دور التقنية الحديثة في تطوير الهندسة البيئية والتنمية المستدامة في ليبيا

د .محمد عبد السلام أبو بكر السبهاوي
قسم الهندسة المدنية والبيئية / كليه الهندسه / جامعه سبها
sbhawy2@gmail.com

1- ملخص:

تسعى ليبيا في الآونة الأخيرة إلى الاستفادة من التقنيات الحديثة لتعزيز جهودها في تحقيق التنمية المستدامة وتحسين الهندسة البيئية. تعد التقنيات الحديثة، بما في ذلك الطاقة المتجددة، وإدارة النفايات، وتحلية المياه، أساسية لمواجهة التحديات البيئية الكبيرة التي تواجه البلاد، مثل شح الموارد المائية والتلوث الناتج عن النفايات. على الرغم من الظروف الاقتصادية والسياسية الصعبة، إلا أن هناك مبادرات قيد التنفيذ في مجالات الطاقة المتجددة وإدارة الموارد الطبيعية. هذه الورقة تلقي الضوء على الأبحاث والمشاريع التي تستفيد من التكنولوجيا في ليبيا ودورها في تحسين الوضع البيئي وتحقيق التنمية المستدامة. من خلال الزيارات واللقاءات الميدانية حيث تم استبيان شامل حول التطور والتقنيات الحديثة في مجال البيئة والتنمية المستدامة إلى عدد من الجهات العلمية والحكومية والأفراد من ذوي الاختصاص، بهدف جمع معلومات مفيدة ودقيقة. حيث فرغت هذه النتائج في جداول ورسومات توضح دور التقنية الحديثة في تطوير البيئة و التنمية والاستدامة في ليبيا .

الكلمات الافتتاحيه:- التقنية الحديثة ، ليبيا ، التنمية المستدامة ، الموارد المائية ،النفايات الطاقة المتجددة ، الموارد الطبيعية

1-Abstract:

Libya has recently sought to benefit from modern technologies to enhance its efforts in achieving sustainable development and improving environmental engineering. Modern technologies, including renewable energy, waste management, and water desalination, are essential to address the major environmental challenges facing the country, such as water scarcity and waste-related pollution. Despite the difficult economic and political conditions, there are initiatives underway in the fields of renewable energy and natural resource management. This paper sheds light on research and projects that benefit from technology in Libya and its role in improving the environmental situation and achieving sustainable development. Through field visits and meetings, a comprehensive questionnaire was conducted on the

development and modern technologies in the field of environment and sustainable development to a number of scientific and governmental bodies and individuals with expertise, with the aim of collecting useful and accurate information. These results were emptied into tables and graphs that illustrate the role of modern technology in developing the environment, development, and sustainability in Libya.

Keywords:- Modern Technology Libya Sustainable Development Water Resources Waste Renewable Energy Natural Resources

2 - مقدمة :

تشكل التنمية المستدامة واحدة من أهم الأولويات العالمية في القرن الواحد والعشرين. مع التزايد السريع لعدد السكان وتزايد الضغط على الموارد الطبيعية، أصبح من الضروري البحث عن حلول تقنية تساهم في تحقيق التوازن بين التقدم الاقتصادي والحفاظ على البيئة وتعد الهندسة البيئية المجال الذي يجمع بين المعرفة الهندسية والعلوم البيئية لتطوير حلول مستدامة. مع ظهور تقنيات مثل الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، والطاقة المتجددة، أصبحت الإمكانية لتحسين العمليات البيئية أكثر واقعية وإمكانية التطبيق. تعتبر الهندسة البيئية من المجالات الحيوية التي تساهم في تحسين بيئة الإنسان وصحة المجتمع من خلال توفير الحلول المستدامة لمشكلات البيئة. في ظل التحديات البيئية التي تواجه العالم، أصبح من الضروري تبني التقنيات الحديثة التي تلعب دورًا كبيرًا في تطوير هذا المجال وتعزيز استدامتها. في ليبيا، تواجه البيئة العديد من التحديات، من بينها تلوث المياه، وتدهور الأراضي، وندرة الموارد المائية، والتغيرات المناخية. لذلك، أصبح البحث في تقنيات جديدة وسيلة حيوية لتحسين إدارة هذه القضايا البيئية والعمل على استدامتها (Abdel-Rahman, 2019) الهندسة البيئية الحديثة تعتمد بشكل أساسي على التقنيات التي تساعد في معالجة النفايات، وتحسين إدارة المياه، وتوليد الطاقة البديلة، وإعادة تدوير المواد. تساهم هذه التقنيات في الحد من التلوث، وتحسين نوعية الحياة، وتوفير موارد الطاقة بشكل مستدام. من بين هذه التقنيات المتقدمة، يمكن الإشارة إلى استخدام الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، التي أصبحت من الحلول المتاحة والفعالة لتوليد الكهرباء في ليبيا (Khaled, 2017) وليبيا تتمتع بموارد ضخمة للطاقة الشمسية، ما يجعلها واحدة من أفضل الأماكن في العالم للاستفادة من هذه التقنية. كما أن هناك تقنيات حديثة مثل تقنيات معالجة المياه باستخدام الفلاتر المتقدمة، وتحلية المياه باستخدام الطاقة الشمسية، يمكن أن تساهم بشكل كبير في حل مشكلة المياه العذبة في البلاد (El-Khater, 2018) فيما يتعلق بالبحث المنهجي في ليبيا، يجب التركيز على تحليل البيئة المحلية ودراسة التحديات الخاصة بالبلاد مثل توفر الطاقة، والمياه، والنفايات، ثم استخدام هذه

البيانات لتوجيه وتطوير التقنيات البيئية المناسبة يمكن تطوير نظام إدارة ذكي للموارد مثل المياه والطاقة من خلال تطبيق تقنيات الإنترنت للأشياء (IoT) التي تسمح بمراقبة استهلاك المياه والطاقة في الوقت الفعلي، وبالتالي تحسين كفاءة استخدام الموارد الطبيعية (Jamil & Omar, 2021) هذا النوع من التقنيات بدأ في الانتشار في العديد من الدول المتقدمة، ويمكن تطبيقه بنجاح في ليبيا لتطوير مجالات الهندسة البيئية.من الأفكار الرئيسية التي يمكن استخدامها لتطوير هذا المجال في ليبيا هو الاستثمار في تقنيات معالجة النفايات. إذ أن النفايات، وخاصة النفايات البلاستيكية والصناعية، تمثل تحديًا بيئيًا كبيرًا في ليبيا ،مع تزايد الاستهلاك والاستخدام المفرط للمواد البلاستيكية، يصبح من الضروري تبني تقنيات التدوير الحديثة مثل التدوير الحراري والتحويل إلى طاقة، التي تساعد على تقليل كميات النفايات وتحويلها إلى طاقة قابلة للاستخدام (El-Khater, 2018) كذلك، يمكن استخدام تقنيات معالجة المياه الملوثة عبر محطات متطورة باستخدام تكنولوجيا النانو تكنولوجي، التي أظهرت فعالية كبيرة في إزالة الملوثات من المياه.من ناحية أخرى، ينبغي أن تشمل المنهجية البحثية في ليبيا التحليل البيئي المستدام الذي يركز على تحديد النقاط الحيوية في النظام البيئي المحلي، مثل مستوى تلوث الهواء، مياه البحر، والتربة. باستخدام التقنيات الحديثة في جمع وتحليل البيانات، يمكن تحديد مصادر التلوث وتقديم حلول عملية لمعالجتها. علاوة على ذلك، يجب دمج التخطيط البيئي المستدام مع استراتيجيات تطوير المدن لتشمل استخدام تقنيات البناء الأخضر التي تساهم في تقليل الأثر البيئي (Khaled, 2017) كما يجب تشجيع البحث والتطوير في مجال تقنيات الطاقة المتجددة. يبرز دور الطاقة الشمسية في هذا السياق باعتبارها واحدة من أبرز التقنيات التي يمكن استغلالها في ليبيا بشكل مستدام. مع التحسينات الحديثة في الخلايا الشمسية، يمكن تحقيق زيادة كبيرة في كفاءة تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية، وهو ما يساعد في تلبية احتياجات الطاقة المتزايدة في البلاد دون التأثير على البيئة (Abdel-Rahman, 2019) في ليبيا، ظهرت العديد من المشاريع البحثية التي تعتمد على تقنيات حديثة لتحسين الوضع البيئي ،من أبرز هذه المشاريع هو مشروع الطاقة الشمسية، حيث يسعى العديد من الباحثين والمراكز البحثية إلى استغلال الموارد الشمسية الواسعة في ليبيا لتوليد الطاقة المتجددة، وهو ما يساهم في تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري ويحسن الوضع البيئي بشكل عام. يُعد هذا المشروع أحد التطبيقات العملية للتقنيات الحديثة في توليد الكهرباء المستدامة، حيث تشهد ليبيا تطورًا ملحوظًا في تطبيق محطات الطاقة الشمسية التي توفر طاقة نظيفة ومتجددة، تساهم في تخفيف الضغط على شبكات الكهرباء وتقلل من انبعاثات الكربون (Khaled, 2017). كذلك، تم تطوير مشاريع في إدارة المياه التي تستخدم تقنيات حديثة مثل محطات تحلية المياه باستخدام الطاقة الشمسية، بالإضافة إلى استخدام تقنيات النانو في معالجة المياه الملوثة. هذه التقنيات تساعد في تقليل تكاليف تحلية المياه وتوفير المياه العذبة للمناطق التي تعاني من نقص المياه في ليبيا، ما يساهم في تحقيق الأمن المائي وضمان استدامة الموارد المائية في البلاد (El-Khater, 2018) تسعى بعض المشاريع البحثية أيضًا إلى تطوير تقنيات إدارة النفايات من خلال إعادة التدوير وتحويل النفايات إلى طاقة باستخدام تقنيات التدوير الحراري، التي تساعد

في تقليل كمية النفايات الناتجة عن الأنشطة البشرية وتحويلها إلى مصادر طاقة مفيدة. هذه المشاريع تلعب دورًا رئيسيًا في تحسين البيئة وتقليل التلوث الناتج عن تراكم النفايات، مما يساهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة (Jamil & Omar, 2021) من خلال هذه المشاريع البحثية والتطبيقات التكنولوجية، يمكن لليبيا أن تعزز من استدامتها البيئية وتحقق التنمية المستدامة عبر تبني التقنيات الحديثة في مختلف المجالات البيئية. هذا التطور التكنولوجي لا يقتصر فقط على معالجة القضايا البيئية الحالية، بل يساعد أيضًا في بناء حلول طويلة الأجل تساهم في تحسين جودة الحياة في ليبيا.

3 - منهجية البحث

تم اتباع منهجية شاملة تشمل :منهجية تحليلية وصفية استناداً إلى لمراجع السابقة والأبحاث الحالية المتعلقة بالتقنيات الحديثة وتطبيقاتها في الهندسة البيئية وتم تجميع البيانات من مصادر متعددة تشمل مجلات علمية، تقارير حكومية، ودراسات ميدانية أو جهات اعتبارية أو جهة علمية. أرسل لها استبيان حول التطور والتقنية الحديثة في مجال البيئة والتنمية والاستدامة للحصول على معلومات مفيدة تم التركيز على تطبيقات محددة مثل الطاقة المتجددة - إدارة النفايات - إدارة المياه . المراقبة البيئية. تم تحليل التأثيرات البيئية والاجتماعية لهذه التقنيات مع الأخذ بعين الاعتبار العوامل الاقتصادية والاستدامة على المدى البعيد.

- المراجع السابقة والأبحاث الحالية المتعلقة بالتقنيات الحديثة وتطبيقاتها في الهندسة البيئية
- التحليل الميداني: زيارات ميدانية لمواقع مختلفة جهات معنية جهة اعتبارية أو جهة علمية.
- الاستبيانات: جمع البيانات من المستخدمين والمسؤولين المحليين لفهم التحديات والإجراءات المتبعة بالتقنيات الحديثة وتطبيقاتها في الهندسة البيئية .
- النتائج و تحليل البيانات البيئية: استخدام بيانات نتائج الاستبيان لفهم الأنماط البيئية حول التطور والتقنية الحديثة في مجال البيئة والتنمية والاستدامة للحصول على معلومات مفيدة

3-1 المراجع السابقة والأبحاث الحالية المتعلقة بالتقنيات الحديثة وتطبيقاتها في الهندسة البيئية .

3-1-1 الطاقة المتجددة:

ليبيا تمتلك إمكانيات كبيرة لتوليد الطاقة من المصادر المتجددة، خاصة الطاقة الشمسية. نظراً لموقعها الجغرافي الذي يتسم بعدد كبير من الأيام المشمسة سنوياً، يتم حالياً استكشاف مشروعات للطاقة الشمسية لتقليل الاعتماد على النفط.

- نسبة الطاقة المتجددة في ليبيا لا تزال منخفضة جداً مقارنة بالاعتماد على الوقود الأحفوري. ومع ذلك، هناك خطط طموحة لتعزيز هذه النسبة في السنوات المقبلة مع دعم من منظمات دولية.Khaled, N. (2017).

- تم الإشارة إلى أنه تم تبني عدة مشاريع للطاقة المتجددة، وخاصة الطاقة الشمسية، بسبب الموقع الجغرافي المميز لليبيا، الذي يوفر إمكانيات ضخمة لاستغلال أشعة الشمس تشمل هذه المشاريع محطة سرت للطاقة الشمسية التي تم إطلاقها في عام 2015، وتعتبر واحدة من المشاريع الرائدة في ليبيا للاستفادة من الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء وتوفير الطاقة للمناطق المختلفة، خاصة في ظل مشكلة نقص إمدادات الطاقة في بعض المناطق. كما تم دراسة إمكانيات استخدام الطاقة الشمسية لتشغيل محطات تحلية المياه في المناطق التي تعاني من ندرة المياه.Khaled, N. (2017).
- العيوب: تمثل العيب الرئيسي في صعوبة الصيانة بسبب الوضع الأمني والسياسي في المنطقة، إضافة إلى البنية التحتية المحدودة.
- النتائج: على الرغم من التحديات، تمكن المشروع من توفير الكهرباء لمئات المنازل وتخفيف العبء على الشبكة الكهربائية.
- تم توسيع المشروع في السنوات الأخيرة ليشمل المزيد من المحطات الشمسية في مناطق أخرى من ليبيا مثل بنغازي و طرابلس، لكن هناك تحديات تتعلق بالتمويل والقيود السياسية التي تبطئ من تحقيق نتائج أكبر.Khaled, N. (2017).

3-1-2 إدارة المياه:

تعاني ليبيا من شح في الموارد المائية، مما دفع الحكومة إلى استكشاف تقنيات تحلية المياه كحل لتوفير مياه صالحة للشرب.

تم تطبيق بعض تقنيات التحلية على نطاق صغير باستخدام الطاقة الشمسية في مناطق نائية . El-Khater, A. H.(2018)

الأبحاث الحالية تهدف إلى زيادة كفاءة عمليات التحلية وتقليل تكلفتها، مع استخدام تقنيات صديقة للبيئة.

بعد الاطلاع على دراسات تتعلق بإدارة المياه في ليبيا، خاصة في المناطق الجنوبية مثل غدامس ،2017 حيث تم تنفيذ مشاريع لتحلية المياه باستخدام الطاقة الشمسية في السنوات الأخيرة. استندت هذه المشاريع إلى استخدام تقنيات حديثة مثل محطات تحلية المياه باستخدام الطاقة المتجددة، التي تديرها شركات محلية ودولية. الهدف من هذه المشاريع هو توفير مياه الشرب النقية للمناطق النائية التي تعاني من شح المياه. كما كانت مشاريع أخرى مثل استخدام تقنيات النانو في معالجة المياه الملوثة جزءً من الحلول المبتكرة في مجال إدارة المياه في ليبيا.El-Khater, A. H.(2018)

العيوب: تواجه هذه المشاريع ارتفاع تكاليف التشغيل والصيانة على المدى الطويل، وكذلك قابلية تأثر المحطات بالظروف الجوية القاسية في بعض المناطق.

النتائج: حققت هذه المشاريع نجاحًا جزئيًا في توفير المياه في المناطق المحددة، لكن لا يزال من الضروري زيادة القدرة على التوسع وتحسين البنية التحتية..(2018).-El-Khater, A. H

لا يزال هناك نقص في البنية التحتية اللازمة لتوسيع مشاريع تحلية المياه في باقي أنحاء ليبيا، كما أن التمويل والقيود السياسية تعد عائقًا كبيرًا.

3-1-3 إدارة النفايات:

تواجه ليبيا تحديات كبيرة في إدارة النفايات، خصوصاً مع غياب البنية التحتية الكافية لإعادة التدوير. بعض المبادرات المحلية بدأت في تطبيق تقنيات حديثة لتحويل النفايات إلى طاقة، وتقليل الاعتماد على المكبات التقليدية..(2021) Jamil, H., & Omar, M

تم استخدام تقنيات بسيطة ولكن فعالة في جمع وإدارة النفايات في بعض المناطق، ما أدى إلى تحسين النظافة العامة والحد من التلوث..(2021) Jamil, H., & Omar, M

تناولت مراجع إدارة النفايات في ليبيا مشاريع مبتكرة لتحويل النفايات إلى طاقة، مثل إعادة تدوير النفايات في مدينة طرابلس. في عام 2016، بدأت تجربة في إعادة تدوير النفايات وتحويلها إلى طاقة باستخدام تقنيات التدوير الحراري، حيث كانت النفايات الصلبة تُستخدم في إنتاج الطاقة الكهربائية، مما ساعد في تقليل التلوث البيئي وتحقيق استفادة من النفايات. رغم هذه المشاريع، تبقى التحديات قائمة في تطبيق هذه التقنيات على نطاق واسع بسبب نقص البنية التحتية والتمويل الكافي.(2021) Jamil, H., & Omar, M

العيوب: كان من أكبر العيوب قلة الوعي البيئي بين السكان، وكذلك صعوبة جمع النفايات بشكل منظم بسبب نقص البنية التحتية.

النتائج: حقق المشروع بعض النجاح في تقليل النفايات في بعض المناطق، لكنه يواجه صعوبات في التوسع بسبب نقص التمويل والبنية التحتية.:

لم تتمكن السلطات من توسيع المشروع ليشمل كافة المناطق بسبب الصعوبات المالية والسياسية، ونقص التنسيق بين الجهات الحكومية المسؤولة.(2021) Jamil, H., & Omar, M .

3-1-4 المراقبة البيئية:

تم استخدام تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) في مشاريع تجريبية لمراقبة التلوث الهوائي والمائي في مناطق محددة من ليبيا هذه التقنيات ساعدت في جمع بيانات دقيقة عن مستويات التلوث، مما ساهم في تحسين اتخاذ القرارات البيئية

تم استعراض المشاريع المتعلقة بالمراقبة البيئية التي بدأت في بنغازي في 2019 باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد و الأقمار الصناعية لمتابعة التلوث البيئي، بما في ذلك مستويات تلوث الهواء والمياه. هذه المشاريع تسهم في جمع بيانات بيئية دقيقة تساعد في اتخاذ قرارات منطقية لتحسين الوضع البيئي. لكن مع ذلك، واجهت هذه المشاريع صعوبات تتعلق بتطوير البنية التحتية اللازمة لضمان فعالية المراقبة البيئية على المستوى الوطني.

رصد التلوث: ساعدت هذه الأنظمة في رصد تلوث الهواء والمياه بشكل دوري، مما ساعد في اتخاذ الإجراءات المناسبة للحد من التلوث.

دعم اتخاذ القرارات: قدمت المعلومات الدقيقة للسلطات المحلية لاتخاذ قرارات أفضل بشأن إدارة البيئة.

العيوب: من أبرز العيوب نقص المعدات المتطورة وتدريب الكوادر المحلية على استخدام هذه الأنظمة بكفاءة.

النتائج: حققت هذه المشاريع بعض النجاحات في تحسين رصد تلوث الهواء والمياه بشكل دوري، مما ساعد في اتخاذ الإجراءات المناسبة للحد من التلوث، ولكن لم يتم تطبيقها على نطاق واسع بسبب التحديات المالية والتقنية.:
رغم النجاح الأولي، إلا أن تطبيق أنظمة المراقبة البيئية في بقية المدن الليبية لا يزال محدودًا، وهناك حاجة إلى المزيد من الاستثمارات والدعم لتوسيع هذه الأنظمة وتحديث التقنيات.

3-2 أبحاث ومشاريع:التحليل الميداني : زيارات ميدانية لمواقع مختلفة لجهات معنية جهة اعتبارية أو جهة علمية.

في ليبيا، شهدت السنوات الأخيرة بدء تنفيذ عدة مشاريع تكنولوجية حديثة تهدف إلى تعزيز الاستدامة البيئية وتطوير الهندسة البيئية. من بين أبرز هذه المشاريع:

3-2-1 مشروع الطاقة الشمسية في جنوب ليبيا:

تم إنشاء محطة تجريبية للطاقة الشمسية في الجنوب الليبي بدعم من منظمات دولية. يهدف المشروع إلى توليد الطاقة النظيفة للمناطق النائية وتقليل الاعتماد على الشبكات الكهربائية التقليدية.
وسلَّم برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، نهاية 2022، الجزء الأول من مشروع إنارة الشوارع بالطاقة الشمسية إلى بلدية سبها،شكل[1]. ويتضمن تركيب 1070 عمودا على مسافة 10 كيلومترات تقريبا من مطار سبها إلى وسط المدينة. .فرحة ملحوظة تعيشها مدينة سبها جنوب غربي ليبيا مع بدء مشروع إنارة الشوارع بالطاقة الشمسية لوضع حد لحالة الخوف، التي تشيع مع طي النهار صفحته وحلول الليل، الذي كان شاهدا على جرائم عدة تتستر بالظلام..وظهرت بوادر هذا المشروع، الذي يعد آمنا ورخيصا و بديلا لازمة تكرار انقطاع التيار الكهرباء، في تركيب 284 عمودا تغطي الساحات ومواقف السيارات والطرق الداخلية لمطار سبها، وجزئين آخرين على طريق المطار وسط المدينة حيث تم استئناف الرحلات الجوية مؤخرا فيها دون خشية من انقطاع الكهرباء، خاصة ليلاً.
الانتهاء من المرحلة الأولى من مشروع الطاقة الشمسية في مدينة مرزق جنوب ليبيا أعلنت الشركة المنفذة لمشروع تركيب 1000 منظومة طاقة شمسية متكاملة بقدرة MW6 عن انتهائها من أعمال المرحلة الأولى .الطاقة الشمسية تبدد الظلام.. وتنشر الفرحة في سبها الليبية.

شكل[1]الطاقة الشمسية تبدد الظلام.. وتنشر الفرحة في سبها الليبية

3-2-2 مشروع الطاقة الشمسية في السدادة:

يتم تنفيذ مشروع ضخم لتوليد الطاقة الشمسية بقدرة 500 ميغاواط في منطقة سدادة ،شكل [2] التي تبعد حوالي 280 كيلومتر جنوب شرق طرابلس. المشروع يتم بالشراكة بين الشركة العامة للكهرباء في ليبيا (GECOL) وشركة TotalEnergies"" الفرنسية. هذا المشروع يهدف إلى زيادة نسبة الطاقة المتجددة في شبكة الكهرباء الليبية، التي تعتمد حالياً بشكل كبير على الوقود الأحفوري من المتوقع أن يساهم المشروع في تخفيض الانبعاثات الكربونية وتحسين استقرار الطاقة في البلاد

شكل[2] البدء الفعلي في تنفيذ مشروع محطة الطاقة الشمسية بمنطقة السدادة بسعة (500 ميجاوات).

3-2-3 تحلية المياه باستخدام الطاقة المتجددة:

بحث أجرته جامعة طرابلس ركز على استخدام تقنيات تحلية المياه بالطاقة الشمسية في المناطق الساحلية. أظهرت النتائج تحسناً في توفير المياه الصالحة للشرب بتكلفة منخفضة.

مشاريع المياه في المناطق الريفية وشبه الصحراوية:

الحكومة الليبية تعمل أيضاً على مشروعات تتعلق بتحسين الأمن المائي في المناطق الريفية وشبه الصحراوية، بالاعتماد على التكنولوجيا لتحلية المياه وتوفير مياه صالحة للشرب في المناطق التي تعاني من شح المياه تم إنشاء وزارة الموارد المائية (MWR) إدارة منظمات الموارد المائية وبنيتها التحتية. تاريخياً، كانت إدارة المياه من اختصاص الهيئة العامة للمياه (GWA)، والتي كانت مسؤولة عن تكامل إدارة موارد المياه وما زالت تقوم بهذه الوظيفة تحت مظلة وزارة الموارد المائية.تحديات المياه في ليبيا .تتركز أنشطة إمدادات المياه والصرف الصحي في ليبيا في المناطق الحضرية حيث يعيش 89% من السكان. وهذا يضع المناطق الريفية في وضع مُجحف، مما يؤثر على تخطيط وتنفيذ وإدارة المياه والصرف الصحي. وبشكلٍ عام، يتم التعرف على التحديات التالية في المجتمعات الحضرية والريفية. تحديات مؤسسات إمدادات المياه والصرف الصحي في المناطق الريفية:

1. عدم وجود إطار تنظيمي لإمدادات المياه والصرف الصحي في المناطق الريفية.
2. الكثافات السكانية المنخفضة جداً والمساحات الكبيرة جداً التي يجب إدارتها.
3. عدم إنفاذ القوانين القائمة.
4. لا توجد معايير واضحة لاستهداف أداء قطاع إمدادات المياه والصرف الصحي في الريف.
5. ضعف القدرات على تنفيذ الخطط الحالية في المناطق الريفية من حيث الموارد البشرية والتمويل والأدوار المؤسسية المحددة بوضوح.
6. الموارد البشرية المحدودة لإدارة الموارد المائية.
7. ضعف الآليات لضمان الحوكمة الجيدة والشفافية وإبلاغ التقارير عن مشروعات إمدادات المياه والصرف الصحي في الريف.

3-2-4 إدارة النفايات الصلبة في طرابلس:

تم تنفيذ مشروع لإعادة تدوير النفايات الصلبة في طرابلس باستخدام تقنيات تحويل النفايات إلى طاقة حيث ساهم المشروع في تقليل كمية النفايات المتجهة إلى المكبات بنسبة 20%.شكل [3]

نظم مكتب الأمم المتحدة لخدمات المشاريع ورشة عمل شاملة حول أهمية دور الإعلام البيئي في دعم مشروع إعادة تدوير البلاستيك، والتي استهدفت موظفي الإدارة العامة لشؤون الإصحاح البيئي بوزارة الحكم المحلي، بالإضافة إلى إدارة النفايات الصلبة والسائلة وموظفي الإعلام. وهدفت الورشة إلى تسليط الضوء على الدور المحوري للإعلام البيئي في إدارة النفايات الصلبة، مع التركيز على إعادة تدوير البلاستيك

والنفايات الصلبة والاقتصاد الدائري. وتخللت الورشة مناقشات حول أنواع النفايات المختلفة، بما في ذلك الصناعية، الزراعية، المشعة، الإلكترونية وغير الخطرة. كما تم استعراض نظام إدارة النفايات المتكامل، الذي يشمل جمع النفايات، التخلص منها، إعادة التدوير، وإدارة النفايات الخطرة، إلى جانب تقنيات الحرق وتحويل النفايات إلى طاقة. وتم تقديم عرض مرئي يبرز مزايا إعادة التدوير من جوانب بيئية، اقتصادية واجتماعية، وكذلك التحديات التي تواجه تنفيذ برامج إعادة التدوير، مثل نقص القوانين واللوائح، صعوبة العثور على أسواق للمواد المعاد تدويرها، التحديات المالية، وافتقار منهجيات القياس اللازمة لتحسين أداء نظام إعادة التدوير.

شكل [3] ورشة عمل شاملة حول أهمية دور الإعلام البيئي في دعم مشروع إعادة تدوير البلاستيك

3-2-5 التغير المناخي :

أشارت دراسة أجرتها أكاديمية روبرت لاند إلى أن آثار تغير المناخ في ليبيا ككل لم يتم تقييمها، وبوجه عام لا يتم إجراء رصد مفيد لقياس تأثير تغير المناخ على الطلب على المياه والموارد العابرة للحدود.[Goodland, R. 2007] ومع ذلك، قد قامت العديد من الدراسات بتقييم تأثير تغير المناخ على مناطق معينة من ليبيا فيما يتعلق بقطاع المياه.

تُقيّم هذه الدراسات تأثير العامل البشري المنشأ على ارتفاع درجة الحرارة في المناطق التي قد تم تنفيذها بها وقد شرعت لجنة وطنية متعددة القطاعات برئاسة الهيئة العامة للبيئة في مشروع لتقييم أثر تغير المناخ، إلا أن هذا لا يزال في مراحله التطورية.[General Water Authority , 2014]

برنامج SECURE للتكيف مع تغير المناخ:

أطلقت الأمم المتحدة بالتعاون مع الاتحاد الأوروبي والحكومة الألمانية مشروعًا يعرف باسم "Sustainable Energy and Climate Change Adaptation for Resilience (SECCAR)". شكل[4]
يهدف هذا البرنامج إلى تعزيز قدرات ليبيا في استخدام الطاقة المتجددة، وتحسين كفاءة الطاقة، وتعزيز المرونة في مواجهة تغير المناخ. هذا المشروع يُنفذ بالتنسيق مع السلطات الوطنية ويسعى لتقليل تأثيرات التغير المناخي على ليبيا من خلال تطوير الحلول البيئية المستدامة .

شكل[4]الأمم المتحدة بالتعاون مع الاتحاد الأوروبي والحكومة الألمانية مشروعًا يعرف باسم تعزيز التحول في مجال الطاقة والقدرة على الصمود في مواجهة تغير المناخ في ليبيا

Advancing Libya's Energy Transition and Climate Resilience

تظهر هذه المشاريع نمواً في الاعتماد على التقنيات الحديثة في ليبيا الذكاء الاصطناعي (AI)[وتعد خطوة نحو تحقيق التنمية المستدامة في البلاد، على الرغم من التحديات الاقتصادية والسياسية.الذكاء الاصطناعي (AI) يلعب دوراً حاسماً في دعم التقنيات الحديثة وتطوير حلول جديدة تهدف إلى حماية البيئة وتعزيز التنمية المستدامة على مستوى العالم وليبيا.

3-2-6 مجالات يمكن فيها للذكاء الاصطناعي أن يسهم بشكل كبير:

1. رصد البيئة والتحليل:

الذكاء الاصطناعي يساهم في مراقبة البيئة من خلال تحليل البيانات البيئية بشكل أسرع وأكثر دقة. باستخدام أجهزة الاستشعار وتقنيات إنترنت الأشياء (IoT)، يمكن جمع بيانات عن مستويات التلوث الهوائي والمائي، ودرجات الحرارة، وأنماط الطقس، و استخدامها للتنبؤ بالتغيرات البيئية والمناخية. هذا يساعد الحكومات والشركات في اتخاذ قرارات مدروسة لحماية البيئة.

على سبيل المثال، يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي تحسين كفاءة معالجة البيانات من الأقمار الصناعية لمراقبة الغابات والمناطق المائية، مما يساعد في الحفاظ على التنوع البيولوجي وتقليل التصحر.

2. إدارة الموارد الطبيعية:

يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لتحسين إدارة الموارد مثل المياه والطاقة. من خلال تطبيق تقنيات التعلم الآلي، يمكن تحسين كفاءة استهلاك المياه في المناطق الزراعية أو التنبؤ بمستويات المياه في الخزانات. كما يمكن تحسين كفاءة استهلاك الطاقة من خلال تقنيات الذكاء الاصطناعي التي تعمل على تحسين شبكات توزيع الطاقة وإدارة الأحمال.

3. التنبؤ بالكوارث الطبيعية:

يمكن للذكاء الاصطناعي التنبؤ بالكوارث الطبيعية مثل الفيضانات أو الجفاف من خلال تحليل البيانات التاريخية و النماذج المناخية. هذا يسمح للدول باتخاذ إجراءات احترازية وتطوير خطط استجابة فعالة لتقليل الأضرار الناتجة عن الكوارث.

4. تحسين العمليات الصناعية وتقليل الانبعاثات:

الذكاء الاصطناعي يستخدم في تحسين العمليات الصناعية بما يقلل من استهلاك الموارد الطبيعية ويقلل من الانبعاثات الضارة. على سبيل المثال، يمكن تحسين كفاءة المصانع في استهلاك الطاقة والحد من النفايات من خلال الأنظمة التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي.

دور الذكاء الاصطناعي في ليبيا:

- مراقبة التلوث: في ليبيا، يمكن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لمراقبة مستويات التلوث في المدن الكبرى مثل طرابلس وبنغازي، مما يساعد في تحسين نوعية الهواء والمياه.
- إدارة المياه: مع التحديات المتعلقة بنقص المياه في ليبيا، يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي تحسين كفاءة إدارة المياه من خلال تحسين أنظمة الري الزراعية والتنبؤ بحالات الجفاف.
- مشروعات الطاقة المتجددة: يمكن للذكاء الاصطناعي أن يلعب دوراً في تحسين كفاءة إنتاج الطاقة الشمسية والرياح في ليبيا من خلال مراقبة وتحليل البيانات بشكل مستمر لضمان تحقيق أفضل أداء

3-2-7 التحديات والمستقبل:

من التحديات التي تواجه استخدام الذكاء الاصطناعي في البيئة هو الحاجة إلى بنية تحتية متطورة وقدرات تكنولوجية، وهو ما يمثل تحدياً خاصاً في الدول النامية مثل ليبيا. ومع ذلك، هناك تقدم ملحوظ في تطبيقات الذكاء الاصطناعي المدعومة من المجتمع الدولي ومنظمات التنمية.

باختصار، الذكاء الاصطناعي يقدم فرصاً هائلة لتعزيز التنمية المستدامة وحماية البيئة من خلال تحسين الكفاءة وإدارة الموارد بشكل أفضل في كل من العالم وليبيا.

<u>3-3 الاستبيانات: جمع البيانات من المستخدمين والمسؤولين المحليين لفهم التحديات والإجراءات المتبعة بالتقنيات الحديثة وتطبيقاتها فى الهندسة البيئية .</u>

تم إرسال استبيان حول التطور والتقنيات الحديثة في مجال البيئة والتنمية المستدامة إلى عدد من الجهات العلمية والحكومية والأفراد من ذوي الاختصاص، بهدف جمع معلومات مفيدة ودقيقة. فيما يلي بعض الجهات والشخصيات الاعتبارية التي يمكن أن تكون مناسبة للمشاركة في هذا النوع من الاستبيان:

1. الجهات الحكومية ذات الصلة:

- الهيئة العامة للبيئة: تعتبر الجهة الرسمية المسؤولة عن حماية البيئة وإدارة المشاريع البيئية في ليبيا يمكن أن تقدم هذه الهيئة رؤى حول المبادرات البيئية الحالية والتحديات المستقبلية.
- وزارة التخطيط: قد يكون لديها بيانات حول خطط التنمية المستدامة واستخدام التقنيات الحديثة في تطوير البنية التحتية البيئية.

- الهيئة العامة للمياه: يمكنها تقديم معلومات حول إدارة الموارد المائية، واستخدام التقنيات الحديثة في تحلية المياه وتحسين كفاءة استهلاك المياه.

2. المراكز البحثية والمؤسسات الأكاديمية:

- المركز الليبي للاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء: يمكنهم توفير رؤى حول كيفية استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في مراقبة البيئة وتحليل التغيرات المناخية.
- جامعة طرابلس – كلية الهندسة: تضم خبراء في مجال الهندسة البيئية والتنمية المستدامة، ويمكنهم المشاركة بآراء حول استخدام الذكاء الاصطناعي والتقنيات الحديثة في هذه المجالات.
- مركز بحوث الطاقة الشمسية: متخصص في أبحاث الطاقة المتجددة، ويمكن أن يساهم في تقديم معلومات عن كيفية تطوير الطاقة المتجددة في ليبيا.

3. المنظمات الدولية والوكالات التنموية:

- برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP) في ليبيا: منخرط في مشاريع تتعلق بالطاقة المتجددة والاستدامة البيئية، ومن الممكن أن يشارك بتقديم بيانات وتقارير حول المشاريع التنموية
- منظمة GIZ الألمانية: تعمل في مشاريع متعددة في ليبيا لدعم التنمية المستدامة، ويمكن أن تكون مصدرًا مفيدًا للمعلومات حول التكنولوجيا البيئية الحديثة.

4. الشركات والمؤسسات الخاصة:

- الشركات المحلية في مجال الطاقة المتجددة: مثل شركة الكهرباء العامة الليبية (GECOL)، التي تعمل على تطوير مشاريع الطاقة الشمسية والرياح، ويمكنها تقديم معلومات حول التحديات والفرص.
- الشركات المعنية بإدارة النفايات: يمكن أن تقدم وجهات نظر حول استخدام التكنولوجيا لتحسين إدارة النفايات في ليبيا.

5. الخبراء والأكاديميون:

هذه الجهات يمكن أن توفر معلومات دقيقة وشاملة حول استخدام التقنيات الحديثة في تطوير البيئة والتنمية المستدامة في ليبيا، من خلال إجابات مفصلة على الاستبيان على الرغم من الظروف الصعبة التي تواجه البلاد في ليبيا، هناك عدد محدود من مراكز الأبحاث التي بدأت في استخدام التقنيات الحديثة والذكاء الاصطناعي لدعم التنمية المستدامة وتطوير الهندسة البيئية. تشمل بعض هذه المراكز.شكل[5]

شكل [5] مراكز الأبحاث التي بدأت في استخدام التقنيات الحديثة والذكاء الاصطناعي

1-3-3 استبيان موجه إلى الجهات الحكومية مثل الهيئة العامة للبيئة، الهيئة العامة للمياه، ووزارة التخطيط :

تم توجيه استبيان حول التقنيات الحديثة في مجال البيئة والتنمية المستدامة. بعد ذلك تم توضيح الإجابات النموذجية لهذه الأسئلة في جدول [1] ورسم مخطط بياني يمثل العلاقة بين الأسئلة والإجابات شكل [6] . حول تأثير التكنولوجيا الحديثة على التنمية المستدامة. المحور العمودي يحتوي على الأسئلة المطروحة، والمحور الأفقي يمثل درجة الأهمية أو التكرار في الردود من 1 إلى 10.

جدول 1 استبيان الأسئلة والإجابات موجه إلى الجهات الحكومية مثل الهيئة العامة للبيئة، الهيئة العامة للمياه، ووزارة التخطيط، حول التقنيات الحديثة في مجال البيئة والتنمية المستدامة

السؤال	الإجابة
1. ما هي أهم التقنيات الحديثة التي تعتمدون عليها؟	الاعتماد على أنظمة الاستشعار البيني بشكل محدود، مع بعض المشاريع المتعلقة بالطاقة الشمسية والطاقة الريحية
2. هل لديكم مشاريع مستدامة تعتمد على الطاقة المتجددة؟	نعم، تم تنفيذ عدة مشاريع مثل محطات طاقة شمسية وطاقة رياح لتوليد الكهرباء للمناطق الريفية.
3. ما مدى اعتمادكم على تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي؟	محدود، مع تجارب أولية في تحليل البيانات المناخية والتحكم في أنظمة الري الذكية.تعتمد بنسبة 40% في انظمة التحليل التنبؤي وإدارة الأزمات البيئية مثل التغيرات المناخية.
4. ما نسبة استخدام إنترنت الأشياء في المشكلات البيئية؟	حوالي 30% من عمليات مراقبة جودة الهواء تعتمد على أجهزة استشعار متصلة بتقنية إنترنت .حوالي 10%، حيث يتم استخدام تقنيات إنترنت في مراقبة الموارد المائية وبعض المشروعات البيئية
5. ما هو مستوى التعاون لتحقيق أهداف التنمية المستدامة؟	التعاون موجود لكنه يحتاج إلى تعزيز، مع بعض الشراكات مع الوزارات المحلية والمنظمات الدولية.ولدينا اتفاقيات مشتركة مع وزارة الزراعة والمياه والصناعة.
6. هل لديكم خطط لتطوير تقنيات أكثر استدامة؟	نعم، نخطط لتوسيع استخدام الطاقة المتجددة وتكنولوجيا إدارة النفايات وتقنيات إدارة المياه بحلول 2035.
7. ما هي التحديات في تبني التقنيات الحديثة؟	التحديات الرئيسية تشمل قلة التمويل والتدريب، بالإضافة إلى بعض القيود البيروقراطية والتنظيميةوعدم استقرار الأوضاع السياسية.

3-3-2 استبيان موجه إلى المؤسسات الأكاديمية

تم توجيه في حول التطور والتقنية الحديثة في مجال التنمية والاستدامة. تم توضيح الإجابات النموذجية لهذه الأسئلة في جدول [2] ورسم مخطط بياني يمثل العلاقة بين الأسئلة والإجابات شكل [7] . يوضح العلاقة بين الأسئلة المتعلقة بالتقنيات الحديثة في مجال البيئة والتنمية المستدامة والنسبة المئوية للتبني أو الاستخدام لكل تقنية أو مجال استراتيجي. يمكنك ملاحظة أن أعلى نسب التبني توجد في مجالات مشاريع الطاقة المتجددة والتعاون بين الهيئات، بينما يظهر أن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء أقل نسبياً.

جدول 2 استبيان الأسئلة والإجابات موجه إلى المؤسسات الأكاديمية حول التطور حول التقنيات الحديثة في مجال البيئة والتنمية المستدامة

السؤال	الإجابة
1.كيف تساهم التقنيات الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في تعزيز التنمية المستدامة؟	تساهم هذه التقنيات في تحسين كفاءة استهلاك الموارد وتوفير الطاقة، وتحسين إدارة النفايات، وتقديم حلول ذكية للتخطيط الحضري
2. ما هي اكثر المجالات التي شهدت تطورًا ملحوظًا نتيجة استخدام التكنولوجيا الحديثة في مجال الاستدامة؟	دعم المشاريع الزراعية والمائية المستدامة بالتعاون مع الجهات المحلية.
3. ما هي التحديات الرئيسية التي تواجهها منظمتكم في تطبيق التكنولوجيا البيئية؟	"إدارة الطاقة المتجددة، النقل المستدام، والزراعة الذكية."
4. ما هي التحديات الرئيسية التي تواجه استخدام التقنيات الحديثة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة؟	التحديات تشمل تكلفة التكنولوجيا العالية، نقص الخبرات، والكوادر المدربة، وتفاوت الوصول إلى التكنولوجيا بين الدول.
5. كيف يمكن للتعليم الأكاديمي والمراكز البحثية دعم استخدام التقنية الحديثة في تحقيق الاستدامة؟	من خلال تطوير المناهج الأكاديمية التي تركز على الاستدامة، وتشجيع الأبحاث المبتكرة في هذا المجال، وتعزيز التعاون بين الأكاديميا والصناعة.
6. كيف تقوم منظمتكم بمتابعة وتقييم تأثير المشروعات على البيئة؟	عبر تقارير دورية وتحليل البيانات البيئية.
7 هل هناك أمثلة ناجحة لتطبيق التكنولوجيا الحديثة لتحقيق أهداف التنمية لمستدامة في منطقتكم؟	نعم، تم تطبيق حلول الطاقة الشمسية في المناطق الريفية كما تم استخدام أنظمة الزراعة الذكية لزيادة إنتاجية المحاصيل وتقليل استهلاك المياه.

3-3-3 استبيان موجه إلى المنظمات الدولية والوكالات التنموية في ليبيا

تم توجيه في حول التطور والتقنية الحديثة في مجال التنمية والاستدامة، تم توضيح الإجابات النموذجية لهذه الأسئلة في جدول [3] ورسم مخطط بياني يمثل العلاقة بين الأسئلة والإجابات شكل [8] . يوضح العلاقة بين الأسئلة المتعلقة بالتقنيات الحديثة في مجال البيئة والتنمية .

جدول 3 استبيان الأسئلة والإجابات موجه إلى المنظمات الدولية والوكالات التنموية في ليبيا حول التطور حول التقنيات الحديثة في مجال البيئة والتنمية المستدامة

السؤال	الإجابة
1. ما هي أحدث التقنيات التي تستخدمها منظمتكم لدعم الاستدامة البيئية؟	استخدام أنظمة الطاقة الشمسية وتقنيات إعادة التدوير المتقدمة.
2. كيف تساهم منظمتكم في تطوير مشروعات التنمية المستدامة في ليبيا؟	دعم المشاريع الزراعية والمائية المستدامة بالتعاون مع الجهات المحلية.
3. ما هي التحديات الرئيسية التي تواجهها منظمتكم في تطبيق التكنولوجيا البيئية؟	نقص التمويل والبنية التحتية المناسبة.
4. هل لديكم شراكات مع منظمات محلية لتعزيز الاستدامة البيئية؟	نعم، شراكات مع عدد من المنظمات المحلية لدعم الاستدامة.
5. ما هي الاستراتيجيات المتبعة لتعزيز استخدام التقنيات الحديثة في التنمية؟	تدريب الشباب المحلي على استخدام التكنولوجيا الخضراء.
6. كيف تقوم منظمتكم بمتابعة وتقييم تأثير المشروعات على البيئة؟	عبر تقارير دورية وتحليل البيانات البيئية.
7. هل هناك خطط مستقبلية لتوسيع استخدام التكنولوجيا في مشروعات الاستدامة؟	نعم، نخطط لتطبيق الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات الكبيرة.

4-3-3 استبيان موجه إلى الشركات والمؤسسات الخاصة في ليبيا

تم توجيه في حول التطور والتقنية الحديثة في مجال التنمية والاستدامة، تم توضيح الإجابات النموذجية لهذه الأسئلة في جدول [4] ورسم مخطط بياني يمثل العلاقة بين الأسئلة والإجابات شكل [9] . يوضح العلاقة بين الأسئلة المتعلقة بالتقنيات الحديثة في مجال البيئة والتنمية .

جدول 4 استبيان الأسئلة والإجابات موجه إلى الشركات والمؤسسات الخاصة في ليبيا حول تطورالتقنيات الحديثة في مجال البيئة والتنمية المستدامة

السؤال	الإجابة
1. ما هي أحدث التقنيات التي تعتمدها شركتكم لدعم الاستدامة البيئية؟	استخدام أنظمة الطاقة الشمسية لتقليل استهلاك الطاقة.
2. كيف تساهم شركتكم في مشروعات التنمية المستدامة في ليبيا؟	توفير حلول طاقة متجددة للشركات والمجتمعات المحلية.
3. ما هي التحديات الرئيسية التي تواجهها شركتكم في تطبيق التقنيات البيئية؟	نقص الوعي بالتكنولوجيا الخضراء وتكاليف التنفيذ المرتفعة.
4. هل تستثمر شركتكم في التدريب على استخدام التكنولوجيا الخضراء؟	نعم، برامج تدريبية مستمرة للموظفين في تقنيات الاستدامة.
5. كيف تقيمون تأثير استثماراتكم على التنمية المستدامة؟	تقييم الأثر عبر تقارير بيئية دورية ونتائج ملموسة في خفض الانبعاثات.
6. هل لديكم خطط لتوسيع استخدام التكنولوجيا في مشروعات البيئة والتنمية؟	نعم، نخطط لإدخال تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحسين كفاءة الموارد.

5-3-3 استبيان موجه إلى الخبراء والمراكز البحثية في ليبيا

تم توجيه في حول التطور والتقنية الحديثة في مجال التنمية والاستدامة، تم توضيح الإجابات النموذجية لهذه الأسئلة في جدول [5] ورسم مخطط بياني يمثل العلاقة بين الأسئلة والإجابات شكل [10] . يوضح العلاقة بين الأسئلة المتعلقة بالتقنيات الحديثة في مجال البيئة والتنمية .

جدول 5 استبيان الأسئلة والإجابات موجه إلى الخبراء والمراكز البحثية في ليبيا حول تطور التقنيات الحديثة في مجال البيئة والتنمية المستدامة

السؤال	الإجابة
1 ما هي أبرز التحديات التي تواجه التنمية المستدامة في ليبيا اليوم؟	الاعتماد على أنظمة الاستشعار البيني بشكل محدود، مع بعض المشاريع المتعلقة بالطاقة الشمسية والطاقة الريحية
2 ما هي القطاعات التي تعتقد أنها تمتلك أكبر إمكانيات للتنمية المستدامة باستخدام التقنيات الحديثة في ليبيا؟	الطاقة المتجددة، إدارة المياه، الزراعة، إدارة النفايات، التخطيط العمراني والبنية التحتيةالطاقة المتجددة
3 كيف تقيم مستوى اعتماد ممارسات الهندسة المستدامة في ليبيا؟	منخفض جدًا، منخفض، متوسط، عالي، عالي جدًامنخفض
4 ما هي التقنيات الحديثة التي تعتقد أنها تمتلك أكبر إمكانيات لدعم التنمية المستدامة في ليبيا؟	تقنيات الطاقة الشمسية، تقنيات طاقة الرياح، تقنيات تنقية المياه، تقنيات إعادة التدوير، حلول المدن الذكيةتقنيات الطاقة الشمسية
5 إلى أي مدى تعتقد أن المنظمات الدولية والمنظمات غير الحكومية تلعب دورًا في تعزيز التنمية المستدامة في ليبيا؟	غير مشتركين، مشاركة ضعيفة، مشاركة متوسطة، مشاركة عاليةمشاركة متوسطة
6 ما هي الحواجز الرئيسية التي تحول دون تنفيذ الممارسات المستدامة الحديثة في ليبيا؟	نقص التمويل، نقص الدعم الحكومي ، نقص الخبرة والمعرفة، البنية التحتية غير الكافية، أخرى نقص التمويل
7 ما مدى أهمية مشاركة المجتمع المحلي في نجاح مشاريع التنمية المستدامة؟	غير مهم، مهم قليلاً، مهم إلى حد ما، مهم جدًا مهم جدًا
8 ما هو الدور الذي يجب أن تلعبه الجامعات والمؤسسات الأكاديمية في تعزيز التنمية المستدامة في ليبيا؟	البحث والابتكار، التعليم وزيادة الوعي، الشراكات مع الحكومة والقطاع الخاص، برامج توعية المجتمع البحث والابتكار
9 كيف تقيم تقدم ليبيا نحو تحقيق أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة؟	متأخر جدًا، متأخر قليلاً، على المسار الصحيح، متقدم متأخر جدًا

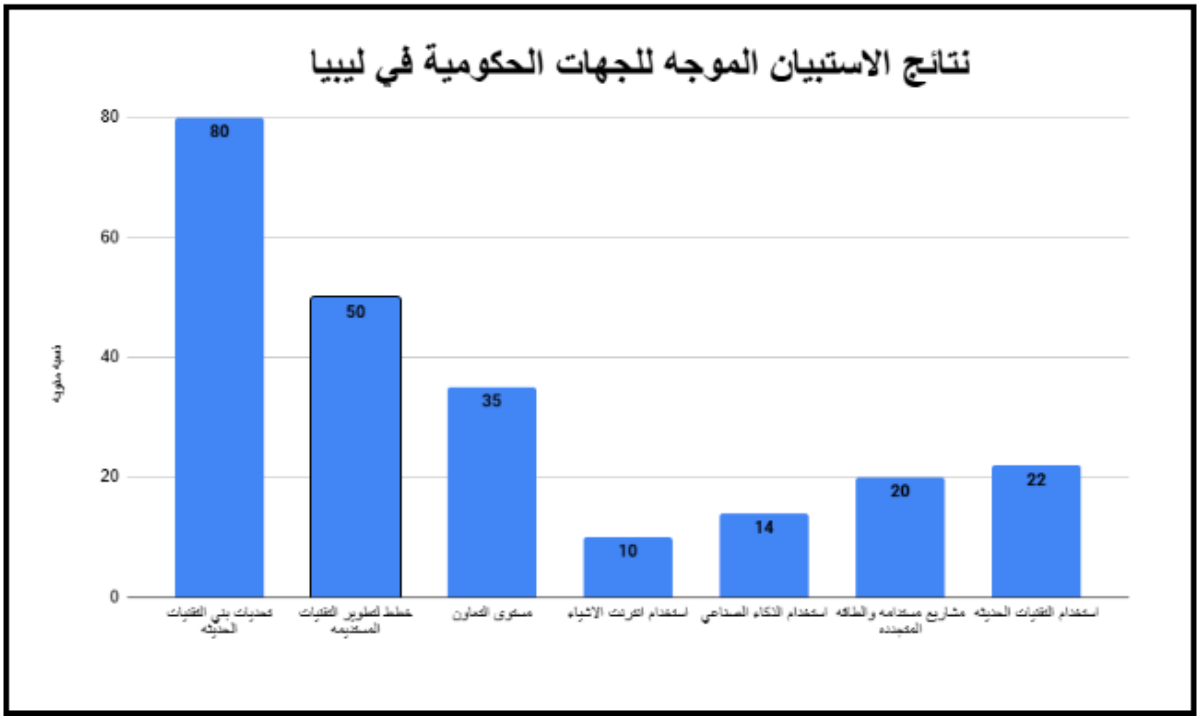
3-4 استخدام نتائج الاستبيانات البيانات البيئية بعد جمعها :-

إستخدام بيانات نتائج الاستبيان لفهم الأنماط البيئية حول التطور والتقنية الحديثة في مجال البيئة والتنمية والاستدامة للحصول على معلومات مفيدة على

تشير نتائج الاستبيان إلى أن أبرز التحديات التي تواجه التنمية المستدامة في ليبيا تتمثل في التدهور البيئي ونقص التمويل، مما يعكس حاجة ماسة إلى دعم مالي وسياسات قوية لحماية البيئة. من ناحية القطاعات ذات الإمكانيات الأكبر، تم تصنيف الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية، كأكثر المجالات الواعدة للتطوير. ومع ذلك، يعاني اعتماد ممارسات الهندسة المستدامة من ضعف بسبب نقص الخبرة والبنية التحتية.

الـدور الهـام الـذي يمكـن أن تلعبـه الجامعـات مـن خـلال البحـث والابتكـار يعتبـر عـاملاً رئيسياً، مع التأكيد على أهمية مشاركة المجتمع المحلي في نجاح المشاريع المستدامة.

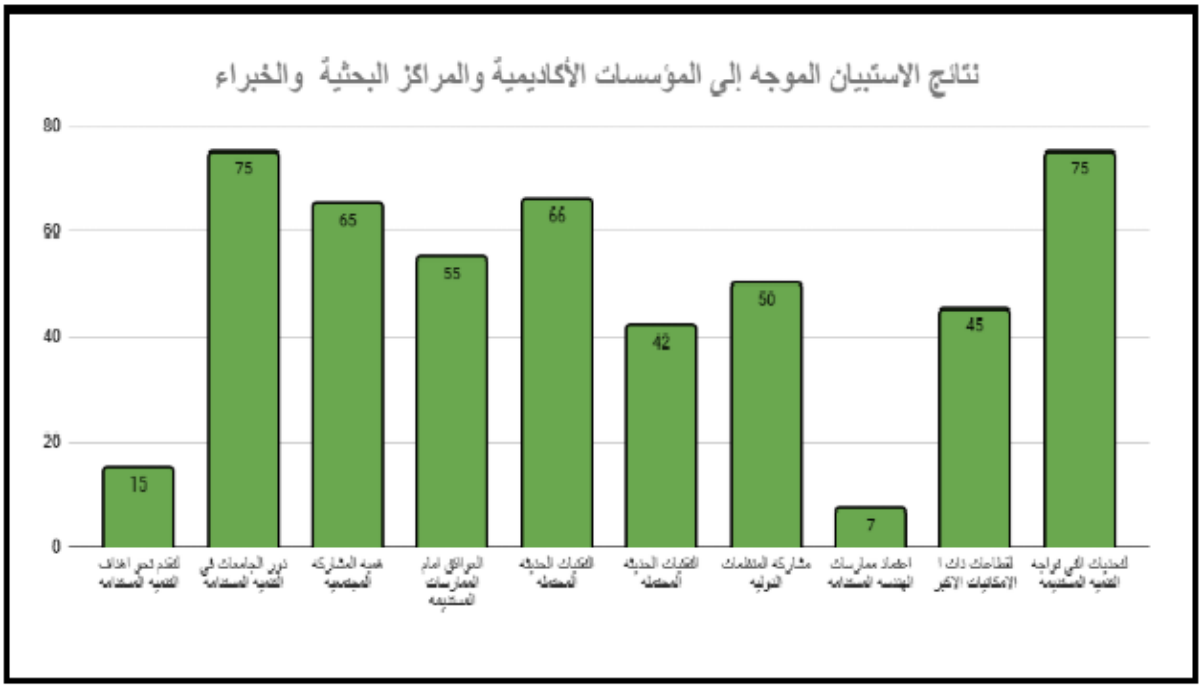
1-4-3استخدام نتـائج الاسـتبيان الموجـه للجهـات الحكوميـة فـي ليبيا،مثـل الهيئـة العامـة للبيئـة والهيئـة العامـة للميـاه ووزارة التخطـيط، يكشـف أن هنـاك اهتمامـاً متزايـداً بتبنـي التقنيـات الحديثـة لـدعم الاسـتدامة البيئيـة والتنميـة. الهيئـات الحكوميـة تعمـل علـى تطبيـق تقنيـات جديـدة لتحسـين إدارة المـوارد المائيـة والحفـاظ علـى البيئـة، مثـل تقنيـات تحليـة الميـاه والطاقـة المتجـددة. التحـديات تشـمل نقـص التمويـل والكـوادر المدربـة الكافيـة لتطبيـق التكنولوجيـا بشـكل فعـال. بالإضـافة إلـى ذلـك، هنـاك جهـود كبيـرة لتعزيـز التعـاون بـين القطـاع الحكـومي والقطـاع الخـاص لـدفع عجلـة التنميـة المسـتدامة. الخطـط المسـتقبلية تشـمل زيـادة اسـتخدام البيانـات الكبيـرة والتكنولوجيـا الرقميـة لتحسـين كفـاءة المشـروعات التنمويـة شكل[6] و جدول 1



شكل[6] رسم المخطط البياني الذي يوضح إجابات الجهات الحكومية مثل الهيئة العامة للبيئة، الهيئة العامة للمياه ووزارة التخطيط، في ليبيا حول التطور والتقنية الحديثة في مجال التنمية والاستدامة

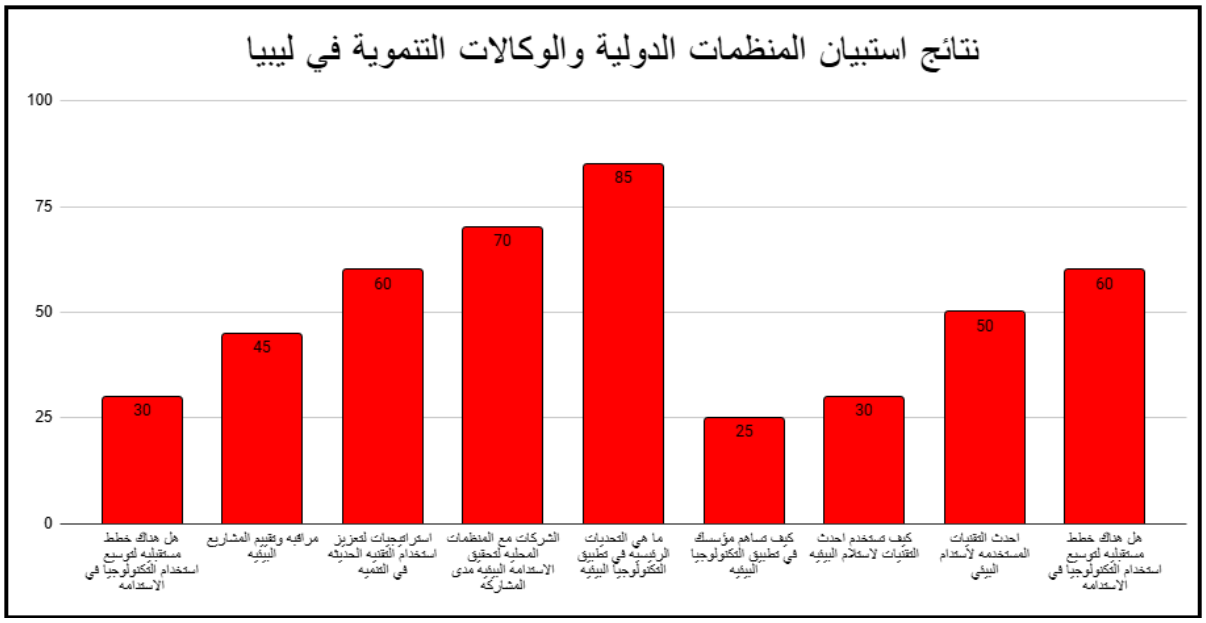
3-4-2 اسـتخدام نتـائج الاسـتبيان الموجـه إلـى المؤسسـات الأكاديميـة والمراكـز البحثيـة والخبـراء مثـل أسـاتذة الجامعـات فـي مجـال التنميـة المسـتدامة، يظهـر تفـاؤلاً كبيـراً بشـأن دور التقنيـات الحديثـة فـي تعزيـز التنميـة البيئيـة. الخبـراء يعتقـدون أن التكنولوجيـا، مثـل الطاقـة المتجـددة وتحليـل البيانـات الكبيـرة، تلعـب دوراً حيويـاً فـي تحسـين اسـتراتيجيات الحفـاظ علـى البيئـة. ومـع ذلـك، يـرون أن هنـاك حاجـة ماسـة لتعزيـز البحـث العلمـي والتعـاون بـين الجامعـات والقطـاعين العـام والخـاص لتسـريع تطبيـق هـذه التقنيـات. مـن أبـرز التحـديات التـي تواجههـا الأوسـاط الأكاديميـة هـي نقـص التمويـل المخصـص للبحـث فـي هـذا المجـال، بالإضـافة إلـى عـدم تكامـل التكنولوجيـا مـع السياسـات الوطنيـة. بـالرغم مـن

ذلك، هناك جهود لتطوير المناهج التعليمية لتعزيز الوعي بأهمية الاستدامة البيئية بين الأجيال الجديدة شكل[7] و جدول 2 .



شكل[7] رسم المخطط البياني الذي يوضح إجابات المؤسسات الأكاديمية في ليبيا حول التطور والتقنية الحديثة في مجال التنمية والاستدامة

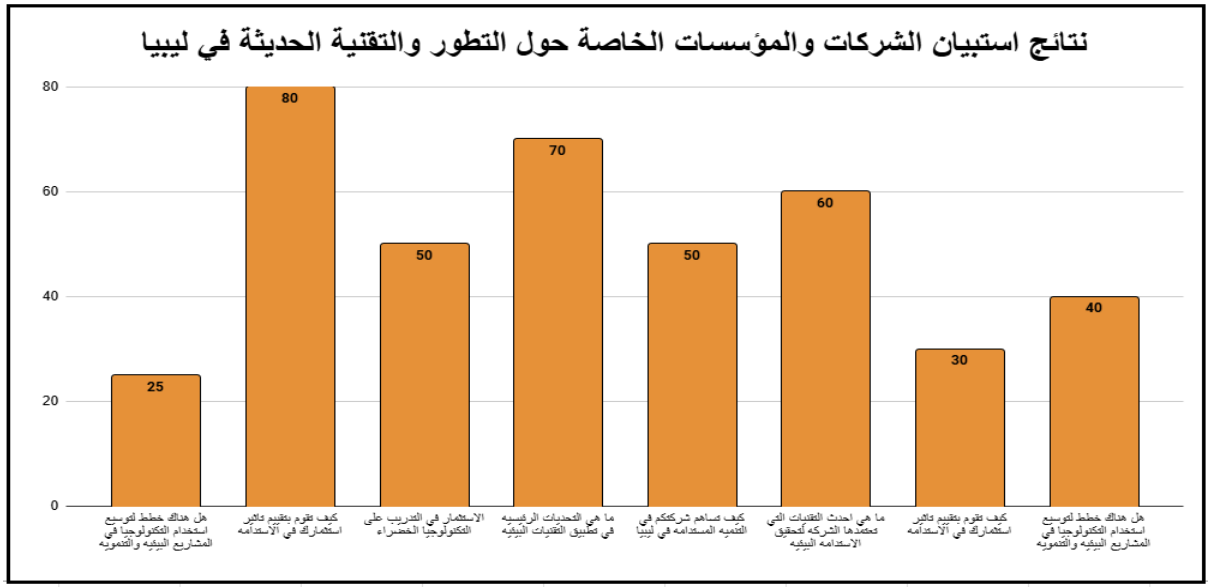
3-4-3 استخدام نتائج استبيان المنظمات الدولية والوكالات التنموية في ليبيا أظهر أن هناك اهتماماً كبيراً بتطبيق التقنيات الحديثة في دعم الاستدامة البيئية، حيث أبدت نسبة كبيرة من المنظمات استخدام تقنيات مثل الطاقة الشمسية وإعادة التدوير. كما أن معظم المنظمات تساهم بشكل فعال في مشروعات التنمية المستدامة، خاصة في مجالات الزراعة والمياه. ومع ذلك، تمثل تحديات مثل نقص التمويل والبنية التحتية عائقاً أمام تطبيق أوسع لهذه التقنيات. الشراكات مع المنظمات المحلية تُعد أمراً أساسياً لتعزيز الاستدامة البيئية. أخيراً، تخطط العديد من المنظمات لتوسيع استخدام التكنولوجيا مثل الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات لتعزيز استراتيجياتها المستقبلية. شكل[8] و جدول3



شكل[8] رسم المخطط البياني الذي يوضح إجابات المنظمات الدولية والوكالات التنموية في ليبيا حول التطور والتقنية الحديثة في مجال التنمية والاستدامة

3-4-4 استخدام نتائج استبيان الشركات والمؤسسات الخاصة حول التطور والتقنية الحديثة في ليبيا

في ليبيا يظهر أن القطاع الخاص بدأ في تبني التقنيات الحديثة لدعم الاستدامة البيئية، مثل استخدام أنظمة الطاقة الشمسية. تساهم هذه الشركات بشكل متزايد في مشروعات التنمية المستدامة، خاصة في توفير حلول الطاقة المتجددة. بالرغم من ذلك، تواجه تحديات مثل نقص الوعي بالتكنولوجيا الخضراء وتكاليف التنفيذ المرتفعة. العديد من الشركات تستثمر في تدريب موظفيها على التقنيات الخضراء، مما يعزز دورها في التنمية المستدامة. أخيرًا، تخطط هذه الشركات لتوسيع استخدام التكنولوجيا، بما في ذلك الذكاء الاصطناعي، لتحسين الكفاءة وتقليل الانبعاثات البيئية شكل[9] و جدول 4



شكل[9]رسم المخطط البياني الذي يوضح إجابات الشركات والمؤسسات الخاصة في ليبيا حول التطور والتقنية الحديثة

4- النتائج:

1. ليبيا تمتلك إمكانيات كبيرة لتوليد الطاقة من المصادر المتجددة، خاصة الطاقة الشمسية. نظراً لموقعها الجغرافي الذي يتسم بعدد كبير من الأيام المشمسة سنوياً، يتم حالياً استكشاف مشروعات للطاقة الشمسية لتقليل الاعتماد على النفط.
2. نسبة الطاقة المتجددة في ليبيا لا تزال منخفضة جداً مقارنة بالاعتماد على الوقود الأحفوري. ومع ذلك، هناك خطط طموحة لتعزيز هذه النسبة في السنوات المقبلة مع دعم من منظمات دولية.
3. الطاقة المتجددة: ساهمت تقنيات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في خفض الاعتماد على الوقود الأحفوري وتخفيض الانبعاثات الكربونية. أصبح من الممكن الآن توليد طاقة نظيفة وفعالة بأسعار تنافسية.
4. شح الموارد المائية في ليبيا، مما دفع الحكومة إلى استكشاف تقنيات تحلية المياه كحل لتوفير مياه صالحة للشرب. تم تطبيق بعض تقنيات التحلية على نطاق صغير باستخدام الطاقة الشمسية في مناطق نائية.
5. الأبحاث الحالية تهدف إلى زيادة كفاءة عمليات التحلية وتقليل تكلفتها، مع استخدام تقنيات صديقة للبيئة.
6. تحلية المياه: أصبحت تقنيات تحلية المياه باستخدام الطاقة المتجددة خياراً مستداماً لتوفير المياه في المناطق التي تعاني من نقص المياه. هذه التقنية تساهم في تقليل الاعتماد على المصادر الطبيعية للمياه العذبة.
7. إدارة النفايات: أدت الابتكارات في إدارة النفايات إلى تطوير أنظمة أكثر كفاءة لإعادة التدوير وتقليل كمية النفايات المتجهة إلى المكبات. تقنيات تحويل النفايات إلى طاقة تساهم في توليد الطاقة وتقليل الأثر البيئي .
8. تواجه ليبيا تحديات كبيرة في إدارة النفايات، خصوصاً مع غياب البنية التحتية الكافية لإعادة التدوير. بعض المبادرات المحلية بدأت في تطبيق تقنيات حديثة لتحويل النفايات إلى طاقة، وتقليل الاعتماد على المكبات التقليدية.
9. تم استخدام تقنيات بسيطة ولكن فعالة في جمع وإدارة النفايات في بعض المناطق، ما أدى إلى تحسين النظافة العامة والحد من التلوث.
10. الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء: تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين مراقبة النظم البيئية وتحليل البيانات البيئية بشكل أكثر دقة، مما يمكن من اتخاذ قرارات مدروسة لتحسين العمليات البيئية.
11. تم استخدام تقنيات إنترنت الأشياء (**IoT**) في مشاريع تجريبية لمراقبة التلوث الهوائي والمائي في مناطق محددة من ليبيا. هذه التقنيات ساعدت في جمع بيانات دقيقة عن مستويات التلوث، مما ساهم في تحسين اتخاذ القرارات البيئية.

5 -التوصيات:-

1. نوصي باستخدام الطاقات المتجددة حيث تعتبر خيار مستدام مثل تقنيات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في خفض الاعتماد على الوقود الأحفوري وتخفيض

الانبعاثات الكربونية. أصبح من الممكن الآن توليد طاقة نظيفة وفعالة بأسعار تنافسية (Smith, 2020).

2. الطاقة الشمسية: تعتبر الطاقة الشمسية من أهم مصادر الطاقة المتجددة التي تستخدم لتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري. تعتمد الكثير من الدول، بما في ذلك ليبيا، على مشاريع الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء بشكل نظيف ومستدام
3. نوصي باستخدام طاقة الرياح في المناطق التي تتمتع برياح قوية وثابتة، وتساهم في تقليل الانبعاثات الكربونية.
4. أدت الابتكارات في إدارة النفايات إلى تطوير أنظمة أكثر كفاءة لإعادة التدوير وتقليل كمية النفايات المتجهة إلى المكبات. تقنيات تحويل النفايات إلى طاقة تساهم في توليد الطاقة وتقليل الأثر البيئي (Brown & Green, 2019).
5. نوصي بتحويل النفايات إلى طاقة التي تستخدم التقنية لتحويل النفايات العضوية إلى طاقة عبر الحرق أو التخمير، مما يساهم في تقليل كميات النفايات في المكبات وإنتاج الطاقة في نفس الوقت.
6. إعادة التدوير باستخدام الذكاء الاصطناعي: يتم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي والروبوتات لفرز النفايات بشكل أكثر كفاءة ودقة، مما يزيد من نسبة إعادة التدوير.:
7. نوصي باستخدام الذكاء الاصطناعي لتحسين الإدارة البيئية وتحليل البيانات البيئية مثل التلوث الهوائي والمائي، ومراقبة التغيرات المناخية وتقديم حلول الفيضانات والجفاف الذي يستخدم تقنيات التنبؤ بالذكاء الاصطناعي للتعامل مع الكوارث الطبيعية المحتملة.
8. نوصي بالبناء المستدام وهو مواد بناء مبتكرة وتقنيات تصميم ذكية لتقليل استهلاك الطاقة والمياه في المباني الجديدة. يتضمن ذلك التصميمات المعمارية التي تقلل من الحاجة إلى التبريد أو التدفئة، واستخدام أنظمة الطاقة الشمسية في البناء.
9. نوصي بالتنقل المستدام الحديث مثل السيارات الكهربائية: تُعتبر وسيلة فعالة للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.
10. نوصي بالتنقل الذكي الذي يتضمن أنظمة النقل العام التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات لتحسين كفاءة حركة المرور وتقليل انبعاثات السيارات.
11. أصبحت تقنيات تحلية المياه باستخدام الطاقة المتجددة خياراً مستداماً لتوفير المياه في المناطق التي تعاني من نقص المياه. هذه التقنية تساهم في تقليل الاعتماد على المصادر الطبيعية للمياه العذبة (Patel, 2020).
12. نوصي باستخدام تقنية تحلية المائية.في الدول التي تعاني من نقص الموارد المائية. تعتمد هذه التقنيات على الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية، لتوفير مياه صالحة للشرب، وهي تقنية مهمة في ليبيا وبعض الدول الأخرى التي تعاني من نقص المياه

13. نوصي بالري الذكي الذي يعتمد على استخدام أجهزة استشعار وإنترنت الأشياء (IoT) لمراقبة مستويات رطوبة التربة وتحسين كفاءة استهلاك المياه في الزراعة

14.نوصي باستخدام الزراعة الذكية التي تستخدم تقنيات مثل الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء لتحليل بيانات المحاصيل والمناخ، مما يساعد في تحسين الإنتاج الزراعي وتقليل استخدام الموارد، مثل المياه والأسمدة.

6 -الخاتمة:-

ليبيا تمتلك إمكانيات كبيرة لتوليد الطاقة من المصادر المتجددة، خاصة الطاقة الشمسية. نظراً لموقعها الجغرافي الذي يتسم بعدد كبير من الأيام المشمسة سنوياً، يتم حالياً استكشاف مشروعات للطاقة الشمسية لتقليل الاعتماد على النفط.

أثبتت التقنيات الحديثة فعاليتها في تحسين العمليات الهندسية البيئية وتعزيز التنمية المستدامة. ومع ذلك، يواجه العالم تحديات كبيرة تتعلق بتكلفة تنفيذ هذه التقنيات والتفاوت في الوصول إليها بين الدول المتقدمة والنامية. إن تطوير إطار عمل عالمي لدعم الابتكار التكنولوجي البيئي هو ضرورة ملحة لتحقيق الاستدامة على مستوى أوسع تشير هذه الدراسة إلى أن دور التقنيات الحديثة في تطوير الهندسة البيئية لا يمكن إغفاله، حيث تقدم هذه التقنيات حلولاً فعالة لتحديات الاستدامة البيئية. يعد تعزيز استخدام التقنيات الحديثة في الهندسة البيئية أمراً ضرورياً لتحقيق أهداف التنمية المستدامة وضمان مستقبل أكثر استدامة للأجيال القادمة .

7 -المراجع:-

1. Abdel-Rahman, M. (2019). Environmental engineering and sustainability in Libya: Challenges and prospects. Environmental Journal of North Africa, 12(3), 45-63.

2. Abdel-Rahman, M. (2019). Environmental engineering and sustainability in Libya: Technology in Libya Journal of Environmental Engineering , 42(3), 123-135.

3. El-Khater, A. H. (2018). Advanced water treatment technologies in Libya: Solar desalination and nanotechnology applications. Libyan Water Research Institute Publications, 7(4), 212-230.

4. El-Khater, A. H. (2018). The Role of Modern Technologies in Sustainable Environmental Engineering Practices in North Africa. International Journal of Environmental Science, 33(5), 212-224.)

5. Jamil, H., & Omar, M. (2021). Waste management innovations and recycling practices in Libya: Towards sustainable solutions. Journal of Environmental Innovations in the Middle East, 5(1), 33-49.

6. Khaled, N. (2017). Renewable energy development in Libya: Potential, projects, and challenges. Libyan Renewable Energy Journal, 10(2), 89-104.
7. Khaled, N. (2017). Renewable energy Technologies for Sustainable : Development in Libya. Libyan Journal of Engineering. Libyan Renewable Energy Journal, (12) 2, 89-101.
8. Khaled, N. (2017). The Sirte solar energy project: Pioneering sustainable electricity in Libya. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 29(1), 157-174.
9. Jamil, H., & Omar, M. (2021). Technology Integration for Waste Management and Environmental Protection in Libya. International Journal of Environmental Management, 45(7), 245-257.
10. Smith, J (2020) . Renewable Energy and Environmental Engineering: Innovations for Sustainability. Journal of Environmental Science and Engineering, 45(3), 123-137.
11. Brown, A. & Green, K. (2019). Waste Management Technologies in the 21st Century. Global Environmental Research, 34(2), 89-102
12. Chen, L., et al. (2021). AI and IoT Applications in Environmental Monitoring. International Journal of Sustainable Engineering, 39(5), 223-245.
13. Patel, D. (2020). Desalination Technologies and Their Role in Water Sustainability. Water Resource Management Journal, 28(7), 559-572.