الطاقة المتجددة ورفاهية الإنسان: التحديات والأفكار المستقبلية

م.م هدى زهيرامين
huda.zuhair@uodiyala.edu.iq
جامعة ديالى/ كلية التربية المقداد
م.م دعاء نصيف جاسم
duaam@uodiyala.edu.iq
جامعة ديالى/ كلية التربية المقداد
م.م فاطمة ياسين محمد
Fatimayaseen@uodiyala.edu.iq
جامعة ديالى/كلية العلوم

الملخص

يتناول هذا البحث الطاقة المتجددة وعلاقتها برفاهية الإنسان من خلال التحديات التي تواجه استخدامها والأفكار المستقبلية لتعزيز دورها في تحسين جودة الحياة. يناقش البحث الوضع الحالي للطاقة المتجددة في العالم، ويستعرض التحديات التكنولوجية، الاقتصادية، والسياسية التي تعيق الانتقال الكامل إلى الطاقة المتجددة، بالإضافة إلى الآثار الصحية والبيئية لهذه الطاقة. كما يقدم مقترحات وتوصيات لتطوير هذا القطاع وتحقيق تحول نحو الطاقة المستدامة. فالطاقة المتجددة هي مصادر الطاقة التي لا تنفد وتستمر في التجدد بشكل طبيعي، مثل الشمس، الرياح، المياه، والطاقة الحرارية الأرضية. تعتبر هذه المصادر أساسية في تعزيز رفاهية الإنسان، حيث توفر بديلاً مستدامًا للطاقة التقليدية التي تعتمد على الوقود الأحفوري، والتي تساهم في تلوث البيئة وتغير المناخ. في هذا السياق، يبرز دور الطاقة المتجددة في تحسين نوعية الحياة، وضمان صحة الإنسان، والمساهمة في استدامة البيئة.

الكلمات المفتاحية: الطاقة المتجددة ، رفاهية الانسان، التحديات البيئية، الطاقة الشمسية، التنمية المستدامة.

Renewable Energy and Human Well-being: Challenges and Future Ideas

Huda Zuhair Ameen
University of Diyala / Al- Muqdad, College of Education
Duaa Nessaif Jasim
University of Diyala / Al- Muqdad, College of Education
Fatima Yaseen Mohammed
University of Diyala /The sciences, College of Education

Abstract
This research addresses renewable energy and its relationship to human well-being by examining the challenges faced in its use and the future ideas to enhance its role in improving quality of life. The study discusses the current state of renewable energy worldwide, explores the technological, economic, and political challenges hindering the full transition to renewable energy, and assesses the health and environmental impacts of these energy sources. The research also provides suggestions and recommendations for developing this sector and achieving a transition toward sustainable energy. Renewable energy refers to energy sources that are inexhaustible and naturally replenishing, such as solar, wind, water, and geothermal energy. These sources are essential in enhancing human well-being, as they provide a sustainable alternative to traditional energy that relies on fossil fuels, which contribute to environmental pollution and climate change. In this context, the role of renewable energy becomes crucial in improving the quality of life, ensuring human health, and contributing to environmental sustainability.
Keywords: Renewable Energy, Human Well-being, Environmental Challenges, Solar Energy, Sustainable Development.

الفصل الأول : الاطار العام
1-1 مقدمة عن الطاقة المتجددة
الطاقة في وضعها الحالي مورد محدود لن يدوم لأجيال قادمة. يبحث كتاب "الطاقة البديلة والمتجددة" [1] في الأبحاث الحالية حول العديد من بدائل الطاقة المتجددة

للوقود الأحفوري التقليدي. ويقدم معلومات حول الطاقة النووية، والطاقة الكهرومائية، وطاقة الرياح، والطاقة الشمسية، والغاز الطبيعي، والوقود الحيوي، والطاقة الحرارية الأرضية، بالإضافة إلى أفكار بديلة أخرى مثل الطاقة من التبخر، والتناضح، وملح البحر، والنفايات الصلبة المسالة، وطاقة المد والجزر، وجدران الرياح تحت الماء. كما يقدم الكتاب طريقة محتملة للجمع بين تقنيات حصاد الطاقة الشمسية وطاقة الرياح لزيادة الكفاءة، بالإضافة إلى شرح لكيفية عملها. علاوة على ذلك، يتناول الكتاب الآثار الاجتماعية للطاقة المتجددة على الصحة والبيئة والسياسة، ويطرح منظورًا للأفكار والتحسينات المستقبلية لكل مصدر من مصادر الطاقة المتجددة [2].

1-2 مشكلة البحث:

ماالتحديات التي تواجه البلدان في تبني استخدام الطاقة المتجددة وتوسيع نطاقها ؟ وكيف يتم تجاوز القيود التكنولوجية والاقتصادية والتشريعية المرتبطة بقبول المجتمع للطاقة المتجددة وكيفية دمجها في النظم الاقتصادية الحالية ؟.

1-3هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى استكشاف العلاقة بين الطاقة المتجددة و رفاهية الإنسان، وتحليل تأثير تحول المجتمعات نحو مصادر الطاقة المتجددة على الصحة العامة، جودة الحياة، والتقدم الاجتماعي والاقتصادي. كذلك توضيح العلاقة بين استخدام مصادر الطاقة النظيفة وتراجع الامراض المرتبطة بالتلوث، مثل املراض الجهاز التنفسي والقلب. كما يهدف إلى اقتراح حلول لمعالجة التحديات التي تواجه هذا التحول.

1-4 أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في تسليط الضوء على كيفية مساهمة الطاقة المتجددة في تحسين رفاهية الإنسان من خلال تحسين جودة الحياة، الحد من التلوث، وتعزيز الصحة العامة. كما يسهم في رفع الوعي حول ضرورة التحول إلى مصادر طاقة مستدامة لمواجهة التحديات البيئية العالمية، مثل التغير المناخي واستنفاد الموارد الطبيعية.

1-5 حدود البحث:

تقتصر حدود البحث على دراسة حالة الطاقة المتجددة في الدول النامية والمناطق الريفية، مع التركيز على التحديات الاقتصادية والاجتماعية. كما يقتصر البحث على المصادر الرئيسية للطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، و الطاقة الحيوية.

الفصل الثاني : الاطار النظري

2-1 أهمية رفاهية الإنسان

الرفاهية موضوعٌ يُناقش على نطاقٍ واسع، بما في ذلك مكوناتها، وكيفية قياسها[3]. يُجادل بأن سبب اهتمام المجتمع الكبير بأنظمة الطاقة هو أنها من المفترض أن تُوفر الرفاهية. أي أننا لا نهتم فقط بنظام طاقة مستدام، بل يجب أن يُلبي احتياجاتنا أيضًا. ما الذي يجب أن تُوفره الطاقة في هذه الحالة، وكيف يُمكننا ضمان بناء نظام طاقة يُمكّننا من الازدهار كبشر؟[4]. يُظهر أحد أسباب كون الزراعة هي التكنولوجيا البشرية الأكثر أساسية، وهو قدرتها على تشكيل البيئة بشكل كبير. لقد كنا طوال تاريخ البشرية تقريبًا من الباحثين عن الطعام، وقد تغير تشريح الإنسان استجابةً لنظام غذائي يعتمد على اللحوم، مصحوبًا بتغير كبير في ذكائنا. على النقيض من ذلك، كان الاستقرار يعني نظامًا غذائيًا يعتمد على محاصيل الحبوب، مما أدى إلى مجتمع أقل صحة. في حين أن المجتمعات الزراعية كانت غالبًا أكثر عددًا من الباحثين عن الطعام، إلا أن هذا كان في المقام الأول لأن العمل المفرط الذي تم إنشاؤه عن طريق الزراعة يعني أن جزءًا أكبر من السكان كان عليه إطعام الآخرين للعيش. ونظرًا لأن هؤلاء الآخرين لم ينتجوا شيئًا في كثير من الأحيان، فقد شهدنا انخفاضًا مطردًا في التنوع الوظيفي منذ ذلك الحين، وهو جانب مهم آخر من جوانب الرفاهية. وأخيرًا، تجدر الإشارة إلى أن الزراعة لم تكن مجرد تحول ديموغرافي، بل أدت أيضًا إلى أنماط حياة جديدة غير نشطة، وقمع المرأة، وظهور مجموعة من الأمراض المعدية. وفي الوقت نفسه، أصبحت الموارد بالغة الأهمية للمرة الأولى، وتعلمنا بسرعة كيف نقتل بعضنا البعض على نطاق صناعي، مما يشير إلى أن هناك حاجة إنسانية مهمة أخرى ربما يتعين على نظام الطاقة أن يلبيها، وهي التساهل على هذه الجبهة [5].

2-2 الوضع الحالي للطاقة المتجددة

يهدف هذا المشروع إلى استكشاف معنى "الرفاهية" الذي يُعرّفه المستخدم، ودراسة إنجازات رفاه الإنسان المرتبطة بتطوير الطاقة المتجددة أو التي يُمكن تحقيقها أو تفاقمها من خلالها، واقتراح توجهات مستقبلية لمزيد من البحث. ازداد الاهتمام بأنظمة الطاقة المتجددة خلال العقد الماضي، لا سيما في خضم أزمة الطاقة التي بدأت في بداياتها. وقد أولت العديد من الدول اهتمامها لحالة هذا المصدر من مصادر الطاقة، مُنفقةً الأموال على أبحاثه وتطويره لإنشاء قاعدة طاقة أقل تلويثًا وقابلة للتجديد. ورغم التقدم المُحرز في تقنيات الطاقة هذه، إلا أن الدول التي تستخدم الطاقات الدقيقة كجزء كبير من إجمالي استهلاكها لا تزال تُعاني من استنفاد مصادر الطاقة الحالية والتقليدية بمعدلات أسرع من إمكانية إيجاد وتأسيس إمدادات جديدة. علاوة على ذلك، حتى مع أنظمة الطاقة الأقل ضررًا هذه، يُخشى أن يُؤدي الإفراط في الاستغلال والممارسات غير التكنولوجية إلى زيادة التلوث. ونتيجةً لذلك، تزايد الاهتمام بأنظمة وموارد الطاقة البديلة، مثل الطاقة الشمسية، وطاقة الكتلة الحيوية، وطاقة الرياح، وطاقة المد والجزر[6]. ونظرًا لأن أنظمة الطاقة المتجددة تعتبر منهجيات غير تقليدية وغالبًا ما تكون غير متطورة تقنيًا داخل صفوف التخطيط

الحكومي ومصالح الأعمال الكبرى، فقد تم تجاهلها. لم يتم الكشف عن قيمتها، حتى إلى حد المصداقية المبنية على التكاليف المرتفعة المعلن عنها لخطوط الأنابيب والمعدات المستخدمة في أنظمة الطاقة القائمة على الوقود التقليدي وما يسمى بالتكنولوجيا المكررة. وقد أدى هذا إلى انطباع بأن الأنظمة غير التقليدية غير فعالة وغير قادرة على إنتاج كميات كبيرة من الطاقة، وبالتالي، فهي غير معروفة [7].

2-3 التحديات في تنفيذ الطاقة المتجددة

تعتمد غالبية الناس في البلدان النامية (الجنوب العالمي) على الكتلة الحيوية التقليدية لتلبية جزء على الأقل من احتياجاتهم من الطاقة [8]. تعتبرالكهرباء هي أهم ناقل للطاقة ويُنظر إليها على أنها شرط أساسي للتنمية الاجتماعية والاقتصادية ورفاهية الإنسان. وهي معترف بها على نطاق واسع في مناقشات السياسات ومن قبل المنظمات الدولية. ومع ذلك، على الرغم من تنفيذ توسيع الشبكة أو الكهربة خارج الشبكة على نطاق غير مسبوق في العديد من البلدان النامية، فإن أكثر من 1.1 مليار شخص لا يحصلون على الكهرباء. وقد أعاق تحقيق فوائد الوصول إلى الكهرباء حقيقة أن غالبية أولئك الذين يفتقرون إلى الوصول إلى الكهرباء هم من بين أفقر الفئات وأكثرها تهميشًا في المجتمع. تُعتبر مصادر الطاقة المتجددة بما في ذلك طاقة الرياح والطاقة الشمسية ومحطات الطاقة الكهرومائية الصغيرة بشكل متزايد بديلاً جذابًا لمحطات الوقود الأحفوري التقليدية ومحطات الطاقة الكهرومائية واسعة النطاق ويُنظر إليها على أنها خيار واعد لزيادة الوصول إلى الكهرباء في المناطق النائية خارج الشبكة.

تتمتع الطاقة المتجددة بالقدرة على تغيير حياة الناس مع فوائد لصحة الإنسان والتعليم والمساواة بين الجنسين والتخفيف من حدة الفقر. شهدت السنوات الأخيرة زيادة في الاهتمام الدولي بالطاقة المتجددة، مما أدى إلى مجموعة متنوعة من الخطط والأدوات لتعزيز الاستثمار في تقنيات الطاقة المتجددة. ومع ذلك، يرتبط عدد من التحديات التقنية والمالية والاجتماعية والمؤسسية بتطبيق تقنيات الطاقة المتجددة، مما يؤدي في كثير من الأحيان إلى فشلها [9] .

2-4 الحواجز التكنولوجية

تشمل العوائق التكنولوجية ذات الطبيعة التحويلية التي يتعين إبطاؤها أو التغلب عليها ابتكارات تكنولوجية جديدة للتعامل مع تقلبات الموارد المتجددة أو استغلالها في نطاق واسع من الدقة الزمنية والمكانية. وفيما يتعلق بالطاقة الكهرومائية، على وجه الخصوص، العلاقة بين موارد الطاقة والمياه والطلبات المتنافسة، كما هو الحال في الزراعة والصناعة والبيئة والاستخدام المنزلي [10] . ستؤثر التغيرات في تقلبات تصريفات الأنهار على البنية التحتية الحالية، مع تحليل سعة تصريف الخزانات من خلال منحنيات إنتاج التخزين الفردية والمستقبلية. وقد يلزم إجراء المزيد من التغييرات في البنية التحتية والتشغيلية لتقليل استخدام الأراضي المرتبط بإنتاج الطاقة الكهرومائية.

عند دراسة هذه التحديات، تُستَخلص الآثار المترتبة على السياسات، والاستثمار في البحث والتطوير التكنولوجي والبنية التحتية التي تُتيح مزايا لاستدامة إنتاج الطاقة

المتجددة، سواءً من خلال الكهرباء، مُفضّلةً على الطرق السريعة، وشبكات المياه والغاز، والاتصالات، وجمع النفايات. ونظرًا للتدفقات الكبيرة والموارد المتجددة غير المُكمّلة المعنية، فإن التحول في ظل جميع هذه السيناريوهات سيتطلب تغييرات ملحوظة ومثيرة للجدل في البنية التحتية القائمة، مثل تفكيك العديد من السدود وهندسة حلول تخزين جديدة من شأنها أن تُغيّر استخدام الأراضي. ومن المُرجّح أن تُواجه ممارسات من هذا النوع معارضة كبيرة، لا سيما في الدول المتقدمة. علاوةً على ذلك، تُحلّل هذه المادة البيانات الهيدرولوجية على المستوى الوطني، مما يُسلّط الضوء على اعتبارات أوسع نطاقًا، مثل الإمكانات التقنية وسعة الخزانات المُقترحة، والتي تتطلب مزيدًا من الدراسة على المستوى الإقليمي و/أو مستوى الدولة [11].

2-5 القيود الاقتصادية

على أمل أن يكون منظور الرفاهية مفيدًا ومُستخدمًا في الدراسات والبحوث الموجهة نحو السياسات، [8]. يتم تقديم قضايا التنمية البشرية المتعلقة بالطاقة في الجنوب العالمي. يتم توضيح الحاجة الملحة لإجراء بحوث تتناول أهداف الطاقة المستدامة للجميع والتقدم المحرز في صنع السياسات. يتم تحليل القيود الاقتصادية والاجتماعية والسياسية التي تواجهها العديد من الأسر في الجنوب العالمي في تلبية احتياجات خدمات الطاقة الأساسية. وقد وجد أنه بالإضافة إلى ضغوط الدخل والقدرة على تحمل التكاليف الموثقة جيدًا، يتعين على الفقراء أيضًا التعامل مع العديد من الحرمان الإضافي والذي غالبًا ما يتم تجاهله، مثل التوزيع المكاني غيرالمتكافئ لموارد الطاقة والبنى التحتية، وعدم الاستقرار الاقتصادي الكلي والحوكمة، والضعف البيئي وتغير المناخ [12] .

2-6 القضايا السياسية والتنظيمية

الهدف الأول هو الاستدامة، والتي لا يمكن تحقيقها إلا من خلال الانتقال إلى حصاد مصادر الطاقة المتجددة المتاحة في الأراضي والبحار الأوروبية [13] . توفر أنظمة الطاقة المستدامة هذه أمن الإمداد لأنها تستخدم مصادر الطاقة الأوروبية المحلية، مما يقلل الاعتماد على الواردات غير المستقرة. تصبح أنظمة الطاقة المستدامة والآمنة في متناول الجميع من خلال الابتكار التكنولوجي. يصبح النجاح التكنولوجي ممكنًا عندما تُعطى الأولوية للانتقال، وهو ما أثبتته مبادرة Energiewende الألمانية. في المقابل، فإن إعطاء وزن لوظيفة "السوق" على التنمية المستدامة يخلط بين الوسائل والأهداف. لا يزال "سوق" الكهرباء يهيمن عليه شركات الطاقة الكبرى ذات القدرات التي تعمل بالوقود الأحفوري والنووي، مما ينتج عنه آثار خارجية ومخاطر[14].

2-7 الوعي العام والقبول

أحد التحديات الرئيسية التي يواجهها المجتمع هو الانتقال من الطاقة المعتمدة على الوقود الأحفوري إلى نظام طاقة أكثر استدامة، والذي ستلعب فيه مصادر الطاقة المتجددة دورًا رئيسيًا. يحتاج صانعوا السياسات إلى فهم العوامل المؤثرة على القبول الاجتماعي لتقنيات الطاقة المتجددة، وتعزيز بيئة اجتماعية داعمة لنشرها.أظهرت الأبحاث في هذا المجال أن المتغيرات المعرفية (مثل السعر)،

والعاطفية (مثل الانزعاج)، والسلوكية (مثل دعم توربينات الرياح الجديدة) لعامة الناس يمكن أن تتنبأ بمستوى القبول الاجتماعي لتقنية ما [15] .

يؤدي التوزيع غير المتساوي للمساحة (الأرض) وناتج الطاقة المحتمل إلى إنشاء بؤر ساخنة، حيث تكون المعارضة لمشاريع الطاقة المتجددة قوية. NIMBY (ليس في حديقتي الخلفية) هو مصطلح يستخدم بشكل متكرر لوصف معارضة السكان المحليين لمشاريع الطاقة المتجددة التي سيتم تركيبها بالقرب منها. وقد وجد أن الروابط بمكان الإقامة تلعب دورًا رئيسيًا. أي أن الأشخاص الذين يعيشون بالقرب من تقنيات الطاقة المتجددة (مثل توربينات الرياح) يظهرون مستوى أعلى من الانزعاج بسبب الضوضاء والخصائص البيئية المادية الأخرى. يمكن استغلال تأثير NIMBY هذا للتنبؤ ببؤر المعارضة المحلية. يجادل معارضو مرافق الطاقة المتجددة بأن المخاوف بشأن القبول الاجتماعي للطاقة المتجددة قد تعرض التقدم المحرز في مجال حماية المناخ ونجاح توسيع نطاق الطاقة المتجددة للخطر. على العكس من ذلك، يشير آخرون إلى أن القبول العام الحالي للطاقة المتجددة يقوم على الجهل بالعواقب السلبية لمرافق الطاقة المتجددة، وأن الخسائر المالية الناجمة عن الاستثمارات المضللة في مصادر الطاقة المتجددة يمكن أن تثير ردود فعل اجتماعية عنيفة [16] .

2-8 تأثير الطاقة المتجددة على صحة الإنسان

(1) رفاهية الإنسان تتشكل على أساس 3 ركائزاساسية هي :البيئية والاجتماعية والاقتصادية. وتماشيًا مع هذا التعريف، تم تحديد 3 جوانب رئيسية للطاقة من أجل الرفاهية: الجانب الاول دورها غير المعترف به في دعم التنمية ودعم الخدمات الأخرى؛ والثاني تأثيرات تقنيات الطاقة على الرفاهية؛ والثالث النظر في الجوانب والتحديات المستقبلية التي قد تؤثر على العلاقة بين الطاقة والرفاهية.

(2) تمثل تقنيات الطاقة المتجددة مجموعة من مصادر الطاقة التي نمت في دائرة الضوء بعد أزمة النفط في السبعينيات. يجب حصاد مصادر الطاقة المتجددة المتغيرة باستخدام معدات خاصة بالموارد وتحويلها إلى أشكال للاستخدام العملي، ويمكن أن يكون لها تأثير ملحوظ على جودة البيئة المحلية. شهدت منشآت الطاقة المتجددة بمقاييس مختلفة توسعًا عالميًا كبيرًا على مدى العقود الماضية [17] .

2-9 الفوائد الصحية

الفوائد الصحية ستستمر معدلات الوفيات البشرية الناجمة عن أمراض مثل السكتة الدماغية وأمراض الجهاز التنفسي المزمنة والسرطان والسكري التي غالبًا ما تتأثر بجودة الهواء في الارتفاع؛ وهذا هو سبب تركيز هدف التنمية المستدامة بشأن الصحة والرفاهية [18] . في الواقع، تؤثر معظم هذه الأمراض على نطاق واسع على جميع السكان، وخاصة في البلدان النامية. وينعكس ذلك في الإحصاءات، حيث ارتفع معدل الوفيات من الأمراض في البلدان منخفضة الدخل من 199 لكل 100000 في عام 2000 إلى 227 في عام 2020. إن السعي إلى حياة صحية هو طموح مشترك لجميع الشعوب؛ ومع ذلك، لا تزال الأمراض التي تواجههم عديدة ومعقدة. وبناءً على ذلك، يؤكد الهدف الثالث عشر من هذا الهدف على التغطية

الصحية الشاملة؛ وعلى وجه الخصوص، لا توجد أحكام صريحة لمعالجة تلوث الهواء. وهناك أبحاث عن الطقس حول تأثير استخدام الطاقة المنزلية على الصحة؛ وتتعلق الدراسات بالطاقة المنزلية من منظور الصحة البيئية. من المرجح أن يُقلل تحسين جودة الهواء الداخلي من الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي، مثل الربو والتهاب الشعب الهوائية والسل وسرطان الرئة. يرتبط هيكل الطاقة بحدوث الظواهر المناخية المتطرفة؛ إذ قلل الاستخدام المنزلي طويل الأمد للطاقة النظيفة من خطر الظواهر المناخية المتطرفة بنسبة خمس نقاط مئوية. من ناحية، ستؤدي الظواهر المناخية المتطرفة إلى انخفاض في غلة المحاصيل، وتدهور في جودة المياه والأمن الغذائي، وزيادة في مسببات الأمراض؛ مما سيؤدي إلى زيادة في الإصابة بالأمراض وانتشارها. من ناحية أخرى، سيُلحق الطقس المتطرف الضرر بالقدرة الإنتاجية للعديد من المستلزمات والعلاجات الطبية. يُعد توفر الطاقة أمرًا بالغ الأهمية لتنظيم الوقت التقليدي، مثل التجارة أو الاستلام، والاستخدام المكثف للمؤسسات الطبية، والوقاية من الأمراض وعلاجها [19] . تزداد مهام إنتاج الطاقة النظيفة بمقدار 0.343 ساعة. يُنفق الوقت المُوفر على أنشطة أكثر إنتاجية، مثل صنع الحرف اليدوية للبيع. يمكن شراؤها بدخل إضافي قدره 0.099، مما يُعزز الوقاية من الأمراض وعلاجها. سيزيد هذا من احتمالية استخدام الأسر للطاقة النظيفة خلال الزيارة، ويقلل من احتمالية خضوع المريض لعملية جراحية لمدة عام. ومع زيادة عدد مباخر البخور في منازل هؤلاء المرضى في السنة الأولى بعد الجراحة، زادت احتمالية تعافيهم بنسبة 3.5%. وقد وُجِد أن فئات فرعية من النساء تستفيد أكثر. ويعود انخفاض هذه المعدلات إلى علاج أمراض الأمهات أثناء الحمل والولادة، وبعد الولادة، ودعم حديثي الولادة. في المناطق النامية، عادةً ما يستخدم البشر حطب الوقود للطهي. وعادةً ما يكون حجم جزيئات الدخان المنبعثة من الوقود الصلب أقل من 3 ميكرومتر، وهو حجم قريب من حجم رئتي الشخص، مما يؤدي إلى أمراض مميتة. ويُلاحظ انخفاض في معدل الإصابة بالأمراض عند استخدام مصادر الطاقة النظيفة في دول مثل بوتان وبنغلاديش والصين، مقارنةً بالأسر التي تستخدم مصادر الطاقة التقليدية غير النظيفة [20] .

2-10 الفرص الاقتصادية

تعتمد مساهمة تطوير الطاقة المتجددة في رفاهية الإنسان بشكل كبير على توفير فرص اقتصادية مستدامة. في السنوات الأخيرة، ركز كلٌّ من ممارسي التنمية والباحثين بشكل متزايد على تقنيات الطاقة المتجددة لما تقدمه من إمكانات واعدة لتحقيق هذه الأهداف المتشابكة بطريقة فعّالة من حيث التكلفة وكونها صديقة للبيئة. ولا تزال المبادئ التوجيهية للسياسات المتعلقة بظروف السوق والسياسات المناسبة التي تدعم التطبيقات الموسعة للطاقة الحيوية في الزراعة عالية القيمة نادرة أو غائبة. كما أن إمكانية تطبيق الاستراتيجيات مقيدة أيضًا بقلة المعلومات حول توقعات السوق على المدى الطويل، ونقص الإطار الاقتصادي والأدوات اللازمة لتوجيه خيارات الاستثمار وقرارات السياسات [17] .

من عام 2000 إلى عام 2005، تم إنفاق أكثر من مليار دولار على مشاريع الطاقة المتجددة. وذهبت جميع هذه الاستثمارات تقريبًا إلى تطوير طاقة الرياح. وفي العامين الماضيين، زادت الاستثمارات الصينية في مشاريع طاقة الرياح ستة أضعاف؛ ومع ذلك، واجهت هذه المشاريع تحديات في الحصول على الموافقة والتمويل. وعلى النقيض من ذلك، نجح برنامج كهربة القرى الريفية في الصين في تنفيذ توربينات رياح بقدرة 900 وات في 25000 قرية. وقد ضاعفت هذه المشاريع تقريبًا سعر الطاقة التي تعمل بالفحم لكل كيلوواط/ساعة ونجحت في تحصيل التعريفة. ولن تتوسع مشاريع طاقة الرياح الجديدة لتشمل القرى الريفية؛ وبدلاً من ذلك، ستطبق توربينات الرياح على نطاق المرافق. تمثل توربينات الرياح على نطاق المرافق 96٪ من التكنولوجيا الحالية، ولكنها أقل من 1٪ من المشاريع المخطط لها في الصين. ومع ذلك، فإن توربينات الرياح بقدرة 900 وات المتاحة والشائعة على الرغم من طرحها في الأدبيات ومن قبل الخبراء الصينيين غير مناسبة لمخططات كهربة الريف ذات المشروع الواحد [21] .

2-11 العدالة الاجتماعية

يُعد معيار محفظة الطاقة المتجددة، من الناحية التجريبية، الآلية الأكثر فعالية على مستوى الولايات لتعزيز تطوير الطاقة المتجددة في الولايات المتحدة. وقد تم تعريف مدى جاهزية معيار محفظة الطاقة المتجددة، وكشف مدى التزام الولاية بهذا التفويض من خلال مشهد سياسي داعم، وتصنيفه بشكل منهجي. تنتقل الولايات من مستوى أكثر استعدادًا لمعيار محفظة الطاقة المتجددة إلى مستوى أقل استعدادًا له عند التقدم غربًا إلى شرقًا عبر شمال الولايات المتحدة. بمجرد سن سياسة للطاقة النظيفة، كيف يضمن صانعو السياسات وأصحاب المصلحة تحقيقها لأقصى قدر ممكن من العدالة الاجتماعية؟ لأن التعامل مع التحول نحو الكهرباء المتجددة من منظور العدالة يمثل تحديًا ناشئًا. فتأثير سياسات الطاقة النظيفة المرجعية الحالية والمقترحة على مستوى الولايات على الأسر ذات الدخل المنخفض - المعروفة باسم الأسر ذات الدخل المنخفض جدًا - ظل محل تحليل غير كافٍ. وعلى الرغم من تخصيص مليارات الدولارات من أموال التحفيز الفيدرالية لمشاريع الطاقة المتجددة، لم يتمكن جميع الأمريكيين من الاستفادة من التحفيز أو تحمل تكاليف المشاريع بمفردهم. كان الهدف من هذا النص هو توفير الخلفية اللازمة للقراء لتكوين أحكامهم المعيارية الخاصة حول المشهد السياسي الحالي. مع تأكيد هذا الهدف، كان هذا النص أكثر تواضعًا في نطاقه. يشكك بعض المعلقين في مدى ملاءمة العدالة وغيرها من المؤشرات الرئيسية للأثر الاجتماعي والاقتصادي في مجموعة فرعية معينة من سياسات الطاقة النظيفة. تستند هذه المخاوف إما إلى افتراضات واقعية إشكالية، أو كانت موضوع تحليل تجريبي مكثف، مما أدى، في عدة حالات، إلى تحسينات ملموسة في العدالة بعد الدعم [22] .

2-12 أفكار مستقبلية لتطوير الطاقة المتجددة

بسبب الطلب المتزايد بسرعة على الطاقة وارتفاع محتوى ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي والذي غالبًا ما يُعزى إلى حرق الوقود الأحفوري، يواجه قطاع

الطاقة مجموعة كبيرة من التحديات في السنوات القادمة. مع الاعتراف بشكل أساسي بجذور بروتوكول كيوتو الذي يُلزم الدول الصناعية المدرجة في المرفق الأول بخفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، فإن جميع المشكلات المتعلقة بتقليل استخدام الوقود الأحفوري تضع حدًا للأداء [8] . ومع ذلك، فإن الاهتمام بالتغييرات التي تفيد المجتمع ككل غير ممثل تمثيلاً كافيًا في نقاش الطاقة. وبدلاً من ذلك، يتم التأكيد على المطالبات بشكل متكرر، والتي قد تبدو قابلة للتحقيق وجذابة للعديد من الأطراف المهتمة. هناك، أو ستكون هناك، مصالح مختلفة تهدف إلى الاختلافات المحددة مسبقًا. إن الاختزالية المفرطة أو المركزية التكنولوجية هي شوق إلى حلول بسيطة لعالم من المشاكل المعقدة من خلال التركيز على الاستخدام المحتمل للتكنولوجيا على حساب المواجهة مع النظام العام. أدى قرار الأمم المتحدة لعام 2015 بشأن أهداف التنمية المستدامة المتفق عليها في نيويورك إلى اتفاق شامل يتضمن 17 هدفًا تهدف إلى تحقيق التنمية المستدامة والحد المخطط من الفقر والتفاوت الاجتماعي [23] .

يُمثل قطاع الطاقة الهدف السابع لضمان حصول الجميع على طاقة حديثة وموثوقة ومستدامة وبأسعار معقولة. وفي هذه الاتفاقية الشاملة، يجب بذل الجهود لتزويد الناس بالطاقة النظيفة والمستدامة، والتي يصعب الوصول إليها حاليًا على نطاق واسع. لذا، يتطلب تقديم هذه الخدمات حلولاً متكاملة وحكيمة، قد تحتل فيها الطاقة المتجددة مكانة متنامية. بصراحة، لا يُمكن لفكرة بسيطة أن تُشير إلى إمكانات طاقة الرياح، بل إن اختلاف الأماكن وسرعات الرياح وظروف التعرض يُظهر إمكانات طاقة الرياح. ومع ذلك، فإن التأمل العميق في حدود التكنولوجيا أمرٌ ضروريٌّ للغاية، نظرًا للمشاكل المعقدة التي يُفترض أن تُحلها. كما يُذكر مرارًا أن التكنولوجيا ستخلق فرصًا للاستثمار والتجارة، مع بناء البنية التحتية اللازمة في العالم النامي. يُغفل هذا التصريح فهم الآليات الكامنة وراء الاستثمارات المُحددة في إمكانات الطاقة المتجددة، والتي تُزيد الضغط على السلع العامة كالمياه والغابات والأراضي [24] .

2-13 التقنيات المبتكرة

تتوافرالآن أدلة قوية وواسعة النطاق على أن توفير الطاقة الكافية أمرٌ أساسيٌّ لرفاهية الإنسان. وقد خُصص عدد خاص من مجلة "أبحاث الطاقة والعلوم الاجتماعية" لتحليل حالة الأبحاث المتعلقة بالعلاقة بين الوصول إلى الطاقة ورفاهية الإنسان. ومن نقاط الانطلاق المحتملة لتحسين الوصول إلى الطاقة الأنظمة واسعة النطاق والموزعة التي تعتمد بشكل رئيسي أو حصري على الموارد المتجددة، والتي يمكن أن تشمل فئات متعددة مثل توسيع الشبكات والشبكات الصغيرة. وتُحلل مساهمتان التحديات العملية في تخطيط وتطوير ونمذجة وتقييم كلا النوعين من الأنظمة واستخداماتها الإنتاجية: تُركز الأولى على نماذج تخطيط الطاقة في ظل الوضع الراهن المتمثل في التوسع الانتقالي من أعلى إلى أسفل لأنظمة الطاقة الشمسية المنزلية المستقلة، وتطوير تخطيط الطاقة متوسط وطويل الأجل للشبكات الصغيرة. بينما تتناول الثانية حالة دولة جزرية صغيرة تتمتع بموارد متجددة كبيرة،

وتشارك في مشروع رياح كبير لتصدير الطاقة وتقليل الاعتماد المستقبلي على توليد الديزل عالي التكلفة. التحقيق في الجدوى الفنية والمالية والتجارية لنظام متعدد الطاقة يعتمد على الرياح والطاقة الشمسية الكهروضوئية وتخزين البطاريات من خلال تطبيق تحليل على مستوى الجزيرة لأول مرة مع مراعاة تطوير إدارة جانب الطلب، جنبًا إلى جنب مع فرص التعاون في توليد الطاقة المتجددة مع جزيرة أخرى[25] . تبحث مساهمة أخرى في جوانب استخدام الطاقة المرتبطة مباشرة بأشكال أكثر كلاسيكية للرفاهية: تتم مناقشة سؤالين مترابطين يتعلقان بتعطيل تنقل العمالة وتنويع سبل العيش بسبب زيادة الوقت الذي يتعين قضاؤه في جمع الحطب بسبب الندرة الناتجة عن إزالة الغابات التي يتم تنفيذها لإنتاج الفحم حول منتزه ميكومي الوطني في جنوب تنزانيا [26] .

2-14 الحلول المجتمعية

يرتبط الاستهلاك المتزايد للطاقة بالأنشطة الاقتصادية، ويُديم دورة من التدهور البيئي والطلب المتزايد على الطاقة، مما يُقوّض رفاه الإنسان على المدى الطويل، لا سيما في البلدان النامية. وفي هذا السياق، يُفاقم استهلاك الطاقة توسّع الأنشطة على حدود إزالة الغابات لتوليد الدخل للفلاحين النازحين. وفي الوقت نفسه، وفي علاقة تُشكّل حلقة تغذية راجعة بالغة الأهمية، تُسرّع المعرفة المتراكمة حول أهمية الغابات في سبل العيش، والإدارة المُحسّنة للبيئة في أراضي صغار المزارعين، من إزالة الغابات، وبالتالي تُبرز الحاجة إلى مناطق جديدة بحثًا عن دخل من الزراعة [27] . ولا تقتصر هذه الدورة على التكاليف الاقتصادية والبيئية فحسب، بل لها عواقب وخيمة على الرفاه، إذ تعكس حالة من عدم اليقين فيما يتعلق بالدخل المُستمد من النشاط الاقتصادي. ومن هذا المنطلق، يُمكن اعتبار بُعد المناطق ونقص الاحتياجات الأساسية، كالبنية التحتية والخدمات العامة، ناتجين عن التفاعل نفسه بين النظم الطبيعية والأنشطة الاقتصادية والبيئات المؤسسية والتنظيم الاجتماعي. يُمثل التحيز في المنظور، الذي يُركز على نوع واحد من التفسيرات على حساب أنواع أخرى، مشكلةً خطيرةً، إذ إن الإجراءات القائمة عليها قد تُغفل نقاطًا جوهرية. وقد تكون الجهود المبذولة لجلب البنية التحتية والأنشطة الإنتاجية الجديدة إلى المناطق التي لم تصلها قوى السوق بعدُ غير فعّالة وغير مستدامة إذا لم تُراعَ الظروف المؤسسية والاجتماعية والاقتصادية في آنٍ واحد. ومن التعميمات الشائعة، على سبيل المثال، أن تحسين النقل يفتح مجالات جديدة للاستغلال، وبالتالي يُعزز إزالة الغابات من قِبل المزارعين المحليين. وقد تُحدث تحسينات نظام النقل هذه الآثار بفعالية في بعض الحالات، إذ تُقلل من تكاليف المعاملات، وتُسهّل تبادل المدخلات والمنتجات، وبالتالي تُوسّع نطاق الوصول إلى الأسواق [28].

2-15 توصيات السياسة

مع الأخذ في الاعتبار منهجية البحث التقييمي للمقابلات، يتضح جليًا أهمية أن تُعتبر الشركات التي تُقدم الطاقة المتجددة مسؤولة اجتماعيًا. ويُعدّ الاعتراف بإمكانية تحسين خدمات عملائها نتيجةً لانخفاض الدرجات خطوةً أولى نحو تبنّي المسؤولية الفعلية، وتقديم خدمات جيدة، وتوعية الجمهور وتثقيفه [29] .

2-16 دراسات حالة للتنفيذ الناجح

يُمكن أن يُعزى أحد العوائق الرئيسية أمام نجاح تنفيذ مشاريع الطاقة المتجددة في العديد من البلدان النامية إلى نقص الفهم المُفصّل لخدمات الطاقة، وتقنيات التوليد، وخيارات توليد الدخل، والدروس المستفادة من التجارب السابقة بين الجهات المعنية. من الضروري تطبيق التقنيات المناسبة التي تُلبي احتياجات المجتمع والمؤسسات على النحو الأمثل. تحتاج الأسر والشركات الصغيرة في المناطق الريفية إلى أنظمة طاقة بسيطة، وفعالة من حيث التكلفة، وموثوقة. الأشخاص الذين يستطيعون تحمل تكاليف التقنيات باهظة الثمن، مثل الألواح الكهروضوئية، وتوربينات الرياح، وأنظمة الطاقة الكهرومائية الصغيرة، أو محطات الغاز الحيوي، يجب أن تكون مستدامة، وموثوقة، وفعالة، وفعالة من حيث التكلفة، ومتينة للغاية بشكل عام. يُنتج منتجو الشركات الخاصة تصاميم مُحسّنة لمضخات المياه الكهرومائية والشمسية البسيطة، ويُعتبر هذا المشروع نموذجًا لبرنامج مُتكامل لتحفيز المستهلكين، وخدمات ما بعد البيع، والحوافز الاقتصادية، وعدد من البرامج المالية/الائتمانية. يُعدّ مشروع الضخ آلية تسويقية لزيادة المبيعات، وعرض الجدوى الفنية والمالية لشركاء توليد الدخل المحتملين، مثل مُنتجي البذور، والمزارعين المُبتكرين، والتجار، والمصنعين المحليين. والنتيجة النهائية هي سوق متنامية تُشكّل حزمة اقتصادية مُستدامة ومُجدية للشركة [30] .

1-2-16 الدولة أ: مبادرات الطاقة الشمسية

لا تمتلك أقل الدول نموًا أي إطار عمل أو قوانين خاصة بالطاقة المتجددة، كما تفتقر إلى البيانات والدراسات اللازمة. لا داعي لمقارنة أطر الطاقة المتجددة الحالية هنا. ولكن، يُرجى مناقشة المبادرات الحالية أو الجديدة وتقديم رؤية مستقبلية.

* الدولة (أ) دولة أفريقية جنوب الصحراء الكبرى. وهي دولة فقيرة للغاية ذات مستوى تنمية اجتماعية واقتصادية منخفض. ولا يوجد في الدولة إطار قانوني قائم للطاقة المتجددة. ولا توجد دراسات تبحث في كيفية تطبيق الطاقة المتجددة في هذا البلد من منظور مجتمعي. وتتجه سياسة الطاقة حاليًا نحو توسيع شبكة الكهرباء الوطنية وتوفير الكهرباء للمنازل.

* المبادرات القائمة: على الرغم من عدم وجود إطار عمل قائم للطاقة المتجددة، قامت الحكومة بالفعل بتركيب محطة طاقة شمسية صغيرة لتزويد عيادات الرعاية الصحية الريفية بالكهرباء. يتكون الحل الأصغر حجمًا من نظام كهروضوئي مزود ببطارية واحدة قادرة على توفير الطاقة لحمل كامل. كما قامت الحكومة بشراء أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية لتوزيعها بسرعة على المجتمعات الريفية.

* المبادرات المستقبلية: يُعدّ كهربة المجتمعات الريفية أولويةً في خطة تطوير سياسة الطاقة. وسيعتمد هذا بشكل كبير على مصادر الطاقة المتجددة الوطنية غير المتصلة بالشبكة، وتحديدًا أنظمة الإضاءة العائلية الصغيرة التي تعمل بالطاقة الشمسية الصغيرة (بيكو سولار)، وأنظمة الطاقة الشمسية المنزلية (SHS)، بالإضافة إلى زيادة ملحوظة في عدد أجهزة الطاقة الشمسية المتنقلة المتاحة. وفيما يتعلق بأنظمة الطاقة الشمسية المنزلية تخطط الحكومة لإصدار قوانين أو لوائح أو أنظمة جديدة

تهدف إلى تحسين جودة ومتانة أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية المنتجة محليًا علاوةً على ذلك، ستُقدّم حوافز مالية وإعفاءات ضريبية إضافية لمقدمي الخدمات المخصخصين وموردي معدات الطاقة الشمسية المختارين.

* التوقعات: فيما يتعلق بالطاقة المتجددة، يتعين على الحكومة التحرك بسرعة. لا يُعرف الكثير عن استخدام موارد الطاقة المتجددة على الصعيد الوطني. ومع ذلك، واستنادًا إلى الاجتماعات والمناقشات التشاورية، من المرجح أن تركز الجهود المستقبلية بشكل أكبر على الطاقة الشمسية الكهروضوئية [31].

16-2-2 الدولة ب: مشاريع طاقة الرياح

يعرض هذا القسم أنشطة مزارع الرياح في الدولة "ب". على عكس الدولة "أ"، تُدار مشاريع طاقة الرياح في الدولة "ب" بشكل كبير من قِبل جهة غير حكومية واحدة. من بين العديد من الجهات المعنية التي تمت مقابلتها، وُجد أن جهة واحدة فقط تابعة للحكومة وجميعها مرتبطة بشكل أو بآخر بمشاريع طاقة الرياح. تم تُطويّر مشاريع رياح (بسعة 50 ميجاوات و100 ميجاوات) بهدف بيع الكهرباء المولدة إلى الشبكة الوطنية. ووفقًا للمقابلات، أفادت التقارير أيضًا أن عددًا من المطورين الآخرين مهتمون بدخول سوق طاقة الرياح في الدولة "ب".

شركاء التنمية الدوليون الذين يُقال إنهم يدعمون تطوير أنشطة مزارع الرياح، والحوافز الحكومية الرئيسية المتاحة، والآلية التي يجري تطويرها لتعزيز المشاركة في تطوير مشاريع الرياح، والعوائق والضغوط الخارجية التي يواجهها صغار المطورين المحليين، والاتجاهات الناشئة لتطوير مصادر الطاقة البديلة، مع التركيز بشكل خاص على مزارع الرياح، وتعليق على التقدم المحرز في استخدام الموارد المتجددة بحلول نهاية عام 2008 [32] .

16-2-3 الدولة ج: استخدام الكتلة الحيوية

الكتلة الحيوية هي أحد مصادر الطاقة الرئيسية في جمهورية الصين الشعبية وفي سياق جمهورية الصين الشعبية تشير عادةً إلى المواد العضوية مثل قش المحاصيل ومخلفات الغابات وروث الحيوانات التي يمكن إنتاجها من الأعمال الزراعية والغابات وتربية الحيوانات ومصايد الأسماك [33] . تمثل مخلفات المحاصيل غير المستخدمة كوقود 30٪ من وزن استهلاك الطاقة في البلاد، ويبلغ متوسط استخدام الطاقة كوقود من مخلفات المحاصيل في معظم أنحاء البلاد 1.4 جيجاجول/فرد/سنة. وعلى سبيل المقارنة، بلغ متوسط استخدام الطاقة للفرد في جنوب إفريقيا سنويًا حوالي 26 اعتبارًا من عام 2005، ويبلغ المتوسط الوطني للصين حوالي 230. [34] .

باعتبارها دولة زراعية كبيرة، تتمتع جمهورية الصين الشعبية بأنواع واحتياطيات وفيرة من موارد الكتلة الحيوية. وفي حال دعم سياسات الطاقة والتخطيط وتطوير التكنولوجيا والدعم المالي، يمكن لقطاع طاقة الكتلة الحيوية في المناطق الريفية أن يحقق نموًا سريعًا، وأن ينتج طاقة نظيفة من عدد كبير من المواد التي تُصرف حاليًا كنفايات؛ وبالتالي، فإن لذلك أهمية إيجابية للتنمية المستدامة. وفي ظل ارتفاع هدف الطاقة إلى 15 مليار طن من الفحم القياسي بحلول عام 2020، ستُستخدم أشباه فحم

الكوك في إنتاج الغاز الطبيعي الاصطناعي (SNG)، ومن خلال الغاز شبه المائي إلى إنتاج الهيدروجين، والذي يمكن استخدامه لإنتاج الكهرباء والغاز الطبيعي الاصطناعي؛ ويمكن استخدام حوالي 150 مليون طن من بقايا المواد الخام لإنتاج مليار كيلوواط/ساعة من الكهرباء. ويمكن تحقيق توافق جيد بين مساحة زراعة المحاصيل الطاقية وبناء محطات طاقة الكتلة الحيوية، مما يُسهم في التخلص من جميع أنواع الفحم رديء الجودة. ولإنشاء أنظمة زراعية صديقة للبيئة في المناطق المعرضة للخطر، تُستخدم النفايات الزراعية على نطاق واسع لإنتاج الأسمدة الكيميائية. من ناحية أخرى، في ظل عدم اهتمام سياسات الطاقة بتطوير الطاقة الريفية غير المتصلة بالشبكة، وخاصةً دعم الاستثمار في الطاقة الشمسية والغاز الحيوي، وعدم توعية المزارعين المحليين بالغاز الحيوي وتقنياته، يواجه تطوير الغاز الحيوي في جمهورية الصين الشعبية العديد من العوائق الفنية والمالية والتوعية. لذا، يظل تطوير الغاز الحيوي وسيلة عملية لسد نقص الطاقة الريفية، وزيادة دخل المزارعين المحليين، وتسريع التنمية الاجتماعية الريفية الشاملة [35] .

2-17 وجهات نظر عالمية حول الطاقة المتجددة

يُعدّ تعزيز التبادل البنّاء بين علماء الاجتماع والمهندسين بشأن حدود التكنولوجيا أمرًا بالغ الأهمية لمعالجة المشكلات المعقدة التي تتجاوز بكثير التكنولوجيا الفردية المفترض أن تحلها. تتعدد تحديات الطاقة في البلدان النامية، فهي محلية ووطنية وإقليمية وعالمية في آن واحد. ينصب تركيز المهندسين حاليًا على الجانب التقني لضمان إمدادات طاقة مستدامة وموثوقة لـ 9.1 مليار شخص متوقع على كوكب الأرض بحلول عام 2050. يتعلق هذا بتوليد الطاقة بالجملة والبنية التحتية للشبكة، مع الاهتمام بالتكاليف والاستدامة البيئية والانبعاثات وتوافر الوقود وسهولة الوصول إليه. تُستخدم الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الكهرومائية الصغيرة. في إطار الأنشطة الرامية إلى زيادة الوصول إلى الطاقة في المناطق الريفية، ينتقل الكهربة المقترحة نحو شبكات صغيرة منخفضة الجهد، وهي أسهل في التوسع من شبكات الجهد المتوسط. يمكن لهذه الأنظمة أيضًا استخدام موارد محلية المصدرمثل ألواح الطاقة الشمسية الكهروضوئية، الموزعة على مستوى البلاد. تتمثل هذه الرؤية الأساسية في استحالة الوصول إلى الطاقة دون وجود توجه سياسي واضح لإيقاف توليد الديزل في الجزر، مما يُشجع القطاع الخاص على استخدام الطاقة المتجددة. وبما أن توليد الطاقة في معظم التكوينات لم يعد يُستغل من الموارد المحلية، فإن هذا يُؤدي إلى خسارة كبيرة في سلسلة الطاقة بأكملها، وفي النهاية، تُعتبر الشبكات الصغيرة أكثر تكلفةً للمستخدم النهائي لاعتمادها على توليد الطاقة الموزع. كما أن مراعاة الكفاءة الكهربائية للمحطة بأكملها لا تضمن بالضرورة نسبة جيدة من الحرارة إلى الطاقة، وبالتالي، من الناحية الاقتصادية البحتة، قد يكون الاستثمار في وحدات التوليد الصغيرة مبررًا[36] .

2-18 الدول المتقدمة

في حين أن اتخاذ إجراءات جادة لخفض الانبعاثات بشكل جذري أمر ضروري بالفعل لجميع المناطق والدول، فإن المنطق المقترح ينطوي على شكوك هائلة

وافتراضات ربما تكون محفوفة بالمخاطر. وتزداد هذه المشاكل تعقيدًا لأن البلدان النامية تجسد عالمًا شديد التنوع مع اختلافات ذات صلة في حجم السكان ومعدل التحضر ومستوى التصنيع ودخل الفرد وأبعاد مهمة أخرى. من الصعب التنبؤ بشدة فقر الطاقة في البلدان المتقدمة في المستقبل. تركز المناقشات على البلدان النامية لأنها تضم غالبية كبيرة من سكان العالم (حاليًا 82٪) ويمثل إجمالي استهلاك الطاقة السنوي للعديد منها جزءًا متواضعًا من استخدام الطاقة في البلدان الصناعية [37].

سيظل إجمالي الاستهلاك السنوي للطاقة في العديد من البلدان يشكل جزءًا متواضعًا من استخدام الطاقة في البلدان الصناعية على مدى العقدين أو الثلاثة عقود القادمة. ومن المرجح أن تشهد الصين والهند طلبًا متزايدًا على الطاقة الأولية لتشغيل نموهما الاقتصادي السريع والتصنيع والتحضر. ويُعد هذا جانبًا رئيسيًا في التحول في استخدام الفحم الذي لوحظ في السنوات الأخيرة، حيث يحدث معظم الاستهلاك الإضافي الآن في البلدان النامية. ويُفترض هنا أنه من المهم دراسة الآثار البيئية والاجتماعية المحتملة للتوسع الكبير في استخدام الفحم من قبل أكبر البلدان النامية، مما يستدعي بذل المزيد من الجهود الفورية لتزويد سكان البلدان النامية بمصادر الطاقة الحديثة إذا كانت الاتجاهات المتسارعة لسيناريو العمل المعتاد من المرجح أن تخترق هذه العتبات في غضون بضعة عقود [38] .

2-19 التعاون الدولي

اعتمد رؤساء الدول والحكومات مجموعة جديدة من أهداف التنمية المستدامة، ويُعدّ التحول العالمي في مجال الطاقة مهمةً ضروريةً لمستقبل رفاهية البشرية. إلا أنه يمكن بالفعل رصد معارضةٍ كبيرةٍ للتخلي عن مسار الطاقة الأحفورية [39] .

2-20 دور التعليم في تعزيز الطاقة المتجددة

هناك وعي متزايد بأن أنشطة البشرية مثل حرق الوقود الأحفوري قد تسببت في أضرارلا رجعة فيها للبيئة على مستوى العالم نتيجة للانبعاثات الضارة لغازات الاحتباس الحراري، وقد بدأت بالفعل تغيرات المناخ العالمية المرتبطة بها. وقد تم التنبؤ بأن الانقراض السريع المستمر للأنواع والتغيرات السريعة في المناخ قد يتجاوزان قريبًا نقطة حرجة قد تكون كارثية للبشرية. لذلك، هناك حاجة ملحة بشكل متزايد لاتخاذ خطوات جذرية للانتقال إلى الاستدامة البيئية العالمية من أجل ضمان الرخاء العالمي المستمر لجميع الدول وحماية البيئة. لسوء الحظ، هناك نقص في فهم التفاعل القوي وآليات التغذية الراجعة بين الطاقة والبيئة والغذاء والمياه والمناخ المطلوبة لإجراء تنبؤات دقيقة قصيرة وطويلة الأجل، ولا يوجد سوى عدد قليل من الأوصاف النظرية الشاملة لهذه العوامل [40] .

شهدت الآونة الأخيرة العديد من التطورات الإيجابية التي قد تضع البشرية على مسار مستقبل مستدام. في عام 2015، توصل مؤتمر الأمم المتحدة الحادي والعشرون للمناخ (COP21)، المعروف أيضًا باسم باريس للمناخ، إلى اتفاق تاريخي بين 195 دولة موقعة على المعاهدة. تشير الاتفاقية إلى عزم عالمي على تقليل استخدام الوقود الأحفوري في توليد الطاقة، والحد من ارتفاع درجة الحرارة العالمية إلى أقل من درجتين مئويتين، وما يقارب 1.5 درجة مئوية، مقارنةً بمستوى

ما قبل الصناعة. سيتطلب هذا تطوير موارد طاقة مستدامة، بما في ذلك جهود إضافية كبيرة في مصادر الطاقة المتجددة، وكفاءة الطاقة، والتخزين. في عام 2013، أنشأت الأمم المتحدة برنامج "مستقبل الأرض"، وهو منصة دولية تهدف إلى تعزيز التواصل بين العلوم ومجتمعات السياسات، ولأول مرة إلى بذل جهود متسقة لفهم أسباب وعواقب التغيرات البيئية العالمية. يدير المجلس الدولي للعلوم (ICSU) برنامج "مستقبل الأرض" وتدعمه الأمم المتحدة. ويضم البرنامج العديد من المنظمات مثل منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، والمنظمة البحرية الدولية، والصندوق العالمي للحياة البرية. هناك آمال كبيرة في أن يساعد برنامج مستقبل الارض في تعزيز ورعاية نقل المعرفة المطلوبة للانتقال إلى مستقبل مستدام [41] . يُعتقد أنه يجب تطوير أساليب تجريبية ونظرية جديدة، ويجب تطبيق النتائج على الفور لمنع التهديدات المحتملة لرفاهية الإنسان. هناك حاجة ملحة بشكل متزايد لإدراج الموضوعات المتعلقة بالطاقة في برامج التعليم المعاصرة. أحد الأهداف الرئيسية ذات الصلة هو معالجة كيفية توليد الطاقة بطريقة مستدامة بيئيًا، نظرًا لأنها جانب أساسي من نمط الحياة ما بعد الصناعة على الأرض سريعة التحضر. لذلك، فإن الهدف الأساسي من هذه المساهمة هو وضع إطار لبرنامج للجامعات وربما المدارس الثانوية حول الطاقة المستدامة. ستكون الخطوة الأولى نحو هذا الهدف هي إنتاج كتاب مدرسي متعدد التخصصات حول الطاقة المستدامة، والذي سيحتوي على الخلفية اللازمة حول التحليل الطيفي، والإلكترونيات البصرية، وعلوم المواد، والكيمياء، والتحفيز، والديناميكا الحرارية، والديناميكا المائية، والأرصاد الجوية، والاقتصاد. ومن المتوقع أن تلعب الأبحاث والبرامج التعليمية والمصادر الجديدة لتوليد الطاقة المتجددة دورًا حاسمًا في التحول الذي سيحدث بسبب الفهم المتزايد لتأثيرات النمو الاقتصادي اللامحدود على المحيط الحيوي للأرض [42] .

2-21 تطوير المناهج الدراسية

أولاً وقبل كل شيء، في هذا المنظور، يجب فهم تقنيات الطاقة النظيفة ومصادر الطاقة المتجددة على نطاق واسع واستخدامها بشكل صحيح. إن نطاق وتداعيات التحول المطلوب واسعة النطاق يؤثر على العديد من جوانب المجتمع البشري (مثل التكنولوجيا والصناعة والزراعة والبناء والاستهلاك والتعليم) ويطرح العديد من التحديات المترابطة. كما أنه يحمل مخاطر سياسية واقتصادية ويولد مصالح خاصة وصراعات وصراعًا مريرًا على الموارد. هناك حاجة إلى نهج متكامل ومنهجي لتحفيز عملية عالمية من التجديد الإبداعي تؤدي إلى مستقبل مرتبط بالهدف المشترك المتمثل في الاستدامة العالمية. هذا مستقبل لا تؤدي فيه الأنشطة البشرية إلى تدهور النظام البيئي الهش للأرض، بل تؤدي إلى تحسين محفز في الحالة الإنسانية العامة. يلعب المجتمع الأكاديمي دورًا حاسمًا في هذه المهام الصعبة. لذلك يجب عليه التكيف بسرعة من خلال إعادة توجيه أنشطة الموظفين والمناهج التعليمية بشكل كبير بطريقة مبتكرة ومركزة تتناول المجالات ذات الأولوية. [43] .

2-22 تقييم نجاح سياسات الطاقة المتجددة

يعيش ما يقرب من 600 مليون شخص في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى بدون كهرباء، حيث يحصل أقل من واحد من كل أربعة أشخاص في المنطقة على الكهرباء. وقد أدى ارتفاع استهلاك الطاقة والاستخدام الموسع للوقود الأحفوري في البلدان النامية إلى إثارة قضايا الاحتباس الحراري والتلوث البيئي المحلي. وتتم مناقشة هذه القضايا مع التركيز على أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وأوغندا. ويتم تقييم الطاقات المتجددة كحل لتوفير الكهرباء وأمن الطاقة في حالة أوغندا. وتُعد الآثار النظرية لهذه الدراسة ذات صلة بتقييم سياسات الاستدامة المستقبلية، بما في ذلك تقدير تطوير الطاقة المتجددة وآثار الكهرباء على رفاهية الإنسان من خلال فصل النمو الاقتصادي. يعيش أكثر من 85 في المائة من السكان الذين يجمعون وقود الخشب في البلدان النامية. وهناك علاقة إيجابية ثابتة بين التغير في إزالة الأخشاب والتغير في الناتج المحلي الإجمالي كما يتضح من مراجعة البيانات طويلة الأجل ودراسات الحالة التاريخية. يمكن لأجهزة الطاقة المتجددة الحديثة مثل الألواح الشمسية والغاز الحيوي والطاقة الكهرومائية وطواحين الهواء، فضلاً عن التقنيات واسعة النطاق، أن تلعب دوراً رئيسياً في الحد من الأضرار البيئية الناجمة عن جمع وقود الخشب.

ومع ذلك، هناك حاجة إلى تحسينات تكنولوجية لجعل أنظمة الطاقة المتجددة أكثر إنتاجية وسهولة في الوصول إليها واستدامة. يمكن لتقنيات الطاقة الشمسية المتنقلة تحسين الإنتاج وتقليل الإنفاق على الطلب على الكهرباء من المناطق البعيدة والتي يصعب الوصول إليها. يمكن لهذا التقدم أن يعكس الوضع الحالي حيث بالكاد تم تطوير الموارد المتجددة في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى. علاوة على ذلك، تشير النتائج إلى أن سياسة الطاقة يجب أن تتعامل في المقام الأول مع تطوير التكنولوجيا وتوفير البنية التحتية للتحول نحو استخدام الطاقة المستدامة والنظيفة. ينصب التركيز على فهم سبب اختيار الدول لسياسات الطاقة المتجددة والنتائج المترتبة عليها، وفي أي ظروف. تؤكد هذه المجموعة أن التحول إلى الطاقة المتجددة أكثر واقعية واستدامة مما كان عليه في الماضي في الدول المتقدمة. سيتم اتخاذ خطوات للتحقيق في اتجاهات التكلفة والتغيرات في سعة الوقود [44] .

2-23 الابتكارات التكنولوجية

على مر السنين، برزت مشاريع متزايدة تهدف إلى تسخير الطاقة الشمسية والرياح وغيرها من الموارد المتجددة لتحسين ظروف معيشة الفئات الأكثر حرمانًا. ورغم أن هذه العملية لا تزال محدودة، إلا أنها تُعتبر خطوةً نحو التحول المنشود نحو ريادة الأعمال الاجتماعية في قطاع الطاقة، مدفوعةً بالسعي إلى توزيع أوسع للطاقة، وليس بالضرورة الكهرباء، والالتزام بتعزيز العدالة الاجتماعية. وقد أظهرت دراساتٌ عديدة الفوائد الواسعة النطاق لهذه الأجهزة على رفاهية الإنسان في دول الجنوب العالمي، لا سيما عندما يتعلق الأمر بتوليد الكهرباء. تشير الأدلة التجريبية إلى أن الوصول إلى الطاقة، وخاصة من خلال مصادر الطاقة المتجددة، يمكن أن يمكّن الفئات الأكثر ضعفًا وتهميشًا، سواء في المناطق الريفية أو شبه الحضرية، من

خلال تعزيز النمو الاقتصادي، وتحسين نوعية الحياة، والحد من العمل الشاق للأسر. يعيش الجزء الأكبر من سكان العالم الذين لا يستطيعون الوصول إلى أشكال الطاقة الحديثة في المدن والبلدات في العالم النامي. تحتل الطاقة في المناطق الريفية مكانة عالية في أجندة التنمية الدولية وتثير قلق الوكالات المتخصصة "القائمة على المجتمع". تميل هذه المبادرات أيضًا إلى صدى خطاب "إضاءة مليار حياة" الذي طرحه أولئك الذين يدافعون عن الحلول التوزيعية القائمة على الطاقة الشمسية [8] .

2-24 ديناميكيات السوق

أُجريت حملات ودراسات متنوعة حول العالم لزيادة كفاءة الطاقة وتبادل المعلومات المتعلقة بهذه القضية. يؤدي ازدياد عدد سكان العالم إلى زيادة استهلاك الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، ولمنع تغير المناخ والتلوث البيئي، لا بد من اتخاذ تدابير احترازية. ويُطرح ترشيد استخدام الطاقة، والحصول عليها من مصادر أنظف كالرياح والشمس والمياه، كحلٍّ محتمل. إضافةً إلى ذلك، برزت مزايا عديدة تُمكّن المناطق الريفية النائية من الخروج من براثن الفقر من خلال استثمارات بطيئة في مصادر الطاقة المتجددة، وتوفير فرص عمل. يعتمد اقتصاد الدول المتقدمة على التقدم الصناعي، ولا يُلبّي استهلاك الطاقة اللازم للصناعة سوى الوقود الأحفوري، وعلى رأسها الفحم والنفط والغاز الطبيعي، التي توشك احتياطياتها على النفاد. يُعدّ التلوث البيئي من أهم نتائج الأنشطة الصناعية وزيادة استهلاك الطاقة. في السنوات الأخيرة، ومع ازدياد التلوث البيئي، ازدادت أهمية مشكلة التلوث البيئي، وأصبح من الواضح أن استخدام مصادر الطاقة المتجددة يزداد انتشارًا، إذ من غير المتوقع أن تُسبب تلوثًا بيئيًا [45] ..

2-25 عوائق التحول إلى الطاقة المتجددة

في الوقت الحالي، يعتمد مستقبل رفاهية الكوكب ككل على ما تشهده العقود القادمة من انتقال ناجح إلى اقتصاد قائم على الموارد المتجددة بين أكبر اقتصادات العالم. ويُعد مستقبل مستدام للهند، على وجه الخصوص، أمرًا بالغ الأهمية من منظور الموارد البحتة. فالسوق العالمية تعاني بالفعل من نضوب الموارد، وسيحول مستقبل من النمو الاقتصادي المستدام دون تمكن بقية العالم من اللحاق بالركب من الناحية المادية. وفي هذا السياق، فإن رؤية ازدهار الكربون القائم على الوقود غير الأحفوري لا تتوافق فقط مع ضرورات تغير المناخ العالمي الأوسع نطاقًا، بل هي أيضًا مرغوبة على نطاق أوسع من منظور "حدود النمو". ومع ذلك، على أرض الواقع، يُعد الانتقال إلى النمو والازدهار من حيث الوقود غير الأحفوري مشروعًا ضخمًا ومتعدد الجوانب، يواجه قيودًا عديدة وفراغات سياسية حالية. ومن أهم هذه التحديات تحديات تحويل فرص العمل من قطاعات الوقود الأحفوري إلى قطاعات الوقود غير الأحفوري، حيث لا توجد بعد فرص عمل متزايدة في قطاعات الطاقة المتجددة والفعالة. يبدو أن المسارات الاقتصادية للدول أو المناطق تُظهر أن استهلاك الطاقة يميل إلى الارتفاع مع ازدياد دخل الفرد، وأن الصناعات التي تشهد تراجعًا في الوظائف تميل إلى النمو بوتيرة أبطأ من الصناعات التي تُضيف وظائف جديدة. وبالتالي، فباستثناء استراتيجية شاملة طويلة الأجل ومتعددة الجوانب لتعزيز انتقال

عادل نحو اقتصاد قائم على الموارد المتجددة، قد يُسهم المنطق الاقتصادي والانشغال قصير النظر بمستويات التوظيف الحالية في تقييد وإحباط الروابط الإشكالية نحو مجموعة أوسع من أهداف الرفاهية [46] .

2-26 تحديات البنية التحتية

تنمو احتياجات الطاقة لسكان العالم بمعدل غير مسبوق، مدفوعة بأعدادهم المتزايدة ومتطلبات تنميتها. ويشهد الجنوب العالمي هذا الاتجاه بشكل أكثر حدة، ويدفعه جزئيًا متطلبات الطاقة للاحتياجات البشرية الأساسية مثل الوصول إلى مياه الشرب النظيفة وخدمات الصرف الصحي والطهي والتدفئة والإضاءة. وتولد هذه الزيادة السريعة في الطلب البشري على الطاقة مهامًا كبيرة من حيث البنية التحتية وإدارة الموارد وتغيير العلاقة بين الجماعات الثقافية وبيئتها. وفي الواقع، هناك علاقة معقدة بين التغيرات في البيئة الثقافية والاحتياجات والاستراتيجيات لإدارة الطلبات البشرية الأساسية على الطاقة. وتتأثر هذه الاحتياجات بالظروف السياسية والاجتماعية والاقتصادية، والتي بدورها تشكل قدرة الجماعات الثقافية على التكيف مع استخدام مصادر الطاقة المختلفة [47] .

2-27 المقاومة الثقافية

تعني الوظائف المحددة لتقنيات الطاقة الشمسية أنها تواجه أيضًا عقبات فريدة في التبني في بعض البيئات. قد يتعلق هذا بأمور مثل الاعتراضات الثقافية أو الجمالية، أو الجوانب العملية المحلية مثل متطلبات المساحة، والتي يمكن أن تحد من الانتشار حتى في مواجهة أدلة قوية على الفوائد. إن مجموعة قرارات الطاقة التي تتخذها الأسر والصناعات والمدن والدول مستنيرة بقضية لم تصبح بعد محورية في أبحاث وسياسات وبرامج كهربة الريف: المعايير الثقافية والدين والتمثيلات العامة للتكنولوجيا. لا تزال التقنيات التي تم إدخالها في سياقات جديدة غير مستكشفة. مثل أشكال البنية التحتية الأخرى، قد لا يتم اعتماد أنظمة الطاقة الشمسية المصممة جيدًا حيث يُنظر إلى وظيفتها على أنها مهمة، ولكنها غير جذابة لأسباب غير تقنية[15].

كما أن الحكومات وصناعة الطاقة في العديد من البلدان والمنظمات البيئية تحول الآن اهتمامها من فوائد الطاقة النووية بالأمس إلى آفاق الطاقة المتجددة المستقبلية. وفي كل حالة، يُنظر إلى الهدف الأوسع المتمثل في تقليل انبعاثات الكربون على أنه أمر بالغ الأهمية. وبالنسبة للعديد من الدول، فإن السؤال ليس ما إذا كان التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة سيحدث ولكن كيف ومتى. هناك دروس مهمة يجب تعلمها - إيجابية وتحذيرية - من التجربة مع المرافق النووية وغيرها من المرافق واسعة النطاق والتي يمكن أن تفيد هذا التحول الذي يتكشف الآن إلى نظام توليد الكهرباء القائم على الطاقة المتجددة. وقبل كل شيء، فإن الهدف الرئيسي هو تسليط الضوء على عدد من نقاط العلوم الاجتماعية الواسعة التي تنشأ مع تزايد قضية القبول العام ونشر الطاقة المتجددة لتصبح قضية حالية وملحة. وفي هذا السياق، من المقرر أن تكون ألمانيا حالة اختبار رئيسية للقلق الأكاديمي العميق وكذلك الاهتمام الواقعي [48] .

2-28 التأثيرات البيئية للطاقة المتجددة

مع مساهمة التوسع في استخدام الطاقة المتجددة في انتقالها من نطاق "الهامشي" إلى نطاق "السائد" [17] ، برزت الأبعاد البيئية والاقتصادية والاجتماعية المحلية والواسعة النطاق بشكل بارز خلال السنوات الخمس عشرة الماضية تحديدًا. في المجلات التي تُعنى بشكل رئيسي، وليس حصريًا، بجمهور "الطاقة"، ازداد الاهتمام بالأسئلة المتعلقة بالتأثيرات البيئية أو على التنوع البيولوجي، واختيار المواقع، واللوائح، واعتبارات تخطيط استخدام الأراضي (للمشاريع الكبيرة أو الصغيرة)، وممارسات اختيار المواقع الصديقة للتنوع البيولوجي، والأكثر استدامة أو الأقل تكلفة بيئيًا أو اجتماعيًا، أو غيرها من الممارسات. وفيما يتعلق بالعلاقة (التي غالبًا ما تكون متبادلة) بين مشاريع الطاقة المتجددة ورفاه الإنسان المحلي والفوائد والتكاليف البيئية الإقليمية والعالمية، فقد وجدت هذه المخاوف، أو بعضها فقط، طريقها إلى المجلات المتخصصة في الطاقة المتجددة. في مجموعة من مجلات الطاقة المتجددة، كانت التفاصيل الدقيقة لكيفية تأثير الضغط السياسي على تعديلات القوانين "المفاجئة"، وتجاهل متطلبات التشاور المسبق، أو وضع لوائح جديدة، نادرة للغاية. وقد حظيت الآثار البيئية، المرتبطة غالبًا بالأراضي، بأكبر قدر من الاهتمام، مع الأخذ في الاعتبار الوضع في الدول النامية بشكل كبير. ومع ذلك، حظيت هذه المجموعة من القضايا البيئية باهتمام أقل نسبيًا، نظرًا لبعدها عن الأوضاع المحلية التجريبية الفعلية، والتي غالبًا ما تكون مختلفة تمامًا. وقد كان هناك تركيز كبير على مشاريع الطاقة المتجددة الجديدة، وغالبًا ما اقتصرت على المشاريع الجديدة، مع مراعاة اعتبارات أقل بكثير في الموقع في مرحلة منح تراخيص المشروع أو رفضه [49] .

2-29 اعتبارات استخدام الأراضي

بالنظر إلى متطلبات استخدام الأراضي والتوسع الهائل المتوقع للطاقة الشمسية في العقود القادمة، هل سيكون من المقبول سياسياً تركيب محطات طاقة شمسية واسعة النطاق؟ هل يمكن أن تكون الطاقة الشمسية الكبيرة متوافقة مع هدف الحفاظ على مستويات عالية من التنوع البيولوجي واستخدام موارد الأراضي بشكل مستدام وعادل [50] ؟ يُعتبر فهم آثار استخدام الأراضي لتقنيات الطاقة المتجددة والتحديات التي تطرحها أمرًا بالغ الأهمية لتوفير حلول مناخية توازن بين جهود التخفيف من آثار المناخ وضمان المناظر الطبيعية المستدامة حيث لا يتم المساس باستخدامات الأراضي الأخرى مثل الغذاء والحفاظ على التنوع البيولوجي. من بين مصادر الطاقة المتجددة المختلفة، تُعد الطاقة الشمسية فريدة من نوعها، لأنها تتطلب معظم الأراضي لتوليد الكهرباء. ونظرًا للتوسع الهائل المتوقع للطاقة الشمسية على مدى العقود القادمة، فإن تقديم نظرة عامة على النشر المتوقع للطاقة الشمسية في سياق نظام الطاقة يُعتبر مفيدًا. لأول مرة، من المتوقع أن يتم توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية على مستوى العالم لثلاثة مسارات في ثلاثة سيناريوهات لكل 0.5 درجة مربعة على سطح الأرض للكوكب لعام 2020 و2040 و2060 و2080 و2100. تركز المسارات الشمسية الثلاثة على (1) مسار مرجعي حيث لا تكون

الطاقة الشمسية مقيدة بشكل صريح، (2) مسار حسن الجوار حيث يتم اختيار أفضل المواقع من تحليل متعدد المعايير أولاً، و(3) مسار منخفض الطاقة حيث يتم حل جميع مشاكل المنافسة على الأراضي، ومعظمها مشاكل المحاصيل، من خلال تسهيل استخدام الصحراء للطاقة الشمسية بشكل كبير. بالنسبة لكل منطقة طاقة شمسية، يتم النظر في مزيج من تسع تقنيات شمسية محتملة بناءً على خصائص كل منطقة طاقة شمسية. يُستكمل هذا المشروع بحلول تحليلية أخرى مطلوبة لنمذجة تأثيرات نظام الطاقة واستخدام الأراضي لتطوير وإدارة القدرة على توليد الطاقة الشمسية المستمرة [6] .

2-30 تأثيرات التنوع البيولوجي

يُنظر إلى تطوير الطاقة المتجددة على أنه تخفيف رئيسي لتغير المناخ، ولكنه يتطلب مساحة إضافية كبيرة من الأرض. علاوة على ذلك، نظرًا لأن القليل من الدراسات تناولت الآثار السلبية المحتملة لنشر الطاقة المتجددة على التنوع البيولوجي، فهناك حاجة إلى تحديد طبيعة هذه الآثار ونطاقها. يشير التحليل إلى أن تطوير مساحات كبيرة من الأراضي الزراعية للطاقة الحيوية، بالإضافة إلى التوسع الكمي في المناطق المحمية، سيكون له آثار سلبية على التنوع البيولوجي. في هذا المسار، سيتأثر ما يقرب من ثلاثة أرباع المحيط الحيوي الأرضي في العالم، بحيث يواجه العالم فقدان ما يقرب من 600 منطقة بيئية؛ إن زيادة درجة الحرارة بمقدار 2.5 درجة مئوية ومستوى ثاني أكسيد الكربون بمقدار 600 جزء في المليون سيكون له تأثير سلبي على أكثر من 90٪ من الأنواع في معظم المجموعات التطورية [51] . إن التحدي المتمثل في موازنة النمو الاقتصادي العالمي المستمر ومتطلبات الطاقة المرتبطة به مع حماية النظم البيئية المهددة وتناقص التنوع البيولوجي يتجسد بشكل صارخ في تطوير موارد الطاقة المتجددة وغير التقليدية. يتم تقييم الصراعات المحتملة بين حماية التنوع البيولوجي والاحتياجات المجتمعية الملحة لتوليد الكهرباء في المستقبل من المصادر المتجددة وغير المتجددة باستخدام ثلاثة مقاييس: (أ) انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (ب) تكلفة الكهرباء (ج) التداخل المكاني بين تطوير الطاقة في المستقبل وأولويات الحفظ العليا للعديد من مجموعات الأسماك والحياة البرية، في كولومبيا البريطانية، كندا [52] . تشير النتائج إلى بعض الأهداف الأساسية الحادة للدرجتين المئويتين (الحفاظ على متوسط الاحتباس الحراري العالمي أقل من درجتين مئويتين، وزيادة حصة مصادر الطاقة المتجددة بشكل كبير في مزيج الطاقة العالمي، والوفاء بالالتزامات الدولية لحماية الموائل والتنوع البيولوجي بموجب اتفاقية التنوع البيولوجي والاتفاقيات الأخرى). في الوقت الحاضر، توجد تنازلات كبيرة لجميع تقنيات الطاقة المدروسة، من حيث مقياس SB لتكلفة الكهرباء المُقدمة لكل وحدة انبعاثات. ومع ذلك، تشير النتائج أيضًا إلى كيفية تقليل هذه التنازلات الإقليمية قصيرة المدى لبعض التقنيات [53] .

الفصل الثالث

3-1 الاستنتاج

1- تعد الطاقة المحرك الاساسي للنمو الاقتصادي في العالم الحديث، حيث انها ضرورية لتوفير السلع والخدمات الاساسية مثل الإضاءة والطهي والتبريد.

2- رغم وفرة الوقود الأحفوري مثل البترول والفحم والغازفي الوقت الحالي، الا ان هناك قلقا متزايدا من نفاذ هذه الموارد في المستقبل القريب بسبب محدوديتها .

3- تشير الطاقة المتجددة إلى قدرة المصادر على التجدد بمرور الوقت ،مما يجعلها خيارا مستداما يقلل من الاعتماد على الوقود الاحفوري ويسهم في حماية البيئة.

4- تشمل مصادر الطاقة المتجددة الكتلة الحيوية والطاقة الكهرومائية والطاقة الحرارية الأرضية والطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة المحيطات والطاقة الكهرومائية. تمثل هذه المصادرحلولا مبتكرة تساهم في تلبية احتياجات الطاقة اليومية بشكل صديق للبيئة.

5- رغم اهمية الكتلة الحيوية كأحد البدائل لتوليد الطاقة، الاان هناك قلقا بشأن تأثيراتها على جودة الهواء ،مما يتطلب مراقبة دقيقة لأستخداماتها.

6- يمكن استغلال بعض المواد الزراعية مثل الذرة والصفصاف وعشبة السويتش لتوليد الطاقة، مما يوفر بدائل مستدامة لأنتاج الطاقة من المصادر التقليدية.

7- تقنيات تحويل النفايات الصلبة إلى وقود سائل مثل الإيثانول والميثانول والبيوتانول، تشكل خطوة هامة نحو تحقيق طاقة مستدامة.

8- يسعى البحث الى تقديم حلول عملية وواقعية لمشكلات الطاقة المستقبلية في السودان، بما يتماشى مع التوجهات العالمية نحو التقليل من استخدام الوقود الأحفوري والتوجه نحو الطاقة المتجددة.

3-2 المقترحات:

1. تطوير تقنيات أكثر كفاءة في تخزين الطاقة المتجددة لتقليل الفاقد وضمان استمرارية الإمدادات.
2. تعزيز البحث في تقنيات جديدة مثل الطاقة البحرية، الطاقة من التبخر، و الطاقة الحرارية الأرضية.
3. تحسين التعاون بين الحكومات، القطاع الخاص، والمنظمات غير الحكومية لدمج تقنيات الطاقة المتجددة في شبكات الطاقة الحالية.
4. استخدام تقنيات **الشبكات الذكية** لتوزيع الطاقة المتجددة بشكل فعال في المجتمعات الحضرية والريفية.
5. زيادة الاستثمارات في أبحاث الطاقة المتجددة لتطوير تقنيات أكثر كفاءة وأكثر استدامة.
6. تحسين تقنيات **التخزين**، خاصة في الطاقات الشمسية والرياح، لتحقيق استدامة أكبر في الإمدادات.

7. إنشاء مشاريع طاقة متجددة صغيرة (مثل **الألواح الشمسية الصغيرة** و **طواحين الرياح الصغيرة**) في المناطق الريفية والنائية التي تفتقر إلى شبكات الطاقة التقليدية.

3-3 التوصيات:

1. تنفيذ برامج توعية لتثقيف الجمهور حول فوائد الطاقة المتجددة وأثرها على البيئة والصحة العامة.
2. تفعيل منصات إعلامية ومنشورات تعليمية لزيادة الوعي بفوائد الطاقة المتجددة.
3. تشجيع الحكومات على تبني سياسات حوافز لتشجيع الاستثمار في الطاقة المتجددة، مثل الإعفاءات الضريبية، والمنح الحكومية للمشاريع البيئية.
4. تطوير إطار قانوني ينظم استخدام الطاقة المتجددة ويحفز الشركات لتقديم حلول مبتكرة.
5. تحسين البنية التحتية للطاقة المتجددة، مثل تحسين شبكات الطاقة الذكية، وتطوير محطات لتخزين الطاقة، لضمان توزيع فعال للطاقة.
6. زيادة الاستثمار في محطات الطاقة المتجددة في المناطق التي تعاني من نقص في الوصول إلى الكهرباء.
7. تعزيز التعاون بين الدول المتقدمة والدول النامية لتبادل المعرفة والتكنولوجيا في مجال الطاقة المتجددة.
8. دعم مشروعات الطاقة المتجددة المشتركة بين الدول النامية والمتقدمة لضمان تبادل الموارد والخبرات.

4-المصادر

[1] Rodas, M. K. (2013). Alternative and Renewable Energy.
[2] Wang, J., & Azam, W. (2024). Natural resource scarcity, fossil fuel energy consumption, and total greenhouse gas emissions in top emitting countries. *Geoscience frontiers*, *15*(2), 101757.
[3] Frigo, G. (2018). Energy ethics: a literature review. *Rel.: Beyond Anthropocentrism*, *6*, 177.
[4] Coulthard, S., McGregor, J. A., & White, C. (2018). Multiple dimensions of wellbeing in practice. In *Ecosystem Services and Poverty Alleviation (OPEN ACCESS)* (pp. 243-256). Routledge.
[5] Herrera Sabillon, B., Gerster-Bentaya, M., & Knierim, A. (2022). Measuring farmers' well-being: Influence of farm-level

factors on satisfaction with work and quality of life. *Journal of agricultural economics*, *73*(2), 452-471.
[6] Sayed, E. T., Wilberforce, T., Elsaid, K., Rabaia, M. K. H., Abdelkareem, M. A., Chae, K. J., & Olabi, A. G. (2021). A critical review on environmental impacts of renewable energy systems and mitigation strategies: Wind, hydro, biomass and geothermal. *Science of the total environment*, *766*, 144505.
[7] Ang, T. Z., Salem, M., Kamarol, M., Das, H. S., Nazari, M. A., & Prabaharan, N. (2022). A comprehensive study of renewable energy sources: Classifications, challenges and suggestions. *Energy strategy reviews*, *43*, 100939.
[8] Hostettler, S. (2015). Energy challenges in the Global South. In *Sustainable Access to Energy in the Global South: Essential Technologies and Implementation Approaches* (pp. 3-9). Cham: Springer International Publishing.
[9] Bilgili, F., Ozturk, I., Kocak, E., Kuskaya, S., & Cingoz, A. (2022). The nexus between access to electricity and CO2 damage in Asian Countries: The evidence from quantile regression models. *Energy and Buildings*, *256*, 111761.
[10] Cohen, S. (2015). What is Stopping the Renewable Energy Transformation and what can the US Government do?. *Social Research: An International Quarterly*, *82*(3), 689-710. [11] Wasti, A., Ray, P., Wi, S., Folch, C., Ubierna, M., & Karki, P. (2022). Climate change and the hydropower sector: A global review. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, *13*(2), e757.
[12] Nguyen, T. T., Grote, U., Neubacher, F., Do, M. H., & Paudel, G. P. (2023). Security risks from climate change and environmental degradation: implications for sustainable land use transformation in the Global South. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, *63*, 101322.
[13] Verbruggen, A., Di Nucci, R., Fischedick, M., Haas, R., Hvelplund, F., Lauber, V., ... & Toke, D. (2015). Europe's electricity regime: restoration or thorough transition. *International journal of sustainable energy planning and management*, *5*, 57-68.

[14] Tutak, M., & Brodny, J. (2022). Renewable energy consumption in economic sectors in the EU-27. The impact on economics, environment and conventional energy sources. A 20-year perspective. *Journal of Cleaner Production*, *345*, 131076.
[15] Pidgeon, N., & Demski, C. C. (2012). From nuclear to renewable: Energy system transformation and public attitudes. *Bulletin of the Atomic Scientists*, *68*(4), 41-51.
[16] Pinto, L. M. C., Sousa, S., & Valente, M. (2021). Explaining the social acceptance of renewables through location-related factors: an application to the Portuguese case. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(2), 806.
[17] Finley-Brook, M., & Holloman, E. L. (2016). Empowering energy justice. *International journal of environmental research and public health*, *13*(9), 926.
[18Li, F., Liang, W., Chandio, A. A., Zang, D., & Duan, Y. (2022). Household clean energy consumption and health: Theoretical and empirical analysis. *Frontiers in Public Health*, *10*, 945846.
[19] Amirkhani, M., Ghaemimood, S., von Schreeb, J., El-Khatib, Z., & Yaya, S. (2022). Extreme weather events and death based on temperature and CO2 emission–A global retrospective study in 77 low-, middle-and high-income countries from 1999 to 2018. *Preventive Medicine Reports*, *28*, 101846.
[20] Kumar, P., Singh, A. B., Arora, T., Singh, S., & Singh, R. (2023). Critical review on emerging health effects associated with the indoor air quality and its sustainable management. *Science of The Total Environment*, *872*, 162163.
[21] Wang, Y., Wang, R., Tanaka, K., Ciais, P., Penuelas, J., Balkanski, Y., ... & Zhang, R. (2023). Accelerating the energy transition towards photovoltaic and wind in China. *Nature*, *619*(7971), 761-767.
[22] Shayegh, S., & Sanchez, D. L. (2021). Impact of market design on cost-effectiveness of renewable portfolio standards. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *136*, 110397.

[23] Chopra, M., Singh, S. K., Gupta, A., Aggarwal, K., Gupta, B. B., & Colace, F. (2022). Analysis & prognosis of sustainable development goals using big data-based approach during COVID-19 pandemic. *Sustainable Technology and Entrepreneurship*, *1*(2), 100012.
[24] Elavarasan, R. M., Pugazhendhi, R., Jamal, T., Dyduch, J., Arif, M. T., Kumar, N. M., ... & Nadarajah, M. (2021). Envisioning the UN Sustainable Development Goals (SDGs) through the lens of energy sustainability (SDG 7) in the post-COVID-19 world. *Applied Energy*, *292*, 116665.
[25] Henderson, K., & Loreau, M. (2023). A model of Sustainable Development Goals: Challenges and opportunities in promoting human well-being and environmental sustainability. *Ecological modelling*, *475*, 110164.
[26] Nigussie, Z., Tsunekawa, A., Haregeweyn, N., Tsubo, M., Adgo, E., Ayalew, Z., & Abele, S. (2021). The impacts of Acacia decurrens plantations on livelihoods in rural Ethiopia. *Land Use Policy*, *100*, 104928.
[27] Moran, E. F., Lopez, M. C., Mourão, R., Brown, E., McCright, A. M., Walgren, J., ... & Mueller, N. (2022). Advancing convergence research: Renewable energy solutions for off-grid communities. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *119*(49), e2207754119.
[28] Richardson, R. B., Olabisi, L. S., Waldman, K. B., Sakana, N., & Brugnone, N. G. (2021). Modeling interventions to reduce deforestation in Zambia. *Agricultural Systems*, *194*, 103263.
[29] G. of the Republic of Trinidad and Tobago Ministry of Energy and Energy Affairs, "National Energy Policy Consultations: Renewable Energy Policy," 2010.
[30] Solangi, Y. A., Longsheng, C., & Shah, S. A. A. (2021). Assessing and overcoming the renewable energy barriers for sustainable development in Pakistan: An integrated AHP and fuzzy TOPSIS approach. *Renewable Energy*, *173*, 209-222.
[31] Ozoegwu, C. G., & Akpan, P. U. (2021). A review and appraisal of Nigeria's solar energy policy objectives and strategies against the backdrop of the renewable energy policy

of the Economic Community of West African States. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *143*, 110887.
[32] Midgley, K. H. (2009). *The development of alternative energy sources with particular reference to wind farms*. Open University (United Kingdom).
[33] Zhang, Q., Watanabe, M., & Lin, T. (2010). Rural biomass energy 2020: People's Republic of China.
[34] Koul, B., Yakoob, M., & Shah, M. P. (2022). Agricultural waste management strategies for environmental sustainability. *Environmental Research*, *206*, 112285.
[35] Tagne, R. F. T., Dong, X., Anagho, S. G., Kaiser, S., & Ulgiati, S. (2021). Technologies, challenges and perspectives of biogas production within an agricultural context. The case of China and Africa. *Environment, Development and Sustainability*, *23*, 14799-14826.
[36] Kakodkar, R., He, G., Demirhan, C. D., Arbabzadeh, M., Baratsas, S. G., Avraamidou, S., ... & Pistikopoulos, E. N. (2022). A review of analytical and optimization methodologies for transitions in multi-scale energy systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *160*, 112277.
[37] Ahuja, D., & Tatsutani, M. (2009). Sustainable energy for developing countries. *SAPI EN. S. Surveys and Perspectives Integrating Environment and Society*, (2.1).
[38] Hassan, Q., Viktor, P., Al-Musawi, T. J., Ali, B. M., Algburi, S., Alzoubi, H. M., ... & Jaszczur, M. (2024). The renewable energy role in the global energy Transformations. *Renewable Energy Focus*, *48*, 100545.
[39] Karim, M. E., Munir, A. B., Karim, M. A., Muhammad-Sukki, F., Abu-Bakar, S. H., Sellami, N., ... & Hassan, M. Z. (2018). Energy revolution for our common future: An evaluation of the emerging international renewable energy law. *Energies*, *11*(7), 1769.
[40] Muruganandam, M., Rajamanickam, S., Sivarethinamohan, S., Gaddam, M. K. R., Velusamy, P., Gomathi, R., ... & Muniasamy, S. K. (2023). Impact of climate change and anthropogenic activities on aquatic ecosystem–A review. *Environmental Research*, *238*, 117233.

[41] Nowotny, J., Dodson, J., Fiechter, S., Gür, T. M., Kennedy, B., Macyk, W., ... & Rahman, K. A. (2018). Towards global sustainability: Education on environmentally clean energy technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *81*, 2541-2551.
[42] Keller, L., Riede, M., Link, S., Hüfner, K., & Stötter, J. (2022). Can education save money, energy, and the climate? assessing the potential impacts of climate change education on energy literacy and energy consumption in the light of the EU energy efficiency directive and the Austrian energy efficiency act. *Energies*, *15*(3), 1118.
[43] Kulkov, I., Kulkova, J., Rohrbeck, R., Menvielle, L., Kaartemo, V., & Makkonen, H. (2024). Artificial intelligence-driven sustainable development: Examining organizational, technical, and processing approaches to achieving global goals. *Sustainable Development*, *32*(3), 2253-2267.
[44] Bamisile, O., Dongsheng, C., Li, J., Adun, H., Olukoya, R., Bamisile, O., & Huang, Q. (2023). Renewable energy and electricity incapacitation in sub-Sahara Africa: analysis of a 100% renewable electrification in Chad. *Energy Reports*, *9*, 1-12.
[45] Di Foggia, G., & Beccarello, M. (2024). Designing new energy markets to promote renewables. *Heliyon*, *10*(10).
[46] Zhang, Z. (2022). Evolution paths of green economy modes and their trend of hypercycle economy. *Chinese Journal of Population, Resources and Environment*, *20*(1), 1-11.
[47] Hoang, A. T., Nižetić, S., Olcer, A. I., Ong, H. C., Chen, W. H., Chong, C. T., ... & Nguyen, X. P. (2021). Impacts of COVID-19 pandemic on the global energy system and the shift progress to renewable energy: Opportunities, challenges, and policy implications. *Energy Policy*, *154*, 112322.
[48] Shu, D. Y., Deutz, S., Winter, B. A., Baumgärtner, N., Leenders, L., & Bardow, A. (2023). The role of carbon capture and storage to achieve net-zero energy systems: Trade-offs between economics and the environment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *178*, 113246.

[49] Al-Shetwi, A. Q. (2022). Sustainable development of renewable energy integrated power sector: Trends, environmental impacts, and recent challenges. *Science of The Total Environment*, *822*, 153645.
[50] Van de Ven, D. J., Capellan-Peréz, I., Arto, I., Cazcarro, I., De Castro, C., Patel, P., & Gonzalez-Eguino, M. (2021). The potential land requirements and related land use change emissions of solar energy. *Scientific reports*, *11*(1), 2907.
[51] Hof, C., Voskamp, A., Biber, M. F., Böhning-Gaese, K., Engelhardt, E. K., Niamir, A., ... & Hickler, T. (2018). Bioenergy cropland expansion may offset positive effects of climate change mitigation for global vertebrate diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *115*(52), 13294-13299.
[52Popescu, V. D., Munshaw, R. G., Shackelford, N., Montesino Pouzols, F., Dubman, E., Gibeau, P., ... & Palen, W. J. (2020). Quantifying biodiversity trade-offs in the face of widespread renewable and unconventional energy development. *Scientific reports*, *10*(1), 7603.
[53] Shu, D. Y., Deutz, S., Winter, B. A., Baumgärtner, N., Leenders, L., & Bardow, A. (2023). The role of carbon capture and storage to achieve net-zero energy systems: Trade-offs between economics and the environment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *178*, 113246.