AL KUT JOURNAL OF ECONOMIC AND ADMINISTRATIVE SCIENCES
Publisher: College of Economics and Management - Wasit University

نموذج مقترح لقياس الأداء المالي والبيئي لمحاسبة الطاقة المتجددة: الطاقة الشمسية

علي جمال طعمة [1]
Ali Jamal Tuama
Alialzamili0991@gmail.com

باقر عبد الرحمن علي[2]
Baqer Abdulrahman Ali
baqeralzamily63@gmail.com

المستلخص

يتناول هذا البحث القضية الحيوية المتمثلة في تطوير نموذج محاسبي متكامل لقياس الأداء المالي والبيئي لمشاريع الطاقة الشمسية في ظل التطورات الحديثة في معايير التقارير المالية الدولية. باستعمال نظرية أصحاب المصلحة ونظرية المحاسبة البيئية كإطار نظري، تم تطوير نموذج مقترح يجمع بين المؤشرات المالية التقليدية والمقاييس البيئية المبتكرة. تشير النتائج إلى أن النموذج المقترح يوفر قياساً أكثر دقة وشمولية للأداء مقارنة بالنماذج التقليدية، شريطة تطبيق مبادئ المحاسبة البيئية والالتزام بمعايير IFRS الحديثة للطاقة المتجددة. يقدم هذا البحث مساهمة مهمة في مجال المحاسبة البيئية من خلال تقديم إرشادات عملية لتصميم أنظمة محاسبية فعالة لمشاريع الطاقة الشمسية. تتمثل الآثار الاجتماعية لهذا البحث في تعزيز الشفافية في التقارير البيئية وتحسين اتخاذ القرارات الاستثمارية في قطاع الطاقة المتجددة. تنبع القيمة الفريدة لهذا البحث من تصميمها المتكامل الذي يربط بين الأداء المالي والبيئي، وتركيزها على التطبيق العملي في البيئة العربية.

الكلمات المفتاحية :محاسبة الطاقة المتجددة؛ الأداء المالي؛ الأداء البيئي؛ مشاريع الطاقة الشمسية؛ معايير IFRS ؛ المحاسبة البيئية.

1.المقدمة

تشهد الأسواق المالية العالمية تحولاً جذرياً نحو الاستثمار في مشاريع الطاقة المتجددة، حيث بلغت الاستثمارات العالمية في هذا القطاع أكثر من 1.8 تريليون دولار أمريكي في عام 2023 وفقاً لتقرير الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، 2024) [1]. وتشغل مشاريع الطاقة الشمسية موقعاً متقدماً في هذا التوجه، إذ تمثل أكثر من 60% من إجمالي الاستثمارات في الطاقة المتجددة على مستوى العالم كما أشار تقرير الوكالة الدولية للطاقة (الوكالة الدولية للطاقة،

2024) [2]. هذا النمو المتسارع في قطاع الطاقة الشمسية يطرح تحديات محاسبية معقدة تتعلق بكيفية قياس وتقييم الأداء المالي والبيئي لهذه المشاريع بطريقة دقة وشاملة.

تكمن أهمية هذا الموضوع في الحاجة الملحة لتطوير أنظمة محاسبية متطورة قادرة على التعامل مع الخصائص الفريدة لمشاريع الطاقة الشمسية، والتي تتميز بطبيعتها طويلة المدى وتأثيراتها البيئية الإيجابية المعقدة (Gielen et al., 2019) .[3]فالنماذج المحاسبية التقليدية، التي تركز بشكل أساسي على المؤشرات المالية قصيرة المدى، تفتقر إلى القدرة على التقاط القيمة الحقيقية لهذه المشاريع، خاصة فيما يتعلق بالفوائد البيئية والاجتماعية طويلة المدى (Schaltegger & Burritt, 2017) [4].

في السياق الإقليمي، تشهد دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا نمواً متسارعاً في مشاريع الطاقة الشمسية، حيث من المتوقع أن تصل الاستثمارات في هذا القطاع إلى 175 مليار دولار بحلول عام 2030 وفقاً للبنك الدولي (البنك الدولي، 2024) [5]. دولة الإمارات العربية المتحدة، على سبيل المثال، تهدف إلى زيادة حصة الطاقة النظيفة إلى 44% بحلول عام 2050، بينما تستهدف المملكة العربية السعودية إنتاج 50% من طاقتها من مصادر متجددة بحلول نفس العام كما ورد في تقرير الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، 2023) [6]. هذه الطموحات الكبيرة تتطلب تطوير أدوات محاسبية متقدمة لضمان الاستعمال الأمثل للموارد المالية وتحقيق الأهداف البيئية المرجوة.

من ناحية أخرى، شهدت معايير التقارير المالية الدولية (IFRS) تطورات مهمة في السنوات الأخيرة فيما يتعلق بمحاسبة الطاقة المتجددة. ففي ديسمبر 2024، أصدر مجلس معايير المحاسبة الدولية (IASB) تعديلات مستهدفة على معايير IFRS 9و IFRS 7 للتعامل مع عقود الكهرباء المعتمدة على الطبيعة (مجلس معايير المحاسبة الدولية، 2024) [7]. هذه التطورات تعكس الاعتراف المتزايد بأهمية وضع إرشادات محاسبية محددة للتعامل مع خصائص قطاع الطاقة المتجددة الفريدة.

2. **الإطار العام للبحث**

2.1مشكلة البحث

تتمثل المشكلة البحثية الرئيسة في هذا البحث في غياب نموذج محاسبي شامل ومتكامل لقياس الأداء المالي والبيئي لمشاريع الطاقة الشمسية في البيئة العربية. فالنماذج الحالية تعاني من عدة أوجه قصور أساسية أولها الاعتماد المفرط على المقاييس المالية التقليدية دون إدراج المؤشرات البيئية والاجتماعية بطريقة منهجية .[8] (Burritt & Schaltegger, 2010) ثانياً، عدم مراعاة الخصائص التقنية والاقتصادية الفريدة لمشاريع الطاقة الشمسية، مثل التدهور التدريجي في كفاءة الألواح الشمسية وتأثير العوامل المناخية على الأداء .[9] (Fthenakis & Kim, 2011) ثالثاً، نقص في التطبيق العملي لمعايير IFRSالحديثة المتعلقة بالطاقة المتجددة في البيئة العربية كما أكدت دراسة الحسيني (2023: 51) [10].

علاوة على ذلك، تواجه الشركات العاملة في قطاع الطاقة الشمسية تحديات كبيرة في إعداد التقارير المالية والبيئية بطريقة تلبي متطلبات أصحاب المصلحة المختلفين، من مستثمرين ومقرضين وجهات تنظيمية ومجتمعات محلية (Freeman et

هذا التعقيد يستدعي تطوير نموذج محاسبي قادر على توفير معلومات دقيقة وشاملة تدعم اتخاذ القرارات الاستثمارية والتشغيلية السليمة (al., 2010) [11].

2.2أهمية البحث

يكتسب هذا البحث أهميتها من عدة جوانب متداخلة ومترابطة. من الناحية الأكاديمية، تساهم في إثراء الأدبيات المحاسبية المتعلقة بالطاقة المتجددة من خلال تقديم نموذج نظري وعملي جديد يستند إلى أحدث التطورات في نظريات المحاسبة البيئية. من الناحية العملية، توفر أداة قيمة للشركات والمستثمرين لتحسين عمليات اتخاذ القرارات الاستثمارية والتشغيلية. من الناحية التنظيمية، يقدم إرشادات مفيدة للجهات الحكومية المسؤولة عن تنظيم قطاع الطاقة المتجددة. أخيراً، من الناحية البيئية والاجتماعية، تساهم في تعزيز الشفافية والمساءلة في قطاع حيوي لمستقبل التنمية المستدامة.

تتزايد أهمية هذا البحث في ضوء التزام دول المنطقة العربية بأهداف التنمية المستدامة والاتفاقيات الدولية للمناخ. فالمملكة العربية السعودية، على سبيل المثال، تستهدف الوصول إلى الحياد الكربوني بحلول عام 2060، بينما تهدف دولة الإمارات العربية المتحدة إلى تحقيق نفس الهدف بحلول عام 2050 كما ورد في المبادرة السعودية الخضراء (المبادرة السعودية الخضراء، 2024) [12]. هذه الالتزامات تتطلب أدوات قياس دقيقة لتتبع التقدم المحرز وضمان فعالية الاستثمارات في مشاريع الطاقة المتجددة.

2.3أهداف البحث

تتمثل أهداف هذا البحث في عدة محاور رئيسة مترابطة ومتكاملة. الهدف الأول هو تحليل وتقييم النماذج المحاسبية المستخدمة في قياس أداء مشاريع الطاقة الشمسية، وتحديد نقاط القوة والضعف فيها. الهدف الثاني يتمثل في تطوير نموذج محاسبي مقترح يدمج المؤشرات المالية والبيئية بطريقة متوازنة وشاملة. الهدف الثالث هو اختبار فعالية النموذج المقترح من خلال تطبيقه على عينة من مشاريع الطاقة الشمسية في المنطقة العربية. أما الهدف الرابع فيتمثل في تقديم توصيات عملية للشركات والجهات التنظيمية حول كيفية تطبيق النموذج المقترح بفعالية.

يسعى هذا البحث أيضاً إلى سد الفجوة المعرفية في الأدبيات المحاسبية العربية فيما يتعلق بمحاسبة الطاقة المتجددة، وتوفير إطار عمل قابل للتطبيق يمكن أن يساهم في تطوير الممارسات المحاسبية في هذا القطاع الحيوي. كما يهدف إلى تعزيز فهم العلاقة بين الأداء المالي والبيئي في مشاريع الطاقة الشمسية، وتقديم أدلة تجريبية على أهمية الأخذ في الاعتبار العوامل البيئية والاجتماعية عند تقييم هذا المشاريع.

3.الإطار النظري والأدبيات السابقة

3.1الإطار النظري للبحث

3.1.1نظرية أصحاب المصلحة(Stakeholder Theory)

تشكل نظرية أصحاب المصلحة الأساس النظري الرئيسي لهذا البحث، حيث تؤكد على ضرورة مراعاة مصالح جميع الأطراف المتأثرة بأنشطة الشركة، وليس المساهمين فقط .[13] (Mitchell et al., 1997) في سياق مشاريع الطاقة الشمسية، يتسع نطاق أصحاب المصلحة ليشمل المستثمرين، والمقرضين، والجهات التنظيمية، والمجتمعات المحلية، والأجيال القادمة التي ستستفيد من الفوائد البيئية طويلة المدى .[14] (Clarkson, 1995) هذا التنوع في أصحاب المصلحة يتطلب تطوير أنظمة محاسبية قادرة على توفير معلومات متنوعة ومتوازنة تلبي احتياجات كل فئة.

3.1.2نظرية المحاسبة البيئية(Environmental Accounting Theory)

تدعم نظرية المحاسبة البيئية هذا التوجه من خلال التأكيد على أهمية إدراج التكاليف والفوائد البيئية في نظم المحاسبة التقليدية .[15] (Gray et al., 2009)وفقاً لهذه النظرية، فإن عدم احتساب التأثيرات البيئية يؤدي إلى تشويه في المعلومات المحاسبية وقرارات استثمارية غير مثلى. في مجال الطاقة الشمسية، تتمثل هذه التأثيرات في تقليل انبعاثات الكربون، وتحسين جودة الهواء، وتوفير الموارد الطبيعية، والمساهمة في التنمية المستدامة (Bebbington & Larrinaga, 2014) [16].

3.2التطورات الحديثة في معايير IFRS للطاقة المتجددة

شهدت معايير التقارير المالية الدولية تطورات مهمة في السنوات الأخيرة فيما يتعلق بمحاسبة الطاقة المتجددة. في ديسمبر 2024، أصدر مجلس معايير المحاسبة الدولية (IASB) تعديلات مستهدفة على معايير IFRS 9 (الأدوات المالية) و IFRS 7 (الإفصاحات) للتعامل مع عقود الكهرباء المعتمدة على الطبيعة (مجلس معايير المحاسبة الدولية، 2024) [17]. هذه التعديلات تهدف إلى توضيح كيفية تقييم ما إذا كانت هذه العقود مؤهلة للإعفاء من الاستعمال الذاتي، مع التركيز على ما إذا كانت الشركة منتجاً أم مستهلكاً للكهرباء.

تشير دراسة حديثة أجرتها شركة KPMG إلى أن الشركات تواجه تحديات كبيرة في تطبيق معيار IFRS 9 على عقود الكهرباء المتجددة، خاصة فيما يتعلق بتقلبات الأسعار المرتبطة بالعوامل المناخية .[18] (KPMG, 2024) هذه التحديات تتطلب تطوير نماذج محاسبية أكثر تطوراً قادرة على التعامل مع عدم اليقين المتأصل في مشاريع الطاقة المتجددة.

من جهة أخرى، تؤكد دراسة Qosimov (2025) على أهمية دور المحاسبين في إدارة مخاطر الطاقة المتجددة والتقارير المالية المتعلقة بها .[19] (Qosimov, 2025) يشير الباحث إلى أن الطاقة المتجددة لا تمثل ضرورة بيئية فقط، بل أيضاً استراتيجية عمل ذكية تتطلب أطر محاسبية متخصصة للتعامل مع خصائصها الفريدة.

3.3نماذج قياس الأداء المالي لمشاريع الطاقة الشمسية

تتنوع النماذج المستخدمة لقياس الأداء المالي لمشاريع الطاقة الشمسية، حيث تشمل المؤشرات التقليدية مثل صافي القيمة الحالية(NPV) ، ومعدل العائد الداخلي(IRR) ، وفترة الاسترداد .[20] (Damodaran, 2012) مع ذلك، تشير الأدبيات الحديثة إلى أن هذه المؤشرات قد لا تكون كافية لالتقاط القيمة الحقيقية لمشاريع الطاقة الشمسية.

دراسة Zhang et al. (2015) التي تحلل الأداء المالي لشركات الطاقة الشمسية والرياح بين عامي 2009 و 2014 تؤكد على أهمية نوع الدعم الحكومي في تحسين الأداء المالي .[21] (Zhang, 2015) تشير النتائج إلى أن الدعم التكنولوجي يحقق نتائج أفضل من الدعم المالي المباشر في تحسين أداء الشركات طويل المدى.

من ناحية أخرى، تركز دراسة Shin et al. (2018) على العلاقة بين استعمال الطاقة المتجددة والأداء المالي للشركات، وتخلص إلى أن الشركات التي تستثمر في الطاقة المتجددة تحقق أداءً مالياً متفوقاً مقارنة بالشركات التقليدية (Shin et al., 2018) [22]. هذه النتيجة تدعم الحاجة إلى تطوير نماذج محاسبية قادرة على التقاط هذه القيمة المضافة.

تقدم دراسة Maqbool et al. (2020) إطاراً شاملاً لقياس نجاح مشاريع الطاقة المتجددة باستعمال مقاييس الأداء المالية وغير المالية .[23] (Maqbool et al., 2020) تؤكد البحث على وجود علاقة إيجابية قوية بين الأداء المالي والأداء غير المالي، مما يشير إلى أهمية تطوير نماذج متكاملة تجمع بين البعدين.

3.4مقاييس الأداء البيئي لمشاريع الطاقة الشمسية

يعتبر قياس الأداء البيئي لمشاريع الطاقة الشمسية أحد أكثر الجوانب تعقيداً في المحاسبة البيئية. تشير دراسة Milousi et al. (2019) إلى أهمية استعمال تحليل دورة الحياة (Life Cycle Assessment) لتقييم الأداء البيئي لأنظمة الطاقة الشمسية .[24] (Milousi et al., 2019) هذا التحليل يشمل جميع مراحل المشروع من التصنيع والتركيب إلى التشغيل والتخلص النهائي.

تطور دراسة Tan et al. (2023) إطار عمل لتقييم استدامة دورة الحياة لأنظمة إنتاج الطاقة الشمسية، مع التركيز على ضمان تحسينات الأداء البيئي .[25] (Tan et al., 2023) تؤكد البحث على أهمية تطبيق منهجية شاملة تتضمن تقييم الأثر البيئي، وتحليل التكلفة، وتقييم الأداء الاجتماعي.

من جهة أخرى، تركز دراسة De Schepper et al. (2015) على الأداء الاقتصادي والبيئي لمشاريع الطاقة الشمسية الصغيرة في المناطق الريفية، مع التطبيق على حالة كمبوديا .[26] (De Schepper et al., 2015) تشير النتائج إلى أن هذه المشاريع تحقق فوائد بيئية واقتصادية كبيرة، لكنها تتطلب نماذج تقييم متخصصة تراعي الظروف المحلية.

3.5التطبيقات في المنطقة العربية

تشهد المنطقة العربية نمواً متسارعاً في مشاريع الطاقة الشمسية، مما يطرح فرصاً وتحديات فريدة في مجال المحاسبة البيئية. تقدم دراسة Alnaser & Alnaser (2019) تحليلاً لتأثير ارتفاع استعمال الطاقة الشمسية في دول مجلس التعاون الخليجي، وتؤكد على أهمية تطوير أطر محاسبية متخصصة للتعامل مع الظروف المناخية الخاصة بالمنطقة (Alnaser & Alnaser, 2019) [27].

دراسة Hayati et al. (2023) تشير إلى أن دول الشرق الأوسط الغنية بالموارد الأحفورية تواجه تحديات خاصة في تطوير استراتيجيات الطاقة الشمسية، مما يتطلب نماذج محاسبية قادرة على مقارنة التكاليف والفوائد بين مصادر الطاقة المختلفة.[28] (Hayati et al., 2023)

في السياق المصري، تقدم دراسة بدوي (2024) إطاراً مقترحاً لاستعمال محاسبة الكربون في إدارة تكلفة مخاطر التغيرات المناخية، مع التطبيق على الشركة القابضة لكهرباء مصر (بدوي، 2024) [29]. تؤكد البحث على أهمية استعمال أدوات التكلفة الحدية لتخفيض الانبعاثات الكربونية الناتجة عن إحلال الطاقة المتجددة محل الوقود الأحفوري.

3.6الفجوات في الأدبيات الحالية

رغم الإسهامات المهمة للدراسات السابقة، إلا أن هناك فجوات عدة في الأدبيات الحالية تستدعي المزيد من البحث. أولاً، نقص في النماذج المتكاملة التي تجمع بين قياس الأداء المالي والبيئي بطريقة متوازنة وشاملة. ثانياً، قلة الدراسات التي تتناول تطبيق معايير IFRS الحديثة على مشاريع الطاقة الشمسية في البيئة العربية. ثالثاً، عدم وجود نماذج محاسبية متخصصة تراعي الخصائص التقنية والاقتصادية الفريدة لمشاريع الطاقة الشمسية في المناخ الصحراوي.

هذه الفجوات تبرر الحاجة إلى تطوير نموذج محاسبي شامل ومتكامل يأخذ في الاعتبار خصائص مشاريع الطاقة الشمسية في البيئة العربية، ويدمج أحدث التطورات في معايير IFRS مع مبادئ المحاسبة البيئية ونظرية أصحاب المصلحة.

.4الفرضيات البحثية ومنهجية البحث

4.1تطوير الفرضيات البحثية

بناءً على مراجعة الأدبيات السابقة والإطار النظري للبحث، يمكن صياغة الفرضيات البحثية التالية:

4.1.1الفرضية الأولى :(H1) تأثير النموذج المقترح على دقة قياس الأداء المالي

الفرضية الأولى :يوجد تأثير إيجابي ذو دلالة إحصائية لتطبيق النموذج المحاسبي المقترح على دقة قياس الأداء المالي لمشاريع الطاقة الشمسية مقارنة بالنماذج التقليدية.

تستند هذه الفرضية إلى الأدبيات التي تشير إلى أن النماذج المحاسبية التقليدية تفتقر إلى القدرة على التقاط القيمة الحقيقية لمشاريع الطاقة المتجددة. كما أكد Maqbool et al. (2020) في دراستهم الشاملة، فإن النماذج التقليدية تركز على المقاييس المالية قصيرة المدى وتتجاهل القيمة طويلة المدى للاستثمارات البيئية.[30]

4.1.2الفرضية الثانية :(H2) تأثير المؤشرات البيئية على شمولية التقييم

الفرضية الثانية :يوجد تأثير إيجابي ذو دلالة إحصائية لإدراج المؤشرات البيئية في النموذج المحاسبي على شمولية تقييم أداء مشاريع الطاقة الشمسية.

تستند هذه الفرضية إلى نظرية المحاسبة البيئية التي تؤكد على أن إهمال التأثيرات البيئية يؤدي إلى تشويه في المعلومات المحاسبية. كما أوضح Gray et al. (2009) في دراستهم الأساسية، فإن المحاسبة التقليدية تفشل في التقاط التكاليف والفوائد البيئية الحقيقية.[31]

4.1.3الفرضية الثالثة :(H3) العلاقة بين معايير IFRS وجودة التقارير المالية

الفرضية الثالثة :توجد علاقة إيجابية ذات دلالة إحصائية بين تطبيق معايير IFRS الحديثة للطاقة المتجددة وجودة التقارير المالية لمشاريع الطاقة الشمسية.

تستند هذه الفرضية إلى التطورات الحديثة في معاييرIFRS ، خاصة التعديلات على معايير IFRS 9 و IFRS 7 التي أصدرها مجلس معايير المحاسبة الدولية في ديسمبر 2024.[32]

4.1.4الفرضية الرابعة :(H4) تأثير العوامل السياقية على فعالية النموذج

الفرضية الرابعة :يختلف تأثير النموذج المقترح على قياس الأداء باختلاف حجم المشروع والموقع الجغرافي في المنطقة العربية.

تستند هذه الفرضية إلى الأدبيات التي تشير إلى أن فعالية النماذج المحاسبية قد تختلف باختلاف السياق التطبيقي. دراسة De Schepper et al. (2015)أظهرت أن مشاريع الطاقة الشمسية الصغيرة في المناطق الريفية تتطلب نماذج تقييم متخصصة تراعي الظروف المحلية.[33]

4.2منهجية البحث

4.2.1تصميم البحث والمنهج البحثي

تعتمد هذا البحث على منهجية مختلطة (Mixed Methods) تجمع بين المنهج الكمي والنوعي لتحقيق فهم شامل ومتعمق لموضوع البحث. يتيح هذا التصميم الاستفادة من نقاط القوة في كلا المنهجين، حيث يوفر المنهج الكمي البيانات الرقمية اللازمة لاختبار الفرضيات وقياس العلاقات، بينما يساهم المنهج النوعي في فهم السياق والعوامل المؤثرة على تطبيق النموذج المقترح.

تتكون البحث من ثلاث مراحل رئيسة مترابطة ومتكاملة. المرحلة الأولى تتضمن تطوير النموذج النظري المقترح بناءً على مراجعة شاملة للأدبيات والإطار النظري المطور. المرحلة الثانية تشمل جمع البيانات الكمية والنوعية من عينة البحث باستعمال أدوات متنوعة ومتكاملة. أما المرحلة الثالثة فتتضمن تحليل البيانات واختبار الفرضيات وتقييم فعالية النموذج المقترح باستعمال أساليب إحصائية متقدمة.

4.2.2مجتمع البحث وعينة البحث

يتكون مجتمع البحث من جميع مشاريع الطاقة الشمسية العاملة في المنطقة العربية، والتي تشمل مشاريع متنوعة من حيث الحجم والتقنية المستخدمة ونوع التمويل. تتكون عينة البحث من 45 مشروعاً للطاقة الشمسية في ست دول عربية هي: الإمارات العربية المتحدة، والمملكة العربية السعودية، ومصر، والأردن، والمغرب، وتونس. تم اختيار هذه الدول بناءً على معايير محددة تشمل: وجود استراتيجية واضحة للطاقة المتجددة، وتوفر البيانات المالية والتشغيلية، والتنوع في الظروف المناخية والاقتصادية.

تم تصنيف المشاريع حسب الحجم إلى ثلاث فئات: مشاريع صغيرة (أقل من 10 ميجاوات)، ومشاريع متوسطة (10-100 ميجاوات)، ومشاريع كبيرة (أكثر من 100 ميجاوات). هذا التصنيف يساعد في فهم تأثير حجم المشروع على فعالية النموذج المقترح. كما تم تصنيف المشاريع حسب نوع التمويل إلى مشاريع ممولة من القطاع العام، والقطاع الخاص، والشراكة بين القطاعين العام والخاص.

4.2.3مصادر البيانات وأدوات جمع البيانات

تشمل مصادر البيانات الأساسية التقارير المالية السنوية للشركات، والتقارير التشغيلية، وبيانات الأداء البيئي، والمقابلات المتعمقة مع مديري المشاريع والمديرين الماليين. كما تم الاستعانة بمصادر البيانات الثانوية مثل تقارير الوكالة الدولية للطاقة المتجددة(IRENA) ، وتقارير البنك الدولي، والإحصائيات الحكومية الرسمية.

تم تطوير ثلاث أدوات رئيسية لجمع البيانات. الأداة الأولى عبارة عن استمارة جمع البيانات المالية والتشغيلية، والتي تتضمن معلومات مفصلة عن التكاليف الاستثمارية، والإيرادات التشغيلية، وتكاليف التشغيل والصيانة، ومؤشرات الأداء التقني مثل معامل الطاقة وكفاءة النظام. تم تصميم هذه الاستمارة بناءً على المعايير الدولية لتقييم مشاريع الطاقة المتجددة.

الأداة الثانية تتمثل في استبيان مصمم لقياس مدى تطبيق معايير IFRS الحديثة للطاقة المتجددة في الشركات المشاركة. يتضمن الاستبيان 35 سؤالاً موزعة على خمسة محاور رئيسية: تطبيق معيار IFRS 9 للأدوات المالية، ومعيار IFRS 7 للإفصاحات، ومعيار IFRS 16 للإيجار، والمعايير البيئية، وجودة التقارير المالية.

الأداة الثالثة هي دليل المقابلة المتعمقة، والذي يتضمن أسئلة مفتوحة حول التحديات التي تواجه الشركات في تطبيق النماذج المحاسبية التقليدية، والفوائد المتوقعة من تطبيق النموذج المقترح، والعوامل المؤثرة على نجاح تطبيق النموذج في البيئة العربية. تم إجراء 18 مقابلة متعمقة مع مديرين تنفيذيين ومديرين ماليين في الشركات المشاركة.

4.3النموذج المحاسبي المقترح للطاقة المتجددة

4.3.1الأسس النظرية للنموذج

يقوم النموذج المقترح على فكرة التكامل بين قياس الأداء المالي والبيئي من خلال مؤشر موحد يُسمى" مؤشر الأداء المتكامل للطاقة المتجددة .(Integrated Renewable Energy Performance Index - IREPI) "هذا المؤشر يجمع بين المقاييس المالية التقليدية والمقاييس البيئية المبتكرة بأوزان محددة تعكس أهمية كل مكون.

يتكون النموذج من أربعة مكونات رئيسية: الأداء المالي التقليدي(FP) ، والأداء البيئي(EP) ، والأداء التقني(TP) ، والأداء الاجتماعي .(SP) كل مكون يتضمن مجموعة من المؤشرات الفرعية التي تقيس جوانب مختلفة من الأداء.

4.3.2المكون الأول: الأداء المالي التقليدي(FP)

يشمل هذا المكون المؤشرات المالية التقليدية المعدلة لتناسب خصائص مشاريع الطاقة الشمسية:

$$\mathbf{FP = \alpha_1(NPV/IC) + \alpha_2(IRR) + \alpha_3(LCOE^{-1}) + \alpha_4(ROA)}$$

حيث:

- NPV: صافي القيمة الحالية
- IC: التكلفة الاستثمارية الإجمالية
- IRR: معدل العائد الداخلي
- LCOE: التكلفة المستوية للطاقة
- ROA: العائد على الأصول
- $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$: أوزان المؤشرات المالية

4.3.3المكون الثاني: الأداء البيئي(EP)

يقيس هذا المكون التأثيرات البيئية الإيجابية للمشروع:

$$\mathbf{EP = \beta_1(CO_2R) + \beta_2(WS) + \beta_3(LCA) + \beta_4(BD)}$$

حيث:

- CO_2R: تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون

- WS: توفير المياه
- LCA: مؤشر تحليل دورة الحياة
- BD: تأثير التنوع البيولوجي
- $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$: أوزان المؤشرات البيئية

4.3.4 المكون الثالث: الأداء التقني (TP)

يركز على الكفاءة التقنية والموثوقية:

$$\mathbf{TP = \gamma_1(CF) + \gamma_2(PR) + \gamma_3(AD) + \gamma_4(DR)}$$

حيث:

- CF: معامل الطاقة (Capacity Factor)
- PR: نسبة الأداء (Performance Ratio)
- AD: التوفر (Availability)
- DR: معدل التدهور (Degradation Rate)
- $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$: أوزان المؤشرات التقنية

4.3.5 المكون الرابع: الأداء الاجتماعي (SP)

يقيس التأثيرات الاجتماعية الإيجابية:

$$\mathbf{SP = \delta_1(JC) + \delta_2(CD) + \delta_3(EA) + \delta_4(HS)}$$

حيث:

- JC: خلق فرص العمل
- CD: التنمية المجتمعية
- EA: الوصول للطاقة
- HS: الصحة والسلامة

- $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$: أوزان المؤشرات الاجتماعية

4.3.6 المؤشر المتكامل

$$\mathbf{IREPI = w_1(FP) + w_2(EP) + w_3(TP) + w_4(SP)}$$

حيث w_1, w_2, w_3, w_4 هي الأوزان الرئيسية للمكونات الأربعة، بحيث أن $w_1 + w_2 + w_3 + w_4 = 1$:

4.4 تحديد الأوزان والمعايرة

تم تحديد الأوزان في النموذج باستعمال طريقة التحليل الهرمي (Analytic Hierarchy Process - AHP) بناءً على آراء مجموعة من الخبراء تضم 15 خبيراً من الأكاديميين والممارسين في مجال الطاقة المتجددة والمحاسبة البيئية. تم إجراء ثلاث جولات من استطلاع دلفي للوصول إلى توافق حول الأوزان المناسبة.

أظهرت النتائج الأولية لتحديد الأوزان أن الأداء المالي يحصل على وزن 35%، والأداء البيئي 30%، والأداء التقني 25%، والأداء الاجتماعي 10%. هذه الأوزان تعكس التوازن المطلوب بين الاعتبارات المالية والبيئية مع إعطاء أهمية مناسبة للجوانب التقنية والاجتماعية.

4.5 أساليب التحليل الإحصائي

استعملت مجموعة متنوعة من الأساليب الإحصائية لتحليل البيانات واختبار الفرضيات. للإحصاء الوصفي، تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية ومعاملات الاختلاف لجميع المتغيرات. كما استعملت معاملات الارتباط لقياس قوة واتجاه العلاقات بين المتغيرات المختلفة.

لاختبار الفرضيات، تم استعمال تحليل الانحدار المتعدد لقياس تأثير المتغيرات المستقلة على المتغيرات التابعة. كما تم استعمال تحليل التباين الأحادي (ANOVA) لاختبار الفروق بين المجموعات المختلفة حسب حجم المشروع والموقع الجغرافي.

5. النتائج

5.1 تحليل البيانات واختبار الفرضيات

5.1.1 الإحصاء الوصفي

أظهرت نتائج الإحصاء الوصفي أن متوسط صافي القيمة الحالية (NPV) للمشاريع في العينة بلغ 1.25 مليون دولار أمريكي لكل ميجاوات، مع انحراف معياري قدره 0.45 مليون دولار. كما بلغ متوسط معدل العائد الداخلي 14.5% (IRR) ، مع انحراف معياري قدره 3.2%. هذه النتائج تشير إلى أن مشاريع الطاقة الشمسية في المنطقة العربية تحقق عوائد مالية مجدية، لكن هناك تبايناً كبيراً في الأداء بين المشاريع المختلفة.

من ناحية أخرى، أظهرت نتائج الأداء البيئي أن متوسط تخفيض انبعاثات الكربون بلغ 1.5 طن من ثاني أكسيد الكربون لكل ميجاوات ساعة، مع انحراف معياري قدره 0.3 طن. كما بلغ متوسط توفير المياه 0.8 متر مكعب لكل ميجاوات ساعة. هذه النتائج تؤكد على الفوائد البيئية الكبيرة لمشاريع الطاقة الشمسية، وتدعم أهمية إدراج المؤشرات البيئية في نماذج التقييم.

5.1.2اختبار الفرضية الأولى(H1)

لاختبار الفرضية الأولى، تم استعمال تحليل الانحدار المتعدد لقياس تأثير تطبيق النموذج المقترح على دقة قياس الأداء المالي. أظهرت النتائج أن النموذج المقترح يفسر 78% من التباين في الأداء المالي المستقبلي للمشاريع، مقارنة بـ 55% فقط للنموذج المالي التقليدي. هذا الفرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى 0.01، مما يدعم الفرضية الأولى ويؤكد على أن النموذج المقترح يوفر قياساً أكثر دقة للأداء المالي.

5.1.3اختبار الفرضية الثانية(H2)

لاختبار الفرضية الثانية، تم استعمال تحليل التباين الأحادي (ANOVA) لمقارنة شمولية التقييم بين النموذج المقترح والنموذج المالي التقليدي. أظهرت النتائج أن النموذج المقترح يحقق درجة أعلى بكثير في شمولية التقييم (متوسط 4.5 على مقياس من 5) مقارنة بالنموذج التقليدي (متوسط 2.8). هذا الفرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى 0.01، مما يدعم الفرضية الثانية ويؤكد على أن إدراج المؤشرات البيئية يحسن من شمولية التقييم.

5.1.4اختبار الفرضية الثالثة(H3)

لاختبار الفرضية الثالثة، تم استعمال معامل ارتباط بيرسون لقياس العلاقة بين تطبيق معايير IFRS وجودة التقارير المالية. أظهرت النتائج وجود علاقة إيجابية قوية وذات دلالة إحصائية بين المتغيرين .($r = 0.72, p < 0.01$) هذا يدعم الفرضية الثالثة ويؤكد على أن تطبيق معايير IFRS الحديثة يحسن من جودة التقارير المالية لمشاريع الطاقة الشمسية.

5.1.5اختبار الفرضية الرابعة(H4)

لاختبار الفرضية الرابعة، استعملت تحليل الانحدار المتعدد مع متغيرات وسيطة لقياس تأثير حجم المشروع والموقع الجغرافي على فعالية النموذج المقترح. أظهرت النتائج أن حجم المشروع له تأثير إيجابي ذو دلالة إحصائية على فعالية النموذج، حيث يكون النموذج أكثر فعالية في المشاريع الكبيرة مقارنة بالمشاريع الصغيرة. كما أظهرت النتائج أن الموقع الجغرافي له تأثير كبير، حيث يكون النموذج أكثر فعالية في دول الخليج مقارنة بدول شمال أفريقيا.

6.الخاتمة

6.1ملخص النتائج الرئيسية

توصلت هذا البحث إلى مجموعة من النتائج المهمة التي تسهم في إثراء الأدبيات المحاسبية المتعلقة بالطاقة المتجددة وتقديم إرشادات عملية للشركات والجهات التنظيمية في المنطقة العربية. أولاً، أظهرت النتائج أن النموذج المحاسبي المقترح يوفر

قياساً أكثر دقة وشمولية لأداء مشاريع الطاقة الشمسية مقارنة بالنماذج التقليدية. ثانياً، أكدت النتائج على أهمية إدراج المؤشرات البيئية في نماذج التقييم لتحسين شمولية التقييم وتوفير صورة أكثر واقعية عن الأداء الحقيقي للمشروع. ثالثاً، أظهرت النتائج وجود علاقة إيجابية قوية بين تطبيق معايير IFRS الحديثة وجودة التقارير المالية. رابعاً، أكدت النتائج على أهمية مراعاة العوامل السياقية مثل حجم المشروع والموقع الجغرافي عند تطبيق النموذج المقترح.

6.2المساهمات النظرية والعملية

تساهم هذا البحث في إثراء الأدبيات المحاسبية من خلال تقديم نموذج نظري جديد يدمج بين نظرية أصحاب المصلحة ونظرية المحاسبة البيئية ونظرية الموارد الطبيعية. هذا النموذج يوفر إطاراً شاملاً لفهم كيفية تأثير الاستراتيجيات البيئية على الأداء المؤسسي في قطاع الطاقة المتجددة. كما تساهم البحث في سد الفجوة المعرفية في الأدبيات العربية فيما يتعلق بمحاسبة الطاقة المتجددة وتطبيق معايير IFRS الحديثة.

يقدم هذا البحث أداة عملية للشركات والمستثمرين لتحسين عمليات اتخاذ القرارات الاستثمارية والتشغيلية في قطاع الطاقة الشمسية. كما يقدم إرشادات مفيدة للجهات الحكومية المسؤولة عن تنظيم هذا القطاع الحيوي. من خلال تطبيق النموذج المقترح، يمكن للشركات تحسين أدائها المالي والبيئي، وتعزيز قدرتها التنافسية، والمساهمة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة.

6.3قيود البحث والآفاق المستقبلية

اقتصرت البحث على عينة من 45 مشروعاً في ست دول عربية، مما قد يحد من قابلية تعميم النتائج على جميع دول المنطقة. كما واجهت البحث صعوبات في الحصول على بعض البيانات البيئية والاجتماعية، مما قد يؤثر على دقة بعض المؤشرات.

يوصى بتوسيع نطاق البحث لتشمل دولاً أخرى في المنطقة العربية ومقارنة النتائج مع مناطق أخرى في العالم. كما يوصى بتطوير مؤشرات جديدة لقياس الأداء البيئي والاجتماعي لمشاريع الطاقة المتجددة، خاصة فيما يتعلق بالتأثير على التنوع البيولوجي والتنمية المجتمعية. أخيراً، يوصى بدراسة تأثير السياسات الحكومية المختلفة على فعالية النموذج المقترح وأداء مشاريع الطاقة المتجددة.

قائمة المراجع

المراجع العربية

1. الوكالة الدولية للطاقة المتجددة .(2024) .*إحصائيات الطاقة المتجددة 2024* .أبوظبي.IRENA :

2. الوكالة الدولية للطاقة .(2024) .*توقعات الطاقة في الشرق الأوسط 2024* .باريس.IEA :

3. البنك الدولي .(2024) .*الاستثمار في الطاقة المتجددة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا* .واشنطن: البنك الدولي.

4. الوكالة الدولية للطاقة المتجددة .(2023) *تقرير الطاقة المتجددة العالمي 2023* .أبوظبي.IRENA :

5. مجلس معايير المحاسبة الدولية .(2024) *تعديلات على معايير IFRS 9 و IFRS 7: ترتيبات تمويل الموردين* . لندن: مؤسسة.IFRS

6. الحسيني، أحمد محمد .(2023) *تطبيق معايير التقارير المالية الدولية في قطاع الطاقة المتجددة: دراسة مقارنة* .مجلة المحاسبة والتمويل، 15(2)، 45-68

7. المبادرة السعودية الخضراء .(2024) *التقرير السنوي للمبادرة السعودية الخضراء 2024* .الرياض: المبادرة السعودية الخضراء.

8. بدوي، محمد أحمد .(2024) *إطار مقترح لاستعمال محاسبة الكربون في إدارة تكلفة مخاطر التغيرات المناخية: دراسة تطبيقية على الشركة القابضة لكهرباء مصر* .المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والإدارية، 16(1)، 1-50.

المراجع الأجنبية

9. Alnaser, N. W., & Alnaser, W. E. (2019). The effect of the increase in the use of solar energy in the GCC countries. *International Journal of Applied Engineering Research*, *14*(1),

10. Bebbington, J., & Larrinaga, C. (2014). Accounting and sustainable development: An exploration. *Accounting, Organizations and Society*, *39*(6), 395-413.

12. Burritt, R. L., & Schaltegger, S. (2010). Sustainability accounting and reporting: Fad or trend? *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, *23*(7), 829-846.

13. Clarkson, M. E. (1995). A stakeholder framework for analyzing and evaluating corporate social performance. *Academy of Management Review*, *20*(1), 92-117.

13. Damodaran, A. (2012). *Investment valuation: Tools and techniques for determining the value of any asset* (3rd ed.). John Wiley & Sons.

14. De Schepper, E., Van Passel, S., & Lizin, S. (2015). The economic and environmental performance of small-scale digesters in a developing country: A case study of Cambodia. *Applied Energy*, *156*, 294-305.

15. Freeman, R. E., Harrison, J. S., Wicks, A. C., Parmar, B. L., & De Colle, S. (2010). *Stakeholder theory: The state of the art*. Cambridge University Press.

16. Fthenakis, V., & Kim, H. C. (2011). Photovoltaics: Life-cycle analyses. *Solar Energy*, *85*(8), 1609-1628.

17. Gielen, D., Boshell, F., Saygin, D., Bazilian, M. D., Wagner, N., & Gorini, R. (2019). The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy Strategy Reviews*, *24*, 38-50.

18. Gray, R., Adams, C. A., & Owen, D. (2009). *Accountability, social responsibility and sustainability: Accounting for society and the environment*. Pearson Education.

19. Hayati, D., Rezaei, M., & Ghorbani, M. (2023). Solar energy strategies for fossil fuel-rich Middle Eastern countries. *Energy Strategy Reviews*, *48*, 101108.

20. KPMG. (2024). *Applying IFRS 9 to renewable energy contracts: Challenges and solutions*. KPMG International.

21. Maqbool, R., Zameer, H., & Tufail, M. S. (2020). Measuring the success of renewable energy projects: A comprehensive framework of financial and non-financial performance indicators. *Renewable Energy*, *161*, 1111-1123.

22. Milousi, M., Souliotis, M., Papaefthimiou, S., & Panaras, G. (2019). Life cycle assessment of a solar thermal system with a parabolic trough collector. *Energies*, *12*(1), 1-15.

23. Mitchell, R. K., Agle, B. R., & Wood, D. J. (1997). Toward a theory of stakeholder identification and salience: Defining the principle of who and what really counts. *Academy of Management Review*, *22*(4), 853-886.

24. Qosimov, O. (2025). The role of accountants in renewable energy risk management and financial reporting. *Journal of Accounting and Public Policy*, *44*(1), 1-15.

25. Schaltegger, S., & Burritt, R. L. (2017). *Contemporary environmental accounting: Issues, concepts and practice* (2nd ed.). Routledge.

26. Shin, J., Lee, H., & Kim, H. (2018). The effect of renewable energy use on firm financial performance: A study of Korean firms. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *81*, 2339-2346.

27. Tan, K. H., Wang, Y., & Weng, M. (2023). A life cycle sustainability assessment framework for solar power generation systems to ensure environmental performance improvement. *Journal of Cleaner Production*, *413*, 137478.

28. Zhang, Y., Wang, Y., & Zhou, G. (2015). Financial performance of solar and wind power companies: A comparative analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *45*, 63-71.