

تخزين الطاقة المتجددة

يشير إلى تخزين الطاقة التي يتم توليدها من مصادر طاقة متجددة مثل الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، الطاقة المائية، وغيرها من مصادر الطاقة النظيفة التي تعتمد على الطبيعة. هذه الطاقة غالبًا ما تكون غير ثابتة، أي أنها تتولد في أوقات معينة وتحتاج إلى تقنيات تخزين فعالة لاستخدامها عند الحاجة، خاصة في أوقات انقطاع أو انخفاض توليد الطاقة (مثلًا في الليل للطاقة الشمسية أو في فترات الرياح الضعيفة للطاقة الريحية).

أهمية تخزين الطاقة المتجددة:

1. تحقيق الاستقرار في الشبكة: يساعد تخزين الطاقة على ضمان توفر الكهرباء بشكل مستمر في الشبكة حتى في حال تغير أو انقطاع مصادر الطاقة المتجددة.
2. زيادة كفاءة الطاقة: يمكن تخزين الطاقة الفائضة الناتجة عن توليد الطاقة المتجددة في أوقات الذروة لاستخدامها في أوقات الطلب العالي.
3. تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري: من خلال تخزين الطاقة المتجددة واستخدامها عند الحاجة، يمكن تقليل الحاجة إلى الطاقة المولدة من الوقود الأحفوري، مما يساعد في تقليل الانبعاثات الكربونية.
4. خفض التكاليف: يساعد تخزين الطاقة في تقليل فواتير الطاقة حيث يمكن استخدام الطاقة المخزنة بدلاً من استهلاك طاقة إضافية.

التقنيات المستخدمة في تخزين الطاقة المتجددة:

1- بطاريات التخزين: (Energy Storage Batteries)

تعد من أشهر تقنيات التخزين وأكثرها استخدامًا. تعمل البطاريات على تخزين الكهرباء في شكل طاقة كيميائية خلال فترات توليد الطاقة المتجددة الزائدة، ثم تحريرها كطاقة كهربائية عند الحاجة.

أنواع البطاريات: مثل بطاريات الليثيوم-أيون (Lithium-ion Batteries)، بطاريات الرصاص الحمضية (Lead-Acid Batteries)، بطاريات الصوديوم-كبريت (Sodium-Sulfur Batteries)، وغيرها.

المزايا: يمكن استخدامها لتخزين الطاقة على مستوى صغير (مثل المنازل) أو على مستوى كبير (مثل محطات الطاقة).

العيوب: قد تكون التكلفة الأولية مرتفعة، ويجب أن تأخذ بعين الاعتبار عمر البطارية وكفاءتها.

2- الضخ والتخزين المائي: (Pumped Hydro Storage)

هي تقنية تعتمد على الطاقة المائية لتخزين الطاقة. في هذه الطريقة، يتم ضخ المياه إلى خزان علوي عندما تكون هناك طاقة فائضة (عندما تكون هناك طاقة متجددة أكثر من الحاجة)، ثم يتم إطلاق المياه عبر توربينات لتوليد الكهرباء عندما تكون هناك حاجة للطاقة.

المزايا: هذه التقنية أكثر فعالية على نطاق واسع ويمكنها تخزين كميات كبيرة من الطاقة على مدار فترة طويلة.

العيوب: تحتاج إلى موقع مائي مناسب، مما قد يجعلها غير متاحة في بعض المناطق.

3- تخزين الطاقة الحرارية: (Thermal Energy Storage)

في هذه التقنية، يتم تخزين الطاقة على شكل حرارة لاستخدامها لاحقاً في التدفئة أو التبريد. الأنواع:

تخزين الحرارة السائلة أو التخزين باستخدام مواد التغير الطوري (PCM): هذه المواد يمكنها امتصاص الحرارة عندما تذوب (أو تتحول من مادة صلبة إلى سائلة) وتخزينها، ثم يمكن استعادتها عندما تتجمد المادة مرة أخرى. مثل الملح المنصهر، حيث يتم استخدام الحرارة الزائدة لتسخين الملح، ثم يمكن استخدام هذه الحرارة لاحقاً لتوليد الكهرباء. كما يمكن استخدام الحرارة الزائدة لتسخين السوائل (مثل الماء) ثم يتم تخزين السائل الساخن في خزانات لاستخدامه في وقت لاحق.

التخزين باستخدام الصخور: تستخدم بعض الأنظمة الصخور أو الرمل لتخزين الطاقة الحرارية، حيث يتم تسخينها في فترات معينة ثم استخدامها لاحقاً لتدفئة أو لتوليد الطاقة.

تخزين الحرارة الجافة: مثل خزانات الهواء الساخن التي يمكن استخدامها لاحقاً لتوليد الحرارة.

المزايا: يمكن تخزين كميات كبيرة من الطاقة على مدى طويل، خاصة في التطبيقات الصناعية.

العيوب: تحتاج إلى بنية تحتية متخصصة وقد تكون التكلفة مرتفعة.

4- تخزين الطاقة باستخدام الهواء المضغوط - (Compressed Air Energy Storage - CAES):

في هذه التقنية، يتم ضغط الهواء وتخزينه في أنابيب أو كهوف تحت الأرض أثناء أوقات الإنتاج الزائد للطاقة المتجددة.

عندما يحتاج النظام إلى الطاقة، يتم إطلاق الهواء المضغوط عبر توربينات لتوليد الكهرباء.

المزايا: يمكن استخدامها لتخزين كميات كبيرة من الطاقة.

العيوب: يتطلب وجود مواقع مناسبة مثل الكهوف الجوفية أو الصهاريج.

5- تخزين الطاقة باستخدام الهيدروجين: (Hydrogen Energy Storage)

في هذه التقنية، يتم استخدام الطاقة المتجددة لتوليد الهيدروجين من خلال التحليل الكهربائي للماء. يتم تخزين الهيدروجين واستخدامه لاحقاً لتوليد الكهرباء باستخدام خلايا وقود الهيدروجين. المزايا: يوفر تخزيناً طويلاً الأمد للطاقة ويمكن نقله وتخزينه بسهولة. العيوب: التقنيات المستخدمة في إنتاج الهيدروجين لا تزال مكلفة إلى حد ما.

6- تخزين الطاقة باستخدام الجاذبية: (Gravity Energy Storage)

في هذه التقنية، يتم رفع كتل ثقيلة إلى ارتفاعات عالية عندما يكون هناك فائض في الطاقة المتجددة. وعندما تكون هناك حاجة للطاقة، يتم خفض الكتل لتوليد الطاقة عن طريق تحويل الحركة الجاذبية إلى كهرباء. المزايا: بسيطة نسبياً وتستخدم مواد خام بسيطة. العيوب: تحتاج إلى مواقع مناسبة من الناحية الجغرافية لتطبيق هذه التقنية. **كفاءة الطاقة**

يقصد به استخدام كمية أقل من الطاقة لتحقيق نفس الأداء أو الخدمة.

○ أهمية كفاءة الطاقة:

- تقليل استهلاك الوقود الأحفوري.
- خفض انبعاثات غازات الدفيئة.
- توفير المال على فواتير الطاقة.
- تحسين الأمن الطاقوي.

○ مجالات كفاءة الطاقة:

- **المباني:** تحسين العزل الحراري، استخدام النوافذ ذات الكفاءة العالية، الإضاءة الموفرة للطاقة.
- **الصناعة:** استخدام المعدات الموفرة للطاقة، تحسين العمليات الصناعية.
- **النقل:** استخدام المركبات الموفرة للوقود، تشجيع النقل العام والدراجات.
- **الأجهزة المنزلية:** استخدام الأجهزة ذات الكفاءة العالية مثل استخدام مصابيح LED الموفرة للطاقة.

سياسات الطاقة المتجددة

هي مجموعة من المبادئ والإجراءات والتوجيهات التي تعتمد عليها الحكومات أو المنظمات لتعزيز استخدام مصادر الطاقة المتجددة.

أهداف سياسات الطاقة المتجددة:

1. تعزيز التنمية المستدامة: تحسين نوعية الحياة من خلال تقليل التلوث البيئي.
2. تحقيق الأمن الطاقى: تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري المستورد وتقليل المخاطر المرتبطة بتقلبات أسعار النفط والغاز.
3. خفض الانبعاثات الكربونية: تقليل التأثيرات السلبية لتغير المناخ عن طريق تقليل انبعاثات غازات الدفيئة.
4. تحفيز النمو الاقتصادي: خلق فرص عمل جديدة في مجال الطاقة المتجددة من خلال مشاريع تطوير الطاقة الجديدة.
5. تحقيق التنوع في مصادر الطاقة: تحسين تنوع مزيج الطاقة عن طريق الاعتماد على مصادر غير تقليدية ومتجددة.

أدوات السياسات المتبعة لدعم الطاقة المتجددة:

1. الحوافز المالية:
 - الإعانات: تقديم دعم مالي أو إعانات لتقليل تكاليف تركيب واستخدام أنظمة الطاقة المتجددة.
 - التمويل منخفض الفائدة: تقديم قروض أو تمويلات بفوائد منخفضة للمستثمرين في مشاريع الطاقة المتجددة.
 - الخصومات الضريبية: إعفاءات أو تخفيضات ضريبية للشركات والأفراد الذين يستخدمون أو يستثمرون في تقنيات الطاقة المتجددة.
2. الأنظمة التنظيمية والتشريعية:
 - إلزام استخدام الطاقة المتجددة: وضع قوانين تلزم شركات الطاقة بتوليد نسبة معينة من طاقتها من مصادر متجددة.
 - إعطاء أولوية لتوريد الطاقة المتجددة: إعطاء الأولوية للطاقة المتجددة في الشبكات الوطنية من خلال ما يسمى تعريف التغذية (Feed-in Tariff).

- **تسهيل تراخيص مشاريع الطاقة المتجددة:** تبسيط الإجراءات القانونية للحصول على التراخيص لبناء مشاريع طاقة شمسية أو ريحية.

3. البرامج والحوافز للبحث والتطوير:

- تشجيع الابتكار من خلال برامج البحث والتطوير لدعم تحسين كفاءة تقنيات الطاقة المتجددة، وتقليل التكاليف.
- تمويل مشاريع البحث التي تهدف إلى تطوير تقنيات جديدة لتحسين تخزين الطاقة أو دمجها في الشبكات بشكل أكثر فعالية.

4. التحفيزات السوقية:

- أسواق الطاقة النظيفة: تنظيم أسواق خاصة بتبادل الطاقة المتجددة لزيادة كفاءتها وتقليل التكاليف.
- مناقصات للطاقة المتجددة: تنظيم مناقصات لمشاريع الطاقة المتجددة لجذب الاستثمارات وتعزيز المنافسة.

5. التوعية والتثقيف:

- تشجيع ورفع الوعي العام حول أهمية الطاقة المتجددة وفوائدها على مستوى الأفراد والشركات والمجتمعات.
- توفير برامج تعليمية وتدريبية حول كيفية استخدام تقنيات الطاقة المتجددة وتطبيقها في المنازل والصناعات.

أمثلة على سياسات الطاقة المتجددة:

- **الهدف الأوروبي للطاقة المتجددة:** الاتحاد الأوروبي وضع هدفًا لعام 2030 للوصول إلى 32% من استهلاك الطاقة من مصادر متجددة.
- **الولايات المتحدة الأمريكية:** تميزت سياستها بسياسات الانتماء الضريبي للطاقة المتجددة (ITC) والانتماء الضريبي لإنتاج الطاقة (PTC).
- **سياسة الصين:** استثمار هائل في مشاريع الطاقة الشمسية والريحية، مع تقديم دعم حكومي كبير للمصنعين والمستهلكين للطاقة المتجددة.

تأثيرات السياسات على الطاقة المتجددة:

- **الزيادة في القدرة الإنتاجية:** السياسات الداعمة تشجع على بناء المزيد من محطات الطاقة المتجددة، مما يساهم في زيادة القدرة الإنتاجية للطاقة النظيفة.

- **خفض التكاليف:** مع تزايد الاستثمار في الطاقة المتجددة، تقل التكاليف المتعلقة بتقنيات مثل الألواح الشمسية أو التوربينات الريحية.
- **تحفيز النمو الاقتصادي:** توسع صناعة الطاقة المتجددة يخلق فرص عمل جديدة ويعزز الابتكار الصناعي.

التحديات التي تواجه سياسات الطاقة المتجددة:

- **التكلفة الأولية المرتفعة:** رغم انخفاض تكاليف الطاقة المتجددة في السنوات الأخيرة، قد تكون تكلفة البنية التحتية الأولية مرتفعة.
- **التحديات التقنية:** تقنيات مثل تخزين الطاقة ما زالت تشهد تطوراً مستمراً وتحتاج إلى مزيد من البحث لتحقيق نتائج أفضل.
- **الاعتماد على الظروف المناخية:** بعض مصادر الطاقة المتجددة، مثل الرياح والشمس، تعتمد على الظروف المناخية مما قد يؤدي إلى تقلبات في إنتاج الطاقة.

العلاقة التبادلية بين الطاقة المتجدد والتنمية المستدامة

لغرض فهم العلاقة المتبادلة مابين التنمية المستدامة وتقنيات الطاقة المتجددة فانه يجب التعرف على مايلي:

اولاً: دور الطاقة المتجددة في تحقيق البعد الاقتصادي للتنمية:

يعتبر قطاع الطاقة مفتاح التنمية الاقتصادية، حيث توجد علاقة قوية بين النمو الاقتصادي والتوسع في استهلاك الطاقة. وتعتمد التنمية الاقتصادية على توافر خدمات الطاقة اللازمة سواء لرفع وتحسين الإنتاجية أو للمساعدة على زيادة الدخل المحلي من خلال تحسين التنمية الزراعية والصناعية وتوفير فرص عمل خارج القطاع التقليدي. ومن المعلوم أنه بدون الوصول إلى خدمات طاقة ومصادر وقود حديثة يصبح توفر فرص العمل وزيادة الإنتاجية وبالتالي الفرص الاقتصادية المتاحة محدودة بصورة كبيرة. ويتجلى الدور الأساسي للطاقات المتجددة في ضمان إمداد نظام التنمية الحالي بمصدر موثوق ومستدام للطاقة من خلال الاعتماد على قاعدة اقتصادية متنوعة تتيح إطالة أمد الاستثمارات القائمة على موارد كالنفط والغاز وزيادة مساهمات القطاعات المتجددة في الناتج المحلي الإجمالي والحفاظ على مكانة الدول في أسواق الطاقة العالمية وتعزيز نمو الاقتصاد الوطني.

وتساهم الطاقة المتجددة في تحقيق الأبعاد الاقتصادية من خلال ما يلي:

- 1- تغيير أنماط الإنتاج والاستهلاك غير المستدام.
- 2- تنويع مصادر الطاقة.
- 3- توفير فرص عمل دائمة