كفاءة تحويل الطاقة المتجددة

بحث علمي مقدم كجزء من متطلبات نيل لقب المستشار في اتحاد مهندسي كوردستان

ناوی تویژەر:محمد احمد محمود

ژ.پ: ٣٦٦٥

المقدمة:

مفهوم الطاقة قد تطور من الأفكار الفلسفية للحضارات القديمة إلى القوة الدافعة وراء التكنولوجيا الحديثة والابتكار. إنها الشرارة التي تشعل حياتنا، وتدفع طموحاتنا، وتضيء مسارات التقدم. الطاقة، في جوهرها، هي القدرة على القيام بالعمل وخلق التغيير. من إطلاق البرق المتصاعد إلى طنين الكترونات في دائرة كهربائية، تأخذ الطاقة أشكالًا متعددة، تتداخل كل منها في سيمفونية كبرى تشكل وجودنا. مع نمو عطش الإنسانية للتقدم، نمت أيضًا استهلاكنا للطاقة، مما أدى إلى مواجهتنا لتحدي المواصلة في تلبية احتياجاتنا المتصاعدة مع الحفاظ على التوازن الهش لكوكبنا. يدخل عالم تحويل الطاقة والكفاءة - مفترق حيث يلتقي العبقرية العلمية بالمسؤولية المجتمعية. هنا، تتشابك مبادئ الهندسة الميكانيكية مع سعي الحلول المستدامة. هذا المجال لا يسعى فقط لاستغلال الطاقة؛ بل يسعى إلى إتقان فن التحول - تحويل أشعة الشمس إلى كهرباء، والحرارة إلى قوة، والإمكاني إلى حركي. كما يسعى أيضًا إلى تحقيق الكفاءة - تقليل الفاقد، وتحسين العمليات، ومد الحدود لما يمكن تحقيقه. في هذه الرحلة، سوف نغوص عميقًا في أوصال تحويل الطاقة، حيث تقف أجمل توربينات المزارع الرياحية بارتفاع كما تقف المطاحن الحديثة، لاستيعاب طاقة الرياح وتوليد الكهرباء. الألواح الشمسية، كأوراق تقنية متقدمة، تحول أشعة الشمس إلى طاقة نظيفة. ولكن لا يتوقف الأمر هنا - تحويل الطاقة يتداخل مع نسيج حياتنا اليومية، من محركات الاحتراق الداخلي التي تدفع سياراتنا إلى المولدات التي تضيء مدننا. علاوة على ذلك، تكشف هذه الاستكشافات الدور الحيوي للكفاءة - سعي لفعل المزيد بأقل. الكفاءة هي القطب الذي يمكن أن يحول المشهد الطاقي لدينا، من أنظمة هدر إلى آلات نحيلة ومن نماذج قديمة إلى حدود جديدة. الآثار واسعة النطاق، من تقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري واحتواء استنزاف الموارد إلى تمكين المجتمعات من حلول طاقة متوزعة. في الصفحات التي تلي، سنسافر من خلال ممرات تحويل الطاقة والكفاءة، نكشف آلياتها المعقدة، ونحتفل بالاندفاعات، ونتصور الآفاق التي تُغذي بها الطاقة ليس فقط أجهزتنا، بل أيضًا أحلام مستقبل مستدام. بينما نلقي نظرة على العالم حيث تتوحد العلم، والهندسة، والرعاية الواعية، نبدأ في سعي لفهم واستغلال وتكريم القوة الديناميكية التي دفعتنا من فجر الزمان وستستمر في إضاءة طريقنا إلى المستقبل.

في عالم يتميز بمتطلبات الطاقة المتزايدة والمخاوف البيئية المتزايدة ، يقف عالم الهندسة الميكانيكية في طليعة التحول الحاسم. مع سعي المجتمعات للانتقال نحو مصادر الطاقة المستدامة وتقليل البصمة الكربونية ، ظهر مجال تحويل الطاقة وكفاءتها كمنارة للابتكار. هذا الجانب من الهندسة الميكانيكية لا يحمل وعدًا بمعالجة تحديات الطاقة على كوكبنا فحسب ، بل يلعب أيضًا دورًا محوريًا في تشكيل مستقبل أكثر استدامة للأجيال القادمة .لا يمكن المبالغة في أهمية تحويل الطاقة وكفاءتها.

نظرًا لأن موارد الوقود الأحفوري التقليدية أصبحت أكثر ندرة وأصبحت آثار تغير المناخ أكثر وضوحًا ، فإن الصناعات والحكومات والباحثين يستكشفون بشدة حلول الطاقة البديلة والطرق الجديدة لتعظيم كفاءة استخدام الطاقة. يمتد هذا الاستكشاف إلى قطاعات متنوعة ، من تسخير الطاقة المتجددة إلى إحداث ثورة في كفاءة الأنظمة الحالية ، وكلها مدفوعة ببراعة وخبرة المهندسين الميكانيكيين .تتعمق هذه المقالة في قلب تحويل الطاقة والتقدم في الكفاءة ، وتسليط الضوء على التقنيات والمنهجيات التحويلية التي تعيد تشكيل مشهد استخدام الطاقة. من خلال استكشاف الاختراقات في حلول الطاقة المستدامة ، والابتكارات في الإدارة الحرارية ، والخطوات الكبيرة في تخزين الطاقة وإدارتها ، نكشف عن نسيج من التقدم الذي يحمل القدرة على إعادة تعريف كيفية تزويد عالمنا بالطاقة. انضم إلينا ونحن نبدأ رحلة عبر عوالم الابتكار ، ونلقي الضوء على أحدث التطورات التي تقودنا نحو غد أنظف وأكثر كفاءة في استخدام الطاقة.

يتضمن هذه الدراسة عن كفاءة تحويل الطاقة العناصر التسع التالية و الباحث يحاول تسليط الضوء على العناصر بالتفصيل :

1- حلول الطاقة المستدامة
2- تقنيات طاقة الرياح والطاقة الشمسية
3- آليات حصاد الطاقة
4- ابتكارات الإدارة الحرارية
5- مبادلات حرارية عالية الكفاءة
6- المولدات الكهروحرارية لاستعادة الحرارة المفقودة
7- تخزين الطاقة وإدارتها
8- التقدم في تكنولوجيا البطاريات
9- الأنظمة الهيدروليكية الموفرة للطاقة

1- حلول الطاقة المستدامة

تمتاز أهمية الطاقة المستدامة في مواجهة التحديات البيئية و دوره في الحد من انبعاثات الكربون و العمل من اجل توفير مصادر الطاقة المستدامة المختلفة.و توصلت المحاولات الى مفهوم مبتكر مفاده ان كل شخص له الحق الحصول على طاقة موثوقة بتكلفة معقولة، لتلبية احتياجاته لتحقيق نمط حياة منتج وصحي وآمن، كل ذلك مع مراعاة القيود الكوكبية التي نواجهها جماعيًا نتيجة تغير المناخ. ومن ابرز هذه المصادر للطاقة المستدامة ما يلي :

أولا: الطاقة الهيدروكهربائية:

تولد الطاقة الكهرومائية الكهرباء عن طريق الاستفادة من طاقة المياه المتدفقة، عادة من الأنهار أو السدود. إنه مصدر موثوق وراسخ للطاقة المتجددة، ولكن يمكن أن يكون له آثار بيئية كبيرة على النظم البيئية المائية إذا لم تتم إدارته بشكل صحيح. والتي تولد الكهرباء من خلال استغلال طاقة تدفق المياه، لها مزايا وعيوب على حد سواء. إليك فحصًا للمزايا (الإيجابيات) والعيوب (السلبيات) للطاقة الهيدروكهربائية:(Bagher et al., 2015)

المزايا (الإيجابيات) للطاقة الهيدروكهربائية:

متجددة وموثوق بها: الطاقة الهيدروكهربائية هي مصدر للطاقة المتجدد لأن المياه تتداول بشكل طبيعي في البيئة. طالما توجد إمدادات منتظمة من المياه، يمكن أن توفر الطاقة الهيدروكهربائية مصدرًا موثوقًا ومستمرًا للكهرباء.

1- **انبعاثات منخفضة:** الطاقة الهيدروكهربائية هي مصدر للطاقة النظيفة مع انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الحد الأدنى مقارنةً بالوقود الأحفوري مثل الفحم والنفط والغاز الطبيعي. إنها تساهم في تقليل التلوث الجوي ومواجهة التغير المناخي.
2- **كفاءة من حيث التكلفة:** بمجرد وجود البنية التحتية الأولية، تكون تكاليف التشغيل والصيانة لمحطات الطاقة الهيدروكهربائية منخفضة نسبيًا. عمر المنشآت الهيدروكهربائية الطويل أيضًا يجعلها خيارًا فعالًا من حيث التكلفة مع مرور الوقت.
3- **تخزين الطاقة:** يمكن استخدام بعض أنظمة الطاقة الهيدروكهربائية لتخزين الطاقة من خلال تخزين المياه خلال فترات الطلب المنخفض للكهرباء وإطلاقها أثناء فترات الطلب الذروي. هذا يساعد في استقرار الشبكة وإدارة التقلبات في الطاقة.
4- **التحكم في الفيضانات وإدارة المياه:** يمكن لمحطات الطاقة الهيدروكهربائية ذات الخزانات إدارة مستويات المياه والمساعدة في منع الفيضانات في المناطق المنحدرة. إنها توفر أيضًا فرصًا لتخزين المياه والري وإدارة إمدادات المياه.

عيوب (السلبيات) للطاقة الهيدروكهربائية:

1- **تأثير بيئي:** يمكن أن تكون للمشاريع الهيدروكهربائية الكبيرة تأثيرات بيئية كبيرة، بما في ذلك تعطيل الموائل، وتغيير النظم البيئية المائية، وتأثيرات هجرة الأسماك. يمكن أن يؤدي بناء السدود والخزانات إلى فيضان الأراضي، مما يؤدي إلى فقدان الموائل ونزوح المجتمعات.

2- **تعطيل النظام البيئي:** تعطيل تدفقات الأنهار الطبيعية نتيجة لبناء السدود يمكن أن يعطل نقل الرواسب، ودورة العناصر الغذائية، والنظم البيئية المائية الأسفل. يمكن أن تؤثر التغييرات في درجة حرارة المياه ومستويات الأكسجين سلبًا على الحياة المائية.

3- **تراكم الرواسب**: يمكن للخزانات الخلفية للسدود أن تتراكم الرواسب مع مرور الوقت، مما يقلل من سعتها للتخزين ويؤثر بالنهاية على كفاءتها وعمرها الافتراضي.

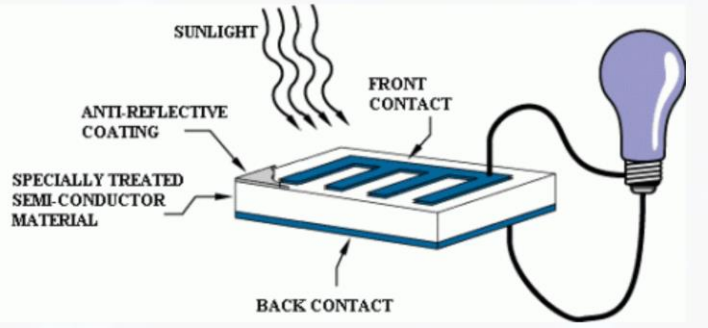
4- **تأثير اجتماعي وثقافي:** يمكن أن يؤدي بناء السدود إلى نزوح المجتمعات المحلية، وفقدان المواقع الثقافية، وتغيير وسائل الحياة

ثانيا: الطاقة شمسية :

نقصد بالطاقة الشمسية أشعة الضوء والحرارة الصادرة منها و استطاع الإنسان استغلاله و الاستفادة منها منذ القدم باستعمال وسائل تقنية مختلفة والتي تتغير و تتطور باستمرار. وتضم آليات استخدام الطاقة الشمسية استخدام مباشر للطاقة الحرارية للشمس سواء للتسخين أو عن طريق عملية تحويل آلية لحركة أو لطاقة كهربائية، أو لتوليد الكهرباء عبر الظواهر الكهروضوئية باستخدام ألواح الخلايا الضوئية الجهدية بالإضافة إلى التصميمات المعمارية المستخدمة و التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية، و ساهمت الشمس بشكل رئيسي في حل نقص الطاقة و الذي اصبح من أكبر مشاكل العالم إلحاحا اليوم. (Mukrimaa et al., 2016)

1- **التكنولوجيا الكهروضوئية (PV) :**

في عام 1839 اكتشف الفيزيائي الفرنسي إدموند بيكريل Edmund Bequerel التأثير الكهروضوئي Photoelectric Effect لأول مرة ، حيث لاحظ أن بعض المواد تنتج كميات صغيرة من التيار الكهربائي عند تعرضها للضوء. و يتم تحويل الإشعاع الشمسي إلى كهرباء مباشرة باستخدام اشباه موصلات تحمل اثر الضوئية. الخلايا الكهروضوئية تستخدم الألواح الشمسية والتي تتكون من عدد من الخلايا الشمسية والتي تحتوي على مواد ضوئية. الشكل التالي رقم (1) يوضح آلية تحويل الإشعاع الشمسي إلى كهرباء مباشرة . (Jordehi, 2016)



الشكل رقم (1) : صورة توضيحية لتحويل اشعة الشمس الى الكهرباء

1-1- مبدأ عمل الخلايا الشمسية :

توضّع الخلايا الشمسيّة بشكل مُباشر تحت أشعة الشمس والتي تقوم بامتصاص الأشعة وتحوّلها لطاقة كهربائيّة ، وبذلك تعمل أشعة الشمس كبديل لما تقوم به المولدات الكهربائيّة المعتادة، فعندما تُشرق الشمس والتي تحتوي أشعتها على طاقة كبيرة ، تستقطّب الألواح الشمسيّة هذه الطاقة، حيث تحتوي هذه الألواح على العديد من الخلايا الشمسيّة المصفوفة بجانب بعضها البعض، وهذه الخلايا الشمسيّة تتألّف من مواد شبه موصلة غالباً من سيليكون الذي يستخرج من الرمل النقي ، وتقوم هذه الخلايا باستقبال الطاقة الشمسيّة وتبدأ بالحركة بنظام الطرد وتُشكّل حقلاً كهربائياً وتنطلق الإلكترونات من المادة شبه الموصلة لتتجمع على شكل طاقة كهربائية، ينتج عنها كهرباء الدي سي (DC) كالكهرباء التي تُنتج كيميائياً في البطاريات، وبعد ذلك يتمّ تحويل هذه الكهرباء الكيميائيّة من كهرباء دي سي (DC) إلى كهرباء أي سي (AC) ، وذلك من خلال محوّل يُطلق عليه "إنفيرتر".

إنفيرتر: عاكس الطاقة أو العاكس هو جهاز أو دائرة كهربائية تعمل على تغيير التيار المباشر (DC) إلى التيار المتردد (AC) كما موضح بالشكل رقم (2) .

2- الطاقة الشمسية المركزة (CSP) :

ما عدى تقنية الطاقة الشمسية الكهروضوئية و التي تعمل وفق مبدأ تحويل الضوء إلى كهرباء بشكل مباشر باستخدام أنصاف النواقل التي تخضع للتأثير الكهروضوئي، هنالك بعض المشاريع التي تستخدم الطاقة الواصلة من الشمس بشكل مختلف تماما لتوليد الطاقة الكهربائية أو الحرارية، و تدعى هذه التقنية بالطاقة الشمسية المركزة – Concentrated Solar Power (CSP). و الشكل رقم (2) يبين المرايا ومجمعات الطاقة الشمسية لتركيز الطاقة. (Lovegrove and Stein, 2012)

الشكل رقم (2) المرايا ومجمعات الطاقة الشمسية المركزة

أنواع محطات الطاقة الشمسية المركزة الموجودة حالياً :

1) صحون بشكل قطع مكافئ – Parabolic Dishes.
2) أبراج الطاقة الشمسية – Solar Power Towers.
3) أحواض بشكل قطع مكافئ – Parabolic Troughs.
4) أنظمة فرينزل الخطية – Linear Fresnel systems.

و الجدول رقم (1) التالي يقارن ما بين محطات الطاقة الشمسية المركزة ومحطات الطاقة الكهروضوئية

الجدول رقم (1) : مقارنة بين محطات الطاقة الكهروضوئية و الشمسية المركزة

مجال المقارنة	**الطاقة الكهروضوئية**	**الطاقة الشمسية المركزة**
التطبيق	لا تحتاج الى مساحات كبيرة و تناسب للتطبيقات المنزلية	لا تناسب للتطبيقات المنزلية لانها تحتاج الى مساحات شاسعة
	لا تحتاج الى ضوء الشمس المباشر و تعمل في فترات الغيوم	الحاجة لضوء الشمس المباشر من العوائق التي تجعل هذه المحطات تتأثر بشدة بالتغيرات المناخية وخاصة الغيوم
التكلفة	منخفضة التكاليف ، بسبب تخفيض سعر مكوناتها و نصبها	مرتفعة التكاليف، بسبب أسعار المكونات الغالية
السعة التخزينية	اقل سعة تخزينية	القدرة على تخزين الطاقة العالية و الإبقاء على الحرارة لمدة أطول

الجدول من اعداد الباحث

2-2 أهم التحديات امام الطاقة الشمسية :

على الرغم من مزايا الطاقة الشمسية، إلا أن هناك بعض التحديات التي تواجه انتشارها واستخدامها بشكل أوسع. إليك بعض أهم التحديات التي تواجه الطاقة الشمسية:

1) **التخزين الكفؤ للطاقة**: الشمس لا تشرق دائمًا، ولذلك يكون تخزين الطاقة المتولدة من الألواح الشمسية أمرًا حيويًا. تحتاج تكنولوجيات تخزين البطاريات إلى تطوير وتحسين لضمان توفير الكفاءة والاستدامة.
2) **تكلفة البنية التحتية:** تتضمن إقامة وصيانة البنية التحتية للألواح الشمسية والمحطات تكاليف كبيرة. قد تكون هذه التكاليف عائقًا للبعض الذين يرغبون في تبني هذه التقنية.
3) **كفاءة الألواح الشمسية:** رغم تطور التكنولوجيا، لا تزال بعض أنواع الألواح الشمسية تعاني من كفاءة منخفضة في تحويل ضوء الشمس إلى كهرباء. هذا يعني أنه يجب تحسين كفاءة الألواح لزيادة الإنتاجية.
4) **التأثير البيئي والموارد:** إنتاج وتخريب الألواح الشمسية ومكوناتها يستدعي استخدام موارد ويمكن أن يؤدي إلى تأثير بيئي، ومعالجة هذه المسائل تتطلب اتخاذ تدابير بيئية واقتصادية.
5) **تغيرات السياسات والتشريعات:** قوانين الطاقة والتشريعات المحلية يمكن أن تؤثر على تطوير واستخدام الطاقة الشمسية، وقد تواجه صعوبة في التكيف مع التغيرات في السياسات والقوانين.
6) **التكنولوجيا والبحث:** رغم التطور السريع، إلا أن هناك حاجة مستمرة إلى البحث والابتكار لتحسين تكنولوجيا الألواح الشمسية وتقنيات الاستفادة منها.
7) **التوجيه والتحكم:** تتطلب أنظمة توجيه وتحكم دقيقة لضمان تحقيق أقصى كفاءة من الألواح الشمسية، وهذا يمكن أن يكون تحديًا في بعض الظروف.

يتوقع أن يتم التغلب على بعض هذه التحديات مع مرور الوقت وتقدم التكنولوجيا. و الختام نؤكد إعتبار الطاقة الشمسية مصدرًا مهمًا وواعدًا لتلبية احتياجات الطاقة المستدامة في المستقبل، والاستثمار في البحث والتطوير يمكن أن يسهم في تجاوز هذه التحديات.

ثالثا: تقنيات طاقة الرياح:

يمكن تعريف الرياح بانه مصدر نظيف ولا ينضب تُستَخدَم لإنتاج الطاقة، وطاقة الرياح هي طاقة مستخرجة من الطاقة الحركية للرياح بواسطة استخدام عنفات أو توربينات الرياح كما موضح في شكل رقم (3) ، وتعد من أنواع الطاقة الكهروميكانيكية. تم استخدام طاقة الرياح في التاريخ

القديم ولعدة قرون على شكل طواحين الهواء لمهام مثل طحن الحبوب وضخ المياه، و تُستخدم اليوم آلات الرياح المتطورة المعروفة باسم توربينات الرياح لتحويل الطاقة الحركية للرياح إلى طاقة كهربائية. و تعد طاقة الرياح أحد أنواع الطاقة المتجددة التي انتشر استخدامها كبديل للوقود الأحفوري، وهي طاقة وفيرة وقابلة للتجدد وتوجد بعموم المناطق، إلا أن وفرتها تختلف من موقع إلى آخر، وتحتاج انتاجها إلى مساحات متفاوتة على حسب حجم المحطة ونوع الأبراج المستخدمة.

الشكل رقم (3) : الزعانف و توربينات طاقة الرياح

أهم التحديات امام انتاج طاقة الرياح :

مع ان طاقة الرياح مصدر هام للطاقة المتجددة، و لا تزال تعتبر واحدة من أنظف وأكثر مصادر الطاقة المتجددة فعالية من حيث الانبعاثات الكربونية والاستدامة على المدى الطويل ولكن هناك بعض العيوب والتحديات المرتبطة بها و منها ما يلي:

1- **عدم الاستمرارية:** تعتمد طاقة الرياح على توافر الرياح، وهذا يعني أن الإنتاجية غير مستمرة وتتأثر بتقلبات الرياح. يمكن أن تكون هذه التقلبات سببًا لعدم استقرار إمدادات الكهرباء.
2- **التأثير على المناظر الطبيعية:** قد تكون محطات الرياح بحجمها الكبير وهياكلها المرتفعة ذات تأثير بصري وبيئي على المناظر الطبيعية والمجتمعات المحيطة.
3- **الضجيج:** تعمل المحركات الرياحية على إنتاج ضوضاء، وهذا قد يؤثر على البيئة المحيطة ويمكن أن يؤثر على السكان المحليين.
4- **الاعتماد على الشبكة الكهربائية:** يجب أن تكون محطات الرياح متصلة بالشبكة الكهربائية لتوزيع الكهرباء المولدة. وهذا يمكن أن يشكل تحديًا إذا تعطلت الشبكة أو إذا كان هناك حاجة لتعزيزها لدمج هذه الطاقة.

5- **التكاليف الأولية:** إقامة محطات الرياح تتطلب استثمارات كبيرة في البنية التحتية وشراء المعدات. وعلى الرغم من أن تكاليف الإنتاج انخفضت مع مرور الوقت، إلا أن الاستثمار الأولي يمكن أن يكون تحديًا.

6- **تأثير على الحياة البرية:** قد يكون للأبراج العالية والمحركات الرياحية تأثير على الحياة البرية، مثل الطيور والخفافيش، وذلك من خلال التصادمات أو التغييرات في البيئة المحيطة.

7- **التحكم في الإنتاجية:** قد يكون من الصعب التحكم في إنتاجية محطات الرياح، حيث يمكن أن تكون الرياح متقلبة وتؤدي إلى تقلبات في الإنتاجية.

رابعا: الطاقة الحرارية الجوفية (Geothermal energy):

هي نوع من الطاقة المتجددة التي تأتي من الحرارة المخزنة تحت سطح الأرض. ويتم تسخيرها من خلال الاستفادة من الحرارة الطبيعية لباطن الأرض. و تم فعلا تأسيس العديد من منشآت لانتاج الطاقة الكهربائية عن طريق تحول هذه الطاقة و الشكل رقم (4) يظهر إحدى هذه المحطات في في ايسلندا و التي أسست عام 2006 و بطاقة 303 ميكاوات .

الشكل رقم(4) : محطة هيليشيدي للطاقة الحرارية الأرضية، هينجيل، أيسلندا

تنشأ هذه الحرارة من اضمحلال النظائر المشعة والحرارة الأصلية الناتجة عن تكوين الأرض. يمكن استخدام الطاقة الحرارية الأرضية لأغراض مختلفة، بما في ذلك توليد الكهرباء والتدفئة والتبريد. وإليك كيف يعمل: (Barbier, 2002)

1. **توليد الكهرباء:** تستخدم محطات الطاقة الحرارية الأرضية حرارة الأرض لتوليد البخار، والذي يستخدم بعد ذلك لتشغيل التوربينات المتصلة بالمولدات. هناك ثلاثة أنواع رئيسية من محطات الطاقة الحرارية الأرضية:

1-1 **محطات البخار الجاف:** تستخدم هذه المحطات البخار عالي الضغط القادم من باطن الأرض لتشغيل التوربينات بشكل مباشر.

2-1 **محطات البخار الوميضي:** تستخدم هذه المحطات الماء الساخن عالي الضغط من الأرض لتوليد البخار الذي يحرك التوربينات.

3-1 **محطات توليد الطاقة ذات الدورة الثنائية:** تستخدم هذه المحطات موارد الطاقة الحرارية الأرضية ذات درجة الحرارة المنخفضة لتسخين سائل ثانوي (مثل الهيدروكربون) بنقطة غليان منخفضة. يتم تبخير هذا السائل الثانوي لتكوين البخار الذي يحرك التوربينات.

2- **الاستخدام المباشر:** يمكن استخدام الحرارة الأرضية مباشرة لتطبيقات مثل تسخين المساحات، وتدفئة الدفيئة، والعمليات الصناعية، وحتى لتدفئة حمامات السباحة. في المناطق التي تحتوي على ينابيع ساخنة أو ينابيع مياه حارة بشكل طبيعي، يمكن الاستفادة من هذه الحرارة مباشرة.

3- **مضخات الحرارة الأرضية:** تستخدم مضخات الحرارة الأرضية (المعروفة أيضًا باسم المضخات الحرارية الأرضية المصدر) درجة حرارة الأرض الثابتة نسبيًا على بعد بضعة أقدام فقط تحت السطح لتوفير التدفئة والتبريد للمباني. وهي تعمل عن طريق تدوير السائل عبر الأنابيب الموجودة تحت الأرض لتبادل الحرارة مع الأرض.

تشمل فوائد الطاقة الحرارية الأرضية موثوقيتها (حيث أنها لا تتأثر بالظروف الجوية)، وانخفاض انبعاثات الغازات الدفيئة، وإمكانية توفير مصدر ثابت للطاقة. ومع ذلك، هناك أيضًا تحديات مرتبطة بالطاقة الحرارية الأرضية، مثل الحاجة إلى ظروف جيولوجية محددة، وارتفاع التكاليف الأولية للحفر وإنشاء البنية التحتية، وإمكانية استنفاد خزان الحرارة في بعض الحالات. و توجد الطاقة الحرارية الأرضية بشكل أكثر شيوعًا في المناطق ذات النشاط الحراري الأرضي الكبير، مثل السخانات والينابيع الساخنة والمناطق النشطة بركانيًا. وقد طورت أيسلندا والولايات المتحدة

والفلبين والعديد من البلدان الأخرى مشاريع الطاقة الحرارية الأرضية لتسخير مصدر الطاقة المستدام هذا.

أهم التحديات امام االنتاجها و ستخدامها:

هناك بعض التحديات التي تواجه الاستخدام بشكل أوسع وأكثر فعالية. إليك بعض هذه التحديات:

1- **الموقع الجغرافي:** تعتمد هذه الطاقة على وجود مناطق جيولوجية، مثل المناطق القريبة من منطقة الحدود الجغرافية أو المناطق التي تكون فيها منطقة التبريد مناسبة للتضاريس. وهذا يقيد إمكانية التطوير في بعض المناطق.

2- **تكلفة البنية التحتية الخاصة:** تتطلب نظام و بنية تحتية اساسية، بما في ذلك الآبار وأنظمة النقل والتوزيع.

3- **توفير الماء:** من خلال العديد من تطبيقات طاقة الجيوتيرمال، يتم ضخ المياه الساخنة في الآبار الساخنة لإنتاج البخار. قد يكون من الممكن توفير مشكلة كبيرة من الماء في بعض المناطق.

4- **تضائل الوقت المتاح للإنتاج**: قد تتراجع درجة الحرارة مع مرور الوقت إذا لم يتم إدارة العرض الحراري بشكل صحيح. هذا يعني أن هناك حاجة للسيطرة على الإنتاج الشديد على الحظرية للإنتاج.

5- **التأثير الاقتصادي:** يمكن أن يؤثر على استخدام الجيوتيرمال في المناطق المحيطة بالمناطق المحيطة، بما في ذلك التأثير على مصادر الطاقة المائية السطحية بشكل أفضل. عمليات تقليص المياه في بعض الأحيان قد تؤدي إلى زيادة أنشطة الزلازل.

6- **استنزاف الحرارة:** في بعض الحالات، قد يؤدي استخدام كمية كبيرة من الحرارة من الأرض إلى استنزاف الحرارة المتجددة في المنطقة العامة، مما يمكن أن يؤدي إلى تبسيط كمية الحرارة على المدى الطويل.

7- **التكاليف اقتصادية:** في بعض الأحيان، تكون طاقة الجيوتيرمال أقل تكلفة من مصادر الطاقة الأخرى مثل الأحداث أو النفط، ولكن في بعض الأحيان قد تكون تكاليفها أعلى.

خامسا: طاقة موجات المحيطات

قوة البحار، تعرف أيضًا باسم موجات المحيطات هي مصدر قوة الوقود والتي تستخدم الطاقة والتي تحددها حركة المحيطات. يمكن تحويل هذه الطاقة إلى الكهرباء أو خيارات مختلفة. و فيما يلي الدالة التي تعمل بها :(Falnes and Løvseth, 1991)

$$P = \frac{\rho g^2}{64\pi} H_{m0}^2 T_e$$

P = تدفق طاقة الموجة لكل وحدة من طول قمة الموجة

H^2m0 = ارتفاع الموجة المهم

Te = فترة طاقة الموجة

rho = كثافة الماء

G^2 = تسارع الجاذبية

كيفية تعمل الطاقة الموجية:

لطاقة الموجية هي طريقة لاستخراج الطاقة من حركة الأمواج في المحيطات. تتبنى تكنولوجيا الطاقة الموجية مجموعة من الأساليب والأجهزة التي تحوّل حركة الأمواج إلى طاقة كهربائية يمكن استخدامها في توليد الكهرباء. العملية تتضمن الخطوات التالية:

1- **الاستشعار والاستدراك**: يتم تحديد مناطق في المحيطات حيث تكون حركة الأمواج قوية. يتم تنصيب الأجهزة المخصصة لاستشعار تلك الحركة وتحديد قوة واتجاه الأمواج.
2- **أجهزة التحويل:** تتضمن تكنولوجيا الطاقة الموجية العديد من الأجهزة المختلفة التي تحول حركة الأمواج إلى طاقة ميكانيكية، ومن ثم إلى طاقة كهربائية. هذه الأجهزة تشمل مفاعلات ومباعد ومحاور وآليات أخرى.
3- **تحويل الحركة إلى طاقة ميكانيكية**: بعد رصد حركة الأمواج، تستخدم الأجهزة المخصصة لتحويل تلك الحركة إلى حركة ميكانيكية. هذه الحركة الميكانيكية تكون ضرورية لتشغيل مولدات الكهرباء.
4- **تحويل الطاقة الميكانيكية إلى كهربائية:** تستخدم مولدات الكهرباء لتحويل الحركة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية. هذه المولدات تعمل بنفس مبدأ توليد الكهرباء في معظم محطات توليد الطاقة، حيث تستخدم حركة الدوران لإنشاء تيار كهربائي.

5- **توصيل الكهرباء إلى الشبكة الكهربائية:** تُولَّد الكهرباء من طاقة الأمواج ويمكن توجيهها إلى الشبكة الكهربائية للاستفادة منها في تزويد المستهلكين بالطاقة.

من المهم أن نلاحظ أن تحويل طاقة الأمواج إلى طاقة كهربائية ينطوي على تحديات تكنولوجية وبيئية، وقد تختلف تصاميم وأنواع أجهزة استخراج الطاقة الموجية باختلاف الموقع البحري وظروف البيئة.**أهم التحديات امام طاقة موجات المحيطات:**

1- **تؤثر على بيئة البحرية:** التعرض لأنظمة البث المباشر للبحرية وغيرها، مما قد يؤدي إلى تحديات في الحفاظ على حماية الطاقة.
2- **تحديات التطوير:** تطوير تقنيات تحويل الطاقة اللاسلكية بكفاءة لا تزال تحديًا. ستحتاج إلى أن تكون حاكمة وكفـءة وقادرة على تحمل متطلبات الإرسال المختلفة.
3- **نقل الطاقة:** هناك العديد من أنظمة الإرسال الموجودة عبر البحر، مما يتطلب طرق نقل فعالة لنقل الطاقة المولدة إلى الشبكة الكهربائية على اليابسة.
4- **تكاليف الرأسمالية النموذجية:** بناء وتركيب نظام الطاقة الشمسية يمكن أن تكون مكلفًا، خاصة في مراحل ستمثل في تطوير التكنولوجيا. يمكن أن تكون تكاليف الصيانة ذات نطاق واسع النطاق.
5- **إنتاجية الطاقة المتغيرة:** مثل مصادر الطاقة الأخرى، قد تكون إنتاجية طاقة راديوية متغيرة تبعًا لطقس وظروف البحر. هذا التطور يمكن أن يسهل دمج طاقة الإرسال في الشبكة وأصبح.
6- **التنافس مع مصادر الطاقة الأخرى:** تتنافس طاقة الموجات مع مصادر الطاقة المعتمدة مثل الرياح والشمس. ويجب أن يتم طلب موجات الراديو مع هذه المتطلبات الأخرى للحصول على موافقة واسعة.

على الرغم من هذه التحديات، فإن شبكة الطاقة لديها إمكانية توفير مصدر ثابت للحصول على الموارد. يعد البحث المستمر والتطور التكنولوجي والمشاريع التجريبية أمرًا ضروريًا، كما هو مطلوب في هذه النصائح ومصدر طاقة الإرسالًا قابلاً للاستدامة والفعالية في المستقبل.

سادسا: طاقة الكتلة الحيوية

هي نوع من الطاقة المتجددة المستمدة من المواد العضوية، ويشار إليها مجتمعة باسم الكتلة الحيوية. وتشمل الكتلة الحيوية مجموعة متنوعة من المواد العضوية، مثل الخشب، والمخلفات الزراعية، ومخلفات الحيوانات، ومخلفات الطعام، ومحاصيل الطاقة المخصصة. يمكن استخدام هذه المواد

لتوليد الحرارة أو الكهرباء أو حتى الوقود الحيوي من خلال عمليات التحويل المختلفة. (Hall, 1991)

فيما يلي بعض الطرق الشائعة لتسخير الطاقة من الكتلة الحيوية:

الاحتراق: يمكن حرق الكتلة الحيوية مباشرة لإنتاج الحرارة، والتي يمكن استخدامها بعد ذلك لتدفئة الأماكن، وتوليد البخار لتوليد الكهرباء، أو حتى للعمليات الصناعية.

الهضم اللاهوائي: يمكن أن تتحلل المواد العضوية مثل السماد الحيواني، ومياه الصرف الصحي، ومخلفات الطعام بواسطة البكتيريا في غياب الأكسجين لإنتاج الغاز الحيوي، وخاصة الميثان. يمكن استخدام الغاز الحيوي للتدفئة وتوليد الكهرباء أو كبديل للغاز الطبيعي.

التغويز: تتضمن هذه العملية تحويل الكتلة الحيوية إلى خليط غازي من الهيدروجين وأول أكسيد الكربون والميثان عن طريق تسخينه في وجود كمية متحكم فيها من الأكسجين. ويمكن استخدام "الغاز الاصطناعي" المنتج لتوليد الكهرباء أو كمادة أولية لإنتاج الوقود الحيوي.

الانحلال الحراري: يمكن تسخين الكتلة الحيوية في غياب الأكسجين لإنتاج سائل يسمى النفط الحيوي، وكذلك الغازات والفحم. يمكن استخدام الزيت الحيوي للتدفئة أو كمادة خام لإنتاج الوقود الحيوي والمواد الكيميائية.

الاحتراق المباشر لتوليد الكهرباء: يمكن حرق الكتلة الحيوية في محطات طاقة مصممة خصيصًا لإنتاج البخار، الذي يحرك التوربينات المتصلة بمولد، وينتج الكهرباء.

Cofiring: يمكن خلط الكتلة الحيوية مع الفحم في محطات الطاقة الحالية التي تعمل بالفحم. ويقلل هذا النهج من انبعاثات الغازات الدفيئة ويمكن أن يوفر مصدر طاقة أكثر استدامة.

تتمتع طاقة الكتلة الحيوية بمزايا وتحديات:

مزايا:

1. فهو مصدر للطاقة المتجددة، طالما تتم إدارة الكتلة الحيوية بشكل مستدام.
2. يمكن أن يساعد في تقليل النفايات عن طريق استخدام المواد العضوية التي يمكن التخلص منها في مدافن النفايات.
3. ويمكن أن توفر مصدرًا موثوقًا للطاقة لتوليد الحرارة والكهرباء، خاصة في المناطق الريفية.

التحديات:

1. ويجب إدارة استدامة إنتاج الكتلة الحيوية وحصادها بعناية لتجنب إزالة الغابات وتدهور التربة وغير ذلك من التأثيرات البيئية.
2. يمكن أن تختلف كفاءة وانبعاثات طاقة الكتلة الحيوية اعتمادًا على نوع الكتلة الحيوية وعملية التحويل المستخدمة.
3. قد تكون هناك منافسة بين استخدام الكتلة الحيوية للطاقة والاستخدامات المهمة الأخرى مثل إنتاج الغذاء.
4. يمكن أن تلعب طاقة الكتلة الحيوية دورًا في الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة وتنويع مصادر الطاقة، ولكن يجب تنفيذها بشكل مدروس ومستدام لضمان تحقيق فوائدها دون التسبب في آثار بيئية سلبية.

سابعا: وقود الهيدروجين:

يمكن استخدام الهيدروجين كمصدر وقود نظيف عند إنتاجه باستخدام طرق الطاقة المتجددة. ويمكن استخدامه في خلايا الوقود لإنتاج الكهرباء أو حرقه مباشرة، ولا ينبعث منه سوى بخار الماء كمنتج ثانوي. تطوير واستخدام وقود الهيدروجين كمصدر للطاقة يواجه العديد من العوائق والتحديات التي تحتاج إلى تجاوزها. إليك بعض أهم العوائق التي تعيق تطبيق وقود الهيدروجين:(Edwards et al., 2007)

1. **إنتاج الهيدروجين:** إنتاج الهيدروجين بشكل نقي وكفء هو تحدي رئيسي. معظم الهيدروجين المنتج حاليًا يتم استخراجه من الغاز الطبيعي باستخدام عملية تحتاج إلى استهلاك الطاقة وتوليد انبعاثات. تطوير وسائل إنتاج الهيدروجين باستخدام مصادر طاقة نظيفة ومستدامة يعد تحديًا.
2. **تخزين ونقل الهيدروجين:** الهيدروجين غاز غير كثيف بشكل كبير، مما يجعل تخزينه ونقله تحديًا. يحتاج إلى ضغوط عالية أو تبريد شديد لتخزينه، وهذا يتطلب تكنولوجيا معقدة وتكاليف إضافية.
3. **السلامة:** الهيدروجين قابل للاشتعال والانفجار عندما يكون مختلطًا بالهواء في نسب معينة. هذا يتطلب معايير صارمة للسلامة في تصميم وبناء مرافق الهيدروجين وفي استخدامه.
4. **تكنولوجيا الخلايا الوقود:** استخدام وقود الهيدروجين في خلايا الوقود لتوليد الكهرباء يحتاج إلى تطوير تكنولوجيا متقدمة وكفؤة لتحقيق الكفاءة المرغوبة وتقليل التكاليف.

5. **تكلفة البنية التحتية:** تطوير البنية التحتية اللازمة لإنتاج وتخزين ونقل وتوزيع وقود الهيدروجين قد يكون مكلفًا جدًا. يلزم بناء محطات تعبئة خاصة ومنشآت تخزين وشبكات نقل.
6. **التحول من الوقود الأحفوري:** التحول من الاعتماد على الوقود الأحفوري إلى استخدام وقود الهيدروجين يتطلب تغييرات هيكلية وتقنية واقتصادية كبيرة في القطاعات المختلفة، وهذا يمكن أن يكون تحديًا بالنسبة للاقتصادات والصناعات التقليدية.
7. **الكفاءة والاقتصادية:** على الرغم من إمكانية الهيدروجين لتقديم طاقة نظيفة، إلا أن العمليات المتعلقة بإنتاجه وتخزينه واستخدامه لا تزال تتطلب تكاليف عالية. يجب تحسين كفاءة العمليات وتقليل التكاليف لجعلها اقتصادية.

على الرغم من هذه التحديات، تعتبر تكنولوجيا الهيدروجين مجالًا ناشئًا مهمًا، ويتم العمل باستمرار على تطوير حلول لهذه العقبات من أجل تحقيق الاستدامة والتحول إلى مصادر طاقة أكثر نظافة وكفاءة

المصادر

Bagher AM, Vahid M, Mohsen M, et al. (2015) Hydroelectric energy advantages and disadvantages. *American Journal of Energy Science* 2(2): 17–20.

Barbier E (2002) Geothermal energy technology and current status: an overview. *Renewable and sustainable energy reviews* 6(1–2). Elsevier: 3–65.

Edwards PP, Kuznetsov VL and David WIF (2007) Hydrogen energy. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 365(1853). The Royal Society London: 1043–1056.

Falnes J and Løvseth J (1991) Ocean wave energy. *Energy policy* 19(8). Elsevier: 768–775.

Hall DO (1991) Biomass energy. *Energy policy* 19(8). Elsevier: 711–737.

Jordehi AR (2016) Parameter estimation of solar photovoltaic (PV) cells:

A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 61. Elsevier: 354–371. DOI: 10.1016/j.rser.2016.03.049.

Lovegrove K and Stein W (2012) Concentrating solar power technology: principles, developments and applications. Elsevier.

Mukrimaa SS, Nurdyansyah, Fahyuni EF, et al. (2016) *Solar Cell Technology and Applications*.

U.S. Renewable Energy Factsheet (n.d.).