عدد خاص

المجلة العلمية التجارة والتمويل

https://caf.journals.ekb.eg

إطار مقترح لحساب البصمة الكربونية لدعم التقارير المالية المتكاملة في تحقيق التنمية المستدامة: أدلة من قطاع الأعمال المصري

نادر جلال عزت كحله [a]، عمرو علي محمود حمودة [b]

[a] محاسبة

[b] اقتصاد

تاريخ النشر الالكتروني: ابريل2024

للتأصيل المرجعي: كحله ، نادر جلال عزت ، حمودة، عمرو علي محمود .إطار مقترح لحساب البصمة الكربونية لدعم التقارير المالية المتكاملة في تحقيق التنمية المستدامة: أدلة من قطاع الأعمال المصري، **المجلة العلمية للتجارة والتمويل**، المجلد ٤٤ (عدد خاص) 278-318 .

المعرف الرقمي: caf.2024.372942/10.21608

للتواصل مع المؤلف: Nader.KAHLA@fa-hists.edu.eg

إطار مقترح لحساب البصمة الكربونية لدعم التقارير المالية المتكاملة في تحقيق التنمية المستدامة: أدلة من قطاع الأعمال المصري

نادر جلال عزت كحله

[a] محاسبة

عمرو علي محمود حمودة [b]

[b] اقتصاد

الملخص:

استهدف الباحثان من خلال هذه الدراسة تقديم مقترح لآلية حساب البصمة الكربونية، حيث يتكون هذا الإطار المقترح من مجموعة من المعادلات الحسابية والتي يمكن من خلالها المساهمة في تمكين الإدارة المالية في منشآت الأعمال من حساب البصمة الكربونية للمنشأة، مع ضمان التوافق مع المعايير الدولية، ومن ثم إدراج ذلك في التقارير المالية المتكاملة، وتعد البصمة الكربونية (Carbon Footprint) واحدة من المؤشرات البيئية الأكثر استخدامًا على نطاق واسع، وقد أصبحت مطلوبة مؤخرًا بشكل كبير، ويحدد المعيار الدولي ISO-14064 وبروتوكول غازات الاحتباس الحراري ثلاثة نطاقات لحساب انبعاثاتها ، وتم تطوير نموذج Bilan-Carbone بما يناسب مع منشآت الأعمال و قد أظهرت الدراسة أن تطبيق نظام التكلفة والأداء البيئي عند حساب (البصمة الكربونية) قد يسهم بشكل إيجابي في تقليل انبعاثات الكربون، وقد خلصت الدراسة إلى أن البصمة الكربونية من الممكن أن يكون لها تأثير إيجابي في تحقيق أهداف الاستدامة لمنشآت الأعمال، ويوفر هذا الإطار المقترح قوة تسويقية ومكانة في مواجهة المؤسسات الأخرى في المستقبل، وقد رجحت الدراسة أن الإطار المقترح يقدم وسيلة فعالة لحساب البصمة الكربونية في قطاع الأعمال المصري، وتشير النتائج إلى أن هذا الإطار يساعد في تحقيق مستويات أكثر دقة من الشفافية في التقارير المالية بوجه عام والتقارير المتعلقة بالأداء البيئي بوجه خاص، كذلك يهدف هذا الإطار إلى دعم التقارير المالية المتكاملة بمعلومات تعكس التكلفة البيئية وتساهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة من خلال تمكين منشآت الأعمال من فهم وإدارة تأثيرها الكربوني، وتطوير استراتيجيات للتخفيف من آثاره وتحسين كفاءتها البيئية، وتشجيع الابتكار في العمليات والمنتجات، وكذلك تعزيز المسؤولية لمنشآت الأعمال وقدرتها التنافسية في السوق.

الكلمات الافتتاحية: بصمة الكربون، التنمية المستدامة، محاسبة إدارية، التقارير المتكاملة، مصر.

Abstract:

The researcher aimed to study and submit a proposal for calculating the carbon footprint. The proposed framework consists of a set of mathematical equations that enable financial management in business establishments to calculate the facility's carbon footprint, while ensuring its compatibility with international standards, and it can be included in integrated financial reports. The carbon footprint (CF) is one of the most widely used environmental indicators and has recently become more in demand. The international standard ISO-14064 and the Greenhouse Gas Protocol define three ranges for calculating greenhouse gas emissions. The Bilan-Carbone model was developed to suit business in Egypt. The study showed that applying the cost and environmental performance system (carbon footprint) contributes positively to reducing carbon emissions. The study concluded that the carbon footprint has a positive impact on achieving sustainability for business facilities. The proposed framework provides market power and position vis-à-vis other institutions in the future. The study suggested that the proposed framework provides an effective means of calculating the carbon footprint in the Egyptian business sector. The results indicate that this framework helps achieve more accurate levels of transparency and accountability in financial reports and reports related to environmental performance. This framework aims to support financial reports with information that reflects the environmental cost and contributes to achieving sustainable development by enabling companies to understand and manage their carbon impact, develop strategies to mitigate its effects and improve their environmental efficiency, encourage innovation in processes and products, as well as enhance corporate responsibility and competitiveness in the market.

Keywords:Carbon Footprint, Managerial Accounting, Sustainability, Integrated reporting, Egypt.

القسم الأول

الإطار العام للبحث

1-المقدمة

تعد ظاهرة تغير المناخ Climate change واحدة من أهم التحديات العالمية الأكثر إلحاحاً في الحقبة الحالية، فهي تعد حجر الزاوية الأســـاســـي في قضـــايا التنمية، والذي يتمخض منه آثار كبيرة على البيئة والمجتمعات البشـرية ككل، واسـتجابة لهذا التحدي تسـعى الحكومات ومنشـآت الأعمال والأفراد في جميع أنحاء العالم إلى إيجاد سبل من شأنها أن تكون كفيلة للحد أو التخفيف من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري و ما لها من تأثير كبير في ارتفاع درجة الحرارة السطحية المتوسطية لكوكب الأرض مع ارتفاع مستوى ثاني أكسيد الكربون وغـاز الميثـان وبعض الغـازات الأخرى في الجو والتي يطلق عليهـا "غـازات الاحتبـاس الحراري Greenhouse gases" والانتقال نحو ممارسـات أكثر اسـتدامة، ويعد أحد أهم هذه السـبل في هذا النطاق هو اتباع أســلوب أو طريقة البصـــمة الكربونية Carbon Footprint ، والذي يقوم على فكرة مدى إمكانية قياس

ومراقبة وإدارة هذه الانبعاثات عبر عمليات المنشأة وسلسلة التوريد، وعلى الرغم من الأهمية المتزايدة لحساب هذه البصمة إلا أنه لم يتم إجراء سوى القليل من الأبحاث حتى الآن حول مدى تأثيرها داخل منشآت الأعمال، وتهدف هذه الدراسة إلى سد هذه الفجوة من خلال دراسة الوضع الحالي لحساب البصمة الكربونية في جمهورية مصر العربية وبشكل خاص على منشآت قطاع الأعمال المصري من خلال توفير رؤية حول مدى تأثير حساب البصمة الكربونية على التنمية المستدامة وتوجيه السياسات والاستراتيجيات المستقبلية لذلك .

هذا و قد اكتسبت تقارير الاستدامة خلال العقد الماضي أهمية كبرى في كلاً من منشآت الأعمال الربحية منها وغير الربحية، حيث تعد هذه التقارير بمثابة البنية التحتية المعلوماتية لصانعي القرار كما أنها تعد بمثابة المحفز لأي تغيير على المستوى التنظيمي لهذه المنشآت بنوعيها السابق ذكرهما، ويظهر تقرير الأمم المتحدة "**مستقبلنا المشترك**" والخاص بالتعددية والترابط بين الدول في البحث عن مسار مستدام (Adenle, 2017)، أو جهود متواصلة يبذلها أفراد المجتمع لتحقيق مجتمع مستدام، وتماشياً مع تم إيضاحه توفر أهداف التنمية المستدامة التي وضعتها الجمعية العامة للأمم المتحدة في عام 2015 مبادئ توجيهية وغايات واضحة لجميع البلدان لتتبناها وفقاً لأولوياتها والتحديات البيئية التي يواجها العالم بأسره (NU-CMCC, 2015) ويركز الهدف رقم (13) من أهداف التنمية المستدامة بشكل خاص على الحاجة إلى معالجة قضية تغير المناخ ومكافحة الآثار السلبية لها، ويتضمن هذا الهدف المشار إلية خمسة غايات فرعية، و يتمثل أحد أهم هذه الغايات في مدى رفع وعي المؤسسات وأفراد المجتمع بشأن التخفيف من ظاهرة تغير المناخ، فضلاً عن تعزيز قدرة هذه المنشآت على القيام بذلك (Red Campus, 2018) .

وجدير بالذكر فان هدف الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بات من الأهداف التي تحظى إجماعاً عالمياً في جميع المحافل الخاصة بالظواهر المناخية ، فعلى سبيل المثال وليس الحصر، اتفاق باريس أو على المستوى الأوروبي، الصفقة الخضراء الأخيرة وغيرها من التشريعات والسياسات الرئيسية، فلقد تحول منظور تحليل انبعاثات الكربون تدريجياً من المستوى "الكلي" (النطاق العالمي/الوطني) إلى المستوى "الجزئي"، والذي يتعلق بالأنشطة الفردية أو المنتجات أو الشركات، حتى نتمكن من فهم المشكلة في عمق وتطوير تدابير محددة (CMNUCC, 2016) .

وإنطلاقاً مما سبق فقد أصبحت البصمة الكربونية Carbon Footprint (CF) وكيفية قياسها جزءًا أساسي من تقرير الاستدامة ، فقد باتت البصمة الكربونية من المؤشرات البيئية الأكثر استخدامًا على نطاق واسع (Scrucca, et al., 2021)، كما أنها أصبحت مؤشرًا مهماً ومستخدمًا على نطاق واسع لانبعاثات ما يسمى بغازات الاحتباس الحراري والتي مازالت تلعب دورًا مهمًا في تعميم قضايا تغير المناخ والأثر البيئي للتغير المناخي والمنتجات طوال دورة الحياة(Life Cycle Assessment (LCA بأكملها (Yañez, et al., 2019).

ويرى الباحثان أن: الاهتمام بنهج التفكير لحساب البصمة الكربونية خلال دورة الحياة، يعد أمراً مقبولاً باعتباره أحد أشكال التفكير الاستراتيجي لمنشآت الأعمال، والذي يسمح بالعلاقات بين القضايا الصناعية والاستدامة والبحث والابتكار.

ويشير معيار ISO 14064 صراحة إلى ما يسمى"مخزون الاحتباس الحراري " باعتباره "قائمة لمصادر غازات الاحتباس الحراري وانبعاثات هذه الغازات المقدرة وعمليات إزالتها" والتي يجب إعتبارها أحد المهام المستحدثة للمدير المالي، في حين يحدد معيار ISO 14067 CFP "مجموع انبعاثات هذه غازات الاحتباس الحراري وعمليات إزالتها في نظام المنتج، معبرًا عنها بمكافئات ثاني أكسيد الكربون إستنادًا إلى تقييم دورة حياة المنتج باستخدام فئة التأثير الفردي لظاهرة تغير المناخ" (Yañez, et al., 2019).

وجدير بالذكر أن هناك العديد من المؤشرات لقياس آثار تصرفات المجتمع على البيئة كمؤشر(البصمة البيئية (Environmental Footprint (EF)، حيث تأخذ (EF) في الاعتبار إستهلاك الطاقة، وإستهلاك الغذاء، والتخلص من النفايات، وإمدادات المياه، والنقل، وإستهلاك الورق وتقدير الحد الأدنى من الأراضي اللازمة لتوفير الطاقة الأساسية وتدفقات المواد التي يحتاجها الاقتصاد" كما أنه قد بدأت منظمة ISO في تطوير المعيار الدولي رقم14064 ISO بشأن البصمة الكربونية للمنتجات وهو بالفعل مقترح لقياس البصمة الكربونية للمنشآت وبالمثل يقوم مجلس الأعمال العالمي للتنمية المستدامة (WBCSD) ومعهد الموارد العالمية(WRI) بوضع معيارين في إطار مبادرة المنتج/ سلسلة التوريد الخاصة ببروتوكول الاحتباس الحراري ، الأول: معيار المحاسبة والإبلاغ عن دورة حياة المنتج: مبادئ توجيهية لسلسلة القيمة (النطاق رقم 3)، أما الثاني : فهو معيار المحاسبة وإعداد التقارير من أجل تقييم الأثر البيئي والإبلاغ عن استدامة (Yañez, et al., 2019) .

2-<u>طبيعة مشكلة البحث:</u>

تواجه منشآت الأعمال المصرية تحديات متزايدة في تحقيق الاستدامة البيئية والاقتصادية، وتعتمد هذه المنشآت بشكل كبير على الطرق التقليدية للتحديات البيئية، في حين أنه قد تطورت الأساليب والأدوات الإدارية القائمة على الرصد الدائم للتغيرات والتي من شأنها التأثير على البيئة أو الإستدامة، ويعد من المتطلبات المستحدثة في التقارير المالية المتكاملة إستخدام آليات الرصد البيئي ومراقبة الكربون الصادر عن منشأة الأعمال أو سلسلة التوريد أو حتى المنتجات، و تزامناً مع ذلك فقد ظهر ما يسمى بالبصمة الكربونية (CF) للمنشأة والمنتجات، حيث يترتب على مقدار هذه البصمة آثار تبدأ من سمعة المنشأة داخل السوق وصولاً إلى مدى تأثير المنشأة و ملائتها الائتمانية والمالية، **وبشكل أكثر تفصيلاً تشمل مكونات المشكلة البحثية في النقاط التالية :**

1. قياس مدى تأثير تطبيق حساب البصمة الكربونية على تخفيض الأثر البيئي السلبي لمنشآت الأعمال.
2. تقدير التكاليف والفوائد المترتبة على قياس البصمة الكربونية ومدى تأثيرها على القوائم المالية المتكاملة .
3. تقييم الأثر البيئي لتطبيق حساب البصمة الكربونية ومدى تحسين الأداء البيئي للمنشآت الأعمال.
4. التعرف على الفرص والتحديات الخاصة بقياس البصمة الكربونية في هذا السياق.

ومن خلال دراسة هذه المشكلة، يمكن تقديم توصيات واقتراحات لتعزيز الاستدامة في منشآت الأعمال المصرية، وتحديد إمكانية تعميم تطبيق قياس البصمة الكربونية، وفي ضوء ما تقدم **يمكن تلخيص إشكالية البحث في تساؤلات هي:**

1. كيف يمكن تطبيق حساب البصمة الكربونية في منشآت الأعمال المصرية؟
2. ما هو الأثر المحتمل لتطبيق قياس البصمة الكربونية على التقارير المالية المتكاملة ؟
3. هل توجد تحديات تواجه تطبيق قياس البصمة الكربونية لتحقيق أهداف الاستدامة؟

3-أهداف البحث:

يهدف البحث وبشكل أساسي إلى تقديم مقترح لإدخال عملية قياس البصمة الكربونية ضمن الإجراءات المحاسبية والمالية في منشآت الأعمال لتحقيق أهداف الاستدامة، وكذلك تحليل واقع تطبيق هذه المنهجية وتحديد صعوبات التوسع في تطبيقها، **ويمكن صياغة أهداف الدراسة على النحو التالي:**

1. التعرف على الإطار الفكري والمعرفي لحساب البصمة الكربونية.
2. تقديم منهجية لحساب البصمة الكربونية في منشآت الأعمال المصرية.
3. تقديم رؤية مقترحة لحساب البصمة الكربونية لدعم التقارير المالية المتكاملة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة.

4-أهمية البحث:

تحتوي هذه الدراسة على مميزات خاصة في المجال العلمي والعملي على النحو التالي:

أولاً : الأهمية العلمية: وتتمثل هذه الأهمية في أربعة محاور رئيسية :

1. مواكبة موضوع الدراسة للاتجاهات العالمية الحديثة ومتطلبات العصر، حيث أصبح الوعي بقضية البيئية والتغيرات المناخية من أهم الموضوعات والقيود في كافة مناحي الأعمال.
2. تعزيز الاستدامة لمنشآت الأعمال المصرية حيث يمكن من خلال تطبيق حساب البصمة الكربونية المساهمة في تقليل الانبعاثات الكربونية وتقليل الضغط على موارد الطبيعية.
3. ترشيد التكاليف من خلال تقديم إشارات حول الفرص والتي يمكن من خلالها المساهمة ترشيد التكاليف وبالتبعية لذلك زيادة في ربحية منشآت الأعمال .

4. يمكن لهذه الدراسة أن تساهم في تحفيز منشآت الأعمال على اتخاذ إجراءات نحو تبني حساب بصمة الكربون في كافة مراحل دورة حياة الأعمال .

ثانياً : الأهمية العملية: وتتمثل في النقاط التالية :

1. توفير دراسة منهجية يمكن أن توفر رؤى ملموسة حول كيفية تطبيق حساب البصمة الكربونية في الواقع.
2. هذه الدراسة تساهم في توسيع المعرفة حول تأثير حساب البصمة الكربونيةعلى الاستدامة لمنشآت الأعمال .
3. يمكن أن تقدم هذه الدراسة بما تصل إليه من نتائج و رؤية مقترحة ما من شأنه المساهمة في اتخاذ قرارات أو تبني أفكار، أو إدخال تعديلات تهتم بخفض مستوى الكربون الناتج عن المنشآت بما يسهم في خدمة المجتمع وتنميته.
4. تفيد الدراسة واضعي السياسات ومتخذي القرارات في تمكين المعايير البيئية العالمية لما لها من دور فاعل في المحافظة على البيئة ومواردها الطبيعية، ومواجهة تحديات التغير المناخي.

5-فروض البحث:

تفترض الدراسة أن هناك محددات ذات أثر واضح في تطبيق حساب البصمة الكربونية بمنشآت الأعمال المصرية، وتقوم باستكشاف أهم معوقات وتحديات من المحتمل أن تواجه التطبيق وتقترح آليات معالجة هذه التحديات، **وبذلك يمكن صياغة الفرضين النظريين التاليين:**

الفرض الأول: "يوجد أثر لحساب بصمة الكربون على توفير المعلومات المناسبة للحفاظ على البيئة بما يدعم الاستدامة".

الفرض الثاني: "يوجد أثر لممارسات محاسبة البصمة الكربونية على الفكر التخطيطي والتنموي لمنشآت الأعمال المصرية".

6-نطاق البحث وحدوده:

يتمثل نطاق البحث وحدوده فيما يلي:

1- تقتصر الدراسة على تحليل الإطار الفكري لحساب البصمة الكربونية في منشآت الأعمال، و مدى تأثير ذلك على التنمية المستدامة.

2- تقتصر الدراسة على اقتراح آلية لحساب البصمة الكربونية في منشآت الأعمال المصرية، ولا يشمل حسابها للمنتجات .

3- تقتصر الدراسة على تقديم نموذج محاكاة لحساب البصمة الكربونية في احدى منشأة الأعمال.

7-منهج وأسلوب البحث:

تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي، وذلك عن طريق:

أ) **الدراسة النظرية:** تم البحث والإستعانة بالمصادر المكتوبة للوصول إلى مفهوم محدد لحساب البصمة الكربونية في منشآت الأعمال المصرية.

ب) **الدراسة التطبيقية:** تم الاطلاع على منهجيات حساب البصمة الكربونية للوصول للطريقة التي تناسب منشآت الأعمال المصرية.

8-الدراسات السابقة والفجوة البحثية:

أثبتت العديد من الدراسات فعالية حساب البصمة الكربونية في تحسين الأداء البيئي وتحقيق الاستدامة، وسيتم عرض مراجعة للأدبيات الموجودة حول هذا الموضوع، ومفهوم البصمة الكربونية وتأثيره على الاستدامة، وكذلك عرض الأدبيات المتعلقة بطريقة حساب بصمة الكربون وتطبيقاتها.

فقد أوضحت دراسة (Pandey, 2011) لحساب البصمة الكربونية، أنه يجب تقدير كمية غازات الاحتباس الحراري المنبعثة/المزالة أو المضمنة في دورة حياة المنتج وإضافتها، حيث تتضمن دورة الحياة (LCA) جميع المراحل التي يمر بها المنتج مثل تصنيعه بدءًا من جلب المواد الخام وحتى التعبئة النهائية والتوزيع والإستهلاك/الإستخدام وحتى المراحل النهائية للتخلص منها، وأوضحت أن طرق إجراء تقييم دورة الحياة لتقدير هذه الغازات هي: "من أسفل إلى أعلى" أو "تحليل العملية (PA)" و"من أعلى إلى أسفل" أو "تحليل المدخلات والمخرجات (IO)"، ويتم تمثيل المدخلات والمخرجات في شكل مصفوفة، مع المدخلات المطلوبة لإنتاج منتج وحدة ممثلة في الصف المعني .

وفي نفس السياق فقد أشارت دراسة (Heidari, 2016) إلى أن هناك بعض مستويات الالتباس وسوء الفهم المحتمل فيما يتعلق بما يعنيه هذا المصطلح، وما يقيمه، وكذلك الوحدة الدقيقة التي سيتم اعتمادها على الرغم من أن هذا التعبير مترسخ في لغة البصمة البيئية Ecological Footprint (EF)، إلا أن الرأي المقبول عمومًا هو أن البصمة الكربونية تمثل كمية محددة من الانبعاثات الغازية التي تعتبر ذات أهمية بالنسبة لتغير المناخ وترتبط أيضًا بأنشطة الإنتاج والاستهلاك للإنسان ، حيث أن هذا هو مجال التقارب الوحيد لأنه لا يوجد اتفاق بشأن قياس أو تحديد كمية البصمة الكربونية وبالتالي، فإن أحد التعريفات ينبع من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المباشرة إلى انبعاثات الاحتباس الحراري طوال دورة الحياة، لكن وحدات القياس الفعلية ليست واضحة بشكل كبير.

وقد سعت دراسة (Goldhammer, et al., 2017) إلى سد فجوة البيانات من خلال تقدير الإطار (1) و(2) من أطر التعاون القطري من منظور خارجي، حيث تستخدم الدراسة نهج تحليل الانحدار، وذلك

باستخدام أطر التعاون القطري الفعلية المحسوبة داخلياً للشركة لتقييم درجة إمكانية التنبؤ بها من الخارج، فقد تم جمع البيانات من 93 شـــركة أوروبية تابعة لقطاعات المواد الكيميائية والبناء والهندســـة والآلات الصـــناعية كمتنبئين، حيث تم استخدام خمسة مقاييس يتم حسابها باستخدام بيانات الشركة المتاحة للجمهور: حجم الشركة، مســـتوى التكامل الرأســـي، كثافة رأس المال، مركزية الإنتاج، وكثافة الكربون في مزيج الطاقة الوطني ويبين التحليل أنه يمكن ملاحظة قوة تفســـيرية كبيرة لصـــندوق (CCF) من حيث الحجم وكثافة رأس المال ومركزية الإنتاج، يتم تحقيق أفضـل نتائج التقدير عندما يتم دمج البيانات من مختلف القطاعات في نموذج شـامل لجميع القطاعات، مع مراعاة شدة الانبعاثات الخاصة بكل قطاع عن طريق متغيرات وهمية مع قيمة R^2 المعدلة البالغة 0.817، يقوم الإجراء المقترح بتقدير (CCFs) بطريقة دقيقة وفعالة أيضًـا علاوة على ذلك، تعزز الدراسـة الثقة في ممارسات حساب (CCF) الحالية من خلال إظهار أن نتائجها معقولة من منظور طرف ثالث.

كما أنه قد هدفت دراســـة (Ruževičius, & Dapkus, 2018) إلى تحليل التغيرات في المناخ، والبصـــمة الكربونية ومنهجيات التقييم الحالية، واســـتناداً إلى دراســـة ســـابقة قد قام بها المؤلف لتطوير منهجية لحساب البصمة الكربونية للمنظمات الصغيرة المشكلة الرئيسية لأدوات الحساب الخاصة بالمؤسسات الصغيرة هي التعقيد واســـتهلاك الوقت وموارد كبيرة للتنفيذ، و قد تم التوصـــل من خلال هذه الدراســـة الى أن العوامل الرئيسية لحساب البصمة الكربونية للمؤسسات الصغيرة تتجلى في مدى سوء فهم العملية التنظيمية العامة من منظور البيئة، ومشـــاركة الموظفين، وقيادة المديرين، والعوامل الرئيســـية للقطاع العام (مثل التعليم والإعلان، ونقص المعلومات، وتعليم الثقافة البيئية، المشتريات الخضراء، الإعفاء الضريبي) وبناء على نتائج البحث، فقد قام الباحثان بتطوير منهجية حساب البصمة الكربونية وإعداد خوارزمية محدده لتطبيقها، و من ثم تم تكييفها مع المنظمات الصـغيرة و ذلك لإثبات أن نجاح تنفيذ البصـمة الكربونية وتشـغيلها يفوق المشـكلات المشـكلة على المدى الطويل.

وقد ركزت دراســة (Vitale, 2019) على نهج معالجة قضــايا التنمية المســتدامة على مســتوى الإدارة، واعتماد أدوات إدارية واحدة للاســتدامة (مثل بطاقة الأداء المتوازن المســتدام) وعملية "التداخل" بين ممارســات الإدارة التقليدية والممارسات الموجهة نحو الاستدامة، و كان الهف الرئيسي من هذه الدراسة هو تعميق والعثور على أدلة تجريبية حول كيفية دمج أنظمة المحاسبة والرقابة وإعداد التقارير الخاصة بإدارة الاستدامة من خلال عملية المواءمة، و ذلك من خلال تحليل البيانات الخاصـــة باحدى الشـــركات المعروفة في مجال الاســـتدامة (شـركة قابضـــة متوسـطة) لتعزيز التنمية المسـتدامة في سـياق اجتماعي واقتصـادي وبيئي ، ولذلك فقد قامت الدراســة بتطوير دراســة حالة عمل لتقديم أدلة عملية حول دور المحاســبة الإدارية، والرقابة، وممارســات إعداد التقارير في معالجة قضـــايا الاســـتدامة ، و قد أظهر هذا التحليل أن عملية المواءمة بين الممارســـات الإدارية المختلفة تنطوي على عدد وافر من جوانب الأعمال التي يجب إدارتها، من بين هذه العوامل الجوانب الثقافية

والتنظيمية و ذلك على الرغم من تعقيدها، فإن مثل هذه العملية تعد أحد ضـروريات تحقيق الأهداف المتوسـطة والطويلة الأجل، وضمان نمو الشركات المستدام والرفاهية الاجتماعية.

كما أنه قد تبنت دراسـة (El-Deeb, 2020) فكرة أنه تم مؤخرًا اقتراح البصـمة البيئية (EF) كمؤشـر رئيسـي لأنشـطة الضـيافة المسـتدامة، نظرًا لقدرتها على تحديد كمية الموارد اللازمة لأنشـطة الضـيافة، وتمكين المقارنات بين مكونات الضـيافة من خلال قياسـاتها العالمية الموحدة، حيث أن البصـمة البيئية ما هي الا أداة تقيس المتطلبات البشـرية على المحيط الحيوي الطبيعي وتأثيرها على الموارد الوطنية للدولة حيث يتم تتبع الأراضـي والمياه المنتجة بيولوجيًا اللازمة لإنتاج جميع الموارد التي يسـتهلكها السـكان وفصـل نفاياتهم و من ثم جمع معلومات عن المشـاركين من مديري الفنادق و الذين قد تقدموا بطلب لاتاحة المعلومات الخاصـة بجوانب الإقامة و المتمثلة في معدلات الإشغال وأحجام العقارات ومتوسط استخدام المياه والطاقة وإجراءات إدارة النفايات والمعلومات لتحديد متوسط البصـمة البيئية للسياح في الفنادق المختارة من أجل فهم العلاقة بين البصـمة البيئية والسـلوكيات السـياحية ، حيث يوفر هذا التحليل مجموعة من المعلومات و التي يمكن من خلالها الإشـارة إلى الوضع الأخضر الحالي للضيافة من أجل ممارسات بيئية أفضل .

و تعقيباً لما تم عرضـه من دراسات سابقة يرى الباحثان أن : غالبية الدراسات المشار إليها لم توضـح التأثير المالي والمحاسـبي على القوائم المالية المتكاملة، كذلك فانه على الرغم من أهمية هذا الموضـوع ألا انه مازال يحاط بيه الكثير من الغموض العلمي .

وتظهر الفجوة البحثية في عدم وجود نموذج تطبيقي كمي و رقمي واضـح ومحدد لحسـاب البصـمة الكربونية في منشـآت الأعمال المصـرية، ومدى صـلاحية اسـتخدام مخرجات هذا النموذج لخدمة البيانات والمعلومات الواردة في التقارير المالية المتكاملة.

9-<u>خطة البحث:</u>

يمكن استعراض هيكل الدراسة على النحو التالي:

الإطار المرجعي، والإطار النظري، والإطار التطبيقي، والتوصيات والنتائج.

القسم الأول: الإطار العام للبحث.

القسـم الثاني: الإطار المعرفي والمفاهيمي لحسـاب البصـمة الكربونية لخدمة التقارير المالية المتكاملة وعلاقاتها بالتنمية المستدامة .

القسم الثالث: نموذج لآلية حساب البصمة الكربونية في منشآت الأعمال المصرية .

القسم الرابع: النتائج والتوصيات.

القسم الثاني

الإطار المعرفي والمفاهيمي لحساب البصمة الكربونية لخدمة التقارير المالية المتكاملة وعلاقتها بالتنمية المستدامة

تمهيد:

على مدى العقود القليلة الماضـــية تحملت منشـــآت الأعمال المزيد من المســـؤولية تجاه البيئة و قد تم الاثبات بالدليل القاطع أن المبادرات والتحسـينات البيئية من الممكن أن تحقق فوائد اقتصـادية في هذا السـياق، حيث يتم النظر إلى التزامات كفاءة الطاقة على أنها أولوية قصـوى في تقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في العديد منشآت الأعمال ونتيجة لذلك، بات من الضروري أن تنظر العديد من القطاعات إلى سياسات الطاقة الخاصـــة بها باعتبارها ذات أهمية اســـتراتيجية إضـــافية في الحد من آثارها البيئية ، حيث تنعكس هذه الحقيقة أيضـاً في تنفيذ أدوات إدارة الطاقة والإدارة البيئية في الممارسـة العملية، وذلك في إطار إعداد التقارير والتواصـل بشـــأن نهج الاســـتدامة لمنشـــآت الأعمال، يتم إعطاء المزيد من الاهتمام ببيانات المناخ بما في ذلك انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وتدابير التخفيض لها، بالإضـافة إلى ذلك تتزايد أهمية البيانات المتعلقة بالاستدامة في قرارات الاســـتثمار، حيث أنه من المتوقع أن يزداد عدد المســـتثمرين طالبي البيانات المناخية من شـــركائهم التجاريين في ظل التغيرات المناخية السابق ذكرها ، و هنا كان لزاماً على منشآت الأعمال أن تقوم بنشر بشكل منتظم ما يسمى بتقارير مسؤولية الشركات والتقارير البيئية وتقارير التنمية المستدامة، إلى جانب تقاريرها المالية السنوية الخاصة بها (Yañez, et al., 2019).

ويتناول الباحثان في هذا القسـم من الدراسـة عرض الإطار الفكري والمعرفي لحسـاب البصـمة الكربونية ومدى تأثير ذلك على التقارير المالية المتكاملة مما يساهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة .

أولا: ماهية حساب البصمة الكربونية :

تعد آليات حساب البصمة الكربونية Carbon Footprint (CF) هي أحدى الطرق الجديدة و المستحدثة والتي يمكن من خلالها تحديد مقدار الانبعاثات الكربونية في منطقة جغرافية محددة نتيجة لأنشطة محددة، ويزيد القائمين على منشآت الأعمال الصناعية بشكل خاص الآن اهتمامهم بالاستدامة، حيث باتت مهمتهم وهدفهم في هذا النطاق ضـــرورة تجارية، فلا ينبغي اعتبارها مجرد عنصـــر من عناصـــر المســـؤولية الاجتماعية لمنشـــآت الأعمال، حيث تتمثل مهمة هذه المنشـآت في النطاق في مدى الحد من تأثيرها البيئي، وتعد محاسـبة البصـمة الكربونية إحدى هذه الطرق للقيام بذلك، والتي تبدأ بمراقبة انبعاثات الكربون، ومحاولة أن تصبح محايدة للكربون (Harangozo, 2017).

و جدير بالذكر أن انبعاثات الكربون مسؤولة عن 81% من إجمالي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، حيث أن لمنشـــآت الأعمال المســـؤولية الأكبر عن هذه النســـبة المرتفعة، أما بقية انبعاثات غازات الاحتباس الحراري والتي تتمثل النســـب الخاصـــة بها كما يلي : غاز الميثان (10%) وأكســـيد النيتروز (7%) والغازات المفلورة (3%)، وهنا يجب على منشآت الأعمال والتي تهدف إلى اتباع ما يسمى بالفكر الصفري القيام بمراقبة انبعاثات ثاني أكســـيد الكربون والإبلاغ عنها، ويعد ذلك بمثابة الخطوة الأولى والرئيســـية في الحد منها، وحتى يتثنى لمنشـآت الأعمال القيام بذلك فانه يجب عليها تصـنيف بصـمتها الكربونية في ثلاثة نطاقات وفقاً لمعايير الشـــركة الرائدة في بروتوكول غازات الاحتباس الحراري، حيث يتم تصـــنيف انبعاثات غازات الاحتباس الحراري للمنشأة إلى ثلاثة نطاقات رئيسية ، فالنطاق رقم (1) والنطاق رقم (2) هما نطاقان إلزاميان للإبلاغ، في حين أن النطاق رقم (3) يعد نطاقاً طوعياً وبالتبعية فهو يعد النطاق الأصـــعب في المراقبة، ومع ذلك فإن منشـــآت الأعمال التي تنجح في الإبلاغ عن جميع النطاقات الثلاثة ســـوف تكتســـب ميزة تنافســـية مســـتدامة (Tara, 2022).

هذا وعلى الرغم من أن هذا التصنيف ثلاثي التكوين، لم يذكر فقط إلا غاز ثاني أكسيد الكربون (CO2) بشـكل صـريح، فإن الممارسـة المتبعة في حسـاب (CF) هي بمثابة ممارسـة أحادية النظر فقط في مدى تأثير الاحتباس الحراري لجميع انبعاثات غازات الاحتباس الحراري(Greenhouse gases (GHG ، وبشكل مشـترك من خلال النظر ليس فقط في انبعاثات ثاني أكســـيد الكربون، ولكن أيضًـــا النظر الى غاز الميثان (CH4) بالاضـــافة الى غاز النيتروز أكســـيد (N2O) ومركبات الهيدروفلوروكربون (HFCs)، والمركبات الكربونية الفلورية المشبعة (PFCs)، وسداسـي فلوريد الكبريت(SF6) ، مقاسـة بأطنان مما يسـمى بمكافئات ثاني أكسـيد الكربون(WRI and WBCSD 2004; Ramaswami et al. 2008; ISO 2006) (t CO2-eq)).

ويعد (CF) عنصـــراً ذو أهمية بالغة في تكوين البصـــمة البيئية ويمكن تعريفه في هذا النطاق على أنه إجمالي كمية غازات الاحتباس الحراري المنبعثة بشكل مباشر وغير مباشر في الغلاف الجوي بواسطة مشروع أو شـــخص أو حدث أو منشـــأه أو منتج، حيث أنه من الممكن أن تنبعث غازات الاحتباس الحراري من خلال الأنشـطة البشـرية المختلفة، مثل نقل الأشـخاص والبضـائع، وإنتاج واسـتهلاك الغذاء والوقود والمواد والخدمات (Factor-X, 2016).

وتتضـمن آلية حسـاب (CF) الخاص بالمنشـآت حسـاب الانبعاثات حسـب المصـادر وعمليات الإزالة بواسـطة المصـارف لجميع غازات الاحتباس الحراري البشـرية المنشـأ (CO2، CH4، N2O، PFC، HFC، SF6 وNF3) على مســـتوى المنشـــأة ككل، ومع تطبيق نهج تقييم دورة الحياة (LCA)، فقد يتم التعبير عن إجمالي الانبعاثات على أنها انبعاثات ثاني أكســـيد الكربون المكافئة (CO2eq)، باســـتخدام إمكانات الاحتباس الحراري (GWP) Global warming potential لكل غاز من غازات الاحتباس الحراري (Jurić, 2019).

كذلك فقد تم استخدام مصطلح البصمة الكربونية (CF) لأول مرة في مفهوم البصمة البيئية والذي اقترحه ويليامز ريس وغيره من العلماء، فالبصمة البيئية باعتبارها المفهوم الأشمل تعد بمثابة مساحة إقليمية منتجة بيولوجيا يمكنها توفير الموارد بشكل مستمر أو استيعاب مناطق النفايات، مما يعني الحفاظ على بقاء شخص أو منطقة أو بلد أو العالم، أو استيعاب النفايات التي يخرجها الإنسان، مع إنتاجية بيولوجية للمنطقة (Finkbeiner, 2009) ، كما أنه قد تمثل البصمة الكربونية الستة غازات الاحتباس الحراري المباشرة وغير المباشرة المنبعثة بسبب الإنتاج والأنشطة في فترة زمنية معينة، والتي يتم التعبير عنها عادةً بمكافئ ثاني أكسيد الكربون، حيث أن استهلاك الكربون كبير وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون آخذة في التزايد.

1. مفهوم البصمة الكربونية :

تجدر الإشارة إلى بيان أنه في الوقت الحاضر، لا يوجد إجماع حول مفهوم ودلالة البصمة الكربونية في الأوساط الأكاديمية، **وهناك ثلاث وجهات نظر رئيسية:** أولاً: البصمة الكربونية هي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن حرق الوقود ذا أصل كربوني في عملية الأنشطة البشرية، ثانيًا: يتم تعريف البصمة الكربونية على أنها تحويل ثاني أكسيد الكربون لثاني أكسيد الكربون وغيره من غازات الاحتباس الحراري المنبعثة من المنتجات في دورة الحياة الكاملة للحصول على المواد الخام وإنتاجها وتوزيعها واستخدامها واستردادها، وثالثًا: يركز مفهوم البصمة الكربونية على قياس تأثير الأنشطة البشرية على تغير المناخ بناءً على التحويل المباشر وغير المباشر لثاني أكسيد الكربون، وتم التوصل إلى أن طرق تقييم البصمة الكربونية والبصمة الكربونية تشمل بشكل أساسي طريقة تقييم الدورة البيئية، وطريقة تحليل المدخلات والمخرجات (من خلال دراسة الاستهلاك والإنفاق)، وطريقة تقييم أنشطة دورة الحياة(LCA) المختلطة (Zhang, 2020).

من خلال ما تم تناوله يميل رأي الباحثان إلى: المفهوم الثالث والذي يعد أكثر شمولاً في تحديد الاطار المفاهيمي للبصمة الكربونية على أنها "مقياس لكامل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي تنتج بشكل مباشر أو غير مباشر عن طريق النشاط المتراكم للمنتج"

ويغطي هذا أيضًا الأنشطة التي يؤديها الأفراد والمجموعات والمنظمات والشركات والحكومات والصناعات الإنتاجية وغيرها، وبهذا المعنى فإن المنطقي أن يغطي مصطلح المنتج كلاً من السلع والخدمات التي تنتجها وتقدمها شركات مختلفة، وكما هو الحال يجب النظر في كلاً من المباشر في الموقع أو الانبعاث الداخلي، فإن الانبعاث غير المباشر هو الانبعاث خارج الموقع أو الانبعاث الخارجي (Durojaye, 2019).

وهنا يجب الاشارة الى أنه في سبيل وضع سياسة مناخية ذات صلة واستراتيجية فعالة لتغير المناخ في منشآت الأعمال ، فان هذا يحتاج إلى بنية تحتية معلوماتية و بيانات رقمية قوية لفهم تأثير غازات الاحتباس الحراري لمنشآتهم، حيث أنه يجب أن يتضمن ذلك تحديداً تفصيلياً لمصادر وكميات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن الأنشطة المباشرة وغير المباشرة للمنشأة و ذلك من بين الأدوات القابلة للتطبيق، مع الأخذ

في الاعتبار أنه في خلال العقدين الماضيين قد تم تطوير العديد من ما يسمى "بالبصمات Fingerprints " المختلفة لاستخدامها كمؤشرات للتأثيرات البيئية للمنتجات والخدمات و كذلك المنشآت، ومن بين هذه المنهجيات، أصبحت البصمة الكربونية (CF) نهجًا شائعًا للغاية في جميع أنحاء العالم، وبالتالي فإن المعلومات التي يتم الحصول عليها من خلال تحديد (CF) يمكن أن تكون أيضاً بمثابة مقياس علمي فعال و مفيدة ضمن مقاييس كفاءة الطاقة الأوسع لمنشآت الأعمال ومع ذلك، فإن التركيز المحدود على الانبعاثات المباشرة الناتجة عن العمليات الخاصة بالمنشأة قد يؤدي إلى تفويت مخاطر وفرص غازات الاحتباس الحراري الرئيسية، في حين يؤدي ذلك إلى سوء تفسير تأثيرات غازات الاحتباس الحراري الفعلية للمنشأة، وقد تم تأكيد ذلك من قبل مؤلفين مختلفين قد تبنوا وجهة النظر التي تشير إلى أن انبعاثات النطاق رقم (3) غالباً ما تمثل أكبر تأثير على غازات الاحتباس الحراري للمنشأة، وتجاهلها سيؤدي عموماً إلى تقديرات أقل بكثير من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بشكل عام، ويشير النطاق رقم (3) إلى أن الانبعاثات الصادرة من مصادر خارجة عن سيطرة الشركة والانبعاثات المتجسدة في إنتاج السلع والخدمات، ويتم عرض البصمة الكربونية (معبراً عنها بأطنان مكافئ ثاني أكسيد الكربون، (tCO2e للعمليات والأنشطة المختلفة) (Radonjič, 2018).

2. أهمية حساب البصمة الكربونية:

واستنادًا إلى تقرير التقييم الخامس الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) Intergovernmental Panel on Climate Change ، فإن ثاني أكسيد الكربون (CO 2) المنبعث بسبب العمليات الصناعية في غازات الاحتباس الحراري يساهم بشكل كبير في تغير المناخ، ومع ذلك يتم استخدام البصمة الكربونية(CF) تقريبًا لتحديد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (Issa, 2023).

و قد تمثلت الخطوة الأولى في الرحلة نحو الحياد الكربوني لمنشآت الأعمال و التي تتمثل في امكانية تحديد المستوى الحالي للانبعاثات بدقة، فقد ساهمت تحالفات المنظمات غير الحكومية في تشكيل ممارسات حساب الكربون في منشآت الأعمال، و في هذا النطاق فقد قاما كلاً من معهد الموارد العالمية (World Resources Institute) ومجلس الأعمال العالمي للتنمية المستدامة (World Business Council for Sustainable Development) بوضع المعيار العالمي للمنشآت لمساعدتها في إمكانية تقييم بصمتها الكربونية من خلال ما يسمى "بروتوكول غازات الاحتباس الحراري" (GHG Protocol, 2004)، ويميز بروتوكول غازات الاحتباس الحراري بين ثلاث فئات من الانبعاثات: حيث يشير النطاق رقم (1) إلى الانبعاثات المباشرة من الأنشطة الخاصة بالمنشأة، ويشير النطاق رقم (2) إلى الانبعاثات الناتجة عن إنتاج الطاقة المشتراة، و أخيراً يشير النطاق رقم (3) إلى الانبعاثات الصادرة عن الأنشطة العلوية والسفلية على طول سلسلة القيمة (Green, 2010).

واجمالاً لما تم توضـيحه يرى الباحثان أن : البصـمة الكربونية تعد تعبيرًا رقمياً وكمياً مناسـب للتعبير عن انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن نشـاط ما ، حيث تسـاعد هذه البصـمة في إدارة الانبعاثات وتقييم تدابير مختلفة لتحديد كمية الانبعاثات، وبالتالي يمكن تحديد المصادر الهامه لهذه الانبعاثات بالإضافة إلى تحديد أولويات مجالات خفض و ترشـيد هذه الانبعاثات و من ثم زيادة كفاءة المنشـأة ، و نتاجاً لذلك أتاحة الفرصـة لتحقيق الكفاءة البيئية وترشيد التكاليف الطامح الية المنشآت .

و جدير بالذكر أنه في ظل الاهتمام باسـتخدام البصـمة الكربونية باعتباره أحد المؤشـرات الهامه للتأثير على نمط حياة الانسـان ، يقوم برنامج الأمم المتحدة الإنمائي(UNDP) United Nations Development Programmer بنشر تقرير يتم التوضيح من خلاله مؤشر نصيب الفرد من البصمة الكربونية لكل دولة و ذلك بصـفة دورية و منتظمة، حيث يعد ذلك طريقة ملائمة لمقارنة مسـاهمات البلدان والمدن والقطاعات في تبعيات ظاهرة الاحتباس الحراري، ويظهر تقرير المؤشرات المذكور أعلاه أنه من الواضـح أن البلدان ذات الدخل المرتفع تترك البصـمة الأكبر في حين أنها منخفضـة بشكل كبير بالنسبة للبلدان النامية، كمان هذا التقرير يعد مفيداً في حالة مقارنة التأثيرات البشـرية على البيئة بالآليات الطبيعية، حيث أنه من الصـعب أن يكون هناك أي كيان لا يمكن أن يكون مرشحاً لبصمة الكربون (Pandey, 2011).

3. محددات حساب بصمة الكربون:

شـددت دراسـة (Patel, 2006) على أن حسـاب البصـمة الكربونية يمكن أن يتم عند قياس انبعاثات ثاني أكسـيد الكربون المقابلة المنبعثة من بيئتها، وتوليد النفايات والتخلص منها، ومواقع البناء وغيرها، كما أنه قد أشارت دراسة (Pandey, 2014) فيما يخص حساب البصمة الكربونية بأنها منهجية مستخدمة في تقدير إجمالي أو كمية انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من منتج معين يمر عبر دورة الحياة (LCA) ، بدءاً من مرحلة المواد الأولية غير المعالجة المسـتخدمة في الإنتاج وصـولاً لعملية الإنتاج الفعلي للسـلعة النهائية، بالإضـافة إلى ذلك فقد قدم (Pandey) في دراسـة أخرى طريقة أخرى تسـتخدم لتحديد وقياس كل نشـاط من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الموجودة في عمليات سـلاسـل التوريد، ويغطي تعبير البصـمات الكربونية أيضًا إطار العمل لإسناد أي من هذه الأنشطة، كما أنه قد تناولت دراسة (Kumar, 2014) الفكر المعتمد على أن البصمة الكربونية هي مقياس لآثار الأنشطة البشرية على البيئة الطبيعية من منظور كمية غازات الاحتباس الحراري المنتجة والمقاسة بأطنان ثاني أكسيد الكربون.

ونتيجة للجهود المبذولة في مجال السـياسـة المناخية الدولية و زيادة وعي المسـتهلك الناشـئ، فقد حدث اهتمام متزايد بتقدير حجم البصمة الكربونية على مستوى منشآت الأعمال، وكان طبيعي لذلك ظهور العديد من المبادرات والمبادئ التوجيهية وطرق الحسـاب مؤخرًا والتي من شـأنها أن تمكن المنشـآت من قياس انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المباشـرة وغير المباشـرة، كما أنه عند تطبيق مفهوم البصـمة الكربونية عملياً يظهر

العديد من الأطر المختلفة التي من شـأنها توفير منهجية لقياس انبعاثات الكربون التنظيمية ، لمعالجة البصـمة على مستوى المنشآت، و ذلك طبقاً لبروتوكول غازات الاحتباس الحراري (GHG) المستخدم على نطاق واسع و يتم تصنيف هذه الانباعاثات إلى ثلاثة نطاقات (Radonjič, 2018):

النطاق رقم (1): الانبعاثات المباشـرة من المصـادر التي تمتلكها المنشـأة (على سـبيل المثال، الشـاحنات الخاصـة، وأنظمة تسـخين الغاز، وما إلى ذلك)، فهي تعد من الانبعاثات المباشـرة من الموارد المملوكة للمنشـأة والخاضـعة للرقابة ، وبعبارة أخرى يتم إطلاق الانبعاثات في الغلاف الجوي كنتيجة مباشـرة لمجموعة من الأنشـطةعلى مسـتوى المنشـأة، ويتم تقسـيم ذلك إلى أربع فئات: الاحتراق الثابت (مثل الوقود ومصـادر التدفئة)، حيث يتم إدراج جميع أنواع الوقود التي تنتج انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في النطاق رقم (1) ، ومن ثم فإن الاحتراق المتنقل وجميع المركبات المملوكة أو الخاضـعة لسـيطرة المنشـأة والتي تقوم بحرق الوقود (مثل السيارات والشـاحنات الصـغيرة والشـاحنات)، حيث أن الاسـتخدام المتزايد للسـيارات "الكهربائية (EVs)، يعني أن بعض أساطيل المنشآت قد تقع ضمن النطاق رقم (2) من الانبعاثات، و الذي يعتمد على ما يسمى بالانبعاثات الهاربة و المتمثلة في تسريبات من غازات الاحتباس الحراري (مثل وحدات التبريد وتكييف الهواء) .

و يشـير الباحثان أنه من المهم أن نلاحظ أن غازات التبريد تعد أكثر خطورة من انبعاثات ثاني أكسـيد الكربون، ويتم تشـجيع منشآت الأعمال على الإبلاغ عن هذه الانبعاثات حيث يتم إطلاق انبعاثات العمليات أثناء العمليات الصناعية والتصنيع في الموقع (مثل إنتاج ثاني أكسيد الكربون أثناء تصنيع الإسمنت وأبخرة المصانع والمواد الكيميائية).

أما النطاق رقم (2): والذي يتمثل في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري غير المباشـرة والمملوكة من الكهرباء و التي تعتمد على توليد الطاقة في أماكن أخرى تستخدمها المنشأة، وهي انبعاثات غير مباشرة من توليد الطاقة المشـتراة من مزود المرافق بمعنى آخر، هي جميع انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المنبعثة في الغلاف الجوي نتيجة اسـتهلاك الكهرباء والبخار والحرارة والتبريد المشـتراة، أي التي يسـتهلكها المسـتخدم النهائي، بينما يغطي النطاق رقم (3) الطاقة التي تستخدمها المرافق أثناء النقل والتوزيع (خسائر النقل والتوزيع).

وأخيراً النطاق رقم (3): وهو النطاق المعني بالانبعاثات "غير المباشـرة" و"غير المملوكة" أي من الموارد غير المملوكة للمنشـأة لكنها مرتبطة بالمنشـأة وأعمالها وتنتج عنها ، فهي جميع الانبعاثات الغير مدرجة في النطاق رقم (2) و التي تحدث في سلسلة القيمة الخاصة بالمنشأة المبلغة، بما في ذلك الانبعاثات الأولية والنهائية ، و بمعنى آخر ترتبط الانبعاثات بعمليات المنشـأة وفقًا لبروتوكول غازات الاحتباس الحراري، حيث يتم تقسـيم انبعاثات النطاق رقم (3) إلى 15 فئة منها: النفايات، اللوازم المكتبية، إنتاج الوقود، أنشـطة المصـب، الاستثمارات، الامتيازات، المنتجات المباعة المستخدمة، التخلص من المنتجات في معالجة نهاية العمر.

4. طريقة حساب البصمة الكربونية :

للقيام بحساب أو تحديد آثار الكربون بشكل منهجي يجب الالتزام بأحد نهجين متميزين، **الأول:** هو النهج التصاعدي، والذي يعتمد على تحليل العملية بالاختصار Process Analysis (PA)، **أما الثاني :** فهو هو النهج التنازلي، والذي يعتمد على التركيز على المدخلات/المخرجات البيئية مع اختصار Environmental Input/output (EIO) وأياً كان النهج الذي سيتم اعتماده، فإن التحديات الموضحة أعلاه يجب أن يتم تناولها في مجملها وهذا يعني أنه يجب إجراء تحليل/تقييم كامل لدورة الحياة، والذي يتم اختصاره بشكل شائع على أنه Life Cycle Analysis/Assessment (LCA) (Durojaye, 2020).

و جدير بالذكر أنه قد تم تطوير طريقة (PA) لاكتساب المعرفة بالتأثيرات البيئية للمنتجات المختلفة في دورة حياتها، أي من المهد إلى اللحد للمنتج، وعند التعامل مع المنتجات من الزاوية التصاعدية، غالبًا ما تعاني هذه المنتجات مما يعرف بمشكلة حدود النظام، وذلك لأنه سيتم النظر فقط في الموقع، أو من الدرجة الأولى، أو بعض التأثيرات من الدرجة الثانية، ولاستخلاص تقديرات البصمة الكربونية باستخدام خليط من طريقتين(LCA)، (PA)، هنا يجب التركيز بشكل كامل على التعرف على حدود النظام المناسبة بحيث يتم تقليل خطأ الاقتطاع إلى الحد الأدنى، وعادةً ما تواجه (LCAs) المستندة إلى (PA) الكثير من المشكلات عند إنشاء آثار كربونية للكيانات الأكبر مثل القطاع الصناعي أو الأسر العامة أو الحكومات في هذه العملية، وعلى الرغم من أنه يمكن الحصول على تقديرات مختلفة عن طريق استخراج المعلومات الموجودة في قواعد بيانات دورة الحياة، فإن النتائج غالباً ما تصبح غير مكتملة لأن الإجراءات تحتاج عادة إلى افتراض أن جزءا لا يتجزأ من المنتجات الفردية يستخدم لتمثيل مجموعات أكبر من المنتجات، ولذلك فإن المعلومات المتاحة للاستخدام من قواعد البيانات المتنوعة ستصبح غير متسقة بشكل عام (Durojaye, 2020).

كما أن تحقيق المدخلات والمخرجات البيئية (EIO) يمكن من خلاله توفير بديل للطريقة من أعلى إلى أسفل المستخدمة ، حيث أن جداول المدخلات والمخرجات ماهي الا حسابات اقتصادية تعطي صورة لكل نشاط اقتصادي على المستوى المتوسط أو القطاعي، ويمكن استخدام هذه الجداول لإعداد تقديرات البصمة الكربونية بطريقة كاملة وقوية ، كما أنها قد تستخدم أيضًا لتحديد جميع التأثيرات ذات الترتيب الأعلى بما في ذلك وضع النظام الاقتصادي بأكمله كحدود ، حيث أن هذا الاكتمال لا يأتي دون حساب التفاصيل، فغالبًا ما تكون ملاءمة تحليل المدخلات والمخرجات في البيئة لتقييم الأنظمة الدقيقة مثل المنتجات أو العمليات المحدودة لأنها لا تفترض التشابه في الأسعار فحسب، بل أيضًا في المخرجات وانبعاثات الكربون على مستوى القطاع ككل ، وعلى الرغم من أنه قد يتم تفصيل بعض القطاعات من أجل إخضاعها لمزيد من التحليل وتقريبها من النظام المصغر، فقد لوحظ أن هذا الاحتمال محدود، خاصة في حالة النظر إليه من نطاق أوسع من الأنشطة، كما أنه أيضاً قد لوحظ أن النهج القائم على المدخلات والمخرجات يتمتع بميزة مطلقة ، حيث يتطلب هذا النهج قدرًا

أقل بكثير من الوقت، بالإضـــافة إلى القوى العاملة في اللحظة التي يتم فيها وضـــع النموذج في مكانه (Durojaye, 2020).

كذلك فانه من أجل الحصول على تحليل مفصل وشامل، فإن الخيار الأنسب هو الجمع بين قوة كلاً من الطريقتين، و ذلك باستخدام نهج مختلط ودمج للمنهجيات المستخدمه، حيث سيؤدي استخدام هذا النهج إلى إتاحة الفرصة للحفاظ على التفاصيل بالإضافة إلى دقة الأساليب التصاعدية في مراحل الترتيب الأدنى، وفي الوقت نفســه ســيتم تغطية المتطلبات ذات الترتيب الأعلى من خلال عنصــر المدخلات والمخرجات للنموذج، كما أن طريقة Hybrid-EIO-LCA هذه، والتي تتضمن أنظمة الإجراءات ضمن جداول المدخلات والمخرجات، فهي تعد واحدة من أحدث ما توصلت إليه العلوم في الاقتصاد البيئي (Durojaye, 2020).

ويرى الباحثان أن : فلســفة محاســبة البصــمة الكربونية تعد أســلوب أو طريقة كمية ورقمية، أقرب إلى الأساليب المحاسبية والتي تعتمد على رصد عناصر تكاليف مدخلات الإنتاج مقابل تكاليف المدخلات، بهدف معرفة الفرق بينهما والذي يمثل فاقد، ووضــع هذه النتائج أمام إدارة المنشــأة لاتخاذ اللازم نحو تقليل هذا الفاقد، كما أن مفهوم الاستدامة يقترب من مفهوم محاسبة بصمة الكربون من جهة تقليل الفاقد وترشيد الاستخدام.

ثانياً : البصمة الكربونية كمتطلب لتحقيق أبعاد التنمية المستدامة:

يعد فكر التنمية المســتدامة هو الأداه الفاعلة في هذا العصــر نحو نحقيق نمو اقتصــادي ذا قيمة على المدى الطويل بشــكل آمن ومســتدام، وفي ذات زمان تحقيق تغيرات بيئية مســتدامة وتحفيظ بالموارد الطبيعية والتغير المســتدام في المجتمعات المحلية ويعتبر حســاب البصــمة الكربونية أداة مهمة لقياس تأثير الأنشــطة البشرية على التغير المناخي وتحديد مدى جدواها على الاحتباس الحراري، وتهدف هذه الدراسة إلى اقتراح إطار لحساب البصمة الكربونية وذلك لدعم التقارير المالية المتكاملة في تحقيق التنمية المستدامة في منشآت قطاع الأعمال المصري.

حيث يتضمن الإطار المقترح نظاماً لتسجيل وتتبع وتقييم البصمة الكربونية لجميع أنشطة قطاع الأعمال المصــري، بما يشــمل قياس ومراقبة وإدارة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري عبر عمليات المنشــآة وســلســلة التوريد، ويتضمن الإطار معايير ومقاييس متخصصة لقياس البصمة الكربونية وتحديد مدى جدواها على البيئة، كذلك يتضمن إجراءات التوثيق و التدقيق و ذلك للتأكد من دقة وصحة البيانات والمعلومات الموجودة في تقارير البصمة الكربونية، وهنا يجب أن يتوافق الإطار المقترح مع المعايير الدولية للتخفيض من إنتاج الكربون وتحقيق التنمية المســتدامة، كذلك يجب أن يتكامل مع التقارير المالية لتوفير رؤى شــاملة حول تأثير الأنشــطة التجارية على البيئة والتنمية المستدامة.

هذا ويعمل قطاع الأعمال المصــــري على تطبيق المعايير الدولية للتخفيض من إنتاج الكربون وتحقيق أهداف التنمية المستدامة، ويعتبر حساب البصمة الكربونية أداة مهمة لقياس تأثير الأنشطة البشرية على التغير

المناخي وتحديد مدى جدواها على الاحتباس الحراري، ويمكن تطبيق الإطار المقترح من خلال التوافق مع المعايير الدولية والتكامل مع التقارير المالية لتحسين التوفير المستدام للمعلومات حول البصمة الكربونية وتعزيز اتخاذ القرار.

وتظهر النتائج أنه في حين تتخذ بعض منشـــآت الأعمال خطوات لقياس انبعاثاتها الكربونية والحد منها، ولا يزال هناك مجال للتحسين فيما يتعلق بإعداد التقارير المالية الشاملة والتكامل مع الحسابات المالية، علاوة على ذلك تسلط الدراسة الضوء على الفوائد المحتملة لحساب البصمة الكربونية على التنمية البشرية، بما في ذلك خلق فرص العمل، وتحسين الصحة العامة، وزيادة الوعي البيئي.

1. أبعاد التنمية المستدامة:

تقوم التنمية المستدامة على ثلاثة أبعاد هي (مدحت وياسمين، 2017):

1. البعد الاقتصادي: يشمل تنمية الاقتصاد واستمرارية نمو العملية الإنتاجية بالطريقة التي تضمن التوازن بين استغلال الموارد المتاحة، ورأس المال المتاح، كذلك خلق موارد جديدة متنوعة تسهم في تحقيق أكبر قدر ممكن من النمو الاقتصادي، والعدالة في توزيع ثمار التنمية الاقتصادية.
2. البعد الاجتماعي: يركز تنمية على أن الإنســـان برفع مســـتوى الرفاهية وتوافر مقومات العدالة الاجتماعية.
3. البعد البيئي: يعمل على تنمية البيئة ويراعي عدم استنزاف واستهلاك الثروات البيئية منعا للوصول إلى مرحلة تدهور النظام البيئي، والمحافظة علي التنوع والتوازن البيولوجي بما يضـــمن حماية الطبيعة، وضمان إنتاج الموارد المتجددة مع عدم استنزاف الموارد غير المتجددة.

فقد تبنت الأمم المتحدة خطة التنمية المستدامة لعام 2030، ووضعت أهداف التنمية المستدامة التي تضم 17 هدفاً و169 غاية فرعية بعيدة المدى، والتي تتضـــمن (إنهاء الفقر، القضـــاء على الجوع، الصـــحة الجيدة والرفاهية، التعليم الجيد، المساواة بين الجنسين، المياه النظيفة والصرف الصحي، طاقة نظيفة بأسعار معقولة، والعمل اللائق والنمو الاقتصادي، الصناعة والابتكار والهياكل الأساسية، الحد من أوجه عدم المساواة، مدن ومجتمعات مســـتدامة، الاســـتهلاك والإنتاج المســـؤولان، العمل المناخي، الحياة تحت الماء، الحياة على البر، السلام والعدل والمؤسسات القوية، وعقد الشراكات لتحقيق الأهداف) (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي).

كما أنه فقد أوصـت قمة الأرض التي عقدت في عام 2012 بالبرازيل، باعتبار أن التحول نحو الاقتصـاد الأخضـر يعد الوسـيلة الرئيسـية لتحقيق التنمية المسـتدامة، حيث اتفقت الحكومات على تبني فكر الاقتصـاد الأخضـر باعتباره أداه هامه و فعالة لمتطلبات التنمية طويلة المدى و وسـيلة لدفع النمو الاقتصـادي والعمالة والقضاء على الفقر، مع الحفاظ على الأداء الصحي للنظم البيئية للأرض (الأمم المتحدة).

2. دور حساب البصمة الكربونية لخدمة التقارير المالية المتكاملة:

لقد تغيرت بيئة الأعمال الخارجية بشكل كبير وأصبحت أكثر تعقيدًا، في حين أن التقارير المالية التقليدية للمنشـــآت قد باتت غير قادرة على مواجهة هذه التغييرات بســـبب قيودها وعيوبها العديدة و المتمثلة في غياب المعلومات غير المالية (مثل المعلومات الاجتماعية والصحية وانبعاثات الكربون وحقوق العمل)، وقصر المدى، وعدم التماســـك، والتعقيد وللتغلب على هذه القيود (Hamid, 2020) ، كما أنه قد اكتســـبت ما يطلق عليها التقارير المالية المتكاملة (Integrated Reporting (IR اهتمامًا كبيرًا في السنوات الأخيرة باعتباره نهجًا ناشئًا للاتصالات المؤسسية (Camodeca et al., 2018).

وتمثل (IR) أحدث تحسن في حركة إعداد تقارير المنشآت (Pistoni et al., 2018). بالنسبة للعديد من البلدان، فقد أصـــبح التحول نحو العلاقات الدولية حقيقة واقعة بالفعل، حيث تقوم غالبية المنشـــآت الكبرى في جميع أنحاء العالم بدمج الإفصاحات المالية وغير المالية في تقاريرها السنوية (KPMG, 2017)، و ذلك وفقًا لقاعدة بيانات المجلس الدولي لإعداد التقارير المتكاملة (IIRC)، حيث تعتمد أكثر من 1600 منظمة في أكثر من 70 دولة على مســـتوى العالم على الإطار الدولي لإعداد التقارير المتكاملة (IIRF) لدعم اســـتراتيجيتها وعملية إعداد التقارير الخاصـــه بها (IIRC, 2019) ، و يعد ذلك هذه مهمة في بناء زخم كبير نحو اعتماد العلاقات الدولية على مســـتوى العالم، ووفقًالما ســـبق فقد جذبت علاقات المســـتثمرين مؤخرًا انتباه العديد من الأكاديميين والممارسين باعتبارها التطور التالي لتقارير المنشآت (Velte & Stawinoga, 2017) علاوة على ذلك، لا يزال النقاش حول مستوى اعتماد العلاقات الدولية وفوائده ومحدداته لتلبية احتياجات أصحاب المصلحة مستمراً.

ويؤكد التطور الديناميكي والمتزايد للظروف الاقتصـــادية على أوجه القصـــور المحتملة في المعلومات التاريخية للمنشـــآت المدرجة لأنها لا تســـتطيع تلبية احتياجات المســـتثمرين المتنوعة من المعلومات إلى جانب التنمية الاقتصـــادية في بعض الحالات، حيث أنه لا تمكن المعلومات التاريخية من تزويد أصـــحاب المصـــلحة برؤية كافية فيما يتعلق بعوامل النجاح الحاســـمة والفرص والمخاطر وخطط الإدارة بمنظور أكثر تكاملاً، و استكمالاً لهذا السياق فقد تم طرح إطار جديد لإعداد التقارير يسمى (الإبلاغ المتكامل) خلال العقد الماضي حيث بدأت هيئة الأوراق المالية والبورصـــة الأمريكية (SEC) في تبني مفهوم التقارير المتكاملة في الســـبعينيات باســـتراتيجية مختلفة تدعو إلى توفير تقرير واحد يدمج المعلومات المالية وغير المالية ، ويحاول إطار إعداد التقارير الجديد المضـــي قدماً في تحسين قدرة المستثمرين على تقييم الآفاق المستقبلية للمنشأة ومعالجة أوجه القصور في نموذج الإبلاغ التقليدي للمحاسبة.

و يعد المجلس الدولي للتقارير المتكاملة International Integrated Reporting Council (IIRC) هو الهيئة الرئيســية وراء انتشــار فكرة التقارير المتكاملة، فقد أصــدر المجلس إطاراً تضــمن المكونات الرئيســية

لمكونات التقرير المتكامل ومتطلبات التنفيذ وتضـمنت مكونات التقرير المتكامل سـتة أشـكال لرأس المال (رأس المال الطبيعي، ورأس المال الاجتماعي والعلاقات، والبشـري، والفكري، والصـناعي، والمالي) التي تسـاعد في خلق قيمة مستقبلية للشركة باستخدام نموذج الأعمال واستراتيجية المنظمة (Samy, 2019).

هذا ويتم إعداد التقارير المالية للمنشـآت الأعمال وفقًا للمبادئ المحاسـبية، و التي تعد التزام قانوني في العديد من البلدان لإخطار وحماية الدائنين والمستثمرين والمساهمين، وتطبق معظم البلدان في الوقت الحاضـر المعايير الدولية لإعداد التقارير المالية(International Financial Reporting Standards (IFRS بطريقة كاملة أو جزئية، في حين تسـتخدم بلدان أخرى معايير محاسـبية وطنية مما يجعل عملية التحول إلى التقارير المتكاملة أكثر صـعوبة، و أنطلاقاً من ذلك فقد تم العمل على تطوير هذا الفكر من جانب العديد من المؤسسات التي تهتم بهذا المجال مثل المجلس الدولي لإعداد التقارير المتكاملة (IIRC)، ومبادرة إعداد التقارير العالمية (GRI)، ومجلس معايير المحاسبة المستدامة (SASB) ، حيث تعد تقارير المنشآت ذات أهمية كبيرة للمستثمرين، ولكن من المعروف جيدًا أن المستثمرين على المدى الطويل ينظرون إلى أبعد من الحقائق والأرقام المالية فقط، وتحتوي التقارير المتكاملة على معلومات مالية وغير مالية يجب الوصول إليها على أساس منهجي ومتسـق، فبمجرد تطبيق فكر (IR) بشـكل كامل، فسـوف ينعكس أثره على الممارسـات الداخلية والاعتبارات المادية وأنشطة مشاركة المساهمين في التقرير النهائي للمنشآت (Samy, 2019).

ويرى الباحثان أنه: في حالة تحقق الهدف من هذا الاطار المقترح والذي بدور ينعكس على دقة التقارير المالية المتكاملة والتي تعتمد في المقام الأول على جودة المعلومات المتاحة لأصحاب المصالح سواء كانت هذه المعلومات مالية أو غير ذلك .

3. العلاقة الترابطية بين البصمة الكربونية و التنمية المستدامة :

يمكن استنتاج العلاقة بين التنمية المستدامة وحساب البصمة الكربونية بطريقة منطقية مباشرة، فالهدف الأساسي لكلاهما هو الحفاظ على البيئة، فالتنمية المستدامة هي نوعية حياة أفضل للأجيال الحالية والمستقبلية من خلال مكافحة الفقر، وتعزيز الاستهلاك المستدام، والحد من تغير المناخ، والاهتمام بإمدادات المياه النظيفة، وتحسين النقل والبنية التحتية، وبناء مدن مستدامة، ومنظمات مسؤولة وشفافة، وضمان الحكم السليم للبلدان، والإنسـانية. الحقوق والمسـاواة بين الجنسـين (المتفق عليها في القمة العالمية للتنمية المسـتدامة 2030) (Ruževičius, 2018). النمو السكاني المتسارع – 1960 – 3.03 مليار، 1990 – 5.33 مليار، في 2018 – 7.63 مليار (Worldometers، 2018) يسـبب الكثير من المشـاكل بين الإنسـان والبيئة، لأن الموارد الطبيعية لم تعد كافية لتحمل عدد السكان الحالي.

وتعد أحد مؤشـرات التنمية المسـتدامة والمعنية بمشـكلة التلوث في الغلاف الجوي هو البصـمة الكربونية ، حيث أنه تعطي مؤشـراً واضـح عن قياس انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ، فآلية حسـاب البصـمة الكربونية

(CF) تعبر عن مقدار الكمية الإجمالية لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري التي تنتج بشـــكل مباشـــر أو غير مباشر عن أنشطة المنشآت خلال مراحل دورة حياة المنتجات ، وعلى الرغم مما ذكر فانه وفي الوقت الحاضرلا يوجد تشريع إلزامي للاتحاد الأوروبي لحساب البصمة الكربونية لمؤسسات القطاع العام أو الخاص ، و لكن هناك بعض المحاولات من جانب عدد كبير من منشـآت الأعمال للقيام بذلك من خلال أن تقرر بنفسـها ما إذا كانت سـتبلغ عن الانبعاثات المتعلقة بأنشـطتها، حيث أنه قد تم إحصـاء أكثر من 80 طريقة ومبادرة للإبلاغ عن غازات الاحتباس الحراري، والتي تم تصـميمها خصـيصـاً لقطاعات محددة أو مكملة لأسـاليب أخرى بشـكل أساسي، حيث يتم استخدام حوالي 30 منهجية في أوروبا والعالم لتقييم البصمة الكربونية، ولا توجد حاليًا إرشادات كافية للمؤسسات الصغيرة، حيث تعتبر أساليب أو مبادرات إعداد التقارير معقدة للغاية وتستغرق الكثير من الوقت من المؤسـسـات الصـغيرة، كما أن هناك حاجة ملحة إلى مزيد من الوقت والموارد البشـرية لتسـهيل تطبيق هذه المعايير دون توجيهات مبسطة (Klaaßen, 2021).

وتجدر الإشارة إلى بيان أنه يجب أن تصل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية إلى صافي الصفر في منتصف القرن تقريبًا للحد من ظاهرة الاحتباس الحراري عند 1.5 درجة مئوية، وقد أدى تحدي إزالة الكربون، في مجمله إلى زيادة الضغوط السياسية والمجتمعية على المنشآت للكشف عن آثارها الكربونية، وكان نتاجاً لهذا الضـغط السياسـي والمجتمعي أنه قد أعلنت العديد من منشأة الأعمال عن خرائط طريق لتصـبح محايدة للكربون أو حتى سلبية. (Klaaßen, 2021).

4. دور حساب البصمة الكربونية في قطاع الأعمال المصري (خصوصية الحالة المصرية) :

تم وضـــع الاســـتراتيجية الوطنية لتغير المناخ 2050 نتيجة لعدة خطط قبلية منها الاســـتراتيجية الوطنية للتكيف مع التغيرات المناخية والحد من مخاطر الكوارث الناجمة عنها (وزارة البيئة المصـــرية، 2011، 19-20)، واستراتيجية التنمية منخفضـة الانبعاثات (LEDS) في 2018 والذي تم اعتمادها رسميًا من قبل المجلس الوطني لتغير المناخ NCCC ويجري تحديثها حتى عام 2050، لتتناول خطط التنمية الوطنية وخطط تغير المناخ في إطار متسق ومتناغم (مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار، 2022، 4).

ويمكن تعريف الاســـتراتيجية الوطنية لتغير المناخ 2050 بأنها تلك الاســـتراتيجية التي تهدف إلى تحقيق نمو اقتصـــادي مســـتدام يقوم على خفض الانبعاثات في القطاعات المختلفة، بجانب بناء القدرة على التكيف مع التغيرات المناخية، وتخفيف آثارها السلبية كآلية لحماية الاقتصاد، وحوكمة المناخ، وتحسين البنية التحتية لتمويل الأنشطة المناخية، وتعزيز البحث العلمي والتكنولوجيا، ورفع الوعي بضرورة التصدي لمخاطر تغير المناخ.

وتتمثل أهم ملامح الاستراتيجية الوطنية لتغير المناخ في مصر 2050 هي:

أ- رؤية الاستراتيجية الوطنية لتغير المناخ في مصر 2050: التصدي بفاعلية لآثار وتداعيات تغير المناخ بما يسـهم في تحسـين جودة الحياة للمواطن المصـري، وتحقيق التنمية المسـتدامة، والنمو الاقتصـادي

المستدام، والحفاظ على الموارد الطبيعية والنظم البيئية، مع تعزيز ريادة مصر على الصعيد الدولي في مجال تغير المناخ (وزارة البيئة المصرية، 2021، 6)

ب- أهداف الاستراتيجية الوطنية المصرية لتغير المناخ في مصر 2050: وتشمل الهدف الفرعي 3.1 لمواجهة تحديات تغير المناخ في إطار رؤية مصر 2030 المحدثة SDS) وتتماشى مع من أهداف التنمية المستدامة التي وضعتها الأمم المتحدة (SDS 2030) (وزارة البيئة المصرية، 2021).

هذا و تهدف الاستراتيجية الوطنية لتغير المناخ 2050 إلى تحقيق خمسة أهداف رئيسة يتفرع عنهم اثنان وعشرون هدف فرعي كما يلي (وزارة البيئة المصرية، 2021):

1. تحقيق نمو اقتصادي ومنخفض الانبعاثات في مختلف القطاعات: وله أهداف فرعية أخرى: هي التحول مجال الطاقة عن طريق زيادة حصة جميع مصادر الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة، وخفض الانبعاثات الناتجة عن استخدام الوقود الأحفوري، وتعظيم كفاءة الطاقة، وتبني اتجاهات الاستهلاك والإنتاج المستدامة.
2. بناء المرونة والقدرة على التكيف مع تغير المناخ، وتخفيف الآثار السلبية المرتبطة بتغير المناخ: وله أهداف فرعية هي: حماية المواطنين من الآثار السلبية الصحية لتغير المناخ، وتقليل الخسائر والأضرار التي يمكن أن تحدث لأصول الدولة والنظم البيئية عن طريق الحفاظ عليها من تأثيرات تغير المناخ، والحفاظ على موارد الدولة من تأثيرات تغير المناخ، ووجود بنية تحتية وخدمات مرنة في مواجهة تأثيرات تغير المناخ، وتنفيذ مفاهيم الحد من مخاطر الكوارث، والحفاظ على المساحات الخضراء .
3. تحسين حوكمة وإدارة العمل في مجال تغير المناخ: وله أهداف فرعية: تحديد أدوار ومسؤوليات مختلف أصحاب المصلحة من أجل تحقيق الأهداف الاستراتيجية، تحسين مكانة مصر في الترتيب الدولي الخاص بإجراءات تغير المناخ لجذب المزيد من الاستثمارات، وفرص التمويل المناخي، إصلاح السياسات القطاعية اللازمة لاستيعاب التدخلات المطلوبة؛ للتخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه، وتعزيز الترتيبات المؤسسية والإجرائية والقانونية مثل نظام الرصد والإبلاغ والتحقق.
4. تحسين البنية التحتية لتمويل الأنشطة المناخية: وله خمسة أهداف: الترويج للأعمال المصرفية الخضراء المحلية، وخطوط الائتمان الخضراء، والترويج لآليات التمويل المبتكرة التي تعطي الأولوية لإجراءات التكيف كالسندات الخضراء، ومشاركة القطاع الخاص في تمويل الأنشطة المناخية والترويج للوظائف الخضراء، والتوافق مع الخطوط التوجيهية لبنوك التنمية متعددة الأطراف؛ لتمويل الأنشطة المناخية، والبناء على نجاح برامج تمويل الأنشطة المناخية الحالية.
5. تعزيز البحث العلمي ونقل التكنولوجيا وإدارة المعرفة ورفع الوعي لمكافحة تغير المناخ: ومنه لأهداف فرعية: تعزيز دور البحث العلمي ونقل التكنولوجيا في التخفيف من تغير المناخ والتكيف معه، وتسهيل

نشـر المعلومات المتعلقة بالمناخ وإدارة المعرفة بين المؤسـسـات الحكومية والمواطنين، وزيادة الوعي بشـأن تغير المناخ بين مختلف أصحاب المصلحة (صناع القرارات أو السياسات، والمواطنين، والطلاب).

القسم الثالث

نموذج لآلية حساب البصمة الكربونية في منشآت الأعمال المصرية

تمهيد:

في ظل التطورات العالمية المســـتمرة والتحديات البيئية المتزايدة، أصـــبح الحفاظ على البيئة والاهتمام بالبصمة الكربونية جزءًا لا يتجزأ من مسؤولية المؤسسات الاقتصادية، وخصوصاً في قطاع الأعمال ويهدف هذا القسم من الدراسـة إلى اسـتكشـاف الآليات والأسـاليب التي يمكن لمنشـآت الأعمال المصـرية أن تتبعها لحسـاب بصمتها الكربونية بدقة، وذلك بهدف دمجها ضمن نظم التقارير المالية المتكاملة لتعزيز الشفافية والمساءلة فيما يتعلق بأثرها البيئي، من خلال محاكاه لأحد منشأة قطاع الأعمال المصري .

ونظراً لحداثة موضـوع الدراسـة وعدم ظهور معيار محاسـبي يخص هذا الموضـوع حتى وقت نشـر هذه الدراسـة وعدم انتشـار هذا الفكر المحاسـبي، كان من الصـعب عمل دراسـة سـواء تطبيقية أو ميدانية، لذا يرى الباحثان بأن يكون هذا الإطار المقترح إطاراً نظرياً يقدم منهجاً وأسـلوباً لحسـاب بصـمة الكربون في منشـآت الأعمال المصرية.

وسـوف يتم التركيز في هذا المبحث من الدراسـة على اقتراح نظام يناسـب مع واقع منشـآت الأعمال في مصـر في تبني الإجراءات اللازمة لمحاسـبة الانبعاثات الكربونية وتقييم تأثيرها المالي والاجتماعي والبيئي، كما أنه خلال هذا المسـعى البحثي، يهدف الباحثان إلى تقديم إطار عمل متكامل يدعم منشـآت الأعمال في رحلتها نحو التنمية المستدامة ويسهل فهم وتقييم أدائها البيئي، مما يخدم التقارير المالية المتكاملة .

أولاً: الإطار الفكري لمقترح حساب بصمة الكربون في منشآت الأعمال المصرية:

يهدف الاطار المقترح لحسـاب البصـمة الكربونية للأعمال وذلك في سـبيل خفض الانبعاثات المسـببة للاحتباس الحراري، و الذي يعد هدف عالمي يتم تطبيقه على عدة مســتويات نزولاً من المســتوى العالمي إلى مسـتوى الدولة فمسـتوى المدينة ثم منشـآت الأعمال ثم المسـتهلكين وأخيراً على مسـتوى المنتجات وتهدف هذه الدراسة إلى العمل على مستوى منشآت الأعمال وتحديداً منشآت الأعمال في مصر، حيث يعد حساب البصمة الكربونية مقياس هام و فعال لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

1. أهمية الإطار المقترح:

ترجع الأهمية العلمية والعملية لحساب البصـمة الكربونية لمنشـآت الأعمال وعمل تقارير قائمة بذاتها حول مسـؤولية منشـآت الأعمال والهيئات الحكومية وفقاً لما تم وضـعه من جانب المنظمة الدولية للتوحيد القياسـي

(المواصـــفة ISO-14064-1، 2018) وذلك في إطاراً معترفًا بـه دوليًا لتقدير قوائم جرد انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وعمليات التقارير لها، وذلك باستخدام المعايير المحاسبية والتقارير للشركات لبروتوكول غازات الاحتباس الحراري WRI/WBCSD حيث تقدر البصـــمة الكربونية لمنشـــآت الأعمال والهيئات من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري مدي ارتباطها بعمليات المنشأة أو الرقابة المالية أو حصـة الأسـهم في أسـواق معينة، وأيضا تحدد لوائح إعداد التقارير بعض طرق المحاسبة ونطاقها وحدود إعداد التقارير، ويتم أيضا استخدام تحليل دورة الحياة LCA كأسلوب تحليل من البداية إلى النهاية أو لتقييم بدورة حياة المنتج بما في ذلك انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

و يرى الباحثان أنه : من المحتمل أن يكون هناك العديد الفئات المســـتهدفة للاســـتفاده من هذا النموذج المقترح و تتمثل هذه الفئات المستهدفه فيما يلي :

1. المسؤولون عن أعمالهم التنظيمية الخاصة بانبعاثات غازات الاحتباس الحراري .
2. مستشارو الكربون ومدير البيئة بمنشآت الأعمال والهيئات والأجهزة الحكومية .
3. مدققو غازات الاحتباس الحراري .
4. مدراء سلسلة التوريد .
5. الباحثين والاكاديميين في المناخ والبيئة ونظم الجودة .
6. أصحاب المصلحة من البرلمانيين وأعضاء الوحدات المحلية
7. أعضاء لجان الطاقة ومديري الطاقة بمختلف تخصصاتهم والمهندسين والمخططين لأعمال المنشآت.

و تجدر الاشـــارة الى بيان أن هناك عدة أســـباب رئيســـية وراء قيام منشـــآت الأعمال والهيئات بالقطاع الخاص والحكومي بحسـابها وإدارتها وتقديم تقارير الإفصـاح عن انبعاثات غازات الاحتباس الحراري والتي يمكن بيانها من خلال السرد التالي :

1. الامتثال للأنظمة والتشريعات: في سبيل تلبية مطالباتها الصفرية الصافية.
2. تحسين الأثر البيئي وتقليل المخاطر: حيث يشكل حساب البصمة الكربونية مقياساً أساسياً لقياس الأثر البيئي لمنشآت الأعمال القائمة والمنتجات.
3. الإفصاح لمجموعات أصحاب المصلحة: حيث تعتبر الشفافية أحد الأصول القيمة المتزايدة التي تستخدمها منشآت الأعمال لتوليد القيمة، داخلياً وخارجياً، بينما تكتسب في الوقت نفسه خطوة مهمة أمام منافسيها.
4. تحسين الرد واكتساب ميزة تنافسية.
5. الحماية المستقبلية لمنشآت الأعمال .

2. تعريف الإطار المقترح:

"الإطار المقترح لحساب بصمة الكربون" هو اتباع نظام منهجي مصمم لقياس الانبعاثات الكربونية الناجمة عن أنشطة المنشآت في قطاع الأعمال المصري، وذلك بهدف توثيقها وإدراجها ضمن التقارير المالية المتكاملة، حيث يعتمد هذا الإطار على مجموعة من المعايير والمبادئ المحاسبية الدقيقة مع التأكيد على الشفافية، والاتساق، والموضوعية، لتوفير بيانات مفصلة وحقيقية حول الأثر البيئي لمنشآت الأعمال .

ويهدف هذا الإطار إلى دعم التقارير المالية المتكاملة بمعلومات من شأنها أن تعكس التكلفة البيئية وتساهم في تحقيق التنمية المستدامة من خلال تمكين منشآت الأعمال من فهم وإدارة تأثيرها الكربوني، وتطوير استراتيجيات للتخفيف من آثاره وتحسين كفاءتها البيئية، وتشجيع الابتكار في العمليات والمنتجات، وكذلك تعزيز المسؤولية للمنشأة وقدرتها التنافسية في السوق.

3. محدداته الإطار المقترح :

يمكن وصف محددات الإطار المقترح في التالي:

1. دقة البيانات:	يجب أن تكون البيانات المستخدمة في حساب بصمة الكربون دقيقة وشاملة، وذلك لضمان صحة الحسابات وفعالية التقارير.
2. الشمولية:	يجب أن يغطي الإطار جميع أنواع الانبعاثات الكربونية المرتبطة بالأنشطة التشغيلية بما في ذلك سلسلة الإمداد والعمليات الإنتاجية.
3. المعايير الدولية:	يجب اعتماد الإطار المقترح على المعايير الدولية المعترف بها لحساب بصمة الكربون مثل بروتوكول غازات الاحتباس الحراري (GHG Protocol) ومعايير المبادرة العالمية لتقارير الاستدامة (GRI).
4. تحديد الحدود:	يجب تحديد الحدود التشغيلية والتنظيمية للمنشآت التي ستُقَيم ضمن الإطار لوضع السياق المناسب للتقييم والتقارير.
5. القابلية للمقارنة:	يجب أن يسمح الإطار بمقارنة النتائج عبر الصناعات المختلفة للسماح بتحليل موثوق وعادل.
6. الاتساق والتكرار:	يجب توفير إمكانية التحقق من الاتساق والتكرار في تطبيق الإطار لتسهيل المراقبة المستمرة وتقييم التقدم على مر الزمن.
7. التحقق والشفافية:	يجب التأكد من أن الحسابات والتقارير يمكن التحقق منها وأن العملية مفتوحة للشفافية لكل الأطراف المعنية.
8. التحديث والمرونة:	يجب أن يكون مرنًا بما يكفي لاستيعاب التحديثات القائمة على التطورات التكنولوجية، والتغيرات في السوق والتشريعات.
9. المشاركة والمساءلة:	يجب تشجيع المشاركة الفعالة من جميع الأطراف المعنية وترسيخ مبدأ المساءلة في الإطار.
10. الاندماج في النظام المالي:	يجب أن يندمج الإطار مع الأنظمة المالية الحالية للشركات لضمان فعّالية التقارير المالية المتكاملة واستدامتها.
11. التوافق مع سياسات التنمية المستدامة:	يجب أن يدعم الإطار توجهات الدولة وسياساتها نحو التنمية المستدامة وأن يكون متجاوبًا مع أهدافها الاستراتيجية.

4. مكونات الإطار المقترح

يتكون الإطار المقترح من مجموعة من المعادلات الحسابية التي تمكن الإدارة المالية في منشآت الأعمال من حساب البصمة الكربونية للمنشأة، مع ضمان توافقه مع المعايير الدولية، وكذلك يمكن إدراجه في التقارير المالية المتكاملة الصادر عن إدارة المنشأة.

5. نتائجه المتوقعة لاطار المقترح

يمكن توقع نتائج إيجابية عند تطبيق الإطار المقترح، منها:

1. تحسين الأداء البيئي: من خلال الحصول على بيانات دقيقة تساعد المنشأة في مراقبة وتقليل بصمتها الكربونية.
2. دعم اتخاذ القرار: من خلال تزويد الإدارات بمعلومات قيمة والتي من شأنها المساهمة في اتخاذ قرارات مستدامة وفعّالة.
3. زيادة الشفافية: من خلال توفير إفصاحات واضحة حول الانبعاثات الكربونية للمستثمرين، والمنظمين، والمساهمين والأطراف ذات العلاقة.
4. المسؤولية الاجتماعية لمنشآت الأعمال: من خلال تعزيز صورتها وسمعتها داخل السوق عبر إظهار التزامها بالمسؤولية البيئية.
5. مواءمة مع الأهداف العالمية: من خلال تحقيق أهداف التنمية المستدامة ومواءمة الأعمال مع الاتفاقيات البيئية الدولية.
6. التنافسية في السوق: من خلال تحسن التنافسية من خلال إبراز الجهود المبذولة لتقليل الانبعاثات الكربونية.
7. القدرة على جذب الاستثمارات ومصادر التمويل: من خلال اجتذاب المزيد من الاستثمارات الخضراء والمسؤولة.
8. خلق حوافز للابتكار: من خلال تشجيع المنشآت على تطوير منتجات وخدمات صديقة للبيئة والابتعاد عن الممارسات غير المستدامة.
9. التحسن المستمر: من خلال إنشاء آلية للمراقبة الدورية والتحسين المستمر لأداء منشآت الأعمال البيئي.
10. التوافق مع السياسات الوطنية: من خلال تقوية الاستراتيجية الوطنية الرامية للحد من التغيرات المناخية والانبعاثات الضارة.
11. تحقيق الاعتراف الدولي: من خلال تمكين منشآت الأعمال من الحصول على شهادات دولية لمسؤوليتها البيئية والاستدامة.

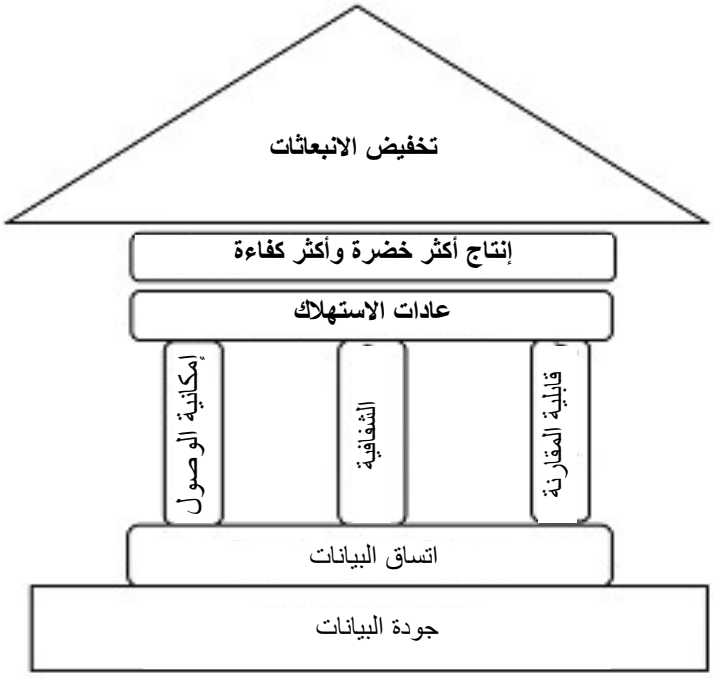
ثانياً : المعايير الدولية المتعرف بها لحساب البصمة الكربونية:

1. طرق البصمة الكربونية الإجمالية للمنشأة :

هناك طرق مختلفة لحســـاب (CF) داخل منشـــآت الأعمال اثنان منها مقبولان دولياً: بروتوكول غازات الاحتبـاس الحراري ومعـايير ISO 14064-1 وISO/TR 14069، جنبـاً إلى جنـب مع بروتوكول غـازات الاحتباس الحراري، ويتم تعريف (CF) أيضًا وفقاً لمعايير (ISO)، ويرد إطار حساب البصمة البيئية في ISO 14040 وISO 14044.

هذا و توفر الأدبيات الأكاديمية ثلاث طرق رئيســية لحســاب البصــمة الكربونية: والتي تتمثل في تحليل المدخلات والمخرجات (IOA)، وتحليل دورة الحياة (LCA) وأخيراً الهجين (LCA–IO)، والطريقة المختارة تعتمد عملياً على الوحدة الوظيفية التي يجري التحقيق فيها، ويتم التعامل مع الســـلع الاســـتهلاكية في أغلب الأحيان ضــمن دورة الحياة أو النهج التصـــاعدي، ويتم إجراء تحليل المدخلات والمخرجات أو التحليل من أعلى إلى أســـفل على المســـتوى الوطني أو لتقييم قطاع محدد، وتجمع الطرق الهجينة بين نقاط قوة كلا الطريقتين (LCA وIOA).

ويوضـح الشكل رقم (1) متطلبات نظام حساب البصـمة الكربونية الذي يعتمد على عدة مستويات تهدف إلى تخفيض الانبعاثات عن طريق إنتاج أكثر خضــرة وأكثر كفاءة من خلال تغيير عادات الاســتهلاك، ويعتمد هذا التغيير على بيانات قابلة للمقارنة وشفافة وذات إمكانية وصول، وتتصف بالاتساق البيانات والجودة.



شكل 1: متطلبات نظام حساب البصمة الكربونية

المصدر: إعداد الباحثين اعتمادا على Villar et al., 2012, uzevicius & Dapkus, 2018

وتتدرج إجراءات النموذج المقترح حسب الخطوات التالية:

1. تحديد الهدف من حساب البصمة الكربونية	**2.** تحديد المنشأة
3. وصف الانبعاثات	4. حساب البصمة الكربونية
5. تقرير البصمة الكربونية	6. تخفيض الانبعاثات

ويقصد الخطوات التنفيذية وصف الأنشطة ومكونات انبعاث الكربون فيها، **مثال ذلك:**

1. الطاقة: كهرباء، بنزين، تدفئة وتكييف.
2. وسائل النقل: بنزين، ديزل، الغاز الطبيعي.
3. وسائل السفر: رحلة جوية، سيارة، سيارة أجرة.
4. الانتقال من/إلى العمل: سيارة، دراجات نارية، حافلة، قطار.
5. استخدامات المياه.
6. النفايات: قمامة، ورق، بلاستيك، زجاج.
7. الاتصالات والتكنولوجيا: أجهزة الاتصالات، رسالة قصيرة، بريد إلكتروني، البريد الإلكتروني مع المرفقات، رسائل إلكترونية مزعجة.

2. حساب البصمة الكربونية الإجمالية للمنشأة :

يحدد المعيار الدولي ISO 14064 وبروتوكول غازات الاحتباس الحراري ثلاثة نطاقات لحساب انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، **كما هو موضح في المعادلة رقم (1):**

$$CF = DE_{s1} + IE_{s2} + IE_{s3} \quad (1)$$

حيث أن :

CF	بصمة الكربون للمنشأة .
DE_{s1}	الانبعاثات المباشرة لغازات الاحتباس الحراري، التي تحدث في الموقع، سواء بسبب احتراق الوقود أو عملية الإنتاج و/أو مركبات الشركة (النطاق 1) .
IE_{s2}	انبعاثات غازات الاحتباس الحراري غير المباشرة، التي تحدث خارج الموقع، المرتبطة بالحصول على الكهرباء واستهلاكها، والتدفئة والتبريد (النطاق 2) .
IE_{s3}	انبعاثات غازات الاحتباس الحراري غير المباشرة، التي تحدث خارج الموقع، وتشمل جميع الأنشطة المرتبطة بتدفقات المدخلات والمخرجات من المواد والأشخاص اللازمين لعمل نظام المنظمة (النطاق 3) .

ويوضح الشكل رقم (3) نموذج بيلان كاربوني Bilan Carbone®، حيث يعتمد هذا النموذج على طريقة طورتها ADEME (الوكالة الفرنسية لإدارة البيئة والطاقة) في عام 2004 لتقييم وتقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (GHG) لشركة أو سلطة محلية أو منظمة، وتم تطوير طريقة بيلان كاربوني في عام 2011 لمساعدة الشركات على تحديد كمية انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الخاصة بها ووضع خطة عمل للبدء في تقليلها، وتمكين الشركات من تحديد محيط التحليل الخاص بها.

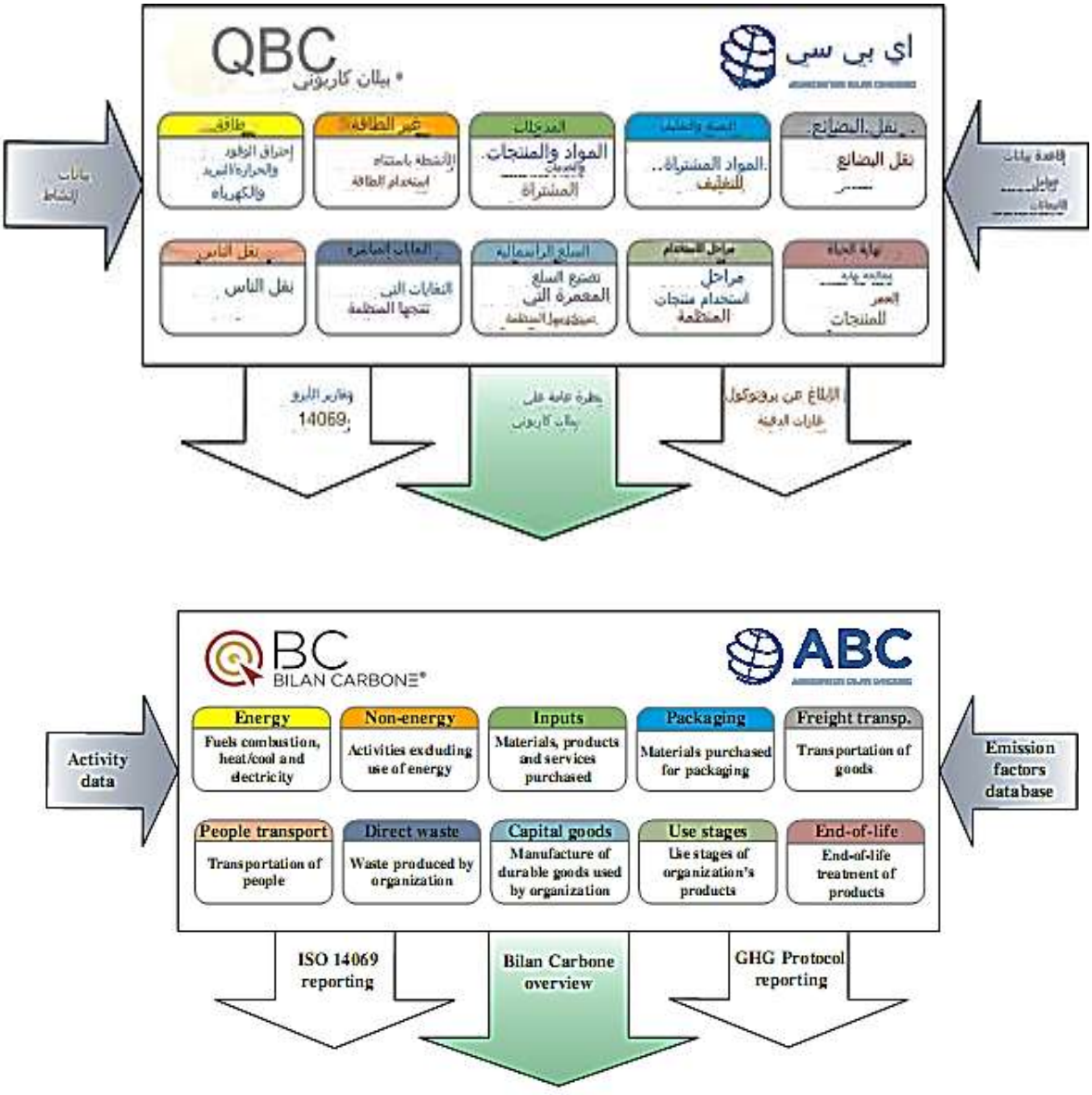


Figure 1. The Bilan Carbone® model for *CF* calculation of organisations

شكل 3: نموذج بيلان كاربوني لحساب البصمة الكربونية للمنظمات.

المصدر: دراسة (Jurić, ET AL., 2019).

وفي تطوير لهذا النموذج وعوامل الانبعاثات الخاصة بمنشآت الأعمال في مصر، تم استخدام نموذج Bilan Carbone ®، الإصدار V7.4، إمكانية حساب انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من جميع الأنشطة ذات الصلة بعمليات المنظمات، مقسمة إلى فئات المصادر العشر، معادلة رقم (2):

$$CFO = EES + ENS + EIN + EPC + ETP + ETG + EDW + EUS + EEL + ECG$$

حيث أن:

CFO	البصمة الكربونية (طن ثاني أكسيد الكربون مكافئ) للمنشأة
EES	مصادر الطاقة بشكل رئيسي كانبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن احتراق الوقود في الموقع ومن شراء الكهرباء والتدفئة والتبريد.
ENS	المصادر غير الطاقة كانبعاثات ثاني أكسيد الكربون من العمليات الصناعية، وانبعاثات N_2O من إدارة السماد والتخمر المعوي الحيواني، وانبعاثات CH_4 من التخمر الحيواني والانبعاثات الهاربة من الوقود الأحفوري والعضوي.
EIN	مدخلات المواد والخدمات كإنتاج المعادن والبلاستيك والزجاج والورق والكرتون، ومواد البناء، والمنتجات الكيماوية، والمنتجات الزراعية، والمدخلات الأخرى والخدمات المختلفة .
EPC	التعبئة كإنتاج مواد للتغليف ذات هيكل مماثل لمواد وخدمات المدخلات السابقة.
ETP	نقل الأشخاص كالتنقل إلى العمل والعودة، ورحلات عمل الموظف وسفر الزوار، باستخدام مركبات مختلفة: السيارات والحافلات والقطارات والدراجات النارية والقوارب والطائرات.
ETG	نقل البضائع كالتدفقات الأولية والنهائية ونقل البضائع الداخلي (النقل البري والجوي والسكك الحديدية والمائية).
EDW	النفايات المباشرة كإدارة النفايات الخطرة وغير الخطرة ومعالجة مياه الصرف الصحي.
EUS	مراحل الاستخدام كالانبعاثات الصادرة عن الوقود أو الكهرباء أو استهلاك الطاقة الحرارية/الباردة أثناء استخدام المنتج، ولكنها أيضًا الانبعاثات غير المتعلقة باستهلاك الطاقة.
EEL	نهاية العمر كالانبعاثات المتعلقة بدورة نهاية العمر، وقد تشمل استهلاك الطاقة (على سبيل المثال، في نهاية دورة حياة المبنى، من الضروري استخدام الطاقة لإيقاف تشغيلها)، ولكنها في الأساس مواد وصلت إلى نهاية عمرها الافتراضي (النفايات الخطرة أو غير الخطرة أو تسرب مواد التبريد).
ECG	السلع الرأسمالية كالانبعاثات المتعلقة بالعقارات والممتلكات المنقولة والمعدات المستخدمة لفترات زمنية أطول مثل المباني أو الأثاث أو معدات تكنولوجيا المعلومات أو المركبات.

حيث ينبغي ملاحظة حساب الانبعاثات المرتبطة بإنتاجها ويتم توزيعها خلال فترة الاستهلاك. وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري لفئة المصدر هي مجموع انبعاثات غازات الاحتباس الحراري لكل مصدر انبعاث معترف به ضمن الفئة معادلة رقم (3):

$$ESC = \sum_{i=1}^{n} EES,i \qquad (3)$$

حيث أن :

ESC	انبعاث غازات الاحتباس الحراري من فئة المصدر (طن ثاني أكسيد الكربون مكافئ).
EES,i	انبعاث غازات الاحتباس الحراري من المصدر i (طن ثاني أكسيد الكربون مكافئ).

وإن انبعاث غازات الاحتباس الحراري من المصدر هو نتاج بيانات النشاط وعامل الانبعاثات

$$EES,i = ADi \times EFi \qquad (4)$$

حيث أن:

EES,i	انبعاث غازات الاحتباس الحراري من المصدر i(طن ثاني أكسيد الكربون مكافئ).
ADi	بيانات نشاط المصدر i (وحدة).
EFi	عامل الانبعاث للمصدر i (طن ثاني أكسيد الكربون مكافئ/وحدة).

كما أن نموذج Bilan Carbone® أيضًا له نظرة عامة على الحسابات المحسوبة (CF)، وفقًا لبروتوكول غازات الاحتباس الحراري ومعيار ISO/TR 14069، ويتم توزيع الانبعاثات في النطاقات المناسبة (رقم 1، رقم 2، رقم 3)

كذلك فقد أشار نموذج Bilan Carbone® لتقدير انبعاثات غازات الاحتباس الحراري عن طريق تحويل المعلومات المحددة التي تم جمعها عن عمليات وتدفقات أنشطة المنشأة إلى انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المقدرة باستخدام عوامل الانبعاثات وباستخدام نموذج Bilan Carbone®، ويأخذ حساب البصمة الكربونية في الاعتبار جميع تدفقات الطاقة والمواد والأشخاص الخاضعين لمسؤولية.

3. حساب البصمة الكربونية لكل نشاط

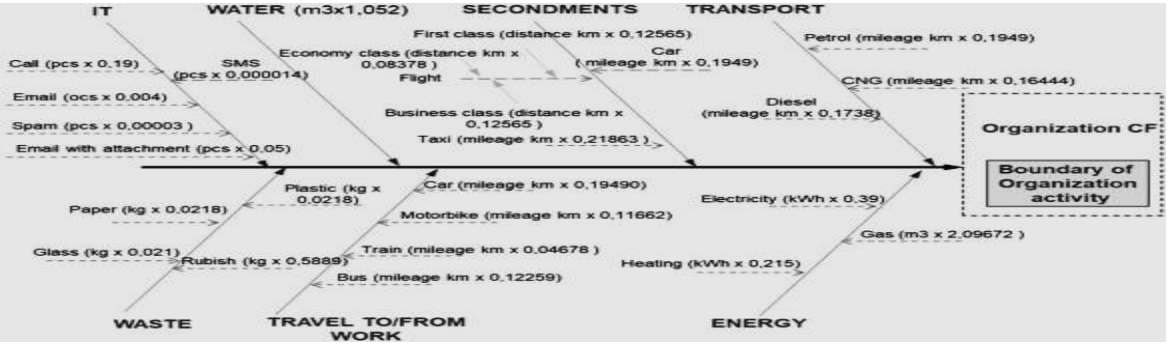
يتم قياس البصمة الكربونية بمكافئات ثاني أكسيد الكربون (كجم مكافئ CO2 e)، ويتم حساب البصمة الكربونية لكل ودة في النشاط عن طريق استخدام بيانات التشغيل مضروبة في عوامل الانبعاث القياسية.

CFP = Σ (Adi EF I)

حيث أن:

CFP	البصمة الكربونية (كجم ثاني أكسيد الكربون e) .
AD	بيانات نشاط المنظمة (بناءً على وحدات قياس) .
EF	(عامل الانبعاثات) – المعامل (كجم ثاني أكسيد الكربون e لكل وحدة القياس) .
I	الفهرس (مصدر النشاط) .

ويوضح الشكل التالي وضح نموذج يحاكي حساب البصمة الكربونية لأحدى منشآت الأعمال



الشكل 6: مخطط لحساب البصمة الكربونية لأحدى منشآت الأعمال.

المصدر : دراسة uzevicius & Dapkus, 2018

ثالثاً : المعالجة المحاسبية والمالية للإطار المقترح:

يتم إدراج نتائج حساب بصمة الكربون من النموذج المقترح في نماذج المحاسبة الإدارية الاستراتيجية حتى يمكن أن تساعد في رصد البصمة الكربونية، وإدراجها ضمن التقارير المالية بما يدعم المحاسبة المالية لأغراض الإفصاح، ويمثل تطويراً للمعايير المحاسبية لإعداد التقارير المالية وبشكل خاص المتكامل منها.

وقد تظهر فائدة أخرى للإطار المقترح في حال إمكانية الالتزام بعمل مخصصات لإزالة الأثر البيئي للمنشأة، فبالرغم من أن نتائج قياس بصمة الكربون لا يتم إدراجها في القوائم المالية حتى الآن، لكنة من الممكن أن يتم إدراجها في التقارير والإفصاحات كبند مستقل، وكذلك يمكن إدراج بند قياس انبعاثات الكربون كبيان منفصل مع الجدين والدائن في الدفاتر المحاسبية.

يوجد أثر للإفصاح المحاسبي عن انبعاثات الكربون على قيمة المنشأة حيث أن المنشآت التي تتمتع بنسب منخفضة من الكربون هي ذات قيمة أعلى من نظيراتها الأخرى (الجبلي, 2023)، ويمثل الإفصاح المحاسبي عن انبعاثات الكربون أحد العناصر الهامه والتي من شأنها توضيح علاقة ممارسات المنشأة بالتزاماتها البيئية مع قدرتها على تحقيق الأرباح وإدارة المخاطر مع تحقيق التحسين المستمر (شرف الدين، 2018)، وتقوم معظم منشآت الأعمال بالإفصاح عن انبعاثات الكربون في تقارير الاستدامة وذلك في شكل نسب التخفيض المحققة عن سنة أساس محددة، وأنشطة الابتكار ذات الصلة، أو يقوم البعض بالإفصاح في تقارير مجلس الإدارة بشكل وصفي لتلك المجهودات ونتائجها، أو يقوم البعض الآخر بإصدار تقارير الكربون(CRD) Carbon Report Disclosure، أو البعض يفصح عن الانبعاثات في الإيضاحات المتممة للتقارير المالية، ويختلف الهدف من

الإفصاح من مشركة لأخرى، سواء كان تحقيق أهداف تسويقية أو إعلانية أو ائتمانية أو مناخية (Solayman, 2017).

أما الجزء العلمي من التقرير السابق الإشارة له فهو يعد بمثابة عملية رصد انبعاثات الكربون، أي رصد قيمة لكل جزء متغير من معادلة قياس الانبعاثات، ينتج عنه تقدير تكلفتها ويتم الرصد عن طريق عدادات أو أجهزة قياس بالكيان الاقتصادي مرتبطة مباشرة بنظم المعلومات للجهة الحكومية المنوط بها الرقابة على الانبعاثات لإزالة التحيز وعدم التأكد الذي قد يشوب دقة الرصد أو وفقاً لمعدلات استهلاك الوقود لكيان محدد بالاعتماد على فواتير الشراء في حالة عدم وجود عدادات لرصد، ويتم تطبيق المعادلة (انبعاثات الكربون = بيانات النشاط X معامل الانبعاثات)، ويشير معامل الانبعاث إلى معامل تحويل انبعاثات الكربون لكل لتر من الوقود الأحفوري المحترق (Bellassen, et al., 2015).

وهنا يأتي دور القياس المحاسبي فهو عملية تحديد قيم نقدية للعناصر التي سيعترف بها في القوائم المالية وتظهر بها في الميزانية وقائمة الدخل، ويتضمن ذلك اختيار أساس محدد للقياس، ورصد وتقدير تكاليف انبعاثات الكربون المصاحبة لاستخدام الموارد والطاقة وتأثيرها البيئي، حيث تظهر في هذا التقرير انبعاثات الكربون، من منظور الماضي –المحاسبة المالية– ومن منظور المستقبل –المحاسبة الإدارية– ويجب أن يتم وفقاً لمفهوم دورة حياة تكلفة وعوائد الكربون، خلال سلسلة التوريد وسلسلة القيمة (هيام، 2018).

رابعاً: الاختلافات بين معايير الاستدامة ISSB ومعايير المحاسبة المالية IFRS

صدرت المعايير الدولية لإعداد التقارير المالية من المجلس الدولي لمعايير الاستدامة (ISSB) معاييره الافتتاحية، وتشمل اثنين من معايير الإفصاح المتعلقة بالاستدامة والبصمة الكربونية وهي IFRS-S1 ، IFRS-S2 إلى جانب وثائق الإرشادات وأساس الاستنتاج ذات الصلة في 2023، وتنطبق هذه المعايير على الكيانات الربحية لكافة الشركات والقطاع العام أيضا لفترات التقارير السنوية الملزمة والتي تبدأ بعد 1 يناير 2024، وتم نشر واعتماد نسخة نهائية من المعايير الأوروبية لإعادة التأهيل ESRS في مجموعتها الأولى (EFRAG, 2023)، والمعيار الدولي لإعداد التقارير المالية للإفصاح عن الاستدامة رقم (S1) يبين المتطلبات العامة للإفصاح عن المعلومات المالية المتعلقة بالاستدامة، ومعيار الإفصاح عن الاستدامة IFRS S2 يبين الإفصاحات المتعلقة بالمناخ.

أما بالنسبة لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري للنطاقين رقم (1)، رقم (2)، قام بفصل البيانات المالية الموحدة من منشآت الأعمال الزميلة والمشاريع المشتركة، كذلك المنشآت التابعة غير الموحدة، والكشف عن موقع انبعاثات غازات الاحتباس الحراري للنطاق رقم (2) وأي التزامات تعاقدية أما بالنسبة لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري للنطاق رقم (3)، فقد قام بالكشف عن الفئات ضمن مقياس الكيان، كما هو موضح في معيار المحاسبة وإعداد التقارير لسلسلة القيمة لمنشآت الأعمال.

القسم الرابع

النتائج والتوصيات والتوجهات البحثية المستقبلية

1- النتائج:

أظهرت الدراسة أن تطبيق نظام التكلفة والأداء البيئي (البصمة الكربونية) يسهم بشكل إيجابي في تقليل انبعاثات الكربون، وقد خلصت الدراسة إلى أن آليات حساب البصمة الكربونية لها تأثير إيجابي على تحقيق الاستدامة لمنشآت الأعمال.

ونظراً لحداثة موضوع الدراسة وعدم ظهور معيار محاسبي مخصص لحساب الكربون في منشآت الأعمال، وكذلك عدم انتشار هذا الفكر المحاسبي، كان من الصعب عمل دراسة سواء تطبيقية أو ميدانية، لذا قام الباحثان بتقديم الإطار المقترح كإطار نظرياً يقدم منهجاً وأسلوباً لحساب بصمة الكربون في منشآت الأعمال المصرية.

هذا ويوفر الإطار المقترح قوة تسويقية ومكانة في مواجهة المؤسسات الأخرى في المستقبل ومع تحديات تغير المناخ التي تلوح في الأفق في مجالات المياه والطاقة والموارد، حيث أنه يمكن لمنشآت الأعمال استخدام تقارير البصمة الكربونية لمواءمة نموها المستقبلي وأهدافها الاستراتيجية مع أهداف التنمية المستدامة والأهداف الوطنية/الإقليمية، ونتيجة لذلك فإن الحاجة إلى توقعات ذكية لانبعاثات الكربون ستكون ضرورية لتحقيق مستويات أعلى من الحياد المناخي .

قد رجحت الدراسة أن هذا الإطار المقترح قد يقدم وسيلة فعالة لحساب البصمة الكربونية في قطاع الأعمال المصري، من خلال نموذج محاكاه لأحد منشآت الأعمال وذلك من خلال مجموعة من المعادلات الحسابية، وينعكس ذلك فيما بعد على التقارير المالية المتكاملة، وتشير النتائج إلى أن هذا الإطار يساعد في تحقيق مستويات أكثر دقة من الشفافية والمساءلة في التقارير المالية والتقارير المتعلقة بالأداء البيئي.

2- التوصيات:

وبناءً على نتائج الدراسة، فإن التوصيات النهائية هي:

1. تشجيع منشآت الأعمال في مصر على تبني الإطار المقترح لضمان تطبيق معايير موحدة ودقيقة في حساب البصمة الكربونية.
2. دمج إجراءات قياس البصمة الكربونية ضمن نظم المحاسبية الإدارية والمراجعة الداخلية لتعزيز أهداف التنمية المستدامة .
3. الالتزام بالجداول المعيارية المحلية لنسب انبعاث الكربون لكل وحدة من استخدام الأنشطة، و التي يتم نشرها من قبل الجهات المختصة، والعمل على وضعها في حال عدم وجودها، و التي يجب أن تكون متطابقة مع المعايير الدولية لأن الهدف النهائي هدف عالمي.

4. ضرورة إصدار معيار محاسبي من قبل الجهات والمنظمات المهنية الدولي والمصرية الذي من شأنه أن يلزم المنشـــأة بالقياس والعرض والإفصـــاح عن الإفصـــاح عن انبعاثات الكربون، مما يؤدى إلى زيادة جودة المعلومات المحاســبية، مع ضــرورة اهتمام منشــآت الأعمال بإنشــاء لجان بيئية داخل مجلس الإدارة لزيادة الإفصاح عن انبعاثات الكربون.
5. الاســتفادة من تقارير البصــمة الكربونية كأدوات للتخطيط الاســتراتيجي، حيث يتيح الارتباط بأهداف التنمية المستدامة نشر المعرفة بما يتماشى مع المعايير العالمية ومؤشرات الأداء الرئيسية.
6. إضفاء الطابع المؤسسي على جمع البيانات والالتزام من وحدة إلى وحدة لتجميع البيانات أمرًا بالغ الأهمية .

3- التوجهات البحثية المستقبلية:

في ضـوء طبيعة موضـوع البحث وأهميته وفروضـه وحدوده، وما انتهت إليه الدراسـة من نتائج وتوصـيات، **فإنه يقترح الباحثان إجراء مزيد من البحوث في المستقبل في المجالات الآتية:**

1. دراسة مدى تأثير البصمة الكربونية على الاستدامة في الصناعات المختلفة داخل جمهورية مصر العربية .
2. دراسة تأثير تطبيق الإطار المقترح على القيمة السوقية والمالية لمنشآت الأعمال المصرية.
3. تقييم فعالية الإطار في مختلف القطاعات الصناعية والتجارية في جمهورية مصر العربية .
4. تطوير دراسات مقارنة مع إطارات أخرى على الصعيد الدولي للتحقق من مرونته وجودته.
5. البحث في طرق جديدة لتحسين الإطار للتكيف مع التطورات التكنولوجية وديناميكيات السوق.

قائمة المراجع

1- مراجع باللغة العربية:

زيدان, محمد أبو الحمد. (2022). إطار استراتيجي مقترح من منظور التخطيط الاجتماعي لتنمية الوعي المجتمعي بتقليل الانبعاثات الاحتباس الحراري وتداعيات البصمة الكربونية. مجلة الخدمة الاجتماعية, 143-165.

مدحت أبو النصر، ياسمين مدحت محمد، التنمية المستدامة، مفهومها وبعادها ومؤشراتها، (القاهرة : المجموعة العربية للتدريب والنشر، 2017).

سيد محمد مصطفى, ج. (2021). دور الاقتصاد غير الرسمي في تحقيق التنمية المستدامة بالتركيز على مصر. المجلة العلمية للاقتصاد والتجارة, 51(1), 637-686.

عباس, جيهان عبد السلام. (2023). دور التمويل الأخضر في تحقيق أهداف التنمية المستدامة في أفريقيا. مجلة كلية الاقتصاد والعلوم السياسية, 24(2), 139-172.

شرف الدين، هيام محمد صالح (2018) آليات تسعير الكربون كأداة لإدارة تكلفة الانبعاثات ودعم عمليات الإنتاج النظيف، المجلة العلمية لقطاع كليات التجارة – جامعة الأزهر، العدد التاسع عشر. 235- 150

الجبلي, وليد سمير عبد العظيم. (2023). الدور الوسيط لعدم تماثل المعلومات في العلاقة بين الإفصاح المحاسبي عن انبعاثات الكربون وقيمة الشركة – دليل تطبيقي من مؤشر البورصات العربية للشركات منخفضة انبعاثات الكربون-. المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والإدارية , 15(3), 1-48.

2- مراجع باللغة الإنجليزية:

Adenle, Y.; Alshuwaikhat, H. Spatial estimation and visualization of CO2 emissions for campus sustainability: The case of King Abdullah University of Science and Technology (KAUST), Saudi Arabia. Sustainability 2017, 9, 15.

Bellassen, V., Stephan, N. Afriat, M. & Shishlov, I., Monitoring, reporting and verifying emissions in the climate economy, Nature Climate Change,5,5,2015 ,pp.319–328.

Camodeca R., Almici A., Sagliaschi U. (2018). Sustainability disclosure in integrated reporting: Does it matter to investors? A cheap talk approach. Sustainability (Switzerland), 10(12), 1–34.

CMNUCC-Convenci?n Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Clim?tico. (2016). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 21er per?odo de sesiones, celebrado en Par?s del 30 de noviembre al 13 de diciembre de 2015.

Durojaye, O., Laseinde, T., Oluwafemi, I. (2020). A Descriptive Review of Carbon Footprint. In: Ahram, T., Karwowski, W., Pickl, S., Taiar, R. (eds) Human Systems Engineering

and Design II. IHSED 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1026. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-27928-8_144

El-Deeb, Mohamed Samy, and Yasser Tawfik Halim. "Using ecological footprint accounting model as a tool for sustainable development in the hospitality industry: evidence from Egypt." 602−564 :(2020) 24.2 الفكر المحاسبي.

Factor-X, European Court of Auditors, Carbon Footprint Report 2014, The Climate Consulting Group SPRL, Belgium, 2016, https://www.eca.europa.eu/bg/Documents/ ECA_Carbon_footprint_report_2014_EN.pdf

Finkbeiner, M. (2009), "Carbon footprinting – opportunities and threats", The International Journal of Life Cycle Assessment, Vol. 14 No. 2, pp. 91-94.

GHG Protocol. A Corporate Accounting and Reporting Standard. Available at https://ghgprotocol.org/corporate-standard (2004).

Goldhammer, B., Busse, C., & Busch, T. (2017). Estimating corporate carbon footprints with externally available data. Journal of Industrial Ecology, 21(5), 1165-1179.

Green, J. F. Private standards in the climate regime: the greenhouse gas protocol. Bus. Polit. 12, 1–37 (2010).

Hamid, S., Draz, M. U., & Lai, F. W. (2020). The impact of corporate governance and sustainability reporting on integrated reporting: A conceptual framework. Sage Open, 10(2), 2158244020927431.

Harangozo, G., & Szigeti, C. (2017). Corporate carbon footprint analysis in practice–With a special focus on validity and reliability issues. Journal of cleaner production, 167, 1177-1183..

Heidari, N., Pearce, J.M.: A review of greenhouse gas emission liabilities as the value of renewable energy for mitigating lawsuits for climate change-related damages. Renew. Sustain. Energy Rev. 55, 899–908 (2016)

https://plana.earth/academy/what-are-scope-1-2-3-emissions#:~:text=Scope%201%20emissions%20are%20direct,e.g%20fuels,%20heating%20sources

International Integrated Reporting Council. (2019). Building momentum IIRC integrated report 2018.

ISO 14064–1, (2018) Greenhouse gases - Part 1 Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals.

Issa Zadeh, Seyed Behbood, José Santos L?pez Gutiérrez, M. Dolores Esteban, Gonzalo Fern?ndez-S?nchez, and Claudia Lizette Garay-Rondero. 2023. "A Framework for Accurate Carbon Footprint Calculation in Seaports: Methodology Proposal" Journal of Marine Science and Engineering 11, no. 5: 1007. https://doi.org/10.3390/jmse11051007

Jurić Željko, Ljubas, D., Đurđević, D., & Luttenberger, L. (2019). Implementation of the harmonised model for carbon footprint calculation on example of the energy institute in Croatia. Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, 7(2), 368-384.

Klaaen, Lena, and Christian Stoll. "Harmonizing corporate carbon footprints." Nature communications 12.1 (2021): 1-13.

KPMG. (2017). The road ahead: KPMG International Survey of Corporate Responsibility Reporting

Kumar, M., Sharm, L., Vashista, P.: Study on carbon footprint. Int. J. Emerg. Technol. Adv. Eng. 4(1), 345–355 (2014)

Marland, G., T. Kowalczyk, and E. Marland. 2015. Carbon accounting: Issues of scale. Journal of Industrial Ecology 19(1): 7–9.

Minx, J. C., T. Wiedmann, R. Wood, G. P. Peters, M. Lenzen, A. Owen, K. Scott, et al. 2009. Input-output analysis and carbon footprinting: An overview of applications. Economic Systems Research 21(3): 187–216.

NU-CMCC. Informing the Conference of the Parties about the twenty-first session of sessions, which will be celebrated in Paris on 30 November and 13 December 2015. In Proceedings of the 2015 United Nations Climate Change Conference, Paris, France, 30 November–12 December 2015.

Pandey, D., Agrawal, M. & Pandey, J.S. Carbon footprint: current methods of estimation. Environ Monit Assess 178, 135–160 (2011).

Pandey, D., Agrawal, M.: Carbon footprint estimation in the agriculture sector. In: Assessment of Carbon Footprint in Different Industrial Sectors, vol. 1, pp. 25–47. Anonymous Springer (2014)

Patel, J.: Green sky thinking. Environ. Business 122, 32 (2006).

Pistoni A., Songini L., Bavagnoli F. (2018). Integrated reporting quality: An empirical analysis. Corporate Social Responsibility and Environmental Management, 25(4), 489–507

Radonji, G., & Tompa, S. (2018). Carbon footprint calculation in telecommunications companies–The importance and relevance of scope 3 greenhouse gases emissions. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 98, 361-375.

Ramaswami, A., T. Hillman, B. Janson, M. Reiner, and G. Thomas. (2008). A demand-centered, hybrid life-cycle methodology for city-scale greenhouse gas inventories. Environmental Science & Technology 42(17): 6455–6461.

Red Campus Sustentable. Memoria (2018). Red Campus Sustentable; Red Campus Sustentable: Santiago, Chile, 2019.

Ruzevicius Juozas, & Dapkus Mantas, (2018). Methodologies for calculating the carbon footprint of small organizations. Calitatea, 19(167), 112-117.

Samy, Mohamed. "The impact of integrated reporting on firm value and performance: Evidence from Egypt." Journal of Accounting Research 3.2 (2019): 1-33.

Scrucca, F., Barberio, G., Fantin, V., Porta, P.L., Barbanera, M. (2021). Carbon Footprint: Concept, Methodology and Calculation. In: Muthu, S.S. (eds) Carbon Footprint Case Studies. Environmental Footprints and Eco-design of Products and Processes. Springer, Singapore.

Solauman, S., Carbon and Energy Taxes in a Small and open country, Global Journal of Environmental and Science Management, 3.1. 2017,pp. 51-62.

Tara Bernoville : What are Scopes 1, 2 and 3 of Carbon Emissions? All you have to know, Climate Science, June 12, 2022, at:

Velte P., Stawinoga M. (2017). Integrated reporting: The current state of empirical research, limitations and future research implications. Journal of Management Control, 28(3), 275–320.

Villar, J. C., Hidalgo, S.L., Penela, A.C., Meijide, B. G. (2012), A New Perspective for Labeling the Carbon Footprint Against Climate Change. Global Warming – Impacts and Future Perspective. http://dx.doi.org/10.5772/46533.

Vitale G, Cupertino S, Rinaldi L, Riccaboni A. Integrated Management Approach Towards Sustainability: An Egyptian Business Case Study. Sustainability. 2019; 11(5):1244. https://doi.org/10.3390/su11051244

Vitale, Gianluca, Sebastiano Cupertino, Loredana Rinaldi, and Angelo Riccaboni. 2019. "Integrated Management Approach Towards Sustainability: An Egyptian Business Case Study" Sustainability 11, no. 5: 1244. https://doi.org/10.3390/su11051244

Wiedmann, T. and J. Minx. 2008. A definition of "carbon footprint." In Ecological economics research trends, edited by C. C. Pertsova, 1–11. Hauppauge, NY, USA: Nova Science.

Wiedmann, T., M. Lenzen, and J. R. Barrett. 2009. Companies on the scale. Journal of Industrial Ecology 13(3): 361–383.

WRI (World Resources Institute) and WBCSD (World Business Council for Sustainable Development). (2004). The greenhouse gas protocol -A corporate accounting and reporting standard- Revised edition. Washington, DC; Geneva, Switzerland; WRI, WBCSD.

Yaez, P., Sinha, A., & V?squez, M. (2019). Carbon footprint estimation in a university campus: Evaluation and insights. Sustainability, 12(1), 181.

Yue T, Liu H, Long R, Chen H, Gan X, Liu J (2020) Research trends and hotspots related to global carbon footprint based on bibliometric analysis: 2007–2018. Environ Sci Pollut Res 27:17671–17691

Zhang, J., Qian, X. and Feng, J. (2020), "Review of carbon footprint assessment in textile industry", Ecofeminism and Climate Change , Vol. 1 No. 1, pp. 51-56.

مواقع إلكترونية

مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار. (2022) الحياد الكربوني نحو آفاق عالمية لتحقيق التنمية الاجتماعية، متاح على: https://www.idsc.gov.eg/Article/details/6816

الهيئة الوطنية للاستعلامات. (2021) المؤتمر العلمي الدولي الثالث للبيئة والتنمية المستدامة "تغير المناخ: التحديات والمواجهة ". في الفترة من 18 إلى 20 ديسمبر 2021. جامعة الأزهر. متاح على: https://www.sis.gov.eg/Story/227370

الهيئة الوطنية للاستعلامات.(2022). مؤتمر الأطراف لاتفاقية الأمم المتحدة لتغير المناخ (COP27) مصر 2022. في الفترة من 7 – 18 نوفمبر 2022. متاح على: https://www.sis.gov.eg/Story/234237

وزارة البيئة المصرية. عن التغيرات المناخية. متاح على: https://www.eeaa.gov.eg/Topics/78/30/49/Details,24/9/2023

وزارة البيئة المصرية. المجلس الوطني للتغيرات المناخية. (2021). الاستراتيجية الوطنية للتغيرات المناخية 2050. القاهرة.

برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، أهداف التنمية المستدامة، متاح على الرابط التالي: https://www.arabstates.undp.org/content/rbas/ar/home/sustainable-development-goals.html

الأمم المتحدة، دعم التنمية المستدامة والعمل المناخي، متاح على الرابط التالي: https://www.un.org/ar/our-work/support-sustainable-development-and-climate-action

EFRAG, Press Release, EFRAG Welcomes the Adoption of the Delegated Act on the First Set of European Sustainability Reporting Standards (ESRS) by the European Commission(July 31, 2023), available at https://www.efrag.org/News/Public-439/EFRAG-welcomes-the-adoption-of-the-Delegated-Act-on-the-first-set-of-E