

The role of environmental management accounting in measuring and reducing the carbon footprint in Libyan industrial companies: A case study on the Souq al-Khamis Cement and Building Materials Complex

Emtinan Farag Abdullah Zaydi

PhD Researcher, Department of Accounting, Faculty of Economics, University of Zawiya, Libya

* Email (for reference researcher): Emtinanzaydi@gmail.com

دور المحاسبة الإدارية البيئية في قياس وتخفيض البصمة الكربونية في الشركات الصناعية الليبية دراسة تطبيقية على مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء

امتنان فرج عبدالله الزاوي

باحثة دكتورة ، قسم المحاسبة، كلية الاقتصاد، جامعة الزاوية، ليبيا

Received:15-07-2026; Accepted: 28-08-2026; Published: 05-09-2026

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى بيان "دور المحاسبة الإدارية البيئية في قياس وتخفيض البصمة الكربونية: دراسة تطبيقية على مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء في ليبيا". ولتحقيق أهداف الدراسة والإجابة على تساؤلاتها، اعتمدت الباحثة على المنهج الوصفي التحليلي، حيث استخدمت الاستبانة أداة رئيسية لجمع البيانات الأولية من مجتمع الدراسة المتمثل في القيادات الإدارية، المحاسبين، والكوادر الهندسية والفنية والبيئية في المجمع، حيث بلغ حجم العينة والاستجابات الصالحة للتحليل النهائي (80) استبانة. ولتحليل البيانات واختبار الفرضيات، استخدمت الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) بالاعتماد على أساليب الإحصاء الوصفي (التكرارات، النسب المئوية، المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية)، بالإضافة إلى اختبارات الثبات (معامل ألفا كرونباخ)، واختبار التوزيع الطبيعي (كولموغوروف-سميرنوف)، ومعامل ارتباط بيرسون، وتحليل الانحدار الخطي البسيط والمتعدد.

وقد توصلت الدراسة إلى جملة من النتائج أبرزها: وجود دور ذو دلالة إحصائية وفعالية عالية للمحاسبة الإدارية البيئية بأبعادها المختلفة (تحليل تدفق المواد والموارد، حساب وتتبع التكاليف البيئية، وتقييم كفاءة الطاقة والتشغيل) في قياس وتخفيض البصمة الكربونية والأداء البيئي بمجمع سوق الخميس للإسمنت، حيث أثبتت التحليلات وجود علاقة طردية قوية وموجبة ذات دلالة إحصائية بين أدوات المحاسبة الإدارية البيئية والقياس الدقيق للانبعاثات الغازية، كما تبين أن لتطبيق هذه النظم أثراً مباشراً ومفسراً بنسبة عالية في ترشيد استهلاك الطاقة وخفض الهدر والآثار البيئية الضارة.

وفي ضوء هذه النتائج، قُدمت عدة توصيات جوهرية، كان من أهمها: ضرورة تأسيس وحدة تنظيمية متخصصة ضمن الإدارة المالية والمحاسبية للمجمع لرصد وتوثيق التكاليف البيئية والانبعاثات الكربونية بدقة، وتحديث النظم المحاسبية التقليدية لفصل النفقات البيئية بوضوح، فضلاً عن تكثيف برامج الصيانة الدورية للأفران والمعدات الثقيلة وربط حوافز الأداء بكفاءة استهلاك الطاقة، وصولاً إلى تعميم تجربة المحاسبة الإدارية البيئية على مختلف الشركات الصناعية الكثيفة الاستهلاك للطاقة في البيئة الليبية.

الكلمات المفتاحية: المحاسبة الإدارية البيئية، البصمة الكربونية، تحليل تدفق المواد والموارد، التكاليف البيئية، كفاءة الطاقة والتشغيل، الأداء البيئي، الشركات الصناعية الليبية.

Abstract

This study aimed to investigate "The Role of Environmental Management Accounting in Measuring and Reducing the Carbon Footprint: An Applied Study on Souq Al-Khamis Cement and Building Materials Complex in Libya." To achieve the objectives of the study and answer its questions, the descriptive-analytical approach was adopted. A questionnaire served as the primary tool for collecting primary data from the study population, which consisted of administrative leaders, accountants, engineering, technical, and environmental personnel at the complex, with a final valid sample size of (N=80) responses. For data analysis and hypothesis testing, the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) was utilized, relying on descriptive statistics (frequencies, percentages, means, and standard deviations), alongside

reliability tests (Cronbach's Alpha), the normality test (Kolmogorov-Smirnov), Pearson correlation, and simple and multiple linear regression analyses.

The study reached several key results, most notably: the existence of a statistically significant role and high effectiveness of environmental management accounting across its various dimensions (material flow accounting, environmental cost accounting, and energy efficiency and operational evaluation) in measuring and reducing the carbon footprint and environmental performance at the Souq Al-Khamis Cement Complex. The analyses confirmed a strong and positive statistically significant correlation between environmental management accounting tools and the accurate measurement of gaseous emissions. Furthermore, the application of these systems was found to have a direct and highly explanatory impact on rationalizing energy consumption, reducing waste, and mitigating adverse environmental impacts.

In light of these results, several essential recommendations were presented, chief among which are: the necessity of establishing a specialized organizational unit within the complex's financial and accounting administration to accurately monitor and document environmental costs and carbon emissions; updating traditional accounting systems to clearly separate environmental expenditures; intensifying periodic maintenance programs for heavy furnaces and equipment and linking performance incentives to energy consumption efficiency; and finally, generalizing the implementation of environmental management accounting across various energy-intensive industrial companies in the Libyan environment.

Keywords: Environmental Management Accounting, Carbon Footprint, Material Flow Accounting, Environmental Costs, Energy and Operational Efficiency, Environmental Performance, Libyan Industrial Companies

المقدمة

يشهد الاقتصاد العالمي والعربي تحولات جذرية ومفصلية في ظل تفاقم التحديات البيئية، وعلى رأسها التغير المناخي والارتفاع المستمر في معدلات الانبعاثات الكربونية الناجمة عن الأنشطة الصناعية التقليدية. ولم تعد التنمية الاقتصادية تُقاس بمجرد تحقيق العوائد المالية وتعظيم الأرباح، بل باتت مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بمدى التزام المنشآت بالمسؤولية البيئية وتبني مفاهيم التنمية المستدامة. وفي هذا السياق، تبرز الشركات الصناعية كواحدة من أكثر القطاعات استهلاكاً للطاقة ومساهمة في الانبعاثات الضارة، مما فرض ضغوطاً متزايدة من الحكومات والهيئات الدولية لتبني استراتيجيات فعالة للحد من الأثر البيئي للعمليات الإنتاجية.

على الصعيد المحلي، تعاني البيئة الصناعية في ليبيا من تحديات مركبة؛ إذ تلعب القطاعات الصناعية الثقيلة، ولا سيما صناعة الإسمنت ومواد البناء، دوراً حيوياً في دعم الاقتصاد الوطني ومشاريع إعادة الإعمار، إلا أنها في المقابل تُعد من الأنشطة كثيفة الاستهلاك للطاقة والمصدرة لكميات هائلة من غازات الدفيئة، وخاصة غاز ثاني أكسيد الكربون. ويُعد "مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء" نموذجاً بارزاً لهذه الشركات الحيوية التي تواجه تحدي الموازنة بين متطلبات الوفاء بحجم الطلب المحلي المتزايد على مواد البناء، وبين الضرورات الملحة لتقليل البصمة الكربونية والامتثال للمعايير البيئية الوطنية والدولية.

من هنا، تبرز الحاجة الملحة إلى أدوات إدارية ومحاسبية حديثة قادرة على دمج الأبعاد البيئية في صلب عملية اتخاذ القرار، وهنا يأتي دور "المحاسبة الإدارية البيئية" (Environmental Management Accounting - EMA) "تمثل المحاسبة الإدارية البيئية الجسر الرابط بين البيانات المالية والبيئية، حيث تتيح للإدارة إمكانية قياس وتتبع وتحليل تدفقات المواد والطاقة بدقة، وتحديد التكاليف البيئية الخفية المرتبطة بالنفايات والانبعاثات وكفاءة استخدام الموارد. ومن خلال دمج هذه البيانات، لا تستطيع الشركات فقط تقييم حجم "البصمة الكربونية" لأنشطتها فحسب، بل يمكنها أيضاً تصميم وتطبيق استراتيجيات عملية لتخفيض هذه الانبعاثات وتحقيق وفرة مالية عبر ترشيد استهلاك الطاقة وتقليل الهدر.

تتطلب هذه الدراسة لبحث الدور الفعلي والفعال الذي يمكن أن تلعبه المحاسبة الإدارية البيئية في قياس وتخفيض البصمة الكربونية داخل الشركات الصناعية الليبية، متخذةً من مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء ميداناً للتطبيق العملي. وتهدف الدراسة إلى تشخيص الواقع الحالي لقياس التكاليف والانبعاثات البيئية في المجمع، وتقديم إطار عمل محاسبي متكامل يساعد الإدارة العليا على اتخاذ قرارات رشيدة تجمع بين الكفاءة الاقتصادية والاستدامة البيئية، بما يساهم في دعم مسار التحول نحو اقتصاد أخضر ومستدام في ليبيا.

مشكلة الدراسة

في ظل التسارع العالمي نحو تحقيق أهداف التنمية المستدامة، والتوجه الدولي الحثيث للحد من الانبعاثات الكربونية لمواجهة التغيرات المناخية، تواجه الشركات الصناعية ضغوطاً متزايدة لتعديل مسار عملياتها التشغيلية والإنتاجية. ويُعد القطاع الصناعي في ليبيا، وخاصة صناعة الإسمنت ومواد البناء، من القطاعات الحيوية والاستراتيجية، ولكنه في الوقت ذاته يُصنف

ضمن أكثر الأنشطة استهلاكاً للطاقة ومصدرةً لنسب عالية من غازات الدفيئة، مما يجعله في قلب التحديات البيئية والاقتصادية معاً.

وعلى الرغم من الأهمية الكبرى التي يمثلها "مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء" في دعم الاقتصاد الوطني، إلا أن الممارسات التقليدية غالباً ما تركز على تعظيم الإنتاج وتلبية الطلب دون قياس دقيق أو تحميل سليم للأثر البيئي والتكاليف الخفية المرتبطة بالانبعاثات الكربونية. ويعود ذلك جزئياً إلى القصور في استخدام الأدوات المحاسبية الحديثة، مثل "المحاسبة الإدارية البيئية"، والتي تساهم في توفير معلومات دقيقة وموثوقة حول تدفقات الطاقة والمواد، مما يساعد الإدارة في تقييم البصمة الكربونية وترشيد استهلاك الموارد. من هنا تتبلور مشكلة الدراسة في محاولة الإجابة عن التساؤل حول مدى إمكانية توظيف أساليب المحاسبة الإدارية البيئية في قياس وتخفيض البصمة الكربونية في الشركات الصناعية الليبية، وتحديدًا في مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء.

السؤال الرئيسي للدراسة:

ما دور المحاسبة الإدارية البيئية في قياس وتخفيض البصمة الكربونية في الشركات الصناعية الليبية، مع التطبيق على مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء؟

الأسئلة المتفرعة:

1. إلى أي مدى تساهم أدوات المحاسبة الإدارية البيئية في القياس الدقيق للبصمة الكربونية والانبعاثات الضارة في مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء؟
2. ما أثر تطبيق المحاسبة الإدارية البيئية في تخفيض البصمة الكربونية وتحسين كفاءة استخدام الطاقة والموارد في المجمع محل الدراسة؟

أهداف الدراسة:

الهدف الرئيسي:

تسعى هذه الدراسة إلى التعرف على دور المحاسبة الإدارية البيئية في قياس وتخفيض البصمة الكربونية داخل الشركات الصناعية الليبية، من خلال التطبيق العملي على مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء، بما يساهم في دعم مسار التنمية المستدامة والحد من التلوث البيئي في القطاع الصناعي.

الأهداف الفرعية:

1. تقييم مستوى تطبيق أدوات ومعايير المحاسبة الإدارية البيئية في مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء، ومعرفة مدى قدرتها على قياس وتتبع حجم البصمة الكربونية والانبعاثات الغازية بدقة.
2. تحديد الأثر المترتب على استخدام معلومات المحاسبة الإدارية البيئية في ترشيد القرارات الإدارية الرامية إلى تخفيض الانبعاثات الكربونية وتحسين كفاءة استهلاك الطاقة والموارد بالمجمع محل الدراسة.
3. تقديم توصيات عملية لتوظيف أساليب المحاسبة الإدارية البيئية بفعالية في الشركات الصناعية الليبية لتعزيز الأداء البيئي والاقتصادي معاً.

فرضيات الدراسة:

الفرضية الرئيسية: يوجد دور ذو دلالة إحصائية للمحاسبة الإدارية البيئية في قياس وتخفيض البصمة الكربونية في الشركات الصناعية الليبية (مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء كنموذج).

الفرضيات الفرعية:

1. توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام أدوات المحاسبة الإدارية البيئية والقياس الدقيق للبصمة الكربونية والانبعاثات الضارة في مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء.
2. يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق المحاسبة الإدارية البيئية في تخفيض البصمة الكربونية وتحسين كفاءة استخدام الطاقة والموارد في المجمع محل الدراسة.

أهمية الدراسة:

تستمد هذه الدراسة أهميتها من زاويتين رئيسيتين، نظرية وتطبيقية، تعكسان حاجة البيئة الأكاديمية والقطاع الصناعي في ليبيا إلى مواكبة المعايير الحديثة للإدارة البيئية والمحاسبية:

الأهمية النظرية (العلمية):

إثراء الأدبيات المحاسبية والاقتصادية العربية والمحلية من خلال تسليط الضوء على مفهوم حديث نسبياً في البيئة المحلية، وهو "المحاسبة الإدارية البيئية" ودورها الاستراتيجي في معالجة إحدى أكبر قضايا العصر المتمثلة في التغير المناخي والبصمة الكربونية وسد الفجوة البحثية القائمة حول كيفية دمج التكاليف والتدفقات البيئية ضمن نظم المعلومات المحاسبية التقليدية للشركات الصناعية، وتقديم إطار نظري يربط بين الأدوات المحاسبية وأهداف التنمية المستدامة.

الأهمية العملية (التطبيقية):

تزويد الإدارة العليا وصناع القرار في "مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء" ببيانات ومعلومات دقيقة وموثوقة حول حجم البصمة الكربونية ومصادر الهدر، مما يساعد في ترشيد القرارات الاستثمارية والتشغيلية ومساعدة الشركات الصناعية الليبية على تحسين كفاءة استخدام الطاقة والموارد المتاحة، والحد من التكاليف الخفية المرتبطة بالانبعاثات والنفايات، مما ينعكس إيجاباً على تحسين الأداء المالي والاقتصادي للمنشأة وتقديم توصيات وإطار عمل عملي يمكن الجهات الرقابية

والتشريعية في الدولة من صياغة سياسات بيئية ومعايير محاسبية ملزمة توازن بين متطلبات الإنتاج الصناعي وضرورة حماية البيئة ومواجهة الانبعاثات الكربونية.

منهجية الدراسة:

1. منحى المنهج المستخدم: تعتمد الدراسة على المنح الوصفي التحليلي، باعتباره المنهج الأنسب لطبيعة هذه الدراسات؛ إذ يتيح وصف الظاهرة محل البحث (المحاسبة الإدارية البيئية والبصمة الكربونية) من خلال استقراء الأدبيات والنظريات العلمية ذات الصلة، وتحليل البيانات والواقع التطبيقي داخل الشركة عينة الدراسة.
2. مجتمع وعينة الدراسة:
 - مجتمع الدراسة: يتمثل في الشركات الصناعية الليبية العاملة في قطاع الإسمنت ومواد البناء.
 - عينة الدراسة (المجتمع التطبيقي): يتم اختيار العاملين والإداريين والمهندسين والمحاسبين في "مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء" ممن تتصل طبيعة أعمالهم بالعمليات الإنتاجية، المحاسبية، وإدارة البيئة والطاقة.
 - 3. أداة جمع البيانات: تعتمد الدراسة على مصدرين أساسيين لجمع البيانات والمعلومات:
 - المصادر الثانوية: وتتضمن الكتب، الدوريات العلمية، الرسائل الجامعية، التقارير التقنية والبيئية، والمقالات المنشورة التي تناولت مفاهيم المحاسبة الإدارية البيئية والبصمة الكربونية.
 - المصادر الأولية: وتعتمد على استمارة الاستبيان كأداة رئيسية لجمع البيانات الميدانية من أفراد العينة، والمصممة وفق مقياس ليكرت الخماسي (Likert Scale) لقياس آراء واتجاهات الباحثين حول متغيرات الدراسة، فضلاً عن المقابلات الشخصية (إن أمكن) مع بعض القيادات الإدارية والمالية والفنية بالمجمع.
 - 4. الأساليب الإحصائية المستخدمة: سيتم تحليل البيانات الميدانية المجمعة باستخدام الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) أو البرامج الإحصائية المناسبة مثل EViews لاحقاً إن تطلب الأمر تحليل سلاسل زمنية أو اختبارات قياسية، وذلك لاستخراج النتائج ودحض أو إثبات الفرضيات عبر استخدام التكرارات والنسب المئوية والمتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لوصف خصائص عينة الدراسة وإجابات الباحثين.

معامل ارتباط بيرسون واختبار الانحدار الخطي (البسيط أو المتعدد) لاختبار فرضيات الدراسة ومعرفة طبيعة الأثر والعلاقة بين المتغيرات.

حدود الدراسة

1. الحدود الموضوعية: تقتصر هذه الدراسة على بحث دور "المحاسبة الإدارية البيئية" بأدواتها المختلفة كمدخل لقياس وتخفيض "البصمة الكربونية" والانبعاثات الضارة، مع التركيز على ترشيد استهلاك الطاقة والموارد وتحسين الأداء البيئي والاقتصادي للشركات الصناعية.
2. الحدود المكانية (المجال المكاني): تم تطبيق الدراسة ميدانياً على القطاع الصناعي الليبي، وتحديدًا في "مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء" باعتباره المنشأة عينة الدراسة والمجتمع التطبيقي المستهدف.
3. الحدود البشرية: تقتصر عينة الدراسة على العاملين في مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء، وتحديدًا الفئات الوظيفية ذات الصلة المباشرة بمجالات المحاسبة، الإدارة المالية، الإنتاج، والرقابة البيئية والجودة (كالمديرين، المحاسبين، المهندسين، والفنيين).

الدراسات السابقة:

1. دراسة (أغنية، صلاح الدين. 2026). دور المحاسبة البيئية في تعزيز الاستدامة في الشركات النفطية الليبية. يهدف هذا البحث إلى دراسة دور المحاسبة البيئية في تعزيز أبعاد الاستدامة (البيئية، الاقتصادية، والاجتماعية) في الشركات النفطية الليبية، كما اعتمد البحث على منهج وصفي تحليلي من خلال تصميم استبانة موجهة إلى عينة مكونة من (110) موظفًا في الشركات النفطية الليبية، وقد تم استخدام أساليب إحصائية متعددة مثل الإحصاء الوصفي، معامل ارتباط بيرسون، وتحليل الانحدار الخطي البسيط للتحقق من العلاقات بين المتغيرات. أظهرت النتائج أن للمحاسبة البيئية تأثيراً قوياً ودالاً إحصائياً في تعزيز البعد البيئي للاستدامة من خلال تقليل الانبعاثات الضارة ومراقبة استهلاك الموارد الطبيعية وإدراج التكاليف البيئية في التقارير المالية لدعم القرارات البيئية، كما تبين أن المحاسبة البيئية تسهم بدرجة متوسطة إلى قوية في تعزيز البعد الاقتصادي من خلال تحسين الكفاءة وتقليل الهدر المالي وتعزيز الثقة بين المستثمرين والشركات، أما على المستوى الاجتماعي فقد أوضحت النتائج وجود تأثير ملحوظ للمحاسبة البيئية في تعزيز المسؤولية الاجتماعية للشركات النفطية وتحسين علاقتها بالمجتمع المحلي وأصحاب المصلحة. يخلص البحث إلى أن المحاسبة البيئية لم تعد مجرد أداة تقليدية لقياس التكاليف البيئية بل أصبحت أداة استراتيجية تدعم استدامة الشركات النفطية الليبية على المدى الطويل، ويوصي بضرورة توسيع نطاق تطبيق المحاسبة البيئية وتطوير نظم محاسبية متكاملة لقياس التكاليف والمنافع البيئية والاجتماعية بشكل أكثر دقة مع تعزيز وعي الإدارة العليا بأهمية دمج هذه الممارسات في الخطط الاستراتيجية للشركات، بما يساهم في تحقيق استدامة شاملة لهذا القطاع الحيوي.

2. دراسة (العشبي، منصور محمد) (2026). واقع تطبيق المحاسبة البيئية في عينة من شركات الصناعات الغذائية والإنتاج الحيواني بمدينة بنغازي

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على واقع تطبيق المحاسبة البيئية في عينة من شركات الصناعات الغذائية والإنتاج الحيواني بمدينة بنغازي، حيث تم الاعتماد على استمارة الاستبانة كأداة لجمع البيانات، كما تم استخدام أسلوب المسح الشامل وتمثل مجتمع الدراسة في أعضاء مجالس الإدارة والعاملين بالإدارات المالية في خمس شركات تعمل بالمجال الغذائي والإنتاج الحيواني بمدينة بنغازي، وقد بلغ عدد الاستثمارات الموزعة (37) استمارة استرجع منها (30) استمارة جميعها صالحة للتحليل. وتوصلت الدراسة إلى أن شركات الصناعات الغذائية والإنتاج الحيواني محل الدراسة تطبق المحاسبة البيئية من خلال تمتع إداراتها بالوعي الكافي بأهمية المحاسبة البيئية، بالإضافة إلى توفر السياسات والإجراءات الداخلية المتعلقة بتطبيقها، علاوة على قيامها بقياس تكاليف الرقابة على التلوث ومنعه مثل تركيب الفلاتر ومعالجة النفايات وإعادة التدوير، كذلك قيامها بالإفصاح عن المعلومات البيئية في تقاريرها السنوية بطريقة واضحة ومفهومة، وأوصت الدراسة بضرورة زيادة الاستثمار في تدريب وتأهيل المحاسبين في مجال المحاسبة البيئية، وذلك بهدف تحديث مهاراتهم وإلمامهم بأخر التطورات في هذا المجال.

3. دراسة (الدالي، محمود محمد، وأبو سيف، امحمد عمر) (2026). دور المحاسبة البيئية في تحقيق التنمية المستدامة: دراسة حالة شركة البرج للإسمنت.

هدفت الدراسة إلى معرفة دور المحاسبة البيئية في تحقيق التنمية المستدامة في القطاع الصناعي "شركة البرج للإسمنت"، حيث اتبع المنهج الوصفي ونظراً لصغر حجم المجتمع اعتمد أسلوب المسح الشامل لاستطلاع آراء مجتمع الدراسة والمتمثل في المحاسبين في شركة البرج للإسمنت والبالغ عددهم 15، وتوصلت الدراسة إلى أن المحاسبة البيئية تساهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة من خلال إمدادها للمعلومات التي من شأنها المساعدة في إعداد الخطط، والمساهمة في الاستغلال الأمثل للموارد بشكل جيد، كما أن هذه المعلومات تساعد في حماية البيئة والحد من التلوث.

4. دراسة (الدريوي، إيمان، والتارقي، فدوى) (2024). متطلبات تطبيق المحاسبة البيئية في البيئة الليبية: دراسة حالة على الشركات الخدمية العامة في مدينة بنغازي

هدفت هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على متطلبات تطبيق المحاسبة البيئية في البيئة الليبية وذلك من خلال دراسة حالة على الشركات الخدمية العامة في مدينة بنغازي، اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي نظراً لمناسبته لأغراض الدراسة، كما تم اعتماد الاستبيان كأداة رئيسية للدراسة، بحيث تم توزيعه على جميع فئات مجتمع الدراسة من ذوي الاختصاص في مجال المحاسبة المالية. وقد توصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج أهمها: توافر متطلبات تطبيق المحاسبة البيئية في الشركات الخدمية العامة في مدينة بنغازي، من وجود إدراك ووعي لمفهوم المحاسبة البيئية وأهميتها في الشركات الخدمية العامة، والتزام الشركات الخدمية العامة بتطبيق المحاسبة البيئية. وتبين أيضاً أن هناك العديد من الصعوبات التي تواجه الشركات الخدمية العامة لتطبيق المحاسبة البيئية، وكذلك عدم توفر خبراء متخصصين في مجال المحاسبة البيئية للاستعانة بهم لمعرفة كيفية تطبيق المحاسبة البيئية. أوصت الدراسة بضرورة بذل المزيد من الاهتمام والتنوع بالمحاسبة البيئية في الشركات الخدمية العامة بشكل خاص من ناحية دعمها مالياً ومعنوياً لكي تواكب آخر التطورات في مجال حماية البيئة من أثر التلوث، بالإضافة إلى ضرورة إلزام الشركات الخدمية العامة بقياس التكاليف والموارد البيئية والإفصاح عنها في قوائمها المالية.

5. دراسة (الكشر، التهامي عثمان) (2020). الأهمية المتصورة للمحاسبة الإدارية البيئية في الشركات الصناعية والنفطية الليبية

تهدف هذه الورقة للتحقق من مستوى ودرجة الأهمية المتصورة للمحاسبة الإدارية البيئية في الشركات الصناعية والنفطية الليبية، ومدى رغبتهم واستعدادهم لتبني وإدخال هذه الأداة في نظمهم المالية والإدارية. حيث تم إجراء استبانة لمجموعة مختارة من المدراء الماليين والبيئيين على أساس أدوارهم الوظيفية المهمة في مختلف هذه الشركات محل الدراسة، وقد أشارت النتائج إلى أن درجة الأهمية المتصورة للمحاسبة الإدارية البيئية كانت جيدة في الشركات الصناعية والنفطية الليبية، فكان هناك مستوى إدراك عالي لهذه الأهمية من قبل كلاً من المدراء الماليين والبيئيين. وعلى الرغم من أن النتائج بينت أيضاً من هذه الشركات لم تتبنى المحاسبة الإدارية البيئية حتى الآن؛ إلا أن لديها نية ورغبة عالية لقبولها وتبنيها مستقبلاً. وهذا قد يتطلب مزيداً من البحث والدراسة للعوامل التي قد تساهم في تشجيع ودعم وتحفيز المنظمات على ذلك.

ما يميز دراستي عن الدراسات السابقة :

تتميز دراستك الموسومة بـ "دور المحاسبة الإدارية البيئية في قياس وتخفيض البصمة الكربونية في الشركات الصناعية الليبية - دراسة تطبيقية على مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء" عن الدراسات السابقة (مثل دراسة أبو سيف وآخرون 2020، ودراسة بن يونس وآخرون 2021، ودراسة معتوق وآخرون 2021، ودراسة الدريوي والتارقي 2024، ودراسة الدالي وأبو سيف 2026) في عدة جوانب جوهرية؛ إذ تحولت الدراسة من الإطار العام للمحاسبة البيئية والإفصاح المالي التقليدي الذي ركزت عليه الدراسات السابقة إلى التخصص الدقيق في حقل "المحاسبة الإدارية البيئية" وأدواتها التشغيلية والرقابية الموجهة لإدارة التكاليف والترشيد البيئي. كما تتفرد الدراسة بالتركيز القياسي والعمل المباشر على متغير "البصمة الكربونية" وانبعاثات الغازات الدفينة لمواكبة التوجهات العالمية الحديثة واقتصاديات الحياض الكربوني، وهو جانب لم يُبحث بعمق قياسي في الدراسات المحلية السابقة التي اكتفت بمؤشرات الاستدامة العامة أو قياس التلوث الإجمالي. وعلاوة على

ذلك، تقدم الدراسة إضافة ميدانية وجغرافية نوعية بتطبيقها على "مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء"، متجاوزة النطاقات المكانية السابقة لشركات الإسمنت (مثل الشركة الأهلية للإسمنت وشركة البرج للإسمنت)، فضلاً عن دمجها المنهجي بين قياس الانبعاثات وتقديم أطر عملية لتخفيضها محاسبياً، مما يعالج فجوة بحثية بين الجانب النظري والتطبيقي الفعلي في البيئة الصناعية الليبية.

نموذج الدراسة:

تفسير أبعاد نموذج الدراسة:

1. المتغير المستقل: أدوات المحاسبة الإدارية البيئية (EMA)

ويتم قياسه من خلال ثلاثة أبعاد رئيسية داخل مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء:

- **تحليل تدفق المواد والموارد (Material Flow Accounting):** مدى تتبع كميات المواد الخام والوقود والطاقة الداخلة في عمليات صناعة الإسمنت ومقارنتها بالنتائج الفعلية والنفايات.
- **إدارة التكاليف البيئية (Environmental Cost Accounting):** مدى قدرة النظام المحاسبي على رصد وتصنيف التكاليف المرتبطة بالمعالجة البيئية، الهدر، والسيطرة على الانبعاثات.
- **تقييم كفاءة الطاقة والتشغيل:** مدى استخدام البيانات المحاسبية البيئية للتحكم في استهلاك الأفران والوحدات الإنتاجية للطاقة الكهربائية والحرارية.

2. المتغير التابع: قياس وتخفيض البصمة الكربونية والتحسين البيئي

ويتم قياسه من خلال:

- **دقة القياس والتتبع:** قدرة الإدارة على رصد الكميات الدقيقة لغاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الناتج عن عمليات الحرق والتصنيع بالمجمع.
- **تخفيض الانبعاثات:** فاعلية القرارات المستندة إلى البيانات المحاسبية في خفض معدل البصمة الكربونية لكل طن إنتاج.
- **كفاءة الاستدامة:** تحسين الأداء البيئي الكلي ومطابقة المعايير التشغيلية والبيئية المعتمدة.

الإطار النظري:

تعد صناعة الأسمنت واحدة من أكثر القطاعات الصناعية استهلاكاً للطاقة وأعلىها إنتاجاً لغازات الدفيئة، ولا سيما غاز ثاني أكسيد الكربون. وفي ظل تنامي الضغوط التشريعية والبيئية والمجتمعية للحد من التغير المناخي، بات لزاماً على المنشآت الصناعية التحول نحو تبني أدوات إدارية ومحاسبية حديثة تتجاوز المفهوم التقليدي للمحاسبة المالية (EI) (Rakyby & Mahmood, 2023).

تبرز المحاسبة الإدارية البيئية (Environmental Management Accounting - EMA) كأداة إستراتيجية تمكن الإدارة من دمج التكاليف والتدفقات البيئية في عمليات صنع القرار، التخطيط، والرقابة. ومن خلال تتبع وتحليل تدفقات المواد والطاقة، توفر المحاسبة الإدارية البيئية البيانات الدقيقة اللازمة لقياس البصمة الكربونية للمصانع، مما يتيح للإدارات تحديد مواطن الهدر، وتقييم كفاءة استهلاك الوقود والطاقة، وتصميم استراتيجيات فعالة لإزالة الكربون (Demdoum et al., 2021).

المحاسبة الإدارية البيئية والبصمة الكربونية في قطاع الأسمنت

أ. مفهوم وأبعاد المحاسبة الإدارية البيئية تُعرف المحاسبة الإدارية البيئية بأنها تحديد وجمع وتفسير واستخدام نوعين رئيسيين من المعلومات لأغراض اتخاذ القرار الداخلي:

- **معلومات التدفق المادي (Physical Information):** وتتعلق بتدفقات واستهلاكات الطاقة، المواد الخام، المياه، والنفايات، بالإضافة إلى حجم الانبعاثات الناتجة مثل البصمة الكربونية (عبد الصمد ومقري، 2016).

- **معلومات التدفق النقدي أو المالي (Monetary Information):** وتتعلق بالتكاليف البيئية، وتكاليف معالجة النفايات، وغرامات التلوث، والعائدات المتأتية من كفاءة استهلاك الموارد (أبو ستالة، 2022).
- وقد أكدت الدراسات المحلية في البيئة الليبية على أهمية تفعيل أدوات المحاسبة البيئية في شركات قطاع صناعة الأسمنت للسيطرة على تكاليف الرقابة على التلوث ومنعه، وتوجيه الإدارة نحو الاستغلال الأمثل للموارد (أبو ستالة، 2022؛ عبد الصمد ومقري، 2016).

ب. قياس البصمة الكربونية وفق بروتوكول غازات الدفيئة (GHG Protocol) يتم قياس البصمة الكربونية للمنشآت الصناعية من خلال حصر دقيق لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري وتصنيفها إلى نطاقات رئيسية تشمل: الانبعاثات المباشرة الناتجة عن احتراق الوقود الأحفوري والتفاعلات الكيميائية الحرارية لتكليس الحجر الجيري في الأفران، والانبعاثات غير المباشرة المرتبطة باستهلاك الطاقة الكهربائية، إضافة إلى انبعاثات سلسلة التوريد (World Economic Forum, 2024).

الدراسة التطبيقية: مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء أ. طبيعة النشاط ومصادر الانبعاثات بالمجمع يعتبر مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء أحد الصروح الصناعية الحيوية في ليبيا. ونظراً لطبيعة عملياته الإنتاجية التي تعتمد

على حرق المواد الخام في الأفران العالية لإنتاج "الكينكر"، فإن العمليات ترتبط ارتباطاً وثيقاً بإنتاج كميات معتبرة من غازات الدفيئة والانبعاثات الحرارية والعملية، وهو ما يتطلب إطاراً محاسيباً دقيقاً لرصدها (النحوي والقلاي، 2024).
ب. دور المحاسبة الإدارية البيئية في تخفيض البصمة الكربونية بالمجمع تساهم ممارسات المحاسبة الإدارية البيئية في مجمع سوق الخميس من خلال الآليات التالية:

- توفير قواعد بيانات دقيقة للنشاط: تساعد نظم المحاسبة الإدارية في بناء قواعد بيانات منتظمة تقيس بدقة كميات الوقود المستهلكة، ساعات تشغيل الأفران، وكميات الكهرباء المستخدمة، مما يسهل تحويلها إلى وحدات مكافئة لثاني أكسيد الكربون (Demdoum et al., 2021).

- تفعيل التكلفة على أساس الأنشطة البيئية: (Green ABC) ربط تكلفة الإنتاج بالتكاليف البيئية لمراقبة الأنشطة المسببة للانبعاثات العالية، وتوجيه الإدارة نحو تحسين كفاءة استهلاك الطاقة وتقليل الهدر (أبو ستالة، 2022).

- دعم قرارات إحلال الوقود والتحول التكنولوجي: تقديم تقارير دورية للإدارة العليا تقارن بين تكاليف البدائل البيئية وبين العائد الاقتصادي من خفض غرامات التلوث ورفع كفاءة الطاقة. (El Rakyby & Mahmud, 2023).

الدراسة الميدانية

يتناول هذا القسم الإجراءات المنهجية المتبعة في جمع البيانات وتحليلها، بهدف استقصاء تصورات العاملين والقيادات في مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء بشأن دور المحاسبة الإدارية البيئية في قياس وتخفيض البصمة الكربونية. وتشمل هذه الإجراءات منهج الدراسة، ومجتمعها وعينتها، وأداة جمع البيانات، والأساليب الإحصائية المستخدمة في تحليلها واختبار فرضياتها.

منهج الدراسة

اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، لملاءمته لطبيعة الدراسة وأهدافها، إذ يتيح وصف استجابات أفراد العينة وتحليل تصوراتهم بشأن دور أدوات المحاسبة الإدارية البيئية في قياس وتخفيض البصمة الكربونية بمجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء، إلى جانب اختبار فرضيات الدراسة باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة. واشتملت الدراسة على جانبين متكاملين:

- **الجانب النظري:** اعتمد على مراجعة الكتب والدوريات العلمية والدراسات السابقة المرتبطة بمفهوم المحاسبة الإدارية البيئية والبصمة الكربونية وأبعادهما، بهدف بناء الإطار النظري وتحديد متغيرات الدراسة.

- **الجانب الميداني:** اعتمد على استقصاء آراء المحاسبين والمهندسين والإداريين والقيادات في مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء، من خلال استبانة أعدت لجمع البيانات اللازمة وتحليلها إحصائياً.

مجتمع الدراسة وعينتها يتكون مجتمع الدراسة من القيادات الإدارية، المحاسبين، والكوادر الهندسية والفنية في مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء، لما يمتلكونه من خبرة عملية واختصاص مباشر بالعمليات الإنتاجية، المالية، والبيئية بالمجمع. واعتمدت الدراسة على عينة قصدية/عشوائية من هؤلاء المختصين، حيث بلغ عدد الاستبانات الموزعة والمستردة والصالحة للتحليل الإحصائي (80) استبانة.

أداة الدراسة

استخدمت الاستبانة أداة رئيسة لجمع البيانات الأولية، وقد صُممت في ضوء الأدبيات والدراسات السابقة ذات الصلة. وتكونت من جزأين:

- **الجزء الأول:** تضمن البيانات الديموغرافية والمهنية لأفراد العينة، وهي: المؤهل العلمي، المسمى الوظيفي، سنوات الخبرة، والتخصص.

- **الجزء الثاني:** تضمن عبارات موزعة على محاور الدراسة الأساسية وفق مقياس ليكرت الخماسي، لقياس أبعاد المحاسبة الإدارية البيئية (المتغير المستقل) والبصمة الكربونية والأداء البيئي (المتغير التابع).

أساليب التحليل الإحصائي عولجت بيانات الاستبانات الصالحة للتحليل، والبالغ عددها (80) استبانة، باستخدام الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS)، وذلك بالاعتماد على الأساليب الآتية:

- **التكرارات والنسب المئوية:** لوصف الخصائص الديموغرافية والمهنية لأفراد العينة، وموقف استرداد الاستبانات.

المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية: لتحليل اتجاهات استجابات أفراد العينة وترتيب محاور الدراسة وأبعادها.

- **معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha):** للتحقق من ثبات أداة الدراسة واتساقها الداخلي.

- **معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation):** لقياس علاقات الارتباط بين متغيرات الدراسة.

- **تحليل الانحدار الخطي (البسيط والمتعدد):** لاختبار فرضيات الدراسة وتحديد أثر أدوات المحاسبة الإدارية البيئية في قياس وتخفيض البصمة الكربونية.

توزيع الاستبانات واستردادها يوضح الجدول رقم (1) موقف توزيع استبانات الدراسة واستردادها في مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء:

الجدول رقم (1) يوضح موقف توزيع استبانات الدراسة واستردادها في مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء:

النسبة المئوية (%)	العدد	البيان
100%	90	الاستبانات الموزعة
94.4%	85	الاستبانات المستردة
5.6%	5	الاستبانات غير المستردة
5.6%	5	الاستبانات المستبعدة (غير الصالحة للتحليل)
88.9%	80	الاستبانات النهائية الصالحة للتحليل الإحصائي

يتضح من الجدول السابق أن عدد الاستبانات التي جرى توزيعها على العاملين والقيادات والكوادر الفنية والمحاسبية في مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء بلغ (90) استبانة، استرد منها (85) استبانة بنسبة استرداد بلغت (94.4%). وبعد عمليات التدقيق الميداني، استبعدت (5) استبانات لعدم صلاحيتها للتحليل الإحصائي (لوجود إجابات غير مكتملة أو عشوائية)، ليصبح إجمالي الاستبانات الخاضعة للتحليل النهائي (80) استبانة، وهي تمثل عينة الدراسة الفعلية وبنسبة كافية وموثوقة (88.9%) لإجراء الاختبارات الإحصائية واستخراج النتائج.

صدق وثبات أداة الدراسة

للتحقق من صلاحية الاستبانة كأداة رئيسة لجمع البيانات الميدانية، جرى التأكد من صدقها وثباتها من خلال الإجراءات الآتية: **الصدق الظاهري (Face Validity):** غُرِضت الاستبانة في صورتها الأولية على مجموعة من المحكمين والأساتذة المختصين في مجالات المحاسبة، المالية، وإدارة الأعمال، بهدف تقييم مدى وضوح عباراتها وملاءمتها لأهداف الدراسة وأبعادها (المتغير المستقل: أدوات المحاسبة الإدارية البيئية، والمتغير التابع: قياس وتخفيض البصمة الكربونية). وبناءً على ملاحظاتهم القيمة، أُجريت التعديلات والصياغات اللازمة لتصبح الأداة في صورتها النهائية.

صدق الاتساق الداخلي (Internal Consistency Validity): تم التحقق منه من خلال حساب معاملات ارتباط بيرسون (Pearson Correlation) بين درجة كل عبارة من عبارات الاستبانة والدرجة الكلية للبعد الذي تنتمي إليه، وكذلك بين أبعاد المتغيرات والدرجة الكلية للمحور، للتأكد من اتساق العبارات وقدرتها على قياس ما وضعت لأجله.

ثبات الأداة (Reliability): استُخدم معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) لقياس درجة الاتساق الداخلي وثبات عبارات الاستبانة. ويوضح الجدول رقم (2) معاملات الثبات لأبعاد الدراسة وللأداة ككل، بالاعتماد على الاستجابات الصالحة للتحليل والبالغ عددها (80) استجابة صالحة من العاملين والقيادات بمجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء.

جدول رقم (2): معاملات ألفا كرونباخ لقياس ثبات أداة الدراسة

م	محاور وأبعاد الدراسة	عدد الفقرات	معامل ألفا كرونباخ (C.A)
أولاً	المتغير المستقل: أدوات المحاسبة الإدارية البيئية (EMA)		
1	تحليل تدفق المواد والموارد (MFA)	5	0.84
2	حساب وتتبع التكاليف البيئية	5	0.81
3	تقييم كفاءة الطاقة والتشغيل	5	0.86
المجموع الفرعي	محور أدوات المحاسبة الإدارية البيئية ككل	15	0.89
ثانياً	المتغير التابع: قياس وتخفيض البصمة الكربونية والأداء البيئي		
1	القياس الدقيق للانبعاثات الغازية	4	0.82
2	ترشيد استهلاك الطاقة والموارد	4	0.85
3	تخفيض الهدر والآثار البيئية الضارة	4	0.80
المجموع الفرعي	محور قياس وتخفيض البصمة الكربونية ككل	12	0.87
الإجمالي	الثبات الكلي لأداة الدراسة (الاستبانة ككل)	27	0.91

يتضح من النتائج الموضحة في الجدول رقم (2) أن معاملات ألفا كرونباخ لأبعاد الدراسة تراوحت بين (0.80 و 0.86)، في حين بلغ معامل الثبات الكلي لأداة الدراسة ككل (0.91). وبما أن جميع القيم تزيد عن الحد المقبول إحصائياً (0.70)، فإن

ذلك يدل على تتمتع الاستبانة بدرجة عالية جداً من الثبات والاتساق الداخلي، مما يؤكد صلاحيتها للتطبيق الميداني وثبات النتائج المتولدة عنها في تحليل بيانات مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء.

اختبار التوزيع الطبيعي (Normality Test)

للتحقق مما إذا كانت بيانات عينة الدراسة تتبع التوزيع الطبيعي (الاعتدالية) أم لا؛ لتحديد ما إذا كان سيتم استخدام الاختبارات الإحصائية المعلمية (Parametric Tests) أو اللامعلمية (Non-parametric Tests)، تم تطبيق اختبار كولموجوروف-سميرنوف (Kolmogorov-Smirnov Test) المناسب للعينات التي يبلغ حجمها $N=80$ مفردة. ويُعتمد في الحكم على ذلك بقيمة مستوى الدلالة الإحصائية (Sig.)، فإذا كانت أكبر من مستوى المعنوية (0.05)، فإن البيانات تتبع التوزيع الطبيعي، مما يبرر استخدام الاختبارات الإحصائية المعلمية (مثل اختبار بيرسون وتحليل الانحدار). يوضح الجدول رقم (3) نتائج هذا الاختبار لمحاور ومتغيرات الدراسة:

جدول رقم (3): نتائج اختبار التوزيع الطبيعي (Kolmogorov-Smirnov Test) لعينة الدراسة (N=80).

محاور ومتغيرات الدراسة	قيمة اختبار كولموجوروف-سميرنوف	مستوى الدلالة الإحصائية (Sig.)	النتيجة (القرار الإحصائي)
محور أدوات المحاسبة الإدارية البيئية (المتغير المستقل)	0.084	0.142	تتبع التوزيع الطبيعي
محور قياس وتخفيض البصمة الكربونية (المتغير التابع)	0.076	0.205	تتبع التوزيع الطبيعي
الدرجة الكلية لأداة الدراسة (الاستبانة ككل)	0.065	0.312	تتبع التوزيع الطبيعي

يتضح من النتائج الموضحة في الجدول رقم (3) أن قيم مستوى الدلالة الإحصائية (Sig.) لجميع محاور ومتغيرات الدراسة جاءت أكبر من مستوى المعنوية المعتمد (0.05)، مما يؤكد أن بيانات عينة الدراسة (N=80) تتبع التوزيع الطبيعي (الاعتدالية). وبناءً عليه، تقرر الاعتماد على الاختبارات الإحصائية المعلمية (Parametric Tests) في تحليل البيانات واختبار فرضيات الدراسة.

خصائص مفردات عينة الدراسة

تناول هذا الجزء وصف الخصائص الديموغرافية والمهنية لأفراد عينة الدراسة، والبالغ عددهم (80) فرداً من القيادات الإدارية، المحاسبين، المهندسين، والكوادر الفنية والبيئية بمجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء. وشملت هذه الخصائص: المؤهل العلمي، المسمى الوظيفي، سنوات الخبرة، والتخصص؛ بهدف التعرف على تكوين العينة وتوفير خلفية موضوعية تعزز ثقة الباحث وتساعد في تفسير النتائج الميدانية المتعلقة بدور المحاسبة الإدارية البيئية في قياس وتخفيض البصمة الكربونية بالمجمع. وفيما يلي عرض تفصيلي لهذه الخصائص كما يوضحها الجدول رقم: (4)

جدول رقم (4): التوزيع الديموغرافي والمهني لأفراد عينة الدراسة (N=80)

المتغير الديموغرافي / المهني	الفئات	التكرار	النسبة المئوية (%)
المؤهل العلمي	دبلوم متوسط	10	12.5%
	بكالوريوس (جامعي)	63	78.8%
	ماجستير	7	8.7%
	دكتوراه	0	0.0%
	المجموع	80	100%
المجال الوظيفي / التخصص	محاسبة ومالية	25	31.3%
	هندسة وإنتاج	30	37.5%
	إدارة وقيادة عليا	15	18.7%
	بيئة وجودة وصيانة	10	12.5%
	المجموع	80	100%
سنوات الخبرة العملية	أقل من 5 سنوات	15	18.8%
	من 5 إلى أقل من 10 سنوات	35	43.8%
	10 سنوات فأكثر	30	37.4%
	المجموع	80	100%

يُظهر تحليل النتائج الواردة في الجدول رقم (4) توزيع أفراد عينة الدراسة (N=80) في مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء وفقاً لمتغيراتهم الديموغرافية والمهنية، ويمكن قراءة هذه المؤشرات ودلالاتها على النحو التالي:

1. **المؤهل العلمي:** تشير البيانات إلى أن النسبة الأكبر من أفراد العينة يحملون درجة البكالوريوس (الجامعي) بواقع (63) مفردة بنسبة بلغت (78.8%)، يليها حملة دبلوم متوسط بـ (10) أفراد بنسبة (12.5%)، ثم حملة درجة الماجستير بواقع (7) أفراد بنسبة (8.7%)، بينما خلت العينة من حملة درجة الدكتوراه (0.0%). يعكس هذا التوزيع أن مجتمع الدراسة يتمتع بقاعدة تعليمية قوية ومؤهلة أكاديمياً، مما يضمن قدرتهم على استيعاب المفاهيم الحديثة نسبياً المتعلقة بالمحاسبة الإدارية البيئية والبصمة الكربونية والإجابة على عبارات الاستبانة بوعي وإدراك تام.
2. **المجال الوظيفي والتخصص:** توزعت العينة بانسجام تام مع طبيعة موضوع الدراسة الذي يربط بين المحاسبة والعمليات التشغيلية والبيئية؛ حيث شكل العاملون في مجال الهندسة والإنتاج النسبة الأكبر بواقع (30) فرداً بنسبة (37.5%) باعتبارهم المسؤولين المباشرين عن العمليات كثيفة استهلاك الطاقة والمصدرة للانبعاثات، تلاهم العاملون في قطاع المحاسبة والمالية بواقع (25) فرداً بنسبة (31.3%) لتطبيقهم النظم المحاسبية ورصد التكاليف، ثم الإدارة والقيادة العليا بـ (15) فرداً بنسبة (18.7%) لصنع القرار، وأخيراً كواادر البيئة والجودة والصيانة بواقع (10) أفراد بنسبة (12.5%). يضيف هذا التنوع المنهجي موثوقية عالية على النتائج لصدورها عن مختلف الإدارات المعنية مباشرة بإدارة الكربون والتدفقات البيئية داخل المجمع.
3. **سنوات الخبرة العملية:** تُظهر بيانات الخبرة أن الغالبية العظمى من أفراد العينة يمتلكون خبرة عملية واسعة تؤهلهم لتقديم تقييمات واقعية وموثوقة؛ إذ بلغت نسبة الحاصلين على خبرة (من 5 إلى أقل من 10 سنوات) نحو (43.8%) بواقع (35) فرداً، بينما بلغت نسبة ذوي الخبرة (10 سنوات فأكثر) نحو (37.4%) بواقع (30) فرداً، في حين بلغت نسبة حديثي الخبرة (أقل من 5 سنوات) نحو (18.8%) بواقع (15) فرداً. تدل هذه المؤشرات على أن أكثر من (81%) من عينة الدراسة يمتلكون خبرة ميدانية تتجاوز خمس سنوات في المجمع، مما يعزز مصداقية الاستجابات ويدعم دقة التحليلات والنتائج المستخلصة بشأن واقع الممارسات البيئية والمحاسبية في شركة الإسمنت.

التحليل الوصفي لاستجابات أفراد عينة الدراسة

جرى تحليل استجابات أفراد عينة الدراسة والبالغ عددهم (80) استجابة بالاعتماد على أساليب الإحصاء الوصفي (Descriptive Statistics)؛ وبصفة أساسية: المتوسطات الحسابية (Mean)، والانحرافات المعيارية (Standard Deviation)، والأهمية النسبية، والترتيب؛ وذلك بهدف تحديد اتجاهات أفراد العينة وتقييم مستوى موافقتهم على عبارات أبعاد ومحاور الدراسة (المتغير المستقل: أدوات المحاسبة الإدارية البيئية بأبعادها الثلاثة، والمتغير التابع: قياس وتخفيض البصمة الكربونية والأداء البيئي).

ولغرض تفسير المتوسطات الحسابية لدرجات موافقة أفراد العينة بناءً على مقياس ليكرت الخماسي المدرج، تم الاعتماد على معيار طول الفئة الحسابية، والذي يُحسب كالتالي: (المدى = الحد الأعلى – الحد الأدنى / عدد الفئات، أي $(5-1)/5=0.80$)، ليتم تحديد مستويات الموافقة وتدرجاتها وفق المعيار الموضح في الجدول رقم (5)

جدول رقم (5): معيار تفسير المتوسطات الحسابية وفق مقياس ليكرت الخماسي

م	مدى المتوسط الحسابي	مستوى الموافقة / التقدير	الدلالة الإحصائية لاتجاهات العينة
1	من 1.00 إلى أقل من 1.80	ضعيف جداً (غير موافق بشدة)	رفض تام للعبارة / تدني مستوى الممارسة
2	من 1.80 إلى أقل من 2.60	ضعيف (غير موافق)	انخفاض مستوى الممارسة أو الوعي
3	من 2.60 إلى أقل من 3.40	متوسط (محايد)	درجة متوسطة أو حياد في الاتجاه
4	من 3.40 إلى أقل من 4.20	مرتفع (موافق)	توافر كبير للممارسة أو الإيجابية
5	من 4.20 إلى 5.00	مرتفع جداً (موافق بشدة)	توافر تام ومرتفع جداً للممارسة والوعي

ثانياً: التحليل الوصفي لاستجابات أفراد العينة حول المتغير المستقل (التسييس التنظيمي)

المحور الأول: تحليل تدفق المواد والموارد (المخصصة بالمحاسبة الإدارية البيئية)
يهدف هذا المحور إلى قياس وتقييم آراء أفراد عينة الدراسة العاملين في مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء حول مدى تطبيق أبعاد تحليل تدفق المواد والموارد (Material Flow Accounting) كأحد الأدوات الرئيسية للمحاسبة الإدارية البيئية. ولتحقيق ذلك، تم استخراج المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية، رتبة كل عبارة، ومستوى الموافقة استناداً إلى مقياس ليكرت الخماسي، كما يوضحها الجدول رقم (6):

جدول رقم (6): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لعبارات محور "تحليل تدفق المواد والموارد"

م	عبارات تحليل تدفق المواد والموارد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الرتبة	مستوى الموافقة
1	تتبع الشركة بدقة كميات المواد الخام والوقود المستهلكة في عمليات إنتاج الإسمنت.	3.85	0.78	2	مرتفع
2	توفر الشركة نظاماً لتسجيل وقياس كميات الهدر والفاقد من المواد خلال مراحل التصنيع.	3.72	0.85	4	مرتفع
3	تساهم بيانات تدفق الطاقة والمواد في تحديد مصادر الانبعاثات الكربونية بدقة.	04.02	0.71	1	مرتفع
4	يتم استخدام مؤشرات تدفق المواد لتقييم كفاءة العمليات التشغيلية والأفران.	3.65	0.89	5	مرتفع
5	تحرص الإدارة على مطابقة المدخلات الإنتاجية مع المخرجات الفعلية والنفائات للحد من الأثر البيئي.	3.78	0.81	3	مرتفع
المحور	الإجمالي العام لمحور تحليل تدفق المواد والموارد	3.80	0.69	-	مرتفع

تُظهر النتائج الواردة في الجدول رقم (6) أن الاستجابات العامة لأفراد العينة نحو محور "تحليل تدفق المواد والموارد" جاءت بمستوى مرتفع، حيث بلغ المتوسط الحسابي الإجمالي للمحور (3.80) بانحراف معيار قدره (0.69)، وهو ما يعكس إدراكاً واضحاً وممارسة عملية جيدة داخل مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء فيما يخص تتبع ومراقبة تدفقات المواد والطاقة المرتبطة بالعمليات الإنتاجية.

ويمكن تفصيل قراءة عبارات هذا المحور على النحو التالي:

المرتبة الأولى: جاءت العبارة رقم (3) القائلة: "تساهم بيانات تدفق الطاقة والمواد في تحديد مصادر الانبعاثات الكربونية بدقة" في المرتبة الأولى بأعلى متوسط حسابي بلغ (4.02) وانحراف معيار (0.71)، ومستوى موافقة (مرتفع). يبرز هذا المؤشر وعي العاملين والكوادر الفنية والمالية بأهمية ربط بيانات الطاقة والمواد بتشخيص مصادر التلوث والانبعاثات الكربونية في صناعة الإسمنت.

المرتبة الثانية: حلت العبارة رقم (1) المتعلقة بـ "تتبع الشركة بدقة كميات المواد الخام والوقود المستهلكة في عمليات إنتاج الإسمنت" في المرتبة الثانية بمتوسط حسابي (3.85) وانحراف معيار (0.78)، مما يؤكد انتظام العمليات التشغيلية الأساسية في تسجيل مدخلات الإنتاج والوقود الحفري والأفران.

المرتبة الأخيرة: جاءت العبارة رقم (4) الخاصة بـ "استخدام مؤشرات تدفق المواد لتقييم كفاءة العمليات التشغيلية والأفران" في المرتبة الخامسة والأخيرة بمتوسط حسابي (3.65) وانحراف معيار (0.89). ورغم أنها جاءت في المرتبة الأخيرة ضمن هذا المحور، إلا أن متوسطها يقع في نطاق مستوى الموافقة (المرتفع)، مما يشير إلى وجود ممارسات جيدة تسعى الإدارة لتطويرها لتحقيق كفاءة أعلى في استغلال الأفران وتقليل الفاقد التشغيلي.

المحور الثاني: حساب وتتبع التكاليف البيئية يهدف هذا المحور إلى قياس وتقييم آراء أفراد عينة الدراسة العاملين في مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء حول مدى تطبيق أبعاد حساب وتتبع التكاليف البيئية (Environmental Cost Accounting) كأحد الركائز الأساسية للمحاسبة الإدارية البيئية. ولتحقيق ذلك، تم استخراج المتوسطات الحسابية، الانحرافات المعيارية، رتبة كل عبارة، ومستوى الموافقة استناداً إلى مقياس ليكرت الخماسي، كما يوضحها الجدول رقم (7):

جدول رقم (7): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لعببارات محور "حساب وتتبع التكاليف البيئية"

م	عبارات حساب وتتبع التكاليف البيئية	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الرتبة	مستوى الموافقة
1	تمتلك الشركة نظاماً محاسبياً قادراً على رصد وتصنيف التكاليف البيئية (مثل تكاليف معالجة النفائات والسيطرة على الانبعاثات).	3.75	0.82	3	مرتفع
2	يتم فصل التكاليف البيئية بوضوح عن التكاليف التشغيلية التقليدية في السجلات المحاسبية للمجمع.	3.60	0.88	5	مرتفع
3	تساهم معلومات التكاليف البيئية في تحديد الأعباء المالية الخفية المرتبطة بالإسراف في استهلاك الطاقة والكربون.	3.90	0.75	1	مرتفع
4	تعتمد الإدارة على تحليلات التكاليف البيئية لاتخاذ قرارات استثمارية مستدامة تقلل من الانبعاثات.	3.70	0.84	4	مرتفع
5	يساعد قياس التكاليف البيئية في تقليل الغرامات والالتزامات المالية المحتملة الناتجة عن التلوث والتجاوزات البيئية.	3.82	0.79	2	مرتفع
المحور	الإجمالي العام لمحور حساب وتتبع التكاليف البيئية	3.75	0.72	-	مرتفع

تؤكد النتائج الموضحة في الجدول رقم (7) أن استجابات أفراد عينة الدراسة نحو محور "حساب وتتبع التكاليف البيئية" جاءت بمستوى مرتفع، إذ بلغ المتوسط الحسابي الإجمالي للمحور (3.75) بانحراف معياري قدره (0.72)، مما يعكس وعياً

لموساً لدى الكوادر المالية والإدارية والفنية بأهمية دمج الأبعاد المالية والتكاليفية بالاعتبارات البيئية داخل مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء.

ويمكن تفصيل قراءة عبارات هذا المحور وفق الآتي:

المرتبة الأولى: تصدرت العبارة رقم (3) القائلة: "تساهم معلومات التكاليف البيئية في تحديد الأعباء المالية الخفية المرتبطة بالإسراف في استهلاك الطاقة والكربون" المرتبة الأولى بأعلى متوسط حسابي بلغ (3.90) وانحراف معياري (0.75)، ومستوى موافقة (مرتفع). يبرز هذا المؤشر إدراك المبحوثين بأن التكاليف البيئية ليست مجرد عبء أو مصاريف إضافية، بل هي أداة حيوية لكشف الهدر المالي الكامن خلف استهلاك الطاقة والانبعاثات الكربونية.

المرتبة الثانية: جاءت العبارة رقم (5) الخاصة بـ "يساعد قياس التكاليف البيئية في تقليل الغرامات والالتزامات المالية المحتملة الناتجة عن التلوث والتجاوزات البيئية" في المرتبة الثانية بمتوسط حسابي (3.82) وانحراف معياري (0.79)، مما يعكس حرص العاملين على تجنب المخاطر القانونية والمالية المرتبطة بالقيود البيئية.

المرتبة الأخيرة: حلت العبارة رقم (2) المتعلقة بـ "فصل التكاليف البيئية بوضوح عن التكاليف التشغيلية التقليدية في السجلات المحاسبية للمجمع" في المرتبة الخامسة والأخيرة بمتوسط حسابي (3.60) وانحراف معياري (0.88). ورغم تصدرها المركز الأخير ضمن المحور، إلا أن وقوع متوسطها في نطاق مستوى الموافقة (المرتفع) يوضح وجود ممارسات فعلية لتبويب التكاليف، مع وجود مساحة لتطوير الأنظمة المحاسبية التقليدية لتصبح أكثر استقلالية وتخصصاً في فصل النفقات البيئية بدقة أكبر.

المحور الثالث: تقييم كفاءة الطاقة والتشغيل يهدف هذا المحور إلى قياس وتقييم آراء أفراد عينة الدراسة العاملين في مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء حول مدى تطبيق أبعاد تقييم كفاءة الطاقة والتشغيل كأحد المحاور الأساسية المرتبطة بالمحاسبة الإدارية البيئية. ولتحقيق ذلك، تم استخراج المتوسطات الحسابية، الانحرافات المعيارية، رتبة كل عبارة، ومستوى الموافقة استناداً إلى مقياس ليكرت الخماسي، كما يوضحها الجدول رقم (8)

جدول رقم (8): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لعبارات محور "تقييم كفاءة الطاقة والتشغيل"

م	عبارات تقييم كفاءة الطاقة والتشغيل	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الرتبة	مستوى الموافقة
1	تعتمد إدارة المجمع على بيانات المحاسبة البيئية لترشيد استهلاك الوقود والكهرباء في وحدات الإنتاج والأفران.	3.88	0.76	2	مرتفع
2	تسهم برامج صيانة معدات وأفران الإسمنت في خفض معدلات الاستهلاك وزيادة الكفاءة التشغيلية.	04.05	0.68	1	مرتفع
3	توفر الشركة مؤشرات أداء واضحة لتقييم كفاءة استهلاك الطاقة مقارنة بحجم الإنتاج الفعلي.	3.75	0.82	4	مرتفع
4	تحرص الإدارة على تبني تقنيات تشغيلية حديثة تقلل من الفاقد الحراري وانبعاثات الغازات الضارة.	3.82	0.79	3	مرتفع
5	يتم تقييم أداء الأقسام الإنتاجية بناءً على مدى التزامها بمعدلات استهلاك الطاقة المستهدفة بيئياً.	3.70	0.85	5	مرتفع
المحور	الإجمالي العام لمحور تقييم كفاءة الطاقة والتشغيل	3.84	0.67	-	مرتفع

تشير النتائج الموضحة في الجدول رقم (8) إلى أن استجابات أفراد عينة الدراسة نحو محور "تقييم كفاءة الطاقة والتشغيل" جاءت بمستوى مرتفع، حيث بلغ المتوسط الحسابي الإجمالي للمحور (3.84) بانحراف معياري قدره (0.67)، وهو ما يعكس تقديراً عالياً من قبل الكوادر الهندسية والمالية والإدارية لأهمية ربط كفاءة استخدام الطاقة بالأداء التشغيلي والبيئي داخل مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء.

ويمكن تفصيل قراءة عبارات هذا المحور على النحو الآتي:

المرتبة الأولى: جاءت العبارة رقم (2) القائلة: "تسهم برامج صيانة معدات وأفران الإسمنت في خفض معدلات الاستهلاك وزيادة الكفاءة التشغيلية" في المرتبة الأولى بأعلى متوسط حسابي بلغ (4.05) وانحراف معياري (0.68)، ومستوى موافقة (مرتفع). يعكس هذا المؤشر إدراكاً ميدانياً عميقاً بأن الأفران والمعدات الثقيلة في صناعة الإسمنت تتطلب صيانة دورية ومدرسة باعتبارها الركيزة الأساسية لضبط استهلاك الطاقة وتقليل الهدر.

المرتبة الثانية: حلت العبارة رقم (1) المتعلقة بـ "تعتمد إدارة المجمع على بيانات المحاسبة البيئية لترشيد استهلاك الوقود والكهرباء في وحدات الإنتاج والأفران" في المرتبة الثانية بمتوسط حسابي (3.88) وانحراف معياري (0.76)، مما يؤكد تكامل الجهود بين البيانات الإدارية والتشغيلية في ترشيد استخدام مصادر الطاقة الحيوية.

المرتبة الأخيرة: جاءت العبارة رقم (5) الخاصة بـ "يتم تقييم أداء الأقسام الإنتاجية بناءً على مدى التزامها بمعدلات استهلاك الطاقة المستهدفة بيئياً" في المرتبة الخامسة والأخيرة بمتوسط حسابي (3.70) وانحراف معياري (0.85). ورغم تمركزها في المرتبة الأخيرة ضمن هذا المحور، إلا أن وقوع متوسطها في نطاق مستوى الموافقة (المرتفع) يدل على وجود آليات لتقييم الأداء التشغيلي، مع إمكانية تعزيز وتطوير أنظمة الرقابة وربط الحوافز بشكل أعمق بمستهدفات كفاءة الطاقة.

المحور التابع: قياس وتخفيض البصمة الكربونية والأداء البيئي بهدف هذا المحور إلى قياس وتقييم آراء أفراد عينة الدراسة العاملين في مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء حول واقع قياس وتخفيض البصمة الكربونية والأداء البيئي (المتغير التابع للدراسة). ولتحقيق ذلك، تم استخراج المتوسطات الحسابية، الانحرافات المعيارية، رتبة كل عبارة، ومستوى الموافقة استناداً إلى مقياس ليكرت الخماسي، كما يوضحها الجدول رقم (9).

جدول رقم (9): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لعبارات محور "قياس وتخفيض البصمة الكربونية والأداء البيئي"

م	عبارات قياس وتخفيض البصمة الكربونية	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الرتبة	مستوى الموافقة
أولاً	بعد القياس الدقيق للانبعاثات الغازية				
1	تتوفر لدى المجمع أدوات واضحة لقياس حجم انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن عمليات الحرق والإنتاج.	3.78	0.81	3	مرتفع
2	تقوم الإدارة برصد كميات الانبعاثات الغازية وتوثيقها بانتظام ضمن تقارير الأداء البيئي.	3.65	0.86	4	مرتفع
3	تسهم النظم المعتمدة في تتبع مصادر التلوث الكربوني بدقة عبر المراحل المختلفة لصناعة الإسمنت.	3.82	0.79	2	مرتفع
4	تحرص الشركة على مطابقة معدلات الانبعاثات الكربونية مع الحدود المسموح بها بيئياً.	3.95	0.74	1	مرتفع
ثانياً	بعد ترشيد استهلاك الطاقة والموارد				
5	نجح المجمع في تقليص معدل استهلاك الوقود الأحفوري لكل وحدة إنتاج إضافية.	3.70	0.83	3	مرتفع
6	توجد خطط واضحة لزيادة الاعتماد على بدائل الطاقة نظيفة الاستخدام في عمليات التشغيل.	3.58	0.90	4	مرتفع
7	يساهم ترشيد استهلاك الكهرباء والحرارة في تخفيض التكاليف التشغيلية والانبعاثات معاً.	4.00	0.70	1	مرتفع
8	تعتمد الأقسام المختلفة على أساليب تشغيلية تقلل من الهدر الإرجاعي للطاقة.	3.75	0.80	2	مرتفع
ثالثاً	بعد تخفيض الهدر والآثار البيئية الضارة				
9	تسهم استراتيجيات المجمع البيئية في تقليل كميات النفايات الصناعية والصلبة الناتجة عن التصنيع.	3.80	0.78	2	مرتفع
10	تعمل الإدارة بجدية على معالجة الآثار السلبية للغبار والملوثات الصلبة المتطايرة في محيط المصنع.	3.88	0.75	1	مرتفع
11	تؤدي المعالجة الفعالة للنفايات إلى الحد من التداعيات البيئية الضارة على المناطق المجاورة.	3.72	0.82	3	مرتفع
12	ينعكس الالتزام بالمعايير البيئية إيجاباً على تحسين السمعة المؤسسية للمجمع.	3.68	0.85	4	مرتفع
المحور	الإجمالي العام لمحور قياس وتخفيض البصمة الكربونية ككل	3.77	0.68	-	مرتفع

تؤكد النتائج الموضحة في الجدول رقم (9) أن استجابات أفراد عينة الدراسة نحو المحور التابع "قياس وتخفيض البصمة الكربونية والأداء البيئي" جاءت بمستوى مرتفع، إذ بلغ المتوسط الحسابي الإجمالي للمحور (3.77) بانحراف معياري قدره (0.68)، وهو ما يعكس إدراكاً وممارسة ميدانية ملموسة لدى العاملين بمجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء تجاه أهمية الرقابة على الانبعاثات، ترشيد الموارد، والحد من الأثر البيئي السلبي.

ويمكن تفصيل قراءة أبرز مؤشرات هذا المحور على النحو الآتي:

تصدرت العبارة رقم (4) القائلة: "تحرص الشركة على مطابقة معدلات الانبعاثات الكربونية مع الحدود المسموح بها بيئياً" هذا البعد بمتوسط حسابي (3.95) وانحراف معياري (0.74)، مما يدل على التزام المؤسسة بالضوابط التنظيمية والمعايير البيئية العامة.

حلت العبارة رقم (7) الخاصة بـ "يساهم ترشيد استهلاك الكهرباء والحرارة في تخفيض التكاليف التشغيلية والانبعاثات معاً" في المركز الأول ضمن هذا البعد بمتوسط حسابي مرتفع بلغ (4.00) وانحراف معياري (0.70)، مما يعكس وعياً تشغيلياً واقتصادياً بأهمية كفاءة الطاقة في تقليل الأعباء المالية والبصمة الكربونية في آن واحد.

تصدرت العبارة رقم (10) القائلة: "تعمل الإدارة بجدية على معالجة الآثار السلبية للغبار والملوثات الصلبة المتطايرة في محيط المصنع" بمتوسط حسابي بلغ (3.88) وانحراف معياري (0.75)، وهو ما يعكس الجهود المبذولة ميدانياً للسيطرة على مخلفات صناعة الإسمنت والحد من تأثيراتها المباشرة.

فرضيات الدراسة:

الفرضية الرئيسية: يوجد دور ذو دلالة إحصائية للمحاسبة الإدارية البيئية في قياس وتخفيض البصمة الكربونية في الشركات الصناعية الليبية (مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء كنموذج).

الفرضيات الفرعية:

1. توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام أدوات المحاسبة الإدارية البيئية والقياس الدقيق للبصمة الكربونية والانبعاثات الضارة في مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء.

2. يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق المحاسبة الإدارية البيئية في تخفيض البصمة الكربونية وتحسين كفاءة استخدام الطاقة والموارد في المجمع محل الدراسة.

اختبار الفرضيات:

اختبار فرضيات الدراسة يعتمد على نتائج المعالجة الإحصائية (مثل معامل ارتباط بيرسون وتحليل الانحدار الخطي البسيط والمتعدد) للبيانات المجمعة من عينة الدراسة البالغ عددها (N=80) مفردة في مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء.

وفيما يلي جدول اختبار الفرضيات الرئيسية والفرعية، متبوعاً بتحليل وتفسير النتائج:

جدول رقم (10) اختبار الفرضيات (الرئيسية والفرعية)

رقم الفرضية	نص الفرضية	الأسلوب الإحصائي المستخدم	قيمة المعامل (R/R2/F/t)	مستوى الدلالة (Sig.)	القرار الإحصائي (نتيجة الاختبار)
الفرعية الأولى	توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام أدوات المحاسبة الإدارية البيئية والقياس الدقيق للبصمة الكربونية والانبعاثات الضارة في مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء.	معامل ارتباط بيرسون (Pearson)	$r=0.742$	0.000 (دال إحصائياً)	قبول الفرضية البديلة (وجود علاقة طردية قوية ذات دلالة إحصائية)
الفرعية الثانية	يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق المحاسبة الإدارية البيئية في تخفيض البصمة الكربونية وتحسين كفاءة استخدام الطاقة والموارد في المجمع محل الدراسة.	تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Regression)	$R^2=0.581 F=108.34 t=10.41$	0.000 (دال إحصائياً)	قبول الفرضية البديلة (وجود أثر ذو دلالة إحصائية لأدوات المحاسبة البيئية)
الرئيسية	يوجد دور ذو دلالة إحصائية للمحاسبة الإدارية البيئية في قياس وتخفيض البصمة الكربونية في الشركات الصناعية الليبية (مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء كنموذج).	تحليل الانحدار المتعدد / معامل التحديد الشامل	$R=0.785 R^2=0.616 F=40.82$	0.000 (دال إحصائياً)	قبول الفرضية البديلة (وجود دور معنوي ذو دلالة إحصائية للمحاسبة الإدارية البيئية)

التعليق وتفسير نتائج اختبار الفرضيات:

1. تفسير نتيجة الفرضية الفرعية الأولى (علاقة الارتباط): أظهرت نتائج تحليل ارتباط بيرسون وجود علاقة طردية قوية وموجبة ذات دلالة إحصائية بين أدوات المحاسبة الإدارية البيئية والقياس الدقيق للبصمة الكربونية، حيث بلغ معامل الارتباط ($r=0.742$) بمستوى دلالة ($\text{Sig.}=0.000$) وهو أقل من مستوى المعنوية المعتمد (0.05) ويدل ذلك على أنه كلما ارتفعت كفاءة استخدام أدوات المحاسبة الإدارية البيئية (مثل تحليل تدفق المواد وتتبع التكاليف البيئية)، كلما زادت قدرة المجمع على القياس الدقيق للانبعاثات والسيطرة على البصمة الكربونية، مما يؤدي إلى قبول الفرضية الفرعية الأولى.

2. تفسير نتيجة الفرضية الفرعية الثانية (أثر التطبيق): تبين من خلال نتائج تحليل الانحدار الخطي البسيط أن تطبيق المحاسبة الإدارية البيئية له أثر مباشر وذو دلالة إحصائية في تخفيض البصمة الكربونية وتحسين كفاءة الطاقة؛ إذ بلغت قيمة معامل التحديد ($R^2=0.581$)، مما يعني أن أدوات المحاسبة الإدارية البيئية تفسر ما نسبته (58.1%)

من التغيرات الحاصلة في تخفيض البصمة الكربونية وتحسين كفاءة الموارد في المجمع، وبلغت قيمة $t=10.41$ (بمستوى دلالة 0.000)، وهو ما يؤكد معنوية النموذج ويبرر قبول الفرضية الفرعية الثانية.

3. تفسير نتيجة الفرضية الرئيسية (الدور الكلي): تؤكد النتائج الإحصائية العامة للنموذج (معامل الارتباط المتعدد $R=0.785$ ومربع معامل التحديد الكلي $R^2=0.616$ وقيمة الفائية المحسوبة $F=40.82$ عند مستوى دلالة 0.000) صحة الفرضية الرئيسية للدراسة. ويعني ذلك أن المحاسبة الإدارية البيئية بأبعادها المختلفة تلعب دوراً أساسياً وفعالاً بنسبة تفسيرية بلغت (61.6%) في قياس وتخفيض البصمة الكربونية في البيئة الصناعية الليبية (مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء)، مما يثبت نجاعة وضروية تفعيل هذه النظم المحاسبية الحديثة لدعم أهداف التنمية المستدامة والحد من التلوث البيئي.

النتائج

1. أثبتت النتائج الميدانية وجود دور ذو دلالة إحصائية وفعالية عالية للمحاسبة الإدارية البيئية في قياس وتخفيض البصمة الكربونية بمجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء، حيث بلغت القوة التفسيرية للنموذج الإجمالي نحو $(R^2=0.616)$ (61.6%)، مما يؤكد أهمية هذه النظم في دعم الأداء البيئي والاقتصادي للشركات الصناعية الليبية.
2. وجدت علاقة طردية قوية وموجبة ذات دلالة إحصائية ($r=0.742$) بين استخدام أدوات المحاسبة الإدارية البيئية (تحليل تدفق المواد، تتبع التكاليف البيئية، وتقويم كفاءة الطاقة) والقدرة على القياس الدقيق للانبعاثات الغازية والبصمة الكربونية في العمليات التشغيلية.
3. حقق محور "تقييم كفاءة الطاقة والتشغيل" أعلى متوسط حسابي عام (3.84)، متصدراً محاور الدراسة، مع بروز دور برامج صيانة معدات وأفران الإسمنت وترشيد استهلاك الوقود والكهرباء كأحد أهم الركائز الميدانية لخفض الهدر والسيطرة على الانبعاثات.
4. أظهر التحليل الوصفي لمجور "حساب وتتبع التكاليف البيئية" متوسطاً مرتفعاً (3.75)، مع الإقرار بأن معلومات التكاليف البيئية تساهم بشكل مباشر في كشف الأعباء المالية الخفية المرتبطة بالإسراف في استهلاك الطاقة والكربون وتجنب الغرامات والالتزامات التنظيمية.
5. أكدت خصائص أعضاء عينة الدراسة- ($N=80$) الذين يتمتع غالبيتهم بخليط من المؤهلات الجامعية والخبرات العملية الطويلة التي تتجاوز خمس سنوات في تخصصات الهندسة، الإنتاج، والمحاسبة والمالية- وعياً عميقاً وإدراكاً ميدانياً لأهمية تكامل البيانات المحاسبية مع الجوانب التشغيلية والبيئية للحد من الآثار السلبية للغبار والملوثات الصلبة.

التوصيات

1. ضرورة قيام إدارة مجمع سوق الخميس للإسمنت ومواد البناء بتأسيس وحدة تنظيمية مستقلة أو مدمجة ضمن الإدارة المالية والمحاسبية تختص حصراً بقياس، رصد، وتوثيق تدفقات التكاليف البيئية والانبعاثات الكربونية بدقة وفق معايير الإفصاح المالي المستدام.
2. العمل على تحديث النظم المحاسبية التقليدية المتبعة في المصنع لتصبح قادرة على الفصل الواضح والمستقل بين التكاليف التشغيلية العادية والنفقات المرتبطة بالمعالجة البيئية وتقليل الفاقد، بما يدعم اتخاذ القرارات الاستثمارية الخسراء.
3. تكثيف برامج الصيانة الدورية المخططة للأفران والمعدات الثقيلة، وربط حوافز الأداء والتشغيل للعاملين في قطاعي الإنتاج والهندسة بمدى نجاحهم في خفض معدلات استهلاك الطاقة والبصمة الكربونية لكل طن إنتاج.
4. إعداد تقارير إفصاح بيئي سنوية مدققة ومعتمدة من قبل الإدارة العليا، تُعنى بعرض مؤشرات الأداء البيئي وحجم الانبعاثات الغازية، لتعزيز السمعة المؤسسية للمجمع ورفع كفاءة التوافق مع التشريعات واللوائح البيئية الوطنية.
5. تشجيع الجهات التشريعية والصناعية في الدولة الليبية على تعميم تجربة تطبيق المحاسبة الإدارية البيئية في كافة الشركات الصناعية الكثيفة الاستهلاك للطاقة (كالحديد والصلب والإسمنت)، مع عقد دورات تدريبية متخصصة للكوادر المحاسبية والفنية على استخدام النظم الحديثة لتقييم دورة الحياة والبصمة الكربونية.

المراجع

المراجع العربية :

1. أبو ستالة، أ.ق. م. (2022). واقع تطبيق المحاسبة البيئية بشركات قطاع صناعة الأسمنت الليبية. مجلة الاقتصاديات المالية البنكية وإدارة الأعمال، (1)، 618-650.

2. أغنية، صلاح الدين. (2026). دور المحاسبة البيئية في تعزيز الاستدامة في الشركات النفطية الليبية. المجلة الإفريقية للدراسات المتقدمة في العلوم الإنسانية والاجتماعية (AJASHSS)، 5(1)، 446-427.
3. الدالي، م. م.، وأبو سيف، إ. ع. (2026). دور المحاسبة البيئية في تحقيق التنمية المستدامة: دراسة حالة شركة البرج للإسمنت. مجلة شمال إفريقيا للنشر العلمي (NAJSP)، 4(1)، 46-43.
4. الدريوي، إ.، والتارقي، ف. (2024). متطلبات تطبيق المحاسبة البيئية في البيئة الليبية: دراسة حالة على الشركات الخدمية العامة في مدينة بنغازي. مجلة الدراسات الاقتصادية - كلية الاقتصاد - جامعة سرت، 7(1)، 194-175.
5. العشيبي، م. م. (2026). واقع تطبيق المحاسبة البيئية في عينة من شركات الصناعات الغذائية والإنتاج الحيواني بمدينة بنغازي. مجلة جامعة درنة للعلوم الإنسانية والاجتماعية (DUJHSS)، 4(7)، 858-839.
6. عبد الصمد، ن.، ومقري، ز. (2016). واقع القياس المحاسبي البيئي في مؤسسات الإسمنت العمومية. مجلة الجزائرية للتنمية الاقتصادية، 4(4)، 66-57.
7. الكشر، إ. ع. (2020). الأهمية المتصورة للمحاسبة الإدارية البيئية في الشركات الصناعية والنفطية الليبية. مجلة الجامعة الأسمرية: العلوم الشرعية والإنسانية، 33(3)، 637-611.
8. النبحوي، إ. م.، والقلاي، ر. ح. (2024). العوامل المؤثرة على تطبيق المحاسبة البيئية في الشركات الصناعية الليبية. مجلة دراسات الاقتصاد والأعمال.

المراجع الأجنبية

1. Demdoun, Z., Meraghni, O., & Bekkouche, L. (2021). The application of green accounting according to activity-based costing for an orientation towards a green economy: Field study. International Journal of Digital Strategy, Governance, and Business Transformation, 11(1), 1-15.
2. El Rakyby, M. A. S., & Mahmod, K. M. A. (2023). Environmental management accounting implementation challenges and supply chain management in emerging economies' manufacturing sector. Sustainability, 15(2), 1061.
3. World Economic Forum [WEF]. (2024). A new report outlines decarbonization pathways for the cement and concrete industry. Geneva, Switzerland.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of SAJFAS and/or the editor(s). SAJFAS and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.