقدة، مما يحسن جودة الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة من خلال تقديم تحليلات شاملة ودقيقة. حيث دعمت دراسة Malo-Alain et al. (2019) أهمية التعلم العميق في تحسين جودة التقارير المالية من خلال تقديم تحليلات معقدة، مما يعزز من الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة.

النتائج:

1- النظم الخبيرة تحسن من دقة وشفافية الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة من خلال تقديم تحليلات دقيقة بناءً على قواعد ومعايير محددة.

2- الشبكات العصبية تعزز دقة الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة عبر تحليل كميات كبيرة من البيانات واكتشاف الأنماط غير الواضحة.

3- الرؤية الحاسوبية تساهم في تحسين تقديم التقارير المالية المتعلقة بالاستدامة من خلال تحليل البيانات البصرية بشكل أكثر دقة ووضوح.

4- التعلم العميق يحسن من جودة الإفصاح المحاسبي عن الاستدامة من خلال تقديم تحليلات دقيقة وشاملة للبيانات غير المنظمة واكتشاف الأنماط المعقدة.

الاستنتاجات

1- يسهم الذكاء الاصطناعي في تحسين دقة البيانات المستخدمة في تقارير الاستدامة، مما يعزز موثوقية الإفصاح المحاسبي ويقلل من الأخطاء البشرية.

2- يوفر الذكاء الاصطناعي أدوات تحليل متقدمة تساعد البنوك على فهم الأنماط والتوجهات المتعلقة بالاستدامة، مما يسهل إعداد تقارير شاملة وموثوقة.

3- يسهم الذكاء الاصطناعي في تعزيز الشفافية في الإفصاح عن المعلومات المالية وغير المالية، مما يزيد من ثقة المستثمرين والمجتمع في أداء البنوك.

4- يساهم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تسريع عملية إعداد تقارير الاستدامة، مما يوفر الوقت والموارد للبنوك ويمكّنها من التركيز على استراتيجيات التنمية المستدامة.

5- يمكّن الذكاء الاصطناعي البنوك من تحليل المخاطر المرتبطة بالاستدامة بشكل أكثر فعالية، مما يساعد في اتخاذ قرارات مستنيرة لتحسين الأداء المستدام.

6- يعزز الذكاء الاصطناعي قدرة البنوك على الالتزام بالمعايير الدولية في مجال الإفصاح عن الاستدامة، مما يزيد من مصداقيتها على المستوى العالمي.

7- يسهم الذكاء الاصطناعي في تعزيز جهود البنوك لتحقيق أهداف التنمية المستدامة من خلال تحسين آليات الإفصاح والمساءلة.

التوصيات

1- ينبغي على البنوك تطوير أنظمة ذكاء اصطناعي متخصصة لتحليل البيانات المالية وغير المالية، مما يساعد في إعداد تقارير الاستدامة بدقة أكبر وشفافية.

2- استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحسين جمع البيانات المتعلقة بالاستدامة، مثل تحليل بيانات الانبعاثات الكربونية أو استخدام تقنيات التعلم الآلي لتحليل أنماط السلوك البيئي للعملاء.

3- يجب أن تُعزز البنوك استخدام الذكاء الاصطناعي لتقديم تقارير واضحة وشفافة حول الأداء المستدام، مما يزيد من ثقة المستثمرين والمجتمع في الإفصاح المحاسبي.

4- استخدام الذكاء الاصطناعي لتقييم المخاطر المتعلقة بالاستدامة وتحديد المجالات التي تحتاج إلى تحسين، مما يساعد البنوك على اتخاذ قرارات مستنيرة.

5- استغلال تقنيات الذكاء الاصطناعي للتنبؤ بالاتجاهات المستقبلية في الاستدامة، مما يمكن البنوك من اتخاذ تدابير استباقية لتحسين الأداء.

6- التأكد من توافق تقارير الاستدامة مع المعايير الدولية مثل GRI (Global Reporting Initiative) أو SASB (Sustainability Accounting Standards Board)، مع الاستفادة من تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحقيق ذلك.

قائمة المراجع:

أولاً: المراجع العربية:

- أبو جبل، نجوى محمود احمد وميخائيل، نرجس قيصر بولس والشاعر، أحمد إبراهيم احمد. (2023). أثر التوكيد المهني لتقارير الاستدامة على قرارات مستخدمي التقارير المالية. *مجلة البحوث المحاسبية*، 10(1)، 60-93، جامعة طنطا.

- بلحمو، فاطمة الزهراء وأزري، فتحي. (2017). مساهمة الأنظمة الخبيرة في تحسين اتخاذ القرار في Revue Maghrébine بمدينة سعيدة. *SPA* ABRAS المؤسسة الجزائرية دراسة حالة ، 2(1)، جامعة أبو بكر بلقايد، تلمسان، الجزائر.Management Des Organisations

- الجابر، غدير محمد عودة. (2020). *أثر الذكاء الاصطناعي على كفاءة الأنظمة المحاسبية في البنوك الأردنية*. جامعة الشرق الأوسط، عمان، الأردن.

- الجرف، ياسر أحمد. (2017). أثر الإفصاح عن أنشطة التنمية المستدامة على جودة التقارير المالية في البنوك السعودية: دراسة نظرية ميدانية. *المؤتمر العلمي الأول لقسم المحاسبة والمراجعة كلية التجارة*، جامعة الإسكندرية. ص 53-111.

- الرفاعي، مريم. (2022). دراسة تحليلية لتقييم دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين عملية الإفصاح المحاسبي الإلكتروني. *مجلة البحوث الإدارية والمالية والكمية*. 2(2)، 82-96، جامعة السويس.

- شاهين، عبد الحميد أحمد أحمد وشحادة، محمد موسى علي. (2021). *أثر تطبيق تقنية الأشياء على تحسين مستوى شفافية تقارير الاستدامة كركيزة لتحقيق رؤية مصر2030م*. كلية التجارة، جامعة مدينة السادات، مصر.

- العايب، سهام. (2019). *كتاب جماعي بعنوان: تطبيقات الذكاء الاصطناعي كتوجه حديث لتعزيز تنافسية منظمات الأعمال (ط1)*. المركز الديمقراطي العربي للدراسات الاستراتيجية والسياسية والاقتصادية، برلين، ألمانيا.

- عبد العزيز، جعفر عثمان الشريف. (2016). مدى التزام الشركات الصناعية بالإفصاح عن تكاليف المسؤولية الاجتماعية: دراسة ميدانية .*مجلة العلوم والتقانة في العلوم الاقتصادية*، 17(1)، 106-121.

- فريدة، عشاوي ونعيمة، بكري. (2020). *استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين أداء المؤسسة الاقتصادية (شركة تويوتا نموذجا)*. كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة أحمد دراية ادرار، الجزائر.

- القاضي، كريم محمد حافظ. (2023). أثر تطبيق تقنيات نظم الذكاء الاصطناعي على شفافية التقارير المالية في ضوء الإصدارات المهنية المعاصرة: دراسة تطبيقية. *المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والتجارية*، *4* (2)،1007-1046.

- الهزاني، نورة بنت ناصر (2024). مدى فعالية استخدام روبوتات المحادثة التوليدية Chatbot في تعزيز مشاركة المعرفة لدى أفراد المجتمع السعودي. *مجلة دراسات المعلومات والتكنولوجيا جمعية المكتبات المتخصصة*، 2024(1)، 1-17.

ثانياً: المراجع الأجنبية

- Akgun, S., & Greenhow, C. (2022). Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K-12 settings. AI and Ethics, 2(3), 431–440.
- Al-Hawamdeh, Majd &Mohammed, A.Alshaer.(2022). Artificial Intelligence Applications as a Modern Trend to Achieve Organizational Innovation in Jordanian Commercial Banks. *Journal of Asian Finance, Economics and Business,9*(3),0257-0263. doi:10.13106/jafeb.2022.vol9.no3.0257.
- Alshannag, Fadi Mohammed, Basah, Mohamad Yazis Ali, Khairi, Khairil Faizal (2016)." The Level of Corporate Social Responsibility Disclosure In Jordan ", *International Journal of Accounting Research*, 2(12), 50-64.
- Al-Smadi, Raed &Walid,Al-Smaddi &Arkan Walid &Ali ,Osama Abdulmunem.(2020). The Impacts of Sustainability Practices Disclosure on Financial Performance: Jordan Commercial Banks.*Test Engineering&Management*,83(1),10218-10234.
- Bably, Heba .(2020). Evaluating the Impact of Current Sustainability Accounting Practices on Accounting Reporting– An Empirical Study. *Scientific Journal of Environmental Studies,11*(2),342-375.http://dx.doi.org/10.21608/jces.2020.88475.
- Bashatweh, A., (2020). The Effect of Accounting Disclosure about Sustainability Reports on the Ability of Banks to Going Concern -Case Study of Arab Bank. Faculty of Administrative and Finance, *Aqaba University of Technology, Aqaba, Jordan*, 10(2), 234- 249.
- Gavari, Kushal (2022). Computer Vision in Artificial Intelligence, *International Journal of Research Publication and Reviews*, 3(10), 1229-1231.
- Hassan, Reem Saadi & Jawad, Mohamed Abdel Amir (2021). Enhancing Auditor Reporting In Light Of International Assurance Standards and Their Reflection on Activating, *The Credibility Of Sustainability Reports. JAFS*, 16(55).
- IBM Cloud Education (2020). *Artificial Intelligence*. https://www.ibm.com/sa-ar/cloud/learn/what-is-artificial-intelligence.
- Kliestik, T., Zvarikova, K., and Lăzăroiu, G. (2022) Data-driven Machine Learning and Neural Network Algorithms in the Retailing Environment: Consumer Engagement, Experience, and Purchase Behaviors, *Economics, Management and Financial Markets; Woodside*,17(1) (Mar 2022): 57-69.
- Li, X., Fan,F., Chaen,X., Li,J., Ning ,L., Lin, K.&So,K.F.(2021). Computer Vision for Brain Disorders Based Primarily on Ocular Responses. Frontiers in Neurology,12.

- Malo-Alain,Alaa & Mohamad,Melegym &Magdy Melegy Abdul Hakim & Ghoneim,Mahmoud Ragab Yassein.(2019). The Effects of Sustainability Disclosure on the Quality of Financial Reports in Saudi Business. *Environment. Academy of Accounting and Financial Studies journal*,25(5) 1528-2635-23-5-475.
- NSTC, (National Science and Technology Council) . (2016). *Preparing for the Future of Artificial Intelligence*. https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/whitehouse_files/microsites/ostp/NSTC/preparing_for_the_future_of_ai.pdf.
- OECD , G20,(2015). *Principles of Corporate Governance*, OECD Report to G20 Finance Ministers and Central Bank Governors, Ankara, Turkey.
- Ofosu-Ampong, K., Acheampong, B., Kevor, MO, & Amankwah-Sarfo, F.(2023). Acceptance of Artificial Intelligence (ChatGPT) in Education: Trust, Innovativeness and Psychological Need of Students. Information and Knowledge Management, 13(4), 37-47.
- Puthukulam, Gopalan & Ravikumar, Anitha & Sharma, Ravi Vinod Kumar & Meesaala, Krishna Murthy.(2021). Auditors' Perception on the Impact of Artificial Intelligence on Professional Skepticism and Judgment in Oman. *Universal Journal of Accounting and Finance*,9(5): 1184-1190, 2021 http://www.hrpub.org DOI: 10.13189/ujaf.2021.090527.
- Sassen, R., Dienes, D., & Wedemeier, J., (2018). Characteristics of UK highe education institutions that disclose sustainability reports. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 19(7), 1279-1298.
- Sekaran, U. and Bougie, R. (2016) *Research Methods for Business: A Skill-Building Approach. 7th Edition*, Wiley & Sons, West Sussex.
- Sumaiya, Akhter ,(2017). " Sustainability Reporting Practices: Evidence from Bangladesh ", Intern*ational Journal of Accounting and Financial Reporting,* Macro think Institute ,63-64.
- Zabin, Haider Atta & Radhi, Dia Mohsen Fares (2022). Evaluation of the Continuous Performance of the Economic Unit, Entrepreneurship Volume. *AlNahrain University Journal*, 3(1).
- Zuo, C., Qian, J., Feng, S., Yin, W., Li, Y., Fan, P., Han, J., Qian, K., & Chen, Q.(2022). Deep learning in optical metrology: a review Light: Science & Applications, *Light: Science & Applications* , 11(39),1- 54

.