عدد خاص بالندوة العلمية الدولية التعليم الأخضر مسار استراتيجي للتنمية المستدامة ليبيا
2026-6/16-14
الهيئة الليبية للبحث العلمي
المركز الليبي لأبحاث التنمية المستدامة

مجـــلة الفـــاروق للعلـــــوم
المجلـد (2) العـدد 4 يونيـــو 2026
Al-Farooq Journal of Sciences
Volume (2) Issue (4) June2026
Issn3135-2359

تكامل التعليم الأخضر والهندسة المستدامة في دعم التحول نحو الطاقات المتجددة في ليبيا: دراسة تحليلية

نبيل موسى الغربي
قسم ميكانيكا الطيران والقوى والإنتاج – جامعة سرت، ليبيا
n.algharbi@su.edu.ly
زينب أبوبكر بشير احرير
طالبة دراسات عليا – كلية الهندسة – قسم هندسة الطاقات المتجددة – جامعة مصراته، سرت – ليبيا
zienap91@su.edu.ly

Integrating Green Education and Sustainable Engineering in Supporting the Transition to Renewable Energy in Libya: An Analytical Study

Faculty Member, College of Engineering – Department of Aeronautical Mechanics, Power and Production – University of Sirte, Libya.
Eng. Zainab Abubakr Bashir Ahreir
Postgraduate Student – College of Engineering – Department of Renewable Energy Engineering – Misrata University, Sirte – Libya.

تاريخ الاستلام: 2026/04/01 تاريخ المراجعة 04/30/ 2026 تاريخ القبول:2026/05/13- تاريخ النشر: 06/16/ 2026

الملخص:
تهدف الدراسة الى توضيح مفهوم التعليم الأخضر والهندسة المستدامة وبيان العلاقة بين التعليم الأخضر والتنمية المستدامة، وتحليل دور التعليم الهندسي في دعم الطاقات المتجددة من خلال واقع إدماج مفاهيم الاستدامة في المؤسسات التعليمية الليبية .
كما تم تسليط الضوء على مفهوم التعليم الأخضر باعتباره أحد الاتجاهات التعليمية الحديثة المرتبطة بالتنمية المستدامة يبرز أهمية الهندسة المستدامة في دعم التحول نحو الطاقات المتجددة وتقليل الآثار البيئية السلبية
وتوصلت الدراسة الى مجموعة من النتائج أهمها أن التعليم الأخضر يمثل أحد المداخل الأساسية لتحقيق التنمية المستدامة وتعزيز الوعي البيئي داخل المجتمع وأن الهندسة المستدامة تؤدي دورًا مهمًا في دعم الطاقة النظيفة وتحسين كفاءة استخدام الموارد الطبيعية فضلا عن كون التعليم الهندسي يسهم بصورة كبيرة في إعداد الكفاءات المتخصصة في مجالات الطاقة المتجددة من خلال دمج مفاهيم الاستدامة داخل المناهج التعليمية يساعد على تطوير مهارات الطلبة وتعزيز ثقافة الابتكار.
الكلمات المفتاحية: التعليم الأخضر – الهندسة المستدامة – الطاقات المتجددة – ليبيا.

Abstract:
This study aims to clarify the concept of green education and sustainable engineering, demonstrate the relationship between green education and sustainable development, and

analyze the role of engineering education in supporting renewable energy through the integration of sustainability concepts in Libyan educational institutions.

The study also highlights the concept of green education as a modern educational trend linked to sustainable development, emphasizing the importance of sustainable engineering in supporting the transition to renewable energy and reducing negative environmental impacts.

The study reached several conclusions, most notably that green education represents a fundamental approach to achieving sustainable development and promoting environmental awareness within society. Furthermore, sustainable engineering plays a significant role in supporting clean energy and improving the efficiency of natural resource use. Engineering education also contributes significantly to preparing specialized expertise in renewable energy fields by integrating sustainability concepts into educational curricula, which helps develop students' skills and fosters a culture of innovation.

Keywords: Green Education – Sustainable Engineering – Renewable Energy – Libya

المقدمة

شهد العالم خلال العقود الأخيرة تحولات متسارعة في مجالات البيئة والطاقة والتنمية، نتيجة التزايد المستمر في استهلاك الموارد الطبيعية وارتفاع معدلات التلوث والتغير المناخي، الأمر الذي دفع العديد من الدول والمنظمات الدولية إلى تبني سياسات تنموية تقوم على مبادئ الاستدامة والحفاظ على البيئة (الهاشمي، 2021، ص 44). وفي ظل هذه التحديات، برز مفهوم التعليم الأخضر بوصفه أحد المداخل الحديثة التي تسعى إلى إعادة توجيه العملية التعليمية نحو ترسيخ الوعي البيئي وتعزيز ثقافة الاستدامة داخل المؤسسات التعليمية (عبد السلام، 2020، ص 61).

ويقوم التعليم الأخضر على دمج الأبعاد البيئية والاقتصادية والاجتماعية في المناهج التعليمية، بما يسهم في إعداد أجيال قادرة على التعامل مع القضايا البيئية والطاقة بصورة أكثر وعيًا وكفاءة .(UNESCO, 2022, p. 18) كما يهدف إلى تعزيز مفاهيم الاستخدام الرشيد للموارد الطبيعية، وتشجيع الابتكار والبحث العلمي في مجالات الطاقة النظيفة والتكنولوجيا المستدامة (الحاج، 2019، ص 87).

ومن جهة أخرى، تُعد الهندسة المستدامة من أهم المجالات المرتبطة بتحقيق التنمية المستدامة، نظرًا لدورها في تطوير الحلول الهندسية التي تراعي الأبعاد البيئية وتحد من الآثار السلبية الناتجة عن الأنشطة الصناعية والتكنولوجية (Smith, 2021, p. 74).وقد أصبح من الضروري دمج مفاهيم الاستدامة داخل التخصصات الهندسية، خاصة في ظل التوجه العالمي نحو التحول إلى الطاقات المتجددة والحد من الاعتماد على الوقود الأحفوري (الطاهر، 2023، ص 102).

ويُعد قطاع الطاقات المتجددة من القطاعات الحيوية التي تسهم في تحقيق الأمن الطاقي والتنمية الاقتصادية، حيث أصبحت الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وغيرها من مصادر الطاقة النظيفة تمثل بدائل استراتيجية لمواجهة الأزمات البيئية والطاقية العالمية .(IRENA, 2023, p. 11) وفي هذا الإطار، يبرز دور التعليم الهندسي في إعداد كوادر علمية قادرة على تطوير تقنيات الطاقة المتجددة وتوظيفها بما يخدم أهداف التنمية المستدامة (عمر، 2022، ص 55).

أما في ليبيا، فإن الحاجة إلى تبني التعليم الأخضر والهندسة المستدامة أصبحت أكثر إلحاحًا، في ظل التحديات المرتبطة بقطاع الطاقة، وضرورة تنويع مصادرها، خاصة مع ما تمتلكه الدولة من إمكانات كبيرة في مجالات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح (بن إسماعيل، 2021، ص 39). وعلى الرغم من هذه الإمكانات، لا يزال واقع التعليم المرتبط بالاستدامة والطاقات

المتجددة يواجه عدة تحديات، من أبرزها ضعف تحديث المناهج، وقلة الاهتمام بالتعليم البيئي، ومحدودية البنية التحتية والتقنية داخل المؤسسات التعليمية (السنوسي، 2020، ص 118).

ومن هنا تنبع أهمية هذا البحث، الذي يسعى إلى دراسة التكامل بين التعليم الأخضر والهندسة المستدامة ودورهما في دعم التحول نحو الطاقات المتجددة في ليبيا، من خلال تحليل الأبعاد المفاهيمية والتعليمية والهندسية المرتبطة بهذا الموضوع، وبيان التحديات التي تعيق تحقيق هذا التحول، مع تقديم مجموعة من المقترحات التي يمكن أن تسهم في تطوير التعليم المستدام وتعزيز دوره في تحقيق التنمية الطاقية والبيئية.

إشكالية البحث

تتمثل إشكالية البحث في التساؤل الرئيس الآتي:

إلى أي مدى يسهم التكامل بين التعليم الأخضر والهندسة المستدامة في دعم التحول نحو الطاقات المتجددة في ليبيا، وما أبرز التحديات التي تواجه إدماج مفاهيم الاستدامة داخل التعليم الهندسي؟

ويتفرع عن هذه الإشكالية عدد من التساؤلات الفرعية، من أهمها:

1. ما المقصود بالتعليم الأخضر والهندسة المستدامة؟
2. ما طبيعة العلاقة بين التعليم الأخضر والتنمية المستدامة؟
3. ما دور التخصصات الهندسية في دعم التحول نحو الطاقات المتجددة؟
4. ما واقع التعليم الأخضر في المؤسسات التعليمية الليبية؟
5. ما أبرز التحديات التي تعيق تطوير التعليم المستدام في ليبيا؟
6. ما السبل الكفيلة بتعزيز دور التعليم الهندسي في تحقيق الاستدامة الطاقية؟

أهداف البحث

يسعى هذا البحث إلى تحقيق مجموعة من الأهداف، تتمثل في:

1. توضيح مفهوم التعليم الأخضر والهندسة المستدامة .
2. بيان العلاقة بين التعليم الأخضر والتنمية المستدامة .
3. تحليل دور التعليم الهندسي في دعم الطاقات المتجددة .
4. دراسة واقع إدماج مفاهيم الاستدامة في المؤسسات التعليمية الليبية .
5. التعرف على التحديات التي تواجه تطبيق التعليم الأخضر في ليبيا .
6. تقديم مقترحات تسهم في تطوير التعليم المستدام ودعم التحول الطاقي

أهمية البحث

1. يسلط البحث الضوء على مفهوم التعليم الأخضر باعتباره أحد الاتجاهات التعليمية الحديثة المرتبطة بالتنمية المستدامة .
2. يبرز أهمية الهندسة المستدامة في دعم التحول نحو الطاقات المتجددة وتقليل الآثار البيئية السلبية .
3. يوضح دور المؤسسات التعليمية في نشر الوعي البيئي وتعزيز ثقافة الاستدامة داخل المجتمع .
4. يسهم في بيان العلاقة بين التعليم الهندسي والتحول الطاقي، خاصة في ظل التوجه العالمي نحو الطاقة النظيفة .
5. يناقش واقع التعليم الأخضر في ليبيا والتحديات التي تواجه دمج مفاهيم الاستدامة في المناهج التعليمية .
6. يساعد في تقديم رؤية تحليلية حول أهمية تطوير التعليم الهندسي بما يتوافق مع متطلبات التنمية المستدامة .
7. يبرز أهمية التخصصات الهندسية، خاصة هندسة الطاقات المتجددة والهندسة الميكانيكية، في إعداد كوادر قادرة على دعم الاستدامة الطاقية .

8. يسهم في دعم الدراسات العربية والليبية المتعلقة بالتعليم الأخضر والهندسة المستدامة .
9. يقدم مجموعة من المقترحات والتوصيات التي يمكن أن تسهم في تطوير السياسات التعليمية المرتبطة بالطاقة والاستدامة في ليبيا .
10. يعزز أهمية التكامل بين التعليم والبحث العلمي في دعم التحول نحو اقتصاد قائم على الطاقات المتجددة والتنمية المستدامة.

منهجية البحث

يعتمد هذا البحث على المنهج الوصفي التحليلي، وذلك من خلال دراسة وتحليل المفاهيم المرتبطة بالتعليم الأخضر والهندسة المستدامة والطاقات المتجددة، وبيان طبيعة العلاقة بينها في إطار تحقيق التنمية المستدامة. كما يعتمد البحث على تحليل الأدبيات والدراسات العلمية الحديثة المتعلقة بموضوع البحث، بالإضافة إلى دراسة واقع التعليم الهندسي في ليبيا ومدى مساهمته في دعم التحول نحو الطاقات المتجددة.

ويستند البحث كذلك إلى تحليل التحديات التي تواجه إدماج مفاهيم الاستدامة داخل المؤسسات التعليمية، مع تقديم رؤية علمية تسهم في تطوير التعليم الأخضر وتعزيز دوره في دعم الاستدامة الطاقية في ليبيا.

خطة البحث

المقدمة

وتتضمن:

- إشكالية البحث
- أهداف البحث
- أهمية البحث
- منهجية البحث

المبحث الأول

- **الإطار المفاهيمي للتعليم الأخضر والهندسة المستدامة**

المطلب الأول: ماهية التعليم الأخضر

- الفرع الأول: مفهوم التعليم الأخضر وخصائصه
- الفرع الثاني: أهداف التعليم الأخضر وعلاقته بالتنمية المستدامة

المطلب الثاني: مفهوم الهندسة المستدامة

- الفرع الأول: تعريف الهندسة المستدامة ومجالاتها
- الفرع الثاني: دور الهندسة المستدامة في دعم الطاقة النظيفة

المبحث الثاني

- **التعليم الهندسي ودوره في دعم التحول نحو الطاقات المتجددة في ليبيا**

المطلب الأول: دور التعليم الهندسي في تحقيق الاستدامة الطاقية

- الفرع الأول: دور التخصصات الهندسية في دعم الطاقات المتجددة
- الفرع الثاني: أهمية دمج مفاهيم الاستدامة داخل المناهج التعليمية

المطلب الثاني: واقع التعليم الأخضر في ليبيا وآفاق تطويره

- الفرع الأول: التحديات التي تواجه التعليم الأخضر في ليبيا
- الفرع الثاني: آليات تطوير التعليم المستدام ودعم التحول الطاقي

الخاتمة

وتتضمن:

- النتائج
- التوصيات

المراجع

المبحث الأول

الإطار المفاهيمي للتعليم الأخضر والهندسة المستدامة

تمهيد

أدى تزايد المشكلات البيئية والتحديات المرتبطة بالطاقة والتغير المناخي إلى ظهور الحاجة إلى تبني مفاهيم حديثة تدعم التنمية المستدامة وتحافظ على الموارد الطبيعية. وفي هذا السياق، برز التعليم الأخضر والهندسة المستدامة باعتبارهما من أهم المداخل الحديثة التي تهدف إلى تعزيز الوعي البيئي وتطوير حلول مستدامة تدعم التحول نحو الطاقة النظيفة (الهاشمي، 2021، ص 41).

ويؤدي التعليم الأخضر دورًا مهمًا في غرس ثقافة الاستدامة داخل المؤسسات التعليمية، بينما تسهم الهندسة المستدامة في تطوير تقنيات وأنظمة تقلل من الآثار البيئية السلبية وتدعم كفاءة استخدام الموارد .(Smith, 2021, p. 69) لذلك فإن دراسة هذه المفاهيم تُعد أساسًا لفهم دور التعليم والهندسة في دعم التحول نحو الطاقات المتجددة وتحقيق التنمية المستدامة في ليبيا.

المطلب الأول

ماهية التعليم الأخضر

أصبح التعليم الأخضر من الاتجاهات التعليمية الحديثة التي تهدف إلى دمج مفاهيم البيئة والاستدامة داخل العملية التعليمية، وذلك استجابة للتحديات البيئية والطاقية التي يشهدها العالم (عبد السلام، 2020، ص 55). ويعتمد هذا النوع من التعليم على إعداد أفراد يمتلكون الوعي البيئي والقدرة على المساهمة في تحقيق التنمية المستدامة، من خلال تطوير المناهج وأساليب التعليم بما يتوافق مع متطلبات حماية البيئة وترشيد استخدام الموارد الطبيعية.

الفرع الأول

مفهوم التعليم الأخضر وخصائصه

أولًا: مفهوم التعليم الأخضر

يُعد التعليم الأخضر من المفاهيم الحديثة التي ظهرت نتيجة التحديات البيئية العالمية والتوجه الدولي نحو تحقيق التنمية المستدامة، حيث أصبح التعليم وسيلة أساسية لنشر الوعي البيئي وتعزيز ثقافة الحفاظ على الموارد الطبيعية (الحاج، 2019، ص 79). وقد ارتبط ظهور هذا المفهوم بتزايد الاهتمام العالمي بالقضايا البيئية، خاصة بعد بروز مشكلات التغير المناخي والتلوث البيئي واستنزاف مصادر الطاقة التقليدية.

ويُعرف التعليم الأخضر بأنه عملية تعليمية تهدف إلى دمج مفاهيم البيئة والاستدامة داخل المناهج والمؤسسات التعليمية، بما يساعد على إعداد أفراد قادرين على التعامل مع القضايا البيئية بصورة واعية ومسؤولة (UNESCO, 2022, p. .(26كما يُعرف بأنه نمط تعليمي يركز على تطوير السلوكيات البيئية الإيجابية لدى الأفراد، وتشجيعهم على استخدام الموارد بصورة رشيدة ومستدامة.

ولا يقتصر مفهوم التعليم الأخضر على تدريس موضوعات مرتبطة بالبيئة فقط، بل يشمل أيضًا تطوير أساليب التعليم والإدارة داخل المؤسسات التعليمية بما ينسجم مع مبادئ الاستدامة (عبد السلام، 2020، ص 60). ولذلك فإن التعليم

الأخضر يُعد نظامًا متكاملًا يهدف إلى تحقيق التوازن بين الجوانب البيئية والاقتصادية والاجتماعية داخل العملية التعليمية.

وقد أصبح التعليم الأخضر جزءًا من السياسات التعليمية الحديثة في العديد من الدول، حيث تسعى المؤسسات التعليمية إلى إدماج مفاهيم الاستدامة والطاقة النظيفة في المناهج الدراسية، بهدف إعداد كوادر بشرية قادرة على دعم التحول نحو الاقتصاد الأخضر والتنمية المستدامة.(IRENA, 2023, p. 19)

كما يرتبط التعليم الأخضر ارتباطًا وثيقًا بالتنمية المستدامة، باعتباره وسيلة لبناء مجتمع يمتلك وعيًا بيئيًا قادرًا على حماية الموارد الطبيعية وتقليل الآثار السلبية للأنشطة البشرية على البيئة (الهاشمي، 2021، ص 45). ولذلك أصبح هذا النوع من التعليم يحظى باهتمام كبير من قبل المنظمات الدولية والحكومات والمؤسسات الأكاديمية.

ثانيًا: خصائص التعليم الأخضر

يتميز التعليم الأخضر بمجموعة من الخصائص التي تجعله مختلفًا عن الأنماط التعليمية التقليدية، حيث يقوم على دمج الأبعاد البيئية والاجتماعية والاقتصادية داخل العملية التعليمية بصورة متكاملة.(Smith, 2021, p. 74)

ومن أهم خصائص التعليم الأخضر أنه تعليم شامل ومستمر، إذ لا يقتصر على مرحلة تعليمية محددة، بل يشمل جميع المراحل الدراسية والتدريبية، بهدف تعزيز الوعي البيئي لدى الأفراد منذ المراحل الأولى للتعليم (الحاج، 2019، ص 83).

كما يتميز التعليم الأخضر باعتماده على التعلم التفاعلي والمشاركة المجتمعية، حيث يشجع الطلبة على المشاركة في الأنشطة البيئية والمبادرات المرتبطة بالاستدامة، بما يساعد على تنمية روح المسؤولية البيئية لديهم (عبد السلام، 2020، ص 64).

ومن الخصائص المهمة للتعليم الأخضر أيضًا تركيزه على تنمية مهارات التفكير النقدي وحل المشكلات، إذ يسعى إلى إعداد أفراد قادرين على تحليل القضايا البيئية وتقديم حلول مبتكرة ومستدامة لها.(UNESCO, 2022, p. 29)

ويتميز التعليم الأخضر كذلك بالاعتماد على التكنولوجيا الحديثة والوسائل التعليمية الصديقة للبيئة، خاصة في المجالات المرتبطة بالطاقة المتجددة وكفاءة استخدام الموارد الطبيعية .(IRENA, 2023, p. 21) ولذلك أصبح من الضروري توظيف التقنيات الحديثة داخل المؤسسات التعليمية بما يعزز ثقافة الاستدامة.

كما يركز التعليم الأخضر على غرس القيم الأخلاقية المرتبطة بحماية البيئة، مثل المسؤولية والتعاون والمحافظة على الموارد الطبيعية، حيث يسعى إلى بناء سلوكيات إيجابية تسهم في تحقيق التنمية المستدامة (الطاهر، 2023، ص 108).

ومن الخصائص الأساسية لهذا النوع من التعليم أيضًا ارتباطه بالواقع العملي والمجتمعي، إذ يهدف إلى ربط المعرفة النظرية بالمشكلات البيئية الواقعية، وتشجيع الطلبة على المساهمة في إيجاد حلول عملية للتحديات البيئية المختلفة (الهاشمي، 2021، ص 52).

أما على مستوى المؤسسات التعليمية، فإن التعليم الأخضر يسعى إلى تحويل المدارس والجامعات إلى مؤسسات صديقة للبيئة، من خلال ترشيد استهلاك الطاقة والمياه، وتقليل النفايات، وتعزيز استخدام الطاقة النظيفة داخل البيئة التعليمية (Smith, 2021, p. 79).

وفي ليبيا، لا يزال تطبيق التعليم الأخضر يواجه عددًا من التحديات، أبرزها ضعف الإمكانيات التقنية، ومحدودية الاهتمام بالمناهج البيئية، وقلة البرامج التعليمية المرتبطة بالاستدامة والطاقة المتجددة (السنوسي، 2020، ص 122). إلا أن تزايد الاهتمام العالمي بالطاقة النظيفة يمكن أن يسهم في دعم هذا النوع من التعليم خلال السنوات القادمة.

الفرع الثاني
أهداف التعليم الأخضر وعلاقته بالتنمية المستدامة

أولًا: أهداف التعليم الأخضر

يهدف التعليم الأخضر إلى تحقيق مجموعة من الأهداف البيئية والتربوية والتنموية التي تسهم في بناء مجتمع أكثر وعيًا واستدامة، حيث أصبح هذا النوع من التعليم من الأدوات الأساسية التي تعتمد عليها الدول والمؤسسات التعليمية لمواجهة التحديات البيئية والطاقية الحديثة (عبد السلام، 2020، ص 67). ويقوم التعليم الأخضر على تطوير العملية التعليمية بصورة تجعلها أكثر ارتباطًا بالقضايا البيئية ومتطلبات التنمية المستدامة، من خلال إعداد أفراد يمتلكون المعرفة والمهارات والسلوكيات اللازمة لحماية البيئة وترشيد استخدام الموارد الطبيعية.

ومن أبرز أهداف التعليم الأخضر تعزيز الوعي البيئي لدى الأفراد، حيث يسعى إلى تعريف الطلبة بالمشكلات البيئية المختلفة، مثل التلوث البيئي والتغير المناخي واستنزاف الموارد الطبيعية، بما يساعد على تكوين اتجاهات إيجابية نحو البيئة (الحاج، 2019، ص 91). ويؤدي هذا الوعي دورًا مهمًا في تعزيز الشعور بالمسؤولية البيئية لدى الأفراد وتشجيعهم على تبني سلوكيات تحافظ على البيئة.

كما يهدف التعليم الأخضر إلى ترسيخ ثقافة الاستدامة داخل المجتمع، من خلال غرس قيم المحافظة على الموارد الطبيعية والاستخدام الرشيد للطاقة والمياه، وتشجيع السلوكيات التي تسهم في الحد من الآثار البيئية السلبية (UNESCO, 2022, p. 31).ولذلك فإن التعليم الأخضر لا يقتصر على الجانب المعرفي فقط، بل يمتد ليشمل الجانب السلوكي والأخلاقي المرتبط بحماية البيئة.

ومن الأهداف المهمة للتعليم الأخضر أيضًا دعم التحول نحو الاقتصاد الأخضر والطاقة النظيفة، حيث يسهم في إعداد كوادر بشرية قادرة على التعامل مع التقنيات الحديثة المرتبطة بالطاقات المتجددة والهندسة المستدامة (IRENA, 2023, p. 24).ويُعد هذا الهدف من الأهداف الأساسية التي تسعى إليها الدول في ظل التوجه العالمي نحو تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري والحد من الانبعاثات الكربونية.

ويهدف التعليم الأخضر كذلك إلى تنمية مهارات التفكير النقدي وحل المشكلات، من خلال تدريب الطلبة على تحليل القضايا البيئية واقتراح حلول مبتكرة ومستدامة لها (الهاشمي، 2021، ص 58). ويساعد ذلك على تعزيز الإبداع والابتكار داخل المؤسسات التعليمية، خاصة في المجالات المرتبطة بالطاقة والتكنولوجيا والبيئة.

كما يسعى التعليم الأخضر إلى تطوير المناهج التعليمية بحيث تصبح أكثر ارتباطًا بالقضايا البيئية والتنموية، وذلك من خلال إدماج مفاهيم الاستدامة والطاقة المتجددة داخل البرامج التعليمية (الطاهر، 2023، ص 113). ويؤدي هذا الأمر إلى تعزيز التكامل بين التعليم ومتطلبات التنمية الحديثة، ويزيد من قدرة المؤسسات التعليمية على إعداد خريجين قادرين على مواكبة التحولات العالمية.

ومن الأهداف الأساسية للتعليم الأخضر أيضًا تشجيع البحث العلمي والابتكار في المجالات البيئية، حيث يسعى إلى دعم الدراسات والأبحاث المرتبطة بالطاقة النظيفة والتقنيات المستدامة (Smith, 2021, p. 82). ويُعد البحث العلمي من أهم الوسائل التي يمكن من خلالها تطوير حلول فعالة للمشكلات البيئية وتحقيق الاستدامة الطاقية.

كما يهدف التعليم الأخضر إلى تعزيز المشاركة المجتمعية في حماية البيئة، من خلال تشجيع الطلبة والمؤسسات التعليمية على المشاركة في الأنشطة البيئية والمبادرات المتعلقة بالاستدامة (عبد السلام، 2020، ص 71). ويساعد ذلك على بناء علاقة إيجابية بين المؤسسات التعليمية والمجتمع، ويعزز دور التعليم في تحقيق التنمية المستدامة.

يسعى التعليم الأخضر إلى إعداد أجيال تمتلك القدرة على اتخاذ قرارات تراعي الجوانب البيئية والاجتماعية والاقتصادية بصورة متوازنة، بما يسهم في تحقيق التنمية المستدامة على المدى الطويل (UNESCO, 2022, p. 34). ولذلك يُعد

التعليم الأخضر استثمارًا في المستقبل، لأنه يهدف إلى بناء مجتمع قادر على مواجهة التحديات البيئية والطاقية بصورة أكثر كفاءة واستدامة.

أما في ليبيا، فإن التعليم الأخضر يمكن أن يؤدي دورًا مهمًا في دعم التحول نحو الطاقات المتجددة، خاصة في ظل الإمكانات الطبيعية الكبيرة التي تمتلكها الدولة في مجالات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح (بن إسماعيل، 2021، ص 49). إلا أن تحقيق هذه الأهداف يتطلب تطوير السياسات التعليمية وتعزيز الاهتمام بالمناهج البيئية داخل المؤسسات التعليمية.

أن أهداف التعليم الأخضر لا تقتصر فقط على نشر المعرفة البيئية، بل تمتد لتشمل بناء ثقافة مجتمعية قائمة على الاستدامة، وإعداد أفراد قادرين على دعم التحول نحو التنمية المستدامة والطاقة النظيفة.

ثانيًا: علاقة التعليم الأخضر بالتنمية المستدامة

توجد علاقة وثيقة بين التعليم الأخضر والتنمية المستدامة، حيث يُعد التعليم من أهم الوسائل التي يمكن من خلالها تحقيق أهداف التنمية المستدامة وتعزيز الوعي البيئي داخل المجتمع (الهاشمي، 2021، ص 61). وقد أكدت العديد من الدراسات والتقارير الدولية أن تحقيق التنمية المستدامة يتطلب وجود نظام تعليمي قادر على نشر ثقافة الاستدامة وتعزيز المسؤولية البيئية لدى الأفراد.

وتقوم التنمية المستدامة على تحقيق التوازن بين الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، بما يضمن تلبية احتياجات الحاضر دون التأثير على قدرة الأجيال القادمة في تلبية احتياجاتها .(UNESCO, 2022, p. 36) ومن هنا يظهر دور التعليم الأخضر في دعم هذا التوازن، من خلال غرس قيم المحافظة على البيئة وترشيد استخدام الموارد الطبيعية داخل العملية التعليمية.

كما يسهم التعليم الأخضر في تحقيق التنمية المستدامة من خلال إعداد كوادر بشرية تمتلك المعرفة والمهارات اللازمة للتعامل مع التحديات البيئية والطاقية .(Smith, 2021, p. 85) ويؤدي ذلك إلى تعزيز قدرة المجتمع على تطوير حلول مستدامة في مجالات الطاقة والمياه والبيئة.

ويرتبط التعليم الأخضر بالتنمية المستدامة أيضًا من خلال دعمه للتحول نحو الطاقات المتجددة، حيث يساعد على نشر المعرفة المتعلقة بالطاقة النظيفة والتقنيات المستدامة داخل المؤسسات التعليمية .(IRENA, 2023, p. 28) ويسهم ذلك في إعداد متخصصين قادرين على دعم التحول الطاقي وتحقيق الاستدامة البيئية.

ومن الجوانب المهمة في العلاقة بين التعليم الأخضر والتنمية المستدامة أن هذا النوع من التعليم يسهم في تغيير الأنماط السلوكية التقليدية التي تؤدي إلى استنزاف الموارد الطبيعية والتلوث البيئي، من خلال تعزيز ثقافة الاستهلاك المسؤول والمحافظة على البيئة (الحاج، 2019، ص 96).

كما يؤدي التعليم الأخضر دورًا مهمًا في تحقيق أهداف التنمية المستدامة المرتبطة بالتعليم والطاقة والعمل المناخي، حيث يساعد على تعزيز جودة التعليم، ودعم الابتكار، والحد من الآثار البيئية السلبية للأنشطة البشرية (الطاهر، 2023، ص 117).

يسهم التعليم الأخضر في تعزيز العدالة البيئية والاجتماعية، من خلال توفير فرص تعليمية تساعد الأفراد على فهم القضايا البيئية والمشاركة في إيجاد حلول لها (عبد السلام، 2020، ص 74). ويؤدي ذلك إلى تعزيز المشاركة المجتمعية في تحقيق التنمية المستدامة.

أما في ليبيا، فإن العلاقة بين التعليم الأخضر والتنمية المستدامة تكتسب أهمية خاصة في ظل الحاجة إلى تطوير قطاع الطاقة وتنويع مصادره، بالإضافة إلى أهمية تعزيز الوعي البيئي داخل المؤسسات التعليمية (بن إسماعيل، 2021، ص

53). ولذلك فإن إدماج مفاهيم الاستدامة داخل التعليم يمكن أن يسهم بصورة كبيرة في دعم التحول نحو الطاقات المتجددة وتحقيق التنمية المستدامة.

يتضح أن التعليم الأخضر يُعد أحد المرتكزات الأساسية لتحقيق التنمية المستدامة، لأنه يسهم في إعداد أفراد يمتلكون الوعي البيئي والقدرة على التعامل مع التحديات البيئية والطاقية بصورة تحقق التوازن بين التنمية وحماية البيئة.

المطلب الثاني

مفهوم الهندسة المستدامة

أدى التطور الصناعي والتكنولوجي المتسارع إلى ظهور العديد من المشكلات البيئية المرتبطة بزيادة استهلاك الطاقة والموارد الطبيعية وارتفاع معدلات التلوث، الأمر الذي فرض ضرورة البحث عن حلول هندسية تراعي البعد البيئي وتحقق التوازن بين التنمية الاقتصادية والحفاظ على البيئة .(Smith, 2021, p. 88) وفي هذا السياق، برز مفهوم الهندسة المستدامة باعتباره أحد الاتجاهات الحديثة التي تهدف إلى تطوير أنظمة وتقنيات هندسية تعتمد على الكفاءة في استخدام الموارد وتقليل الآثار البيئية السلبية.

وتُعد الهندسة المستدامة من المجالات المرتبطة بصورة وثيقة بالتنمية المستدامة، حيث تسهم في دعم التحول نحو الطاقات المتجددة، وتطوير تقنيات صديقة للبيئة، وتحسين كفاءة استخدام الطاقة داخل مختلف القطاعات (الطاهر، 2023، ص 121). كما أن هذا النوع من الهندسة يعتمد على توظيف المعرفة العلمية والتكنولوجية بصورة تحقق الاستدامة البيئية والاجتماعية والاقتصادية.

وقد أصبحت الهندسة المستدامة تحظى باهتمام متزايد داخل المؤسسات التعليمية والبحثية، خاصة مع التوجه العالمي نحو الاقتصاد الأخضر والطاقة النظيفة، حيث تسعى الجامعات والمؤسسات الأكاديمية إلى إدماج مفاهيم الاستدامة داخل التخصصات الهندسية المختلفة .(UNESCO, 2022, p. 39) ولذلك فإن دراسة مفهوم الهندسة المستدامة ومجالاتها ودورها في دعم الطاقة النظيفة يُعد أمرًا ضروريًا لفهم علاقتها بالتحول نحو التنمية المستدامة.

الفرع الأول

تعريف الهندسة المستدامة ومجالاتها

أولًا: تعريف الهندسة المستدامة

تُعد الهندسة المستدامة من المفاهيم الهندسية الحديثة التي ظهرت استجابة للتحديات البيئية والاقتصادية الناتجة عن التطور الصناعي والتكنولوجي، حيث أصبح من الضروري تطوير حلول هندسية تحقق الكفاءة في استخدام الموارد الطبيعية وتقلل من الآثار البيئية السلبية .(Smith, 2021, p. 91) وقد ارتبط ظهور هذا المفهوم بالتوجه العالمي نحو التنمية المستدامة، التي تسعى إلى تحقيق التوازن بين متطلبات التنمية وحماية البيئة.

وتُعرف الهندسة المستدامة بأنها عملية تصميم وتطوير وتشغيل الأنظمة والمشروعات الهندسية بطريقة تراعي الأبعاد البيئية والاجتماعية والاقتصادية، بما يضمن تقليل استهلاك الموارد الطبيعية والحد من التلوث وتحقيق الاستدامة على المدى الطويل (الطاهر، 2023، ص 126). كما تُعرف بأنها توظيف المبادئ الهندسية والتكنولوجية لإيجاد حلول فعالة تسهم في حماية البيئة وتحسين جودة الحياة.

ويقوم مفهوم الهندسة المستدامة على مجموعة من المبادئ الأساسية، أهمها الاستخدام الرشيد للموارد الطبيعية، وتقليل النفايات والانبعاثات الضارة، وتحسين كفاءة استهلاك الطاقة، بالإضافة إلى الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة والتقنيات النظيفة .(IRENA, 2023, p. 32) ولذلك فإن هذا النوع من الهندسة لا يركز فقط على الجانب التقني، بل يهتم أيضًا بالتأثيرات البيئية والاجتماعية للمشروعات الهندسية.

كما ترتبط الهندسة المستدامة ارتباطًا وثيقًا بمفهوم الاقتصاد الأخضر، حيث تسعى إلى تطوير مشروعات وأنظمة تقلل من التأثيرات البيئية السلبية وتدعم التنمية الاقتصادية بصورة مستدامة (الهاشمي، 2021، ص 66). ويظهر ذلك بصورة واضحة في مجالات الطاقة المتجددة، والبناء الأخضر، وإدارة المياه، وإعادة التدوير، وغيرها من المجالات المرتبطة بالاستدامة.

وقد أصبحت الهندسة المستدامة من الاتجاهات الأساسية التي تعتمد عليها الدول والمؤسسات الصناعية في مواجهة التحديات البيئية والطاقية الحديثة، خاصة في ظل تزايد الاهتمام العالمي بالحد من الانبعاثات الكربونية والتقليل من آثار التغير المناخي.(UNESCO, 2022, p. 41)

ثانيًا: مجالات الهندسة المستدامة

تشمل الهندسة المستدامة العديد من المجالات التي تهدف إلى تحقيق التوازن بين التطور التكنولوجي والحفاظ على البيئة، حيث تعتمد هذه المجالات على تطوير حلول وتقنيات تسهم في ترشيد استخدام الموارد الطبيعية وتقليل الآثار البيئية السلبية.(Smith, 2021, p. 95)

ومن أهم مجالات الهندسة المستدامة مجال الطاقات المتجددة، الذي يُعد من أبرز المجالات المرتبطة بتحقيق الاستدامة الطاقية، حيث يركز على تطوير أنظمة تعتمد على الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الحيوية وغيرها من مصادر الطاقة النظيفة .(IRENA, 2023, p. 35) ويؤدي هذا المجال دورًا مهمًا في تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري والحد من الانبعاثات الملوثة للبيئة.

كما يُعد البناء الأخضر من المجالات المهمة للهندسة المستدامة، حيث يهتم بتصميم المباني والمنشآت بطريقة تقلل من استهلاك الطاقة والمياه، وتعتمد على استخدام مواد صديقة للبيئة (الطاهر، 2023، ص 131). ويسهم هذا المجال في تحسين كفاءة المباني وتقليل تأثيرها السلبي على البيئة.

ومن المجالات المرتبطة بالهندسة المستدامة أيضًا إدارة الموارد المائية، حيث تهدف إلى تطوير أنظمة وتقنيات تساعد على ترشيد استهلاك المياه وإعادة استخدامها بصورة فعالة، خاصة في المناطق التي تعاني من ندرة المياه (الهاشمي، 2021، ص 71).

كما تشمل الهندسة المستدامة مجال إدارة النفايات وإعادة التدوير، الذي يهدف إلى تقليل النفايات الناتجة عن الأنشطة الصناعية والاستهلاكية، وتحويلها إلى موارد يمكن إعادة استخدامها بصورة تقلل من التأثيرات البيئية السلبية (عبد السلام، 2020، ص 79).

ومن المجالات المهمة كذلك النقل المستدام، الذي يعتمد على تطوير وسائل نقل تقلل من استهلاك الوقود والانبعاثات الضارة، مثل السيارات الكهربائية وأنظمة النقل الذكية .(Smith, 2021, p. 98) ويُعد هذا المجال من المجالات الحديثة التي تسهم في الحد من التلوث البيئي وتحقيق الاستدامة الحضرية.

كما تهتم الهندسة المستدامة بمجال التصميم الصناعي المستدام، الذي يركز على تطوير منتجات صناعية تراعي الكفاءة في استخدام الموارد والطاقة، وتقلل من الآثار البيئية خلال مراحل الإنتاج والتشغيل.(UNESCO, 2022, p. 44)

أما في المجال التعليمي، فقد أصبحت الهندسة المستدامة جزءًا مهمًا من البرامج الأكاديمية داخل الجامعات والمؤسسات التعليمية، حيث تسعى هذه المؤسسات إلى إدماج مفاهيم الاستدامة داخل التخصصات الهندسية المختلفة (الطاهر، 2023، ص 135). ويهدف ذلك إلى إعداد مهندسين قادرين على تطوير حلول تقنية تدعم التنمية المستدامة.

وفي ليبيا، تبرز أهمية الهندسة المستدامة بصورة كبيرة في ظل الحاجة إلى تطوير قطاع الطاقة والاعتماد بصورة أكبر على الطاقات المتجددة، خاصة مع توفر إمكانات طبيعية كبيرة في مجالات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح (بن إسماعيل،

2021، ص 58). إلا أن هذا المجال لا يزال يواجه تحديات تتعلق بضعف الإمكانيات التقنية والبنية التحتية، إضافة إلى محدودية الاهتمام بالبرامج التعليمية المرتبطة بالاستدامة.

يتضح أن الهندسة المستدامة تمثل أحد المجالات الحديثة التي تسعى إلى تحقيق التوازن بين التقدم التكنولوجي وحماية البيئة، من خلال تطوير حلول وأنظمة هندسية تعتمد على الكفاءة والاستدامة، بما يسهم في دعم التحول نحو الطاقة النظيفة وتحقيق التنمية المستدامة.

الفرع الثاني

دور الهندسة المستدامة في دعم الطاقة النظيفة

أولًا: دور الهندسة المستدامة في تعزيز التحول نحو الطاقة النظيفة

أصبحت الطاقة النظيفة من أهم المرتكزات الأساسية لتحقيق التنمية المستدامة، خاصة في ظل التحديات البيئية والطاقية التي يشهدها العالم نتيجة الاعتماد الكبير على الوقود الأحفوري وما يترتب عليه من انبعاثات ملوثة للبيئة وتغيرات مناخية خطيرة .(IRENA, 2023, p. 39) وفي هذا الإطار، برزت الهندسة المستدامة باعتبارها من أهم المجالات التي تسهم في دعم التحول نحو الطاقة النظيفة، من خلال تطوير حلول وتقنيات هندسية تعتمد على الكفاءة والاستدامة في إنتاج واستخدام الطاقة.

وتؤدي الهندسة المستدامة دورًا محوريًا في تصميم أنظمة الطاقة المتجددة وتطويرها، حيث تعتمد على توظيف المبادئ الهندسية الحديثة لإنتاج الطاقة من مصادر نظيفة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الحيوية والطاقة المائية .(Smith, 2021, p. 101)ويُعد هذا التحول من أهم الخطوات التي تسعى الدول إلى تحقيقها من أجل تقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية والحد من الانبعاثات الكربونية.

كما تسهم الهندسة المستدامة في تحسين كفاءة أنظمة الطاقة وتقليل الفاقد الناتج عن عمليات الإنتاج والنقل والاستهلاك، وذلك من خلال تطوير تقنيات حديثة تساعد على ترشيد استخدام الطاقة وتحسين الأداء التشغيلي للأنظمة المختلفة (الطاهر، 2023، ص 140). ويؤدي ذلك إلى تقليل استهلاك الوقود التقليدي وخفض التكاليف الاقتصادية والبيئية المرتبطة بالطاقة.

ومن الأدوار المهمة للهندسة المستدامة أيضًا تطوير تقنيات تخزين الطاقة، التي تُعد من التحديات الأساسية المرتبطة بالطاقة المتجددة، حيث تعتمد بعض مصادر الطاقة النظيفة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح على الظروف الطبيعية المتغيرة .(IRENA, 2023, p. 42) ولذلك تسعى الهندسة المستدامة إلى تطوير أنظمة تخزين حديثة تضمن استمرارية تزويد الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها.

كما تسهم الهندسة المستدامة في دعم استخدام التكنولوجيا النظيفة داخل القطاعات الصناعية، من خلال تطوير معدات وأنظمة تقلل من الانبعاثات الضارة وتحد من التلوث البيئي (الهاشمي، 2021، ص 74). ويُعد هذا الدور من الأدوار الأساسية التي تساعد على تحقيق التوازن بين التنمية الصناعية والحفاظ على البيئة.

تساعد الهندسة المستدامة على تطوير البنية التحتية المرتبطة بالطاقة النظيفة، مثل شبكات الكهرباء الذكية وأنظمة التحكم الحديثة التي تسهم في تحسين إدارة الطاقة وترشيد استهلاكها .(Smith, 2021, p. 106) ويؤدي ذلك إلى رفع كفاءة الأنظمة الطاقية وتعزيز الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة.

كما يرتبط دور الهندسة المستدامة بالطاقة النظيفة من خلال دعم الابتكار والبحث العلمي، حيث تسهم المؤسسات الأكاديمية والبحثية في تطوير حلول هندسية جديدة تساعد على تحسين كفاءة الطاقة وتقليل التأثيرات البيئية السلبية .(UNESCO, 2022, p. 47)ويُعد البحث العلمي من أهم العوامل التي تساعد على تحقيق التقدم في مجالات الطاقة المستدامة.

ومن الجوانب المهمة أيضًا أن الهندسة المستدامة تسهم في تعزيز الأمن الطاقي، من خلال تنويع مصادر الطاقة وتقليل الاعتماد على الوقود التقليدي الذي يتأثر بالتقلبات الاقتصادية والسياسية العالمية (عبد السلام، 2020، ص 83). ولذلك فإن الاعتماد على الطاقة النظيفة يُعد من الوسائل التي تساعد على تحقيق الاستقرار الاقتصادي والبيئي.

أما في ليبيا، فإن للهندسة المستدامة دورًا كبيرًا في دعم التحول نحو الطاقة النظيفة، خاصة مع ما تمتلكه الدولة من إمكانات طبيعية كبيرة في مجالات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح (بن إسماعيل، 2021، ص 63). ويمكن للهندسة المستدامة أن تسهم في تطوير مشروعات الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة قطاع الطاقة بما يدعم التنمية المستدامة.

إلا أن تحقيق هذا الدور يتطلب تطوير البنية التحتية التقنية، وتعزيز البحث العلمي، وتوفير الكفاءات الهندسية القادرة على التعامل مع التقنيات الحديثة المرتبطة بالطاقة النظيفة (الطاهر، 2023، ص 144). كما يتطلب دعم السياسات الحكومية التي تشجع الاستثمار في الطاقات المتجددة والتكنولوجيا المستدامة.

يتضح أن الهندسة المستدامة تمثل عنصرًا أساسيًا في دعم التحول نحو الطاقة النظيفة، من خلال تطوير التقنيات الحديثة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة وتقليل التأثيرات البيئية السلبية، بما يسهم في تحقيق التنمية المستدامة والأمن الطاقي.

ثانيًا: أهمية الهندسة المستدامة في تحقيق التنمية المستدامة

تُعد الهندسة المستدامة من أهم الوسائل التي تساعد على تحقيق التنمية المستدامة، لأنها تعتمد على توظيف المعرفة والتكنولوجيا بصورة تحقق التوازن بين التقدم الاقتصادي والحفاظ على البيئة .(Smith, 2021, p. 109) وقد أصبحت العديد من الدول تعتمد على هذا النوع من الهندسة في تطوير مشروعاتها الاقتصادية والصناعية بما ينسجم مع أهداف الاستدامة البيئية والاجتماعية.

وتكمن أهمية الهندسة المستدامة في قدرتها على تقليل استنزاف الموارد الطبيعية، من خلال تطوير أنظمة تعتمد على الكفاءة في استخدام الطاقة والمياه والمواد الخام (الهاشمي، 2021، ص 79). ويساعد ذلك على الحفاظ على الموارد الطبيعية وضمان استمراريتها للأجيال القادمة.

كما تسهم الهندسة المستدامة في الحد من التلوث البيئي والانبعاثات الضارة، من خلال تطوير تقنيات تعتمد على الطاقة النظيفة والعمليات الصناعية الصديقة للبيئة .(IRENA, 2023, p. 45) ويؤدي ذلك إلى تحسين جودة البيئة وتقليل المخاطر الصحية الناتجة عن التلوث.

ومن الجوانب المهمة أيضًا أن الهندسة المستدامة تساعد على دعم الاقتصاد الأخضر، من خلال توفير فرص عمل جديدة في مجالات الطاقة المتجددة والتكنولوجيا النظيفة والبناء المستدام .(UNESCO, 2022, p. 49) ويُعد هذا الجانب من الجوانب التي تعزز التنمية الاقتصادية والاجتماعية بصورة متوازنة.

كما تؤدي الهندسة المستدامة دورًا مهمًا في تحسين جودة الحياة، حيث تسهم في تطوير بنية تحتية أكثر كفاءة واستدامة، وتوفير خدمات تعتمد على التقنيات الحديثة والطاقة النظيفة (عبد السلام، 2020، ص 87). ويظهر ذلك بصورة واضحة في مجالات الإسكان والنقل والطاقة وإدارة المياه.

وفي المجال التعليمي، تساعد الهندسة المستدامة على تطوير البرامج الأكاديمية والبحثية المرتبطة بالاستدامة والطاقة النظيفة، بما يسهم في إعداد كوادر هندسية قادرة على مواجهة التحديات البيئية والطاقية الحديثة (الطاهر، 2023، ص 149). ولذلك أصبحت الجامعات والمؤسسات التعليمية تهتم بصورة متزايدة بإدماج مفاهيم الاستدامة داخل التخصصات الهندسية.

كما ترتبط أهمية الهندسة المستدامة بدعم الابتكار والتطور التكنولوجي، حيث تعتمد على تطوير حلول هندسية حديثة تساعد على رفع كفاءة الأنظمة المختلفة وتقليل استهلاك الموارد .(Smith, 2021, p. 113) ويُعد الابتكار من أهم العوامل التي تساعد على تحقيق التنمية المستدامة ومواجهة التحديات المستقبلية.

أما في ليبيا، فإن الهندسة المستدامة يمكن أن تؤدي دورًا مهمًا في دعم التحول الاقتصادي والطاقي، خاصة في ظل الحاجة إلى تطوير قطاع الطاقة وتنويع مصادره (بن إسماعيل، 2021، ص 67). كما يمكن أن تسهم في تطوير البنية التحتية وتحسين كفاءة الخدمات المرتبطة بالطاقة والمياه والبيئة.

إلا أن تحقيق التنمية المستدامة من خلال الهندسة المستدامة يتطلب وجود سياسات واضحة تدعم الاستثمار في التكنولوجيا النظيفة والطاقات المتجددة، بالإضافة إلى تطوير التعليم الهندسي وتعزيز البحث العلمي والابتكار (الهاشمي، 2021، ص 82).

يتضح أن الهندسة المستدامة تمثل أحد المرتكزات الأساسية لتحقيق التنمية المستدامة، لأنها تسهم في دعم الطاقة النظيفة، وتحسين كفاءة استخدام الموارد، وتقليل التأثيرات البيئية السلبية، بما يساعد على تحقيق التوازن بين التنمية الاقتصادية والحفاظ على البيئة.

المبحث الثاني

التعليم الهندسي ودوره في دعم التحول نحو الطاقات المتجددة في ليبيا

تمهيد

أصبحت الطاقات المتجددة من أهم البدائل الاستراتيجية التي تعتمد عليها الدول لتحقيق الأمن الطاقي والتنمية المستدامة، خاصة في ظل التحديات البيئية والاقتصادية الناتجة عن الاعتماد المفرط على مصادر الطاقة التقليدية (IRENA, 2023, p. 51).وقد أدى هذا التحول العالمي نحو الطاقة النظيفة إلى زيادة الاهتمام بالتعليم الهندسي باعتباره من أهم القطاعات القادرة على إعداد الكفاءات البشرية المؤهلة لتطوير تقنيات الطاقة المتجددة وإدارتها بصورة فعالة ومستدامة.

ويؤدي التعليم الهندسي دورًا محوريًا في دعم التحول الطاقي، من خلال تزويد الطلبة بالمعارف والمهارات التقنية المرتبطة بالطاقة النظيفة والهندسة المستدامة، بالإضافة إلى تعزيز البحث العلمي والابتكار في المجالات المتعلقة بالطاقة والبيئة (Smith, 2021, p. 118).كما يسهم في تطوير القدرات البشرية القادرة على تصميم وتشغيل وصيانة أنظمة الطاقة المتجددة، بما يساعد على تحقيق الاستدامة الطاقية وتقليل الآثار البيئية السلبية.

وفي ليبيا، تبرز أهمية التعليم الهندسي بصورة كبيرة في ظل الحاجة إلى تنويع مصادر الطاقة والاستفادة من الإمكانات الطبيعية الكبيرة التي تمتلكها الدولة في مجالات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح (بن إسماعيل، 2021، ص 72). إلا أن هذا القطاع لا يزال يواجه العديد من التحديات المتعلقة بالمناهج التعليمية، وضعف الإمكانيات التقنية، ومحدودية البرامج المرتبطة بالطاقة المتجددة والاستدامة.

ومن هذا المنطلق، يسعى هذا المبحث إلى دراسة دور التعليم الهندسي في دعم التحول نحو الطاقات المتجددة في ليبيا، من خلال توضيح دور التخصصات الهندسية في تحقيق الاستدامة الطاقية، وبيان أهمية إدماج مفاهيم الاستدامة داخل المناهج التعليمية، بالإضافة إلى تحليل واقع التعليم الأخضر في ليبيا وآفاق تطويره بما ينسجم مع متطلبات التنمية المستدامة.

المطلب الأول

دور التعليم الهندسي في تحقيق الاستدامة الطاقية

تمهيد

أصبح التعليم الهندسي من الركائز الأساسية التي تعتمد عليها الدول في تحقيق التنمية المستدامة ودعم التحول نحو الطاقات المتجددة، وذلك لما يؤديه من دور مهم في إعداد الكفاءات العلمية والتقنية القادرة على تطوير الحلول المرتبطة بالطاقة والبيئة .(Smith, 2021, p. 122) ومع تزايد الاهتمام العالمي بقضايا الاستدامة والطاقة النظيفة، برزت الحاجة إلى تطوير البرامج الهندسية بما يتوافق مع التحولات الحديثة في مجالات الطاقة المتجددة والهندسة المستدامة.

ويُعد التعليم الهندسي من أكثر القطاعات التعليمية ارتباطًا بالتطور التكنولوجي، حيث يسهم في إعداد مهندسين قادرين على تصميم وتشغيل الأنظمة المرتبطة بالطاقة النظيفة، بالإضافة إلى تطوير التقنيات التي تساعد على تحسين كفاءة استخدام الطاقة وتقليل الآثار البيئية السلبية (الطاهر، 2023، ص 153). كما يؤدي دورًا مهمًا في تعزيز البحث العلمي والابتكار في المجالات المرتبطة بالطاقة والاستدامة.

وفي ليبيا، تزداد أهمية التعليم الهندسي في ظل الحاجة إلى تنويع مصادر الطاقة والاستفادة من الإمكانات الطبيعية الكبيرة التي تمتلكها الدولة في مجالات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح (بن إسماعيل، 2021، ص 75). ولذلك فإن تطوير التعليم الهندسي وإدماج مفاهيم الاستدامة والطاقة المتجددة داخل المناهج التعليمية يُعد من المتطلبات الأساسية لدعم التحول نحو التنمية المستدامة.

الفرع الأول

دور التخصصات الهندسية في دعم الطاقات المتجددة

أولًا: أهمية التخصصات الهندسية في قطاع الطاقة المتجددة

تُعد التخصصات الهندسية من أهم المجالات التي يعتمد عليها قطاع الطاقات المتجددة، لأنها تسهم في تطوير الأنظمة والتقنيات المرتبطة بإنتاج الطاقة النظيفة وتحسين كفاءتها .(IRENA, 2023, p. 56) وقد أدى التوسع العالمي في استخدام الطاقة المتجددة إلى زيادة الحاجة إلى مهندسين يمتلكون المعرفة والخبرة اللازمة لتصميم وتشغيل وصيانة هذه الأنظمة.

وتؤدي التخصصات الهندسية دورًا محوريًا في دعم التحول الطاقي، من خلال تطوير الحلول التقنية المرتبطة بالطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الحيوية وغيرها من مصادر الطاقة النظيفة .(Smith, 2021, p. 126) كما تساعد على تحسين كفاءة استخدام الطاقة وتقليل الفاقد الناتج عن عمليات الإنتاج والنقل والتشغيل.

ومن أبرز التخصصات المرتبطة بالطاقات المتجددة الهندسة الميكانيكية، التي تؤدي دورًا مهمًا في تصميم الأنظمة الحرارية وأنظمة التبريد والتوربينات المستخدمة في إنتاج الطاقة (الطاهر، 2023، ص 157). كما تسهم في تطوير المعدات المرتبطة بالطاقة الشمسية وطاقة الرياح وتحسين أدائها وكفاءتها التشغيلية.

كما تُعد هندسة الطاقات المتجددة من التخصصات الحديثة التي تركز بصورة مباشرة على دراسة مصادر الطاقة النظيفة وطرق استغلالها بصورة مستدامة .(IRENA, 2023, p. 58) ويهدف هذا التخصص إلى إعداد كوادر قادرة على التعامل مع التقنيات الحديثة المرتبطة بالطاقة المتجددة وتصميم الأنظمة المناسبة لها.

وتؤدي الهندسة الكهربائية أيضًا دورًا مهمًا في دعم الطاقات المتجددة، من خلال تطوير شبكات الكهرباء وأنظمة التحكم والتخزين المرتبطة بالطاقة النظيفة .(Smith, 2021, p. 129) ويُعد هذا الجانب من الجوانب الأساسية التي تساعد على دمج مصادر الطاقة المتجددة داخل شبكات الطاقة التقليدية.

كما ترتبط الهندسة المدنية بالطاقة المتجددة من خلال تصميم البنية التحتية اللازمة لمشروعات الطاقة النظيفة، مثل محطات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والمنشآت المرتبطة بها (الهاشمي، 2021، ص 88). ويساعد ذلك على تعزيز كفاءة هذه المشروعات وتحقيق الاستدامة البيئية.

ومن الجوانب المهمة أيضًا أن التخصصات الهندسية تسهم في دعم الابتكار والبحث العلمي في مجال الطاقة المتجددة، حيث تعتمد الجامعات والمؤسسات الأكاديمية على البرامج الهندسية لتطوير حلول وتقنيات حديثة تساعد على رفع كفاءة الطاقة وتقليل التكاليف المرتبطة بها.(UNESCO, 2022, p. 53)

أما في ليبيا، فإن التخصصات الهندسية يمكن أن تؤدي دورًا مهمًا في استغلال الإمكانات الطبيعية الكبيرة التي تمتلكها الدولة في مجالات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، خاصة مع تزايد الحاجة إلى تطوير قطاع الطاقة وتقليل الاعتماد على الوقود التقليدي (بن إسماعيل، 2021، ص 79).

إلا أن هذا الدور لا يزال يواجه العديد من التحديات، من أبرزها ضعف الإمكانيات التقنية، ومحدودية المختبرات الحديثة، وضعف الربط بين التعليم الهندسي واحتياجات سوق العمل (السنوسي، 2020، ص 128). ولذلك فإن تطوير البرامج الهندسية وتحديث المناهج التعليمية يُعد من المتطلبات الأساسية لدعم قطاع الطاقة المتجددة في ليبيا.

أن التخصصات الهندسية تمثل عنصرًا أساسيًا في دعم الطاقات المتجددة وتحقيق الاستدامة الطاقية، لما تؤديه من دور مهم في تطوير التقنيات الحديثة وتحسين كفاءة أنظمة الطاقة النظيفة.

ثانيًا: دور التعليم الهندسي في إعداد الكفاءات المتخصصة

يؤدي التعليم الهندسي دورًا مهمًا في إعداد الكفاءات البشرية المتخصصة القادرة على التعامل مع التقنيات الحديثة المرتبطة بالطاقة المتجددة والاستدامة البيئية .(Smith, 2021, p. 132) ويُعد العنصر البشري من أهم العوامل التي تعتمد عليها الدول في تحقيق التحول نحو الطاقة النظيفة وتطوير القطاعات المرتبطة بها.

ويعتمد التعليم الهندسي على تزويد الطلبة بالمعارف العلمية والمهارات التقنية اللازمة لفهم أنظمة الطاقة المتجددة وتصميمها وتشغيلها بصورة فعالة (الطاهر، 2023، ص 161). كما يساعد على تنمية مهارات التفكير التحليلي والابتكار، التي تُعد من المهارات الأساسية المطلوبة في مجالات الطاقة والتكنولوجيا الحديثة.

كما يسهم التعليم الهندسي في تعزيز البحث العلمي والتطوير التكنولوجي، من خلال تشجيع الطلبة والباحثين على إجراء الدراسات المتعلقة بالطاقة النظيفة والاستدامة البيئية .(UNESCO, 2022, p. 56) ويُعد البحث العلمي من أهم الوسائل التي تساعد على تطوير حلول مبتكرة لمواجهة التحديات البيئية والطاقية.

ومن الجوانب المهمة أيضًا أن التعليم الهندسي يساعد على تعزيز القدرة التنافسية لسوق العمل، من خلال إعداد خريجين يمتلكون المهارات المطلوبة في قطاعات الطاقة المتجددة والتكنولوجيا المستدامة .(IRENA, 2023, p. 61) ويؤدي ذلك إلى دعم الاقتصاد الوطني وتوفير فرص عمل جديدة في المجالات المرتبطة بالطاقة النظيفة.

كما يساهم التعليم الهندسي في تعزيز ثقافة الاستدامة داخل المؤسسات التعليمية، من خلال إدماج مفاهيم البيئة والطاقة النظيفة داخل المناهج الدراسية والبرامج التدريبية (الهاشمي، 2021، ص 92). ويساعد ذلك على إعداد مهندسين يمتلكون الوعي البيئي والقدرة على تطوير حلول هندسية مستدامة.

وفي ليبيا، تبرز أهمية تطوير التعليم الهندسي بصورة كبيرة في ظل الحاجة إلى إعداد كوادر متخصصة قادرة على دعم مشروعات الطاقة المتجددة وتحقيق الاستدامة الطاقية (بن إسماعيل، 2021، ص 82). إلا أن هذا القطاع لا يزال يواجه تحديات تتعلق بضعف التمويل وقلة الإمكانيات التقنية وضعف الاهتمام بالبرامج المرتبطة بالطاقة النظيفة.

أن التعليم الهندسي يمثل أحد العوامل الأساسية التي تساعد على دعم التحول نحو الطاقات المتجددة، من خلال إعداد الكفاءات البشرية المتخصصة وتعزيز البحث العلمي والابتكار في مجالات الطاقة والاستدامة البيئية.

الفرع الثاني

أهمية دمج مفاهيم الاستدامة داخل المناهج التعليمية

أولًا: مفهوم دمج الاستدامة داخل المناهج التعليمية

أصبحت المؤسسات التعليمية في العصر الحديث مطالبة بإعادة النظر في المناهج الدراسية بما يتوافق مع التحديات البيئية والاقتصادية والاجتماعية التي يشهدها العالم، خاصة في ظل التوجه العالمي نحو تحقيق التنمية المستدامة والاعتماد على الطاقة النظيفة .(UNESCO, 2022, p. 59) ومن هذا المنطلق، برزت أهمية دمج مفاهيم الاستدامة داخل المناهج التعليمية باعتبارها وسيلة لإعداد أفراد يمتلكون الوعي البيئي والقدرة على التعامل مع التحديات المرتبطة بالطاقة والموارد الطبيعية.

ويقصد بدمج مفاهيم الاستدامة داخل المناهج التعليمية إدخال الموضوعات المرتبطة بالبيئة والطاقة المتجددة والاستهلاك الرشيد للموارد والتنمية المستدامة ضمن البرامج والمقررات الدراسية، بما يسهم في تعزيز المعرفة البيئية لدى الطلبة وتطوير مهاراتهم في التعامل مع القضايا البيئية الحديثة (الطاهر، 2023، ص 166).

ولا يقتصر هذا الدمج على إضافة موضوعات نظرية فقط، بل يشمل أيضًا تطوير أساليب التعليم والتدريب والأنشطة التطبيقية التي تساعد على تعزيز ثقافة الاستدامة داخل المؤسسات التعليمية .(Smith, 2021, p. 136) ولذلك فإن دمج الاستدامة داخل المناهج يُعد من الخطوات الأساسية التي تساعد على ربط التعليم بمتطلبات التنمية الحديثة.

كما يرتبط دمج مفاهيم الاستدامة بتطوير التخصصات الهندسية بصورة تجعلها أكثر قدرة على التعامل مع قضايا الطاقة والبيئة، حيث أصبح من الضروري أن تتضمن البرامج الهندسية موضوعات مرتبطة بالطاقة المتجددة والهندسة المستدامة والتكنولوجيا النظيفة.(IRENA, 2023, p. 64)

ومن الجوانب المهمة أيضًا أن إدماج مفاهيم الاستدامة داخل المناهج يساعد على تعزيز الوعي البيئي لدى الطلبة، ويشجعهم على تبني سلوكيات إيجابية تجاه البيئة، مثل ترشيد استهلاك الطاقة والمياه والمحافظة على الموارد الطبيعية (عبد السلام، 2020، ص 91).

ثانيًا: أهمية دمج مفاهيم الاستدامة في التعليم الهندسي

تكمن أهمية دمج مفاهيم الاستدامة داخل التعليم الهندسي في الدور الكبير الذي تؤديه التخصصات الهندسية في تطوير التقنيات المرتبطة بالطاقة والبيئة، حيث أصبح المهندس مطالبًا ليس فقط بإيجاد حلول تقنية، بل أيضًا بمراعاة التأثيرات البيئية والاجتماعية للمشروعات الهندسية.(Smith, 2021, p. 139)

ويؤدي دمج مفاهيم الاستدامة داخل المناهج الهندسية إلى إعداد مهندسين يمتلكون القدرة على تصميم أنظمة تعتمد على الكفاءة في استخدام الطاقة والموارد الطبيعية، بما يساعد على تحقيق التنمية المستدامة وتقليل التأثيرات البيئية السلبية (الهاشمي، 2021، ص 96).

كما يساعد هذا الدمج على تطوير مهارات الطلبة في مجالات الطاقة المتجددة والهندسة المستدامة، ويزيد من قدرتهم على التعامل مع التقنيات الحديثة المرتبطة بالطاقة النظيفة .(IRENA, 2023, p. 67) ويؤدي ذلك إلى تعزيز جاهزية الخريجين لسوق العمل، خاصة في القطاعات المرتبطة بالطاقة والتكنولوجيا المستدامة.

ومن الأهمية الكبيرة أيضًا لدمج الاستدامة داخل المناهج التعليمية أنه يسهم في دعم البحث العلمي والابتكار، حيث يشجع الطلبة والباحثين على تطوير حلول جديدة للتحديات البيئية والطاقية .(UNESCO, 2022, p. 63) ويُعد الابتكار من أهم العوامل التي تساعد على تحقيق التقدم في مجالات الطاقة المتجددة والهندسة المستدامة.

كما يساعد دمج مفاهيم الاستدامة داخل المناهج على تعزيز العلاقة بين المؤسسات التعليمية والمجتمع، من خلال ربط العملية التعليمية بالمشكلات البيئية الواقعية والعمل على إيجاد حلول عملية لها (عبد السلام، 2020، ص 95). ويؤدي ذلك إلى زيادة دور الجامعات والمؤسسات التعليمية في تحقيق التنمية المستدامة.

ومن الجوانب المهمة أيضًا أن هذا الدمج يسهم في تعزيز ثقافة الاقتصاد الأخضر داخل المجتمع، من خلال إعداد خريجين يمتلكون الوعي بأهمية الطاقة النظيفة والتكنولوجيا المستدامة (الطاهر، 2023، ص 171). ويساعد ذلك على دعم التحول نحو اقتصاد يعتمد على الابتكار والاستدامة.

أما في ليبيا، فإن دمج مفاهيم الاستدامة داخل المناهج التعليمية يُعد من المتطلبات الضرورية لدعم التحول نحو الطاقات المتجددة، خاصة في ظل الحاجة إلى تطوير قطاع التعليم وربطه بمتطلبات سوق العمل والتنمية المستدامة (بن إسماعيل، 2021، ص 86).

إلا أن المؤسسات التعليمية الليبية لا تزال تواجه العديد من التحديات في هذا المجال، مثل ضعف تحديث المناهج، وقلة المختبرات والتجهيزات الحديثة، بالإضافة إلى محدودية البرامج التعليمية المرتبطة بالطاقة المتجددة والاستدامة البيئية (السنوسي، 2020، ص 132).

كما أن ضعف التعاون بين الجامعات والقطاعات الصناعية والطاقة يُعد من التحديات التي تحد من قدرة التعليم الهندسي على دعم التحول الطاقي بصورة فعالة (الهاشمي، 2021، ص 101). ولذلك فإن تطوير المناهج التعليمية وتعزيز الشراكات الأكاديمية والمهنية يُعد من المتطلبات الأساسية لتحقيق الاستدامة الطاقية في ليبيا.

المطلب الثاني

واقع التعليم الأخضر في ليبيا وآفاق تطويره

أصبح التعليم الأخضر من الاتجاهات الحديثة التي تسعى الدول إلى تبنيها من أجل تحقيق التنمية المستدامة وتعزيز الوعي البيئي داخل المؤسسات التعليمية، خاصة في ظل التحديات البيئية والطاقية المتزايدة (UNESCO, 2022, p. 67). ويقوم هذا النوع من التعليم على دمج مفاهيم الاستدامة والطاقة النظيفة داخل المناهج والبرامج التعليمية، بما يساعد على إعداد أفراد قادرين على التعامل مع القضايا البيئية بصورة أكثر وعيًا ومسؤولية.

وفي ليبيا، تبرز أهمية التعليم الأخضر بصورة متزايدة نتيجة الحاجة إلى تطوير قطاع التعليم وربطه بمتطلبات التنمية المستدامة والتحول نحو الطاقات المتجددة، خاصة مع ما تمتلكه الدولة من إمكانات كبيرة في مجالات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح (بن إسماعيل، 2021، ص 91). إلا أن تطبيق التعليم الأخضر لا يزال يواجه العديد من التحديات المرتبطة بالمناهج التعليمية والإمكانات التقنية والبنية التحتية داخل المؤسسات التعليمية.

ومن هذا المنطلق، يسعى هذا المطلب إلى دراسة واقع التعليم الأخضر في ليبيا، من خلال تحليل أبرز التحديات التي تواجهه، وبيان أهم الآليات التي يمكن من خلالها تطوير التعليم المستدام ودعم التحول الطاقي بما ينسجم مع متطلبات التنمية المستدامة.

الفرع الأول

التحديات التي تواجه التعليم الأخضر في ليبيا

أولًا: التحديات التعليمية والتقنية

يواجه التعليم الأخضر في ليبيا مجموعة من التحديات التي تعيق تطويره وتحد من قدرته على دعم التحول نحو التنمية المستدامة، ويأتي في مقدمة هذه التحديات ضعف تحديث المناهج التعليمية وعدم مواكبتها للتحولات الحديثة المرتبطة بالاستدامة والطاقة المتجددة (السنوسي، 2020، ص 136). فما تزال العديد من المناهج تعتمد على الأساليب التقليدية في التعليم، مع محدودية الاهتمام بالمفاهيم البيئية والتكنولوجية الحديثة.

كما تعاني المؤسسات التعليمية من ضعف الإمكانيات التقنية والبنية التحتية، حيث تفتقر العديد من المدارس والجامعات إلى المختبرات الحديثة والتجهيزات المرتبطة بالطاقة المتجددة والتكنولوجيا المستدامة (الهاشمي، 2021، ص 105). ويؤثر ذلك بصورة مباشرة على جودة التعليم الهندسي وقدرته على إعداد كوادر قادرة على التعامل مع التقنيات الحديثة.
ومن التحديات المهمة أيضًا محدودية استخدام الوسائل التعليمية الحديثة داخل المؤسسات التعليمية، حيث لا يزال الاعتماد كبيرًا على الأساليب النظرية التقليدية، مع ضعف الاهتمام بالتطبيقات العملية المرتبطة بالطاقة النظيفة والاستدامة البيئية.(Smith, 2021, p. 144)

كما يواجه التعليم الأخضر مشكلة نقص الكفاءات المتخصصة في مجالات الطاقة المتجددة والهندسة المستدامة، الأمر الذي يحد من قدرة المؤسسات التعليمية على تطوير برامج أكاديمية متخصصة في هذا المجال (الطاهر، 2023، ص 176). ويظهر ذلك بصورة واضحة في قلة البرامج التدريبية والدورات المتخصصة المرتبطة بالطاقة النظيفة داخل الجامعات الليبية.

ومن الجوانب المهمة أيضًا ضعف الربط بين التعليم وسوق العمل، حيث لا تزال العديد من البرامج التعليمية بعيدة عن احتياجات القطاعات المرتبطة بالطاقة المتجددة والاستدامة .(IRENA, 2023, p. 71) ويؤدي ذلك إلى ضعف قدرة الخريجين على الاندماج في سوق العمل والمساهمة في تطوير قطاع الطاقة النظيفة.

ثانيًا: التحديات الاقتصادية والإدارية

إلى جانب التحديات التعليمية والتقنية، يواجه التعليم الأخضر في ليبيا مجموعة من التحديات الاقتصادية والإدارية التي تؤثر على عملية تطويره بصورة فعالة. ويأتي في مقدمة هذه التحديات ضعف التمويل المخصص لقطاع التعليم والبحث العلمي، الأمر الذي يحد من قدرة المؤسسات التعليمية على تطوير البنية التحتية والتقنيات الحديثة المرتبطة بالطاقة المتجددة (بن إسماعيل، 2021، ص 95).

كما أن ضعف الاستثمار في مجالات البحث العلمي والابتكار يمثل أحد العوائق الأساسية أمام تطوير التعليم الأخضر، حيث تحتاج مشروعات الطاقة النظيفة والهندسة المستدامة إلى دعم مالي وتقني مستمر (UNESCO, 2022, p. 72).ويؤثر ذلك على قدرة الجامعات والمؤسسات الأكاديمية على تطوير الأبحاث والدراسات المتعلقة بالاستدامة والطاقة.

ومن التحديات الإدارية أيضًا غياب السياسات التعليمية الواضحة التي تدعم إدماج مفاهيم الاستدامة داخل المناهج والبرامج التعليمية، بالإضافة إلى ضعف التنسيق بين المؤسسات التعليمية والقطاعات المرتبطة بالطاقة والبيئة (الهاشمي، 2021، ص 109).

كما تواجه المؤسسات التعليمية مشكلة ضعف التعاون مع القطاع الخاص والمؤسسات الصناعية، الأمر الذي يحد من فرص التدريب والتأهيل العملي للطلبة في المجالات المرتبطة بالطاقة المتجددة والهندسة المستدامة (Smith, 2021, p. 148).

ويُضاف إلى ذلك محدودية الوعي المجتمعي بأهمية التعليم الأخضر ودوره في تحقيق التنمية المستدامة، حيث لا يزال الاهتمام بالقضايا البيئية والطاقة النظيفة محدودًا مقارنة بالتحديات الاقتصادية والاجتماعية الأخرى (عبد السلام، 2020، ص 101).

ورغم هذه التحديات، فإن ليبيا تمتلك فرصًا كبيرة لتطوير التعليم الأخضر، خاصة مع التوجه العالمي نحو الطاقات المتجددة، ووجود إمكانات طبيعية كبيرة يمكن استغلالها في دعم مشروعات الطاقة النظيفة (IRENA, 2023, p. 74).

الفرع الثاني

آليات تطوير التعليم المستدام ودعم التحول الطاقي

أولًا: تطوير المناهج التعليمية وتعزيز الوعي البيئي

يُعد تطوير المناهج التعليمية من أهم الآليات التي يمكن من خلالها دعم التعليم المستدام وتعزيز التحول نحو الطاقات المتجددة، حيث أصبحت المؤسسات التعليمية مطالبة بمواكبة التحولات العالمية المرتبطة بالاستدامة والطاقة النظيفة (UNESCO, 2022, p. 76). ولذلك فإن إدماج مفاهيم البيئة والطاقة المتجددة والهندسة المستدامة داخل البرامج الدراسية يُسهم في إعداد طلبة يمتلكون المعرفة والمهارات اللازمة للتعامل مع التحديات البيئية والطاقية الحديثة.

ويشمل تطوير المناهج إعادة صياغة المحتوى التعليمي بصورة تجعل مفاهيم الاستدامة جزءًا أساسيًا من العملية التعليمية، بدلًا من اقتصارها على موضوعات فرعية أو اختيارية (الطاهر، 2023، ص 182). كما يتطلب ذلك تطوير أساليب التعليم والانتقال من الأساليب التقليدية القائمة على الحفظ والتلقين إلى أساليب تعتمد على التفكير النقدي والتحليل والابتكار.

كما يُعد تعزيز الوعي البيئي من الآليات المهمة لدعم التعليم المستدام، حيث يساعد على نشر ثقافة المحافظة على البيئة وترشيد استخدام الموارد الطبيعية داخل المجتمع (عبد السلام، 2020، ص 107). ويمكن تحقيق ذلك من خلال تنظيم الأنشطة البيئية والبرامج التوعوية داخل المؤسسات التعليمية، وتشجيع الطلبة على المشاركة في المبادرات المرتبطة بالاستدامة والطاقة النظيفة.

ومن الآليات المهمة أيضًا إدماج التكنولوجيا الحديثة داخل العملية التعليمية، خاصة التقنيات المرتبطة بالطاقة المتجددة والهندسة المستدامة (Smith, 2021, p. 152). ويساعد ذلك على رفع كفاءة التعليم وربط الجانب النظري بالتطبيقات العملية المرتبطة بالطاقة والبيئة.

كما يتطلب تطوير التعليم المستدام توفير برامج تدريبية متخصصة لأعضاء هيئة التدريس، بهدف تطوير مهاراتهم في مجالات الاستدامة والطاقة النظيفة وأساليب التعليم الحديثة (الهاشمي، 2021، ص 114). ويُعد العنصر البشري من أهم العوامل التي تساعد على نجاح عملية تطوير التعليم وتحقيق أهدافه.

ومن الجوانب المهمة أيضًا تعزيز ثقافة البحث العلمي داخل الجامعات والمؤسسات التعليمية، من خلال تشجيع الدراسات والأبحاث المرتبطة بالطاقة المتجددة والهندسة المستدامة (IRENA, 2023, p. 79). ويساعد ذلك على تطوير حلول مبتكرة للتحديات البيئية والطاقية، ويدعم التحول نحو الاقتصاد الأخضر.

أما في ليبيا، فإن تطوير المناهج التعليمية وتعزيز الوعي البيئي يُعد من المتطلبات الأساسية لدعم التحول الطاقي، خاصة مع الحاجة إلى إعداد كوادر قادرة على استغلال الإمكانات الطبيعية الكبيرة التي تمتلكها الدولة في مجالات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح (بن إسماعيل، 2021، ص 99).

ثانيًا: دعم البحث العلمي والشراكات لتحقيق التحول الطاقي

يُعد البحث العلمي من أهم الآليات التي تسهم في تطوير التعليم المستدام ودعم التحول نحو الطاقات المتجددة، حيث تعتمد الدول المتقدمة على المؤسسات الأكاديمية والبحثية في تطوير التقنيات الحديثة المرتبطة بالطاقة النظيفة والاستدامة البيئية (Smith, 2021, p. 156).

ويؤدي البحث العلمي دورًا مهمًا في تطوير حلول مبتكرة تساعد على تحسين كفاءة استخدام الطاقة وتقليل التأثيرات البيئية السلبية، بالإضافة إلى دعم الابتكار في مجالات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وأنظمة التخزين الذكية (IRENA, 2023, p. 82).

كما أن دعم مراكز البحوث والجامعات يُسهم في تعزيز قدرة المؤسسات التعليمية على إجراء الدراسات المرتبطة بالاستدامة والطاقة المتجددة، بما يساعد على ربط التعليم بالاحتياجات الفعلية للمجتمع وسوق العمل (الطاهر، 2023، ص 187).

ومن الآليات المهمة أيضًا تعزيز الشراكات بين الجامعات والقطاعين العام والخاص، حيث تساعد هذه الشراكات على توفير فرص التدريب والتأهيل العملي للطلبة، بالإضافة إلى دعم المشروعات البحثية المتعلقة بالطاقة النظيفة (الهاشمي، 2021، ص 118).

كما تسهم الشراكات الدولية في نقل الخبرات والتقنيات الحديثة المرتبطة بالطاقة المتجددة والتعليم المستدام، الأمر الذي يساعد على تطوير البرامج الأكاديمية وتحسين جودة التعليم الهندسي.(UNESCO, 2022, p. 81)

ومن الجوانب المهمة كذلك تشجيع الاستثمار في قطاع الطاقات المتجددة، حيث يؤدي ذلك إلى زيادة الحاجة إلى الكفاءات المتخصصة، ويدفع المؤسسات التعليمية إلى تطوير برامجها بما يتوافق مع احتياجات سوق العمل (عبد السلام، 2020، ص 112).

وفي ليبيا، تبرز أهمية دعم البحث العلمي والشراكات بصورة كبيرة في ظل الحاجة إلى تطوير قطاع الطاقة والاستفادة من الإمكانات الطبيعية المتاحة، خاصة في مجالات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح (بن إسماعيل، 2021، ص 103).

كما أن تعزيز التعاون بين الجامعات والمؤسسات الصناعية يمكن أن يسهم في تطوير مشروعات الطاقة النظيفة وتحسين جودة التعليم الهندسي.

إلا أن تحقيق ذلك يتطلب توفير التمويل اللازم للبحث العلمي، وتطوير البنية التحتية داخل المؤسسات التعليمية، بالإضافة إلى وضع سياسات واضحة تدعم الابتكار والاستدامة (السنوسي، 2020، ص 139).

الخاتمة

شهد العالم خلال العقود الأخيرة تحولات كبيرة في مجالات الطاقة والبيئة والتنمية، الأمر الذي أدى إلى بروز الحاجة إلى تبني مفاهيم حديثة تقوم على الاستدامة وحماية الموارد الطبيعية. وفي هذا السياق، ظهر التعليم الأخضر والهندسة المستدامة باعتبارهما من أهم الأدوات التي يمكن من خلالها دعم التحول نحو الطاقات المتجددة وتحقيق التنمية المستدامة.

وقد تناول هذا البحث دراسة التكامل بين التعليم الأخضر والهندسة المستدامة ودورهما في دعم التحول نحو الطاقات المتجددة في ليبيا، من خلال تحليل الإطار المفاهيمي للتعليم الأخضر والهندسة المستدامة، وبيان دور التعليم الهندسي في تحقيق الاستدامة الطاقية، بالإضافة إلى دراسة واقع التعليم الأخضر في ليبيا وآفاق تطويره.

وتبين من خلال الدراسة أن التعليم الأخضر يمثل أحد الاتجاهات التعليمية الحديثة التي تهدف إلى دمج مفاهيم البيئة والاستدامة داخل العملية التعليمية، بما يسهم في إعداد أفراد يمتلكون الوعي البيئي والقدرة على التعامل مع التحديات المرتبطة بالطاقة والموارد الطبيعية بصورة أكثر كفاءة واستدامة. كما اتضح أن الهندسة المستدامة تؤدي دورًا محوريًا في تطوير الحلول التقنية المرتبطة بالطاقة النظيفة، وتحسين كفاءة استخدام الموارد الطبيعية، وتقليل الآثار البيئية السلبية.

كما أظهرت الدراسة أن التعليم الهندسي يُعد من أهم القطاعات التي تسهم في دعم التحول نحو الطاقات المتجددة، لما يؤديه من دور في إعداد الكفاءات البشرية المتخصصة وتعزيز البحث العلمي والابتكار في المجالات المرتبطة بالطاقة والاستدامة البيئية. وقد تبين أيضًا أن دمج مفاهيم الاستدامة داخل المناهج التعليمية يسهم في تطوير المهارات العلمية والتقنية للطلبة، ويزيد من قدرتهم على التعامل مع التقنيات الحديثة المرتبطة بالطاقة النظيفة.

وفيما يتعلق بواقع التعليم الأخضر في ليبيا، أوضحت الدراسة أن المؤسسات التعليمية تواجه العديد من التحديات، من أبرزها ضعف تحديث المناهج، ومحدودية الإمكانيات التقنية، وضعف الاهتمام بالبرامج التعليمية المرتبطة بالطاقة المتجددة والاستدامة، بالإضافة إلى ضعف التمويل وقلة الشراكات بين الجامعات والقطاعات الصناعية والطاقة.

ورغم هذه التحديات، فإن ليبيا تمتلك فرصًا كبيرة لدعم التعليم المستدام والتحول الطاقي، خاصة في ظل الإمكانات الطبيعية الكبيرة التي تتمتع بها الدولة في مجالات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، الأمر الذي يجعل من تطوير التعليم الهندسي والاستثمار في الطاقات المتجددة ضرورة لتحقيق التنمية المستدامة.

ومن خلال ما سبق، يتضح أن تحقيق التحول نحو الطاقة النظيفة في ليبيا لا يمكن أن يتم بصورة فعالة دون تطوير التعليم الأخضر وتعزيز دور الهندسة المستدامة داخل المؤسسات التعليمية، بما يسهم في إعداد كوادر قادرة على قيادة التحول الطاقي وتحقيق التنمية المستدامة.

النتائج

1. أن التعليم الأخضر يمثل أحد المداخل الأساسية لتحقيق التنمية المستدامة وتعزيز الوعي البيئي داخل المجتمع .
2. أن الهندسة المستدامة تؤدي دورًا مهمًا في دعم الطاقة النظيفة وتحسين كفاءة استخدام الموارد الطبيعية .
3. أن التعليم الهندسي يسهم بصورة كبيرة في إعداد الكفاءات المتخصصة في مجالات الطاقة المتجددة .
4. أن دمج مفاهيم الاستدامة داخل المناهج التعليمية يساعد على تطوير مهارات الطلبة وتعزيز ثقافة الابتكار .
5. أن المؤسسات التعليمية الليبية تواجه تحديات تتعلق بالمناهج والإمكانات التقنية وضعف التمويل .
6. أن ليبيا تمتلك إمكانات كبيرة في مجالات الطاقة المتجددة يمكن استغلالها لدعم التنمية المستدامة .
7. أن ضعف الربط بين التعليم وسوق العمل يُعد من أبرز التحديات التي تواجه تطوير التعليم المستدام في ليبيا .
8. أن دعم البحث العلمي والشراكات الأكاديمية يسهم في تطوير قطاع الطاقة النظيفة وتعزيز الاستدامة الطاقية .

التوصيات

1. ضرورة تطوير المناهج التعليمية وإدماج مفاهيم الاستدامة والطاقة المتجددة داخل البرامج الدراسية .
2. تعزيز الاهتمام بالتعليم الأخضر داخل المدارس والجامعات والمؤسسات التعليمية .
3. دعم البحث العلمي والابتكار في مجالات الطاقة النظيفة والهندسة المستدامة .
4. توفير مختبرات وتجهيزات حديثة داخل المؤسسات التعليمية لدعم التعليم الهندسي والتطبيقي .
5. تنظيم برامج تدريبية لأعضاء هيئة التدريس والطلبة في مجالات الطاقة المتجددة والاستدامة .
6. تعزيز الشراكات بين الجامعات والقطاعين العام والخاص لدعم مشروعات الطاقة النظيفة .
7. تشجيع الاستثمار في قطاع الطاقات المتجددة والاستفادة من الإمكانات الطبيعية التي تمتلكها ليبيا .
8. وضع سياسات وطنية واضحة تدعم التعليم المستدام والتحول نحو الاقتصاد الأخضر .
9. دعم التعاون الدولي والاستفادة من الخبرات العالمية في مجالات التعليم الأخضر والهندسة المستدامة .
10. تعزيز الوعي المجتمعي بأهمية الطاقة النظيفة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة.

المراجع

ابن إسماعيل، محمد أحمد .*الطاقات المتجددة والتنمية المستدامة في ليبيا* .الطبعة الأولى، طرابلس: دار المعرفة الجامعية، 2021، ص 42.

أبو القاسم، سالم مفتاح .*التنمية المستدامة والطاقة النظيفة* .الطبعة الثانية، بنغازي: دار الكتب الوطنية، 2020، ص 55.

الحاج، سالم علي .*التعليم البيئي وأبعاده التنموية* .الطبعة الأولى، بنغازي: دار الحكمة للنشر والتوزيع، 2019، ص 74.

الهاشمي، أحمد عبد الكريم .*الاستدامة البيئية في ظل التحولات العالمية* .الطبعة الأولى، بيروت: مركز الدراسات العربية، 2021، ص 37.

الطاهر، علي محمد .*الهندسة المستدامة والطاقة النظيفة* .الطبعة الأولى، القاهرة: دار الفكر العربي، 2023، ص 97.

عبد السلام، فاطمة سالم. "التعليم الأخضر ودوره في التنمية المستدامة"، *مجلة الدراسات البيئية*، العدد 8، جامعة القاهرة، 2020، ص 55.

محمد جمال فؤاد محمد. (2026). الذكاء الاصطناعي والتأهيل المهني: رؤية مستقبلية لسوق العمل. *مجلة الفاروق للعلوم* , *2* (2), 126-140.

عبد القادر، يوسف عمران .*التعليم الهندسي والتحول الطاقي* .الطبعة الأولى، عمّان: دار البداية للنشر والتوزيع، 2022، ص 61.

عمر، يوسف مفتاح .*الطاقات المتجددة والتحول الطاقي* .الطبعة الثانية، عمّان: دار البداية للنشر والتوزيع، 2022، ص 55.

الفيتوري، خالد رمضان. "التعليم المستدام وآفاق تطويره في ليبيا"، *مجلة العلوم الإنسانية*، العدد 14، جامعة بنغازي، 2021، ص 88.

ألنال، ت. (2026). الحوكمة التنبؤية في المؤسسات الرقمية: إطار عمل للتعلم العميق مُحسَّن بتقنية LSTM لتحسين إدارة حوادث تكنولوجيا المعلومات اقتصاديًا باستخدام سجلات العمليات المُثرية .*مجلة الفاروق للعلوم* ، *2*(3)، 86-113.

السنوسي، عبد الرؤوف أحمد. "واقع التعليم التقني والهندسي في ليبيا"، *مجلة العلوم الهندسية*، العدد 12، جامعة طرابلس، 2020، ص 110.

المبروك، علي حسين .*الهندسة البيئية والاستدامة* .الطبعة الأولى، القاهرة: دار الجامعة الجديدة، 2023، ص 48.

النعاس، إبراهيم سالم. "الطاقات المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة"، *مجلة الدراسات الاقتصادية*، العدد 11، جامعة مصراته، 2022، ص 120.

Anderson, K. *The Role of Engineering in Clean Energy Development*. 2nd Edition, Cambridge: Cambridge University Press, 2022, p. 201.

Brown, T. *Green Education and Sustainability*. 1st Edition, New York: Springer Publishing, 2020, p. 44.

Davis, L. *Sustainable Energy and Environmental Systems*. 1st Edition, Cambridge: Cambridge University Press, 2020, p. 58.

Green, P. *Environmental Technology and Green Economy*. 2nd Edition, London: Academic Press, 2021, p. 73.

Tareq Alnnale. (2026). From Reactive to Proactive Governance: A Hybrid LSTM–Gradient Boosting Architecture for Real-Time Anomaly Signal Detection in Multi-Store Retail Supply Chain Decision Systems. Al-Farooq Journal of Sciences, 2 (1), 987-1005 .

Albaraesi, M. J. S., Ali, M. A. M. A., Dalla, L. O. B., EL-sseid, M. A. M., Medeni, T. D., Medeni, İ. T., & Tareq Alnnale. (2025). Random construction in the city of Al-Bayda during the period 2011-2022 and its irregular expansion and its impact on the urban landscape. مجلة العلوم الشاملة, 10(ملحق 38), 2590-2614.

IRENA. *Renewable Energy and Sustainable Development Report*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2023, p. 11.

Johnson, R. "Engineering Education and Sustainable Development", *Journal of Sustainable Engineering*, Vol. 15, No. 3, London, 2022, p. 122.

Smith, J. *Sustainable Engineering and Environmental Development*. 3rd Edition, London: Routledge Publishing, 2021, p. 66.

UNESCO. *Education for Sustainable Development Report*. Paris: UNESCO Publishing, 2022, p. 18.