مجلة البحوث المحاسبية

https://com.tanta.edu.eg/abj-journals.aspx

أثر تكاليف الجودة البيئية على الهندسة العكسية المستدامة : دراسة تطبيقية على قطاع الصناعات بمصر

السادة: صافيناز محمود محمد محمود صالح

مدرس ،المحاسبة والمراجعة ،المعهد العالي للعلوم الإدارية بجناكليس ، البحيرة،مصر

تاريخ النشر الالكتروني: سبتمبر– 2024

للتأصيل المرجعي: صالح ، صافيناز محمود محمد محمود. **أثر تكاليف الجودة البيئية على الهندسة العكسية المستدامة: دراسة تطبيقية على قطاع الصناعات بمصر**

، مجلة البحوث المحاسبية ، المجلد 11 (3)،

المعرف الرقمي: abj.2024.37480610.21608

للتواصل مع المؤلف: Safymahmoud1983@yahoo.com

أثر تكاليف الجودة البيئية على الهندسة العكسية المستدامة : دراسة تطبيقية على قطاع الصناعات بمصر

صافيناز محمود محمد محمود صالح

مدرس ،المحاسبة والمراجعة ،المعهد العالي للعلوم الإدارية بجناكليس ، البحيرة،مصر

تاريخ المقال

تم استلامه في11 يوليو 2024، وتم قبوله في11 اغسطس 2024، هو متاح على الإنترنت سبتمبر2024

ملخص البحث:

غرض البحث: هدف البحث إلى تحديد أثر تكاليف الجودة البيئية على الهندسة العكسية المستدامة في قطاع الصناعات في مصر من خلال تنفيذ دراسة تطبيقية لتقييم تأثير تكاليف الجودة البيئية على عمليات الهندسة العكسية وتحقيق الاستدامة بالصناعات المصرية.

التصميم والمنهجية: اعتمدت الباحثة على استخدام المنهج التحليلي الكمي لتحليل البيانات الكمية وتوفير نتائج قابلة للتفسير والتطبيق في مجال الدراسة كونه يساعد في فهم العلاقات والتأثيرات بين المتغيرات ودعم عملية اتخاذ القرارات القائمة على الأدلة القوية من خلال القيام بتحليل البيانات الخاصة بمتغيرات الدراسة باستخدام الأساليب والطرق الاحصائية للوصول لنتائج يمكن من خلالها تحقيق أهداف البحث.

النتائج والتوصيات : أثبتت نتائج البحث وجود تأثير لتكاليف الجودة البيئية على مؤشرات الهندسة العكسية المستدامة ، وبناءاً على ذلك توصى الدراسة بضرورة تعزيز الوعي بأهمية تكاليف جودة البيئة ودمجها في استراتيجيات الهندسة العكسية وذلك للشركات الصناعية بمصر، كما ينبغي أن تتبنى الشركات سياسات وإجراءات تشجع على المزيد من الاستثمار في تكاليف جودة البيئة وتحقيق التوازن بين الأداء الهندسي العكسي والحفاظ على البيئة.

الاصالة والاضافة: تمثل هذه الدراسة إسهاماً مهماً في فهم أثر تكاليف جودة البيئة على الهندسة العكسية المستدامة في قطاع الصناعات في مصر، كما تفتح الدراسة أبواباً للبحث المستقبلي في هذا المجال وتوفر أساساً لاتخاذ القرارات وتطبيق سياسات واستراتيجيات تحسين الأداء الهندسي العكسي بالمنظومة الصناعية بمصر.

الكلمات المفتاحية: تكاليف الجودة البيئية ؛ الهندسة العكسية المستدامة ؛ التحليل المالي المستدام ؛ المراجعة المستدامة ؛ التخطيط المستدام ؛ تكنولوجيا المحاسبة المستدامة ؛ قطاع الصناعات بمصر.

Abstract:

Research purpose: The study aimed to analyze the impact of environmental quality costs on sustainable reverse engineering in the industrial sector in Egypt. An applied study was implemented to evaluate the impact of environmental quality costs on reverse engineering processes and achieving sustainability in Egyptian industries.

Design and Methodology: The researcher relied on the use of the quantitative analytical approach to analyze quantitative data and provide results that can be interpreted and applied in the field of study, as it helps in understanding the relationships and effects between variables and supports the decision-making process based on strong evidence by analyzing the data on the study variables using statistical methods and methods to reach To produce results through which the objectives of the study can be achieved.

Results and recommendations: The results demonstrated an impact of environmental quality costs on sustainable reverse engineering indicators. Accordingly, the study recommends the need to enhance awareness of the importance of environmental quality costs and integrate them into reverse engineering strategies for industrial companies in Egypt. Companies must also adopt policies and procedures that encourage more investment. In environmental quality costs and achieving a balance between reverse engineering performance and environmental preservation.

Originality and addition: This study represents an important contribution to understanding the impact of environmental quality costs on sustainable reverse engineering in the industrial sector in Egypt. The study also opens doors for future research in this field and provides a basis for making decisions and implementing policies and strategies to improve reverse engineering performance and preserve the environment in the industrial system in Egypt.

Keywords: environmental quality costs ; sustainable reverse engineering ; sustainable financial analysis ; sustainable auditing ; sustainable planning ; sustainable accounting technology ; industrial sector in Egypt.

القسم الاول: الاطار العام للدراسة

اولًا: المقدمة

اكتسب مفهوم الهندسة العكسية اهتمامًا كبيرًا في مجال الإنتاج الصناعي والابتكار، لدوره في دفع التقدم التكنولوجي، وتحسين المنتجات، وخفض التكلفة، ومع تزايد التحديات البيئية، فقد أصبح من الضرورة تبني ممارسات مستدامة في العمليات الصناعية(Josef et.al , 2017: 1877)، ويعد التقارب بين التقدم التكنولوجي والمسؤولية البيئية منطلقاً محورياً لاستكشاف تأثير تكاليف الجودة البيئية على الهندسة العكسية المستدامة، وتشير تكاليف الجودة البيئية إلى النفقات التي تتحملها المنظمات لحماية البيئة ولمنع أو تقليل أو تصحيح الآثار البيئية لعملياتها، وتشمل هذه التكاليف أنشطة مثل إدارة النفايات، مكافحة التلوث، خفض الانبعاثات، الرصد البيئي، ومعالجة التلوث، بالإضافة إلى الإدارة المستدامة للموارد، وتسعى الشركات جاهدة لضمان الامتثال للوائح البيئية، وتقليل البصمة البيئية، ودعم الاستدامة والمسؤولية الاجتماعية للشركات تجاه البيئة والمجتمع (Kazim et.al, 2023 :300) ، كما إن دمج الهندسة العكسية مع تكاليف الجودة البيئية يقدم نسيجًا غنيًا من الاعتبارات والآثار التي تتطلب فحصًا دقيقًا (Yang, 2022:100).

تشمل الهندسة العكسية المستدامة تطبيق مبادئ مسؤولة بيئيًا واجتماعيًا، مثل استخدام المواد المستدامة، الممارسات الموفرة للطاقة، والمنهجيات الصديقة للبيئة، كما تركز هذه العملية على دورة حياة المنتج بأكمله من التفكيك إلى إعادة التصنيع، بهدف تقليل النفايات والتأثير البيئي وتعزيز الاستخدام المستدام للموارد، كما تتضمن اعتماد مبادئ الاقتصاد الدائري مثل إعادة استخدام المكونات وإعادة تدويرها، لإطالة عمر المنتجات والمساهمة في نظام بيئي صناعي أكثر استدامة من خلال دمج الاستدامة في ممارسات الهندسة العكسية (Josef et.al , 2017: 1878).

كما ان ضرورة مواءمة الممارسات الصناعية مع مبادئ الاستدامة والمسؤولية البيئية هو الأساس المنطقي لدراسة تأثير تكاليف الجودة البيئية على الهندسة العكسية المستدامة ، حيث تواجه الصناعات تحديات بيئية ملحة، مما يستدعي إعادة تشكيل العمليات لتقليل تأثيراتها البيئية وتعزيز الاستدامة طويلة الأمد، لذلك تم اختيار القطاع الصناعي المصري لأنه يعد نموذجاً مصغراً للمشهد الصناعي العالمي، ويوازن بين النمو الاقتصادي والإشراف البيئي ، وتهدف الدراسة للتركيز على تحليل تكاليف الجودة البيئية واستراتيجيات تحقيق الهندسة العكسية المستدامة وذلك بقطاع الصناعات المصرية لتعزيز رؤى صناعية أكثر استدامة ومسؤولية.

ثانياً: مشكلة البحث:

تعد تكاليف الجودة البيئية من أحدث ما توصل إليه الفكر البيئي في أواخر القرن العشرين، نتيجة لزيادة الوعي البيئي وتهدف هذه التكاليف إلى رفع مستوى الأداء المالي والبيئي للشركات من خلال ترشيد التكلفة وتحسين الظروف البيئية لتحقيق التقدم المستدام، وتشير الأبحاث الحديثة إلى أن المعلومات الحالية في علم المحاسبة غير كافية لتلبية الاحتياجات البيئية المتزايدة (Haddab et.al,2020:174) ، لذا يصبح من الضروري قياس وفهم تكاليف الأداء البيئي وآثارها بدقة أكبر لتزويد المستفيدين بمعلومات دقيقة حول تكاليف الجودة البيئية مما يسهم في تحسين القرارات الإدارية والاستثمارية والتمويلية ويعزز الاستخدام المستدام للموارد حيث ان تكاليف الجودة البيئية قد يكون لها تأثير كبير على النتائج المالية للشركات(Szczerbak & Wikarczyk, 2023:647) .

وتتمثل مشكلة البحث في ان الشركات الصناعية في مصر تواجه تحديات كبيرة في تبني الهندسة العكسية المستدامة نظرًا لنقص الموارد المالية والتقنية والتشريعات البيئية الضعيفة في البلاد ، كما انه من الصعب على الشركات تعيين الموارد المالية الكافية وتخصيص الوقت والجهود لتحقيق الاستدامة البيئية وتطبيق الهندسة العكسية المستدامة.

بالتالي، تعد مشكلة انخفاض الوعي للشركات المصرية لأهمية تبني الهندسة العكسية المستدامة مشكلة مؤثرة ، تحتاج من الشركات إلى رفع مستوى الوعي والتثقيف الشامل بشأن تكاليف الجودة البيئية، وتحفيزهم على اتخاذ إجراءات فعالة لتحسين أداءهم البيئي وتبني الممارسات البيئية والهندسة العكسية المستدامة، ومما سبق يمكن تحديد المشكلة البحثية في التساؤل الرئيس الآتي :

ما هو اثر تكاليف الجودة البيئية على الهندسة العكسية المستدامة بالشركات محل الدراسة؟

كما يمكن تحديد التساؤلات الفرعية في الاتي:

- ما هو اثر تكاليف الجودة البيئية على التحليل المالي المستدام بالشركات محل الدراسة؟
- ما هو اثر تكاليف الجودة البيئية على المراجعة المستدامة بالشركات محل الدراسة؟
- ما هو اثر تكاليف الجودة البيئية على التخطيط المستدام بالشركات محل الدراسة؟
- ما هو اثر تكاليف الجودة البيئية على تكنولوجيا المحاسبة المستدامة بالشركات محل الدراسة؟

ثالثًا: أهداف البحث :

يتمثل الهدف الرئيسي للبحث في تحديد اثر تكاليف الجودة البيئية على الهندسة العكسية المستدامة بالشركات محل الدراسة، ويتفرع عنة الاهداف الفرعية المتمثلة في:

- التعرف علي اثر تكاليف الجودة البيئية على التحليل المالي المستدام بالشركات محل الدراسة.
- التعرف علي اثر تكاليف الجودة البيئية على المراجعة المستدامة بالشركات محل الدراسة.

- التعرف علي اثر تكاليف الجودة البيئية على التخطيط المستدام بالشركات محل الدراسة.
- التعرف علي اثر تكاليف الجودة البيئية على تكنولوجيا المحاسبة المستدامة بالشركات محل الدراسة.

رابعًا: أهمية البحث:

الأهمية العلمية:

1. المساهمة في المعرفة العلمية حيث يعتبر هذا البحث التطبيقي عن أثر تكاليف الجودة البيئية على الهندسة العكسية المستدامة في قطاع الصناعات بمصر مساهمة قيمة بمجال البحث العلمي، حيث يقدم نتائج وتوصيات تعزز فهم العلاقة بين التكاليف البيئية والهندسة العكسية المستدامة، وتساهم في ملء الفجوة المعرفية في هذا المجال.
2. يساهم هذا البحث في تطوير نظرية الهندسة العكسية المستدامة وتوسيع المفاهيم المتعلقة بها من خلال تقديم أدلة وأسسًا أكثر قوة لتبني ممارسات الاستدامة وتكامل الجوانب البيئية في عمليات الهندسة العكسية.
3. يوجه هذا البحث الدراسات المستقبلية تجاه تكاليف الجودة البيئية والهندسة العكسية المستدامة، كما سيساهم في تحديد ثغرات المعرفة وتحديد المجالات التي تحتاج لمزيد من الاستكشاف والتطوير.

الأهمية العملية للدراسة:

1. تساهم نتائج البحث في توضيح تأثير تكاليف الجودة البيئية على الهندسة العكسية المستدامة في قطاع الصناعات بمصر، ستوفر توصيات البحث إرشادات عملية للشركات لتكامل الجوانب البيئية في أنشطتها واتخاذ قرارات مستدامة بهدف الحفاظ على البيئة وتعزيز الاستدامة البيئية .
2. يسهم البحث في تعزيز قدرة الشركات على المنافسة في الأسواق المحلية والعالمية من خلال الالتزام بالمعايير البيئية بما يمكن من تحسين أداء الشركات وزيادة تنافسيتها من خلال فهم تأثير تكاليف الجودة البيئية بما يسمح للشركات في قطاع الصناعات بمصر بتحسين أدائها البيئي واعتماد الممارسات البيئية المستدامة.
3. سيوفر البحث التطبيقي نتائج قابلة للتطبيق وتوصيات قوية للشركات في قطاع الصناعات بمصر، ستمكن هذه النتائج صناع القرار من اتخاذ قرارات مستنيرة وتحديد الأولويات في تخصيص الموارد وتنفيذ الممارسات البيئية المستدامة.
4. يعتبر البحث التطبيقي عن أثر تكاليف الجودة البيئية على الهندسة العكسية المستدامة في قطاع الصناعات بمصر جزءاً من الجهود المبذولة لتحقيق التنمية المستدامة من خلال تحسين أداء الشركات الصناعية وتبني الممارسات البيئية المستدامة مما يحقق التوازن بين الجوانب الاقتصادية والاجتماعية والبيئية.

القسم الثاني: الدراسات السابقة

ساهمت دراسة Josef, et al (2017) في توضيح مفاهيم الهندسة العكسية فهي تقنية تتيح تسريع الحصول على البيانات لأنظمة CAD وCAM وCAE وبالتالي تقلل بشكل كبير من وقت تطوير وتصميم وإنتاج المكونات، وتوصلت الدراسة إلى انه يمكن اعتبار تقنية الهندسة العكسية كتحويل البيانات التناظرية لبيانات رقمية، والتي تتم معالجتها بشكل أكبر، ولا تزال الصناعات الفردية تزيد من مطالبها المتعلقة بالدقة والحجم والجودة وما إلى ذلك، وبالتالي فإن استخدام الرقمنة موجود في العديد من مجالات التصنيع مثل السيارات والفضاء والشحن والطب والتصميم الصناعي والتصميم وما إلى ذلك.

كما ركزت دراسة Bicer & Darewi (2019) على بيان أهمية التكاليف البيئية، ودور هذه التكاليف في تحسين جودة التقارير المالية بالشركات النفطية الليبية وتقديم المقترحات لتطويرها، وتوصلت الدراسة إلى أن هناك تحديات لتطبيق القياس والإفصاح عن التكاليف البيئية ، كما أظهرت نتائج الدراسة وجود علاقة معنوية بين التكاليف البيئية والزيادة في جودة التقارير المالية ، كما توصلت لوجود علاقة معنوية بين التكاليف البيئية واتخاذ القرار، واوصت بضرورة تطوير محاسبة التكاليف البيئية والإفصاح لتوفير المعلومات المناسبة لترشيد واتخاذ القرارات في الشركات النفطية في ليبيا، فضلا عن ضرورة قيام الشركات بحماية البيئة وتوفير التمويل والدعم للحفاظ عليها.

كما سعت دراسة Doaim & Hatif (2021) إلى دراسة استراتيجية وتكاليف الهندسة العكسية المستدامة وشرح أسباب التحول من الإنتاج التقليدي إلى الإنتاج المستدام من خلال بيان الأسس المعرفية لتكنولوجيا الهندسة العكسية المستدامة ووضع إطار مقترح لخفض التكاليف من خلال الهندسة العكسية المستدامة التي تساهم في إنتاج منتجات صديقة للبيئة وتحسين جودة تلك المنتجات لتحقيق الميزة التنافسية المستدامة والحفاظ عليها، وتوصلت إلى أن تطبيق الهندسة العكسية المستدامة وقياس تكاليفها يساهم في تحسين جودة المنتج من خلال استبدال المواد الضارة بالبيئة وصحة الإنسان بمواد أخرى هي أقل ضرراً وتلوثاً للبيئة وتقلل من معدلات الضرر نتيجة استبعاد الأنشطة التي لا تضيف قيمة للمنتج أو العميل، مما أدى لتقليل تكلفة المنتج، وتقليل استهلاكه للطاقة الكهربائية، وتحسين سمعة وصورة المؤسسة لتلبية المتطلبات الاقتصادية والبيئية وتحسين ميزتها التنافسية.

كما اتجهت دراسة Yang (2022) الى اختيار التكلفة على أساس النشاط كأسلوب لمحاسبة التكاليف البيئية ، مع مؤسسة تعمل بمجال النسيج، تم توضيح الأفكار الأساسية والإجراءات العامة لهذا النوع من المحاسبة، بهدف تقديم مراجع واقتراحات لإدارة التكاليف البيئية بالمؤسسة، وتوصلت إلى أن مؤسسة النسيج يمكنها تعزيز الممارسات المتعلقة بإدارة التكاليف البيئية من خلال تبني وتنفيذ نظام تكاليف قائم على النشاط، هذا النهج يساعد على تحسين التحكم والرقابة في التكاليف، ويسهم في تحسين تخصيص الموارد وتعزيز أداء الاستدامة الشاملة للمؤسسة.

كما اوضحت دراسة Okere et .al (2022) مدى تأثير تكاليف المحاسبة البيئية على الأداء المالي بشركات النفط والغاز المختارة بنيجيريا، ولقد تم استخدام المصدر الثانوي للبيانات وتم الحصول عليه من خلال التقرير السنوي لمجموعة البورصة النيجيرية وشركات Conoil وMRS Oil وForte Oil الذي يغطي فترة 21 عامًا (2000-2020)، وتوصلت الى أن تكلفة الفشل البيئي الداخلي والخارجي تؤثر بشكل إيجابي وكبير على الأداء المالي لشركات النفط والغاز بنيجيريا، بالمقابل كشفت أن تكاليف منع التلوث البيئي وتكاليف الكشف البيئي لا تؤثر بشكل كبير على الأداء المالي لهذه الشركات، ولذلك أوصت الدراسة بضرورة استمرار إدارة شركات البترول في تخصيص جزء من الأموال لتكلفة الأعطال الداخلية لضمان التخفيض المستمر للملوثات في البيئة إلى القدر الذي يتناسب والمعايير البيئية.

كما اسهمت دراسة Yan (2022) في الإفصاح عن معلومات المحاسبة البيئية في ربط حماية البيئة بالتنمية الاقتصادية ، وتوصلت إلى أن مستوى جودة الإفصاح عن معلومات المحاسبة البيئية للشركة كان في المستوى 'العام' وذلك عن سنوات خمس ماضية، كما أن جودة المحاسبة البيئية للشركات والإفصاح عن المعلومات يمكن تعزيزهما من خلال كثافة التنظيم البيئي الحكومي ، وقدمت الدراسة توصيات لشركات المعادن، مثل تعزيز مفهوم حماية البيئة وزيادة الوعي بالإفصاح عن معلومات المحاسبة البيئية، كما دعت لتشجيع الابتكار التكنولوجي في الحفاظ على الطاقة وخفض الانبعاثات، وتقليل كثافة انبعاثات الكربون، وأوصت الدراسة الحكومة بتوفير بيئة اجتماعية مواتية ودعم سياسي لصناعة المعادن غير الحديدية، لتعزيز إفصاح المعلومات البيئية وصياغة القوانين واللوائح ذات الصلة، بالإضافة إلى تعزيز الرقابة بشكل مستمر.

كما هدفت دراسة Ali Alawaed et.al(2022) لبيان اهمية دمج الهندسة العكسية وأساليب التكلفة على أساس الخصائص في عملية تصميم المنتج، وتوصلت الدراسة إلى ان الهندسة العكسية تعمل على تحسين قيمة المنتج بناءً على تقييم المنتجات المنافسة، في حين أن أساليب التكلفة على أساس الخصائص تعمل على استخدام نهج العملية لتحديد الأنشطة وتقديم تلك الأنشطة إلى المنتجات أو العملاء باستخدام خصائص المنتج، كما يؤدي دمج كلاً من الاسلوبين معًا إلى تحسين قيمة المنتج، وزيادة رضا العملاء، ودعم الميزة التنافسية.

كما اوضحت دراسة Hazrati et.al(2022) مفهوم تكاليف الجودة البيئية وأهدافها وأنواعها من حيث ارتباطها بالمؤسسة الاقتصادية ومن حيث آثارها المالية على الوحدة الاقتصادية ، وتوصلت إلى ان تكاليف الجودة هي التكاليف التي يتم تحملها لمنع إنتاج منتج منخفض الجودة، وتكاليف الجودة مهمة لسمعة المؤسسة، ولها دور في حماية المستهلك، وتطبيق نظام الجودة يؤدي لزيادة كبيرة في حصة المؤسسات الإنتاجية في السوق، وكذلك زيادة الإنتاجية وتكاليف الجودة، فكلما ارتفعت الجودة كلما زادت الإنتاجية وانخفضت التكاليف. وتتوزع تكاليف الجودة على نوعين

المطابقة (المنع والتقييم)، وعدم المطابقة (الفشل الداخلي والفشل الخارجي)، حيث وجد أنه كلما ارتفعت تكاليف المطابقة انخفضت تكاليف عدم المطابقة، وأوصت بزيادة الاستثمار في تكاليف الوقاية إلى المستوى الذي يؤدي لخفض تكاليف الجودة بشكل عام وتكاليف الفشل الداخلي والفشل الخارجي بشكل خاص، وأنه يجب الاهتمام بتكاليف الجودة لأنها تؤثر على جودة المنتج المقدم للمستهلك، وتحتل تكاليف الوقاية أعلى أهمية نسبية بين أنواع التكاليف لأنها تساهم بشكل فعال في الحد من حدوث تكاليف الجودة الأخرى.

كما ناقشت دراسة Jan (2023) أن المحاسبة تتغير بشكل نشط بسبب قدرتها على التكيف مع الأدوار الجديدة والوفاء بالوظائف التي يحتاجها أعضاء المجتمعات المتنوعة، في حين أن المحاسبة هي وسيلة ساعدت البشر في مراقبة الموارد ومحاسبة الأفراد المفوضين الذين يديرون هذه الموارد، إلا أنها تخضع أيضًا للاختبار لمراعاة الأنشطة البشرية مع الطبيعة، ولذلك يجب أن يكون مستخدمي تقارير الشركات على علم باستدامة الشركات التي يستثمرون فيها، ولقد توصلت إلى ان تقارير الاستدامة التي تشمل الإفصاحات المالية وغير المالية، تعد أمرًا بالغ الأهمية لإعلام أصحاب المصلحة بممارسات الاستدامة للشركات التي يستثمرون فيها، ومع ذلك، هناك نقص في الإفصاح الطوعي في هذا المجال، مما يشير إلى وجود فجوة يجب معالجتها في الممارسات المحاسبية.

أما دراسة Ali et. al (2023) كان الهدف الرئيسي منها هو إثبات تطبيق معايير محاسبة الاستدامة (SASs)، وهو معيار تحويل الموارد إلى المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) لتقليل التكاليف، ولقد توصلت الدراسة إلى ان الأمر الذي سيحقق ما تسعى إليه أبعاد الاستدامة بالإضافة إلى خفض تكاليف الإنتاج وتحسين جودة البطاريات، وكذلك خفض التكاليف من خلال الاعتماد على الحاجة الفعلية للعمال بما يتماشى مع متطلبات الاستدامة، واوصت الدراسة بضرورة أعتماد الشركات الصناعية معيار تحويل الموارد إلى معدات كهربائية وإلكترونية لتحقيق تخفيضات في التكاليف وتحسين القدرة التنافسية في السوق.

واستهدفت دراسة Kazim et .al (2023) بيان مدى اهتمام الشركات بواجباتها تجاه المجتمع وخاصة فيما يتعلق بالمسؤوليات الاجتماعية والبيئية والمالية، وكشفت الدراسة عن عدة معوقات ومشاكل تعترض إنشاء الشركات، خاصة في قطاع صناعة الإطارات والصناعات الأخرى، من بينها عدم وجود برامج تثقيفية حول أهمية التكاليف البيئية المستدامة وعدم وجود نظام محاسبي يحقق أغراض الإفصاح المحاسبي عن التكاليف البيئية، وعدم وجود معايير ملزمة للإفصاح المحاسبي عن التكاليف البيئية، وتوصي الدراسة بأهمية التركيز على الإفصاح الكافي والمناسب عن التكاليف البيئية، حيث يمكن أن يؤدي هذا الإفصاح إلى تحسين جودة المعلومات التي تُدرج في التقارير المالية للشركات، كما يساهم الإفصاح الفعال في كسب سمعة طيبة للشركات، ويعزز مساهمتها في الحفاظ على أبعاد الاستدامة البيئية والاجتماعية، مما يعزز من قدرتها على جذب الاستثمارات وتحقيق النمو المستدام في المدى الطويل

أوجه التشابه و أوجه الاختلاف بين الدراسات السابقة و الدراسة الحالية:

- **أوجه التشابه:**
  - تناولت جميع الدراسات موضوع التكاليف البيئية وأثرها على قطاعات مختلفة.
  - ركزت الدراسة الحالية وبعض الدراسات التي تم استعراضها على قطاع الصناعة مثل دراسة Yang.
  - تناولت بعض الدراسات السابقة موضوع الهندسة العكسية مثل دراسة Josef.
  - هدفت جميع الدراسات إلى تحديد أثر التكاليف البيئية ووضع توصيات لتطويرها.
- **أوجه الاختلاف:**
  - ركزت الدراسة الحالية على أثر التكاليف البيئية على الهندسة العكسية المستدامة بشكل خاص.
  - طبقت الدراسة الحالية على قطاع الصناعات بمصر بينما طبقت بعض الدراسات السابقة على قطاعات أخرى.
  - تناولت الدراسة الحالية موضوع الهندسة العكسية المستدامة بشكل أدق مقارنة بالدراسات التي تم التطرق اليها.
  - تميزت الدراسة الحالية بأنها دراسة تطبيقية بينما اكتفت بعض الدراسات السابقة بالجانب النظري فقط.

القسم الثالث: الاطار النظري للدراسة

أولًا:الإطار المفاهيمي لتكاليف الجودة البيئية:

1- مفاهيم تكاليف الجودة البيئية:

يمثل دمج اعتبارات الجودة البيئية في المحاسبة تقدماً جوهرياً في كيفية تقييم وإدارة وإفصاح المنظمات عن آثارها البيئية، حيث تتضمن هذه المحاسبة قياس التكاليف البيئية وتقييم الالتزامات والإفصاح عنها، مما يعكس جهوداً متكاملة لمواءمة التقارير المالية مع متطلبات الاستدامة. تسعى الدراسة إلى استكشاف مفاهيم وتأثيرات الجودة البيئية في المحاسبة، مع التركيز على أهميتها ومنهجياتها وآثارها ضمن إطار شامل لاستدامة الشركات والإدارة المالية المسؤولة .(Kazim et.al 2023: 298)

كما تمثل المحاسبة البيئية تخصصاً دقيقاً في المحاسبة يسعى إلى تحديد وتقدير التأثيرات البيئية لأنشطة ومنتجات وخدمات المنظمات والإفصاح عنها، وهو يشمل تحديد وقياس التكاليف البيئية وتقييم الالتزامات البيئية والإفصاح عن مؤشرات الأداء البيئي ضمن التقارير المالية، ويتجاوز نطاق المحاسبة البيئية أبعاداً متعددة، بما في ذلك استهلاك الموارد، وإدارة النفايات، والانبعاثات، ونفقات مكافحة التلوث، واستثمارات الحفاظ على البيئة(Yang, 2022: 101) . كما أن أحد جوانب الجودة البيئية الأساسية في المحاسبة هو ممارسة تكاليف الجودة البيئية، والتي تتطلب تحديداً منهجياً وتصنيفاً وتخصيصاً للتكاليف المرتبطة بالتأثيرات البيئية. يتضمن ذلك التكاليف الداخلية مثل النفقات على

معدات مكافحة التلوث وإدارة النفايات والمعالجة البيئية، بالإضافة إلى التكاليف الخارجية مثل الآثار الاجتماعية والبيئية للتلوث واستنزاف الموارد ومن خلال دمج هذه التكاليف في التقارير المالية، تكتسب المنظمات فهماً أعمق للآثار المالية المترتبة على أنشطتها البيئية(Bicer & Darewi, 2019: 195) .

إن تكاليف الجودة البيئية هي أداة تزود المستفيدين بالمعلومات المحاسبية وصناع القرار بمعلومات التكاليف المتعلقة بالجوانب البيئية لإعطاء صورة كافية وكاملة عن أداء المنشأة لتشمل البيانات المتعلقة بالأداء البيئي وكذلك البيانات المتعلقة بالجوانب المالية (Elnagi,2021:54).

كما تتضمن الجودة البيئية في المحاسبة أيضاً استخدام مؤشرات الأداء البيئي لقياس وتوصيل الإدارة البيئية للمؤسسة، مثل انبعاثات الغازات الدفيئة واستهلاك الطاقة واستخدام المياه وتوليد النفايات، بالإضافة إلى تنفيذ أنظمة الإدارة البيئية. من خلال دمج هذه المؤشرات في التقارير المالية، توفر المنظمات رؤية شفافة لأدائها البيئي، مما يعزز المساءلة ويساعد على اتخاذ القرارات الاستراتيجية بشكل أكثر تنويراً(Okere et.al 2022: 175)

كما ان دمج مفاهيم الجودة البيئية داخل الممارسات المحاسبية يؤثر بشكل بعيد المدى على المنظمات وأصحاب المصلحة، ويلعب دوراً رئيسياً في المشهد المجتمعي الأوسع، ويساهم هذا التحول النموذجي في المنهجيات المحاسبية في عدة آثار مهمة ومنها (Yan, 2022: 10):

- **تعزيز تقارير الاستدامة:**

تولد الجودة البيئية في المحاسبة تقارير استدامة أكثر شمولاً وشفافية، مما يمكّن المؤسسات من توصيل تأثيراتها البيئية ومخاطرها وأدائها بطريقة منظمة وموحدة ومن خلال الافصاح عن التكاليف البيئية والالتزامات ومؤشرات الأداء، توفر المنظمات لأصحاب المصلحة فهمًا أوضح لبصمتهم البيئية، وبالتالي تعزيز الثقة والمساءلة واتخاذ القرارات المستنيرة.

- **اتخاذ قرارات مستنيرة:**

من خلال دمج مفاهيم الجودة البيئية في الإطار المحاسبي، يتم تمكين المنظمات من اتخاذ قرارات أكثر استنارة تتعلق بتخصيص الموارد والكفاءات التشغيلية والتخطيط الاستراتيجي، كما إن الافصاح عن التكاليف البيئية ومؤشرات الأداء يمكّن صناع القرار من تقييم الآثار المالية للتأثيرات البيئية وتحديد أولويات الاستثمارات في الممارسات والتقنيات المستدامة.

- **إدارة المخاطر والامتثال:**

تعزز الجودة البيئية إدارة المخاطر والامتثال التنظيمي بشكل أكثر قوة من خلال تحديد التكاليف البيئية، كما يمكن معالجة المخاطر البيئية بشكل استباقي، وضمان الامتثال للوائح البيئية، والتخفيف من الآثار المالية والسمعة المحتملة لعدم الامتثال البيئي.

- **مشاركة أصحاب المصلحة:**

يؤدي دمج الجودة البيئية في المحاسبة إلى تعزيز المشاركة القوية مع أصحاب المصالح، بما في ذلك المستثمرين والعملاء والمنظمين والمجتمع الأوسع، كما إن الإفصاح عن الأداء والتكاليف البيئية يعزز ثقة أصحاب المصلحة، ويسهل الحوار حول الإشراف البيئي، ويوائم الممارسات التنظيمية مع توقعات أصحاب المصالح وأهداف التنمية المستدامة.

وتستنتج الباحثة مما سبق ان دمج مفاهيم الجودة البيئية ضمن الاطار المحاسبي يعد تحولاً حاسماً نحو الطرق التي يتم من خلالها تقييم وإدارة الآثار البيئية، ومن خلال الافصاح عن مؤشرات الأداء البيئي وقياس التكاليف البيئية ودمج الاعتبارات البيئية في التقارير المالية، تستطيع المؤسسات تعزيز فهمها لبصمتها البيئية وأثرها المالي بشكل أكبر، و تترتب على ذلك آثار إيجابية عديدة مثل تعزيز تقارير الاستدامة، واتخاذ القرارات المستنيرة، وإدارة المخاطر بفعالية، ومشاركة أصحاب المصلحة، ويحفز هذا التطور في الممارسات المحاسبية الجهود التنظيمية للتخفيف من الآثار البيئية، ودفع الكفاءات التشغيلية، والمساهمة في اقتصاد عالمي أكثر استدامة ومرونة، ومع استمرار المؤسسات في تبني مبادئ الجودة البيئية، يرسمون مسارًا نحو زيادة الشفافية والمساءلة والمسؤولية، مما يعزز إرثهم في مجال الإشراف المالي والاستدامة البيئية.

2- أسباب الاهتمام بتكاليف جودة البيئية:

تحتاج المنشآت لادارة تكاليف الجودة البيئية إلى خبرات متنوعة منها الخبرة البيئية والفنية والمحاسبة المالية والإدارية، وهناك عدة أسباب للاهتمام بتكاليف الجودة البيئية ومنها (Elnagi,2021:55-56):

أ. تكاليف جودة البيئة ذات قيمة عالية.

ب. من الصعب حساب التكاليف البيئية و لحساب تلك التكاليف وتأثيرها على الأنشطة الملوثة والمسببة للتلوث، يجب على المحاسبين توزيع تلك التكلفة بشكل أكثر عدالة على الأنشطة الملوثة.

ج. زيادة الوعي البيئي مما أدى إلى متطلبات اجتماعية وقانونية لحساب التكاليف البيئية والإفصاح عنها.

د. أهمية التقارير المحاسبية في تزويد الإدارة بالمعلومات التي تساعد في تحديد المدخلات والعمليات والمخرجات.

3- تحليل تكاليف الجودة البيئية

تحليل تكلفة الجودة البيئية (EQCA) يشمل تقييماً منهجياً وتخصيصاً للتكاليف المتعلقة بالتأثيرات البيئية والمخاطر وجهود الإشراف ضمن الإطار المالي للمنظمة، كما يهدف لاستكشاف مفاهيم وتأثيرات تحليل تكلفة الجودة البيئية بتسليط الضوء على أهميتها ومنهجياتها وتداعياتها ضمن سياق أوسع يتعلق بالاستدامة الشركات والإدارة المالية المسؤولة (Heydari et al 2021: 1957) .

كما يمثل (EQCA) نهجًا استباقيًا لدمج كافة التكاليف البيئية والالتزامات ومؤشرات الأداء في الأنظمة المحاسبية وإعداد التقارير المالية في ضوئها ، ويتضمن التكاليف المتعلقة بالتأثيرات البيئية، ومكافحة التلوث، وإدارة النفايات، والامتثال البيئي، ومبادرات الاستدامة، كما ان الهدف من EQCA هو تزويد صناع القرار وأصحاب المصلحة بفهم شامل للآثار المالية للبصمة البيئية للمنظمة وتكاليف وفوائد الإشراف البيئي(Khan, et al 2022: 2363) ، و تشمل مكونات تحليل تكلفة الجودة البيئية الآتي(Wagner & Grzelka, 2024 :7) :

- **تكاليف الوقاية البيئية:**

تشمل النفقات والتي تهدف لمنع أو تقليل التأثيرات والمخاطر البيئية، وقد تشمل هذه الاستثمارات في تقنيات منع التلوث، وأنظمة الإدارة البيئية، ومراقبة الامتثال، وتدريب الموظفين وذلك بتخصيص الموارد لأنشطة الوقاية وبالتالي تقليل الحوادث البيئية والتكاليف الناتجة عنها.

- **تكاليف الافصاح والقياس:**

تشمل النفقات المتعلقة بتحليل ورصد وتقييم التأثيرات البيئية والانبعاثات والامتثال للتشريعات البيئية، وتتضمن تكاليف الأجهزة للرقابة البيئية، والتحاليل المخبرية، والتدقيق البيئي، وتقييم أداء الجوانب البيئية من خلال الاستثمار في تلك الأنشطة تسعى المؤسسات إلى جمع البيانات حول أدائها البيئي وضمان الامتثال للمتطلبات التنظيمية.

- **تكاليف الفشل الداخلي:**

تتضمن العواقب المالية للحوادث البيئية، وأحداث عدم الامتثال، والتأثيرات البيئية التى تحدث ضمن عمليات المنظمة، وتتضمن هذه التكاليف النفقات المتعلقة بالإصلاح البيئي، وأنشطة التنظيف، والغرامات والعقوبات على عدم الامتثال، واستعادة النظم البيئية المتأثرة، وقياس هذا النوع من التكاليف يهدف لفهم المخاطر المالية المرتبطة بالحوادث البيئية وتحديد أولويات التدابير الرامية لتخفيف تلك المخاطر.

- **تكاليف الفشل الخارجي:**

تتضمن الآثار المالية المتعلقة بالحوادث البيئية وأحداث عدم الامتثال والتي تتجاوز حدود المنظمة، وتؤثر على أصحاب المصالح والمجتمع ، يمكن أن تشمل هذه التكاليف النفقات المتعلقة بالمطالبات القانونية، وتعويض المجتمعات المتضررة، والأضرار التي قد تلحق بالسمعة، وفقدان خدمات النظام البيئي، ومن خلال تقييم تكاليف الفشل الخارجي، تسعى المنظمات لفهم الآثار الاجتماعية والبيئية للحوادث البيئية، وتعزيز استراتيجيات إدارة المخاطر والتخفيف من آثارها.

ثانياً: الإطار المفاهيمي للهندسة العكسية المستدامة:

1- ماهية الهندسة العكسية المستدامة:

تعرف الهندسة العكسية بأنها الدراسة والفحص المنطقي للمنتجات المنافسة وبيان آلية عملها بهدف تحديد فرص تقليل أو تحسين تكلفة المنتج من أجل التفوق على الوحدات الاقتصادية المنافسة (Al-Rubaie et.al,2022:1307).

تعمل الهندسة العكسية كنظام مهم في مجال التصميم والأعمال التجارية القائمة على الإنتاج، حيث تتضمن أسس الهندسة العكسية تحليل بنية المنتج، وطرق التصميم العكسي، والأساليب الفنية المتنوعة، ومعالجة البيانات والنمذجة ، وتشكل هذه المفاهيم الأساسية جوهر مجال الهندسة العكسية، حيث توفر أساسًا للتصنيع الرقمي وابتكار تصميم المنتجات (Li, 2024:55) ، وازداد تأثيرها في تعزيز التطور الصناعي والتحفيز على المزيد من المنافسة ، حيث تمثل نهجاً تحويلياً يهدف لاستخدام الموارد بكفاءة، وتقليل النفايات، وتعزيز الإشراف البيئي، و تجسد الهندسة العكسية المستدامة في المحاسبة تحولًا نموذجيًا يهدف إلى دمج الاعتبارات البيئية والاجتماعية في عمليات التفكيك وإعادة الهندسة وإعادة التصنيع، وبالتالي تحقيق كفاءة أكبر في استخدام الموارد، وتقليل النفايات، في إطار استدامة الشركات والإدارة المالية المسؤولة (Kadhim et.al,2019:647-648).

تتضمن الهندسة العكسية المستدامة تطبيق المبادئ المسؤولة بيئياً واجتماعياً على عملية الهندسة العكسية، ويؤكد هذا النهج على استخدام المواد المستدامة، والممارسات الموفرة للطاقة، والمنهجيات الصديقة للبيئة أثناء عملية الهندسة العكسية، وهو يشمل النظر في دورة حياة المنتج بأكملها، بدءًا من التفكيك الأولي وحتى مراحل إعادة الهندسة وإعادة التصنيع، بهدف تخفيض النفايات، وتقليل التأثيرات البيئية، وتعزيز استخدام الموارد(Ali et.al, 2023:555) .

وفي جوهرها، تتوافق الهندسة العكسية المستدامة مع مبادئ الاقتصاد مع التركيز على إعادة استخدام المكونات والمواد وتجديدها وإعادة تدويرها لإطالة دورة حياة المنتج وتقليل استهلاك الموارد، وتسعى المنظمات جاهدة لتقليل

العبء على مواردها الطبيعية، وتقليل توليد النفايات، وتعزيز الاستخدام المستدام للمواد، وبالتالي المساهمة في نظام بيئي صناعي أكثر كفاءة في استخدام الموارد ومسؤولًا بيئياً(Doaim & Hatif, 2021 :2465) .

كما تستلزم الهندسة العكسية المستدامة تقييم وقياس التأثيرات البيئية ويشمل ذلك تحديد وتخصيص التكاليف البيئية، وقياس استهلاك الطاقة والموارد، وتحديد كمية توليد النفايات والانبعاثات، ومن خلال دمج تقييمات الأثر البيئي في الأطر المحاسبية، تكتسب المنظمات فهماً أكثر شمولاً للآثار البيئية لعمليات الهندسة العكسية، وبالتالي تعزيز الشفافية، واتخاذ القرارات المستنيرة، والإشراف البيئي(Daim & Al-Maryani, 2023:520) .

وفي ضوء ما سبق تستنتج الباحثة إن آثار الهندسة العكسية المستدامة لها صدى عبر أبعاد متعددة، تشمل كفاءة الموارد، والرعاية البيئية، والابتكار، وإشراك أصحاب المصلحة، كما انه لا يؤدي هذا التطور في الممارسات المحاسبية والادارية إلى مواءمة التقارير المالية مع ضرورات الاستدامة فحسب، بل يحفز أيضًا الجهود التنظيمية لتقليل الهدر، وتعزيز الكفاءة التشغيلية، والمساهمة في اقتصاد عالمي أكثر استدامة ومرونة، ومع استمرار المؤسسات في تبني مبادئ الهندسة العكسية المستدامة ، فإنها ترسم مساراً نحو تحقيق وفورات تكاليفية كبيرة، وتقليل بصمتها البيئية.

2- استراتيجيات لتحقيق الهندسة العكسية المستدامة:

تمثل الهندسة العكسية المستدامة نقلة نوعية في الطريقة التي تتعامل بها المنظمات مع استخدام الموارد، والحد من النفايات، والإشراف البيئي، ومن خلال دمج الاعتبارات البيئية والاجتماعية في عمليات التفكيك وإعادة الهندسة وإعادة التصنيع، يمكن للمؤسسات تعزيز كفاءة الموارد وتقليل النفايات وتعزيز مبادئ الاقتصاد. يهدف هذا الاستكشاف الشامل إلى توضيح استراتيجيات تحقيق الهندسة العكسية المستدامة في المحاسبة، وتسليط الضوء على أهميتها ومنهجياتها وآثارها ضمن المشهد الأوسع لاستدامة الشركات والإدارة المالية المسؤولة ، وتتمثل تلك الاستراتيجيات في الاتي(Saiga et.al 2021: 519-520) :

- **تصميم قابل للتفكيك وإعادة التصنيع:**

تتمثل إحدى الاستراتيجيات الرئيسية لتحقيق الهندسة العكسية المستدامة في تبني مبادئ تصميم قابلة للتفكيك وإعادة التصنيع، يتضمن ذلك تصميم منتجات ذات مكونات معيارية وواجهات موحدة ومواد يسهل فصلها وإعادة تدويرها، من خلال التركيز على مرحلة نهاية العمر أثناء مرحلة تصميم المنتج، يمكن للمؤسسات تبسيط عملية الهندسة العكسية، وتقليل توليد النفايات، وتعزيز دائرية الموارد، كما تعكس الهندسة العكسية المعرفة التي اكتسبتها الشركة من خلال تفكيك المنتجات ومراقبة وحداتها الفنية التي تسمح للشركة بتقليد تصميمات منتجاتها وتحسينها وتطوير منتجات منخفضة التكلفة (Adomako et.al,2024:214-215).

- **إمكانية تتبع المواد وتقييم دورة حياة المنتج:**

يعد تنفيذ إمكانية تتبع المواد وإجراء تقييمات دورة حياة المنتج من الاستراتيجيات المهمة للهندسة العكسية المستدامة، من خلال تتبع أصل وتكوين المواد المستخدمة في المنتجات، يمكن للمؤسسات اتخاذ قرارات مستنيرة بشأن عمليات التفكيك وإعادة التدوير وإعادة التصنيع، علاوة على ذلك فإن تقييمات دورة حياة المنتج تمكن المؤسسات من قياس الآثار البيئية للمنتجات على مدى دورة حياتها، وتوجيه القرارات بشأن استخدام الموارد، وتقليل النفايات، والآثار البيئية لأنشطة الهندسة العكسية.

- **الاستفادة من التكنولوجيا والابتكار:**

إن اعتماد تقنيات التفكيك المتقدمة، مثل الروبوتات، وأنظمة الفرز الآلي، وعمليات التفكيك الذكية، يمكن أن يعزز بشكل كبير كفاءة وفعالية أنشطة الهندسة العكسية ومن خلال الاستفادة من التكنولوجيا، يمكن للمؤسسات تحسين عملية التفكيك، واستعادة المواد القيمة، وتقليل التأثير البيئي لعمليات الهندسة العكسية.

كما يمكن أن يؤدي استخدام تقنية التوأم الرقمي وأنظمة إدارة دورة حياة المنتج القوية (PLM) إلى تعزيز الهندسة العكسية المستدامة في المحاسبة، حيث تعمل على تمكين المؤسسات من إنشاء نسخ طبق الأصل افتراضية من المنتجات، مما يمكن من تصور ومحاكاة عمليات التفكيك قبل التنفيذ الفعلي،كما توفر أنظمة PLM رؤية شاملة وتحكمًا في بيانات المنتج، مما يمكّن المؤسسات من إدارة دورة حياة المنتج وتتبع استخدام المواد وتحسين عمليات الهندسة العكسية.

- **التعاون والمشاركة في سلسلة التوريد:**

يعد بناء شراكات تعاونية مع الموردين والمصنعين ومقدمي الخدمات اللوجستية العكسية أمرًا ضروريًا لتحقيق الهندسة العكسية المستدامة، ومن خلال التعامل مع أصحاب المصالح عبر سلسلة التوريد، يمكن للمؤسسات تحسين استرداد المواد، وإنشاء أنظمة حلقة مغلقة، وتعزيز نظام بيئي تعاوني يعزز الاقتصاد والإدارة المستدامة للموارد.

كما يعد إشراك الموردين وتعزيز الشفافية في سلسلة التوريد أمرًا بالغ الأهمية لضمان توافر المواد والمكونات المستدامة لإعادة التصنيع فالعمل مع الموردين الملتزمين بالمسئولية البيئية والاجتماعية، يمكن المؤسسات من الحصول على مواد ذات تأثير بيئي منخفض، وتقليل استخدام الموارد البكر، ودعم المصادر الأخلاقية للمواد لأنشطة الهندسة العكسية. كما ان تكنولوجيا الهندسة العكسية ستساهم بشكل كبير في توفير معلومات محاسبية تعزز عمل نظم معلومات إدارة التكاليف في خفض التكاليف الداخلية مثل تقليل تكاليف سلسلة التوريد(Doaim & Hatif, 2021: 2468) .

- **تقييم الأثر البيئي وإعداد التقارير**

يعد إجراء تقييمات شاملة للأثر البيئي وقياس الفوائد البيئية لأنشطة الهندسة العكسية جزءًا لا يتجزأ من ممارسات محاسبة الاستدامة، ومن خلال تقييم الانخفاض في انبعاثات الغازات الدفيئة وتوفير الطاقة وتحويل النفايات الذي تم تحقيقه من خلال الهندسة العكسية، يمكن للمؤسسات إيصال الفوائد البيئية والقيمة الاقتصادية للهندسة العكسية المستدامة إلى أصحاب المصلحة وصناع القرار.

كما إن دمج تقييمات الأثر البيئي وتقدير الفوائد البيئية بالتقارير المالية يمكّن المؤسسات من توصيل إنجازاتها في مجال الاستدامة والآثار المالية للهندسة العكسية المستدامة، ومن خلال الافصاح عن الفوائد البيئية والمالية لأنشطة الهندسة العكسية، يمكن للمؤسسات تعزيز الشفافية وتعزيز ثقة أصحاب المصلحة ومواءمة ممارساتها المحاسبية مع أهداف التنمية المستدامة.

ومن خلال ما سبق يمكن للباحثة استنتاج ان استراتيجيات تحقيق الهندسة العكسية المستدامة في المحاسبة تشمل نهجًا متعدد الأوجه يدمج مبادئ الاقتصاد والتكنولوجيا والابتكار والتعاون وتقييم الأثر البيئي ومن خلال تبني هذه الاستراتيجيات، يمكن للمؤسسات تحسين عملية الهندسة العكسية، وتقليل توليد النفايات، وتعزيز الاستخدام المستدام للموارد، وبالتالي تعزيز نظام بيئي صناعي أكثر دائرية ومرونة، كما إن دمج الهندسة العكسية المستدامة لا يؤدي فقط إلى مواءمة التقارير المالية مع الاستدامة، بل يحفز أيضًا الجهود التنظيمية للتخفيف من الآثار البيئية، ودفع الكفاءات التشغيلية، والمساهمة في اقتصاد عالمي أكثر استدامة ومرونة.

3- أبعاد الهندسة العكسية المستدامة:

الهندسة العكسية المستدامة تشمل عدة أبعاد تسعى جميعها إلى تحقيق الاستدامة في المجالات المختلفة، و تتمثل الأبعاد الرئيسية للهندسة العكسية المستدامة في الاتي(Doaim & Hatif, 2021: 2467) :

أ. **التحليل المالي المستدام:** يركز على تحليل الأداء المالي للمنتجات أو الأنظمة بمراعاة العوامل البيئية والاجتماعية والاقتصادية، ويهدف لتقدير التكاليف والفوائد البيئية والاجتماعية للتحسينات المستدامة وتحديد الاستثمارات الأكثر استدامة ، يتم قياس التحليل المالي المستدام عن طريق مقارنة الأداء المالي للشركة على المدى الطويل والقصير، ويتم استخدام مؤشرات مالية مثل نسب الربحية، نسب الديون، والتدفقات النقدية لتقييم الأداء المالي المستدام.

ب. **المراجعة المستدامة:** تشمل تقييم ومراجعة الأنظمة والعمليات للتحقق من مدى توافقها مع المعايير والمبادئ المستدامة، وتتضمن المراجعة المستدامة تحليل أداء المنتجات والعمليات من حيث الاستدامة البيئية والاجتماعية والاقتصادية، يتم قياس المراجعة المستدامة من خلال تقييم مدى تضمين العوامل البيئية

والاجتماعية في عمليات المراجعة التقليدية، ويتم استخدام مؤشرات المراجعة المستدامة مثل تقييم مخاطر البيئة وتقييم الأثر البيئي للشركة.

ج. **التخطيط المستدام:** يعنى بتطوير استراتيجيات وخطط لتحقيق الاستدامة بالمؤسسات، كما يشمل التخطيط المستدام تحديد الأهداف البيئية والاجتماعية والاقتصادية، وتحليل المخاطر وتحديد الإجراءات اللازمة لتحقيق الاستدامة على المدى الطويل، يتم قياس التخطيط المستدام من خلال تقييم مدى اعتماد الشركة على استراتيجيات تنموية تأخذ بعين الاعتبار العوامل البيئية والاجتماعية، ويتم استخدام مؤشرات مثل تحليل دورة الحياة للمنتجات وتقييم الآثار البيئية للخطط التشغيلية.

د. **تكنولوجيا المحاسبة المستدامة:** تشير لاستخدام التكنولوجيا والأنظمة المحاسبية لرصد وتحليل الأداء البيئي والاجتماعي والاقتصادي للمؤسسات وتوفير المعلومات اللازمة لاتخاذ قرارات استدامة مستنيرة ومساعدة المؤسسات على قياس وتقييم تأثيرها البيئي والاجتماعي، قياس تكنولوجيا المحاسبة المستدامة يتضمن تقييم مدى استخدام التكنولوجيا البيئية والاجتماعية في أنظمة المحاسبة، ويمكن استخدام مؤشرات مثل نسبة استخدام تقنيات المحاسبة الرقمية والوسائط البيئية الصديقة للبيئة.

ومن خلال ما سبق يمكن للباحثة استنتاج ان تلك الأبعاد تعمل معًا لتعزيز الاستدامة في العمليات والنظم والمنتجات والقرارات المالية، ويمثل تكامل هذه الأبعاد جوانب مهمة في الهندسة العكسية المستدامة لتحقيق التنمية المستدامة والحفاظ على البيئة والمجتمع والاقتصاد على المدى الطويل.

4- فوائد الهندسة العكسية:

للهندسة العكسية مجموعة من الفوائد، وهي (Al chlaihawi,2023:19):

أ. بناء القدرات الفنية للمصنعين من خلال التعرف على المنتج وفهمه بشكل كامل (الحصول على المعرفة الفنية للمنتجات) وبناء الثقة بالنفس بين المهندسين وخبراء الصناعة.

ب. تحديث وتحسين وتطوير تصميم المنتج لتلبية احتياجات العملاء مثل التشغيل الأفضل وإضافة الميزات واستكشاف أخطاء المنتج وتلبية متطلبات السوق مثل التغيير التكنولوجي أو التحسين وخفض التكلفة.

ج. خلق القدرة على الفهم أثناء نقل التقنيات المتقدمة.

د. تدريب الخبراء المطلوبين في الصناعات الاستراتيجية.

هـ. اتخاذ خطوات منهجية للمساعدة في فهم وتوثيق عمليات التصميم

و. تمكين المقارنة المعيارية لفهم منتجات المنافسين وتطوير منتجات أفضل.

ز. إعادة الهندسة باستخدام المعرفة الفنية التي تم الحصول عليها من خلال الهندسة العكسية.

ثالثًا: اثر تكاليف الجودة البيئية على الهندسة العكسية المستدامة :

ان تأثير تكاليف الجودة البيئية على الهندسة العكسية المستدامة يمثل رابطة حاسمة بين النظرية والتطبيق لمحاسبة التكاليف، حيث توفر الأطر النظرية الأسس المفاهيمية لفهم الآثار البيئية والمالية للأنشطة التنظيمية، كما إن التنفيذ العملي للاستراتيجيات والمنهجيات أمر ضروري لتحقيق فوائد ملموسة وإحداث تغيير ملموس من خلال بيان تأثير تكاليف الجودة البيئية على الهندسة العكسية المستدامة، مع القاء الضوء على التفاعل بين المبادئ النظرية والتطبيقات العملية بمجال محاسبة التكاليف واستدامة الشركات.

كما إن مفهوم تكاليف الجودة البيئية متجذر في الإطر النظرية للمحاسبة، والذي يؤكد على أهمية تحديد وقياس التكاليف البيئية، بما في ذلك تكاليف الوقاية والافصاح وكذلك تكاليف الفشل الداخلي والخارجي، لتزويد صناع القرار برؤية شاملة للآثار المالية للتأثيرات البيئية، ويتضمن تحليل تكلفة الجودة البيئية تكاملاً منهجياً مع التكاليف البيئية والالتزامات ومؤشرات الأداء في أنظمة المحاسبة وإعداد التقارير المالية الخاصة بالمنظمة، كما ان الاهتمام بتكاليف الجودة البيئية في المنظمات يسهم في تعزيز الفهم الشامل لبصمتها البيئية وآثارها المالية لاتخاذ قرارات اكثر استدامة.

وكذلك يكمن الأساس النظري للهندسة العكسية المستدامة والتي تؤكد على إعادة تدوير المواد وتجديدها لإطالة دورة حياة المنتج وتقليل استهلاك الموارد من خلال تبني التصميم القابل للتفكيك، والاستفادة من التكنولوجيا والابتكار، وتعزيز التعاون والمشاركة في سلسلة التوريد لتعزيز كفاءة الموارد، وتقليل النفايات، ومن خلال ترجمة المبادئ النظرية لاستراتيجيات قابلة للتنفيذ، يمكن للمؤسسات تحسين عملية الهندسة العكسية، وتقليل انبعاث النفايات، والحفاظ على البيئة والاستفادة من التكنولوجيا والابتكار، كما يمكن للمؤسسات تحسين عملية الهندسة العكسية، واستعادة المواد القيمة، وتقليل التأثير البيئي لعمليات الهندسة العكسية لذا فإن التعاون والمشاركة في سلسلة التوريد يمكّنان المنظمات من إنشاء أنظمة حلقة مغلقة، وتعزيز النظام البيئي التعاوني، وبالتالي إحداث تغيير ملموس في النظام البيئي الصناعي.

ويكمن تأثير تكاليف الجودة البيئية والهندسة العكسية المستدامة في تقارب المبادئ النظرية والتطبيقات العملية، مما يسد الفجوة بين الأطر المفاهيمية والنتائج الملموسة، كما إن التنفيذ العملي لتحليل تكلفة الجودة البيئية واستراتيجيات الهندسة العكسية المستدامة يمكّن المنظمات من ترجمة المبادئ النظرية إلى تدابير قابلة للتنفيذ تدفع للاستدامة البيئية، وكفاءة الموارد.

القسم الرابع: الاطار التطبيقي للبحث

1- منهج البحث:

اعتمد البحث على المنهج التحليلي الكمي لتحليل البيانات الكمية وتوفير نتائج قابلة للتفسير والتطبيق بمجال البحث كونه يساعد في فهم العلاقات والتأثيرات بين المتغيرات ودعم عملية اتخاذ القرارات القائمة على الأدلة القوية من خلال

القيام بتحليل البيانات الخاصة بمتغيرات الدراسة باستخدام الأساليب والطرق الاحصائية للوصول لنتائج يمكن من خلالها تحقيق أهداف البحث، وكذلك التنبؤ بالمتغيرات التابعة من خلال المتغير المستقل للدراسة المتمثل في تكاليف الجودة البيئية، وذلك بهدف بناء نموذج قياسي يوضح مدى تأثير تكاليف الجودة البيئية على المتغيرات التابعة، وقد تم دمج تكاليف الجودة البيئية في التحليل الإحصائي في الدراسة بغرض المساعدة في تحليل البيانات بشكل شامل ودقيق، مما يمكن من استخلاص استنتاجات دقيقة وموثوقة.

2- مجتمع وعينة البحث:

يتكون مجتمع البحث من الشركات الصناعية المقيدة بالبورصة المصرية وعددها 31 شركة وقام البحث باختيار عينة منها وعددها 16 شركة وهي (العربية للصناعات الهندسية- القاهرة للزيوت والصابون - القاهرة للدواجن - الدلتا للسكر- ايسترن كومباني - إجيبكو - المصرية لصناعة النشا والجلوكوز- الزيوت المستخلصة - الاسماعيلية مصر للدواجن - فوديكو - المنصورة للدواجن- مصر للزيوت والصابون - الشرقية الوطنية للامن الغذائي - سوهاج الوطنية - العز الدخيلة للصلب - ليفت سلاب مصر) بنسبة حوالي 51 % من اجمالي شركات الصناعات المقيدة بالبورصة المصرية ، وقد تم استخدام التقارير المستدامة لهذه الشركات خلال الفترة (2013 -2023) للحصول على البيانات المتعلقة بالدراسة والتي تحقق أهدافها.

3- أداة البحث:

تمثلت أداة البحث في تقارير الاستدامة للشركات عينة البحث، وقد تم الاعتماد على القوائم المدرجة بالمواقع الرسمية للشركات عينة البحث وكذلك موقع مباشر خلال الفترة الممتدة من عام (2013) إلى عام (2023).

4- مصادر جمع البيانات والمعلومات:

أ- المصادر الثانوية: الكتب والمؤلفات العلمية والأبحاث المنشورة والرسائل الجامعية المتعلقة بموضوع البحث.

ب- المصادر الأولية: تم الحصول على المصادر الأولية من تقارير الاستدامة المدرجة على المواقع الرسمية للشركات عينة الدراسة وكذلك موقع مباشر خلال الفترة الممتدة من (2013 - 2023).

5- الأساليب الإحصائية المستخدمة:

أ. قيم معامل التحديد R^2 يعبر عن نسبة التغير في المتغير التابع الناتجة عن التغير في المتغير المستقل.

ب. قيمة F تعبر عن الدلالة الإحصائية الكلية للنموذج، حيث يعد النموذج دال إحصائيا إذا كانت قيمة F ذات دلالة أي معنوية إحصائيا.

ج. تم الاعتماد على قيمة احصائيات اختبار Durbin- Watson للكشف عن الارتباط الذاتي حيث انه اذا كان القيم الخاصة باختبار Durbin- Watson تقع بين (1.5:2.5) فذلك يعنى عدم وجود ارتباط ذاتي؛

د. تم استخدام قيم معاملات الانحدار $\boldsymbol{\beta}$ (وهي قيم يتم تقديرها بهدف استخدامها في تحديد القيمة المقدرة للمتغير التابع)، للحكم على دلالة (معنوية) معاملات الانحدار كما تم استخدام مستوى الدلالة المقابل لقيمة T المناظرة لمعاملات الانحدار.

- تم تطبيق **اختبار جارك– بيرا** Jarque Bera على البواقي المعيارية لجميع نماذج الانحدار في البحث وذلك بهدف اختبار اعتدالية التوزيع الاحتمالي للبواقي.
- تم اختبار عدم تجانس البيانات باستخدام اختبار White لتجانس البواقي وذلك للتأكد من ان البواقي المعيارية لنماذج الانحدار الخاصة بالدراسة بها ثبات بالتباين أي لا تحتوي على مشكلة عدم التجانس.

6– الإحصاءات الوصفية لمتغيرات الدراسة:

تم الاعتماد على الوسط الحسابي، الوسيط ، الانحراف المعياري وأعلى قيمة وأدنى قيمة لمتغيرات البحث (التابعة والمستقلة) ومعامل الالتواء ومعامل التفرطح خلال فترة الدراسة من عام 2013 إلى عام 2023 للتعبير عن الإحصاءات الوصفية لمتغيرات الدراسة، ولم يتم إضافة متغيرات رقابية في نماذج الانحدار الخاصة بالتحليل في هذه الدراسة بسبب أن إضافة متغيرات رقابية يمكن أن يزيد من تعقيد النموذج الإحصائي ويصعب فهم العلاقات بين المتغيرات ، كما ان هناك قيود على البيانات المتاحة التي تمثل المتغيرات الرقابية المحتملة، بالاضافة الى ان تصميم الدراسة يستند لاستخدام نموذج بسيط لتحليل العلاقة بين المتغيرين دون الحاجة لمتغيرات رقابية، كما ان الدراسة تركز على تحديد تأثير تكاليف الجودة البيئية فقط دون التأثيرات التي يمكن أن تكون لها متغيرات رقابية.

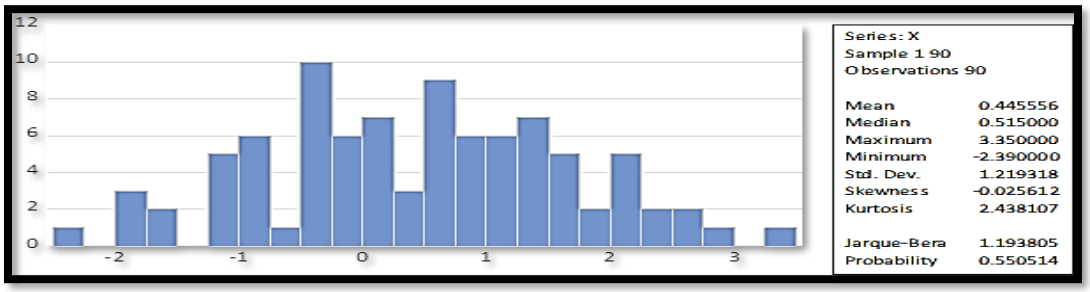
كما تم إجراء اختبار جارك بيرا Jarque-Bera، وذلك للتأكد من أن بيانات البحث تخلو من المشاكل الإحصائية التي قد تؤثر بصورة سلبية على نتائج اختبارات فروض البحث، ويشترط اختبار جارك بيرا Jarque-Bera، أن تتبع البيانات التوزيع الطبيعي، وفي حالة عدم اتباع بيانات البحث للتوزيع الطبيعي فإن ذلك يؤدى لوجود ارتباط زائف بين المتغيرات المستقلة والتابعة، وبالتالي يفقد النموذج قدرته على تفسير الظاهرة محل الدراسة أو التنبؤ بها أو قياس تأثير المتغير المستقل على المتغير التابع وذلك باستخدام برنامج EViews13.

فيما يلي شرح لنتائج الإحصاءات الوصفية واختبار اعتدالية التوزيع الاحتمالي لكل متغير على حدى:

- **المتغير المستقل (تكاليف الجودة البيئية X):**

يتضح من قيم الوسط الموجودة بالشكل التالي أن تكاليف الجودة البيئية X وذلك بعد اخذ اللوغاريتم له حيث كانت قيم الوسط الخاصة به 0.446 وقيمة الوسيط 0.515 وبانحراف معياري قدره 1.23 بحد أدني قدره2.39– ، وبحد أعلى قدره 3.35، كشفت نتائج اختبار جارك–بيرا أيضًا أن متغير تكاليف الجودة البيئية X يتبع توزيعًا طبيعيًا، حيث كانت

قيم احتمالية جارك–بيرا أكبر من 5% وفقاً لمعيار معامل الالتواء ومعامل التفرطح والتي ينبغي ان تكون القيم الخاصة بهم أقل من 3 و7 على التوالي فإن المتغير يتبع توزيعًا طبيعيًا

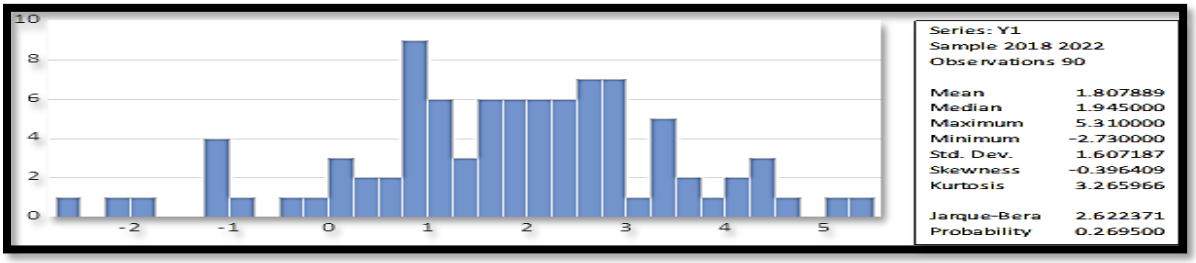


شكل 1: الإحصاءات الوصفية لتكاليف الجودة البيئية

- **المتغيرات التابعة (الهندسة العكسية المستدامة):**

أ. التحليل المالي المستدام $Y_{1(i,t)}$

يتضح من قيم الوسط الموجودة بالشكل التالي أن التحليل المالي المستدام Y_1 كان له الأهمية الأكبر في تمثيل حجم الهندسة العكسية المستدامة حيث كانت قيم الوسط الخاصة بها 1.81 وهي أكبر قيم للمتوسط من بين جميع المتغيرات التابعة وقيم الوسيط 1.94 وبانحراف معياري قدره 1.6 بحد أدني قدره 2.73–، وبحد أعلى قدره 5.31، كشفت نتائج اختبار جارك–بيرا أيضًا أن متغير التحليل المالي المستدام يتبع توزيع طبيعي وكانت قيم احتمالية جارك– بيرا أكبر من 5% وفقاً لمعيار معامل الالتواء ومعامل التفرطح والتي يجب ان تكون القيم الخاصة بهم أقل من 3 و7 على التوالي فإن المتغير يتبع توزيعًا طبيعيًا

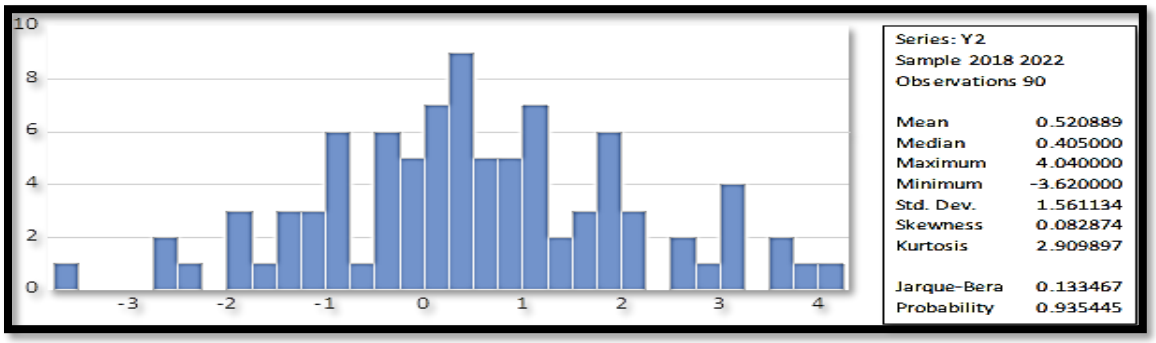


شكل 2: الإحصاءات الوصفية للتحليل المالي المستدام

ب. المراجعة المستدامة $Y_{2(i,t)}$

يتضح من القيم المتعلقة بالوسط والموجودة في الشكل التالي أن المراجعة المستدامة $Y_{2(i,t)}$ له الوسط قيمته 0.520 وقيمة الوسيط 0.405 وبانحراف معياري قدره 1.56 بحد أدني قدره 3.6–، وبحد أعلى قدره 4.04، كشفت نتائج اختبار جارك – بيرا أيضًا أن متغير المراجعة المستدامة يتبع توزيعًا طبيعيًا وكانت قيم احتمالية جارك–بيرا أكبر من

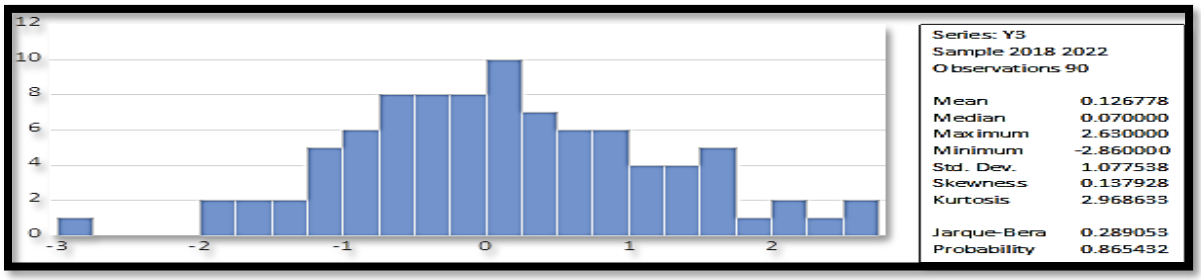
5% وفقاً لمعيار معامل الالتواء ومعامل التفرطح والتي يجب ان تكون القيم الخاصة بهم أقل من 3 و7 على التوالي فإن المتغير يتبع توزيعًا طبيعيًا.



شكل 3: الإحصاءات الوصفية للمراجعة المستدامة

ج. التخطيط المستدام $Y_{3(i,t)}$

يتضح من القيم الموجودة في الشكل التالي أن وسط التخطيط المستدام $Y_{3(i,t)}$ قيمته 0.127 وقيمة الوسيط 0.070 وبانحراف معياري قدره 1.078 بحد أدني قدره 2.86- وبحد أعلى قدره 2.63، كشفت نتائج اختبار جارك-بيرا أيضًا أن متغير التخطيط المستدام يتبع توزيعًا طبيعيًا وكانت قيم احتمالية جارك-بيرا أكبر من 5% وفقاً لمعيار معامل الالتواء ومعامل التفرطح والتي يجب ان تكون القيم الخاصة بهم أقل من 3 و7 على التوالي فإن المتغير يتبع توزيعًا طبيعيًا .

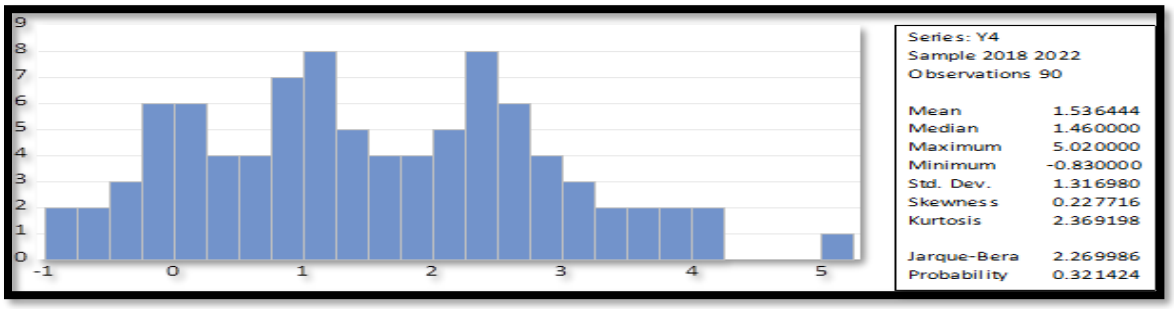


شكل 4: الإحصاءات الوصفية للتخطيط المستدام

د. تكنولوجيا المحاسبة المستدامة $Y_{4(i,t)}$

يتضح من قيم الوسط الموجودة في الشكل التالي أن تكنولوجيا المحاسبة المستدامة $Y_{4(i,t)}$ له الوسط قيمته 1.54وقيمة الوسيط 1.46 وبانحراف معياري قدره 1.317 بحد أدني قدره 0.830- وبحد أعلى قدره 5.02، وحيث أن قيمة الوسط أكبر من 1 فهذا يدل على ان الهندسة العكسية المستدامة جيد للمؤسسات محل الدراسة كشفت نتائج اختبار جارك-بيرا أيضًا أن تكنولوجيا المحاسبة المستدامة تتبع توزيعًا طبيعيًا وكانت قيم احتمالية جارك- بيرا أكبر من 5% وفقاً

لمعيار معامل الالتواء ومعامل التفرطح والتي يجب ان تكون القيم الخاصة بهم أقل من 3 و7 على التوالي فإن المتغير يتبع التوزيع طبيعي.



شكل 5: الإحصاءات الوصفية لتكنولوجيا المحاسبة المستدامة

7- مصفوفة الارتباط بين متغيرات البحث:

قبل تحديد نماذج البحث يجب اختبار فرض الارتباط الخطي بين المتغيرات التابعة والمتغير المستقل لذا تم الاعتماد على معامل ارتباط بيرسون Pearson Correlation لمعرفة إذا كان يوجد علاقة ارتباط ذات دلالة إحصائية وذلك عند مستوى معنوية $\mathbf{0.05} \geq \propto$ وذلك بين المتغيرات التابعة المتمثلة في (التحليل المالي المستدام $\boldsymbol{Y_{1(i,t)}}$، المراجعة المستدامة $\boldsymbol{Y_{2(i,t)}}$، التخطيط المستدام $\boldsymbol{Y_{3(i,t)}}$، تكنولوجيا المحاسبة المستدامة $\boldsymbol{Y_{4(i,t)}}$) والمتغير المستقل وهو تكاليف الجودة البيئية $\boldsymbol{X_{i,t}}$، كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول 1: مصفوفة الارتباط (قيم معامل بيرسون) بين المتغيرات التابعة والمتغير المستقل

Correlations Matrix		
	$X_{i,t}$	Sig.
$X_{i,t}$	1	
$Y_{1(i,t)}$	0.564	0.00
$Y_{2(i,t)}$	0.361	0.00
$Y_{3(i,t)}$	-0.469	0.00
$Y_{4(i,t)}$	0.539	0.00

ويلاحظ من الجدول السابق انه:

- توجد علاقة ارتباط قوية وطردية بين المتغير التابع التحليل المالي المستدام $\boldsymbol{Y_{1(i,t)}}$ وبين تكاليف الجودة البيئية $\boldsymbol{X}$ حيث كانت قيمة معامل الارتباط (0.564) وذلك بمستوى معنوية أقل من 0.05.
- توجد علاقة ارتباط متوسطة طردية بين المتغير التابع المتمثل في المراجعة المستدامة $\boldsymbol{Y_2}$ وبين تكاليف الجودة البيئية $\boldsymbol{X}$ حيث كانت قيمة معامل الارتباط (0.361) وذلك بمستوى معنوية أقل من 0.05.

- توجد علاقة ارتباط عكسية متوسطه بين المتغير التابع المتمثل في التخطيط المستدام Y_3 وبين تكاليف الجودة البيئية X حيث كانت قيمة معامل الارتباط (0.469−) وذلك بمستوى معنوية أقل من 0.05
- توجد علاقة ارتباط قوية طردية بين المتغير التابع المتمثل بتكنولوجيا المحاسبة المستدامة $Y_{4(i,t)}$ وبين تكاليف الجودة البيئية X حيث كانت قيمة معامل الارتباط (0.539) وذلك بمستوى معنوية أقل من 0.05.

بناء على نتائج تحليل الارتباط التي تؤكد على وجود علاقة ارتباط وذلك بين المتغير المستقل والمتغيرات التابعة للدراسة وبالتالي تستطيع الباحثة اجراء اختبارات فروض البحث من الناحية الإحصائية وذلك باستخدام نماذج بيانات البانل (Panel data models).

- **دراسة استقرارية السلاسل الزمنية Stationary of time series data**

تم اختبار استقرار السلاسل الزمنية عبر الزمن بالاعتماد على اختبار جذر الوحدة لفيشر لاستقرار السلسلة الزمنية، بحيث تكون السلسلة الزمنية مستقرة في الوسط الحسابي إذا وجد ثبات في قيمة الوسط الحسابي والتباين عبر الزمن.

جدول 2:اختبار استقرارية السلسلة الزمنية

اختبار جذر الوحدة لفيشر لاستقرار السلسلة الزمنية PP Fisher Test Panel Unit Root فرض العدم: البيانات بها جذر وحدة (البيانات غير مستقرة) الفرض البديل: البيانات ليس بها جذر وحدة (البيانات مستقرة)			
المتغير		**المستوى level**	
		احصاءه	**مستوى المعنوية**
المتغير المستقل	**تكاليف الجودة البيئية $X_{i,t}$**	27.8977	0.000
المتغيرات التابعة **الهندسة العكسية المستدامة**	التحليل المالي المستدام $Y_{1(i,t)}$	47.25	0.006
	المراجعة المستدامة $Y_{2(i,t)}$	85.3312	0.000
	التخطيط المستدام $Y_{3(i,t)}$	77.1313	0.000
	تكنولوجيا المحاسبة المستدامة $Y_{4(i,t)}$	82.6959	0.000

يتضح من الجدول (2) أن مستوى المعنوية الخاص بإحصاءه اختبار جذر الوحدة اختبار جذر الوحدة لفيشر لاستقرار السلسلة الزمنية لجميع متغيرات الدراسة كان أقل من 5% عند المستوى وبالتالي فان هذه المتغيرات مستقرة عند المستوى أي نرفض فرض العدم الذي ينص على ان البيانات بها جذر وحدة (البيانات غير مستقرة) عند المستوى، ونقبل الفرض البديل الذي ينص على ان البيانات ليس بها جذر وحدة (البيانات مستقرة)، ويؤكد ذلك على ان العلاقة بين متغيرات الدراسة ليست علاقات زائفة أي أنها تصلح لتطبيق نماذج انحدار البانل على هذه المتغيرات.

- **تقدير معلمات نموذج البحث:**

تم استخدام منهج بيانات السلاسل الزمنية والمقطعية Data Panel من خلال تطبيق ثلاث أساليب لتحليل بيانات البحث بالاستعانة ببرنامج EViews 13، وهي كالتالي :

نموذج الانحدار التجميعي Model Regression Pooled

نموذج التأثيرات الثابتة Fixed Effects Model

نموذج التأثيرات العشوائية Random Effects Model

8- اختبارات الفروض:

الفرض الرئيسي H_0:

H_0 :لا يوجد تأثير معنوي للتكاليف الجودة البيئية على الهندسة العكسية المستدامة بالشركات محل الدراسة عند مستوى معنوية $\propto \leq 0.05$.

الفرض الأول الفرعي H_{0-1-1}:

لا يوجد تأثير معنوي للتكاليف الجودة البيئية على التحليل المالي المستدام بالشركات محل الدراسة عند مستوى معنوية $\propto \leq 0.05$.

ولاختبار الفرض الفرعي الأول تم استخدام نماذج بيانات البانل للتحقق من وجود تأثير معنوي للتكاليف الجودة البيئية $X_{i,t}$ على التحليل المالي المستدام $Y_{1(i,t)}$ حيث تم اجراء تحليل نماذج البانل والذي يعرف باسم انحدار البيانات المزدوجة Panel data regression بحسب نماذجها الثلاثة: نموذج الانحدار التجميعي PRM، نموذج التأثيرات الثابتة FEM، نموذج التأثيرات العشوائية REM والتي افرزت النتائج المدرجة في الجدول التالي والذي يوضح تقدير المعلمات لنماذج انحدار البانل المستخدمة في الدراسة، ومن أجل الاختيار بين النماذج الثلاثة واختيار افضلها تم الاعتماد على نتائج الاختبارات المدرجة بالجدول رقم 3.

جدول 3: نتائج تقدير معلمات نماذج انحدار البانل

النموذج الأول المتغير التابع: التحليل المالي المستدام $Y1_{(i,t)}$. العينة: 2013– 2023. الفترات المتضمنة: 10. المقاطع العرضية تشمل: 13. إجمالي مشاهدات البانل (متوازنة balanced) :65				
المتغير	النموذج	نموذج الانحدار التجميعي PRM	نموذج التأثيرات الثابتة FEM	نموذج التأثيرات العشوائيةREM
	طريقة التقدير	المربعات الصغرى الاعتيادية Panel Least Squares	المربعات الصغرى المعممة المقدرة EGLS (أوزان المقطع العرضي)	المربعات الصغرى المعممة المقدرة EGLS (تأثيرات عشوائية مقطعية
الثابت C	معامل الانحدار β	0.45	0.38	0.45
	الخطأ المعياري	0.09	0.09	0.08
	قيمة (ت)	4.94	5.65	5.60
	مستوى الدلالة	0.00	0.00	0.00
تكاليف الجودة البيئية $X_{i,t}$	معامل الانحدار β	0.55	0.57	0.31
	الخطأ المعياري	0.11	0.11	0.07
	قيمة (ت)	5.27	6.36	4.41
	مستوى الدلالة	0.00	0.00	0.00
قيمة معامل التحديد R^2		0.31	31.8	0.13
قيمة خطأ التقدير Std. Error of the Estimate		0.73	.63	0.60
F قيمة احصاءه		27.75	40.498	9.75
مستوى معنوية قيمة احصاءه F		0.00	0.00	0.00
قيمة إحصاءه Durbin-Watson		1.52	2.2	1.5

يلاحظ من الجدول (3) ان مستوى معنوية قيمة احصاءه لاختبار فيشر " F" معنوية لكلًا من النموذج التجميعي ونموذج التأثيرات الثابتة ونموذج التأثيرات العشوائية، وهذا يوضح أن النماذج ملائمة لدراسة العلاقة وتأثيرها بين المتغير التابع والمتغير المستقل، حيث يعد هذا الاختبار دليل على وجود علاقة ذات دلالة معنوية بين المتغير التابع والمتغير المستقل بشكل عام.

ويتضح من خلال النتائج الموجودة بالجدول السابق أن جميع نماذج البانل لا تعاني من مشكلة الارتباط الذاتي للبواقي (الارتباط الذاتي هو ارتباط حد الخطأ العشوائي الذي يحدث في فترة زمنية معينة بقيم حد الخطأ العشوائي الذي تسبقه أو تتبعه، بحيث يتأثر سلوك المتغير نفسه في الفترات السابقة به)، وكانت قيمة إحصاءه دربن واتسن في النماذج الثلاثة تقع في المدى من 1.5 الى 2.5 وذلك يشير لعدم وجود مشكلة ارتباط ذاتي.

تشير نتائج الجدول السابق رقم (3) إلى أن التأثيرات الثابتة أكثر ملاءمة للبيانات المقطعية عبر الشركات ، وكذلك ارتفاع قيم معامل التحديد لنموذج التأثيرات الثابتة عن كل من نموذج التأثيرات العشوائية والنموذج التجميعي، إلا أنه يفضل الاستمرار في التحليل واستخدام اختبارات المفاضلة بين نموذج التأثيرات الثابتة ونموذج التأثيرات العشوائية والنموذج التجميعي.

- **المفاضلة بين الأنواع الثلاث لنماذج بيانات بانل وذلك باستخدام الاختبارات التالية:**

اختبار مضاعف لاجرنج Lagrange Multiplier Tests for Random Effects وفقا لطريقة: بروش–باجان Breusch-Pagan : يعتمد هذا الاختبار على تتبع توزيع Chi - square بدرجة حرية واحدة وذلك للمفاضلة بين النموذج التجميعي ونموذج التأثيرات العشوائية، فإذا كانت قيم مستوى المعنوية المقابلة لقيم الاحصاءه أقل من 0.05 فإنه يتم رفض فرض العدم والذي ينص على أن النموذج التجميعي PRM هو النموذج الأفضل وقبول الفرض البديل والذي ينص على أن نموذج التأثيرات العشوائية هو النموذج الأفضل والعكس صحيح.

اختبار F-Fisher: يقوم هذا الاختبار بالمفاضلة بين نموذج الانحدار التجميعي PRM ونموذج التأثيرات الثابتة FEM، فإذا كان مستوى المعنوية لقيمة إحصائية F المحسوبة أقل من 0.05 يتم رفض فرض العدم والذي ينص على أن نموذج الانحدار التجمعي هو النموذج الأمثل وقبول الفرض البديل والذي ينص على أن نموذج التأثيرات الثابتة هو النموذج الأمثل، والعكس صحيح.

اختبار Hausman: يقوم هذا الاختبار بالمفاضلة بين نموذج التأثيرات الثابتة FEM ونموذج التأثيرات العشوائية REM: فإذا كان قيم مستوى المعنوية المقابلة لقيم الإحصائية Chi– square أقل من 0.05 فإنه يتم رفض فرض العدم والتي تنص على أن نموذج التأثيرات العشوائية هو النموذج الأمثل وقبول الفرض البديل والذي ينص على أن نموذج التأثيرات الثابتة هو النموذج الأمثل والعكس صحيح.

ويلاحظ أنه إذا أشارت نتائج اختبار Fisher-F لملائمة نموذج الانحدار التجمعي للبيانات يتم التوقف عند هذه الخطوة، بينما إذا أشارت نتائجه لملائمة نموذج التأثيرات الثابتة للبيانات يتم بعد ذلك إجراء الاختبار الثاني المتمثل في اختبار Hausman

جدول 4: نتائج اختبارات المقارنة ما بين نماذج البانل

المقارنة بين نماذج البانل	نوع الاختبار	الاحصاءه	درجات الحرية	مستوى المعنوية	القرار	النموذج الأمثل
نموذج الانحدار التجمعي PRM ونموذج التأثيرات العشوائية REM	اختبار بروش– باجان لاجرانج المضاعف The Breusch-Pagan Lagrange Multiplier Test	14.11	1	0.0002	نموذج التأثيرات العشوائية REM	نموذج التأثيرات الثابتة FEM
نموذج الانحدار التجميعي PRM ونموذج التأثيرات الثابتة FEM	اختبار إحصائية (F)	11.036	(12.51)	0.000	نموذج التأثيرات الثابتة FEM	
نموذج التأثيرات العشوائية REM ونموذج التأثيرات الثابتة FEM	اختبار هوسمانHausman	63.63	1	0.000	نموذج التأثيرات الثابتة FEM	

طبقا لنتائج اختبار بروش–باغان لاجرانج المضاعف The Breusch-Pagan Lagrange Multiplier Test في الجدول السابق، يتم رفض فرض العدم والذي ينص على أن نموذج الانحدار التجميعي هو الأفضل وقبول الفرض البديل والذي ينص على أن نموذج التأثيرات العشوائية REM هو النموذج الأفضل لتقدير بيانات البانل وذلك لأن مستوى المعنوية لقيمة احصاءه الاختبار المحسوبة أقل من 0.05.

طبقا لنتائج اختبار F-Fisher في الجدول السابق، يتم رفض فرض العدم والذي ينص على أن نموذج الانحدار التجميعي هو الأمثل وقبول الفرض البديل والذي ينص على أن نموذج التأثيرات الثابتة FEM هو النموذج الأفضل لتقدير بيانات البانل وذلك لأن مستوى المعنوية لقيمة إحصائية F المحسوبة أقل من 0.05.

طبقا لنتائج اختبار هوسمان Hausman في الجدول السابق، يتم رفض فرض العدم والذي ينص على أن نموذج التأثيرات العشوائية REM هو النموذج الأفضل وقبول الفرض البديل والذي ينص على أن نموذج التأثيرات الثابتة FEM هو النموذج الأفضل لتقدير بيانات البانل وذلك لأن قيم مستوى المعنوية المقابلة لقيمة الإحصائية Chi-square أقل من 0.05.

نتيجة لما سبق يتضح أن معاملات الميل المقدرة تكون متسقة وذات كفاءة أكبر وذلك لنموذج التأثيرات الثابتة حيث يمثل أفضل النماذج المقدرة.

- **الاختبارات الإحصائية والقياسية للنموذج:**

بعد تحديد النموذج الافضل لتقدير بيانات الدراسة والمتمثل في نموذج التأثيرات الثابتة، يتم التحقق من صلاحية النموذج من الناحية الإحصائية والقياسية.

- **معنوية نموذج التأثيرات الثابتة:**

ويلاحظ من الجدول رقم 3 أن قيم F كانت (40.498) وهي دالة معنويا عند مستوى 0.05 مما يشير لمعنوية النموذج ككل وبالتالي فإن نموذج التأثيرات الثابتة صالح لقياس تأثير تكاليف الجودة البيئية $\boldsymbol{X_{i,t}}$ على التحليل المالي المستدام $\boldsymbol{Y_{1(i,t)}}$.

تم استخدام اختبار T-Test لاختبار معنوية تأثير تكاليف الجودة البيئية $\boldsymbol{X_{i,t}}$ على التحليل المالي المستدام $\boldsymbol{Y_{1(i,t)}}$ ، حيث كان مستوى المعنوية (0.000) لاحصاءه اختبار T وهو أقل من$(\boldsymbol{\alpha < 0.05})$، مما يعنى ان تكاليف الجودة البيئية $\boldsymbol{X_{i,t}}$ له تأثير معنوي على التحليل المالي المستدام $\boldsymbol{Y_{1(i,t)}}$.

يتبين من نتائج تقدير نموذج التأثيرات الثابتة FEM في الجدول (4) ومن خلال قيم معامل التحديد $\boldsymbol{R^2}$ والبالغ 0.318، إن 31.8% من التغير في التحليل المالي المستدام $\boldsymbol{Y_{1(i,t)}}$ ترجع لتكاليف الجودة البيئية $\boldsymbol{X_{i,t}}$ وبالتالي يتم رفض الفرض الأول الفرعي الذي ينص على أنه لا يوجد تأثير معنوي للتكاليف الجودة البيئية على التحليل المالي المستدام $\boldsymbol{Y_{1(i,t)}}$ بالشركات عند مستوى معنوية $\boldsymbol{0.05} \geq \propto$، وقبول الفرض البديل الذي ينص على وجود تأثير معنوي للتكاليف الجودة البيئية على التحليل المالي المستدام $\boldsymbol{Y_{1(i,t)}}$ بالشركات عند مستوى معنوية $\boldsymbol{0.05} \geq \propto$.

- **تفسير معلمات النموذج :**

تم صياغة النموذج المقترح على النحو التالي:

$$\boldsymbol{\Delta lnY_{i,t} = \beta_0 + \beta \Delta ln\, X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad 1}$$

$$\boldsymbol{\Delta lnY_{1(i,t)} = 0.38 + 0.57 \times \Delta lnX_{i,t} \quad 2}$$

$$\boldsymbol{R - Square = 0.318, DW = 2.2}$$

توضح المعادلة السابقة تأثير تكاليف الجودة البيئية $\boldsymbol{X_{i,t}}$ على التحليل المالي المستدام $\boldsymbol{Y_{1(i,t)}}$.

يتضح من نتائج نموذج FEM أن الحد الثابت للنموذج $\boldsymbol{\beta_0}$ كان معنوي، مما يعنى ان في حالة ان قيم المتغير المستقل (تكاليف الجودة البيئية) تساوى صفر سوف تصبح قيمة التحليل المالي المستدام تساوى 0.38.

يتضح من المعادلة السابقة ان قيمة ميل الانحدار $\boldsymbol{\beta}$ (ذو دلالة معنوية) للمتغير المستقل المتمثل في تكاليف الجودة البيئية $\boldsymbol{X_{i,t}}$ والتي تساوى 0.57 هذا يعنى أنه كلما زادت قيمة تكاليف الجودة البيئية $\boldsymbol{X_{i,t}}$ بمقدار وحدة واحدة فإن التحليل المالي المستدام $\boldsymbol{Y_1}$ يزيد بمقدار 57% (علاقة طردية) والعكس صحيح، أي أنه كلما تم تطبيق تكاليف الجودة

البيئية كلما ارتفع التحليل المالي المستدام مما يعنى أن تطبيق تكاليف الجودة البيئية له تأثير إيجابي على التحليل المالي المستدام للشركات محل الدراسة مما يساعد في رفع التحليل المالي المستدام لهذه الشركات والعكس صحيح.

يتضح من النتائج السابقة أنه توجد علاقة ذات دلالة معنوية بين المتغير المستقل والمتغير التابع، بناء على جميع ما سبق يتم رفض الفرض العدم وقبول الفرض البديل الذي ينص على أنه يوجد تأثير معنوي للتكاليف الجودة البيئية على التحليل المالي المستدام بالشركات عند مستوى معنوية $\propto \leq \mathbf{0.05}$.

- **اختبار صلاحية النموذج من الناحية القياسية:**

اختبار الارتباط الذاتي للبواقي: من أجل التأكد من عدم وجود مشكلة ارتباط ذاتي للبواقي تم الاعتماد على قيمة إحصائية اختبار دربن واتسن حيث كانت في الجدول (3) **2.2** وهي تقع في المدى من 1.5 الى 2.5 مما يشير لعدم وجود مشكلة ارتباط ذاتي.

اختبار اعتدالية التوزيع الاحتمالي للبواقي: يجب ان تتبع بيانات سلسلة البواقي التوزيع الطبيعي وهذا ما تؤكده نتائج اختبار جاك بيرا للتوزيع الطبيعي حيث كانت القيم الاحتمالية لجاك بيرا أكبر من 5%، مما يؤكد على قبول فرض العدم الذي ينص على أن البواقي المعيارية تتبع التوزيع الطبيعي وهو ما يؤكد على تحقق شرط الانحدار بأن تتبع البواقي الخاصة بالنموذج التوزيع الطبيعي.

اختبار تجانس البواقي: عدم ثبات التباين يعبر عن مشكلة عدم تجانس حدود الخطأ لنماذج الانحدار والتي تعتبر انتهاك لشروط نموذج الانحدار، حيث ان عدم ثبات التباين او عدم تجانس البواقي المعيارية لنموذج الانحدار يؤدى الى أن تكون الاخطاء القياسية متحيزة مما يؤدي إلى أن تكون المعاملات غير فعالة، وقد أظهرت النتائج في جدول رقم 8 قبول فرض العدم الذي ينص على وجود تجانس أي ثبات في تباين الأخطاء (البواقي) الخاصة بنموذج التأثيرات الثابتة وبذلك فإن شرط التجانس متحقق، حيث إن مستوى المعنوية لقيمة احصاءه اختبار White أكبر من 5%.

جدول 5: نتائج اختبارات المشكلات القياسية

الاختبار	الاحصاءه	مستوى المعنوية
جارك- بير Jarque Bera	2.25	0.45
تجانس البواقيWhite test اختبار وايت	5.64	0.71

- **نتائج اختبار الفرض الثاني الفرعي**

الفرض الثاني الفرعي$\boldsymbol{H_{0-1-2}}$:

لا يوجد تأثير معنوي للتكاليف الجودة البيئية على المراجعة المستدامة$\boldsymbol{Y_{2\,(i,t)}}$ بالشركات عينة البحث عند مستوى معنوية $\propto \leq \mathbf{0.05}$.

ولاختبار الفرض الفرعي الثاني فقد تم استخدام نماذج بيانات البانل للتحقق من وجود تأثير معنوي للتكاليف الجودة البيئية على المراجعة المستدامة $Y_{2(i,t)}$ حيث تم اجراء تحليل نماذج البانل والذي افرز عن النتائج المدرجة بالجدول التالي والذي يوضح تقدير المعلمات لنماذج انحدار البانل المستخدمة في البحث، ومن أجل الاختيار بين النماذج الثلاثة واختيار افضلها تم الاستناد لنتائج الاختبارات المدرجة في الجدول رقم 6.

جدول 6: نتائج تقدير معلمات نماذج انحدار البانل

النموذج الثاني **المتغير التابع: المراجعة المستدامة $Y_{2(i,t)}$** **العينة: 2013– 2023.** **الفترات المتضمنة: 10.** **المقاطع العرضية تشمل: 13.** **إجمالي مشاهدات البانل (متوازنة balanced) :65**				
المتغير	**النموذج**	**نموذج الانحدار التجميعي PRM**	**نموذج التأثيرات الثابتة FEM**	**نموذج التأثيرات العشوائية REM**
	طريقة التقدير	**المربعات الصغرى الاعتيادية Panel Least Squares**	**المربعات الصغرى المعممة المقدرة EGLS (أوزان المقطع العرضي)**	**المربعات الصغرى المعممة المقدرة EGLS (تأثيرات عشوائية مقطعية**
الثابت C	**معامل الانحدار β**	**2.11**	**2.13**	**2.11**
	الخطأ المعياري	**0.51**	**0.52**	**0.41**
	قيمة (ت)	**4.14**	**4.13**	**5.13**
	مستوى الدلالة	**0.00**	**0.00**	**0.00**
تكاليف الجودة البيئية X	**معامل الانحدار β**	**0.36**	**0.36**	**0.34**
	الخطأ المعياري	**0.12**	**0.12**	**0.09**
	قيمة (ت)	**3.02**	**3.02**	**3.60**
	مستوى الدلالة	**0.00**	**0.00**	**0.00**
قيمة معامل التحديد R^2		**0.13**	**0.131**	**0.11**
قيمة خطأ التقدير Std. Error of the Estimate		**4.11**	**4.10**	**4.06**
F قيمة احصاءه		**9.13**	**9.02**	**8.10**
مستوى معنوية قيمة احصاءه F		**0.00**	**0.04**	**0.01**
قيمة إحصاءه Durbin Watson		**1.5**	**2.01**	**1.5**

توضح النتائج السابقة من خلال مستوى معنوية قيمة احصاءه لاختبار فيشر F معنوية كلاً من النموذج التجميعي ونموذج التأثيرات الثابتة ونموذج التأثيرات العشوائية، وهذا يوضح أن النماذج ملائمة لدراسة العلاقة وتأثيرها بين المتغير التابع والمتغير المستقل، حيث يعد هذا الاختبار دليل على وجود علاقة ذات دلالة معنوية بين المتغير التابع والمتغير المستقل بشكل عام، ويتضح من خلال النتائج الموجودة بالجدول السابق أن جميع نماذج البانل لا تعاني من مشكلة الارتباط الذاتي للبواقي (الارتباط الذاتي هو ارتباط حد الخطأ العشوائي الذي يقع خلال فترة زمنية معينة بقيم حد الخطأ العشوائي الذي تسبقه أو تتبعه، بحيث يتأثر سلوك المتغير نفسه في الفترات السابقة به)، وكانت قيمة إحصاءه دربن واتسن في النماذج الثلاثة تقع في المدى من 1.5 الى 2.5 مما يشير لعدم وجود مشكلة ارتباط ذاتي.

تشير نتائج جدول (6) إلى أن التأثيرات الثابتة أكثر ملاءمة للبيانات المقطعية عبر الشركات المدرجة بالبحث، وكذلك ارتفاع قيمة معامل التحديد لنموذج التأثيرات الثابتة عن كل من نموذج التأثيرات العشوائية والنموذج التجميعي، إلا أنه يفضل الاستمرار في التحليل واستخدام اختبارات المفاضلة بين نموذج التأثيرات الثابتة ونموذج التأثيرات العشوائية والنموذج التجميعي.

- **المفاضلة بين الأنواع الثلاث لنماذج بيانات بانل وذلك باستخدام الاختبارات التالية:**

طبقا لنتائج اختبار بروش–باغان لاجرانج المضاعفThe Breusch-Pagan Lagrange Multiplier Test في الجدول التالي، يتم رفض فرض العدم والذي ينص على أن نموذج الانحدار التجميعي هو الأفضل وقبول الفرض البديل والذي ينص على أن نموذج التأثيرات العشوائية REM هو الأفضل لتقدير بيانات البانل وذلك لأن مستوى المعنوية لقيمة احصاءه الاختبار المحسوبة أقل من 0.05.

جدول 7: نتائج اختبار F المقيد واختبار هوسمان للمقارنة ما بين نماذج البانل

المقارنة بين نماذج البانل	نوع الاختبار	الاحصاءه	درجات الحرية	مستوى المعنوية	القرار	النموذج الأمثل
نموذج الانحدار التجمعي PRM ونموذج التأثيرات العشوائية REM	اختبار بروش- باجان لاجرانج المضاعف The Breusch-Pagan Lagrange Multiplier Test	3.556798	1	0.041	نموذج التأثيرات العشوائية REM	نموذج التأثيرات الثابتة FEM
نموذج الانحدار التجميعي PRM ونموذج التأثيرات الثابتة FEM	اختبار إحصائية (F)	42.36	(12.51)	0.000	نموذج التأثيرات الثابتة FEM	
نموذج التأثيرات العشوائية REM ونموذج التأثيرات الثابتة FEM	اختبار هوسمان Hausman	38.9	1	0.000	نموذج التأثيرات الثابتة FEM	

طبقا لنتائج اختبار F-Fisher في الجدول السابق، يتم رفض فرض العدم والذي ينص على أن نموذج الانحدار التجميعي هو الأمثل وقبول الفرض البديل والذي ينص على أن نموذج التأثيرات الثابتة FEM هو الأفضل لتقدير بيانات البانل وذلك لأن مستوى المعنوية لقيمة إحصائية F المحسوبة أقل من 0.05.

طبقا لنتائج اختبار هوسمان Hausman في الجدول السابق، يتم رفض فرض العدم والذي ينص على أن نموذج التأثيرات العشوائية REM هو الأفضل وقبول الفرض البديل والذي ينص على أن نموذج التأثيرات الثابتة FEM هو الأفضل لتقدير بيانات البانل وذلك لأن قيم مستوى المعنوية المقابلة لقيمة الإحصائية Chi- square أقل من 0.05.

نتيجة لما سبق يتضح أن معاملات الميل المقدرة تكون متسقة وذات كفاءة أكبر وذلك لنموذج التأثيرات الثابتة حيث يمثل أفضل النماذج المقدرة.

- **الاختبارات الإحصائية والقياسية للنموذج:**

بعد تحديد النموذج الافضل لتقدير بيانات الدراسة والمتمثل في نموذج التأثيرات الثابتة، يتم التحقق من صلاحية النموذج من الناحية الإحصائية والقياسية.

- **معنوية نموذج التأثيرات الثابتة:**

يلاحظ من الجدول رقم 6 أن قيمة F كانت (9.02) وهي دالة معنويا عند مستوى 0.05 مما يشير لمعنوية النموذج ككل وبالتالي فإن نموذج التأثيرات الثابتة صالح لقياس تأثير تكاليف الجودة البيئية $\boldsymbol{X_{i,t}}$ على المراجعة المستدامة $\boldsymbol{Y_{2(i,t)}}$.

تم استخدام اختبار T-Test لاختبار تأثير تكاليف الجودة البيئية $\boldsymbol{X_{i,t}}$ على المراجعة المستدامة $\boldsymbol{Y_{2(i,t)}}$ ، حيث كان مستوى المعنوية (0.000) لاحصاءه اختبار T وهو أقل من$(\boldsymbol{\alpha < 0.05})$، مما يعنى معنوية تأثير تكاليف الجودة البيئية $\boldsymbol{X_{i,t}}$ على المراجعة المستدامة$\boldsymbol{Y_{2(i,t)}}$.

يتبين من نتائج تقدير نموذج التأثيرات الثابتة FEM بالجدول (6) ومن خلال قيم معامل التحديد $\boldsymbol{R^2}$ والبالغ 0.131 إن 13.1% من التغير في المراجعة المستدامة يرجع للتغير في تكاليف الجودة البيئية ، والباقي يرجع لعوامل أخرى.

- **تفسير معلمات النموذج :**

تم صياغة النموذج المقترح على النحو التالي:

$$\Delta \boldsymbol{lnY_{i,t}} = \boldsymbol{\beta_0} + \boldsymbol{\beta} \Delta \boldsymbol{ln\, X_{i,t}} + \boldsymbol{\varepsilon_{i,t}} \quad \mathbf{3}$$

$$\Delta \boldsymbol{ln\, Y_{2(i,t)}} = \mathbf{2.13} + \mathbf{0.36} \times \Delta \boldsymbol{lnX_{i,t}} \quad \mathbf{4}$$

$$\boldsymbol{R - Square} = \mathbf{0.131}, \qquad \boldsymbol{DW} = \mathbf{2.01}$$

توضح المعادلة السابقة تأثير تكاليف الجودة البيئية $\boldsymbol{X_{i,t}}$ على المراجعة المستدامة$\boldsymbol{Y_{2(i,t)}}$.

يتضح من نتائج نموذج FEM بالجدول (6) أن الحد الثابت للنموذج $\boldsymbol{\beta_0}$ كان معنوي، وبالتالي فإن عندما يكون قيمة المتغير المستقل (تكاليف الجودة البيئية) تساوى صفر فذلك يعنى ان قيم المراجعة المستدامة $\boldsymbol{Y_{2(i,t)}}$ تساوى 2.13. يتضح من المعادلة السابقة ان قيمة ميل الانحدار $\boldsymbol{\beta}$ (ذو دلالة معنوية) للتكاليف الجودة البيئية $\boldsymbol{X_{i,t}}$ تساوى $\mathbf{0.36}$ هذا يعنى أنه كلما زادت قيمة تكاليف الجودة البيئية $\boldsymbol{X_{i,t}}$ بمقدار وحدة واحدة فإن المراجعة المستدامة $\boldsymbol{Y_{2(i,t)}}$ يزيد بتكنولوجيا المحاسبة 36% (علاقة طردية)، أي أنه كلما تم تطبيق تكاليف الجودة البيئية كلما ارتفعت المراجعة المستدامة.

بناء على ما سبق يتضح أنه يوجد تأثير إيجابي تكاليف الجودة البيئية على المراجعة المستدامة مما يعنى أن تكاليف الجودة البيئية تؤدى لتحسن في الهندسة العكسية المستدامة مما يعنى ان على الشركات السعي لتطبيق تكاليف الجودة البيئية.

ويتضح من النتائج السابقة أنه توجد علاقة ذات دلالة معنوية بين المتغير المستقل والمتغير التابع، بناء على جميع ما سبق يتم رفض الفرض الثاني الفرعي والذي ينص على أنه لا يوجد تأثير معنوي للتكاليف الجودة البيئية على المراجعة المستدامة $\boldsymbol{Y_{2(i,t)}}$ بالشركات عند مستوى معنوية $\mathbf{0.05} \geq \propto$، وقبول الفرض البديل الذي ينص على وجود تأثير معنوي للتكاليف الجودة البيئية على المراجعة المستدامة $\boldsymbol{Y_{2(i,t)}}$ بالشركات عند مستوى معنوية $\mathbf{0.05} \leq \propto$.

- **اختبار صلاحية النموذج من الناحية القياسية:**

اختبار الارتباط الذاتي للبواقي: يتضح من نتائج قيمة إحصائية اختبار دربن واتسن الموجودة في جدول رقم 6 عدم وجود مشكلة ارتباط ذاتي حيث كانت $\mathbf{2.01}$ وهي تقع في المدى من 1.5 الى 2.5.

اختبار اعتدالية التوزيع الاحتمالي للبواقي: كانت القيمة الاحتمالية لاحصاءه اختبار جارك بيرا أكبر من 5%.، مما يؤكد على قبول فرض العدم الذي ينص على أن البواقي المعيارية تتبع التوزيع الطبيعي وهو ما يؤكد على تحقق شرط الانحدار بأن تتبع البواقي الخاصة بالنموذج التوزيع الطبيعي.

اختبار تجانس البواقي: أظهرت النتائج في جدول رقم 5 قبول فرض العدم الذي ينص على وجود تجانس أي ثبات في تباين الأخطاء (البواقي) الخاصة بنموذج التأثيرات الثابتة وبذلك فإن شرط التجانس متحقق، حيث إن مستوى المعنوية لقيمة احصاءه اختبار White أكبر من 5%.

جدول 8: نتائج اختبارات المشكلات القياسية

الاختبار	الاحصاءه	مستوى المعنوية
جارك– بير Jarque Bera	2.46	0.292
لتجانس البواقيWhite test اختبار وايت	7.083961	0.31

نتائج اختبار الفرض الثالث الفرعي

الفرض الثالث الفرعيH_{0-1-3}:

لا يوجد تأثير معنوي للتكاليف الجودة البيئية $X_{i,t}$ على التخطيط المستدام $Y_{3(i,t)}$ بالشركات محل البحث عند مستوى معنوية $0.05 \geq \propto$.

ولاختبار الفرض الفرعي الثالث فقد تم استخدام نماذج بيانات البانل للتحقق من وجود تأثير معنوي للتكاليف الجودة البيئية على التخطيط المستدام $Y_{3(i,t)}$ حيث تم اجراء تحليل نماذج البانل والذي يوضح تقدير المعلمات لنماذج انحدار البانل المستخدمة في البحث، ومن أجل الاختيار بين النماذج الثلاثة واختيار انسبها تم الاستناد لنتائج الاختبارات المدرجة بالجدول رقم 9.

جدول 9: نتائج تقدير معلمات نماذج انحدار البانل

النموذج الثالث **المتغير التابع: التخطيط المستدام $Y_{3(i,t)}$** **العينة :2013- 2023.** **الفترات المتضمنة: 10.** **المقاطع العرضية تشمل: 13.** **إجمالي مشاهدات البانل (متوازنة balanced) :65**				
المتغير	**النموذج**	**نموذج الانحدار التجميعي PRM**	**نموذج التأثيرات الثابتة FEM**	**نموذج التأثيرات العشوائية REM**
	طريقة التقدير	**المربعات الصغرى الاعتيادية Panel Least Squares**	**المربعات الصغرى المعممة المقدرة EGLS (أوزان المقطع العرضي)**	**المربعات الصغرى المعممة المقدرة EGLS (تأثيرات عشوائية مقطعية)**
الثابت C	**معامل الانحدار β**	**-0.19**	**-0.15**	**-0.19**
	الخطأ المعياري	**0.05**	**0.01**	**0.05**
	قيمة (ت)	**3.93**	**10.22**	**3.84**
	مستوى الدلالة	**0.00**	**0.00**	**0.00**
تكاليف الجودة البيئية $X_{i,t}$	**معامل الانحدار β**	**1.58**	**-0.49**	**-1.59**
	الخطأ المعياري	**0.41**	**0.12**	**0.42**
	قيمة (ت)	**-3.82**	**-4.14**	**-3.81**
	مستوى الدلالة	**0.00**	**0.00**	**0.00**
قيمة معامل التحديد R^2		**0.19**	**0.22**	**0.19**
قيمة خطأ التقدير Std. Error of the Estimate		**0.40**	**0.11**	**0.40**

F قيمة احصاءه	14.59	17.1	14.45
مستوى معنوية قيمة احصاءه F	0.00	0.00	0.00
قيمة إحصاءه اختبار دربن واتسن Durbin-Watson Stat	1.5	1.8	1.5

توضح النتائج السابقة من خلال مستوى معنوية قيمة احصاءه لاختبار فيشر" F" معنوية كلاً من النموذج التجميعي ونموذج التأثيرات الثابتة ونموذج التأثيرات العشوائية وهذا يوضح أن النماذج ملائمة لدراسة العلاقة وتأثيرها بين المتغير التابع والمتغير المستقل.

ويلاحظ من النتائج الموجودة في الجدول السابق أن جميع نماذج البانل لا تعاني من مشاكل الارتباط الذاتي للبواقي، حيث كانت قيمة إحصاءه دربن واتسن في النماذج الثلاثة تقع في المدى من 1.5 الى 2.5 مما يؤكد عدم وجود مشاكل ارتباط ذاتي.

تشير نتائج جدول (9) إلى أن نموذج التأثيرات الثابتة هو الأفضل لدراسة البيانات المقطعية عبر الشركات محل البحث، إلا أنه يفضل الاستمرار في التحليل واستخدام اختبارات المفاضلة بين النماذج.

- **المفاضلة بين الأنواع الثلاث لنماذج بيانات بانل وذلك باستخدام الاختبارات التالية:**

طبقا لنتائج اختبار بروش–باغان لاجرانج المضاعفThe Breusch-Pagan Lagrange Multiplier Test في الجدول التالي، يتم رفض فرض العدم والذي ينص على أن نموذج الانحدار التجميعي هو الأفضل وقبول الفرض البديل والذي ينص على أن نموذج التأثيرات العشوائية REM هو الأفضل لتقدير بيانات البانل وذلك لأن مستوى المعنوية لقيمة احصاءه الاختبار المحسوبة أقل من 0.05.

جدول 10: نتائج اختبارات المقارنة ما بين نماذج البانل

المقارنة بين نماذج البانل	نوع الاختبار	الاحصاءه	درجات الحرية	مستوى المعنوية	القرار	النموذج الأمثل
نموذج الانحدار التجمعي PRM ونموذج التأثيرات العشوائية REM	اختبار بروش– باجان لاجرانج المضاعف The Breusch–Pagan Lagrange Multiplier Test	4.45	1	0.000	نموذج التأثيرات العشوائية REM	نموذج التأثيرات الثابتة FEM
نموذج الانحدار التجميعي PRM ونموذج التأثيرات الثابتة FEM	اختبار إحصائية (F)	54.10	(12.51)	0.000	نموذج التأثيرات الثابتة FEM	

نموذج التأثيرات العشوائية REM ونموذج التأثيرات الثابتة FEM	اختبار هوسمانHausman	34.21	1	0.000	نموذج التأثيرات الثابتة FEM	

طبقا لنتائج اختبار F-Fisher في الجدول السابق، يتم رفض فرض العدم والذي ينص على أن نموذج PRM هو الأمثل وقبول الفرض البديل والذي ينص على أن نموذج التأثيرات الثابتة FEM هو النموذج الأفضل لتقدير بيانات البانل وذلك لأن مستوى المعنوية لقيمة إحصائية F المحسوبة أقل من 0.05.

طبقا لنتائج اختبار هوسمان Hausman في الجدول السابق، يتم رفض فرض العدم والذي ينص على أن نموذج REM هو النموذج الأفضل وقبول الفرض البديل والذي ينص على أن نموذج FEM هو النموذج الأفضل لتقدير بيانات البانل وذلك لأن قيمة مستوى المعنوية المقابلة لقيمة الإحصائية Chi- square أقل من 0.05.

نتيجة لما سبق يتضح أن معاملات الميل المقدرة تكون متسقة وذات كفاءة أكبر وذلك لنموذج التأثيرات الثابتة حيث يمثل أفضل النماذج المقدرة.

- **الاختبارات الإحصائية والقياسية للنموذج:**

بعد تحديد النموذج الافضل لتقدير بيانات الدراسة والمتمثل في نموذج التأثيرات الثابتة، يتم التحقق من صلاحية النموذج من الناحية الإحصائية والقياسية.

- **معنوية نموذج التأثيرات الثابتة:**

يظهر من جدول رقم 9 أن قيمة F كانت (17.1) وهي دالة معنويا عند مستوى 0.05 مما يشير إلى معنوية النموذج ككل ولذلك فإن نموذج FEM التأثيرات الثابتة صالح لقياس تأثير تكاليف الجودة البيئية $\boldsymbol{X_{i,t}}$ على التخطيط المستدام $\boldsymbol{Y_{3(i,t)}}$.

تم استخدام اختبار T-Test لاختبار تأثير تكاليف الجودة البيئية $\mathbf{X}$ على التخطيط المستدام $\boldsymbol{Y_{3(i,t)}}$ ، حيث كان مستوى المعنوية (0.000) لاحصاءه اختبار T وهو أقل من$(\boldsymbol{\alpha < 0.05})$، مما يشير إلى أن تكاليف الجودة البيئية $\boldsymbol{X_{i,t}}$ له تأثير معنوي على التخطيط المستدام $\boldsymbol{Y_{3(i,t)}}$.

يتبين من نتائج تقدير نموذج FEM التأثيرات الثابتة بالجدول (9) ومن خلال قيمة معامل التحديد $\boldsymbol{R^2}$ والبالغة 0.22 فإن 22% من التغير في التخطيط المستدام يرجع لتغير في تكاليف الجودة البيئية، والباقي يرجع لعوامل أخرى.

- **تفسير معلمات النموذج :**

تم صياغة النموذج المقترح على النحو التالي:

$$\Delta lnY_{i,t} = \beta_0 + \beta_i \Delta ln\, X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad 5$$

$$\Delta ln\, Y_{3_{(i,t)}} = -0.15 \times -0.49 \Delta lnX_{i,t} \quad 6$$

$$R - Square = 0.22, \qquad DW = 1.8$$

توضح المعادلة السابقة تأثير تكاليف الجودة البيئية $X_{i,t}$ على التخطيط المستدام $Y_{3_{(i,t)}}$.

يتضح من نتائج نموذجFEM التأثيرات الثابتة بالجدول رقم 10 أن الحد الثابت للنموذج β_0 كان معنوي، وبالتالي فإنه عندما يكون قيمة المتغير المستقل (تكاليف الجودة البيئية) تساوى صفر فذلك يعنى ان قيمة التخطيط المستدام $Y_{3_{(i,t)}}$ تساوى 0.15-.

يتضح من المعادلة السابقة ان قيمة ميل الانحدار β (ذو دلالة معنوية) للمتغير المستقل المتمثل في تكاليف الجودة البيئية $X_{i,t}$ تساوى -0.49 هذا يعنى أنه كلما زادت قيمة تكاليف الجودة البيئية $X_{i,t}$ بمقدار وحدة واحدة فإن التخطيط المستدام $Y_{3_{(i,t)}}$ تقل بتكنولوجيا المحاسبة 49% (علاقة عكسية)، أي أنه كلما تم التطبيق لتكاليف الجودة البيئية كلما انخفض التخطيط المستدام.

يتضح من النتائج السابقة وجود تأثير عكسي لتكاليف الجودة البيئية على التخطيط المستدام، ولكنه كان تأثير إيجابي لصالح الشركات محل البحث حيث انخفضت التخطيط المستدام عند تطبيق تكاليف الجودة البيئية وهذا يؤدى لزيادة الهندسة العكسية المستدامة لهذه الشركات مما يعنى أنه في حاله عدم تطبيق تكاليف الجودة البيئية سوف يزيد التخطيط المستدام للشركات المدرجة في الدراسة والعكس صحيح.

وبناء على جميع ما سبق يتم رفض الفرض الثالث الفرعي الذي ينص على أنه لا يوجد تأثير معنوي للتكاليف الجودة البيئية على التخطيط المستدام $Y_{3_{(i,t)}}$ بالشركات عند مستوى معنوية $\propto \leq 0.05$، وقبول الفرض البديل الذي ينص على وجود تأثير معنوي للتكاليف الجودة البيئية على التخطيط المستدام $Y_{3_{(i,t)}}$ بالشركات عند مستوى معنوية $\propto \leq 0.05$.

- **اختبار صلاحية النموذج من الناحية القياسية:**

اختبار الارتباط الذاتي للبواقي: تم الاعتماد على قيمة إحصائية اختبار دربن واتسن الموجودة في جدول رقم 10 حيث كانت 1.8 وهي تقع في المدى من 1.5 الى 2.5 للتأكد من عدم وجود مشاكل ارتباط ذاتي.

اختبار اعتدالية التوزيع الاحتمالي للبواقي: كانت القيمة الاحتمالية لاحصاءه اختبار جارك بيرا أكبر من 5%.، مما يؤكد على قبول فرض العدم الذي ينص على أن البواقي المعيارية تتبع التوزيع الطبيعي وهو ما يؤكد على تحقق شرط الانحدار بأن تتبع البواقي الخاصة بالنموذج التوزيع الطبيعي.

اختبار تجانس البواقي: أظهرت النتائج في جدول رقم 8 قبول فرض العدم الذي ينص على وجود تجانس أي ثبات في تباين الأخطاء (البواقي) الخاصة بنموذج التأثيرات الثابتة وبذلك فإن شرط التجانس متحقق، حيث إن مستوى المعنوية لقيمة احصاءه اختبار Heteroskedasticity LR Test أكبر من 5%.

جدول11: نتائج اختبارات المشكلات القياسية

الاختبار	الاحصاءه	مستوى المعنوية
جارك- بيرJarque Bera	0.745	0.67
لتجانس البواقيWhite testاختبار وايت	5.48	0.42

نتائج اختبار الفرض الرابع الفرعي

الفرض الرابع الفرعيH_{0-1-4}:

لا يوجد تأثير معنوي للتكاليف الجودة البيئية على تكنولوجيا المحاسبة المستدامة بالشركات عند مستوى معنوية $\propto \leq$ **0.05.**

ولاختبار الفرض الفرعي الرابع فقد تم استخدام نماذج بيانات البانل للتحقق من وجود تأثير معنوي لتكاليف الجودة البيئية على تكنولوجيا المحاسبة المستدامة $Y_{4(i,t)}$ تم اجراء تحليل نماذج البانل والذي اعطى النتائج المدرجة في الجدول التالي والذي أوضح تقدير المعلمات لنماذج انحدار البانل المستخدمة في الدراسة، ومن أجل الاختيار بين النماذج الثلاثة واختيار انسبها تم الاستناد لنتائج الاختبارات المدرجة بالجدول رقم 12.

جدول 12: نتائج تقدير معلمات نماذج انحدار البانل

النموذج الرابع **المتغير التابع: تكنولوجيا المحاسبة المستدامة $Y_{4(i,t)}$** **العينة :2013- 2023.** **الفترات المتضمنة: 10.** **المقاطع العرضية تشمل: 13.** **إجمالي مشاهدات البانل (متوازنة balanced) :65.**				
المتغير	**النموذج**	**نموذج الانحدار التجميعي PRM**	**نموذج التأثيرات الثابتة FEM**	**نموذج التأثيرات العشوائية REM**

	طريقة التقدير	طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية Panel Least Squares	طريقة المربعات الصغرى المعممة المقدرة EGLS لوحة EGLS (أوزان المقطع العرضي)	المربعات الصغرى المعممة المقدرة EGLS (تأثيرات عشوائية مقطعية)
الثابت C	معامل الانحدار β	0.43	0.45	0.43
	الخطأ المعياري	0.15	0.02	0.15
	قيمة (ت)	2.87	21.31	2.87
	مستوى الدلالة	0.01	0.00	0.01
تكاليف الجودة البيئيةX	معامل الانحدار β	0.10	0.07	0.10
	الخطأ المعياري	0.19	0.03	0.19
	قيمة (ت)	0.54	2.62	0.54
	مستوى الدلالة	0.59	0.01	0.59
قيمة معامل التحديد R^2		0.00	0.26	0.005
قيمة خطأ التقدير		0.76	0.76	0.76
F قيمة احصاءه		0.29	1.41	0.29
مستوى معنوية قيمة احصاءه F		0.59	0.19	0.59
قيمة إحصاءه اختبار دربن واتسن		1.6	2.4	1.6

توضح النتائج في الجدول السابق من خلال مستوى معنوية قيمة احصاءه لاختبار فيشر" F" معنوية نموذج FEM التأثيرات الثابتة فقط وعدم معنوية كل من النموذج التجميعي ونموذج التأثيرات العشوائية، وهذا يوضح أن نموذج التأثيرات الثابتة ملائم لدراسة العلاقة وتأثيرها بين المتغير التابع والمتغير المستقل.

يتضح من خلال الجدول السابق أن نموذج التأثيرات الثابتة يعاني من مشكلة الارتباط الذاتي للبواقي، حيث كانت قيمة إحصاءه دربن واتسن تقع في المدى من 1.5 الى 2.5 مما يشير لعدم وجود مشكلة ارتباط ذاتي.

نتيجة لما سبق لن يتم المفاضلة بين الأنواع الثلاث لنماذج بيانات بانل وسوف يتم الاعتماد على نتائج نموذج التأثيرات الثابتة FEM فقط ونتيجة لما سبق يتضح أن معاملات الميل المقدرة تكون متسقة وذات كفاءة أكبر وذلك لنموذج التأثيرات الثابتة حيث يمثل أفضل النماذج المقدرة.

- **الاختبارات الإحصائية والقياسية للنموذج:**

بعد تحديد النموذج الافضل لتقدير بيانات الدراسة والمتمثل في نموذج التأثيرات الثابتة، يتم التحقق من صلاحية النموذج من الناحية الإحصائية والقياسية.

معنوية نموذج التأثيرات الثابتة:

يلاحظ من الجدول رقم 12 أن قيم F كانت (1.41) وهي دالة معنويا عند مستوى 0.05 مما يؤكد معنوية النموذج ككل وبالتالي فإن نموذج التأثيرات الثابتة صالح لقياس تأثير تكاليف الجودة البيئية $X_{i,t}$ على تكنولوجيا المحاسبة المستدامة $Y_{4(i,t)}$.

تم استخدام اختبار T-Test لاختبار تأثير تكاليف الجودة البيئية $X_{i,t}$ على تكنولوجيا المحاسبة المستدامة $Y_{4(i,t)}$ ، حيث كان مستوى المعنوية (0.000) لاحصاءه اختبار T وهو أقل من($\alpha < 0.05$)، مما يعنى وجود تأثير معنوي لتكاليف الجودة البيئية $X_{i,t}$ على تكنولوجيا المحاسبة المستدامة $Y_{4(i,t)}$.

يتبين من نتائج تقدير نموذج التأثيرات الثابتة بالجدول (9) ومن خلال قيم معامل التحديد R^2 والبالغ 0.26 فإن 26% من التغير في تكنولوجيا المحاسبة المستدامة $Y_{4(i,t)}$ يرجع للتغير في تكاليف الجودة البيئية $X_{i,t}$ والباقي يرجع لعوامل أخرى.

تفسير معلمات النموذج :

تم صياغة النموذج المقترح على النحو التالي:

$$\Delta lnY_{i,t} = \beta_0 + \beta \Delta ln\, X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad 7$$

$$\Delta ln\, Y_{4(i,t)} = 0.45 \times 0.07\, \Delta lnX_{i,t} \quad 8$$

$$R - Square = 0.26, \qquad DW = 2.4$$

توضح المعادلة السابقة تأثير تكاليف الجودة البيئية $X_{i,t}$ على تكنولوجيا المحاسبة المستدامة $Y_{4(i,t)}$.

يتضح من نتائج نموذج التأثيرات الثابتة FEM في الجدول رقم 12 أن الحد الثابت للنموذج β_0 كان معنوي، وبالتالي فإن عندما يكون قيمة المتغير المستقل (تكاليف الجودة البيئية) تساوى صفر فذلك يعنى ان قيم تكنولوجيا المحاسبة المستدامة $Y_{4(i,t)}$تساوى 0.45.

يتضح من المعادلة السابقة ان قيمة ميل الانحدار β (ذو دلالة معنوية) للمتغير المستقل المتمثل بتكاليف الجودة البيئية $X_{i,t}$ تساوى 0.07 هذا يعنى أنه كلما زادت قيمة تكاليف الجودة البيئية $X_{i,t}$ بمقدار وحدة واحدة فإن تكنولوجيا المحاسبة المستدامة $Y_{4(i,t)}$ يزيد بتكنولوجيا المحاسبة 7% (علاقة طردية) ، أي أنه كلما تم التطبيق لتكاليف الجودة البيئية كلما ارتفعت تكنولوجيا المحاسبة المستدامة، مما يعنى أن التطبيق لتكاليف الجودة البيئية، له تأثير إيجابي على تكنولوجيا المحاسبة المستدامة للشركات المدرجة في الدراسة وان ذلك يؤدى لارتفاع الهندسة العكسية المستدامة للشركات والعكس صحيح.

وبذلك يتضح أنه توجد علاقة ذات دلالة معنوية بين المتغير المستقل والمتغير التابع، ويتم رفض الفرض الرابع الفرعي الذي ينص على أنه لا يوجد تأثير معنوي لتكاليف الجودة البيئية على تكنولوجيا المحاسبة المستدامة $Y_{4(i,t)}$ بالشركات عند مستوى معنوية $0.05 \geq \propto$، وقبول الفرض البديل الذي ينص على وجود تأثير معنوي لتكاليف الجودة البيئية على تكنولوجيا المحاسبة المستدامة $Y_{4(i,t)}$ بالشركات عند مستوى معنوية $0.05 \geq \propto$.

- **اختبار صلاحية النموذج من الناحية القياسية:**

1. اختبار الارتباط الذاتي للبواقي: تشير قيمة إحصائية اختبار دربن واتسن الموجودة في جدول رقم 13 والتي كانت 2.18 وهي تقع في المدى من 1.5 الى 2.5 إلى عدم وجود مشكلة ارتباط ذاتي.

2. اختبار اعتدالية التوزيع الاحتمالي للبواقي: يتضح من نتائج اختبار جاك بيرا للتوزيع الطبيعي بالجدول التالي ان القيمة الاحتمالية لجاك بيرا أكبر من 5% أي ان البواقي الخاصة بنموذج FEM تتبع التوزيع الطبيعي، مما يؤكد على قبول فرض العدم الذي ينص على أن البواقي المعيارية تتبع توزيعًا طبيعيًا مما يعنى تحقق شرط الانحدار بأن تتبع البواقي الخاصة بالنموذج التوزيع الطبيعي.

3. اختبار تجانس البواقي: أظهرت النتائج في جدول رقم 12 قبول فرض العدم الذي ينص على وجود تجانس أي ثبات في تباين الأخطاء (البواقي) الخاصة بنموذج الانحدار التجميعي وبذلك فإن شرط التجانس متحقق، حيث إن مستوى المعنوية لقيمة احصاءه اختبار White أكبر من 5%.

جدول 13: نتائج اختبارات المشكلات القياسية

الاختبار	الاحصاءه	مستوى المعنوية
جارك– بير Jarque Bera	0.737	0.70
لتجانس البواقي White testاختبار وايت	0.440	0.20

- **مقارنة بين نتائج نماذج انحدار بانل الخاصة بالدراسة**

يوضح جدول رقم 14 مقارنة بين نتائج نماذج انحدار البانل الخاصة بالدراسة حيث تم توضيح النموذج الأمثل الذي تم التوصل اليه لكل نموذج من نماذج انحدار البانل الموجودة بالدراسة مع بيان نوع العلاقة بين كلاً من المتغير المستقل وهو تكاليف الجودة البيئية وكل متغيرًا من المتغيرات التابعة المتمثلة في الهندسة العكسية المستدامة.

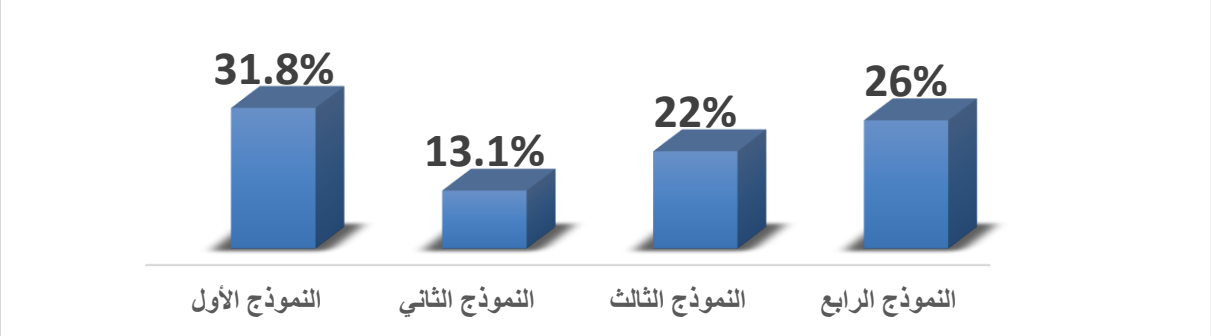
جدول 14:مقارنة بين نتائج نماذج انحدار بانل الخاصة بالدراسة

المتغير	النموذج الأمثل	نوع العلاقة بين المتغير التابع والمتغير المستقل	نوع التأثير	القدرة التفسيرية للنموذج	التعليق على النموذج
النموذج الأول (التحليل المالي المستدام $Y_{1(i,t)}$)	نموذج التأثيرات الثابتة FEM	علاقة طردية	تأثير إيجابي	31.8%	يتعامل نموذج FEM مع الآثار المقطعية والآثار الزمنية كقواطع تعبر عن الاختلافات الفردية بين الشركات داخل المجموعة او العينة أو الفترة الزمنية للبحث وذلك من اجل احتواء العوامل والآثار غير الملحوظة التي تؤثر في المتغير المستقل، مما يعنى ان الزمن يؤثر في تكاليف الجودة البيئية وبالتالي في تأثير تكاليف الجودة البيئية على كلًا من التحليل المالي المستدام ، المراجعة المستدامة، التخطيط المستدام وتكنولوجيا المحاسبة المستدامة.
النموذج الثاني (المراجعة المستدامة $Y_{2(i,t)}$)	نموذج التأثيرات الثابتةFEM	علاقة طردية	تأثير إيجابي	13.1%	
النموذج الثالث (التخطيط المستدام $Y_{3(i,t)}$)	نموذج التأثيرات الثابتةFEM	علاقة عكسية	تأثير إيجابي	22%	
النموذج الرابع تكنولوجيا المحاسبة المستدامة $Y_{4(i,t)}$	نموذج التأثيرات الثابتةFEM	علاقة طردية	تأثير إيجابي	26%	

يلاحظ من الجدول السابق وجود تأثير إيجابي لتطبيق تكاليف الجودة البيئية على كلًا من التحليل المالي المستدام والمراجعة المستدام، التخطيط المستدام وتكنولوجيا المحاسبة المستدامة مما يعنى ارتفاع الهندسة العكسية المستدامة للشركات محل الدراسة.

مقارنة بين القدرة التفسيرية لنماذج انحدار بانل الخاصة بالبحث:

يوضح الشكل التالي ترتيب أهمية وقدرة تكاليف الجودة البيئية في تفسير التباين الحاصل في الهندسة العكسية المستدامة ترتيبا تصاعديا.



شكل 6: معاملات التحديد لجميع نماذج البانل في الدراسة

ويتضح من الشكل السابق أن أكبر قيمة لمعامل التحديد كانت يليه النموذج الأول الذي كان يبحث تأثير تكاليف الجودة البيئية على التحليل المالي المستدام $Y_{1(i,t)}$ بقيمة قدرها 31.8% يليه النموذج الرابع الذي كان يبحث تأثير تكاليف الجودة البيئية على تكنولوجيا المحاسبة المستدامة $Y_{4(i,t)}$ بقيمة قدرها 26%، يليه النموذج الثالث الذي كان يبحث تأثير تكاليف الجودة البيئية على التخطيط المستدام $Y_{3(i,t)}$ بقيمة قدرها 22%، ثم جاء في المرتبة الأخيرة النموذج الثاني الذي كان يبحث تأثير تكاليف الجودة البيئية على المراجعة المستدامة $Y_{2(i,t)}$ بقيمة قدرها 13.1%.

القسم الخامس: النتائج والتوصيات والدراسات المستقبلية

1-النتائج:

- تم تطبيق نموذج متوسطات الفترات المتحركة Pooled OLS لتقدير تأثير تكاليف الجودة البيئية على متغيرات الهندسة العكسية المستدامة .
- أظهرت نتائج نموذج متوسطات الفترات المتحركة أن تكاليف الجودة البيئية لها تأثير طردي ذو دلالة إحصائية عند مستوى 1% على المتغيرات التابعة المتمثلة بالتحليل المالي المستدام Y1 وتكنولوجيا المحاسبة المستدامة Y4.
- كما أظهرت نتائج نموذج متوسطات الفترات المتحركة وجود علاقة عكسية ذات دلالة إحصائية عند مستوى 5% بين تكاليف الجودة البيئية والمتغير التابع المتمثل في التخطيط المستدام Y3 في حين لم يكن لتكاليف الجودة البيئية أي تاثير على المتغير التابع المتمثل بالمراجعة المستدامة Y2.
- بلغت قيم معامل التحديد المعدل R-Squared لجميع نماذج متوسطات الفترات المتحركة (0.322) مما يدل على ان حوالي 32.2% من التغير في متغيرات الهندسة العكسية المستدامة ويرجع للتغير في تكاليف الجودة البيئية.
- أظهرت جميع نماذج متوسطات الفترات المتحركة عدم وجود مشكلة ارتباط ذاتي وعدم تجانس البواقي حيث تراوحت قيمة معامل Durbin-Watson بين الحدين 1.5:2.5 وكانت قيم معامل White لا دالة إحصائياً.
- توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تكاليف الجودة البيئية ومتغيرات الهندسة العكسية المستدامة في الصناعات المبحوثة مما يؤكد صحة فروض البحث.
- أظهر البحث وجود علاقة طردية ذات دلالة احصائية بين تكاليف الجودة البيئية ومؤشرات الهندسة العكسية المستدامة بالشركات المدرجة بالبحث، حيث أثبتت النتائج تأثير تكاليف الجودة البيئية على مؤشرات الهندسة العكسية المستدامة بشكل إيجابي.

- أظهرت النتائج وجود علاقة عكسية ذات دلالة إحصائية بين تكاليف الجودة البيئية ومؤشر التخطيط المستدام، مما يعني أن زيادة تكاليف الجودة البيئية تؤدي لتراجع مستوى التخطيط المستدام في المؤسسات.
- تمكنت الدراسة من تطوير نموذج قياسي لقياس وتقدير أثر تكاليف الجودة البيئية على متغيرات الهندسة العكسية المستدامة بدقة عالية.

2-التوصيات :

- ضرورة تبني استراتيجيات فعالة للحد من تكاليف الجودة البيئية مع المحافظة على جودة المنتجات من خلال تبني خطط استراتيجية طويلة المدى تهدف لتحسين العمليات الإنتاجية وتقليل الهدر.
- ضرورة اصدار معيار للافصاح عن تكاليف الجودة البيئية في التقارير المالية للشركات بغرض تحسين الاداء المالي والبيئي.
- اعتماد نظام إدارة البيئة ISO 14001 لقياس ومراقبة الأداء البيئي وتحديد معايير الجودة البيئية وتفعيل دور إدارات الجودة البيئية بالمنشآت لضمان التزامها بالقوانين واللوائح البيئية.
- تشجيع استخدام مواد أولية ومستهلكات أقل تلوثاً وتقليل استهلاك الطاقة من خلال الاستثمار في تقنيات إدارة النفايات وآليات معالجتها وإعادة تدويرها.

3- الدراسات المستقبلية:

- أثر تكاليف الجودة البيئية في دعم محاسبة الاستدامة في ظل التغييرات المناخية.
- دور خوارزميات التعلم الآلي في التنبؤ بالتكاليف البيئية للشركات .
- دور الهندسة العكسية المستدامة في تحقيق التوازن بين الاستدامة والربحية.

قائمة المراجع

Adomako, S., Gyensare, M. A., Amankwah-Amoah, J., Akhtar, P., & Hussain, N. (2024). Tackling grand societal challenges: Understanding when and how reverse engineering fosters frugal product innovation in an emerging market. *Journal of Product Innovation Management*, *41*(2), 211-235. Available at: https://doi.org/10.1111/jpim.12678

Al chlaihawi, M.O (2023). Using Green Target Costing and Reverse Engineering Techniques to Reduce Costs, International Academic Journal of Social Sciences, 10(2), 15-24. Available at: https://doi.org/10.9756/IAJSS/V10I2/IAJSS1009

Ali Alawaed, H. M., Khanjar Almagsoosi, L. Q., Jawad Al-Kawaz, S. M., & Alwan, A. S. (2022). The Integration of Reverse Engineering and Characteristics Based Costing Approaches and its Applying in a Manufacturing Company. *Journal of Information Technology Management*, *14*(2), 90-105. Available at: https://doi.org/10.22059/JITM.2022.86930

Ali T., Salman A., & Thair, S. (2023). A proposed model for reducing costs in light of the sustainability accounting standard for converting resources to electrical and electronic equipment. A study of Babylon factory 2 for batteries. *Russian Law Journal*, 11(5s), 551-566. Available at: https://doi.org/10.52783/rlj.v11i5s.1670

Al-Rubaie, A. K. N., Hussein, H. A., & Alkawaz, S. M. (2022), The role of specification-based cost and reverse engineering in supporting the target cost and its reflection in reducing costs. I*nternational Journal of Advances in Engineering and Management*, 4(9), 1303-1319. Available at: https://doi.org/10.35629/5252-040913031319

Bicer, A. A., & Darewi, E. A. E. (2019). Environmental costs and its role in improving the quality of financial reporting: A case study in Libya. International Journal of Research in Business and Social Science, 8(5), 194-211. Available at: https://doi.org/ /10.20525/ijrbs.v8i5.344

Daim, S. S., & Al-Maryani, M. A. H. (2023). The role of sustainable reverse engineering in reducing product life cycle costs. *Al-Ghary Journal of Economic and Administrative Sciences*, 19(3), 511-532. Available at: https://journal.uokufa.edu.iq/index.php/ghjec/article/view/14679

Doaim, S., & Hatif, M. (2021). The role of sustainable reverse engineering to improving competitive advantage. *Social Science and Humanities Journal* (SSHJ), 5(12), 2465-2475. Available at: https://sshjournal.com/index.php/sshj/article/view/765/286

Elnagi, N. G (2021), The Concept of environmental quality costs and educational strategic planning, International Journal of Scientific Research and Reviews, 10(1), 47-57. Available at: https://www.ijsrr.org/voi10,issue1jan-march2021.php

Haddab, Z.S, Daim, S.S, Muhsin, H, A (2020). The Importance of Measuring the Costs of Environmental Quality and Its Role in the Optimal Utilization of Available Resources and Achieving Sustainable Development, *Multicultural Education*,6(5),174-181. Available at: https://doi.org/10.5281/zenodo.4404790

Hazrati, F. D., Muhammad, S. J., Muhammad, S. J., Naima, M. H., & Najma, M. T. (2022). Measuring Environmental Costs and Quality Costs and Their Role in Improving Product Quality and Achieving Customer Satisfaction. World Bulletin of Management and Law, 6, 15-26. Available at:https://www.scholarexpress.net/index.php/wbml/article/view/441

Heydari, J., Govindan, K., & Basiri, Z. (2021). Balancing price and green quality in presence of consumer environmental awareness: A green supply chain coordination approach. *International Journal of Production Research*, 59(7), 1957-1975. Available at: https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1771457

Jan, B. (2023). Accounting as a sustainable crafted technology for human exchange activities with nature: A defense of accounting continuity. *Frontiers in Environmental Science*, 11, 1-10. Available at: https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1165247

Josef, S., Ales, P., Josef, C., Martin, S., Ales, J. (2017). Reverse engineering method used for inspection of stirrer´s gearbox cabinet prototype. *MM Science Journal*, 2017(11), 1877-1882. Available at:https://doi.org/10.17973/MMSJ.2017_11_201719

Kadhim, Y. M., Alwan, A. A., & Jaber, M. (2019). Reverse engineering and its impact on reducing production costs and improving quality. *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, (21), 646-659. Available at: Dialnet-ReverseEngineeringAndItsImpactOnReducingProduction-8348438%20.pdf

Kazim, T., Jawad, T., and Sultan, K. (2023). The importance of accounting disclosure of sustainable environmental costs to improving the quality of financial reports. *International journal of research in finance and management*, 6(1):298-306. Available at: https://doi.org/10.33545/26175754.2023.v6.i1d.219

Khan, I., Hou, F., Zakari, A., Tawiah, V., & Ali, S. A. (2022). Energy use and urbanization as determinants of China's environmental quality: prospects of the Paris climate agreement. *Journal of Environmental Planning and Management*, 65(13), 2363-2386. Available at:https://doi.org/10.1080/09640568.2021.1972797

Li, X. (2024). Integration and Development of Reverse Engineering and Digital Manufacturing Technology. *International Journal of Frontiers in Engineering Technology*, *6*(1).54-59. Available at:https://doi.org/10.25236/IJFET.2024.060109

Okere, O., Cletus, S.C, Nwite, A., Ogagaoghene, J. (2022). Environmental Accounting Costs and Financial Performance of Selected Quoted Oil and Gas Companies in Nigeria. *International journal of research and innovation in social science*, 6(10):175-187. Available at: https://www.rsisinternational.org/journals/ijriss/Digital-Library/volume-6-issue-10/175-187.pdf

Saiga, K., Ullah, A. S., & Kubo, A. (2021). A sustainable reverse engineering process. *Procedia CIRP*, 98, 517-522. Available at: https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.01.144

Szczerbak, M., & Wikarczyk, A. (2023). Integrated cost accounting for quality and environmental protection in the context of sustainable development. *Journal of Modern Science*, *53*(4), 639-657. Available at:https://www.jomswsge.com/pdf-176167-98754?filename=Integrated%20cost.pdf

Wagner, J., & Grzelka, Z. (2024). Constellation IP and environmental quality. *Letters in Spatial and Resource Sciences*, 17(1), 7-23. Available at:https://link.springer.com/article/10.1007/s12076-024-00370-2

Yan, L. (2022). Quality Evaluation of Environmental Accounting Information Disclosure of Y Nonferrous Metal Company Based on AHP-FCE Model. Discrete Dynamics in Nature and Society, 2022:1-10. Available at: https://doi.org/10.1155/2022/1549611

Yang, W. (2022). Research on environmental cost accounting of textile enterprises based on activity-based costing. *Academic journal of business & management*, 4(13) 99-103. Available at: https://doi.org/10.25236/ajbm.2022.041314