



Renewable energy management and the implications of its application in Masdar City in the United Arab Emirates



ماجستير إدارة الأعمال / 2024

RPC001: (Proposal)

العرض المبدئي

إدارة الطاقة المتجددة وأثار تطبيقها في مدينة مصدر في دولة الإمارات العربية
المتحدة

**Renewable energy management and the implications
of its application in Masdar City in the United Arab
Emirates**

اسم الطالب	الرقم الجامعي
مرفت عبدالله صالح تفاحه	241000919

بإشراف : الدكتور الفيصل عبد الحميد محمد والدكتور فايز علي جراد

1. المقدمة :

بات العالم كقرية عالمية مصغرة وذلك بسبب العولمة والسرعة في التقدم التكنولوجي الذي بات العالم يواكبها مؤدياً بذلك إلى الزيادة اليومية في الطلب على الطاقة من قبل الجميع وذلك في مجالات التنمية الاجتماعية، والاقتصادية، والبشرية، والرفاهية، والصحية، ومع زيادة الطلب على تأمين الطاقة زاد الإ اعتماد الكلي على الطاقة التقليدية التي بدأ إستخدامها في عام 1750 وذلك بسبب قدرته العالية على نقل الطاقة بتكلفة منخفضة، ولكن مع مرور الوقت ومواكبة التقدم الحضاري بدأت العديد من المشاكل البيئية بالظهور وذلك بسبب الآثار الضارة التي أنتجتها الطاقة التقليدية كالغاز، والفحم، والوقود الأحفوري، حيث تضمنت هذه القضايا البيئية إرتفاع نسب إنبعاثات الهواء الضارة، وزيادة درجات الحرارة التي أدت إلى ظهور ظاهرة الإحتباس الحراري، وتقلبات المناخ، وإستنفاد الوقود الأحفوري، وإنبعاثات الغازات الدفيئة، والتقلبات المستمرة في أسعار الوقود، إذ باتت هذه المشاكل أحد أكبر التحديات التي يواجهها القرن الحادي والعشرين، وبذلك بدأ العالم في التسعينات في بذل الجهود للبحث عن مصادر جديدة لتأمين الطاقة للعالم، وتوجهت الحكومات والمؤسسات الإستثمارية في البحث والتطوير في مجال تكنولوجيا الطاقة المتجددة، التي إمتازت بكونها طاقات طبيعية سخرها الله للإنسان، وتشمل هذه الطاقات : الطاقة الحرارية الأرضية، والطاقة الشمسية، والطاقة الكهرومائية، وطاقة المحيطات، الموجودة بكميات هائلة على سطح الأرض. (دعوع، 2017).

تعد الطاقة المتجددة واحدة من التحولات الجوهرية التي ساهمت في تحقيق التنمية المستدامة، حيث تمثل أساس الإيمان لإستخدام الطاقة وذلك عبر توافرها بشكل دائم في كافة المجالات، كما تقوم بتقليل الآثار الضارة الناتجة عن نشاط الإنسان البيئة، ولذلك تم إدراج الطاقة المتجددة كأحد أهداف التنمية المستدامة التي يسعى العالم لتحقيقها في كافة الدول من أجل ضمان حصول العالم على منافع الطاقة المتجددة، وتطوير البحوث والدراسات العلمية لتسهيل وصول هذه الطاقة وتوسيع نطاق إستخدامها في جميع أنحاء العالم. (التحرير، 2024)

خلال العقدين الماضيين بدأ العالم بالإهتمام في البحث عن أضرار مصادر الطاقة التقليدية، وذلك بسبب القضايا البيئية التي تعرض لها كوكب الأرض مثل : ظاهرة الإحتباس الحراري التي أدت إلى ارتفاع درجات الحرارة، مع ارتفاع نسب إنبعاثات الكربون التي ظهرت آثاره في تقلب الظواهر الجوية الشديدة في جميع أنحاء العالم كالفيضانات، والعواصف، والحرائق، التي باتت سبباً أساسياً لتهديد حياة الحيوان والإنسان، ولذلك بدأت الدول بالتوجه إلى دراسة الطاقة المتجددة، وطرح أساليب بحثية علمية لتطبيق هذه الطاقة وتنويع مصادرها عبر إستخدام التكنولوجيا الحديثة، وتطوير الأجهزة ذات الجودة العالية لتصنيع معدات الطاقة المتجددة.

الطاقة المتجددة أو ما تسمى أيضاً بالطاقة النظيفة هي الطاقة المستدامة من الموارد الطبيعية التي سخرها سبحانه وتعالى للإنسان التي تتجدد باستمرار ولا تنفذ، حيث تهدف الطاقة المتجددة إلى توليد الطاقة الكهربائية وذلك عبر إستخدام أنواعها التي تتمثل في الطاقة الشمسية : (بدون مؤلف، 2022).

الطاقة الشمسية : هي الطاقة التي تستمد من أشعة الشمس، وتمتاز هذه الطاقة بكونها الأكثر توافراً بين جميع مصادر الطاقة تستخدم الطاقة الشمسية في كافة المجالات ذات الأنشطة البشرية حيث يمكن إستخدامها في طهي الطعام، وتسخين المياه، وتسهيل عملية الزراعة، ونمو النباتات في غير موسمها، بالإضافة إلى توليد الكهرباء وذلك عن طريق إستخدام أجهزة الخلايا الشمسية

التي يتم تركيبها في سطوح المنازل بهدف إمتصاص أشعة الشمس ثم تحويلها إلى طاقة كهربائية ، ولكن على الرغم من مزايا الطاقة الشمسية المتنوعة إلا أنه توجد العديد من التحديات التي تتعلق في القدرة على تخزين الطاقة الشمسية ، إذا لا تستطيع الطاقة الشمسية التواجد في جميع الأوقات مثل : أوقات الليل ، أو في فصول الشتاء ، وبذلك لا زال البحث المستمر في سبيل تطوير تقنيات حديثة تساعد على تخزين الطاقة الشمسية للإعتماد عليها ، بدأ إستخدام الطاقة الشمسية في عهد اليونانيون والرومان حيث إستخدموا المرايا المقعرة على أشعة الشمس للإضاءة ، إذ تم إختراع أول جهاز لتجميع أشعة الشمس في عام 1767 ، وتم إستخدامه في الإضاءة ، والطهي ، وفي أواخر القرن التاسع عشر ومع تقاوم أزمة الطاقة وإرتفاع أسعار النفط ، بدأت الدول بالتوجه نحو تقديم حلول العصر الحديث ، وبذل أقصى جهودها للبحث والتطوير في مجال الطاقة المتجددة حيث تم تشكيل الجمعية الدولية للطاقة الشمسية التي كرست كل جهودها في سبيل الإستفادة بأكبر قدر من الطاقة الشمسية ، وبدأت البلدان في قبول هذا المجال والإستثمار في مجال الطاقة الشمسية كمصدر بديل للوقود الأحفوري .(دعوع ، 2017).

طاقة الرياح : هي الطاقة الناتجة عن تحويل حركة الرياح إلى طاقة ميكانيكية بإستخدام التوربينات ، تم إستخدام طاقة الرياح في مجالات متنوعة مثل : ضخ المياه ، وطحن الحبوب ، كما تم تجميع عدد كبير من التوربينات أطلق عليه ما يسمى بمزارع الرياح ووضعتها في مزارع برية تم بناؤها على سطح الأرض ، ومزارع بحرية في المسطحات المائية ، للإستفادة المثلى من طاقة الرياح بشكل مستدام ، ولكن على الرغم من فوائد طاقة الرياح المتنوعة إلا إن تكاليف بنائها وصيانتها باهظة جداً ، كما أن طاقة الرياح تعد طاقة موسمية إذ لا تتوفر طاقة الرياح على مدار العام ، كما إن توربينات الرياح قد تسبب ضرراً على الطيور خلال مواسم الهجرة ، بدأ إستخدام طاقة الرياح في أغراض ميكانيكية كأدوات مصغرة بدائية ، حيث بدأت الصين في إستخدام طاقة الرياح في طواحين الهواء لضخ المياه ، وطحن الحبوب ، وتجفيف البحيرات ، ومع ظهور فوائدها شرع العالم في البحث أكثر في مجال طاقة الرياح حيث بدأ التساؤل عن إمكانية تحويل طاقة الرياح إلى توليد كهرباء ، وينسب الفضل إلى المهندس الكهربائي جيمس بليث الذي قام ببناء أول توربين رياح في الفناء الخلفي في المنزل مولداً إثر ذلك طاقة كهربائية تستخدم في الإضاءة ، وعقب وفاته تابع زملاؤه هذا الإنجاز العظيم وتم إعتماد هذا الإختراع وبدأوا في طرح إبتكارات عديدة دعمتها الحكومات الدولية ، وبناء العديد من مزارع الرياح لإستخدام طاقة الرياح في الحياة اليومية .(دعوع ، 2017).

الطاقة الكهرومائية : هي الطاقة المولدة بإستخدام حركة المياه في المجاري والسدود المائية ، حيث يتم بناء السدود على المجاري المائية لتخزين المياه وتكوين البحيرات الصناعية ، ليتم إستخدام المياه المخزنة كقوة دفع لتحريك التوربينات والمولدات التي تقوم على أساس تحويل الطاقة الحركية للمياه لطاقة ميكانيكية ثم طاقة كهربائية ليتم إستخدامها في الحياة اليومية لأنشطة الإنسان ، وبذلك تمتاز الطاقة الكهرومائية بتكلفتها المنخفضة لتوليد الطاقة الكهربائية ، بالإضافة إلى كونها واحدة من مصادر الطاقة المتجددة التي تراعي البيئة خصوصاً في المناطق النائية ، على الرغم من ذلك إلا إن الطاقة الكهرومائية تعتمد على مدى إستمرارية هطول الأمطار ، فإذا حدث تغيرات في النظم البيئية مثل : حالات الجفاف فإنه يؤدي بذلك إلى التأثير بالسلب على مدى إنتاجية الطاقة الكهرومائية ، إن إستخدام الطاقة الكهرومائية لتوليد الكهرباء لم يأتي إلا بعد عناء ووقت طويل ، حيث واجه العالم الكثير من الصعوبات في سبيل توليد الكهرباء من تدفق المياه ، تم إكتشاف الطاقة الكهرومائية على يد مجموعة من العلماء ، بدءاً من العالم لستر بولتن ، الذي بدأ شغفه وإهتمامه بالدولاب المائي ، وقام بإختبار ما يقارب 40 نوعاً من العجلات بإستخدام دلاء مختلفة إلى إن إكتشف الدلو من النوع الفاصل الذي فاز في المركز الثاني في مسابقة صانعي عجلات المياه ، مما أدى بذلك إلى

إقبال العالم الواسع في شراء هذه العجلة المنفصلة ، وحصل إثر ذلك في على براءة اختراع لشكل الدلو المقسم المميز ، وضعت هذه العجلات المائية المبكرة الأساس لتطوير الطاقة الكهرومائية ، ثم أتى دور العالم الذي إكتشف الحث الكهرومغناطيسي ، وأثبت بأن المجال المغناطيسي يمكن أن ينتج تياراً كهربائياً وهو المبدأ الأساسي للمولدات الكهربائية ، بعد ذلك بنى السير ويليام جورج آلة كهرومائية نموذجية مصغرة تستخدم المياه من البحيرة القريبة لتوليد الكهرباء لمزرعته ، ويعتبر ذلك هو أول مثال للطاقة الكهرومائية المستخدمة للأغراض المنزلية ، وبذلك بدأ العالم بجمع كل هذه المبدولة للعلماء وتصميم المحطات التجارية للطاقة الكهرومائية مؤدياً بذلك إلى إنتاج ما يكفي من الكهرباء لإستخدامها في كل المجالات الحياتية.(دعوع ، 2017).

طاقة الكتلة الحيوية : هي إحدى مصادر الطاقة المتجددة التي يتم إنتاجها من خلال مجموعة متنوعة من المواد العضوية، المعروفة بالكتلة الحيوية، مثل : الخشب ، والفحم ، ومخلفات الحيوانات ، والمحاصيل الزراعية التي تساهم في إنتاج الوقود الحيوي السائل ، تم تقسيم طاقة الكتلة الحيوية إلى نوعين الكتلة الحيوية التقليدية التي يتم إنتاجها عن طريق الحرق المباشر للمواد العضوية لتوفير الطاقة الحرارية وإستخدامها في أغراض الطهي ، وتسخين المياه ، والتدفئة خصباً في المناطق الريفية ، بينما الكتلة الحيوية الحديثة فيتم إنتاجها من خلال تحويل الكتلة الحيوية إلى غاز كالغاز الحيوي ، أو غاز الميثان عن طرق الحرق المباشر ، ليتم الإستفادة منه في توليد الكهرباء وإستخدامها بشكل مستمر ، بالرغم من أن الحرق المباشر للكتلة الحيوية يؤدي إلى إنبعاثات غازية ملوثة للبيئة ، قد تؤدي إلى إختلال التوازن البيئي ، إلا أنه تم التوصية بضرورة إستخدام هذا النوع من الطاقة بحذر وفق تعليمات مخصصة بغرض الإستفادة بأكبر قدر ممكن من هذه الطاقة وتقليل أضرارها على البيئة ، على مر العصور إستخدم الناس الطاقة الحيوية عن طريق حرق الأخشاب التي توفر التدفئة والإضاءة ، إذ كان الخشب وزيت النبات هو الوقود الأساسي للطاقة ، كما وإخترع المهندس الميكانيكي رودولف ديزل محرك الديزل في عام 1897 ، وذلك عند تجربته الزيوت النباتية في عمله ، وإكتشافه العملية الكيميائية التي أطلق عليها اسم الأسترة التبادلية بإستخدام الزيوت النباتية أو الدهون الحيوانية ، وإثر ذلك بدأ العلماء في البحث والتطوير في مجال إنتاج طاقة الكتلة الحيوية ، وعملوا على إدراج الديزل والإيثانول الذي لاقى شعبية واسعة من قبل العالم ، بعد ذلك إنتقل العلماء للبحث والعمل على إستخدام نفايات الصناعات ، والنفايات النباتية ، مما أدى إلى تقدم في إنتاج الوقود الحيوي وتوليد الطاقة من الكتلة الحيوية.(التحرير ، 2021).

2. مشكلة البحث :

تتضمن مشكلة البحث الرئيسية في القدرة على دراسة مدينة مصدر كحالة رئيسية ، حيث تمتاز هذه المدينة بشهرتها وكونها المدينة النظيفة المبنية على مبادئ الإستدامة التي تعتمد بشكل أساسي على مصادر الطاقة المتجددة ، وعلى الرغم من التقدم الكبير في إستخدام تقنيات الطاقة المتجددة فإن إستخدام هذه المصادر بكفاءة ينتج عنه الكثير من التحديات التي تضمنت التساؤل عن المزيج الأفضل من مصادر الطاقة المتجددة التي تلبي أساسيات مدينة مصدر ، وإمكانية دمج مصادر الطاقة المتجددة في البنية الأساسية لمدينة مصدر ، وكيفية تخزين مصادر الطاقة المتجددة لإستخدامها بشكل مستدام ، بالإضافة إلى دراسة الآثار الناتجة عن الإلتزام بإستخدام مصادر الطاقة في مدينة مصدر ، وكيفية تطبيقها في المناطق المجاورة لتحقيق أقصى إستفادة ممكنة من مصادر الطاقة مع تقليل القضايا البيئية التي يعاني منها كوكب الأرض .

3. أسئلة البحث

- ما هو المزيج الأكثر فعالية من مصادر الطاقة لتلبية متطلبات مدينة مصدر ؟
- كيف يمكن دمج مصادر الطاقة المتجددة وإدراجها في البنية التحتية لمدينة مصدر لتحقيق أقصى كفاءة من الطاقة بتكاليف أقل ؟
- ما هي تقنيات واستراتيجيات تخزين الطاقة الأكثر ملاءمة لتخزين الطاقة المتجددة الزائدة وكيفية ضمان إستخدامها خلال فترات ذروة الطلب؟
- ما هي الآثار الاقتصادية التي تترتب على توسع نطاق إستخدام الطاقة المتجددة في مدينة مصدر ؟
- كيف يمكن تبني هذه المشاريع وتطبيقها في كافة المناطق الأخرى ؟
- ما هي الإجراءات اللازمة لدعم تبني إستخدام تقنيات الطاقة المتجددة في المشاريع التطويرية المستقبلية ؟

4. أهداف البحث :

تكمّن أهداف البحث الرئيسية في تطبيق مفاهيم الإدارة في مجال الطاقة المتجددة ، لتوفير الفهم الشامل لها مع تقييم الجوانب الاجتماعية والاقتصادية لإستخدام مصادر الطاقة ، وإستكشاف الآثار المترتبة على التنمية المستدامة ، بالإضافة إلى وضع الإستراتيجيات التحسينية لإستخدام مصادر الطاقة بالتكاليف المناسبة مع طرح سبل تخزينها للأستفادة منها بشكل مستدام ، وتحليل الجدوى الاقتصادية وذلك عبر دراسة الآثار المترتبة لتوسيع إستخدام نطاق منشآت الطاقة المتجددة بما في ذلك تحليل التكلفة والعائد والحوافز الاقتصادية المحتملة ، و تقييم الفوائد والتحديات البيئية المرتبطة بنشر الطاقة المتجددة في مدينة مصدر .

5. أهمية البحث :

تلعب أبحاث إدارة الطاقة المتجددة دورًا محوريًا في تعزيز التنمية الحضرية المستدامة، ولا سيما في مدينة مصدر التي تقع في الإمارات العربية المتحدة ، حيث أنشأت هذه المدينة على أساس أن تكون أحد المشاريع المستقبلية التي سبقت عهدها في الإعتناء على الطاقة المتجددة لتخفيف الآثار الضارة الناتجة عن انبعاثات الكربون ،يساهم هذا البحث في شرح أهمية تطبيقات الطاقة المتجددة ومواجهة تحديات المناخ العالمية.

• أهمية البحث العلمية :

إن البحث العلمي في إدارة الطاقة المتجددة يساهم في إنشاء وتحسين تقنيات الطاقة المتجددة مثل : الألواح الشمسية الأكثر كفاءة ، وتوربينات الرياح المتقدمة ، وأنظمة تخزين الطاقة النظيفة ، بالإضافة إلى خفض تكلفة إنتاج الطاقة المتجددة وإدارتها ، مع تحفيز النمو الاقتصادي من خلال خلق فرص عمل جديدة في التصنيع ، والتركيب ، والصيانة ، والبحث ، والتطوير ، مؤدياً بذلك إلى تقليل انبعاثات غازات الدفيئة والملوثات الأخرى، مما يساهم في الجهود العالمية لمكافحة تغير المناخ ، وتعزيز التوازن البيئي على المدى الطويل.

• أهمية البحث التطبيقية:

تتضمن أهمية البحوث التطبيقية في إدارة الطاقة المتجددة في القدرة على إيجاد حلول عملية للتحديات القائمة في إدارة الطاقة المتجددة، وتصميم حلول قابلة للتطوير لإعتماد نشرها على نطاق واسع، مؤدياً بذلك إلى تقليل التكاليف المرتبطة بتقنيات الطاقة المتجددة، وخلق روح المنافسة مع مصادر الطاقة التقليدية، ووضع السياسات واللوائح الفعالة التي تدعم إعتماد الطاقة المتجددة، وجذب الإستثمارات ذات المشاريع العالمية والمحلية التي ستخلق فرص العمل وتعزز النمو الاقتصادي.

6.فرضيات البحث :

توجد العديد من الفرضيات التي يمكن مناقشتها في إدارة الطاقة المتجددة بهدف إستكشاف أوجه التحديات والفرص في إستخدام الطاقة المتجددة بدءاً من مدينة مصدر التي تتواجد في دولة الإمارات العربية المتحدة، حيث تتضمن هذه الفرضيات:

- فرضية كفاءة الطاقة المتجددة : وهي القدرة على تنفيذ أنظمة إدارة الطاقة المتجددة في المناطق الحضرية وذلك عبر إدراج التكنولوجيا الحديثة مما يعزز من كفاءة إستخدام الطاقة، وسيشجع بذلك على الاستثمار في البنية التحتية للشبكة الذكية، مؤدياً بذلك إلى استقرار إمدادات الطاقة، وإدارة الطلب على الطاقة بشكل فعال، وتعزيز المرونة الشاملة لنظام الطاقة في مدينة مصدر.
- فرضية تكامل مصادر الطاقة المتجددة: تنص الفرضية على أن دمج الطاقة المتجددة يؤدي إلى تقليل الإعتماد على الوقود الأحفوري، وتحقيق النجاح الكامل في تحقيق إمدادات الطاقة المتجددة مما يجعلها نموذج مثالي للمدن من حول العالم التي تعتمد على الطاقة المتجددة.
- فرضية تخزين الطاقة: تعد فرضية تخزين الطاقة من أحد التحديات التي يعاني منها العالم، إذ تتوفر مصادر الطاقة المتجددة بشكل وفير في أوقات محددة مما يفرض على هذه المدن النظيفة إستخدامها في أوانها فقط، وبمجرد إختفائها تتوقف إمدادات الطاقة المتجددة، لذلك يسعى العالم إلى طرح أنظمة تخزين الطاقة المتقدمة التي تحقق التوازن الفعال بين العرض والطلب، وتخزن الطاقة الزائدة أثناء ذروة الإنتاج وتوفرها أثناء ارتفاع الطلب.
- فرضية التحديات والعوائق : تتضمن أحد التحديات الرئيسية لإستخدام الطاقة المتجددة هي إنقطاع مصادر الطاقة المتجددة التي قد تعيق بشكل كبير استقرار وموثوقية إمدادات الطاقة في البيئات الحضرية، بالإضافة إلى ذلك تظل القدرة التنافسية الاقتصادية للطاقة المتجددة مقارنة بالوقود الأحفوري التقليدي تحدياً كبيراً على المدى القصير، مما سيسلط الضوء على أهمية تحقيق تكافؤ الفرص بين إستخدام الطاقة النظيفة والوقود الأحفوري، مؤدياً بذلك إلى إجراء تغييرات متنوعة مثل: تسعير الكربون لتحسين الجاذبية الاقتصادية لمصادر الطاقة المتجددة.
- فرضية التأثير البيئي : إن إدراج الطاقة الحديثة سيقال بشكل كبير من إنبعاثات الغازات الدفيئة، والملوثات البيئية المتنوعة في المناطق الحضرية.
- فرضية التأثير والفرص الاقتصادي : إن الاستثمار في البنية التحتية للطاقة المتجددة يؤدي إلى فوائد إقتصادية طويلة الأجل، بما في ذلك: جذب مشاريع الطاقة المتجددة، وتحفيز الإقتصادات المحلية، وتوفير تكاليف الطاقة، وخلق فرص عمل جديدة في قطاع الطاقة الخضراء في مدينة مصدر.

- فرضية التعاون بين القطاعين العام والخاص: إن التعاون القوي بين القطاعين العام والخاص يسرع في عملية تطوير ونشر تكنولوجيات الطاقة المتجددة ، ويؤدي تعزيز هذا التعاون إلى طرح الحلول المبتكرة ، وخلق فرص التمويل ، لتنفيذ أفضل مشاريع الطاقة المتجددة .

7. متغيرات البحث :

عند دراسة متغيرات البحث في إدارة الطاقة المتجددة وآثارها في مدينة مصدر ، من المهم تحديد كلاً من

• المتغيرات المستقلة :

مصادر الطاقة المتجددة التي تتمثل في الطاقة الشمسية ، وطاقة الرياح ، والطاقة الكهرومائية ، وطاقة الكتلة الحيوية ، إذ يعد لكل مصدر له كفاءة وتكاليف وتأثير بيئي مختلف ، مع تقنيات إدارة الطاقة مثل: أنظمة تخزين الطاقة ، والتكنولوجيا الحديثة التي ستساهم في تعزيز كفاءة وموثوقية هذه الأنظمة لإدارة الطاقة المتجددة ، والأطر السياسية والتنظيمية : كالحوافز الحكومية ، والإعانات التي ستؤثر بشكل كبير على نجاح مشاريع الطاقة المتجددة ، بالإضافة إلى الظروف البيئية كتوافر الموارد الطبيعية ، والملائمة الجغرافية ، وتقلبات المناخ المحلي ، التي تؤثر على مدى استخدام هذه المصادر وحجم إنتاجها خلال فصول السنة ، مع العوامل الاقتصادية التي تتضمن كلاً من استثمار رأس المال الأولي ، والحوافز المالية ، والتكاليف التشغيلية ، وإستثمار البحث والتطوير ، والتقدم التكنولوجي ، التي ستؤثر على حجم ووتيرة اعتماد الطاقة المتجددة .

• المتغيرات التابعة :

إستهلاك الطاقة مثلاً بذلك مدى إجمالي استخدام الطاقة ، ونصيب الفرد من استهلاك الطاقة ، وفترات ذروة الطلب ، التي ستساهم في إدارة الطاقة المتجددة ، وإنتاج الطاقة وتحديد فعالية التكلفة ، وذلك عبر دراسة كمية الطاقة المولدة من المصادر المتجددة ، بهدف قياس حجم الإنتاج من مصادر الطاقة المتجددة ، و تحديد التكلفة ، ودراسة العائد على الإستثمار ، مع فترة الإسترداد لمشاريع الطاقة المتجددة مؤدياً بذلك إلى تحديد التكلفة التي تحفز من إنتاج الطاقة ، مع التنبؤ بالمخاطر التي قد تتعرض لها المناطق ذات الطاقة النظيفة.

• حدود البحث :

سيتم تطبيق حدود البحث في مدينة مصدر في دولة الإمارات العربية المتحدة بشكل خاص ، ثم مقارنتها مع الدول التي تسلط الضوء على مجال الطاقة المتجددة .

• منهجية البحث :

سيتم تطبيق منهجية البحث ذات الوصف التحليلي ، وذلك بهدف شرح جميع أبعاد مضمون هذه الدراسة ، من خلال دراسة الفكرة الأساسية وهي إدارة الطاقة المتجددة ، ثم جمع المعلومات التي تتمحور عن هذه الدراسة ، ودراساتها بشكل تحليلي ، مع الإطلاع على الأبحاث والتقارير السابقة بهدف تغطية كلاً من المتغيرات ، وإستخلاص النتائج التي تدعم من صحة وفرضية هذا البحث العلمي .

• مجتمع الدراسة :

يتضمن مجتمع الدراسة في إدارة الطاقة المتجددة إلى مجموعة متنوعة من الأفراد والكيانات المشاركين أو المتأثرين بنشر وتشغيل وإدارة أنظمة الطاقة المتجددة وفي سياق مدينة مصدر في دولة الإمارات العربية المتحدة، فإن هذا المجتمع واسع النطاق ويضم العديد من أصحاب المصلحة، ولكل منهم أدوار ووجهات نظر فريدة.

• عينة الدراسة :

سوف يختار الباحث عينة عشوائية من المقيمون والمستهلكون ، بالإضافة إلى الشركات المشاركة مع مدينة مصدر التي تعزز من استخدام الطاقة المتجددة ، بهدف إستخلاص أهداف الدراسة .

• أدوات جمع البيانات :

تتمثل أدوات جمع البيانات التي سيتم استخدامها ما يلي :

○ الإستبانة :

تعد الإستبانة واحدة من الأدوات الإحصائية التي يتم استخدامها في البحوث العلمية ، حيث يتم تصميمها وصياغتها بالإعتماد على كلاً من الإطار النظري والدراسات السابقة ، بالإضافة إلى إرفاق جدول يدرج بداخله مجموعة من الأسئلة المتنوعة ومجموعة من الأجوبة التي تشمل (أوافق بشدة – أوافق – محايد – لا أوافق – لا أوافق بشدة) ، ليتم بعد ذلك توزيعها على كافة المشاركين ثم جمعها لتحليل كل البيانات التي تم إدراجها ، ستوفر الإستبانة العديد من الفوائد في البحث عن إدارة الطاقة المتجددة، خاصة في سياق ديناميكي مثل : دولة الإمارات العربية المتحدة ، وذلك من خلال جمع البيانات الشاملة والتحليل والرؤى القابلة للتنفيذ ، بالإضافة إلى تحليل الرؤى الكمية والنوعية التي تتضمن طرح أسئلة مغلقة للتحليل الكمي وأسئلة مفتوحة للرؤى النوعية مثل : إحصاءات الاستخدام وتقييمات الرضا ، والتجارب الشخصية والإقتراحات التي توفر فهماً أكثر شمولاً لتحديات وفرص إدارة الطاقة المتجددة ، كما إن الإستبانات تسمح بفعالية جمع بيانات واسعة النطاق دون قيود مالية كبيرة، مما يتيح المراقبة والتقييم المستمر لمبادرات الطاقة المتجددة ، كما يساعد الإستبيان على تعديل السياسات ، وطرح الحوافز القائمة على الأدلة لتلبية احتياجات وإهتمامات مختلف أصحاب المصلحة لتعزيز قبول واعتماد الطاقة المتجددة على نطاق أوسع ، مما يؤدي بذلك إلى تقييم مستويات الوعي والمشاركة لدى السكان والشركات فيما يتعلق بمبادرات الطاقة المتجددة ، وتحديد الفجوات التي تفيد الحملات التعليمية والبرامج المجتمعية المستهدفة، مما يعزز مشاركة المجتمع بشكل أكبر ودعم لمشاريع الطاقة المتجددة ، مع القدرة على تتبع التقدم وتحديد مجالات التحسين ، مما يضمن تحقيق أهداف مشاريع الطاقة المتجددة ، وتحويل الصعوبات إلى تحديات معززاً بذلك أداء أنظمة الطاقة المتجددة .

○ المقابلات الشخصية :

تعد المقابلات الشخصية واحدة من أدوات البحث النوعي التي تبنى على أساس جمع البيانات النوعية من خلال طرح مجموعة من الأسئلة ، وجمع البيانات من كافة المشاركين ، إذ توجد العديد من أنواع المقابلات الشخصية في البحث العلمي التي تتضمن المقابلات المنظمة ، وهي التي تقوم على أساس المقابلات المنظمة وهي تحديد مجموعة من الأسئلة في وقت محدد ليتقدم

المشاركين لحلها ، ثم يتم دراسة البيانات كافة والمقارنة بين الإجابات والتحليل الإحصائية ، بينما النوع الآخر من المقابلات هو المقابلات شبه المنظمة ، التي تنبئ على أساس طرح مجموعة من الأسئلة ذات وقت مرّن لإستشكاف الآراء المختلفة من المشاركين موفراً بذلك قابلية المرونة للتحقق من الإجابات وإستخلاص النتائج المطلوبة ، بالإضافة إلى ذلك يوجد نوع آخر وهو المقابلات غير المنظمة التي توصف بأنها غير رسمية وتقوم على أساس إجراء مناقشة عفوية مما تساهم في فهم وجهات النظر المتنوعة والإطلاع على الآراء المختلفة ، بينما آخر نوع من المقابلات هو مقابلات مجموعة التركيز ويتم عملها عبر إحضار مجموعة من المشاركين وطرح الأسئلة بشكل جماعي ليصبح الحوار مناقشة بينهم ، مما يسمح بالتفاعل بين المشاركين ، وجمع الآراء المتنوعة من مختلف المشاركين .

تساهم كل أنواع المقابلات الشخصية في تحديد الإستراتيجيات المخصصة لإدارة الطاقة المتجددة مما يضمن تلبية الإحتياجات للمناطق النظيفة ، وطرح الحلول التي ستساهم في تطوير مبادرات أكثر فعالية للطاقة المتجددة ، بالإضافة إلى الحصول على المعلومات بشكل مباشر من المشاركين ، مما يتيح توضيحاً لكل من التحديات والصعوبات ، وتشجيع التواصل الصادق مما يعزز التعاون والدعم لمشاريع الطاقة المتجددة، وإكتشاف أفكار وحلول مبتكرة مصممة خصيصاً للسياق الفريد لمدينة مصدر، مع معالجة العوائق التي تم تحديدها معززاً بذلك كفاءة ومشاريع الطاقة المتجددة في مدينة مصدر ، وزيادة الوعي والمعرفة حول الطاقة المتجددة وتسلط الضوء على مجالات المبادرات التعليمية ودعم تكنولوجيات الطاقة المتجددة ، وتوثيق أفضل الممارسات الخضراء التي تعزز من الإستدامة .

• أدوات التحليلي الإحصائي :

في البحوث العلمية توجد العديد من أدوات التحليل الإحصائي التي تستخدم في تحليل البيانات وإستخلاص النتائج المراد الوصول إليها ، حيث تتراوح هذه الأدوات بين الإحصائيات الوصفية الأساسية إلى التقنيات الإستدلالية المتقدمة ، فيما يلي بعض أدوات التحليل الإحصائي شائعة الإستخدام :

الإحصاء الوصفي : وهو الأداء التي تقوم على أساس قياس إتجاهات الدراسة لتلخص بذلك الهدف الأساسي من البحث حيث يبنى على أساس الإعتماد على القواعد الرياضية مثل : المتوسط الحسابي ، والوسيط ، والمنوال ، والانحراف المعياري ، والتباين ، وإعدادها على شكل نسب مئوية ، مساهماً بذلك في ترتيب البيانات وتلخيصها بشكل يسهل على القارئ فهم البيانات بشكل متكامل.

الإحصاء الإستدلالي : هو أحد الأدوات الإحصائية الذي يبنى على أساس طرح الفرضيات وإختبارها عبر طرح عينات مستقلة ثم مقارنتها ، وتحديد المتغيرات ثم تقييم العلاقات بين المتغيرات المستقلة والتابعة، ودراسة أنواع الإنحدار التي تساهم في فهم المتغيرات وتحليل النتائج .(خالد ، 2022).

برنامج التحليل الإحصائي : الذي يطلق عليه SPSS ، ويتم إستخدامه على نطاق واسع للتحليل الإحصائي الوصفي والإستنتاجي ، حيث يتكون من لغة برمجة للحوسبة الإحصائية والرسومات ، وبرنامج لإدارة البيانات ، والتحليل الإحصائي ، والتمثيل الرسومي ، مع مجموعة من البرامج التكنولوجية الشاملة التي تستخدم في إدارة البيانات وتحليلها .

أدوات إحصائية متقدمة: مثل نمذجة المعادلات الهيكلية التي تقيس إختبار العلاقات المعقدة بين المتغيرات في البيانات التي تم جمعها ، والنمذجة الخطية الهرمية التي تحلل البيانات المعقدة المتداخلة .

يساهم استخدام أدوات التحليل الإحصائي بشتى أنواعها في تحليل الوقت الزمني الذي يتم استخدامه في إستهلاك الطاقة المتجددة ، مع تحليل الانحدار الذي يحدد الإستراتيجيات المتنوعة للإعتماد على الطاقة المتجددة ، والتعرف على مستويات الرضا من أصحاب المصلحة والمشاركين عن مبادرات الطاقة المتجددة ، وطرح كل التحسينات اللازمة لتقنيات الطاقة المتجددة ودراسة العوامل التي تؤثر على استخدام الطاقة المتجددة ، لإتخاذ أفضل القرارات التي تعزز الإستدامة (خالد ، 2022).

في هذا البحث سيتم إعتماد برنامج التحليل الإحصائي ، وهو أحد البرامج المصممة لإدارة البيانات ، والتحليل الإحصائي ، والتمثيل البياني للبيانات ، الذي يستخدم في مختلف المجالات الأكاديمية والمهنية ، وذلك وفقا لإمكانياته التي يمتاز بها مثل سهولة الإستخدام ، وطرح المعلومات في الرسومات البيانية الواضحة ، مع القدرة على إنشاء جداول تكرارية ورسوم بيانية لتلخيص البيانات والتحكم والتعديل في حالة الأخطاء ، وإستيراد البيانات في حالة فقدانها ، وترميز المتغيرات ، وإدراج القيم الرياضية المختلفة كحساب المتوسط الحسابي ، والوسيط ، والمنوال ، والانحرافات المعيارية ، والتباينات ، والإحصائيات الوصفية الأخرى.

• الإطار النظري:

الإطار النظري في البحث العلمية هو الهيكل الذي يدعم الدراسة البحثية عبر تقديم شرح متكامل للنظريات والمفاهيم التي تخص البحث العلمي ، إذ يعد الإطار النظري بمثابة دليل للبحث ، الذي يساعد على شرح الظواهر والتنبؤ بها وفهمها وتحديد العلاقات بين المتغيرات ، يبنى الإطار النظري على أساس مكونات رئيسية تتضمن الأفكار الرئيسية ، والتعريفات الأساسية ، والفرضيات ، والعلاقة بين المتغيرات التابعة والمستقلة ، وذلك بهدف توفير منهج متكامل ، وتوضيح الإفتراضات ، وتحديد الإستراتيجيات التي تقوم عليها الدراسة مؤدياً بذلك إلى توفير كل البيانات المطلوبة للبحث للحصول على أفضل النتائج .

في هذا البحث سيتم كتابة الإطار النظري وذلك من خلال إجراء شامل للبحث العلمي ، ثم تحديد مشكلة البحث التي يهدف البحث إلى حلها ، بالإضافة إلى إختبار الفرضيات التي تم طرحها ، ثم تحديد العلاقات بين المتغيرات الأساسية ، وكيفية تفاعل المتغيرات وتأثيرها على بعضها البعض ، إذ سيساعد هذا البحث في تحديد المفاهيم الرئيسية في البحث :كالاستدامة، وكفاءة الطاقة، والموارد المتجددة، واعتماد التكنولوجيا، والأثر البيئي ، أما النظريات فستتضمن نظرية إعتماد التقنيات الجديدة في إدارة الطاقة المتجددة ، بالإضافة إلى السلوكيات التي تؤثر على الطاقة المتجددة ، مع تقديم شرح وافي للعلاقة بين المتغيرات المستقلة والتابعة ، وجمع البيانات من المشاركين لفهم وجهات النظر المختلفة حول آليات إعتماد الطاقة المتجددة ، وإمكانية ترسيخ الممارسات التي تعزز من الإستدامة .

يلعب الإطار النظري دوراً محورياً في توجيه أبحاث مجال إدارة الطاقة المتجددة ، موفرأ بذلك نهجاً متكاملأ لفهم المفاهيم الأساسية والعلاقات والمبادئ التي تؤثر على أنظمة الطاقة المتجددة ، ففي الاستدامة يساهم الإطار النظري في تحديد مقدار الطاقة المتجددة التي يجب إنتاجها عند مستوى ثابت دون إستنزاف الموارد أو التسبب في أي أضرار بيئية ، وتقليل هدر الطاقة ، بالإضافة إلى طرح التكنولوجيا التي تساهم في تنويع أساليب استخدام الطاقة المتجددة ، وإعتماد آليات الممارسات الخضراء في الصعيد المهني كالشركات والمنظمات ، والصعيد الشخصي في المنازل ، وزيادة الوعي بالفوائد البيئية عبر طرح حملات توعوية

تعتمد على تقديم المعرفة حول أهمية الطاقة المتجددة وفوائد إستخدامها وتعزيز النهج التعاوني لإدارة الطاقة المتجددة لتشجيع إعتادها في كل المجالات ، وإستخدام الابتكارات لتطوير استراتيجيات لتعزيز تقنيات الطاقة المتجددة الجديدة وإتخاذ القرارات المستنيرة التي تعزز من الإستدامة البيئية .

تعد مدينة مصدر في دولة الإمارات العربية المتحدة بمثابة مثال عملي لتطبيق الإطار النظري لإدارة الطاقة المتجددة ، حيث بنيت على أساس الوصول إلى الإستدامة وذلك عبر إستخدام الطاقة المتجددة ، والتكنولوجيا الحديثة في سبيل تقليل الضرر الناتج على البيئة من إستخدام الطاقة التقليدية ، بالإضافة إلى تبني كل الابتكارات الحديثة وتطبيقها على أرض الواقع لكل المشاريع الإستثمارية سواء أكان ذلك على صعيد الشركات أو السكان ، وطرح الممارسات الخضراء التي تعلم السكان الإعتداد الكلي على كل الأساليب الحديثة التي تعزز من الطاقة النظيفة ، وتخصص الموارد التي تشجع على الابتكار في تقنيات الطاقة المتجددة مع تصميم السياسات التي تشجع اعتماد الطاقة المتجددة.

• الدراسات السابقة :

• الدراسة المستقبلية للكهرباء المتجددة (2012):

هي إحدى الدراسات التي تهدف إلى إستكشاف جدوى تشغيل الشبكة الكهربائية الأمريكية بنسبة تصل إلى 80% من الكهرباء المتجددة بحلول عام 2050 ، بالإضافة إلى الآثار المترتبة على تحقيق مستويات عالية جداً من توليد الكهرباء المتجددة ، حيث سيتم فيها دمج مستويات عالية من الطاقة المتجددة في الشبكة من خلال إستثمارات كبيرة في البنية التحتية للنقل ، مع القدرة على تخزين الطاقة وتلبية إحتياجات السكان ، يفقد هذه الدراسة المختبر الوطني الأمريكي للطاقة المتجددة حول مستقبل الكهرباء المتجددة لصالح وزارة الطاقة الأمريكية (DOE)، وقد قام بإدراج برنامج التغيير العالمي التابع لمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT) للحصول على الدعم التحليلي، بالإضافة إلى مكون معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في هذا الجهد، بالإضافة إلى مجموعة من الخبراء المتخصصين ، وأصحاب المصلحة ، بما في ذلك الشركات ، والمرافق ، والممولين ، ومصنعي المعدات ، في سبيل ضرورة تمكين التوازن بين العرض والطلب من الكهرباء مع مستويات عالية من توليد الطاقة المتجددة ، إذ يمكن لوفرة موارد الطاقة المتجددة في الولايات المتحدة والتقنيات المتجددة أن تؤدي إلى تخفيضات كبيرة في انبعاثات الغازات الدفيئة في قطاع الكهرباء واستخدام المياه ، وتكشف الدراسة تكامل شبكة الكهرباء باستخدام نماذج ذات دقة جغرافية وزمنية غير مسبقة للولايات المتحدة المتجاورة لتقييم ما إذا كان نظام الطاقة الأمريكي يمكنه توفير الكهرباء لتلبية طلب العملاء على أساس كل ساعة بمستويات عالية من الكهرباء المتجددة، بما في ذلك توليد طاقة الرياح والطاقة الشمسية (The future of energy storage) ، (2022).

ركزت هذه الدراسة على تحليل مدى كفاية الموارد المتجددة الأمريكية المتنوعة جغرافياً لتلبية الطلب على الكهرباء على مدى العقود المقبلة ، بالإضافة إلى تحديد الخصائص التشغيلية لكل ساعة لشبكة الولايات المتحدة ذات المستويات العالية من توليد الرياح والطاقة الشمسية المتغيرة، والآثار المحتملة لنشر مستويات عالية من مصادر الطاقة المتجددة في المستقبل ، مع التخطيط المستقبلي للعقود الآجلة للطاقة المتجددة على الجوانب الفنية للاختراق العالي للكهرباء المتجددة ، إذ طرحت هذه الدراسة مجموعة من السيناريوهات للتحقيق ومقارنة تأثيرات مستويات تغلغل الكهرباء المتجددة (30%-90%)، وتحسينات أداء التكنولوجيا في المستقبل، والقيود المحتملة لتطوير الكهرباء المتجددة، وإفتراضات نمو الطلب على الكهرباء في المستقبل.

تعد أبرز التحديات التي تواجهها هذه الدراسة هي الخصائص الفريد لمصادر الطاقة ، والتوزيع الجغرافي ، والتقلب المستمر في مستويات الإنتاج ، بالإضافة إلى التقنية الرئيسية للبيئة ، وإستكشاف ما إذا كان نظام الطاقة في الولايات المتحدة يمكنه توفير الكهرباء لتلبية طلب العملاء بمستويات عالية من الكهرباء المتجددة، ومعالجة الآثار الاقتصادية، والبيئية، والاجتماعية، لنشر ودمج مستويات عالية من الكهرباء المتجددة في الولايات المتحدة .

ستدرس دراسة العقود المستقبلية للكهرباء المتجددة في المقام الأول حالة الاختراق المرتفع لمصادر الطاقة المتجددة، مع بعض التحليلات الإضافية الواسعة لمستويات الاختراق المنخفضة أو الأكثر سرعة، إذ تركز هذه الدراسة على تقييم مدى قدرة مصادر الطاقة المتجددة على توفير جزء كبير من الطاقة للشبكة، ومدى فعاليتها وبأي تكلفة، ومدى سرعة زيادة هذا العرض. وبشكل أكثر تحديداً، ستقوم الدراسة بتقييم الجدوى الفنية والاقتصادية والبيئية لسيناريو مستقبل الكهرباء المتجددة، وستحدد أبحاث التكنولوجيا والتطوير والعرض والنشر وإجراءات السياسة اللازمة لتحقيق هذا الأهداف .

• دراسة معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا حول مستقبل تخزين الطاقة (2016):

أنشأت هذه الدراسة في سبيل التخطيط المستقبلي لمجال تخزين الطاقة المتجددة لمدة ثلاث سنوات ، وهو الدور الذي يمكن أن يلعبه تخزين الطاقة في مكافحة تغير المناخ ، و التنبؤ العالمي لشبكات الطاقة النظيفة، إذ تم إستبدال توليد الطاقة المعتمد على الوقود الأحفوري بتوليد الطاقة من موارد الرياح والطاقة الشمسية إستراتيجية رئيسية لتقليل نسب الكربون من الكهرباء التي تؤثر بالسلب على البيئة ، حيث يتيح التخزين لأنظمة الكهرباء البقاء في حالة توازن على الرغم من الاختلافات في توافر طاقة الرياح والطاقة الشمسية، مما يسمح بإزالة الكربون بشكل فعال من حيث التكلفة مع الحفاظ على الموثوقية (The future of energy storage ، 2022).

يهدف تقرير مستقبل تخزين الطاقة إلى تقديم تحليلاً أساسياً في سبيل إزالة الكربون من البنية التحتية لأنظمة الكهرباء، وذلك عبر تقديم الأدوات التحليلية اللازمة للتخطيط المحكم والتشغيل لأنظمة الطاقة للمستقبل الحالي ، حيث سيتضمن هذا التحليل أنظمة البنية التحتية الرقمية المستقرة ، والموارد المطلوبة ، وأسعار البيع بالتجزئة للشركات المستثمرة ، مع زيادة عدد الموظفين الذي سيرشدون الجميع للممارسات المستدامة ، بالإضافة إلى طرح التقنيات التكنولوجية التي تحقق نسبة خفض الملوثات الضارة 100% بحلول عام 2050 ، وإتاحة تخزين الطاقة الكهربائية التي تم إنتاجها من مصادر الطاقة المتجددة بأقل التكاليف مع توفير فوائد بيئية محلية وعالمية ، والإلتزام بمرونة توليد الطاقة مع سهولة النقل وتوفيرها عند الطلب ، ومكافحة المستهلكين على تبنيهم للسلوكيات التي تعزز من الطاقة المتجددة (The future of energy storage ، 2022).

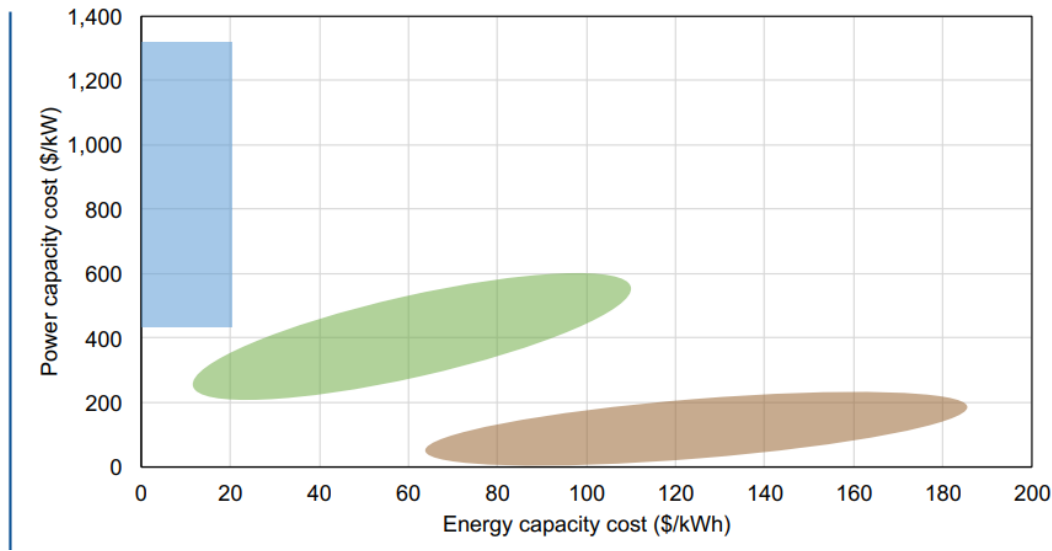
بدأ تطبيق أنظمة تخزين الكهرباء التي تم توليدها من مصادر الطاقة المتجددة في إبتكارات عديدة مثل : بطاريات الليثيوم في المركبات والأجهزة الإلكترونية الإستهلاكية ،

يوجد أربعة أنواع أساسية لتخزين الطاقة وهي الكهروكيميائية ، والكيميائية ، والحرارية ، والميكانيكية ، المتاحة حالياً على مستويات مختلفة في الأجهزة التكنولوجية الحديثة ، التي تقوم على أساس توليد الطاقة الكهربائية خلال الأوقات التي تكون فيها مصادر الطاقة المتجددة وفرة ، ليأتي بعد ذلك دور وصف منشأة تخزين الطاقة بأقصى قدر من الطاقة اللحظية التي تقاس بالميجاواط (MW) وهي قدرتها على تخزين الطاقة، وتقاس بالميجاواط/ساعة (MWh)؛ ولها كفاءة الذهاب والإياب (RTE)،

والتي يتم قياسها بجزء من الطاقة المستخدمة لشحن التخزين الذي يتم إعادته عند الخروج، وبذلك تستطيع هذه الأجهزة حساب المدة الزمنية التي من خلالها يمكن للمنشأة توفير أقصى قدر من الطاقة، إذ تتراوح فترة تخزين الطاقة ما يقارب أربع ساعات كحد أدنى وإثنى عشر ساعة كحد أقصى، وتختلف تقنيات تخزين الطاقة في الكثافة التي تمثل الحد الأقصى الذي يمكن تخزينه لكل وحدة حجم، فمثلاً تعد تقنيات

البطاريات ذات كثافة الطاقة العالية مناسبة بشكل خاص للمركبات والأجهزة التكنولوجية المحمولة، أما بالنسبة للتقنيات التي تخزن كثافة الطاقة المنخفضة يتم استخدامها في الأجهزة الحديثة الأقل استهلاكاً للكهرباء. (The future of energy storage ، 2022).

Figure ES.1: Three groups of storage technologies based on power- and energy-capacity costs



إثر هذه الاكتشافات تم تقسيم تقنيات تخزين الطاقة إلى ثلاث مجموعات رئيسية على أساس خصائصها التي تتمثل في تكاليف الطاقة وقدرات الطاقة، فبشكل عام تمثل المنطقة الزرقاء في الرسم البياني تقنيات الطاقة التي تمتاز بقدرتها على تخزين الطاقة الكهربائية لمدة أطول قد تصل إلى أيام، بينما المنطقة باللون البني تمثل تقنيات الطاقة التي تخزن الطاقة لمدة أقل قد تصل إلى ساعات مثل: بطاريات الليثيوم، أما المنطقة الخضراء فتتمثل تقنيات الطاقة ذات القدرات المتوسطة. (The future of energy storage ، 2022).

[The-Future-of-Energy-Storage-Executive-Summary.pdf \(mit.edu\)](https://www.mit.edu/~dln/energy-storage/Executive-Summary.pdf)

وهنا يأتي دور الحكومات في تسريع الجهود المبذولة لعملية نشر التكنولوجيا الحديثة التجارية العالمية، مع اعتماد آليات الحوافز التي تكافئ نجاح هذه المشاريع، مع فرض هذه الأجهزة في كافة المجالات عالمياً، والإعفاءات الضريبية للإنتاج والنقل لمختلف

تقنيات التوليد النظيف ، وإستكشاف التقنيات الكهروكيميائية الجديدة، مثل :تدفق الأكسدة ،والاختزال ،وبطاريات الهواء المعدنية الغير مكلفة ، ومواد تخزين الشحن ، وتصميم البطارية الأكثر ملاءمة للتطبيقات طويلة الأمد ،مما سيساهم في تسهيلات إعتداد مصادر الطاقة المتجددة لتوليد الكهرباء التي تلبي متطلبات العالم .

• دراسة معهد سامسونج المتقدم للتكنولوجيا (2020):

دراسة معهد سامسونج المتقدم للتكنولوجيا (SAIT)، هو أحد الدراسات التي قدم فيها باحثون من معهد سامسونج المتقدم للتكنولوجيا (SAIT) ومعهد سامسونج للبحث والتطوير في اليابان (SRJ) في عام 2020 دراسة حول بطاريات الحالة الصلبة عالية الأداء وطويلة الأمد ، التي تهدف إلى تطوير بطاريات الحالة الصلبة ، ومعالجة التحديات المشتركة المرتبطة ببطاريات الليثيوم أيون التقليدية، مثل : مخاطر السلامة، والقيود المفروضة على كثافة الطاقة، وعمر البطارية ، بالإضافة إلى تقديم نهج جديد يتضمن طبقة مركبة من الكربون الفضي (Ag-C) في بطارية الحالة الصلبة.(Samsung presents groundbreaking all-solid-state battery technology to “Nature energy.” – Samsung Global Newsroom ، 2010).

تم تقديم الطبقة المركبة (Ag-C) لتحل محل الإلكتروليت السائل الشائع الاستخدام في بطاريات الليثيوم أيون ،حيث تستخدم بطاريات الحالة الصلبة إلكترونيًا صلبًا، وهو أكثر أمانًا واستقرارًا بطبيعته، إذ تعمل الطبقة المركبة على تعزيز توصيل واستقرار المنحل بالكهرباء الصلب، مما يقلل من تكوين التشعبات التي تشكل هياكل تشبه الإبرة قد تسبب دوائر قصيرة مؤديا بذلك إلى فشل البطارية ، إذ أبلغت الدراسة عن كثافة طاقة تبلغ 900 واط ساعة/لتر ، مما يعد هذا تحسنًا كبيرًا مقارنة ببطاريات الليثيوم أيون التقليدية، والتي تتراوح كثافة الطاقة بها عادةً بين 250-700 واط ساعة/لتر ، وبذلك تعني كثافة الطاقة الأعلى أن البطارية يمكنها تخزين المزيد من الطاقة في حجم أصغر، مما يجعلها مثالية للتطبيقات حيث تعد المساحة ، والوزن من العوامل الحاسمة، كما هو الحال في السيارات الكهربائية والأجهزة الإلكترونية المحمولة. (- Samsung presents groundbreaking all-solid-state battery technology to “Nature energy.” – Samsung Global Newsroom ، 2010).

وللتغلب على هذه التأثيرات، اقترح باحثو سامسونج استخدام طبقة مركبة من الكربون الفضي "Ag-C" لأول مرة لتكوين الأنود ، ووجد الفريق أن دمج طبقة "Ag-C" في النموذج الأولي لخلية الحقيبة مكن البطارية من دعم سعة أكبر، وعمر دورة أطول، وتعزيز سلامتها العامة ، وذلك فقط بسمك 5 ميكرومتر فقط، أتاحت طبقة "Ag-C" النانوية الرقيقة للغاية للفريق تقليل سمك الأنود، وزيادة كثافة الطاقة حتى 900 وات ساعة/لتر ، كما مكنتهم أيضًا من جعل نموذجهم الأولي أصغر حجمًا بنسبة 50 بالمائة تقريبًا من بطارية الليثيوم أيون التقليدية ، و أظهرت الأبحاث الحديثة أن طبقة "Ag-C" الرقيقة يمكنها تنظيم ترسب الليثيوم بشكل فعال، مما يؤدي إلى قابلية التدوير الكهروكيميائية لفترة طويلة ، عند إبتكار هذه الطبقة الرقيقة تم استخدام كاثود أكسيد ذو طبقات عالية النيكل بسعة محددة ومساحة عالية ، وتم تقديم تقنية الضغط المتوازن الدافئ لتحسين الاتصال بين القطبي الكهربائي ، أظهرت خلية الحقيبة النموذجية (Ah 0.6) التي تم إعدادها على هذا النحو كثافة طاقة عالية ، ودورة حياة طويلة الأمد ، ومن المتوقع أن يساعد هذا البحث الواعد في دفع التوسع في استخدام السيارات الكهربائية ، حيث سيتمكن السيارة الكهربائية من السفر لمسافة تصل إلى 800 كيلومتر بشحنة واحدة، وتتميز بدورة حياة تزيد عن 1000 شحنة.(Samsung presents

groundbreaking all-solid-state battery technology to “Nature energy.” – Samsung Global (2010 ، Newsroom).

• دراسة تقنيات الشبكة الذكية لتكامل الطاقة المتجددة:

الشبكة الذكية والطاقة المتجددة أو ما يشار إليه بمخطط الشبكة الذكية للطاقة المتجددة التي تتيح الإدارة والتوزيع الفعال لمصادر الطاقة المتجددة مثل : الطاقة الشمسية ، وطاقة الرياح ، والطاقة الكهرومائية ، وطاقة الكتلة الحيوية ، بنيت هذه الدراسة على أساس ربط الشبكة الذكية بمجموعة متنوعة من أصول موارد الطاقة الموزعة بشبكة الطاقة ، من خلال الاستفادة من التكنولوجيا الحديثة لجمع البيانات على الشبكة الذكية، وإكتشاف مشكلات الخدمة وحلها من خلال التقييمات الذاتية المستمرة ، ونظرًا لأن المرافق لم تعد بحاجة إلى الاعتماد على العملاء للإبلاغ عن إنقطاع الخدمة، فإن قدرة الإصلاح الذاتي هذه تعد عنصرًا حيويًا في الشبكة الذكية.

إن أساس هذه الدراسة يتمحور حول العلاقة بين الشبكة الذكية والطاقة المتجددة ، على سبيل المثال، تستخدم مزارع الرياح تروسًا ميكانيكية تتطلب من كل وصلة دعم أجهزة استشعار متعددة ، إذ يعد كل جهاز استشعار قادر على ملاحظة الظروف المناخية والبيئية الحالية ، ليتم بعد ذلك إرسال هذه المعلومات عبر الشبكة الذكية للتنبيه إلى مدى فائدة أي مشكلات، مما يؤدي إلى تحسين جودة الخدمة والسلامة. (Philipps ، 2022)

تعمل الشبكات الذكية المجهزة بأجزاء مصنوعة من مواد شبه موصلة تساهم في تقليل استهلاك الكهرباء ،فعلى سبيل المثال، قام رئيس الشبكة الذكية لشركة شتايدر إلكترونيك بنشر أجهزة استشعار أكثر تقدمًا، إذ يمكن لبعض الأجهزة إلتقاط المعلومات المتعلقة بالكهرباء بشكل مستمر حتى 60 ألف مرة في الثانية، فمثلاً يمكن شحن السيارات الكهربائية ليلاً، وهو الوقت الذي لا تستخدم فيه المكاتب والمنازل عادةً الكثير من الكهرباء ،يمكن أيضًا تشغيل وإيقاف مفاتيح الإضاءة والأفران تلقائيًا ، وبهذه الطريقة يصبح استخدام الطاقة ذكيًا من خلال عدم استخدام أكثر مما هو مطلوب ، بالإضافة إلى ذلك تدعم مواد أشباه الموصلات، مثل : السيليكون، إنتاج الطاقة الخضراء باستخدام تكنولوجيا الشبكة الذكية ، ونظرًا لقدرتها على إستيعاب ملايين الترانزستورات الصغيرة، فقد مكنت هذه المواد من إتاحة التقدم للشبكة الذكية وربط الأجهزة في جميع أنحاء النظام، مما يضمن أن يكون عرض الطاقة مساويًا للطلب محافظًا بذلك على توزيع التيار الكهربائي بالتساوي. (Philipps ، 2022).

وبذلك تعد الطاقة المتجددة هي الحل الواعد لمشكلة انبعاثات الغازات الدفيئة المتزايدة، كما أنها تساهم في حماية البيئة ، ومع ربطها بالشبكات الذكية ، يؤدي ذلك إلى فوائد عديدة تتمثل في الإدارة الفعالة لمصادر الطاقة المتجددة ، وتحديد أنظمة تخزين الطاقة ، وإدارة جانب الطلب ، وتنويع تقنيات الاتصالات ، وتقوية أمن الشبكات الذكية ، مؤديًا بذلك إلى إنخفاض انبعاثات الغازات الدفيئة بنسبة 85% بحلول عام 2050.

• محطات الطاقة الافتراضية (VPPs) والطاقة المتجددة

تعمل دول العالم حاليًا على تطبيق محطات الطاقة الافتراضية وتعزيز استقرار الشبكة وتكامل الطاقة المتجددة، حيث قدم الباحثون من معهد فراونهوفر في عام 2021 دراسة حول محطات الطاقة الافتراضية وفحص دور محطات الطاقة الافتراضية في تجميع

موارد الطاقة الموزعة لتكون بمثابة محطة طاقة واحدة ، وأظهرت الدراسة أن VPPs يمكن أن تحسن موثوقية الشبكات، وتوازن العرض والطلب، وتوفر الخدمات الإضافية، وتعزيز سياسات النمو المتجدد ، لتحقيق نظام مستقر ومستدام .

• دراسات الطاقة في ألمانيا (Energiewende):

Energiewende أو التي يشار إليها بانتقال الطاقة ، هي إحدى الدراسات الألمانية طويلة المدى القائمة على أساس التحول من الوقود الأحفوري والطاقة النووية إلى مصادر الطاقة المتجددة وزيادة كفاءة استخدام الطاقة ، إذ إنها واحدة من مبادرات تحويل الطاقة الأكثر شمولاً وطموحاً على مستوى العالم، وهي بمثابة نموذج للبلدان الأخرى التي تطمح إلى زيادة حصة الطاقة المتجددة في استهلاك الكهرباء إلى 80% على الأقل بحلول عام 2050 ، وخفض انبعاثات الغازات الدفينة بنسبة 40% بحلول عام 2020، و55% بحلول عام 2030، وبنسبة تصل إلى 95% بحلول عام 2050 مقارنة بمستويات عام 1990 ، وخفض استهلاك الطاقة الأولية بنسبة 50% بحلول عام 2050 مقارنة بمستويات عام 2008 ، مع الإغلاق التدريجي لجميع محطات الطاقة النووية بحلول عام 2022.(Yang، 2022).

كما وتم طرح العديد من القوانين التي تعزز من نمو الإستدامة ، مثل : قانون مصادر الطاقة المتجددة الذي يوفر إطاراً قانونياً للتوسع في الطاقة المتجددة مع ضمان الحوافز المالية، وقانون تسعير الكربون الذي يقدم آليات تسعير الكربون لتقليل الانبعاثات الصادرة عن قطاع الطاقة .

تتضمن هذه الدراسة مجموعة من الدراسات وهي :

• المجلس الاستشاري الألماني للبيئة (SRU):

المجلس الاستشاري الألماني للبيئة هو مجلس مستقل من الخبراء ،يقدم المشورة للحكومة الفيدرالية الألمانية بشأن القضايا البيئية ، حيث تم تأسيسه في عام 1971 ، ويقوم على أساس تقديم تقييمات وتوصيات علمية تدعم حماية البيئة معززاً بذلك التنمية المستدامة ، ويتكون المجلس من سبعة أساتذة من تخصصات مختلفة، مما يضمن إتباع نهج شامل ومتعدد التخصصات للقضايا البيئية ، يتطلع هذا المجلس الاستشاري إلى تطبيق مسارات نحو نظام كهرباء متجدد 100% بحلول عام 2050 ، بالإضافة إلى دراسة الجدوى الفنية ، والآثار الاقتصادية ، وتدابير السياسة اللازمة لتطبيق هذا النهج ، وإجراء الأبحاث المستقلة حول مختلف القضايا البيئية مع التحديات التي تواجهها البيئة الألمانية ، والعمل بشكل متعاون مع الأفراد ، وأصحاب المصلحة ، وصانعي السياسات لتنظيم ورش العمل ، والمؤتمرات ، في سبيل رفع المستوى البيئي .(Yang ، 2022)

• حماية المناخ من خلال قانون البيئة (2018):

أصدر المجلس الاستشاري الألماني للبيئة (SRU) قانون بعنوان "حماية المناخ من خلال قانون البيئة في عام 2018" ، ويتناول هذا التقرير الدور الحاسم للقانون البيئي في تحقيق أهداف حماية المناخ في ألمانيا ،وبقدم تحليلاً شاملاً للآطر القانونية والتدابير اللازمة للحد من انبعاثات الغازات الدفينة ،وتعزيز الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة ، كما ويستعرض هذا القانون القوانين واللوائح البيئية الحالية في ألمانيا، ويقيم مدى فعاليتها في التصدي لتغير المناخ ، ويدرس نقاط الضعف في السياسات الحالية والتحديات اللازم حلها ، مع دمج الأهداف المناخية للقانون البيئي في كل المجالات ، والتركيز على طرح الإستراتيجيات والتدابير القانونية

التي تؤدي إلى خفض الانبعاثات في كل قطاع ، مع تسليط الضوء على الفرص التي تعزز من تحقيق الأهداف المناخية.(Yang ، 2022).

يعد تغير المناخ العديد من القضايا الرئيسية في مجال القانون البيئي ، إذ ظهرت قضية المناخ إثر العديد من الأسباب التي تتضمن النفايات بكافة أنواعها ، وتلوث الهواء والمياه ، وإزالة الغابات ، وفقدان التنوع البيولوجي وبذلك يرتبط قانون البيئة وقانون تغير المناخ بعلاقة طردية، حيث أن الإجراءات المتخذة لحماية البيئة ستساعد بشكل عام في الجهود المبذولة لمعالجة تغير المناخ ، وبهذه الطريقة، يلعب القانون البيئي دورًا حاسمًا في مساعدة المملكة المتحدة على تحقيق صافي الصفر، وقد شهدت المبادئ الراسخة للقانون البيئي تطبيقًا في مكافحة تغير المناخ، وقد وفرت أزمة المناخ قوة دافعة لزيادة مستوى الحماية القانونية للبيئة ، كما وضعت الكثير من التدابير القانونية الشاملة وقابلة للتنفيذ للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة وتعزيز الطاقة المتجددة.

• معهد فراونهوفر لأنظمة الطاقة الشمسية (ISE):

يعد هذا المعهد من المؤسسات البحثية البارزة في مجال الطاقة الشمسية في أوروبا ، حيث يقع مقرها في ألمانيا ، ويركز هذا المعهد على بذل كل جهوده القصوى في إبتكار التكنولوجيا الحديثة وإستخدامها في مصدر الطاقة الشمسية مثل : تطوير الخلايا الكهروضوئية وتحسين الوحدات الشمسية ، بالإضافة إلى طرح إستراتيجيات دمج أنظمة الطاقة الشمسية في البيئات الحضرية ، وتكثيف الجهود حول إنتاج وإستخدام الهيدروجين كمصدر أساسي للطاقة النظيفة ، وتحليل أنظمة الطاقة النظيفة دمجها في البنية التحتية في سبيل تعزيز الإستدامة . (Jolly ، 2023).

قام مختصي معهد فراونهوفر بطرح العديد من الأبحاث والإبتكارات في مجال الطاقة الشمسية خصيصاً في الخلايا الكهروضوئية ، إذ يطمح هذا في التوصل إلى نتيجة أن مفادها أن الخلايا الكهروضوئية ستصبح أهم مصدر للطاقة ، أي أنه بحلول عام 2050 سيتم تركيب قدرة كهروضوئية تتراوح من 20 إلى 80 تيراواط، وبحلول عام 2100، سيتم تركيب من 80 إلى 170 تيراواط ، كما وقد أجرى معهد فراونهوفر ومعهد بوتسدام أبحاث عن تأثير المناخ ، ووجدوا أن هذه الزيادة السريعة في القدرة الكهروضوئية ستطلب تقنيات تكنولوجية حديثة أكثر كفاءة، بالإضافة إلى البنية التحتية التكنولوجية المتكاملة التي ستساهم في دفع عجلة الإبتكار وتلبية إحتياجات العالم مع تعزيز الحفاظ على الإستدامة للأجيال القادمة (Jolly ، 2023) .

يعمل مشروع الاتحاد الأوروبي UNIQUE ، الذي يقوده معهد ISE ويشارك فيه جميع أصحاب المصلحة في سبيل ترسيخ الخلايا الشمسية القابلة للطباعة، ورفع كفاءة هذه الخلايا الشمسية الجديدة إلى مستويات أعلى ، إذ أن هدف هذا المشروع هو الوصول إلى كفاءة ممتازة على مستوى الوحدة بمعدلات تزيد عن 20 بالمائة ، وذلك عبر إستخدام مواد إنتاج غير مكلفة وقابلة لإنتاج كميات كبيرة من الطاقة قد تصل إلى تيراواط وأكثر، مثل : وصلات الجرافيت، ومشروع منارة فراونهوفر القائم على إعادة تدوير المواد ، وتطوير موارد مستدامة للخلايا الترادفية المعتمدة على السيليكون والبيروفسكايت ، إذ يتضمن ذلك وضع طبقة من البيروفسكايت على ركيزة من السيليكون مكوناً بذلك خلايا شمسية ترادفية ذات تكلفة منخفضة ، إذ إن الخطوة الأساسية هي فحص المواد المحتملة لمعرفة ما إذا كانت ستعمل من الناحية النظرية ، وإستبعاد كل المواد السامة ، لتحقيق الرقم القياسي الجديد في ضم أكبر عدد من خلايا البيروفسكايت الشمسية لتكوين خلايا شمسية ترادفية .(Jolly ، 2023)

ويأمل الباحثون في معهد فراونهوفر لأبحاث البوليمرات التطبيقية (IAP) في استخدام أسطح الواجهات الزجاجية الكبيرة لتوليد الكهرباء في المستقبل، ولجعل هذه الرؤية واقع، تضافرت جهود أصحاب المصلحة، بدءاً من مصنعي الموارد الأساسية، وشركات الإسكان، في مشروع "CoSoWin"، وهو مشروع تموله الوزارة الفيدرالية الألمانية للشؤون الاقتصادية، ويستخدم الباحثون الجسيمات النانوية لوضع طبقة على ألواح النوافذ التي تجمع الضوء، وتنقله إلى الجانب الأمامي من الجزء الزجاجي وتغذيها في خلية شمسية عضوية، لتتراوح الكفاءة بين 4 و 7 بالمائة فقط في الوقت الحالي، ومن الممكن الوصول إلى كفاءة بنسبة 10 % في المستقبل القريب .

• معهد الطاقة الحيوية المشترك (JBEI):

هو أحد المؤسسات البحثية الرائدة التي تركز على تطوير الوقود الأحفوري والمنتجات الحيوية من الكتلة الحيوية، وتهدف هذه المؤسسة إلى تحسين كفاءة واستدامة إنتاج الوقود الحيوي وتقديم بدائل مستدامة وفعالة من حيث التكلفة للوقود الأحفوري باستخدام أساليب متقدمة لتحويل الكتلة الحيوية النباتية إلى وقود أحفوري، يعتمد هذه المعهد على إتباع نهج مجالات بحثية رئيسية تتمثل في تطوير المواد الخام عبر استخدام أصناف نباتية مثل : الطحالب قابلة للتحويل إلى وقود حيوي لتعزيز سمات مثل : إنتاج الكتلة الحيوية ، ومقاومة الآفات ، وسهولة المعالجة ، بالإضافة إلى القدرة على تغيير تكوين جدران الخلايا النباتية ، وتحليل الكربوهيدرات المعقدة إلى سكريات بسيطة لتسهيل الوصول إلى السليلوز والهيميسيلولوز وتخديرها وتحويلها إلى وقود حيوي ، واستخدام تقنيات المعالجة المتقدمة لتفكيك الكتلة الحيوية وإستخلاص الطاقة المتجددة ، كما يقوم هذا المعهد بتصميم الكائنات الحية الدقيقة كالبكتيريا والخميرة لتحسين قدرتها على تخمير السكريات وتحويلها إلى وقود حيوي عبر تعزيز قدرة الميكروبات على تحمل المركبات السامة الموجودة في الكتلة الحيوية وتحسين المسارات الأيضية لتحقيق إنتاجية أعلى ، بالإضافة إلى إنتاج الوقود الحيوي المتقدم البيوتانول والأيزوبنتانول وغيرها من الهيدروكربونات التي يمكن أن تكون بمثابة بدائل مباشرة للبنزين والديزل ، ووقود الطائرات ، والجمع بين المراحل المختلفة التي تتضمن دمج المعالجة المسبقة ، والتحلل المائي ، والإنزيمي في عملية واحدة مبسطة مع إجراء التحليلات الشاملة التقييمية للأثار الاقتصادية والبيئية مساعداً بذلك في خفض التكاليف ورفع الكفاءة ، وبذلك حقق المعهد تقدماً كبيراً في تطوير المواد الأولية النباتية المحسنة لإنتاج الوقود الحيوي ، فعلى سبيل المثال، قاموا بتصميم أشجار العشب وأشجار الحور مع محتوى منخفض من اللجنين، مما يسهل معالجتها وتحويلها إلى وقود حيوي.

• مدينة مصدر :

شهد العالم في الآونة الأخيرة تغيرات مناخية عالمية مما أدى بذلك إلى زيادة انبعاثات الكربون ، وارتفاع نسب الغازات الدفيئة الضارة ، والملوثات ، وزيادة سوء إدارة الأنشطة البشرية التي تتضمن إزالة الغابات ، وتدهور الأراضي الجافة ، وتسريع عملية التصحر ، لذلك قامت دولة الإمارات العربية المتحدة بأنشاء أول مدينة قائمة على اعتماد الطاقة المتجددة بشكل متكامل ، أطلق عليها اسم مدينة مصدر، الواقعة في أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة، إذ تعد هذه المدينة واحدة من أكثر مشاريع التطوير الحضري طموحاً في العالم والتي تهدف إلى إنشاء مدينة مستدامة ، تجسد مدينة مصدر مبادرة شركة أبوظبي لطاقة المستقبل رؤية للحياة الحضرية المستدامة، مع التركيز على الطاقة المتجددة، والأبنية الخضراء، والتصميم المستدام. (Riva ، 2017).

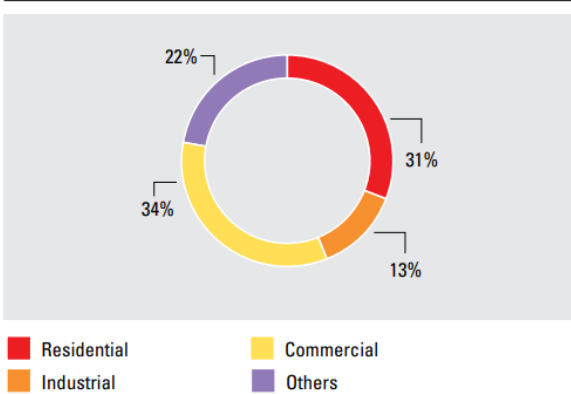
على مر القرون عاشت العديد من الحضارات في ظروف البيئة الصحراوية مثل : هنود أمريكا الشمالية الأصليين في صحراء موهافي ، والشعوب القبلية في صحراء أتاكاما في أمريكا الجنوبية، والبدو الذين عاشوا في الصحراء الكبرى في أفريقيا ، والسكان الأصليين في صحراء جيبسون في أستراليا ، وعلى الرغم من أن مسألة بناء المدن في مثل هذه الظروف القاسية والجافة صعبة ، إلا أنه تم بناء مجموعة متطورة من المدن حول، والعديد منها قيد الإنشاء أو في طور البناء، فعلى سبيل المثال مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقولوجيا ، والمدينة التعليمية في قطر، ومدينة مبارك في مصر ، والمدينة التعليمية للبحث العلمي والتطبيقات التكنولوجية والعليا في البحرين .(Gabriel، 2010).

وبالرغم من كل هذه التحديات البيئية إلا أن دولة الإمارات العربية المتحدة إستطاعت تحويل الصعوبات إلى تحديات وتأسيس مدينة مصدر في دولة الإمارات العربية المتحدة المدينة الأولى عربياً خالية من الكربون ، أطلق عليها اسم مصدر وذلك لانه كلمة مصدر في اللغة العربية تعني أصل الشيء ، وهو المفهوم الذي يوضح أساس هذه المدينة فهي تعتمد على أصل الموارد الطبيعية التي خلقها الله سبحانه وتعالى وسخرها في سبيل الإنسان لإستخدامها في تعمير الأرض ، تم تطوير هذا المشروع من قبل شركة أبوظبي لطاقة المستقبل وهي مملوكة بالكامل من قبل حكومة أبوظبي لتكون أول مدينة خالية من الكربون والسيارات لتصبح في المستقبل المدينة الخضراء ذات الطاقة النظيفة المستدامة ، حيث تقع هذه المدينة على الأراضي الصحراوية أي على بعد 15 كيلومتراً في الجانب لمدينة أبوظبي ، في شبه الجزيرة العربية ، وتبلغ مساحتها ما يقارب 6 كيلومترات مربعة ، لتضم بذلك أبرز المشاريع ذات الإستثمار المستدام التي تحتوي على توفير السكن لما يقارب 50 ألف ساكن ، وجذب 1500 شركة في مجال إمدادات الطاقة المتجددة ، وتوفير فرص عمل لكافة سكانها ، وإستقطاب ما يقارب 40 ألف مسافر من حول العالم ، من أجل التواصل مع العالم أجمع من أجل عجلة تحريك تكنولوجيا الطاقة المتجددة إلى الأمام.(Gabriel، 2010).

● مدينة مصدر في دولة الإمارات العربية المتحدة :

تبلغ مساحة دولة الإمارات العربية المتحدة 83.600 كيلومتر مربع ، حيث تتكون من سبع إمارات ، إذ تعد مدينة أبوظبي هي الأكبر بمساحة تبلغ 67,340 كيلو متر مربع ، التي تحتوي على إحتياطيات الزيت والغاز الطبيعي ، بينما الإمارة الثانية هي دبي التي تعتبر المركز الإقتصادي ، أما الإمارات الأخرى فهي الشارقة ، وعجمان ، ورأس الخيمة ، والفجيرة ، وأم القيوين ، بلغ عدد السكان في دولة الإمارات في عام 2013 ما يقارب 9.35 مليون نسمة ، وتضاعف ما يقارب ثلاث مرات منذ عام 2000 ،

Figure 11: Share of electricity consumption by sector in 2014



Source: Ministry of Energy, Statistical Data For Electricity and Water 2013- 2014

وتعد دولة الإمارات العربية المتحدة واحدة من الدول الكبرى التي تمتلك احتياطيات الهيدروكربون ، كما وبلغت إحتياطاتها النفطية ما يقارب 97800 مليون برميل ، أما إحتياطيات الغاز تبلغ 6.1 تريليون مترمكعب ، لذلك بدأت دولة الإمارات في المجال البيئي بدراسة القضايا البيئية ومدى تأثيرها على البيئة وعلى مواردها ، ودرست العديد من الأبحاث عن مشاريع الكربون وعزل تأثير ثاني أكسيد الكربون وإنبعاثات طاقة الوقود الأحفوري ، كما وأجرت بحثاً تفصيلياً عن نسب إستهلاك الكهرباء ، وتم التوصل بأنه بلغ إجمالي استهلاك الكهرباء في

دولة الإمارات العربية المتحدة ما يقارب 111,528 جيجاوات في عام 2014 ، توضح الصورة أدناه نسب استخدام الكهرباء في كافة المرافق في دولة الإمارات .(Case study on policy reforms to promote renewable energy. 2017).

[Case Study on Policy Reforms to Promote Renewable Energy in the United Arab Emirates \(unesqwa.org\)](http://unesqwa.org)

لطالما كانت دولة الإمارات من الدول السابقة لعصرها والتي تمتاز بحبها للإبتكار ومواكبة كل التقدم في شتى المجالات، لذلك أصرت دولة الإمارات تأسيس هذا الإنجاز ، حيث بدأت هذه الرحلة إنشاء مدينة مصدر في عام 2006 في أبو ظبي ، عندما أعلنت دولة الإمارات عن إنشاء مبادرة مصدر كأول شركة للطاقة المتجددة في العالم ، لتكون هذه المبادرة جزءاً من رؤية



أبوظبيي 2030 لتنويع الإقتصاد ، وكانت أولى خطواتها تتمثل في تأسيس معهد مصدر بالتعاون مع معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا لتقديم الدورات والمرافق البحثية المتعلقة بالطاقة الخضراء ، لبناء المعرفة حول البناء البديل باستخدام التقنيات التكنولوجية الحديثة وبذل الجهود في سبيل البحث والتطوير بشكل مستمر في مجال الطاقة المتجددة لطرح حلول تكنولوجية جديدة مستمدة ، من أجل بناء مدينة متكاملة قادرة على تلبية إحتياجات المستهلكين ، وتوفير حياة عالية دون المساس بمعايير الحياة المعاصرة .(بدون مؤلف ، 2011).

وبذلك تم التوصل إلى أن مدينة مصدر سيتم إنشائها بناءً على مراحل تتضمن :

التشكيل الحضري : إن تخطيط هذه المدينة بني على أساس الإستجابة المباشرة لأشعة الشمس ، إذ يعد واحد من أعظم المشاكل التي تواجه البقاء على قيد الحياة في أي بيئة صحراوية حارة وجافة ، وكيفية التعامل مع الحرارة والجفاف ، مع الأخذ في الاعتبار أن الطاقة اللازمة للبناء في مدينة وسط الصحراء هو مفهوم يتحدى المنطق التقليدي ، إذ لا يمكن الإعتبار أن المدن الصحراوية هي المدن التي تدعم التحرك المستدام ، فعلى سبيل المثال تمتاز دولة الإمارات بالمناخ الصحراوي حيث ترتفع درجات الحرارة على مدار السنة قد تصل 50 درجة مئوية ، ليكون المناخ حاراً ورطباً ومغبراً ، أما بالنسبة إلى متوسط هطول الأمطار فإنه قد



يتراوح بين 140 ملم و200 ملم في المناطق المنخفضة أما في المناطق الجبلية يمكن أن يصل إلى 350 ملم سنوياً ، ولكن على الرغم من هذه الظروف القاسية ، تم وضع تخطيط التصميم المعماري والعمراني المستدام الذي يتضمن إستراتيجيات التبريد السلبي في الممتلكات الخضراء لتحقيق أقصى قدر من تدفق الهواء في جميع أنحاء المدينة لسحب الهواء البارد النقي إلى المدينة وسحب الهواء الساخن القديم إلى خارج المدينة ، وطرح

الإستراتيجيات الابتكارية التي تتمثل في إنشاء مزارع للطاقة الشمسية بقدرة 10 ميجاوات موفراً بذلك الطاقة لأعمال البناء بشكل فائض ، بالإضافة إلى توفير إحتياجات الطاقة للمدينة من الرياح ومصادر الوقود الحيوي ، ووضع ساحات مظلة باستخدام التظليل الشمسي الذي يساعد على تقليل حمل الطاقة التي يتم توفيرها للمباني من الموارد المتجددة وذلك بهدف الحفاظ على شبكة التنمية لإنبعاثات الكربون ، مع خلق الظل الذي سيساعد المشاة في التجول في جميع أرجاء المدينة في الظل.(Gabriel، 2010).

○ وسائل النقل : تستخدم مدينة مصدر نظام نقل متكامل بالسكك الحديدية الخفيفة الخالية من الكربون التي تعمل بنظام الكهرباء ، مثل : سيارات "pod" ،تمتاز هذه السيارة بصغر حجمها ، وتتسع كل منها لما يقارب ستة أشخاص ، تعمل هذه السيارة عن طريق بطارية الليثيوم القابل لإعادة التدوير والتي يمكن شحنها لفترة أطول ، وتم تصميم مدينة مصدر على نطاق واسع مع ميزات مثل :الساحات المظلة والممرات التي تشجع على إستخدام وسائل خالية من الكربون للتنقل في أنحاء المدينة مثل : المشي ، وركوب الدراجات .

○ إدارة المياه : إن مصادر المياه التي تم إدراجها في هذه المدينة هي تحلية المياه باستخدام مصدر الطاقة الشمسية لإستخدامها كمياه صالحة للشرب، مع إعادة تدوير المياه لأغراض الري ، وإدخال أنواع مختلفة من النباتات التي تعيش في البيئة الصحراوية لخلق بيئة مريحة لكلاً من النباتات مع البشر .

○ إدارة المخلفات : وذلك عبر إستخدام تقنيات النفايات الفراغية للقضاء على الحاجة إلى مكب النفايات وفصلها بشكل قاطع ، مع تحويل النفايات الحيوية إلى سماد ليتم إستخدامه لإثراء المزارع الواقعة في محيط المدينة ، كما سيتم إعادة تدوير النفايات القابلة لإعادة التدوير وسيتم استخدام النفايات المتبقية في محطة تحويل النفايات إلى طاقة لتعزيز الإستدامة.

تتمتع مدينة مصدر ببنية إقتصادية إستراتيجية تستفيد منها على أفضل وجه في تحويل التركيز الإقتصادي إلى صناعة قائمة على المعرفة للتعليم العالي والبحث الأخضر للطاقة البديلة ، ومن المنتظر أن تجذب المدينة جيلاً جديداً من مستخدمي الطاقة المتجددة والذين سيقدمون أفضل التكنولوجيا في مجال الطاقة المتجددة لتبني أسلوب الحياة الصديق للبيئة ، فعلى كوكبنا، تتزايد تأثيرات ظاهرة الاحتباس الحراري خصيصاً في مناطق الصحراء الجافة ، وفي المناطق التي تمتاز بتسارع وتيرة التصحر بسبب الأنشطة البشرية مثل : الرعي الجائر، لذلك إن بناء مثل مدينة مصدر النظيفة يساهم في إحداث تأثيراً إيجابياً عن طريق إعادة هذه الأراضي إلى وضعها الطبيعي لتدعم حياة الإنسان مرة أخرى ، حيث تم بناء العديد من المدن النظيفة في أرجاء العالم فمثلاً : توجد في ألمانيا المدينة البيئية التي تسمى بمنطقة فوبان ، ويبلغ عدد سكانها ما يقارب 5000 ساكن ، بينما في السويد توجد منطقة فاسترا هامنين في مالمو وتبلغ 10000 نسمة ، ومن المثير للاهتمام أن مدينة مصدر أصبحت ثاني مدينة في العالم بدون إستخدام وسائل النقل التقليدية بعد مدينة البندقية في إيطاليا ، حيث يتطلع العالم للتطوير بشكل أكبر في المستقبل ، وسيتم التعاون عالمياً في التخطيط لتطوير النقل النظيف في مدن المستقبل .(Gabriel، 2010).

كما إن إنشاء هذه المشاريع المستدامة يدل على أنه علامة تبعث على الأمل في المستقبل ، إذ تحقق الإلتزام المستمر نحو معالجة القضية الملحة المتمثلة في التنمية الحضرية المستدامة ، ويوصي العالم بأن نجاح هذه المشاريع المستدامة تكمن في تبني مواطنوها أساليب التغيير والعيش التي تدعم الإستدامة ، وإدراج القيم البيئية ، والقضاء على آفات العصر الحديث التي تتمثل في : تقليل الاختناقات المرورية، والتلوث بكافة أنواعه ، وخلق فرص التعليم وتطوير الوعي في الثقافة الخضراء لنقلها من جيل إلى آخر ، وإكتساب الخبرة في مجال التكنولوجيا الخضراء .(بدون مؤلف ، 2021).

تعد مدينة مصدر من المشاريع الحضرية التجريبية التي من المقرر أن يحطم العديد من الأرقام القياسية في هذا المجال ، لتكون بذلك أول مدينة حضرية خالية من الكربون والنفائات على وجه الأرض ، كما ستكون النموذج الحضري المستدام لتصميم المدن المستقبلية ، وسيؤكد نجاح هذا المشروع على حقيقة أن المناطق الصحراوية لديها قابلية تقبل إنشاء المشاريع والمجتمعات المستدامة لتخفيف القضايا البيئية وتقليل أثارها ودعم السكان في توفير إحتياجاتهم مع القدرة على الحفاظ على الأرض ، وإعادة إحياء ما تضرر منها ، وعلى الرغم من وجود انتقادات حول المشاريع المستدامة ، إلا إن مدينة مصدر تعتبر بمثابة مشروع رائد مع قضية مشرفة ، إذ أن المدينة تم تشكيلها بشكل محكم وتم الانتهاء من المرحلة الأولى من المشروع ، إن هذه المدينة تعد مصدراً هاماً للتعليم والبحث للجيل الحالي وأجيال المستقبل في مدينة مصدر ومن المأمول أن تصل هذه المدينة إلى أرقى المحافل لتصبح أول مدينة خالية من الكربون في العالم .

قطعت دولة الإمارات العربية المتحدة خطوات كبيرة في تطبيق الطاقة المتجددة خلال العقد الماضي، مما أدى إلى العديد النتائج الإيجابية على الدولة فمثلاً : قامت دولة الإمارات العربية المتحدة بزيادة نسب الإعتماد على إستخدام الطاقة الشمسية بما في ذلك محطة نور أبوظبي للطاقة الشمسية التي تعد إحدى أكبر محطات الطاقة الشمسية في العالم بقدرة 1.2 جيجاوات ، ومجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية ، ومن المقرر أن تبلغ طاقته الإجمالية 5 جيجاوات بحلول عام 2030، وهو أحد أكبر مجمعات الطاقة الشمسية في العالم ، وعلى الرغم من أن الطاقة الشمسية كانت محور التركيز الأساسي، فقد استثمرت دولة الإمارات أيضاً في مصادر متجددة أخرى، بما في ذلك مشاريع الرياح وتحويل النفائات إلى طاقة ، مما أدى بذلك خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بملايين الأطنان مقارنة بالأعوام السابقة ، وساهمت مشاريع الطاقة المتجددة في التنوع الإقتصادي مما قلل من الإعتماد على عائدات النفط والغاز الطبيعي ، وخلق فرص عمل جديدة في مجالات البناء ، والتشغيل ، والصيانة ، والبحث والتطوير، استثمرت الدولة في التقنيات المتقدمة، بما في ذلك أنظمة تخزين الطاقة ، والشبكات الذكية، وأنظمة الألواح الشمسية الفعالة، وتم تطبيق لوائح ومعايير الأبنية الخضراء التي تعزز من الاستدامة في البناء والتخطيط الحضري ، بالإضافة إلى ذلك عززت دولة الإمارات العربية المتحدة مكانتها كدولة رائدة في قطاع الطاقة المتجددة، حيث استضافت فعاليات دولية مثل : القمة العالمية لطاقة المستقبل (WFES) وشاركت بنشاط في مبادرات الاستدامة العالمية ، وتعاونت مع مختلف المنظمات الدولية والدول في مشاريع وأبحاث الطاقة المتجددة، مما يعزز دورها في التحول العالمي إلى الطاقة المستدامة.(Case study on policy reforms to promote renewable energy ، 2017).

• المشاريع المستقبلية في مجال إدارة الطاقة المتجددة :

يطمح العالم في الوقت الحالي تقديم مشروع خارطة عالمية أطلق عليها بإسم "Remap 2030" وذلك بواسطة الوكالة الدولية للطاقة المتجددة"إيرينا"، التي تدرس الإمكانيات الواقعية لنسب إرتفاع إمتصاص الطاقة المتجددة في مجموعة متنوعة من الدول من حول العالم ، مع تقديم تقرير تحليلي حول جوانب الطاقة في مجالات الصناعة ، والإسكان ، والمباني ، ووسائل النقل ، والمعايير مقابل المصادر البديلة مثل : الغاز الطبيعي ، والنفط، والفحم ، والطاقة النووية ، للقدرة على مزج بيانات التكلفة المحلية والدولية ، وإتخاذ النهج المعتدل الذي يدمج بين بيانات التكلفة المحلية والدولية ، واحدة من التحولات الرئيسية الذي بدأ العالم في تحقيقها خصيصاً في دولة الإمارات العربية المتحدة هو أن التكلفة في مجال الطاقة المتجددة إنخفضت في التكاليف ، فمثلاً

إنخفضت تكاليف التركيب المحلية للطاقة الشمسية الكهروضوئية على نطاق المرافق كافة بنسبة 75% ، وتم إنشاء محطات تصل إلى بناء 46 ميجاواط. (Maity, suvojit. sarkat, soham. Dutta, kakoli. Mukherjee, tina de ,2022).

أصبحت الطاقة المتجددة الآن جذابة اقتصاديًا في دولة الإمارات العربية المتحدة ، إذ تبلغ حصة الطاقة المتجددة 10% من إجمالي مزيج الطاقة المفصلة التي تحقق وفورات سنوية قدرها 1.9 مليار دولار أمريكي بحلول عام 2030 ، كما تتطلع دولة الإمارات في المستقبل القريب إلى تحقيق حصة 25% من مصادر الطاقة المتجددة لتوليد الطاقة بحلول عام 2030 ، كما وأعلنت دبي عن عدة مشاريع قابلة للتجديد لتوفير ما يقارب 75% من طاقتها النظيفة ، وإعتماد تكنولوجيا تخزين الطاقة المتجددة في المستقبل ، بالإضافة إلى تقديم مبادرة شمس دبي التي تعتمد على نظام القياس الصافي الذي المستهلكين لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية الكهروضوئية ، وتغذية الفائض إلى الشبكة التي يمكن أن يتم استعادتها عند الحاجة دون أي تكلفة ، وباتت دولة الإمارات العربية المتحدة اليوم لديها أكبر محطات تشغيل للطاقة الشمسية الكهروضوئية ، وسيتم تشغيل المزيد في المستقبل ، وتم دعم كل خطط وأهداف الطاقة المتجددة من خلال السياسات الواضحة من قبل المؤسسات والهيئات التنظيمية ، إذ حددت كل إمارة في دولة الإمارات العربية المتحدة حدودها الخاصة بالسياسات واللوائح الخاصة وتنفيذ سياسات الطاقة المتجددة، فعلى سبيل المثال : وعلى مستوى الإمارة في أبوظبي، عملت مصدر مع RSB وهيئة مياه وكهرباء أبوظبي لتسهيل تكامل شبكة إنشاء محطتي الطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة 10 ميجاوات في مدينة مصدر ، ومحطة شمس للطاقة الشمسية المركزة بقدرة 1100 ميجاوات ، و أنشأت حكومة مدينة دبي المجلس الأعلى للطاقة (DSCE) في عام 2010 ، التي تتمثل مهمتها في تحديد الاتجاه الاستراتيجي لدبي لتأمين إمدادات الإستدامة من الطاقة ، تتكون قيادة هذا المجلس من جميع الجهات الحكومية ، وساهم هذه المجلس في دمج ما يقارب 13 ميجاوات من محطات الطاقة الشمسية الكهروضوئية في الشبكة . (Maity. suvojit. sarkat, soham. Dutta, kakoli. Mukherjee, tina de ,2022) .

تتطلع الإمارات نحو دمج المنتجات النظيفة في تقنيات توليد الطاقة بما في ذلك الطاقة المتجددة وغير المتجددة ، ولا زالت الإمارات تتطرح بشكل دوري العديد من المشاريع الذكية التي تهدف إلى إحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه للتخفيف من آثار ثاني أكسيد الكربون في محطات توليد الطاقة بالوقود الأحفوري ، وأجريت الكثير من الدراسات الميدانية الأنتروبولوجية التي تدرس التطورات التكنولوجية في مشاريع طموحة للشركات الخضراء ، وتم وضع العديد من المبادرات الثقافية والشبابية في مجال إدارة الطاقة المتجددة لتبني إستراتيجيات الطاقة النظيفة ، وتعلم أساسيات إستخدامها مع تطوير السياسات اللازمة لتخزينها وترشيد إستهلاكها .

المصادر :

- دعدوع ، شهيرة .(2017/01/04). مفهوم الطاقة المتجددة . موقع موضوع . تم الإسترجاع من الرابط التالي :
[مفهوم الطاقة المتجددة - موضوع\(mawdoo3.com\)](http://mawdoo3.com)
- التحرير ، هيئة ، (2024/06/01). الطاقة المتجددة ، أنواعها ، وفوائدها ، سلبياتها . موقع النجاح . تم الإسترجاع من الرابط التالي :
[الطاقة المتجددة: أنواعها، وفوائدها، وسلبياتها\(annajah.net\)](http://annajah.net)
- خالد ، تقي .(2022/07/05). التحليل الإحصائي في البحث العلمي (أهميته – خطواته – أنواعه) . موقع المدونة . تم الإسترجاع من الرابط التالي :
[التحليل الإحصائي في البحث العلمي \(أهميته-خطواته-أنواعه\) - موقع مكتبتك\(maktabtk.com\)](http://maktabtk.com)
- بدون مؤلف .(2023/06/07). الممارسات المستدامة في مجال إدارة المرافق العامة . موقع imdaad . تم الإسترجاع من الرابط التالي :
[الممارسات المستدامة في مجال إدارة المرافق\(imdaad.ae\)](http://imdaad.ae)
- يونسو، مجد .(2021/06/10). الطاقات المتجددة . موقع إضاءات عالمية . تم الإسترجاع من الرابط التالي :
[الطاقات المتجددة - المصادر والأنواع ، الإيجابيات والسلبيات - إضاءات عالمية\(idaatalaalm.com\)](http://idaatalaalm.com)
- بدون مؤلف .(2021/01/03). مدينة مصدر قبلة الشركات العالمية ونموذج العمران المستدام . موقع صحيفة البيان . تم الإسترجاع من الرابط التالي :
[«مدينة مصدر».. قبلة الشركات العالمية ونموذج العمران المستدام\(albayan.ae\)](http://albayan.ae)
- Eleonora Riva .(2017/05/10). ملامح المدينة الذكية . موقع future . تم الإسترجاع من الرابط التالي :
[Future Center - ملامح المدن الذكية العالمية". مصدر "الإماراتية نموذجاً\(futureuae.com\)](http://futureuae.com)
- بدون مؤلف .(2011/11/30). مصدر مدينة المستقبل . موقع صحيفة الخليج . تم الإسترجاع من الرابط التالي :
[مصدر "مدينة المستقبل | صحيفة الخليج\(alkhaleej.ae\)](http://alkhaleej.ae)
- بدون مؤلف .(2022). بحث حول الطاقة المتجددة . موقع مكتبة جواد . تم الإسترجاع من الرابط التالي :
[بحث حول الطاقة المتجددة\(jawad-book.com\)](http://jawad-book.com)

References:

- TANG, Gabriel. (2010). Masdar - The Sustainable Desert City: A Theoretical Mirage or A Realistic. Sheffield hallam university. Shura website. Retrieved from the link below:

<https://shura.shu.ac.uk/23438/1/MASDAR-GTANG%20Final.pdf>

- Yang, Peter. (29/12/2022). Urban expansion of Energiewende in Germany: A systematic bibliometric analysis and literature study - energy, sustainability and Society. BioMed Central. Retrieved from the link below:

<https://energysustainsoc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13705-022-00373-1>

- Jolly, Dominic. (15/03/2023). *Structural changes in the silver-carbon composite anode interlayer of solid-state batteries*. ScienceDirect website. Retrieved from the link below:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542435123000454>

- Philipps. simon. (03/02/2022). Photovoltaic. Fraunhofer website. Retrieved from the link below:

<https://www.fraunhofer.de/en/research/current-research/we-have-the-energy/photovoltaic.html>

- Case study on policy reforms to promote renewable energy. (2017). Unescwa website. Retrieved from the link below:

<https://www.unescwa.org/sites/default/files/pubs/pdf/policy-reforms-promote-renewable-energy-uae-english.pdf>

- Renewable Energy. (2001). Nrel website. Retrieved from the link below:

[Renewable Energy: An Overview. Energy Efficiency and Renewable Energy Clearinghouse \(EREC\) Brochure \(nrel.gov\)](#)

- Samsung presents groundbreaking all-solid-state battery technology to “Nature energy.” – Samsung Global Newsroom. (2010). Samsung website. Retrieved from the link below:

<https://news.samsung.com/global/samsung-presents-groundbreaking-all-solid-state-battery-technology-to-nature-energy>

- Maity. suvojit. sarkat, soham. Dutta, kakoli. Mukherjee, tina de. (21/12/2022). Renewable energy and green technology. IntechOpen website. Retrieved from the link below:

<https://www.intechopen.com/chapters/1159249>

- The future of energy storage. (2022). Energy mit website. Retrieved from the link below:

[The Future of Energy Storage | MIT Energy Initiative](#)