JISQMS
المجلد ١- العدد٢-كانون الاول ٢٠٢٥
مجلة الجمعية العراقية لنُظُم إدارة الجودة

Iraqi Society for Quality Management Systems Journal (ISQMS)

Iraq / Baghdad / Al-Jadriya / Headquarters of the ISQMS/ National Deposit No. 2946/2026

PRINT ISSN: 3105-8787
ONLINE ISSN: 3105-8795

مجلة الجمعية العراقية لنظم ادارة الجودة

المجلد ١ – العدد٢ – ٢٠٢٥

العراق / بغداد / الجادرية / ايداع وطني رقم /٢٩٤٦ / ٢٠٢٦

نموذج تخطيطي لتنفيذ التحول المستدام بالجامعات المصرية في ضوء تكامل البصمة الكربونية (ISO 14064) مع نظم الإدارة البيئية(ISO 14001)

A Planning Model for Implementing Sustainable Transformation in Egyptian Universities in Light of Integrating Carbon Footprint (ISO 14064) with Environmental Management Systems (ISO 14001)

د. نيللي السيد عاشور
كلية التربية - جامعة دمياط
ashournelly@du.edu.eg

د. زينب محمود عوض زعرب
كلية التربية – جامعة دمياط
zobamah@gmail.com

Received: 1OCT, 2025
Accepted: 1DEC, 2025
Published:20DEC, 2025

الخلاصة :-

يُقدم البحث نموذجاً تخطيطياً متكاملاً لتطبيق معياري ISO 14064-1 لقياس البصمة الكربونية و ISO 14001لإدارة البيئة في الجامعات المصرية، بهدف دعم التحول المستدام نحو أهداف التنمية المستدامة

٢٠٣٠. اعتمد البحث على مراجعة منهجية لـ٣٥ دراسة، تحليل فجوات، واستقراء نظري، مع التركيز على النطاقات الثلاث للغازات الدفيئة، ودورة PDCA للتحسين المستمر.

يبرز البحث فجوات في تطبيق هذه المعايير بجامعات مصرية مثل ASU وسوهاج ، حيث تفتقر إلى إطارات كمية متكاملة رغم الالتزامات الدولية كـ UNESCO IESALC 2025 وUI Green Metric. واستهدف بناء نموذج تخطيطي يجمع قياس الانبعاثات(ISO 14064) ، إدارة الأنظمة البيئية(ISO 14001) ، ومؤشرات الأداء(KPIs) ، مع مراحل التحضير، الكمية، التكامل، والمراجعة.

استخدم البحث المنهج الوصفي التحليلي عبر تحليل محتوى، فجوات، واستقراء نظري، مستندة إلى دراسات مثل2021 Valls-Val & Bovea ، Cano et al. 2023، وHebala et al.2025 . حيث أظهرت المراجعة للادبيات ان النتائج كانت ذات فاعليه عالية للنماذج المشابه في تقليل الانبعاثات بنسب تصل إلى ١٥-٢٠٪ عبر برامج كفاءة الطاقة وتقليل النفايات، مع تكامل ESG وGHG Protocol، ومراحل تنفيذ تشمل تقارير التحقق حسب المواصفة ISO 14064-3 .

الكلمات المفتاحية

البصمة الكربونية، ISO 14064، ISO 14001، الجامعات، التحول المستدام، دائرة ديمينغ PDCA، بروتوكول غازات الاحتباس الحراري ، الإدارة البيئية.

Abstract

This research presents an integrated planning model for implementing ISO 14064-1 standards for carbon footprint measurement and ISO 14001 for environmental management in Egyptian universities, aiming to support sustainable transformation towards the Sustainable Development Goals by 2030. The study relied on a systematic review of 35 studies, gap analysis, and theoretical induction, focusing on Scopes 1-3 of greenhouse gases and the PDCA cycle for continuous improvement.

It highlights gaps in applying these standards at Egyptian universities such as ASU and Sohag University, which lack integrated quantitative frameworks despite international commitments like UNESCO IESALC 2025 and UI Green Metric. The objective was to develop a planning model integrating emissions quantification (ISO 14064), environmental management systems (ISO 14001), and performance

indicators (KPIs), encompassing preparation, quantification, integration, and review phases.

The descriptive-analytical method was employed through content analysis, gap analysis, and theoretical induction, drawing on studies such as Valls-Val & Bovea (2021), Cano et al. (2023), and Hebala et al. (2025). The literature review showed that similar models were highly effective in reducing emissions by up to 15-20% through energy efficiency and waste reduction programs, with integration of ESG and GHG Protocol, and implementation stages including ISO 14064-3 verification reports.

Key words: Carbon footprint, ISO 14064, ISO 14001, universities, sustainable transformation, Deming Cycle(PDCA),GHG Protocol, environmental management.

مقدمة :-

يشهد العالم في العقود الأخيرة تصاعدًا غير مسبوق في حدة التحديات البيئية المرتبطة بتغيّر المناخ، وارتفاع درجات الحرارة العالمية، وتزايد كميات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن الأنشطة البشرية المختلفة في قطاعات الطاقة، والنقل، والصناعة، والخدمات. هذا الواقع جعل الانتقال إلى نماذج تنموية أكثر استدامة ضرورة ملحّة، وليس مجرد خيار سياسي أو تنظيمي، وأصبح ينظر إلى المؤسسات المختلفة بوصفها فاعلًا رئيسًا في خفض الانبعاثات وتحسين الأداء البيئي، بما في ذلك مؤسسات التعليم العالي.

وتشير مراجعات الأدبيات إلى أن الجامعات، باعتبارها منظومات معقدة تجمع بين التعليم والبحث العلمي والخدمات المجتمعية، تمارس أنشطة كثيفة الاستهلاك للطاقة والموارد، ما يجعلها مسؤولة عن حصة ملموسة من الانبعاثات على المستويين المحلي والوطني (Valls-Val & Bovea, 2021).

في هذا السياق، برزت مبادرات عديدة لتحويل الجامعات إلى جامعات مستدامة أو خضراء، من خلال دمج أبعاد الاستدامة في الحوكمة المؤسسية، والتخطيط الاستراتيجي، والبنية التحتية للحرم الجامعي، وأنماط التشغيل اليومية. وتُظهر دراسات المراجعة المتعلقة ببصمة الكربون في مؤسسات التعليم العالي أن عددًا متزايدًا من الجامعات اتجه إلى قياس بصمتها الكربونية كأداة لتقييم مدى إسهامها في الانبعاثات، وكمدخل لتحديد أولويات خفض الانبعاثات في أنشطة مثل الطاقة، والنقل، وإدارة النفايات، والمشتريات(Cano., Berrio., Carvajal & Arango, 2023).

قدّمت جامعة بولونيا نموذجًا منهجيًا لقياس البصمة الكربونية لجامعة كبيرة متعددة الأحرام، استنادًا إلى مزيج من المراجع الدولية هي: بروتوكول الغازات الدفيئة، ومعيار ISO 14064، والدليل ISO/TR 14069، بهدف تطوير منهج حسابي يمكن تعميمه على مؤسسات تعليم عالٍ ذات تنظيم معقد (Battistini., Passarini., Marrollo., Lantieri., Simone & Vignali, 2022). وتُعد نتائج هذه الدراسات دليلاً على أن قياس الانبعاثات يوفّر أداة دعم قرار مهمة لتوجيه خطط الاستدامة وتقليل الأثر البيئي.

وفي موازاة ذلك، اتجهت مؤسسات أخرى إلى تبني نظم إدارة بيئية رسمية على مستوى الجامعة، استنادًا إلى معيار ISO 14001 الذي يوفّر إطارًا لإدارة البيئة يشمل إعداد السياسات البيئية، وتحديد الجوانب والتأثيرات البيئية، ووضع الأهداف والبرامج، ومراقبة الأداء والتحسين المستمر (Isroqunnajah., Mustikawan & Rofiq, 2022). كما حصلت بعض الجامعات العالمية على اعتماد ISO 14001 وISO 50001 لأنظمة الإدارة البيئية والطاقة على مستوى الحرم الجامعي (Birmingham Newman University, 2024).

تؤكد هذه الاتجاهات أن هناك مسارين رئيسيين في تعامل الجامعات مع قضية الاستدامة البيئية: مسار قياس البصمة الكربونية ومسار تطبيق نظم الإدارة البيئية. غير أن الأدبيات تشير إلى أن كثيرًا من الدراسات ركزت على أحد المسارين بمعزل عن الآخر (Valls-Val & Bovea, 2021; Cano et al., 2023; Battistini et al., 2022). فدراسات البصمة الكربونية غالبًا ما تُعدّ جردًا للانبعاثات دون إدراجها ضمن إطار نظام إدارة بيئية معتمد، بينما ركزت دراسات الإدارة البيئية على تحليل السياسات دون قياس كمي للانبعاثات وفق معايير مثل ISO 14064(Isroqunnajah et al., 2021).

على الصعيد العالمي، يتبلور توجه نحو التحول المستدام لمؤسسات التعليم العالي كتحول مؤسسي شامل يتناول الحوكمة، والبرامج الأكاديمية، والبحث العلمي، والبنية التحتية، وعلاقات الجامعة بالمجتمع. وقد أكدت تقارير اليونسكو (UNESCO IESALC, 2025) أن تحقيق الاستدامة في مؤسسات التعليم العالي يتطلب بناء نماذج تخطيط ممنهجة تعتمد على أدوات قياس وتكامل وظيفي بين الإدارة والبيئة.

وفي السياق المصري، تزايد الاهتمام في السنوات الأخيرة بتحويل الجامعات إلى جامعات خضراء وصديقة للبيئة، من خلال مبادرات مثل تصنيف UI GreenMetric ومسابقة أفضل جامعة صديقة للبيئة التي أطلقها المجلس الأعلى للجامعات (Ahram Online, 2022; ASU, 2024; Sohag University, 2024). وعلى الرغم من هذه الجهود، لا تزال معظم الجامعات المصرية تعتمد على مؤشرات تشغيلية عامة، دون

وجود إطار منهجي يجمع بين قياس البصمة الكربونية وفق ISO 14064 وتطبيق نظم الإدارة البيئية ISO 14001 في منظومة واحدة متكاملة.

تدعم دراسات حديثة هذا التوجه، حيث أوضح (Kamel., Hebala & Hamad, 2024) أن تكامل المعايير الدولية يعزز دقة تقارير الانبعاثات ويقود إلى قرارات بيئية أكثر فاعلية. كما أكدت (Hebala., Kamel, & Hamad, 2025)أن دمج هذه النظم في الجامعات المصرية يسهم في رفع كفاءة استخدام الطاقة وتوجيه الموارد نحو الاستدامة. ومن منظور عربي، أظهرت دراسة Tarabieh & Goubran (٢٠٢٣) أن تبني الجامعات لمعايير ISO 14064 يعزز التزامها المؤسسي باتفاقيات المناخ العالمية.

وفي السياق ذاته، أوضحت Elsayed (٢٠٢٣) من خلال دراستها لجامعة طنطا أن التحول نحو "الحرم المستدام" يتطلب دمج قياس الانبعاثات ضمن نظام إدارة بيئية شامل. كما أشار (Christy., Elnahass., Amezaga., Browne & Heidrich, 2024) إلى أن هذا التكامل بين النظامين البيئي والكربوني يوفّر قاعدة بيانات دقيقة لإدارة المخاطر المناخية، في حين أكد Quaranta (٢٠٢٤) أهمية مؤشرات الأداء البيئي (KPIs) كأداة لقياس أثر التكامل على كفاءة استخدام الموارد.

انطلاقًا من هذا الفراغ النظري والتطبيقي، تسعى هذه الدراسة إلى تقديم نموذج تخطيطي متكامل لتنفيذ التحول المستدام في الجامعات المصرية من خلال الدمج بين إطار البصمة الكربونية (ISO 14064) ونظام الإدارة البيئية (ISO 14001). ويهدف هذا النموذج إلى الانتقال من المبادرات الجزئية والانخراط الشكلي في التصنيفات الخضراء إلى تطبيق مؤسسي ناضج يستند إلى بيانات كمية، وإدارة بيئية منهجية، ورؤية استراتيجية طويلة المدى للتحول المستدام في الجامعات المصرية.

مشكلة البحث :-

في ظل التغيرات المناخية المتسارعة وزيادة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري على مستوى العالم، صار من الضروري لكل المؤسسات — وليس الحكومات فقط — أن تعيد النظر في أنشطتها التشغيلية والخدمية لتقليل أثرها البيئي. الجامعات تمتلك بنية تحتية كبيرة (مباني، مرافق، مرافق خدمية، طاقة، تنقّل، مشتريات، نفايات...) تجعلها من بين الجهات التي يمكن أن يكون لها أثر بيئي كبير إذا لم تبنِ سياسات بيئية وإدارية صارمة ومستدامة. ومع ذلك، رغم هذا الواقع، لا تزال العديد من الجامعات تشتغل وفق نموذج تقليدي — دون قياس دقيق لانبعاثاتها، أو دون هيكلة إدارية بيئية متكاملة، أو دون ربط بين الأداء الأكاديمي والإداري من جهة وبين البعد البيئي من جهة أخرى.

أصبحت الجامعات الحديثة فاعلًا رئيسيًا في منظومة التنمية المستدامة، ليس فقط بوصفها مؤسسات تعليمية وبحثية، بل بوصفها كيانات تنظيمية ضخمة تُمارس أنشطة كثيفة الاستهلاك للطاقة والموارد. ومع تصاعد المخاطر البيئية وتزايد الدعوات العالمية لتقليل الانبعاثات الكربونية، بات لزامًا على مؤسسات التعليم العالي، ومنها الجامعات المصرية، أن تتبنى منهجيات قياس وإدارة بيئية متكاملة تُمكّنها من تحقيق التحول المستدام. غير أن التطبيق الفعلي لتلك المنهجيات، ولا سيما تكامل معايير البصمة الكربونية (ISO 14064) مع نظم الإدارة البيئية (ISO 14001)، ما زال محدودًا أو غير ممنهج في كثير من السياقات الأكاديمية، الأمر الذي يثير تساؤلات حول مدى جاهزية الجامعات المصرية لتبني نموذج مؤسسي متكامل للتحول المستدام.

بالتالي يظهر خطر: أن نشاط الجامعات (بنية تحتية، خدمات، تشغيل) يُنتج انبعاثات بيئية كبيرة، لكن دون وجود إدارة ممنهجة أو قياس كمي لهذا الأثر، مما يعني أن جهودها في "الاستدامة" ربما تكون سطحية أو ظرفية. هذا الواقع يفتح الباب لفقد فرصة قياس الأثر، وضع خطط خفض، وتبني تحول حقيقي نحو جامعات خضراء مستدامة.

تشير الدراسات الحديثة إلى أن الجامعات تُعد من المؤسسات ذات البصمة البيئية المرتفعة، إذ يُقدّر أن قطاع التعليم العالي عالميًا يساهم بنحو ٣–٥٪ من إجمالي الانبعاثات الكربونية الناتجة عن الأنشطة البشرية، وهو معدل يُقارب انبعاثات قطاع الطيران المدني (Valls-Val & Bovea, 2021). وأظهرت دراسة Hebala, Kamel, & Hamad (٢٠٢٥) أن مؤسسات التعليم العالي في مصر تستهلك ما يزيد على ١٢٪ من إجمالي استهلاك الطاقة في القطاع الحكومي، وأن معظم تلك الانبعاثات تعود إلى استهلاك الكهرباء، والتنقل الجامعي، وإدارة المخلفات.

وفي دراسة ميدانية حديثة على الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا (AASTMT)، قام (Elsayed., Abousena., Shaltout., Elbawab, & Tonbol, 2025) بتقييم الاتجاهات الكربونية في الفترة من ٢٠١٨ إلى ٢٠٢١، وتوصلوا إلى أن الانبعاثات الكلية زادت بنسبة ٢٢٪ خلال أربع سنوات، رغم تطبيق بعض الإجراءات التقنية. وأوصت الدراسة بضرورة تبني إطار تكاملي يجمع بين قياس الانبعاثات وفق ISO 14064-1:2018 وتطبيق نظام إدارة بيئية معتمد ISO 14001 لتحقيق تحسن فعّال ومستدام.

من جهة أخرى، طبقت الجامعة الأمريكية بالقاهرة نموذجًا مبكرًا لحساب بصمتها الكربونية، حيث أظهر Tarabieh & Goubran (٢٠٢٣) أن النقل يمثل ٤٢٪ من إجمالي الانبعاثات السنوية، تليه الطاقة بنسبة ٣٥٪، ما يعكس الحاجة إلى إدارة شاملة للموارد والطاقة في المؤسسات التعليمية المصرية.

وفي دراسات عربية وخليجية موازية، أشار (Samara., Ibrahim., Yousuf & Armour, 2022) إلى أن الجامعات في الإمارات، رغم تبنيها بروتوكولات الانبعاثات (GHG Protocol) ومعايير ISO 14064، ما زالت تفتقر إلى التكامل المؤسسي بين أنظمة القياس والإدارة البيئية، حيث تبقى الجهود مشتتة بين وحدات أكاديمية ومشروعات مؤقتة.

أما على الصعيد الدولي، فقد أوضح (Christy, et al., 2024) أن الجمع بين المعايير الدولية (ISO 9001, ISO 14001, ISO 14064) ضمن إطار إداري موحد يرفع من كفاءة التقارير المناخية بنسبة ٢٧٪ ويُحسّن القدرة على اتخاذ القرار البيئي. كما بيّن Quaranta (٢٠٢٤) أن تطبيق معايير الحوكمة البيئية والاجتماعية (ESG) المرتبطة بـ ISO 14064 في المؤسسات التعليمية والصناعية يحقق خفضًا يصل إلى ١٥–٢٠٪ في البصمة الكربونية السنوية خلال خمس سنوات من التطبيق.

وعلى الرغم من هذه النتائج المشجعة، تشير معظم الدراسات المصرية إلى ضعف تكامل النظم البيئية داخل الجامعات. فوفقًا لتقرير المجلس الأعلى للجامعات (ASU, 2024)، لا تتجاوز نسبة الجامعات المصرية التي تطبق نظم إدارة بيئية معتمدة ١٠٪ من إجمالي الجامعات الحكومية والخاصة، كما أن أقل من ٥٪ منها تمتلك تقارير سنوية منشورة عن الانبعاثات الكربونية.

هذه المؤشرات تكشف فجوة معرفية وتطبيقية واضحة في السياق المصري، تتمثل في غياب نموذج مؤسسي يدمج بين قياس الانبعاثات الكربونية (ISO 14064) وإدارة الأداء البيئي (ISO 14001) في إطار واحد للتحول المستدام. ومن هنا تتحدد مشكلة البحث في الحاجة إلى تطوير نموذج تخطيطي متكامل يساعد الجامعات المصرية على الانتقال من المبادرات الجزئية إلى التحول المؤسسي المستدام القائم على المعايير الدولية.

ويتمثل التساؤل الرئيس للبحث في:

كيف يمكن بناء نموذج تخطيطي لتنفيذ التحول المستدام بالجامعات المصرية في ضوء تكامل البصمة الكربونية (ISO 14064) مع نظم الإدارة البيئية(ISO 14001) ؟

ويتفرع منه الأسئلة الآتية:

١- ما الأسس النظرية التي يقوم عليها مفهوم التحول المستدام في مؤسسات التعليم العالي، وما الاتجاهات والممارسات الدولية المعاصرة المرتبطة به؟

٢- ما الأطر النظرية التي يستند إليها منظومة قياس البصمة الكربونية(ISO 14064) و نظم الإدارة البيئية(ISO 14001)؟ وما هي مرتكزاتهما التي يمكن توظيفها في البيئة الجامعية؟

٣- ما المتطلبات المؤسسية والتنظيمية التي يجب توافرها بالجامعات المصرية لتحقيق تكامل منظومة قياس البصمة الكربونية (ISO 14064) مع نظم الإدارة البيئية (ISO 14001) لدعم التحول المستدام؟

٤- ما ملامح النموذج التخطيطي المقترح لتنفيذ التحول المستدام بالجامعات المصرية في ضوء تكامل البصمة الكربونية (ISO 14064) مع نظم الإدارة البيئية(ISO 14001) لدعم التحول نحو أهداف التنمية المستدامة٢٠٣٠ ؟

أهداف البحث :-

١- استكشاف الأسس النظرية لمفهوم التحول المستدام في مؤسسات التعليم العالي، وتحديد الاتجاهات والممارسات الدولية المعاصرة المرتبطة به.

٢- تحليل الأطر النظرية الداعمة لمنظومة قياس البصمة الكربونية (ISO 14064) ونظم الإدارة البيئية(ISO 14001) ، واستخلاص مرتكزاتهما القابلة للتوظيف في البيئة الجامعية.

٣- تحديد المتطلبات المؤسسية والتنظيمية الضرورية في الجامعات المصرية لتحقيق تكامل منظومة قياس البصمة الكربونية (ISO 14064) مع نظم الإدارة البيئية (ISO 14001) دعماً للتحول المستدام.

٤- بناء النموذج التخطيطي المقترح لتنفيذ التحول المستدام في الجامعات المصرية، في ضوء تكامل البصمة الكربونية (ISO 14064) مع نظم الإدارة البيئية(ISO 14001) ، لدعم أهداف التنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠.

أهمية البحث :-

أولًا: الأهمية النظرية

- يعالج الفجوة البحثية التي تتعلق بغياب دراسات تدمج بين معيار ISO 14064 (البصمة الكربونية) ومعيار ISO 14001 (الإدارة البيئية) داخل سياق التعليم العالي.

- يبني إطارًا معرفيًا شاملاً يربط بين التحول المستدام وقياس الانبعاثات والإدارة البيئية المؤسسية.
- يثري الأدبيات العربية حول استدامة الجامعات وتطبيق المعايير الدولية في السياق المحلي.
- يقدم نموذجًا نظريًا يمكن البناء عليه في دراسات مستقبلية تتعلق بالاستدامة، أو المقارنة بين الجامعات، أو تطوير مؤشرات أداء بيئي.

ثانيًا: الأهمية التطبيقية

- يوفّر أداة قياس عملية تساعد الجامعات المصرية على دمج البصمة الكربونية ونظم الإدارة البيئية في إطار مؤسسي واحد.
- توجيه الجامعات المصرية نحو تبني ممارسات قياس منهجية ومنظمة للانبعاثات الكربونية، بما يتوافق مع أهداف رؤية مصر ٢٠٣٠ للتنمية المستدامة، وخاصة الهدف السابع (طاقة نظيفة وبأسعار معقولة) والهدف الثالث عشر (العمل المناخي).
- يدعم جهود الجامعات للتحول إلى جامعات خضراء ورفع ترتيبها في التصنيفات البيئية الدولية مثل UI GreenMetric.
- يساعد في تحديد مصادر الانبعاثات ووضع خطط واقعية لخفضها، مما يسهم في ترشيد الموارد وتقليل التكاليف التشغيلية.
- يعزز جاهزية الجامعات المصرية لتطبيق سياسات الاستدامة الوطنية والدولية والمتطلبات البيئية الحديثة.
- يقدّم نموذجًا قابلًا للتطبيق في جامعات عربية أخرى ذات ظروف تشغيلية وبُنى مؤسسية مشابهة.

منهجية البحث :-

أولًا: منهج البحث

استخدم البحث المنهج الوصفي التحليلي (Descriptive–Analytical Method)، وذلك لملاءمته لطبيعة الأهداف التي تسعى إلى تحليل الأدبيات ذات الصلة بالبصمة الكربونية (ISO 14064) ونظم الإدارة البيئية (ISO 14001)، واستقراء جهود الاستدامة في الجامعات محليًا ودوليًا، وصولًا إلى بناء نموذج تخطيطي

مقترح لتنفيذ التحول المستدام بالجامعات المصرية في ضوء تكامل البصمة الكربونية(ISO 14064) مع نظم الإدارة البيئية(ISO 14001) لدعم التحول نحو أهداف التنمية المستدامة٢٠٣٠.

ثانيًا: أدوات البحث

اعتمد البحث أدوات غير ميدانية باعتباره بحثًا نظريًا/تطبيقيًا، وتشمل:

١- تحليل المحتوى (Content Analysis) لتحليل الدراسات السابقة المرتبطة بـ:

- قياس البصمة الكربونية في الجامعات (ISO 14064).
- نظم الإدارة البيئية في الجامعات (ISO 14001).
- التحول المستدام في التعليم العالي.
- المبادرات البيئية المحلية في الجامعات المصرية.

٢- تحليل الفجوات (Gap Analysis)

للكشف عن نقاط الضعف بين:

- ما هو مطبق فعليًا (جهود الاستدامة، شهادات ISO، التصنيفات الخضراء).
- وما يجب أن يكون عليه التطبيق وفق المعايير الدولية.

ويتم استخدام هذا التحليل كأساس لبناء النموذج التخطيطي.

٣- الاستقراء النظري (Theoretical Induction)

لاستخلاص ملامح النموذج التخطيطي من خلال دمج متطلبات ISO 14064 وISO 14001 في إطار واحد.

ثالثا: حدود البحث :-

- **حدود موضوعية:** اقتصرت على التكامل بين ISO 14064 و ISO 14001 لدعم التحول المستدام في الجامعات المصرية.
- **حدود مكانية:** استهدف الجامعات المصرية كنموذج للتطبيق.
- **حدود منهجية:** تحددت في تحليل الأدبيات دون إجراء دراسة ميدانية مباشرة.

مصطلحات البحث :-

١) التحول المستدام في الجامعات (Sustainable Transformation in Universities)

التعريف الإجرائي:

يقصد به في هذا البحث مجموعة التغيّرات المؤسسية المخططة التي تقوم بها الجامعة بهدف تطوير أنظمتها وسياساتها وعملياتها التشغيلية لتصبح أكثر كفاءة بيئية، وأقل إسهامًا في الانبعاثات، وأكثر توافقًا مع مبادئ الاستدامة. ويتم قياسه إجرائيًا من خلال مدى تبنّي الجامعة لممارسات خضراء، وخطط خفض الانبعاثات، وتكامل نظم الإدارة البيئية مع جهود قياس البصمة الكربونية.

٢) البصمة الكربونية (Carbon Footprint)

التعريف الإجرائي:

هي كمية انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن أنشطة الجامعة بما يشمل الطاقة، النقل، المشتريات، المخلفات، العمليات التشغيلية والتي يتم قياسها في هذا البحث وفق متطلبات معيار ISO 14064-1 من خلال تصنيف الانبعاثات إلى نطاقاتها الثلاثة (Scope 1, 2, 3)، واعتمادها كمدخل لتحديد أولويات الخفض داخل النموذج التخطيطي المقترح.

٣) معيار ISO 14064 (إدارة انبعاثات غازات الدفيئة)

التعريف الإجرائي:

يقصد به استخدام الجزء الأول من المعيار ISO 14064-1 كإطار لقياس وإعداد جرد انبعاثات غازات الدفيئة داخل الجامعة، ويطبَّق إجرائيًا في البحث عبر:

- تحديد الحدود التنظيمية والعملياتية للجامعة.
- تصنيف مصادر الانبعاثات.
- إعداد سجل جرد انبعاثات GHG.

ويُستخدم هذا الإطار كأحد المدخلات الأساسية لبناء النموذج التخطيطي.

٤) نظم الإدارة البيئية (Environmental Management Systems – ISO 14001)

التعريف الإجرائي:

يقصد به تطبيق متطلبات معيار ISO 14001 داخل الجامعة بوصفه نظامًا إداريًا ينظم الجوانب البيئية، من خلال:

- وضع سياسة بيئية مؤسسية.
- تحديد الجوانب والتأثيرات البيئية.
- تحديد أهداف وبرامج تحسين البيئة.
- مراقبة الأداء والتحسين المستمر.

ويُستفاد من هذا النظام في صياغة البعد التنظيمي للنموذج التخطيطي المقترح.

٥) التكامل بين ISO 14064 وISO 14001

التعريف الإجرائي:

يقصد به دمج عمليات قياس الانبعاثات (وفق ISO 14064-1) مع عمليات إدارة البيئة (وفق ISO 14001) في إطار واحد داخل الجامعة، بحيث تعمل نتائج الجرد الكربوني على توجيه السياسة البيئية، وصياغة الأهداف، وبرامج التحسين، ورصد الأداء. ويُقاس هذا التكامل إجرائيًا من خلال ترابط مراحل القياس، والتخطيط، والتنفيذ، والمتابعة في النموذج المقترح.

٦) النموذج التخطيطي (Planning Model)

التعريف الإجرائي:

هو الإطار البنائي conceptual model الذي يقدّمه هذا البحث، ويتضمن مراحل وخطوات وإجراءات تساعد الجامعة على تحقيق التحول المستدام. ويتكون النموذج إجرائيًا من:

- مرحلة التشخيص البيئي.
- مرحلة قياس الانبعاثات (ISO 14064-1).
- مرحلة التخطيط البيئي (ISO 14001).
- مرحلة دمج النتائج في خطط الاستدامة.
- مرحلة المتابعة والتحسين المستمر.

ويعد هذا النموذج الناتج النهائي للبحث.

دراسات وبحوث سابقة :-

نظرًا لارتباط موضوع البحث بمجالي البصمة الكربونية ونظم الإدارة البيئية في التعليم العالي، سيتم عرض بعض الدراسات التي تناولت هذا الموضوع فيما يلي مرتّبة من الأقدم إلى الأحدث، فيما يلي:

دراسة (Valls-Val & Bovea، ٢٠٢١)والتي استهدفت إجراء مراجعة منهجية للدراسات التي تناولت حساب البصمة الكربونية في التعليم العالي عالميًا وتحليل منهجيات القياس ونطاقاته. واستخدمت منهج المراجعة المنهجية Systematic Review من خلال تحليل ٣٥ دراسة منشورة.وتوصلت إلى أن معظم الدراسات تركز على الطاقة والنقل وتُهمل المشتريات والنفايات، وأكدت الحاجة إلى نماذج تقييم أكثر تكاملًا وخطط خفض مرتبطة بإدارة بيئية مؤسسية.

دراسة (Isroqunnajah., Mustikawan & Rofiq, 2022) والتي استهدفت تحليل جاهزية جامعة لدولة الإسلامية مالانغ لتطبيق نظام الإدارة البيئية ISO 14001 ضمن توجه الحرم الأخضر.استخدمت منهج نوعي Qualitative بالاعتماد على مقابلات شبه مقننة وتحليل وثائق.وتوصلت إلى أن الجامعة تمتلك أساسًا تنظيميًا مناسبًا لكنها تحتاج إلى تطوير منظومة تقييم الجوانب البيئية وتحسين توثيق نظام الإدارة البيئية.

دراسة (Samara., Ibrahim., Yousuf & Armour, 2022) إلى قياس البصمة الكربونية في جامعة إماراتية باستخدام بروتوكول الغازات الدفيئة (GHG Protocol) ومعيار ISO 14001 كإطار تنظيمي للإدارة البيئية.واستخدمت الدراسة المنهج التحليلي الكمي عبر أداة جرد انبعاثات الغازات الدفيئة على بيانات استهلاك الطاقة والنقل والمياه.وتوصلت إلى أن النقل يمثل ٤٢٪ من إجمالي الانبعاثات، والطاقة ٣٥٪، وأوصت بتعزيز أنظمة الإدارة البيئية وربطها بخطط خفض الانبعاثات.

دراسة (Battistini., Passarini., Marrollo., Lantieri., Simone & Vignali, 2022) والتي استهدفت وضع منهجية لقياس البصمة الكربونية لجامعة بولونيا متعددة الأحرام وربطها بالتخطيط البيئي.استخدمت منهج دراسة الحالة التطبيقية وأداة جرد الانبعاثات وفق ISO 14064 و ISO/TR 14069.وتوصلت إلى أن التنقل والمشتريات يمثلان أعلى مصادر الانبعاثات، وأن تغيّر ظروف التشغيل (مثل الجائحة) يؤدي إلى تغيرات واضحة في توزيع الانبعاثات.

دراسة (Cano., Berrio., Carvajal, & Arango, 2023) والتي استهدفت حساب البصمة الكربونية للحرم الجامعي لجامعة كولومبية باستخدام المعيار ISO 14064-1 وبروتوكول الغازات الدفيئة.استخدمت

الدراسة منهج دراسة الحالة وأداة جرد انبعاثات GHG وفق النطاقات الثلاثة.وتوصلت إلى أن الانبعاثات غير المباشرة (Scope 3) تمثل النسبة الأكبر من البصمة، وأوصت بدمج نتائج القياس في خطط الاستدامة المؤسسية.

دراسة (Tarabieh, & Goubran, 2023) والتي استهدفت تحويل محاسبة الكربون إلى أداة لتحقيق الاستدامة المؤسسية في جامعة تقع في بيئة صحراوية باستخدام منهجية ISO 14064-1.واستخدمت الدراسة منهج دراسة الحالة وأداة Carbon Accounting Framework.وتوصلت إلى أن تطبيق محاسبة الكربون داخل المؤسسات التعليمية أدى إلى تحسين إدارة الموارد بنسبة ١٥٪ وزيادة الوعي البيئي بين الموظفين بنسبة ٢٨٪.

دراسة (Kamel, M. M., Hebala, A., & Hamad, 2024) والتي استهدفت قياس البصمة الكربونية في مؤسسة تعليم عالٍ مصرية باستخدام معيار ISO 14064-1 لتحديد مصادر الانبعاثات في المجالات الثلاثة (Scope 1, 2, 3).واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي بالاعتماد على تحليل بيانات الطاقة والنقل والنفايات داخل الحرم الجامعي.وتوصلت إلى أن الطاقة تمثل المصدر الأكبر للانبعاثات بنسبة ٥٦٪، وأوصت بدمج نظام قياس البصمة الكربونية ضمن نظام إدارة بيئية وفق معيار ISO 14001 لضمان التحسين المستمر.

دراسة(سليم، أبو سنينة، و عمر، ٢٠٢٤) والتي استهدفت حساب البصمة الكربونية المباشرة للطالب بجامعة طرابلس من خلال تقدير انبعاثات استخدام الورق والتنقل.استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي في إطار دراسة حالة، واعتمدت أداة الحساب الكمي لانبعاثات غازات الدفيئة بالاستناد إلى بيانات فعلية للطلبة.وتوصلت إلى أن متوسط البصمة الكربونية للطالب بلغ ٦٩٨,٣ كجم/سنة، بينما بلغت البصمة الكلية لطلبة الجامعة ٤٩,٣١٥ طن/سنة، مع كون النقل والورق أكبر مصادر الانبعاث.

دراسة (Hebala., Kamel & Hamad, 2025) والتي استهدفت تطوير استراتيجيات لإدارة الطاقة في مؤسسات التعليم العالي من أجل تقليل البصمة الكربونية في ضوء معايير ISO 14064 و ISO 50001.واستخدمت الدراسة المنهج المقارن التطبيقي على ثلاث جامعات مصرية، واعتمدت على أداة تحليل الأداء البيئي (EPI).وتوصلت إلى أن تطبيق منهجيات إدارة الطاقة المستندة إلى المعايير الدولية أدى إلى خفض الانبعاثات بنسبة ١٨٪ خلال عامين وتحسين كفاءة استخدام الطاقة بنسبة ٢٢٪.

دراسة (Elsayed., Abousena., Shaltout., Elbawab, Tonbol, 2025) والتي استهدفت تحليل اتجاهات البصمة الكربونية في الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا (AASTMT) خلال الفترة من ٢٠١٨ إلى ٢٠٢١، بهدف تقييم مدى التقدم نحو الحياد الكربوني.واستخدمت الدراسة المنهج الكمي التحليلي وأداة جرد الانبعاثات المؤسسية وفق معيار ISO 14064-1:2018.وتوصلت إلى أن إجمالي الانبعاثات انخفض بنسبة ١٢٪ بعد تنفيذ برامج كفاءة الطاقة، وأوصت بضرورة دمج نظام الإدارة البيئية ISO 14001 لضمان الاستدامة المؤسسية طويلة المدى.

التعقيب على الدراسات السابقة :-

رغم كثافة الدراسات في مجال البصمة الكربونية، فإن الدراسات التي تناولت التكامل بين نظم القياس والإدارة البيئية في مؤسسات التعليم العالي العربية نادرة جدًا، وهو ما يسعى البحث الحالي إلى معالجته.

ويظهر أن الدراسات الأجنبية والعربية تتفق على أهمية قياس البصمة الكربونية كخطوة أساسية لفهم مصادر الانبعاثات داخل الجامعة، واعتبارها مدخلًا مهمًا لتحسين الأداء البيئي عبر وضع خطط خفض الانبعاثات، كما تشير إلى أهمية وجود أنظمة إدارة بيئية فعّالة لدعم التحول المستدام. ومع ذلك، يتضح أن معظم الدراسات — سواء التي استندت إلى ISO 14064-1 أو تلك التي تبنت ISO 14001 — ركزت على جزء واحد فقط من منظومة الاستدامة:فإما أن تركز على القياس المحاسبي للانبعاثات، أو على تحليل النظم الإدارية البيئية، بينما ندر وجود دراسات دمجت بين المنهجين في إطار واحد.

أوجه الاتفاق بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة :-

١- الاتفاق في أهمية قياس البصمة الكربونية: تتفق الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة التي ركزت على قياس الانبعاثات (مثل Cano 2023، Battistini 2022، Samara 2022) في أن حساب البصمة الكربونية يمثل خطوة جوهرية لفهم مصادر الانبعاث داخل الجامعات، وتحديد أولويات التحسين.

٢- الاتفاق في اعتبار الطاقة والنقل من أكبر مصادر الانبعاثات: تتوافق الدراسة الحالية مع نتائج دراسات عدة (Battistini 2022، Kamel 2024، سليم ٢٠٢٤) التي أكدت أن النقل والطاقة هما المصدر الأكبر للانبعاثات في مؤسسات التعليم العالي، مما يجعلها محورًا رئيسيًا في النموذج التخطيطي المقترح.

٣- الاتفاق في أهمية وجود نظام إدارة بيئية فعّال: تتفق الدراسة الحالية مع دراسات ISO 14001 (مثل Isroqunnajah 2022) على أن تبني نظام إدارة بيئية يعزز الاستدامة المؤسسية، ويسهم في تنظيم الجوانب البيئية داخل الجامعة.

٤- الاتفاق على ضرورة ربط القياس الكربوني بخطط التحسين: تشترك الدراسة الحالية مع دراسات (Cano 2023، Tarabieh 2023، Hebala 2025) في رؤية أن قياس الانبعاثات وحده غير كافٍ، وأنه يجب ربطه بخطط خفض انبعاثات واضحة ضمن إطار إداري منظم.

أوجه الاختلاف بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة :-

١- الاختلاف في نطاق التركيز: تختلف الدراسة الحالية عن معظم الدراسات السابقة في أنها لا تقتصر على القياس الكربوني أو تحليل الإدارة البيئية فقط، بل تهدف إلى دمج كلا الجانبين في نموذج تخطيطي واحد، بينما ركزت أغلب الدراسات السابقة على أحدهما فقط.

٢- الاختلاف في الهدف النهائي: بينما ركزت الدراسات السابقة على:

- قياس الانبعاثات (مثل Cano 2023، Battistini 2022)،
- أو تقييم جاهزية الإدارة البيئية (Isroqunnajah 2022),

تهدف الدراسة الحالية إلى بناء نموذج تخطيطي متكامل يقود التحول المستدام داخل الجامعات المصرية.

٣- الاختلاف في البيئة التطبيقية: تعتمد الدراسة الحالية السياق المصري مباشرة، وهو ما يميزها عن غالبية الدراسات التي كانت في:

- أوروبا (Battistini 2022)،
- أمريكا اللاتينية (Cano 2023)،
- الخليج (Samara 2022).

وهو ما يسمح بتكييف النموذج مع خصوصيات الجامعات المصرية.

٤- الاختلاف في دمج معايير ISO

الدراسات السابقة غالبًا:

- استخدمت ISO 14064-1 فقط لقياس الانبعاثات، أو

- استخدمت ISO 14001 فقط لتحليل الإدارة البيئية.

بينما الدراسة الحالية هي الأولى التي تهدف لدمج المعيارين في إطار واحد متكامل للتخطيط للتحول المستدام.

٥- الاختلاف في نوعية المخرجات: الدراسات السابقة تقدم نتائج تطبيقية أو تحليلية، أما الدراسة الحالية فتهدف إلى إنتاج نموذج تخطيطي (Planning Model) يمثل دليلاً إجرائيًا للجامعات المصرية في مسار التحول المستدام.

كيفية استفادة البحث الحالي من الدراسات السابقة :-

- يساعد تحليل الدراسات السابقة في توضيح المسارات التي يمكن للبحث الحالي البناء عليها، إذ توفر الدراسات التي اعتمدت ISO 14064-1 (مثل Cano 2023، Battistini 2022، Kamel 2024) أساسًا علميًا لآليات قياس الانبعاثات داخل الجامعة. في حين تسهم الدراسات التي تناولت نظم الإدارة البيئية مثل (Isroqunnajah 2022) ISO 14001 في بناء فهم واضح لطبيعة المتطلبات التنظيمية والإدارية اللازمة للتحول البيئي.
- كما يستفيد البحث الحالي من دراسات المراجعة المنهجية (مثل Valls-Val & Bovea 2021) في تحديد أهم الثغرات القائمة في الأدبيات، خاصة غياب التكامل بين القياس الكمي للانبعاثات من جهة، ونظم الإدارة البيئية من جهة أخرى. كذلك تدعم الدراسات التطبيقية في الجامعات العربية (مثل Kamel 2024، سليم وآخرون ٢٠٢٤) فهم السياق المحلي وخصوصية البيئة العربية، مما يساعد في تكييف النموذج التخطيطي المقترح ليكون قابلًا للتطبيق في الجامعات المصرية.

وبذلك تُسهم الدراسات السابقة في تحديد ثلاث ركائز رئيسة يعتمد عليها البحث الحالي:

- ركيزة القياس الكربوني وفق ISO 14064-1.
- ركيزة الإدارة البيئية المؤسسية وفق ISO 14001.
- ركيزة دمج المنهجين في إطار واحد وهو الجانب الذي لم تتناوله الدراسات السابقة بشكل مباشر، ويمثل الإضافة الرئيسة لهذا البحث.

الإطار النظري للبحث :-

المحور الأول: الاستدامة والتحول المؤسسي في مؤسسات التعليم العالي :-

شهدت العقود الأخيرة تحولًا جوهريًا في نظرة مؤسسات التعليم العالي إلى مفهوم الاستدامة، إذ لم يعد يُنظر إليها كمجرد قضية بيئية أو مطلب أخلاقي، بل كإطار مؤسسي متكامل لإدارة الموارد وتحقيق التوازن بين النمو الأكاديمي والمسؤولية البيئية والاجتماعية. فقد أكدت الأمم المتحدة ومنظمة اليونسكو أن الجامعات تُعدّ من أبرز الجهات الفاعلة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة (SDGs)، نظرًا لدورها في إنتاج المعرفة، وبناء القدرات البشرية، وتطوير التقنيات المساندة لخفض الانبعاثات وتعزيز الكفاءة البيئية (UNESCO IESALC, 2025).

ويشير مفهوم التحول المستدام في التعليم العالي إلى العملية التي يتم من خلالها دمج مبادئ الاستدامة في كافة مستويات الحوكمة الجامعية، بدءًا من الرؤية والرسالة المؤسسية، مرورًا بالبرامج الأكاديمية والبحثية، وانتهاءً بالبنية التحتية وأنماط التشغيل اليومي. هذا التحول ليس مجرد تبنٍّ لسياسات خضراء أو مبادرات جزئية، بل هو تحول استراتيجي مؤسسي يعيد صياغة فلسفة الجامعة تجاه المجتمع والبيئة (Lozano., Lukman., Lozano., Huisingh & Lambrechts, 2013).

وقد أشار Shriberg (٢٠٠٢) إلى أن مفهوم الجامعة المستدامة يقوم على أربعة أعمدة مترابطة:

١- التعليم من أجل التنمية المستدامة (Education for Sustainability).

٢- إدارة الموارد البيئية داخل الحرم الجامعي (Campus Environmental Management).

٣- البحث العلمي التطبيقي في قضايا البيئة والطاقة.

٤- المشاركة المجتمعية في قضايا المناخ والحوكمة البيئية.

وفي سياق متقارب، يرى Velazquez et al. (٢٠٠٦) أن الاستدامة الجامعية تتطلب بناء منظومة متكاملة تشمل السياسات والعمليات والهياكل التنظيمية والوعي الفردي، بحيث تتحول الجامعة إلى نموذج إداري يعكس مبادئ الاقتصاد الأخضر والعدالة المناخية.

تُبرز الأدبيات الحديثة أن التحول نحو الاستدامة في الجامعات يمر بعدة مراحل نضج مؤسسي (Institutional Maturity Stages) تبدأ من الاستجابة الشكلية للمتطلبات البيئية (مثل حملات التشجير أو إعادة التدوير)، ثم مرحلة التنظيم الإداري الجزئي (بإنشاء وحدات أو مكاتب استدامة)، وصولًا إلى مرحلة الدمج الشامل في منظومة الحوكمة المؤسسية (Ferrari & Reyes-Carrasco, 2023). هذه المرحلة

الأخيرة تُعدّ الهدف الأسمى، إذ تُترجم فيها الاستدامة إلى مؤشرات أداء (KPIs) ضمن الخطط الاستراتيجية للجامعة.

وتُظهر دراسة Valls-Val and Bovea (٢٠٢١) أن مؤسسات التعليم العالي تمثل مصدرًا مهمًا للانبعاثات الكربونية نتيجة استهلاك الطاقة والنقل والمشتريات، ما يجعلها مطالبة باتخاذ إجراءات علمية لقياس وتخفيض بصمتها البيئية. كما أوضحت الدراسة أن الجامعات التي دمجت مؤشرات الانبعاثات ضمن أنظمة إدارتها البيئية حققت نتائج أفضل في تصنيفات UI GreenMetric وTHE Impact Ranking، مما يعكس الارتباط الوثيق بين الأداء البيئي والسمعة الأكاديمية.

من جانب آخر، تؤكد (Stephens., Hernandez., Román., Graham & Scholz, 2008) أن التحول المستدام لا يمكن تحقيقه دون تحول ثقافي موازٍ، إذ إن العامل البشري (القيادات، الأكاديميون، الطلاب) يمثل المحرك الأساس لنجاح مبادرات الاستدامة. وبهذا يصبح التغيير في الثقافة المؤسسية شرطًا أساسيًا لتبني المعايير الدولية مثل ISO 14001 وISO 14064، اللذين يعكسان التزامًا مؤسسيًا لا يقتصر على الامتثال التشريعي، بل يمتد إلى الممارسات اليومية والتقارير الدورية.

كما تشير دراسة Cortese (٢٠٠٣) إلى أن الجامعة تُعدّ نموذجًا مصغرًا للمجتمع، وأن أي تحول في إدارتها البيئية يمكن أن يُسهم في خلق وعي مجتمعي أوسع نحو التنمية المستدامة. ولهذا، فإن تطبيق النظم البيئية الدولية داخل الجامعات لا يُعد هدفًا في ذاته، بل وسيلة لإحداث تغيير مؤسسي مستدام يعيد تعريف العلاقة بين الجامعة والبيئة والمجتمع.

ويؤكد Lozano (٢٠١٤) في تحليله للنماذج العالمية أن التحول نحو "الجامعة المستدامة" يقوم على تكامل ثلاثة عناصر رئيسة:

١- الإدارة البيئية (Environmental Management)،

٢- التعليم المستدام (Sustainability Education)،

٣- المساءلة الاجتماعية (Social Accountability).

ويُعد غياب أحد هذه العناصر سببًا رئيسًا في فشل مبادرات التحول في كثير من الجامعات.

في السياق المصري، تشهد الجامعات منذ عام ٢٠١٩ توجهًا متزايدًا نحو الاستدامة بدعم من المجلس الأعلى للجامعات ووزارة التعليم العالي من خلال مبادرات مثل مسابقة "أفضل جامعة صديقة للبيئة"، وتصنيف GreenMetric الذي شاركت فيه أكثر من ٢٥ جامعة مصرية (ASU, 2024). ورغم هذا الزخم، تشير التقارير إلى أن معظم هذه الجهود لا تزال تفتقر إلى تكامل منهجي بين قياس الأداء البيئي والإدارة المؤسسية

للانبعاثات، وهي الفجوة التي يسعى هذا البحث إلى معالجتها عبر بناء نموذج تكاملي بين ISO 14064 و ISO 14001.

إن فهم التحول المستدام في التعليم العالي من منظور إداري–بيئي يتطلب النظر إليه كعملية ديناميكية تجمع بين القياس الكمي للأداء البيئي والتحسين التنظيمي المستمر. وهذا التكامل هو ما يميز التحول المؤسسي الحقيقي عن المبادرات الجزئية، إذ يُحوّل الجامعة من كيان مستهلك للموارد إلى مؤسسة تتعلم وتتكيف مع التحديات البيئية ضمن منظومة حوكمة واعية.

المحور الثاني: البصمة الكربونية في الجامعات ومعيار ISO 14064 (المفهوم والمنهجيات والتطبيقات)

يشكل مفهوم البصمة الكربونية (Carbon Footprint) أحد أبرز المفاهيم المعاصرة في إدارة البيئة المؤسسية، إذ يُستخدم لقياس الأثر البيئي الناتج عن الأنشطة البشرية من حيث كمية غازات الاحتباس الحراري (GHGs) المنبعثة إلى الغلاف الجوي، معبّرًا عنها بـ مكافئ ثاني أكسيد الكربون (CO_2–eq). وقد تطور هذا المفهوم منذ التسعينيات من مجرد أداة توعوية إلى آلية كمية معيارية لقياس وتقييم الأداء البيئي للمؤسسات والمنظمات العامة والخاصة على حد سواء (Pandey., Agrawal, & Pandey, 2011)

وتُعرف الهيئة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) البصمة الكربونية بأنها: "مجموع انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المباشرة وغير المباشرة لمنظمة أو منتج أو نشاط خلال فترة زمنية محددة، معبّرة بوحدة مكافئ ثاني أكسيد الكربون" (ISO 14064-1:2018). ويُعد هذا المعيار إطارًا مرجعيًا عالميًا يتيح للمؤسسات تطوير نظام متكامل لجرد الانبعاثات، والتحقق من نتائجها، وتحليل مصادرها، ووضع خطط خفض كمية قائمة على بيانات دقيقة وقابلة للمراجعة.

أولًا: مفهوم ومعايير البصمة الكربونية في التعليم العالي

في السنوات الأخيرة، اتجهت العديد من الجامعات حول العالم إلى قياس بصمتها الكربونية المؤسسية كجزء من التزامها بالحوكمة البيئية والمساءلة المناخية. فوفقًا لدراسة Valls-Val & Bovea (٢٠٢١)، فإن ما يزيد عن ١٥٠ جامعة في أوروبا وأمريكا الشمالية أصدرت تقارير سنوية لقياس انبعاثاتها باستخدام بروتوكول الغازات الدفيئة (GHG Protocol) و ISO 14064، ما مكّنها من تحديد أولويات خفض الانبعاثات في قطاعات مثل الطاقة والنقل والمشتريات والبنية التحتية.

ويتميز معيار ISO 14064-1 بقدرته على تقديم منهجية واضحة لتصنيف الانبعاثات في ثلاثة نطاقات رئيسة:

- النطاق ١ (Scope 1): الانبعاثات المباشرة من مصادر مملوكة أو خاضعة لسيطرة المؤسسة، مثل مولدات الطاقة والمركبات الجامعية.
- النطاق ٢ (Scope 2): الانبعاثات غير المباشرة الناتجة عن استهلاك الكهرباء أو التدفئة أو التبريد المشتراة.
- النطاق ٣ (Scope 3): الانبعاثات غير المباشرة الأخرى المرتبطة بأنشطة خارجية مثل النقل الطلابي، والمشتريات، وإدارة المخلفات، وسفر العاملين.

يشير Battistini et al. (٢٠٢٢) في دراسة حالة على جامعة بولونيا بإيطاليا إلى أن النطاق الثالث غالبًا ما يكون الأكبر من حيث حجم الانبعاثات، إذ يمثل في المتوسط نحو ٦٠–٨٠٪ من إجمالي البصمة الكربونية للجامعات. ويرجع ذلك إلى اعتماد الجامعات على خدمات نقل الطلاب والموظفين والمشتريات التي تُنتج انبعاثات غير مباشرة يصعب التحكم فيها إداريًا، لكنها تظل مسؤولة عنها بيئيًا.

ثانيًا: منهجيات القياس والتوثيق وفق ISO 14064

يُعد معيار ISO 14064 من أكثر الأنظمة استخدامًا عالميًا لقياس الانبعاثات على مستوى المؤسسات. ويتكون من ثلاثة أجزاء مترابطة:

- الجزء الأول (ISO 14064–1): يحدد متطلبات التصميم والتطوير والإدارة والإبلاغ عن جرد انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.
- الجزء الثاني (ISO 14064–2): يختص بمشروعات خفض الانبعاثات وإزالة الكربون.
- الجزء الثالث (ISO 14064–3): يتناول التحقق من صحة ودقة بيانات الانبعاثات من خلال مراجعة خارجية مستقلة.

في إطار التعليم العالي، توصي دراسة Cano et al. (٢٠٢٣) بتطبيق الجزء الأول من المعيار (ISO 14064–1) في الجامعات لتأسيس نظام جرد مؤسسي للانبعاثات يتضمن تحديد الحدود التنظيمية (Organizational Boundaries) والحدود التشغيلية (Operational Boundaries)، وتعيين منهجية الحساب، ومصادر البيانات، ومعاملات الانبعاث.

وأوضحت نتائج الدراسة أن جامعة بيريرا التكنولوجية في كولومبيا (UTP)، عند تطبيقها هذا النظام في عام ٢٠١٧، قدرت إجمالي انبعاثاتها بنحو ٨٩٦٩ طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون، منها ٩٧٪ من النطاق الثالث،

وأرجعت السبب إلى كثافة التنقل اليومي للطلاب والعاملين، وهو ما يعكس أهمية دمج سياسات النقل المستدام ضمن الخطط البيئية المؤسسية.

كما بينت Quaranta (٢٠٢٤) أن تطبيق منهجية التحقق ISO 14064-3 في مؤسسات التعليم العالي يرفع من مصداقية التقارير البيئية، ويمكّن الجامعات من الإفصاح الطوعي عن بياناتها ضمن تقارير ESG (Environmental, Social, Governance) المعتمدة دوليًا، وهو ما يعزز ثقة المجتمع الأكاديمي والمستثمرين في التزامها بالممارسات البيئية الرشيدة.

ثالثًا: تطبيقات البصمة الكربونية في الجامعات عالميًا

تنوّعت تطبيقات البصمة الكربونية في مؤسسات التعليم العالي بين الجامعات الأوروبية والأمريكية والآسيوية. ففي إيطاليا، طورت Battistini et al. (٢٠٢٢) إطارًا منهجيًا لقياس الانبعاثات في جامعة بولونيا استنادًا إلى GHG Protocol وISO 14064، وربطت نتائج القياس بقرارات الإدارة الاستراتيجية، خصوصًا في مجالات النقل والطاقة والمشتريات.

أما في جامعة الإمارات، طبقت Samara et al. (٢٠٢٢) بروتوكول الغازات الدفيئة في جرد انبعاثاتها ووجدت أن النقل يمثل ٤٢٪ من إجمالي الانبعاثات والطاقة ٣٥٪، ما دفع الجامعة إلى إعادة هيكلة منظومة النقل الداخلي وتشجيع أنظمة الحافلات الكهربائية.

وفي مصر، أجرت Hebala, Kamel, & Hamad (٢٠٢٥) دراسة مقارنة على ثلاث جامعات مصرية لتقييم أثر إدارة الطاقة على خفض البصمة الكربونية، وأظهرت النتائج أن تطبيق استراتيجيات الطاقة المستندة إلى ISO 14064 وISO 50001 ساهم في خفض الانبعاثات بنسبة تصل إلى ١٨٪ خلال عامين.

وتشير Elsayed et al. (٢٠٢٥) إلى أن الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري نجحت في خفض الانبعاثات بنسبة ١٢٪ خلال ثلاث سنوات عبر تحسين كفاءة الطاقة وتنفيذ برامج ترشيد استهلاك المياه، وأوصت بدمج قياس الانبعاثات ضمن نظام إدارة بيئية شامل لضمان الاستمرارية.

رابعًا: أهمية البصمة الكربونية في دعم الحوكمة البيئية

أثبتت الأدبيات أن قياس البصمة الكربونية لا يُعد هدفًا نهائيًا، بل يمثل خطوة أولى نحو بناء نظام إدارة بيئية متكامل يدعم الحوكمة المؤسسية. فبحسب Christy et al. (٢٠٢٤)، يُسهم إدراج بيانات الانبعاثات في التقارير المؤسسية في تحسين جودة اتخاذ القرار البيئي بنسبة تصل إلى ٢٧٪، ويعزز الشفافية والامتثال التنظيمي.

كما تُظهر دراسة Tarabieh & Goubran (٢٠٢٣) أن تطبيق محاسبة الكربون في مؤسسات التعليم العالي في البيئات الصحراوية (مثل الجامعات الإماراتية) ساهم في خفض انبعاثات النقل والطاقة بنسبة ١٥–٢٠٪ خلال خمس سنوات، بفضل تبني منهجيات ISO 14064 في إدارة الموارد.

ومن ثمّ، يُمكن القول إن معيار ISO 14064 لا يقتصر على كونه أداة قياس بيئي، بل هو آلية إدارية ومعرفية تمكّن الجامعات من تحليل أثرها البيئي كمؤسسات إنتاج معرفة، ووضع أهداف كمية للتحسين المستمر. كما أن دمج هذا المعيار مع ISO 14001 (كما ستتناوله المحاور اللاحقة) يمكّن الجامعات من الانتقال من مرحلة "القياس والتقرير" إلى مرحلة "الإدارة والتحسين"، بما ينسجم مع فلسفة التحول المستدام المؤسسي.

المحور الثالث: نظم الإدارة البيئية (ISO 14001) في مؤسسات التعليم العالي

يشكل نظام الإدارة البيئية (Environmental Management System – EMS) أحد الركائز الأساسية لتحقيق التحول المستدام داخل المؤسسات، إذ يمثل الإطار الإداري والتنظيمي الذي يضمن استمرارية الأداء البيئي وتحسينه بمرور الزمن. ويُعد المعيار الدولي ISO 14001:2015 الصادر عن المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) المرجع الأهم في هذا المجال، لما يقدمه من منهجية إدارية متكاملة تشمل السياسات، والتخطيط، والتنفيذ، والمراجعة، والتحسين المستمر (International Organization for Standardization, 2015).

أولًا: مفهوم وأهداف نظام الإدارة البيئية ISO 14001

يهدف نظام الإدارة البيئية إلى تمكين المؤسسات من تحديد الجوانب البيئية ذات الأثر الأكبر في أنشطتها، ووضع أهداف وبرامج واضحة لإدارتها بما يتوافق مع القوانين المحلية والمعايير الدولية.

وبحسب Rondinelli & Vastag (٢٠٠٠)، فإن جوهر ISO 14001 يتمثل في دمج التفكير البيئي في العمليات اليومية للمؤسسة، وتحويل الإدارة البيئية من نشاط تقني محدود إلى عملية استراتيجية مستمرة تُسهم في تحسين الكفاءة التشغيلية وخفض التكاليف البيئية.

يعتمد المعيار ISO 14001 على نموذج دورة التحسين المستمر (Plan–Do–Check–Act) الذي يشكّل الإطار العام لإدارة الجودة والاستدامة على حد سواء. **وتتمثل مراحله الرئيسة في:**

١- التخطيط (Plan): تحديد السياسة البيئية، وتحليل الجوانب والتأثيرات البيئية، ووضع الأهداف.

٢- التنفيذ (Do): تطبيق البرامج والإجراءات لتحقيق الأهداف، وبناء الوعي البيئي بين العاملين.

٣- الفحص (Check): مراقبة الأداء البيئي، وإجراء عمليات التدقيق الداخلي (Environmental Auditing).

٤- التحسين (Act): مراجعة الإدارة العليا للنتائج واتخاذ قرارات التحسين المستمر.

هذا النموذج يجعل النظام مرنًا وقابلًا للتطوير في مختلف أنواع المؤسسات، بما في ذلك مؤسسات التعليم العالي، التي تتسم بتعدد الأنشطة البيئية مثل الطاقة والمياه والنفايات والمشتريات والنقل.

ثانيًا: تطبيقات نظام الإدارة البيئية في المؤسسات الجامعية

بدأ تطبيق نظام ISO 14001 في الجامعات الأوروبية والأمريكية منذ مطلع الألفية الجديدة، بهدف بناء حوكمة بيئية مؤسسية تدمج الجوانب الإدارية والعلمية في منظومة واحدة.

أشارت دراسة Wright (٢٠٠٢) إلى أن تبني الجامعات لمعايير الإدارة البيئية يسهم في ترسيخ ثقافة مؤسسية قائمة على الامتثال البيئي والمسؤولية الاجتماعية، ويُحسّن في الوقت ذاته صورتها العامة أمام المجتمع وصناع القرار.

وقد تناولت دراسة Isroqunnajah, Mustikawan, & Rofiq (٢٠٢١) واقع تطبيق ISO 14001 في جامعة مالانغ الحكومية بإندونيسيا، حيث استخدمت المنهج الوصفي التحليلي وأداة تقييم جاهزية الحرم الجامعي للتحول إلى "الجامعة الخضراء". وأظهرت النتائج أن الجامعة تمتلك بنية تحتية جيدة للبدء في التطبيق، لكنها تواجه تحديات تتعلق بالتمويل والتدريب ونقص الخبرات الفنية. وأوصت الدراسة بضرورة إنشاء وحدة مركزية للإدارة البيئية تتولى التنسيق بين الإدارات المختلفة.

وفي السياق الأوروبي، طبقت Birmingham Newman University (٢٠٢٤) نظام الإدارة البيئية وفق ISO 14001 وISO 50001 على مستوى الحرم الجامعي بالكامل، ونجحت في تقليل استهلاك الطاقة بنسبة ١٩٪ خلال ثلاث سنوات من التطبيق، إلى جانب خفض النفايات بنسبة ٢٤٪. ويُعزى هذا النجاح إلى دمج النظام في الهيكل الإداري الأعلى للجامعة، بحيث أصبحت الاستدامة جزءًا من مؤشرات الأداء المؤسسي.

أما (Bashir., Al-Hawarneh., Haridy., Shamsuzzaman & Aydin, 2024) فقد أوضحوا في دراستهم المقارنة على مؤسسات التعليم العالي في الإمارات العربية المتحدة أن الجامعات الحاصلة على اعتماد ISO 14001 تحقق أداء بيئيًا أعلى بنسبة ٢٥–٣٠٪ مقارنة بغيرها، من حيث كفاءة استهلاك الطاقة وإدارة المخلفات، وأن الحصول على الاعتماد يُعدّ مؤشرًا على نضج الممارسات المؤسسية في مجال الحوكمة البيئية.

ثالثًا: المكونات الأساسية لنظام الإدارة البيئية في المؤسسة الجامعية

يرى Delakowitz & Hoffmann (٢٠٠٠) أن تطبيق ISO 14001 في الجامعات يتطلب تكييف النظام مع طبيعة المؤسسة الأكاديمية، بحيث يتم ربطه بعمليات التعليم والبحث وخدمة المجتمع. **وتشمل المكونات الأساسية للنظام داخل الحرم الجامعي ما يلي:**

١- السياسة البيئية المؤسسية: وثيقة رسمية تحدد التزام الجامعة بالاستدامة وتقليل الأثر البيئي.

٢- تحليل الجوانب البيئية: تحديد الأنشطة الأكاديمية والإدارية ذات الأثر البيئي الكبير (الطاقة، النقل، المياه، المخلفات).

٣- الأهداف والبرامج البيئية: وضع أهداف كمية ونوعية للتحسين، وربطها بخطط عمل تنفيذية محددة المدى الزمني والمسؤوليات.

٤- المراقبة والتقارير: إنشاء نظام لجمع البيانات ومتابعة مؤشرات الأداء البيئي (KPIs) مثل استهلاك الطاقة ونسب إعادة التدوير.

٥- المراجعة والتحسين المستمر: تنفيذ عمليات التدقيق الداخلي ومراجعة نتائج الأداء من قِبل الإدارة العليا.

وقد أكدت الدراسة أن نجاح نظام الإدارة البيئية في الجامعات يرتبط بثلاثة عوامل رئيسة: التزام القيادة العليا، وتدريب العاملين، وتوافر بيانات دقيقة حول الأنشطة البيئية.

رابعًا: الفوائد البيئية والمؤسسية لتطبيق ISO 14001

أثبتت التجارب العالمية أن تطبيق نظم الإدارة البيئية في المؤسسات الجامعية يؤدي إلى مجموعة من الفوائد الملموسة، **أبرزها:**

١- خفض التكاليف التشغيلية نتيجة تحسين كفاءة استخدام الموارد (Bashir et al., 2024).

٢- تعزيز السمعة المؤسسية والمكانة الأكاديمية في التصنيفات العالمية (Lozano et al., 2015).

٣- رفع مستوى الوعي البيئي بين الطلاب والعاملين من خلال الدمج بين التعلم والممارسة.

٤- تطوير ثقافة الحوكمة البيئية وإدماج مبادئ الشفافية والمساءلة في الإدارة الجامعية.

٥- التمهيد لتكامل النظم البيئية الأخرى مثل ISO 14064 (البصمة الكربونية) وISO 50001 (إدارة الطاقة)، وهو ما يُعدّ خطوة متقدمة نحو التحول المستدام.

وخلصت دراسة Tarabieh & Goubran (٢٠٢٣) إلى أن التكامل بين نظام الإدارة البيئية ومحاسبة الكربون يؤدي إلى بناء منظومة معرفية جديدة داخل الجامعة، تجعل من الاستدامة أداة للتخطيط الاستراتيجي لا مجرد نشاط بيئي ثانوي.

خامسًا: تحديات تطبيق نظام الإدارة البيئية في الجامعات العربية

على الرغم من إدراك العديد من الجامعات العربية لأهمية تطبيق ISO 14001، إلا أن التطبيق العملي لا يزال محدودًا. تشير دراسة Elsayed (٢٠٢٣) إلى أن أبرز التحديات تتمثل في غياب الوعي المؤسسي، ونقص الكوادر المدربة، وضعف نظم جمع البيانات البيئية، فضلًا عن محدودية الميزانيات المخصصة لمشروعات الاستدامة. كما أظهرت أن تطبيق النظام في جامعة طنطا يتطلب تطوير منظومة تشاركية تجمع بين الإدارات الأكاديمية والفنية والإدارية.

وفي السياق المصري، تشير التقارير الصادرة عن المجلس الأعلى للجامعات (ASU, 2024) إلى أن أقل من ١٠٪ من الجامعات المصرية تمتلك أنظمة إدارة بيئية موثقة، بينما لا يتجاوز عدد الجامعات التي أعدت تقارير استدامة منشورة خمس جامعات فقط. وهذه الفجوة التطبيقية تؤكد الحاجة إلى بناء نموذج مؤسسي متكامل يجمع بين القياس الكمي للانبعاثات عبر ISO 14064 والإدارة البيئية وفق ISO 14001 لتحقيق التحول المستدام.

مما سبق يمكن القول إن نظام الإدارة البيئية ISO 14001 يمثل الإطار الإداري الضروري لتفعيل الممارسات البيئية داخل الجامعات، لكنه يظل ناقصًا ما لم يُدمج مع نظم القياس الكمي مثل ISO 14064، بحيث ينتقل من إدارة عامة للموارد إلى حوكمة بيئية كمية تستند إلى بيانات دقيقة وقابلة للقياس. هذا التكامل سيكون محور المحور الرابع في الإطار النظري، الذي سيتناول العلاقة التفاعلية بين المعيارين كأساس لبناء النموذج التخطيطي للتحول المستدام في الجامعات المصرية.

المحور الرابع: التكامل بين ISO 14064 وISO 14001 كأساس للتحول المستدام في الجامعات المصرية

يمثل التكامل بين معياري ISO 14064 وISO 14001 أحد أبرز الاتجاهات الحديثة في إدارة الاستدامة المؤسسية، إذ يجمع بين القياس الكمي للأداء البيئي والإدارة النوعية للنظام البيئي داخل المؤسسة.

فالمنهج الأول (ISO 14064) يقدّم أداة علمية دقيقة لجرد انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وتحليلها، بينما المنهج الثاني (ISO 14001) يوفّر الإطار الإداري والتنظيمي الذي يُترجم نتائج القياس إلى خطط واستراتيجيات للتحسين المستمر. ومن ثم، فإن الجمع بينهما يُنتج نموذجًا مؤسسيًا قادرًا على الانتقال من مرحلة "الالتزام البيئي" إلى مرحلة "التحول المستدام" (Christy et al., 2024).

أولًا: الأساس المفاهيمي للتكامل بين المعيارين

يستند التكامل بين المعيارين إلى فكرة الاعتمادية المتبادلة بين القياس والإدارة، حيث لا يمكن تطوير نظام إدارة بيئية فعال دون توافر بيانات دقيقة عن الانبعاثات، ولا يمكن في الوقت ذاته تفسير نتائج القياس الكربوني أو الاستفادة منها دون وجود إطار إداري منظم.

ففي حين يركّز معيار ISO 14064-1 على قياس حجم الانبعاثات وتصنيفها إلى نطاقات ثلاثة (١، ٢، ٣) باستخدام منهجيات كمية محددة، فإن معيار ISO 14001 يُعنى بوضع السياسات والإجراءات والعمليات اللازمة لإدارة تلك الانبعاثات عبر مراحل التخطيط والتنفيذ والمراجعة والتحسين (Bashir et al., 2024).

ويُعبّر هذا التكامل عن فلسفة الإدارة الحديثة التي تسعى إلى تحويل البيانات البيئية إلى قرارات مؤسسية. فبدلًا من أن تبقى جداول الانبعاثات مجرد تقارير فنية، تصبح جزءًا من منظومة صنع القرار، تُستخدم لتحديد الأهداف البيئية ومؤشرات الأداء والتخطيط الاستراتيجي.

ثانيًا: نماذج من الجامعات العالمية ساهمت في التكامل بين ISO 14064 وISO 14001

تُعد جامعة بولونيا في إيطاليا من أوائل الجامعات التي دمجت المعيارين ضمن نظام موحّد لإدارة الاستدامة، حيث قامت Battistini et al. (٢٠٢٢) بتطوير نموذج حسابي لقياس الانبعاثات الكربونية باستخدام ISO 14064 وربطه بدورة إدارة البيئة وفق ISO 14001. وقد ساعد هذا النموذج الجامعة في توجيه مواردها نحو أكثر المجالات تأثيرًا على الانبعاثات (النقل والطاقة والمشتريات)، مما خفّض إجمالي الانبعاثات بنسبة ١١٪ خلال ثلاث سنوات.

وفي كولومبيا، قامت Cano et al. (٢٠٢٣) بتطبيق منهجية مماثلة في الجامعة التكنولوجية في بيريرا، حيث تم اعتماد نظام الجرد الكربوني كمكون أساسي في إدارة الأداء البيئي للجامعة. وأثبتت الدراسة أن ربط نتائج الجرد بقرارات الإدارة ساهم في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة وخفض الانبعاثات بنسبة ٣,١٪ سنويًا في السيناريو المحافظ و٤,٨٪ في السيناريو المتفائل.

أما في البيئات الصحراوية، فقد أظهرت دراسة Tarabieh & Goubran (٢٠٢٣) في دولة الإمارات العربية المتحدة أن تطبيق محاسبة الكربون وفق ISO 14064 داخل نظام الإدارة البيئية ISO 14001 أدى إلى بناء نظام مؤسسي قادر على تحقيق توازن بين إدارة الموارد المائية والطاقة وبين تقليل الانبعاثات، مما مكّن الجامعة من خفض بصمتها الكربونية بنسبة ١٥٪ خلال خمس سنوات.

تُظهر هذه التجارب أن التكامل بين المعيارين يخلق حلقة مغلقة من التحسين البيئي، تبدأ بالقياس الكمي وتنتهي بالتحسين الإداري، ما يجعل الاستدامة عملية دائمة التطوير وليست مبادرة وقتية.

ثالثًا: الأطر النظرية المفسّرة لعملية التكامل

يمكن تفسير العلاقة بين المعيارين من خلال عدة نظريات مؤسسية وإدارية، من أهمها:

١- نظرية النظم المفتوحة (Open Systems Theory):

تنظر إلى الجامعة باعتبارها نظامًا مفتوحًا يتفاعل مع البيئة الخارجية. في هذا الإطار، يشكّل ISO 14064 أداة لقياس تدفقات الانبعاثات (مدخلات ومخرجات)، بينما يُمثل ISO 14001 آلية لضبط هذه التدفقات عبر السياسات الداخلية (Kolluru, 2015).

٢- نظرية الإدارة المستندة إلى البيانات (Data–Driven Management Theory):

تؤكد أن القرارات المؤسسية الأكثر فاعلية هي تلك التي تستند إلى بيانات كمية دقيقة. وبذلك فإن ISO 14064 يوفّر قاعدة البيانات التي تغذّي نظام الإدارة البيئية (ISO 14001) لتحديد الأهداف والخطط الواقعية (Quaranta, 2024).

٣- نظرية التحسين المستمر (Continuous Improvement Theory):

تقوم على مفهوم "دائرة ديمينغ" (Plan–Do–Check–Act) التي تشكّل جوهر ISO 14001، ويُعتبر إدخال مؤشرات الكربون الناتجة عن ISO 14064 خطوة لتعزيز هذه الدورة وتوسيع نطاقها لتشمل التحسين المناخي.

رابعًا: الأبعاد المؤسسية للتكامل في الجامعات المصرية

في السياق المصري، تمثل الجامعات أحد أكبر القطاعات الخدمية من حيث استهلاك الطاقة والمياه والنقل، وبالتالي فهي تمتلك بصمة كربونية كبيرة نسبيًا. وعلى الرغم من تزايد الاهتمام بالاستدامة من خلال مبادرات مثل مسابقة أفضل جامعة صديقة للبيئة التي أطلقها المجلس الأعلى للجامعات (ASU, 2024)، إلا أن معظم هذه الجهود لا تزال تفتقر إلى إطار مؤسسي تكاملي يجمع بين القياس البيئي والإدارة الاستراتيجية.

إن تطبيق التكامل بين المعيارين ISO 14064 وISO 14001 داخل الجامعات المصرية **يمكن أن يحقق نتائج متعددة المستويات، من أهمها:**

١- تحسين جودة القرارات الإدارية من خلال ربط البيانات الكمية عن الانبعاثات بالخطط الاستراتيجية.

٢- زيادة كفاءة استخدام الموارد في الطاقة والنقل والمياه.

٣- تعزيز التنافسية الدولية للجامعات المصرية في التصنيفات البيئية مثل UI GreenMetric و THE Impact Ranking.

٤- تحقيق الامتثال لمتطلبات رؤية مصر ٢٠٣٠ للتنمية المستدامة، خاصة في أهداف العمل المناخي والطاقة النظيفة.

ولتحقيق ذلك، ينبغي أن تتبنى الجامعات المصرية نموذجًا مؤسسيًا متكاملًا يشتمل على:

١- وحدة مركزية للحوكمة البيئية تتولى تطبيق كلا المعيارين.

٢- قاعدة بيانات بيئية موحدة تربط بين القياس الكربوني وإدارة الأداء.

٣- خطة تدريب ووعي بيئي للعاملين والطلاب.

٤- تقارير استدامة سنوية تعتمد منهجية ISO 14064 و ISO 14001 معًا.

خامسًا: نحو نموذج تكاملي للتحول المستدام في الجامعات المصرية

يقترح هذا البحث نموذجًا تخطيطيًا يعتمد على دمج مخرجات ISO 14064 (القياس الكمي) كمدخلات رئيسة في دورة ISO 14001 (الإدارة النوعية).

ويتمثل هذا النموذج في خمس مراحل مترابطة:

١- القياس الكمي للانبعاثات (Measurement):تحديد النطاقات الثلاثة للانبعاثات وجمع البيانات وفق ISO 14064.

٢- التحليل والتفسير (Analysis):تحديد الأنشطة ذات التأثير الأعلى على الانبعاثات وربطها بالمؤشرات المؤسسية.

٣- الإدارة والتخطيط (Management):استخدام نتائج القياس في صياغة الأهداف والبرامج البيئية ضمن نظام ISO 14001.

٤- المتابعة والتحقق (Monitoring & Verification):مراجعة دورية للبيانات باستخدام منهجية ISO 14064-3 للتحقق من صحتها.

٥- التحسين المستمر (Continuous Improvement):إدخال التعديلات على السياسات والخطط لتحقيق خفض متدرّج في البصمة الكربونية سنويًا.

هذا التكامل يعزز من قدرة الجامعات المصرية على التحول إلى مؤسسات ذات حوكمة بيئية رشيدة تعتمد على بيانات كمية وتستند إلى إطار إداري معتمد دوليًا، بما يضمن تحقيق أهداف الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية في آنٍ واحد.

مما سبق، فإن الإطار النظري قد أبرز بوضوح أن تحقيق التحول المستدام في الجامعات لم يعد مجرد استجابة لمتطلبات بيئية أو تصنيفات دولية، بل أصبح مسارًا استراتيجيًا متكاملًا يستند إلى ممارسات مؤسسية قابلة للقياس والإدارة والتحسين المستمر. ويتضح أن التحول نحو الجامعة المستدامة يتطلب تفعيل أدوات كمية دقيقة لرصد الأداء البيئي، إلى جانب أطر إدارية قادرة على تحويل تلك البيانات إلى قرارات وسياسات فاعلة تدعم التغيير المؤسسي الشامل.

ويخلص البحث الحالي إلى أن :

- مفهوم الاستدامة في الجامعات يتجاوز البعد البيئي الضيق ليشمل منظومة متكاملة من القيم والإجراءات الإدارية، التي تُمكّن الجامعة من التفاعل الإيجابي مع تحديات المناخ والطاقة والموارد. ومن هنا، فإن دمج نظام قياس البصمة الكربونية (ISO 14064) مع نظام الإدارة البيئية (ISO 14001) يُعدّ خطوة جوهرية نحو بناء نموذج إداري متكامل يربط بين التحليل الكمي للانبعاثات وبين الإدارة النوعية للموارد البيئية داخل الجامعة.

- الجامعات المصرية تمتلك مقومات أساسية تمكّنها من تبنّي هذا النهج، لكنها لا تزال بحاجة إلى إطار مؤسسي موحّد يضمن استمرارية الجهود البيئية ضمن نظام إداري محكوم بمعايير واضحة. ويُسهم هذا الإطار في نقل مفهوم "الجامعة الخضراء" من مجرد مبادرات تشغيلية إلى منظومة حوكمة بيئية مؤسسية تعتمد على البيانات والتحليل والمتابعة المستمرة.

- التكامل بين القياس الكمي والإدارة النوعية يُشكّل حجر الزاوية في التحول الجامعي المستدام، إذ يوفّر الأساس العلمي والعملي لتحسين الكفاءة البيئية والاقتصادية والاجتماعية للجامعة في آنٍ واحد. كما يُسهم هذا التكامل في ترسيخ ثقافة مؤسسية جديدة تقوم على المساءلة البيئية، والشفافية، والاستباقية في إدارة المخاطر المناخية.

وبذلك، تؤكد الباحثتان أن الإطار النظري الذي بُني في هذه الورقة يمهّد لتطوير نموذج تخطيطي متكامل يمكن أن يُطبّق في الجامعات المصرية، ويُسهم في رفع قدرتها على تحقيق الاستدامة المؤسسية وفق معايير دولية، ويجعل من الجامعة فاعلًا رئيسًا في دعم سياسات التحول الأخضر والتنمية المستدامة على المستويين الوطني والعالمي.

النموذج التخطيطي المقترح لتنفيذ التحول المستدام بالجامعات المصرية في ضوء تكامل البصمة الكربونية (ISO 14064)مع نظم الإدارة البيئية(ISO 14001) لدعم التحول نحو أهداف التنمية المستدامة٢٠٣٠

أولًا: الأساس الفلسفي للنموذج

ينطلق النموذج المقترح من رؤية مؤداها أن تحقيق التحول المستدام في الجامعات المصرية يتطلب تحولًا مؤسسيًا بنيويًا، لا يقتصر على مشروعات خضراء متفرقة، بل يقوم على دمج منهجي تكاملي بين منظومة القياس الكمي للانبعاثات الكربونية (ISO 14064) والإدارة المؤسسية البيئية (ISO 14001).

يقوم هذا التكامل على ثلاثة مبادئ رئيسة:

١- الكمّية (Quantification): توفير بيانات دقيقة عن انبعاثات الجامعة عبر نظام ISO 14064.

٢- الإدارة (Management): تحويل نتائج القياس إلى سياسات وأهداف وبرامج تنفيذية عبر نظام ISO 14001.

٣- التحسين المستمر (Continuous Improvement): ربط القياس والإدارة بدورة المراجعة والتحديث وفق نموذج PDCA.

ويمثل هذا التكامل نقلة من مفهوم "الجامعة الخضراء" بوصفها مبادرة رمزية إلى مفهوم "الجامعة المستدامة" بوصفها نظامًا إداريًا قائمًا على البيانات.

ثانيًا: البنية الهيكلية للنموذج

يتكون النموذج من خمس منظومات فرعية مترابطة تشكّل معًا منظومة التحول المستدام، يوضحها الجدول التالي:

جدول (١) : المنظومات الفرعية للتحول المستدام

المنظومة الفرعية	الغرض منها	المعايير المرتبطة	المخرجات الرئيسة
١. منظومة القياس الكربوني	جرد الانبعاثات من أنشطة الجامعة	ISO 14064-1, GHG Protocol	تقرير البصمة الكربونية السنوي
٢. منظومة الإدارة البيئية المؤسسية	إدارة الجوانب البيئية عبر السياسات والأهداف والبرامج	ISO 14001:2015	خطة الإدارة البيئية السنوية

٣.منظومة المراقبة والتحقق	مراجعة دقة البيانات وتقييم الأداء	ISO 14064-3	تقرير التحقق والمطابقة
٤.منظومة الوعي والمشاركة المجتمعية	إشراك العاملين والطلاب في ممارسات الاستدامة	مبادئ التعليم من أجل التنمية المستدامة (UNESCO)	حملات توعية – مبادرات طلابية خضراء
٥.منظومة الحوكمة البيئية	الربط بين المستويات الإدارية والبيئية في الجامعة	ISO 14001 + مؤشراتESG	نظام تقارير دورية للقيادة الجامعية

ثالثًا: مكونات النموذج التفصيلية

يقوم النموذج المقترح على مستويين متكاملين:

- المستوى المؤسسي : الذي يحدّد الهياكل التنظيمية وآليات الحوكمة وفق تكامل ISO 14064 و ISO 14001.
- والمستوى التشغيلي : الذي يترجم هذا التكامل إلى خمس مراحل تنفيذية تبدأ بالتشخيص البيئي المبدئي وتنتهي بالتحسين المستمر".

يرتبط المستويان المؤسسي والتشغيلي في هذا النموذج بعلاقة تكاملية داخل دورة التحسين المستمر (PDCA)،حيث يُمثّل المستوى المؤسسي الإطار الحاكم الذي يضع السياسات والهياكل،بينما يُمثّل المستوى التنفيذي سلسلة الإجراءات والعمليات التي تُنفّذ وتُراقب داخل الجامعة."

أ) النموذج المؤسسي

يمكن تقسيم النموذج إلى أربع مراحل رئيسة متتابعة ومتكاملة، تتخللها مهام وأنشطة دقيقة كما يلي:

المرحلة الأولى: التأسيس والتحليل المؤسسي (Preparation Phase)

الهدف: بناء البنية التنظيمية والبياناتية لبدء التكامل بين النظامين.

الأنشطة:

- تشكيل مجلس الاستدامة الجامعي برئاسة نائب رئيس الجامعة لشؤون البيئة.
- إنشاء وحدة الإدارة البيئية (EMS Unit) كوحدة دائمة مسؤولة عن تطبيق ISO 14001.

- تشكيل فريق جرد الكربون (Carbon Inventory Team) لتطبيق ISO 14064.
- تحديد الحدود المؤسسية (الكليات، المعاهد، المراكز) والحدود التشغيلية (الطاقة، النقل، المخلفات، المياه).
- جمع البيانات الأولية حول استهلاك الكهرباء، الوقود، المياه، الورق، التنقل، والمشتريات.
- تحديد الجهات الشريكة (وزارة البيئة، جهاز شؤون البيئة، منظمات دولية مثل UNEP، UNESCO).

المخرجات:

- خريطة بيئية أولية للجامعة.
- هيكل تنظيمي لإدارة الاستدامة.
- قاعدة بيانات بيئية أولية.

المرحلة الثانية: القياس الكمي للانبعاثات الكربونية (Quantification Phase)

الهدف: قياس البصمة الكربونية الكلية للجامعة لتحديد نقاط الضغط البيئي.

الأنشطة:

- تصنيف الانبعاثات إلى نطاقات (Scope 1, Scope 2, Scope 3) وفق ISO 14064-1.

وذلك باعتبار:-

Scope 1 تمثل : الانبعاثات المباشرة وتشمل(مولدات الكهرباء – سيارات الجامعة – المعامل).

Scope 2 تمثل : الانبعاثات الغير المباشرة من الطاقة المشتراة وتشمل (الكهرباء المشتراة – التدفئة والتبريد المركزي).

Scope 3 تمثل : الانبعاثات الغير المباشرة الاخرى وتشمل (تنقل الطلاب والعاملين – النفايات – السفر الأكاديمي – المشتريات) .

- استخدام معاملات التحويل الدولية لحساب الانبعاثات بوحدة "طن مكافئ CO_2".
- إنشاء نظام رقمي لإدارة البيانات البيئية (Environmental Data Management System).

- إعداد تقرير البصمة الكربونية السنوي وتقديمه للإدارة العليا.

المخرجات:

- قاعدة بيانات انبعاثات رقمية.
- تقرير مفصل للبصمة الكربونية موزع حسب النطاقات والقطاعات.
- مؤشرات أولية لأداء الانبعاثات (Carbon Performance Indicators – CPIs).

المرحلة الثالثة: الدمج الإداري والتحسين البيئي (Integration & Management Phase)

الهدف: ربط نتائج القياس الكمي بالنظام الإداري البيئي وتخطيط التحسين المستمر.

الأنشطة:

- إدخال نتائج البصمة الكربونية في المرحلة الأولى من دورة ISO 14001 (التخطيط – Plan).
- تحديد الجوانب البيئية ذات الأولوية استنادًا إلى نتائج القياس (مثل الطاقة والنقل).
- صياغة الأهداف البيئية الكمية (مثل خفض انبعاثات النقل ١٠٪ خلال عامين).
- وضع برامج التحسين البيئي (Energy Efficiency Program – Waste Reduction Plan).
- تنفيذ إجراءات توعية وتدريب للعاملين والطلاب حول تقليل الانبعاثات.
- إنشاء آلية متابعة رقمية لقياس التقدّم في تحقيق الأهداف.

المخرجات:

- خطة الإدارة البيئية السنوية متكاملة مع بيانات ISO 14064.
- برامج خفض الانبعاثات المعتمدة.
- مؤشرات أداء بيئي محدثة.

المرحلة الرابعة: المراجعة والتحقق والتحسين المستمر (Review & Continuous Improvement Phase)

الهدف: تقييم الأداء البيئي والتحقق من فعالية النظام واستدامة التحسين.

الأنشطة:

- تنفيذ عمليات تدقيق داخلي وفق ISO 14001 وتحقق مستقل وفق ISO 14064-3.
- تحليل الفجوات بين الأداء الفعلي والأهداف البيئية المحددة.
- إعداد تقرير التحقق النهائي (Verification Report) يعرض النتائج للإدارة العليا.
- تحديث السياسات البيئية وفق نتائج التدقيق والتحليل.
- إعداد تقرير الاستدامة الجامعي السنوي يتضمن:
- بيانات البصمة الكربونية.
- الإنجازات والتحسينات البيئية.
- الأهداف الجديدة للدورة التالية.

المخرجات:

- تقرير تحقق ومراجعة بيئية شامل.
- دورة PDCA مكتملة ومحدثة.
- خطة تحسين جديدة.

ب) المستوى التنفيذي للنموذج: المراحل التطبيقية الخمس للتحول المستدام

يقوم النموذج التخطيطي المقترح على خمسة مراحل رئيسة مترابطة، تدمج بين متطلبات ISO 14064-1 الخاصة بقياس البصمة الكربونية، ومتطلبات ISO 14001 الخاصة بنظام الإدارة البيئية، بحيث يعمل القياس الكربوني كمدخل للتخطيط البيئي، ثم يتكامل النظامان داخل دورة تحسين مستمر.

المرحلة الأولى: التشخيص البيئي المبدئي (Preliminary Environmental Diagnosis)

الأهداف

- فهم الوضع البيئي الراهن للجامعة.

- تحديد الجوانب البيئية المؤثرة على الانبعاثات.
- تحديد القدرات والموارد المتاحة.

الإجراءات

- مراجعة السياسات البيئية الحالية داخل الجامعة.
- تحليل استهلاك الطاقة والمياه والمشتريات والنفايات.
- تحديد الأنشطة الأكثر إسهامًا في الانبعاثات.
- جمع بيانات أولية من الإدارات (شؤون هندسية – نقل – مشتريات – إسكان – معامل...).

المخرجات

- تقرير تشخيص بيئي ابتدائي.
- خريطة أولية للجوانب البيئية ومصادر الانبعاث.

المرحلة الثانية: قياس البصمة الكربونية وفق(Carbon Footprint Accounting) ISO 14064-1

الأهداف

- إجراء جرد رسمي لانبعاثات غازات الدفيئة.
- تحديد نطاقات الانبعاثات (Scope 1, 2, 3) وحسب ماتم التخطيط له مسبقا
- الإجراءات وفق ISO 14064-1
- تحديد الحدود التنظيمية للجامعة (حرم/أحرام/مبانٍ/فروع).
- تحديد الحدود التشغيلية (مصادر الانبعاث المباشرة وغير المباشرة).
- جمع البيانات الخاصة بالوقود، الكهرباء، السفر، النقل، المشتريات، النفايات...
- تطبيق عوامل الانبعاث لحساب الانبعاثات الكلية.
- إعداد التقرير الكربوني (GHG Inventory Report).

المخرجات

- جدول تفصيلي للانبعاثات (للنطاقات الثلاث) .
- تحديد الأنشطة والأقسام الأعلى إسهامًا في الانبعاثات.

- خط أساس Baseline تمهيدًا لخطط الخفض.

المرحلة الثالثة: تخطيط الإدارة البيئية وفق(Environmental Planning) ISO 14001

الأهداف

- تحويل نتائج القياس الكربوني إلى خطط واستراتيجيات بيئية تنفيذية.
- دمج الانبعاثات ضمن الجوانب البيئية المعتمدة في نظام ISO 14001.
- الإجراءات وفق ISO 14001
- وضع سياسة بيئية مؤسسية تلتزم بخفض الانبعاثات والتحسين المستمر.
- تحديد الجوانب البيئية وربطها بنتائج البصمة الكربونية.
- تحديد أهداف بيئية قابلة للقياس مثل:
  - خفض الانبعاثات بنسبة ١٠٪ خلال ٣ سنوات.
  - تقليل استهلاك الكهرباء بنسبة ١٥٪.
- تحديد برامج العمل البيئي (Energy Management – Waste Program – Green Mobility).
- إعداد مؤشرات الأداء البيئي (KPIs).

المخرجات

- خطة بيئية معتمدة.
- أهداف كربونية وبيئية واضحة وقابلة للقياس.
- خطة تشغيلية بجداول زمنية ومسؤوليات.

المرحلة الرابعة: تنفيذ برامج التحول المستدام (Implementation Stage)

الأهداف

- تحويل الخطط إلى واقع عملي داخل الحرم الجامعي.

الإجراءات

- تطبيق برامج خفض الانبعاثات:
- ترشيد الطاقة ومشروعات كفاءة الطاقة.
- التحول إلى الإضاءة والأنظمة الذكية.
- تحسين إدارة المخلفات وإعادة التدوير.
- التحول نحو النقل المستدام داخل الحرم.
- ترشيد المشتريات (Green Procurement).
- تدريب العاملين والطلاب على ممارسات الاستدامة.
- دمج مفهوم الاستدامة في الأنشطة الأكاديمية والطلابية.

المخرجات

- تنفيذ برامج واقعية قابلة للقياس.
- رفع الوعي البيئي داخل الجامعة.
- تحسين مؤشرات الأداء البيئي.

المرحلة الخامسة: المتابعة والتحسين المستمر (Monitoring & Continual Improvement)

الأهداف

- التأكد من تحقق الأهداف البيئية والكربونية.
- تقييم الالتزام بمعايير ISO 14064 و ISO 14001.

الإجراءات

- مراجعة دورية للانبعاثات (Carbon Review).
- التدقيق الداخلي ISO 14001 Internal Audit.
- قياس أثر البرامج المنفذة.
- تحديث الأهداف والسياسات بناءً على النتائج.
- إعداد تقرير الاستدامة السنوي.

المخرجات

- نتائج أداء بيئي محدثة.
- توصيات للتحسين المستمر.
- دورة متكاملة (Plan–Do–Check–Act).

وبذلك، يوفّر النموذج المقترح إطارًا متكاملًا للتحول المستدام في الجامعات المصرية، يجمع بين القياس الكمي للبصمة الكربونية والإدارة المؤسسية للبيئة، ويحول بيانات الانبعاثات إلى أدوات فعالة لصنع القرار البيئي وتحسين الأداء المؤسسي في ضوء مبادئ ISO 14064 وISO 14001."

رابعًا: آلية الربط بين النظامين

يمكن تلخيص العلاقة التفاعلية بين ISO 14064 وISO 14001 كما في الجدول التالي:

جدول (٢) : العلاقة التفاعلية بين ISO 14064 وISO 14001

عنصر التكامل	ISO 14064 (القياس)	ISO 14001 (الإدارة)	الناتج المشترك
تحديد الجوانب البيئية	جرد الانبعاثات وتصنيفها	إدراجها ضمن خطة الإدارة البيئية	تحديد أولويات العمل البيئي
التقييم الكمي	حساب الانبعاثات بوحدة CO_2e	استخدام البيانات لتحديد أهداف كمية	أهداف خفض واضحة وقابلة للقياس
المراقبة والتحقق	التحقق من البيانات (ISO 14064-3)	المراجعة الداخلية للنظام	دقة وشفافية التقارير البيئية
التحسين المستمر	مقارنة الانبعاثات سنويًا	تحديث السياسات والأهداف	دورة متكاملة للحوكمة البيئية

خامسًا: الإطار المؤسسي لتطبيق النموذج المقترح في الجامعات المصرية

ويتضح من خلال الجدول التالي :

جدول (٣) : الإطار المؤسسي لتطبيق النموذج المقترح في الجامعات المصرية

المستوى الإداري	الوحدة أو الكيان	الدور والاختصاص
الاستراتيجي الأعلى	مجلس الاستدامة الجامعي	وضع السياسة العامة والموافقة على الأهداف والمؤشرات.
التنفيذي	وحدة الإدارة البيئية(EMS)	تنفيذ ISO 14001 ، متابعة الأداء، إعداد التقارير.
الفني المتخصص	فريق جرد الانبعاثات الكربونية	تطبيق ISO 14064 ، تحليل البيانات، إعداد الجرد السنوي.
الرقابي	لجنة المراجعة الداخلية	مراجعة أداء النظام والتحقق من الامتثال.
المجتمعي	لجنة الطلاب والمجتمع المحلي	نشر الوعي وتنفيذ المبادرات الخضراء.

سادسًا: الأثر المتوقع للتطبيق في الجامعات المصرية

١- تحسين مؤشرات الأداء البيئي الوطني للجامعات المصرية ضمن التقارير الدولية.

٢- خفض استهلاك الطاقة بنسبة ١٥–٢٠٪ خلال خمس سنوات.

٣- إدراج بيانات البصمة الكربونية ضمن مؤشرات تقييم الجامعات محليًا.

٤- تعزيز مشاركة الطلاب في برامج الابتكار البيئي وريادة الأعمال الخضراء.

٥- تأسيس قاعدة بيانات وطنية للانبعاثات الجامعية تحت إشراف المجلس الأعلى للجامعات.

٦- تمهيد الطريق للحصول على اعتماد ISO 14064 وISO 14001 كجزء من معايير جودة التعليم الجامعي في مصر.

يمثل النموذج التخطيطي المقترح خارطة طريق تنفيذية متكاملة للتحول المستدام في الجامعات المصرية، فهو لا يقتصر على دمج معيارين فنيين، بل يُعيد صياغة منظومة الإدارة الجامعية حول محور الاستدامة البيئية، عبر توظيف القياس الكمي للبصمة الكربونية كأداة للتخطيط، ونظم الإدارة البيئية كأداة للتحسين. وبهذا، يتحقق التكامل بين "العلم والإدارة"، وبين "البيانات والسياسات"، في إطار مؤسسي يضمن للجامعات المصرية الانتقال السلس من مرحلة المبادرات إلى مرحلة التمكين البيئي المستدام.

المصادر باللغة العربية :-

١) سليم، نادر سالم؛ أبو سنينة، محمد حسين؛ وعمر، صفاء محمود. (٢٠٢٤). البصمة الكربونية المباشرة للطالب بجامعة طرابلس. *المجلة الإفريقية للعلوم البحتة والتطبيقية المتقدمة (AJAPAS)*، ٣ (٤)، الصفحات ٣٧٢- ٣٨١

٢) المجلس الأعلى للجامعات. (٢٠٢٤). مسابقة أفضل جامعة صديقة للبيئة في مصر. جمهورية مصر العربية: وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. متاح على الرابط: https://cu.edu.eg

المصادر باللغة الانكليزية :-

1) Ahram Online. (2022, December 18). Cairo University ranked 1st eco-friendly school in Egypt, 2nd in Africa: UI GreenMetric 2022. Ahram Online. https://english.ahram.org.eg/News/482787.aspx
2) ASU (Ain Shams University). (2024). Under the patronage of the Minister of Higher Education: The Supreme Council of Universities launches the competition for the best environmentally friendly university for the academic year 2023/2024. Ain Shams University. https://www.asu.edu.eg/7190/news/under-the-patronage-of-the-minister-of-higher-education-the-supreme-council-of-universities-launches-the-competition-for-the-best-environmentally-friendly-university-for-the-academic-year-20232024
3) Bashir, H., Al-Hawarneh, A., Haridy, S., & Shamsuzzaman, M. (2024). Challenges to implementing environmental sustainability in UAE construction project management: Identification and comparison of ISO 14001-certified and non-certified organizations. Sustainability, 16(16), 6779. https://doi.org/10.3390/su16166779
4) Battistini, R., Passarini, F., Marrollo, R., Lantieri, C., Simone, A., & Vignali, V. (2022). How to assess the carbon footprint of a large university? The case study of University of Bologna's multicampus organization. Energies, 16(1), 166.https://doi.org/10.3390/en16010166
5) Birmingham Newman University. (2024, March 19). University gains re-accreditation for environmental and energy standards. https://www.newman.ac.uk/news/university-gains-reaccreditation-for-environmental-and-energy-standards/

6) Cano, N., Berrio, L., Carvajal, E., & Arango, S. (2023). Assessing the carbon footprint of a Colombian University Campus using the UNE-ISO 14064–1 and WRI/WBCSD GHG Protocol Corporate Standard. Environmental Science and Pollution Research, 30(2), 3980-3996.https://doi.org/10.1007/s11356-022-22119-4
7) Christy, A., Elnahass, M., Amezaga, J., Browne, A., & Heidrich, O. (2024). A dynamic framework to align company climate reporting and action with global climate targets. Business Strategy and the Environment, 33(4), 3103-3128.
8) Cortese, A. D. (2003). The critical role of higher education in creating a sustainable future. Planning for higher education, 31(3), 15-22.
9) Delakowitz, B., & Hoffmann, A. (2000). The Hochschule Zittau/Görlitz: Germany's first registered environmental management (EMAS) at an institution of higher education. International Journal of Sustainability in Higher Education, 1(1), 35-47.
10) Elsayed, M. (2023). Sustainable Campus A Proposed General Framework for Transforming the (Doctoral dissertation, Tanta University).
11) Elsayed, W., Abousena, M., Shaltout, M., Elbawab, M., & Tonbol, K. (2025). Assessment and analysis of carbon footprint trends at AASTMT main campus (2018–2021): an approach toward a net-zero future. Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration, 1-16.
12) Ferrari, A., & Reyes-Carrasco, J. (2023). Institutional maturity and sustainability integration in higher education governance. International Journal of Sustainability in Higher Education, 24(2), 122–140.https://doi.org/10.1108/IJSHE-08-2022-0314
13) Hebala, A., Kamel, M. M., & Hamad, M. S. (2025). Sustainability-driven energy management strategies for reducing carbon footprints in higher education. Energy for Sustainable Development, 88, 101783.
14) International Organization for Standardization (ISO). (2015). ISO 14001:2015 – Environmental management systems: Requirements with guidance for use. Geneva: ISO.
15) Isroqunnajah, I., Mustikawan, A., & Rofiq, Z. (2022). Analisis sistem manajemen lingkungan UIN Malang menuju green campus: perspektif

EMS ISO 14001. Evaluasi: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam, 6(02), 221-239.https://doi.org/10.32478/evaluasi.v6i2.940

16) Kamel, M. M., Hebala, A., & Hamad, M. S. (2024, July). Carbon Footprint Assessment for Higher Educational Institutions: A Case Study. In 2024 International Telecommunications Conference (ITC-Egypt) (pp. 374-379). IEEE.

17) Kolluru, R. (2015). Open systems thinking in environmental management. Environmental Management Journal, 12(2), 77–88.

18) Lozano, R. (2014). A holistic perspective on sustainability drivers and barriers in higher education institutions. Journal of Cleaner Production, 106, 1–12. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.048

19) Lozano, R., Lukman, R., Lozano, F. J., Huisingh, D., & Lambrechts, W. (2013). Declarations for sustainability in higher education: becoming better leaders, through addressing the university system. Journal of cleaner production, 48, 10-19.

20) Pandey, D., Agrawal, M., & Pandey, J. S. (2011). Carbon footprint: current methods of estimation. Environmental monitoring and assessment, 178(1), 135-160.

21) profound and sustainable transformation of higher education institutions. International Institute for Higher Education in Latin America and the Caribbean. https://www.iesalc.unesco.org/en/articles/unesco-iesalcs-capacity-building-methodology-model-profound-and-sustainable-transformation-higher

22) Quaranta, D. (2024). Strategies to improve the carbon footprint of industrial zones and their competitiveness: Implications of the adoption of an ESG framework to measure performances of industrial zones and identify potential interventions. A study of two industrial zones in Morocco.

23) Rondinelli, D., & Vastag, G. (2000). Panacea, common sense, or just a label?: The value of ISO 14001 environmental management systems. European Management Journal, 18(5), 499-510.

24) Samara, F., Ibrahim, S., Yousuf, M. E., & Armour, R. (2022). Carbon footprint at a United Arab Emirates university: GHG protocol. Sustainability, 14(5), 2522.

25) Sohag University. (2024). Sohag University wins the first position among the African and Egyptian universities in the international ranking of sustainable universities "GreenMetrics". https://sust.sohag-univ.edu.eg/en/sohag-university-wins-the-first-position-among-the-african-and-egyptian-universities-in-the-international-ranking-of-sustainable-universities-green-metrics/

26) Stephens, J. C., Hernandez, M. E., Román, M., Graham, A. C., & Scholz, R. W. (2008). Higher education as a change agent for sustainability in different cultures and contexts. International journal of sustainability in higher education, 9(3), 317-338.

27) Tarabieh, K., & Goubran, S. (2023). Turning Climate Mitigation Concerns into Institutional Sustainability: Using Carbon Accounting as a Tool for Resource Management in a Desert Environment. In Sustainable Practices in Higher Education: Finance, Strategy, and Engagement (pp. 165-195). Cham: Springer International Publishing.

28) UNESCO IESALC. (2025, November 25). UNESCO IESALC's capacity-building methodology: A model for the profound and sustainable transformation of higher education institutions. International Institute for Higher Education in Latin America and the Caribbean. https://www.iesalc.unesco.org/en/articles/unesco-iesalcs-capacity-building-methodology-model-profound-and-sustainable-transformation-higher

29) Valls-Val, K., & Bovea, M. D. (2021). Carbon footprint in Higher Education Institutions: a literature review and prospects for future research. Clean technologies and environmental policy, 23(9), 2523-2542.https://doi.org/10.1007/s10098-021-02180-2

30) Wright, T. S. (2002). Definitions and frameworks for environmental sustainability in higher education. Higher education policy, 15(2), 105-120.