الطاقة المتجددة ودورها في الحد من التحديات البيئية في العراق

Renewable energy and its role in reducing environmental challenges in Iraq

ا.م.د نوار محمد ال رهمه
جامعة كلشيم، كلية ادارة الاعمال،تركيا
dr.nawar@gelisim.edu.tr

ا.د احمد جاسم الياسري
جامعة الكوفة،كلية الإدارة والاقتصاد
ahmedj.alyaseri@uokufa.edu.iq

ا.د.حيدر نعمة بخيت
جامعة الكوفة،كلية الإدارة والاقتصاد
heider.nima@uokufa.edu.iraq

المستخلص:

يعاني العراق من مشاكل بيئية متعددة، لذا فهو يعد ضمن الدول الخمس الأكثر عرضة للتصحر والتغيرات المناخية في العالم، فهو يعاني من نقص كبير في المياه ونوعيتها وانخفاض معدلات تساقط الامطار، وارتفاع في معدلات درجات الحرارة اكثر من معدلاتها الطبيعية لاسيما في فصل الشتاء، وتلوث الهواء نتيجة ارتفاع نسب الكربون والغازات الملوثة الاخرى. لذا فان هذه المشاكل والتحديات البيئية الكبيرة تحتم على العراق القيام باتخاذ خطوات حقيقية وملموسة وسياسات مبنية على أسس علمية مدروسة و واضحة نحو الحد من هذه المشاكل والتحديات البيئية. وتعد الطاقة المتجددة Renewable energy من الوسائل والأدوات المهمة التي تعمل في الحد من انبعاثات الغازات الضارة ولاسيما غاز اول و ثاني أكسيد الكربون والميثان الناجمة من الوقود الأحفوري نتيجة حرقه في الهواء او اثناء استخراجه، فالطاقة المتجددة تعد من الطاقات النظيفة والمستدامة والصديقة للبيئة، واستخدامها يتوافق مع اهداف واجندة التنمية المستدامة 2023.

ينتج العراق من الطاقة كمتوسط 4423 ألف برميل نفط مكافئ يوميا معظمها من الوقود الاحفوري لاسيما النفط الخام، و يستهلك كمتوسط 1214 ألف برميل نفط مكافئ يوميا، ولاتشكل الطاقة المتجددة من الإنتاج او الاستهلاك سوى 14 الف برميل نفط مكافئ يوميا وتشكل نسبة مقدارها 1.15% من اجمالي استهلاك الطاقة، مما يبين مدى اعتماد العراق الكبير على الوقود الاحفوري في تلبية الطلب المحلي، وهذا له اثار سلبية كبيرة على البيئة التي تعاني أصلا من مشاكل متعددة. يستهدف البحث تحليل انتاج الطاقة واستهلاكها في العراق وتداعياتها على البيئة المحلية، وتحليل سياسات الطاقة المحلية ومدى واقعيتها وانسجامها مع متطلبات المرحلة في ظل التغيرات العالمية المتسارعة في مجال الطاقة. ومن ثم اقتراح السياسات والاجراءات المناسبة للتخفيف من مشاكل البلد البيئية.

الكلمات المفتاحية: الطاقة المتجددة، التحديات البيئية، الاقتصاد العراقي .

Abstract:

Iraq suffers from multiple environmental problems, so it is considered one of the five countries most vulnerable to desertification and climate change in the world. It suffers from a significant shortage of water and its quality, low rainfall rates, higher temperatures than normal, especially in the winter, and air pollution. As a result of high levels of carbon and other polluting gases. Therefore, these major environmental problems and challenges necessitate Iraq to take real, tangible steps and policies based on well-studied and clear scientific foundations towards reducing these environmental problems and challenges. Renewable energy is one of the important means and tools that work to reduce emissions of harmful gases, especially gas monoxide, carbon dioxide, and methane resulting from fossil fuels as a result of burning them in the air or during their extraction. Renewable energy is a clean, sustainable, and environmentally friendly energy, and its use is consistent with Sustainable development goals and agenda 2023. Iraq produces an average of 4,423 thousand barrels of oil equivalent per day, most of which are from fossil fuels,

especially crude oil, and consumes an average of 1,214 thousand barrels of oil equivalent per day. Renewable energy production or consumption constitutes only 14 thousand barrels of oil equivalent per day, constituting a percentage of 1.15% of the total. Energy consumption, which shows the extent of Iraq's heavy dependence on fossil fuels to meet local demand, and this has major negative effects on the environment, which already suffers from multiple problems. The research aims to analyze energy production and consumption in Iraq and its repercussions on the local environment, and analyze local energy policies and the extent of their realism and consistency with the requirements of this stage in light of the rapid global changes in the field of energy. Then propose appropriate policies and procedures to mitigate the country's environmental problems.

Keywords:Renewable energy, Environmental challenges, Iraqi economy.

المقدمة:

يعد العراق ضمن الدول الخمس الأكثر عرضة للتصحر والتغيرات المناخية في العالم، اذ يعاني من تحديات بيئية متعددة، منها نقص كبير في المياه ونوعيتها وانخفاض معدلات تساقط الامطار، وارتفاع في معدلات درجات الحرارة اكثر من معدلاتها الطبيعية لاسيما في فصل الشتاء، وتلوث الهواء نتيجة ارتفاع انبعاثات الغازات الدفينة أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز ولغازات الملوثة الاخرى. لذا فان هذه المشاكل والتحديات البيئية الكبيرة تحتم على العراق القيام باتخاذ خطوات حقيقية وملموسة وسياسات مبنية على أسس علمية مدروسة و واضحة نحو الحد من هذه المشاكل والتحديات البيئية. وتعد الطاقة المتجددة Renewable energy من الوسائل والأدوات المهمة التي تعمل في الحد من انبعاثات الغازات الدفينة الناجمة من استخراج واستهلاك الوقود الأحفوري وحرق كميات كبيرة من الغاز المصاحب في الهواء اثناء استخراج النفط، فالطاقة المتجددة تعد من الطاقات النظيفة والمستدامة والصديقة للبيئة، كما استخدامها يتوافق مع اهداف واجندة التنمية المستدامة 2023.

أهمية البحث: تنبع أهمية البحث من موضوعة الطاقة المتجددة والدور الذي ممكن ان تلعبه في الحد من التحديات البيئية في العراق.

مشكلة البحث: تتمثل مشكلة البحث من خلال الإجابة على التساؤلات الاتية:

1- هل لدى العراق الرغبة والقدرة على تعزيز مساهمة الطاقة المتجددة في ميزان الاستهلاك المحلي.

2- هل يستطيع العراق رفع كفاءة استهلاك الطاقة ومن ثم تقليل الانبعاثات من الغازات الدفينة والضارة للبيئة.

3- هل يتمكن العراق من تعزيز مساهمة الطاقة المتجددة و رفع كفاءة استهلاك الطاقة الاحفورية، لغرض الوصول الى الحياد الكربوني ومن ثم الحد من التدهور البيئي.

فرضية البحث: ينطلق البحث من فرضية مفادها ان تعزيز مساهمة الطاقة المتجددة في ميزان الاستهلاك المحلي في العراق سيحد من التحديات البيئية نتيجة انخفاض انبعاثات الغازات الدفينة.

اهداف البحث: تتمثل اهداف البحث بالاتي:

1- دراسة الطاقة المتجددة وانواعها
2- تحليل واقع الطاقة المتجددة في العراق
3- تحديد اهم التحديات البيئية في العراق.
4- بيان مدى مساهمة الطاقة المتجددة في الحد من التحديات المناخية في العراق.

منهجية البحث: اعتمد البحث على المنهج الاستنباطي والأسلوب الوصفي في تحليل متغيرات البحث والوصول الى النتائج.

هيكلية البحث: انسجاما مع أهمية البحث ومشكلته وفرضيته قسم الى ثلاثة محاور فضلا عن المقدمة التي تضمنت منهجية البحث. المحور الأول تناول ماهية الطاقة المتجددة وانواعها، اما المحور الثاني فقد تناول واقع الطاقة المتجددة والتحديات البيئية في العراق ومن خلال نقطتان، بينما المحور الثالث والأخير فقد خصص الى الطاقة المتجددة والحد من التحديات البيئية. وقد اختتم البحث بعدد من الاستنتاجات والتوصيات التي بنيت على نتائج البحث.

المحور الأول/ ماهية الطاقة المتجددة وانواعها

الطاقة Energy هي القوة الدافعة في تنمية النمو الاقتصادي والتقدم والازدهار والوصول الى مستويات مرتفعة لمؤشرات التنمية الاقتصادية لأي دولة. لذا زاد الطلب على الطاقة في قطاعات الزراعة والصناعة والتجارة والقطاع المنزلي بشكل كبير مما شكل ضغطًا هائلاً على مختلف مصادر الطاقة، وبالتالي فان بقاء الوضع الطاقوي بشكله الحالي، سيؤدي الى استنفاد الفحم والبترول والغاز الطبيعي في بضع مئات من السنين (Pugalendhi, Gitanjali, Shalini, & Subramanian, 2024, p. 1).

تستخدم الطاقة المتجددة Renewable energy مصادر الطاقة التي تتجدد باستمرار بطبيعتها، كالشمس، والرياح، والماء، وحرارة الأرض، والنباتات، وتحول تكنولوجيات الطاقة المتجددة أنواع الوقود هذه إلى أشكال قابلة للاستخدام من الطاقة لاسيما الكهرباء، بالإضافة الى الحرارة أو المواد الكيميائية أو الطاقة الميكانيكية (Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, 2001, p. 1).

يُنظر إلى الاعتماد الأكبر على طاقة الوقود الأحفوري fossil fuel على أنه عامل مهيمن للنمو وعامل يؤدي إلى نتائج عكسية بالنسبة للبيئة، اذ يعد النمو الاقتصادي المدفوع بالطاقة غير المتجددة وما يتبعه من إطلاق انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وغاز الميثان واكسيد النيتروز وغيرها من الغازات والعناصر المضرة للبيئة هو السبب الرئيسي لظاهرة الاحتباس الحراري. لذا فان البلدان الرئيسية المستوردة للنفط في العالم كبلدان الاتحاد الأوربي واليابان وغيرها تسعى الى زيادة حصة إنتاج الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الإجمالي مع الجهود المبذولة لتقليل الاعتماد على طاقة الوقود الأحفوري. كما ان التعرض للمخاطر الجيوسياسية المتكررة يزيد من القلق بشأن أمن الطاقة في البلدان التي تستورد النفط والغاز، كما حدث عند احتلال الكويت في أغسطس/اب 1990، وحرب الخليج الثانية في عام 1991، وأزمة نزع سلاح العراق في عام 1996، وتهديد فنزويلا بقطع شحنات النفط في عام 1999، وتأميم موارد النفط من قبل روسيا في عام 1999، والخوف من النتائج المترتبة على احتلال العراق في عام 2002، والحرب الأهلية الليبية في عام 2011، كان لها دور فعال في اتخاذ خطوات متعددة لتقليل الاعتماد على النفط والغاز المستورد (Husain, 2023, pp. 14-15).

نتيجة التأثير السلبي لتغير المناخ تغير هيكل استهلاك الطاقة العالمي، وأصبحت الحاجة إلى الطاقة النظيفة والمستدامة أكثر إلحاحا، وبدأت مستويات استهلاك الطاقة المتجددة في النمو بسرعة في جميع أنحاء العالم بما فيها البلدان المنتجة للوقود الاحفوري (Jia,, Fan, , & Xia, , 2023, p. 2) و وفقًا لتقرير إحصاءات القدرات المتجددة لعام 2023 الذي نشرته الوكالة الدولية للطاقة المتجددة irena بلغت قدرة Capacity الطاقة المتجددة المثبتة عالميًا لعام 2022 3,371,792.61 ميكا وات، بعد ان كانت في عام 2021 (3,089,984) ميكا وات (IRENA, 2023, p. 2).

يمكن القول بان هنالك توافق كبير على ما هي الطاقة المتجددة، اذ من الناحية التاريخية لا يوجد جدال واسع واختلافات كبيرة حول الطاقة المتجددة. الا انه يوجد العديد من التعاريف لها، لعل أهمها التعريف الذي تبنته الوكالة الدولية للطاقة IEA عندما عرفت الطاقة المتجددة "بأنها الطاقة المشتقة من العمليات الطبيعية التي يتم تجديدها بمعدل أسرع من استهلاكها، وتعد الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الحرارية الأرضية والطاقة المائية والكتلة الحيوية كأمثلة على الطاقة المتجددة"(IEA, 2023) . وتشمل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الكهرمائية والمد والجزر والطاقة الحرارية الأرضية والوقود الحيوي والجزء المتجدد من النفايات. وفيما يأتي توضيح مختصر لهذه الطاقات.

1- **الطاقة الشمسية Solar Energy** : تستفيد تقنيات الطاقة الشمسية مباشرة من قوة الشمس اللانهائية وتستخدم تلك الطاقة لإنتاج الحرارة والضوء والطاقة. ستلعب تقنيات الطاقة الشمسية لاسيما الخلايا الكهروضوئية photovoltaics (PV) والطاقة الشمسية المركزة و concentrating solar power (CSP) دورًا مهما ومركزيًا في إزالة الكربون من الشبكات الكهربائية. وبعد عقود من الابتكار وخفض التكاليف تنضج الطاقة الشمسية بسرعة، ومع استمرار البحث والتطوير والنشر، من المحتمل على سبيل المثال أن تخدم 40٪ أو أكثر من الطلب على الكهرباء في الولايات المتحدة. تعد الطاقة الشمسية بالفعل الشكل الأقل تكلفة لتوليد الكهرباء في عدد متزايد من الدول حول العالم، وخلايا توليد الطاقة الشمسية تعد فريدة من نوعها، اذ يمكن ان تكون مجدية من حيث التكلفة على نطاقات كبيرة بما يكفي لتزويد المدن بالطاقة، وصغيرة بما يكفي لتزويد الأسر الفردية بالطاقة. وتعني الوحدة النمطية Modularity أن الطاقة الشمسية يمكن أن تلعب أدوارًا متنوعة، مثل إزالة الكربون بشكل مباشر من الاستخدامات النهائية للكهرباء في المباني والصناعة، و على نحو متزايد في وسائل النقل. الطاقة الشمسية تعد طاقة نهارية بامتياز، فهي تعتمد على الأنماط اليومية والموسمية لشروق الشمس وغروبها، على الرغم من أن التقلبات اليومية (على سبيل المثال المتعلقة بالغطاء السحابي) والتقلبات الموسمية للطاقة الشمسية تشكل تحديات، فإن الطبيعة اليومية الموثوقة لهذا التقلب تعني أنه يمكن إدارة عمليات الشبكة والطلب على الكهرباء بشكل استباقي لتحقيق أقصى قدر من استخدام الطاقة الشمسية منخفضة التكلفة والخالية من الكربون (Solar Futures Study, 2021, pp. 1–2).

2- **طاقة الرياح Wind Energy** : استطاع الإنسان منذ آلاف السنين استعمال الرياح كطاقة في تحريك السفن وفي طحن الحبوب وفي ضخ المياه إلى جانب بعض التطبيقات الميكانيكية الأخرى, وتشير المراجع العلمية والمخطوطات التاريخية إلى أن سكان بلاد فارس هم أول من استخدم طاقة الرياح في إدارة الطواحين لطحن الحبوب وضخ المياه, ومنذ القرن الثاني عشر انتشرت طواحين الرياح Wind Mills في أوربا حتى وصل عددها في عام 1750 في هولندا وحدها إلى أكثر من (8000) طاحونة و في إنجلترا أكثر من (10000) طاحونة ، كان الغرض الرئيسي لعملها هو ضخ المياه من المناطق المنخفضة إلى المناطق الزراعية العالية أو إدارة أحجار الطحن "الرحى" لطحن حبوب القمح والذرة وغيرها (الياسري، بخيت، و علي، 2021، صفحة 125). ان توربينات الرياح wind turbine هي آلة تقوم بتحويل الطاقة الموجودة في الرياح إلى كهرباء. وهذا على النقيض من طاحونة الهواء windmill ، التي هي عبارة عن آلة تحول طاقة الرياح إلى طاقة ميكانيكية. وكمولدات للكهرباء يتم توصيل توربينات الرياح ببعض الشبكات الكهربائية، وتشمل هذه الشبكات دوائر شحن البطاريات، وأنظمة الطاقة على نطاق سكني، والشبكات المعزولة أو الجزرية، وشبكات المرافق الكبيرة (Manwell, McGowan, & Rogers, 2009, p. 2).

3- **الطاقة الكهرومائية Hydropower**: تتميز الطاقة الكهرومائية بالكفاءة والموثوقية العالية وانخفاض تكاليف التشغيل والصيانة وسهولة الاستخدام، والقدرة على التعديل حسب تغير مستوى الماء المدخل وانعدام الانبعاثات الكربونية، كما يمكن

تركيب المولدات خارج السدود وبوابات تدفق المياه وأسفل الخزانات. الا ان العيوب الرئيسية للطاقة الكهرومائية تتمثل في التكلفة الأولية العالية وتأثيرها الجانبي السيئ على الطبيعة وأماكن سكن الناس، اذ يمكن أن يزيد من درجة حرارة الجريان، وانخفاض الضغط سيشكل خطراً على المنازل، كما أن التغير في منسوب المياه يمكن أن يضر بالحيوانات البحرية والأسماك أيضاً، فضلا عن تأثرها بمستوى المياه.

4- **الطاقة الحيوية Bioenergy** : تعد الطاقة الحيوية أحد مصادر الطاقة الواعدة والمستدامة في ظل استنزاف موارد الطاقة غير المتجددة، ويعد هذا النوع من الطاقة واحدًا من أسرع قطاعات الطاقة نموًا في جميع أنحاء العالم، و منذ سنوات يجري تنفيذ العديد من الأنشطة البحثية لتكون مجدية اقتصاديًا، لتعزز مساهمة قطاع الطاقة الحيوية بشكل كبير في المستقبل، مما يوفر العديد من الفوائد البيئية، مثل الحد من انبعاثات غازات الدفيئة. كما أنها ستسهم في أمن الطاقة، وتحسين التوازنات التجارية، وتوفير فرص واسعة للتنمية الاجتماعية والاقتصادية في المجتمعات الريفية، وميزة أخرى هي الإدارة السليمة للنفايات والموارد. ومع ذلك فإن إنتاج الطاقة الحيوية ليس دائمًا صديقًا للبيئة، اذ في عملية إنتاج أنواع الوقود الحيوي المختلفة هناك العديد من القضايا المتعلقة بالبيئة والتي تحتاج إلى معالجة. و تشمل الطاقة الحيوية الغاز الحيوي biogas والإيثانول الحيوي bioethanol والديزل الحيوي biodiesel والبيوتانول الحيوي biobutanol وأنواع الوقود المتجددة الأخرى التي يمكن إنتاجها باستخدام الكتلة الحيوية (Ramanujam, Parameswaran, Bharathiraja, & Magesh, 2023, pp. 1-2).

5- **الطاقة الحرارية الأرضية Geothermal**: الطاقة الحرارية الأرضية يتم تعريفها على أنها الطاقة المخزنة تحت سطح الأرض مثل الرخويات slugs الساخنة في البركان. ويمكن استخدام هذه الحرارة لتشغيل محطات توليد الطاقة مثل التوربينات البخارية لإنتاج الطاقة الميكانيكية التي يتم تحويلها إلى كهرباء من خلال المولدات الكهربائية. تعتمد درجة حرارة الحرارة الأرضية على مدى عمقها، وبمتوسط الزيادة فإن درجة حرارة التربة ترتفع بمعدل 25 درجة مئوية لكل كيلومتر من العمق (Geothermal gradient, n.d.). يتوفر البخار في محطة الطاقة الحرارية الأرضية بسبب المياه الجوفية التي عادة ما تكون سائلة عند درجة حرارة عالية، ومع تدفق الماء إلى الأعلى بالقرب من سطح الأرض، تنخفض درجة حرارته، مما يؤدي إلى تحويل السائل إلى بخار عند ضغط مرتفع مناسب للاستخدام في تحريك شفرات التوربينات. وتتميز بتكلفة مجانية للمنطقة ذات درجة الحرارة المنخفضة، وحجم صغير وهيكل بسيط مقارنة بمحطات توليد الطاقة التوربينية البخارية الأخرى. الا ان ابرز مايعاب عليها هو إن العمل بالقرب من البراكين يعد أمر خطير للغاية، كما أنه مكلف لهذه الأماكن غير الآمنة، والطاقة المولدة تكون بعيدة عن المستهلكين، لذلك تحتاج إلى محطة إضافية للتخزين و/أو الإرسال. وتعد إيطاليا أول دولة استخدمت الطاقة الحرارية الأرضية في القرن العشرين، ثم مرت بنفق البحث والتطوير في الولايات المتحدة الأمريكية حتى الوقت الحالي، لذا تعد الولايات المتحدة الرائدة الرئيسية في استخدام الطاقة الحرارية الأرضية، اذ تقوم الولايات المتحدة بتشغيل حوالي 77 مصنعًا على أراضيها. في عام 2010 أصدرت الجمعية الدولية للطاقة الحرارية الأرضية تقريرًا أظهر أن إجمالي إنتاج 25 دولة حوالي 10.72 كيكاواط يمكن استخدامها لتوليد 67.25 كيكاواط لكل ساعة من الكهرباء (Naji, Enawi, & Mahmood, 2023, p. 9).

6- **المد والجزر والأمواج Tidal and Wave Energy**: ان طاقة المد والجزر يتم توليدها من خلال جاذبية الشمس والقمر على المد والجزر في البحار والمحيطات، بينما تعمل طاقة الأمواج على تسخير حركة أمواج المحيط. وعلى الرغم من النمو

السريع لقطاع طاقة الأمواج والمد والجزر، إلا أنه لا تزال في مرحلة مبكرة من تطورها، اذ لا تزال هناك العديد من التحديات التي تواجه هذا النوع من الطاقة و الصناعات المرتبطة به (Scottish Government, 2013, p. 1).

7- **الطاقة الهيدروجينية Hydrogen Energy** : يعد الهيدروجين ناقل طاقة متعدد الاستخدامات وقد يكون تنافسيًا من حيث التكلفة، والذي مستقبلا قد يحل محل الشبكات الكهربائية والبطاريات لعدد من التطبيقات النهائية، خاصة في قطاعات الصناعة الثقيلة والنقل. ان معظم الهيدروجين المنتج حاليًا مشتق من الموارد الأحفورية (حوالي 95٪)، في حين يتم الحصول على البعض منه عن طريق التحليل الكهربائي، والحصول عليه كمنتج ثانوي لعملية الكلور القلوي (حوالي 5٪). ويتطور هذا الوضع بسرعة مع ظهور عدد لا يحصى من مشاريع الهيدروجين الأخضر الجديدة. والهيدروجين الأخضر green hydrogen مصطلح يشمل مجموعة من التقنيات التي تعتمد على إنتاج الهيدروجين باستخدام مصادر الطاقة المتجددة والتي تنطوي على انبعاثات خالية من الكربون أو على الأقل منخفضة الكربون. على النقيض من ذلك تم إعطاء الهيدروجين من الوقود الأحفوري رموز ألوان أخرى اعتمادًا على مصدره وعملية الإنتاج مثل: الهيدروجين الأسود من تغويز gasification الفحم، والهيدروجين الرمادي من الغاز الطبيعي، والهيدروجين الأزرق من إصلاح الغاز الطبيعي مع احتجاز الكربون وتخزينه. وقد تم اقتراح رموز ألوان أخرى منها: الهيدروجين البني عن طريق تغويز gasification الليجنيت أو مواد خام الفحم الأخرى منخفضة الجودة، والهيدروجين الفيروزي عن طريق تقسيم الميثان الحراري (الكربون الصلب كمنتج ثانوي بدلاً من ثاني أكسيد الكربون)، والهيدروجين الوردي عن طريق التحليل الكهربائي للمياه باستخدام الطاقة النووية، والهيدروجين الأصفر عن طريق التحليل الكهربائي للمياه باستخدام الطاقة الشبكية (Puga, 2023, p. 5).

المحور الثاني/ واقع الطاقة المتجددة والتحديات البيئية في العراق

أولا: واقع الطاقة المتجددة

قامت وزارة الكهرباء في العراق بإنشاء مركز الطاقة المتجددة Renewable Energy Center للتركيز على الطاقة الشمسية وطاقة الرياح كمصدر رئيسي للطاقة في العراق، ولاتتوفر معلومات وبيانات تفصيلية حول نشاط المركز، كون موقع المركز ضمن الموقع الالكتروني لوزارة الكهرباء العراقية لايحتوي على أي بيانات او ارقام او نشاطات (وزارة الكهرباء، 2024). يتميز مناخ العراق بالطقس الحار خلال أشهر الصيف (حزيران، تموز، اب) اذ تتراوح درجة الحرارة من 43 إلى 50 درجة مئوية بينما يكون الطقس خلال أشهر الشتاء (كانون الثاني، شباط، اذار) معتدلاً مع تقريب درجة الحرارة بمقدار 1 إلى 8 درجات مئوية. يتم قياس معدل التشعيع irradiation على أنه من 6.5 إلى 7 كيلووات–ساعة/م2. علاوة على ذلك يتراوح سطوع الشمس من 2800 إلى 3300 ساعة/السنة. لذا فان هذه الميزات الجوية في العراق تعطي البلاد مؤهلاً ممتازاً لاستغلال الطاقة الشمسية مستقبلا (Naji, Enawi, & Mahmood, 2023, p. 3). وقد اعلنت شركة الزوراء التابعة إلى وزارة إلى صناعة والمعادن عن تصنيع منظومة كهربائية تعتمد على الطاقة الشمسية عام 2016، والتي تعد الخطوة الأولى من نوعها بالاتفاق مع وزارة الكهرباء، والتي تم ربطها في دوائر الدولة وربطها مع الشبكة الوطنية ودعمها، كما ودعت وزارة الكهرباء العراقية منتجي الطاقة المستقلين عام 2019 للمشاركة في تطوير سبعة مواقع للطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة إجمالية تبلغ (755) ميكاواط. اما طاقة الرياح فانها تمثل أهم مصادر الطاقة كالطاقة المتجددة والنظيفة، وتعد توربينة turbine الرياح الجزء الرئيسي في محطة طاقة الرياح لأن التوربينة هي المسؤولة عن تحويل الطاقة الحركية للهواء المتدفق (الرياح) إلى طاقة ميكانيكية ومن ثم إلى كهرباء عبر وحدة الإنتاج armature. ويمكن إنشاء توربينات الرياح في البحر من خلال مزارع الطاقة البحرية وعلى البر من خلال مزارع الطاقة البرية وفقًا لمعدل سرعة الرياح، وقد وجد أن الطاقة المنتجة في البحر أكثر من الطاقة البرية بسبب هبوب الرياح المستدامة. وفي

العراق درس العديد من الباحثين إمكانية استخدام توربينات الرياح من خلال قيامهم بتحليل طاقة الرياح في مواقع مختارة في العراق. فقد قاموا بتطوير كود MATLAB لتحليل واختيار الموقع الأمثل بناءً على الحد الأدنى من التكلفة لكل إنتاج كيلوواط ساعة أو وفقًا لأقصى كفاءة لمحطة توربينات الرياح. تم تسمية الكود باسم "تحليل طاقة الرياح Wind energy analysis، هذا البرنامج لديه القدرة على تحليل سرعة الرياح ومعالجة البيانات المفقودة وإيجاد معاملات الارتباط، بالإضافة إلى رسم نتائج هذا التحليل، حتى يتمكنوا من اختيار توربين الرياح الأمثل لموقع معين اعتمادًا على الحد الأقصى لتوليد الطاقة وتكلفة كل كيلووات ساعة من الكهرباء (Mohammed, Abdullah, & Al-Tmimi, 2020, pp. 155-156). الا ان دور هذا النوع من الطاقة في العراق لازال محدود جدا، الا انها تبقى من مصادر الطاقة المتجددة المستقبلية في ظل التطورات التكنولوجية المتسارعة. فيما يتعلق بالطاقة الكهرومائية hydroelectric فقد حصل تحسن طفيف في استخدام محطات الطاقة الكهرومائية عبر التوربينات المائية، الا انه انخفض بعد ذلك بسبب مشكلة الأنهار المائية مع الدول المجاورة. فخلال القرن العشرين تم بناء العديد من السدود والقنوات على نهري دجلة والفرات لأغراض الري وإنتاج الكهرباء لاسيما خلال عقد الستينيات. وتبلغ الطاقة الكهربائية المولدة من هذين النهرين قبل عام 1990 حوالي 11.35 كيكاواط من خلال 32 سدًا. علاوة على ذلك، هناك 8 سدود قيد الإنشاء ومن المقرر بناء 13 سدًا آخر لزيادة حجم إنتاج الكهرباء. الا ان هذا الطاقة المولدة قد انخفضت كثيرا بسبب شحة المياه وتدمير العديد من المحطات خلال الحرب (Kibaroglu, 2013, p. 633).

وقد وافق العراق في عام 2022 على تمويل بقيمة 1.4 تريليون دينار عراقي (680 مليون دولار) لمشاريع الطاقة المتجددة، بهدف زيادة إنتاج الطاقة المتجددة إلى 10 كيكاواط بحلول عام 2030، علاوة على ذلك من المقرر أن يتم ربط الطاقة المتجددة المجمعة البالغة 2.75 كيكاواط بالشبكة بحلول عام 2025، بما في ذلك مشروع الطاقة الشمسية بقدرة 1 كيكاواط من قبل شركة Masdar للطاقة المتجددة التي مقرها في الإمارات العربية المتحدة، اذ تضمن الاتفاق بناء أربعة مشاريع للطاقة الشمسية بواقع (450) ميكاواط في محافظة ذي قار، و(250) ميكاواط في محافظة الانبار، و(100) ميكاواط في محافظة ميسان، و(100) ميكاواط في محافظة نينوى. كما أعلنت وزارة الكهرباء عن توصلها الى اتفاق مع الشركة السعودية أكوا باور لبناء مشروع للطاقة الشمسية في محافظة النجف بقدرة تبلغ (1000) ميكاواط (استبانيان ، 2022، صفحة 15). كما تم الاتفاق على انشاء مجمع للطاقة الشمسية بقدرة 1 كيكاواط مع شركة Total Energies ومشروع للطاقة الشمسية بقدرة 750 ميكاواط من شركة PowerChina (Iraqi Economists Network, 2023).

على الرغم من أن هذه الصفقات ستلعب دورا كبيرا في دعم جهود العراق بتعزيز دور الطاقة المتجددة في ميزان قطاع الطاقة، الا ان البعض يرى أن الحكومة العراقية متأثرة بالسياسات الإقليمية والدولية في مجال الطاقة، وليس من الواضح ما إذا سيتم تنفيذ هذه الاتفاقيات. وفقا لبيانات عام 2021 فان العراق يبلغ إجمالي استهلاكه من الطاقة الأولية لعام2021 حوالي 2.123 اكساجول، يتصدر النفط الاستهلاك بواقع 1.476 اكساجول ويشكل حوالي 70% من اجمالي الاستهلاك، يليه الغاز الطبيعي بواقع 0.615 اكساجول مشكلا حوالي 29% من اجمالي الاستهلاك، اما الطاقة الكهرومائية فانها تساهم بحدود 1.32% من اجمالي استهلاك العراق من الطاقة الأولية للعام ذاته وهي متذبذبة من سنة لأخرى بسبب الواردات المائية وبواقع 0.028 اكساجول، والطاقة الشمسية تساهم بنسبة ضئيلة تبلغ 0.19% من اجمالي الاستهلاك وبواقع 0.004 اكساجول. اما بقية الطاقات المتجددة كطاقة الرياح لم تظهر لها مساهمة تذكر وفقا للبيانات المتاحة.

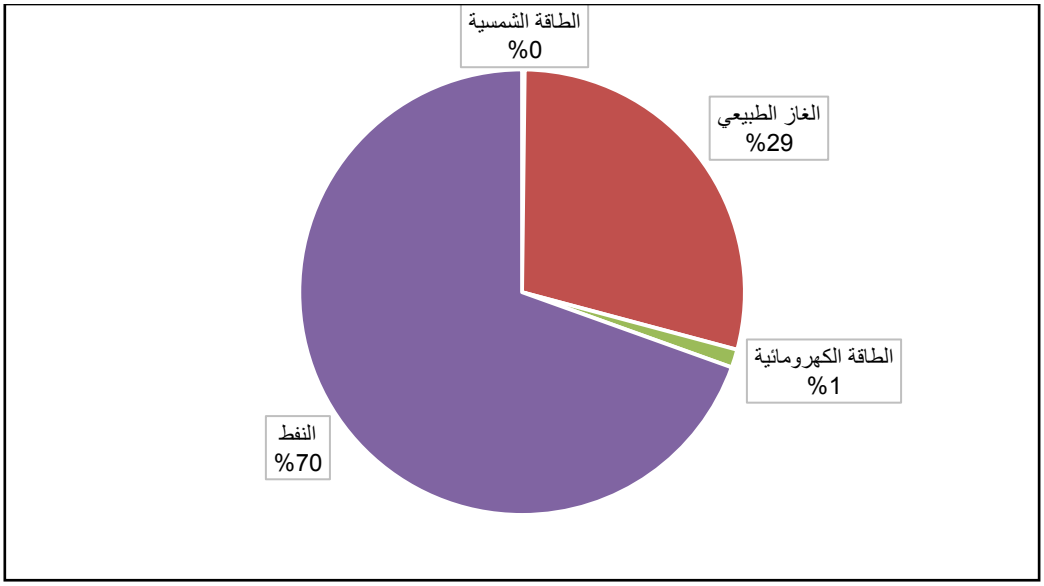
جدول (1) إجمالي استهلاك العراق من الطاقة الأولية لعام2021

نوع الوقود	اكساجول*	نسبته الى اجمالي الاستهلاك%
النفط	1.59	69.52
الغاز الطبيعي	0.68	28.97
الطاقة الكهرومائية	0.03	1.32
الطاقة الشمسية	0.004	0.19
المجموع	2.123	100.00

Exajoules*: هي وحدة قياس للطاقة تستخدم بشكل شائع في حسابات وتقارير الإنتاج والاستهلاك العالمي للطاقة. تُستخدم هذه الوحدة لقياس كمية الطاقة المستخدمة في مستويات كبيرة، وتساوي مليون مليار جول، أو 10^{18} جول joule

المصدر: BP Statistical Review of World Energy 2022

شكل(1)إجمالي استهلاك العراق من الطاقة الأولية لعام2021



الشكل من اعداد الباحثين بالاعتماد على بيانات الجدول (1)

ثانيا: التحديات البيئية في العراق

تم تصنيف العراق كخامس أكثر البلدان عرضة للانهيار المناخي، اذ يتأثر بارتفاع درجات الحرارة، وعدم كفاية هطول الأمطار وتناقص معدلاتها لبعض المواسم، وتفاقم حالات الجفاف وندرة المياه نتيجة سياسات دول الجوار وانخفاض الواردات المائية لنهري دجلة والفرات، والعواصف الرملية والترابية المتكررة والفيضانات. ومما يزيد من تفاقم هذه المشكلة هو النمو السكاني السريع اذ ان الزيادة الصافية للسكان تقدر بمليون نسمة سنويا (بخيت، 2023، صفحة 23)، والتوسع الحضري نتيجة الهجرة من الريف، وسوء ادارة استخدام المياه في القطاعين الزراعي والصناعي وحتى السكني مما دفع باستمرار زيادة الطلب على المياه. وفي حالة بقاء السياسات الحكومية كما هي عليه الان فمن المرجح أن يكون حجم التغير البيئي مدمراً خلال السنوات المقبلة وقد يجبر السكان على الانتقال المؤقت او الهجرة بشكل نهائي باتجاه المدن من أجل البقاء. لقد أصبحت الهجرة المناخية حقيقة واقعة في العراق، في نهاية عام 2021 سجلت المنظمة الدولية للهجرة في عشرة محافظات فقط تعاني من شحة المياه ما يقارب من 20

ألف شخص نازح بسبب ندرة المياه، وارتفاع الملوحة، وسوء نوعية المياه (International Organization for Migration, 2022, p. 5).

حددت توقعات الأمم المتحدة للبيئة العالمية العراق باعتباره خامس أكثر دول العالم عرضة لتناقص توافر المياه والغذاء ودرجات الحرارة القصوى(United Nations Environment Programme, 2019) . ان تأثير تغير المناخ على البيئة ستكون له اثار على الزراعة وتربية الماشية وصيد الأسماك، وقد يشمل التأثير المحتمل للتدهور البيئي على سبل العيش هذه فقدان إنتاج المحاصيل، و نفوق الماشية، و انخفاض غلات صيد الأسماك، فضلاً عن زيادة الأسر التي تفقد سبل العيش الزراعية ومن ثم تهاجر الى مناطق أخرى لاسيما المدن للبحث مصادر أخرى للدخل (IOM, 2022, p. 2).

وفيما يتعلق بجودة الهواء وانبعاثات غازات الدفيئة Greenhouse gas، فقد شهدت المدة 1990–2019 زيادة واضحة في انبعاث هذه الغازات، باستثناء عام 2020 الذي شهد انخفاض ملحوظ للانبعاثات نتيجة كوفيد19 وتطبيق سياسات الحظر الجزئي والكلي في معظم بلدان العالم ومن بينها العراق (Alon & et al, 2021). ففي عام 1990 كانت انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide 64206.4 كيلو طن ارتفعت في شكل ملحوظ في السنوات اللاحقة لتصل في عام 2019 الى 180687.6 كيلو طن، أي بزيادة قدرها 350%، ليبلغ نصيب الفرد 4.3 طن. يقابلها زيادة مماثلة في انبعاثات غاز الميثان methane بحوالي 223% للمدة ذاتها عندما وصلت الانبعاثات في عام 2019 الى حوالي 85916.9 كيلو طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون، والذي يعود الى أنشطة قطاع الطاقة والقطاع الزراعي. وكذلك فان انبعاثات أكسيد النيتروز nitrous oxide ارتفعت من 4152.2 ألف طن متري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 1990 الى حوالي 5439.7 ألف طن متري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2019، وكما مبين في الجدول. اما في عام 2021 فان مجموع انبعاث غازات الدفيئة في العراق بلغ 389.91 مليون طن وتشمل انبعاثات غازات ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز من جميع المصادر، بما في ذلك التغير في استخدام الأراضي بعد ان كان في عام 2020 يبلغ 360.88 مليون طن (Greenhouse gas emissions, 2021).

جدول(2)انبعاثات غازات الدفيئة في العراق للمدة 1990–2020

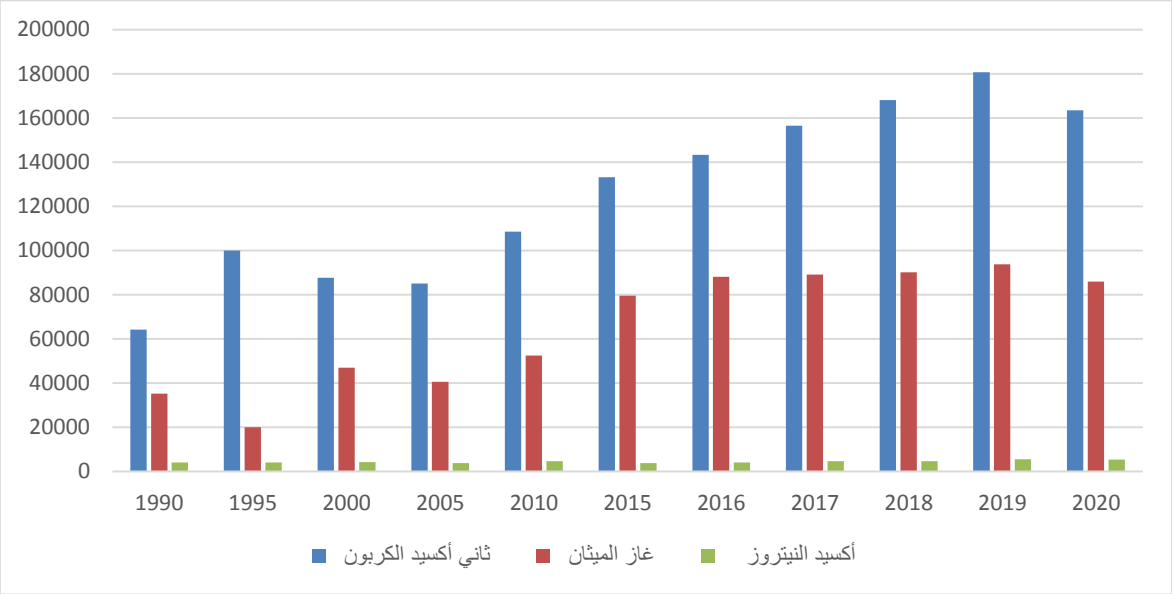
السنة	انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (كيلو طن)	انبعاثات غاز الميثان (كيلو طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون)	انبعاثات أكسيد النيتروز (ألف طن متري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون)
1990	64206.4	35212.7494	4152.232661
1995	100068.8	20071.77758	4113.042896
2000	87630.5	46930.2841	4239.737302
2005	85127.9	40623.46488	3859.626357
2010	108550.3	52415.33975	4629.448796
2015	133169.7	79617.36283	3771.3541
2016	143281.1	88097.35634	4129.297218
2017	156456.4	89081.20984	4711.387136
2018	168154.3	90103.32835	4724.945854
2019	180687.6	93815.34436	5557.485572
2020	163511.5	85916.97036	5439.691289

من اعداد الباحثين بالاعتماد على قاعدة بيانات البنك الدولي:

– https://data.albankaldawli.org/indicator/EN.ATM.NOXE.KT.CE?locations=IQ

وفقا لبيانات عام 2020 فان قطاع النفط يساهم بنسبة 40% من اجمالي انبعاثات أكسيد الكربون، فإنتاج النفط يساهم بانبعاث مقدارها 131.6 مليون طن، وإنتاج الغاز 32.3 مليون طن، وهذا يعود بشكل كبير الى حرق الغاز المصاحب، اذ يأتي العراق بالمرتبة الثانية عالميا بعد روسيا في كميات الغاز المصاحب التي تحرق.

شكل(2)انبعاثات غازات الدفيئة في العراق للمدة 1990–2020



الشكل من اعداد الباحثين بالاعتماد على بيانات الجدول (2)

المحور الثالث/ الطاقة المتجددة والحد من التحديات البيئية

تعد التحديات البيئية أحد الاهتمامات الأساسية للبشرية في القرن الحادي والعشرين. كونها قد تؤثر على الصحة من خلال مجموعة من المسارات، على سبيل المثال نتيجة لزيادة تواتر وشدة موجات الحر كما في العراق، وانخفاض الوفيات المرتبطة بالبرد، وزيادة الفيضانات والجفاف، والتغيرات في توزيع الأمراض المنقولة بالنواقل والتأثيرات على مخاطر الكوارث وسوء التغذية، والتلوث البلاستيكي ليست سوى أمثلة قليلة على هذه التحديات. هذه المشاكل لها آثار كبيرة على بيئتنا والحياة البرية وصحة الإنسان، ومع ذلك يمكن اللجوء إلى تقنيات جديدة لتحسين الممارسات والمساعدة على تخفيف الانبعاثات (Duchaeva & Magomadov, 2023, p. 1). ومن المرجح أن يكون التوازن الإجمالي للتأثيرات على الصحة سلبيا، ويتوقع أن يكون السكان في البلدان المنخفضة الدخل معرضين بشكل خاص للآثار الضارة. فقد أظهرت تجربة موجة الحر عام 2003 في أوروبا أن البلدان ذات الدخل المرتفع قد تتأثر أيضًا سلبًا. التحديات البيئية الأكثر أهمية فيما يتعلق بالطاقة هي تغير المناخ العالمي (ظاهرة الاحتباس الحراري)، اذ إن التركيز المتزايد للغازات الدفيئة مثل ثاني أكسيد الكربون، والميثان، ومركبات الكربون الكلورية فلورية، والهالونات، وأكسيد النيتروز، والأوزون، وبيروكسي أسيتيل نترات في الغلاف الجوي يعمل على احتجاز الحرارة المنبعثة من سطح الأرض ويرفع درجة حرارة سطح الأرض (Dincer , 2000, p. 75).

تعد التقنيات المتجددة مصادر نظيفة للطاقة، والاستخدام الأمثل لهذه الموارد يقلل من الآثار البيئية، وينتج الحد الأدنى من النفايات الثانوية، وتكون مستدامة بناءً على الاحتياجات الاقتصادية والاجتماعية الحالية والمستقبلية، اذ توفر تقنيات الطاقة

المتجددة فرصة ممتازة للتخفيف من انبعاثات الغازات الدفيئة والحد من ظاهرة الاحتباس الحراري من خلال استبدال مصادر الطاقة التقليدية (Panwar, Kaushik, & Kothari, 2011, p. 1514).

تشير مراجعة السيناريوات التي ظهرت منذ بداية العقد الماضي إلى أن الطاقة المتجددة لديها إمكانات كبيرة للتخفيف من انبعاثات الغازات الدفيئة. تشمل أربعة سيناريوهات توضيحية مدى التوفير التراكمي العالمي لثاني أكسيد الكربون بين عامي 2010 و2050، من حوالي 220 إلى 560 كيكا طن من ثاني أكسيد الكربون مقارنة بحوالي 1530 كيكا طن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الأحفوري والصناعي التراكمي في السيناريو المرجعي لتوقعات الطاقة العالمية لعام 2009 لوكالة الطاقة الدولية خلال المدة نفسها. ويعتمد الإسناد الدقيق لإمكانات التخفيف إلى الطاقة المتجددة على الدور الذي تنسبه السيناريوهات إلى تقنيات تخفيف محددة، وعلى سلوكيات النظام المعقدة، وعلى وجه الخصوص على مصادر الطاقة التي تحل محل الطاقة غير المتجددة. ولذلك ينبغي النظر إلى إسناد إمكانات التخفيف الدقيقة للطاقة المتجددة بحذر شديد. وتشير السيناريوهات بشكل عام إلى أن النمو في الطاقة المتجددة سوف ينتشر على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم. على الرغم من أن التوزيع الدقيق لنشر الطاقة المتجددة بين المناطق يختلف بشكل كبير عبر السيناريوهات، إلا أن السيناريوهات متسقة إلى حد كبير في الإشارة إلى نمو واسع النطاق في نشر الطاقة المتجددة في جميع أنحاء العالم. ولا تشير السيناريوهات إلى وجود تكنولوجيا طاقة متجددة مهيمنة بشكل واضح على المستوى العالمي؛ بالإضافة إلى ذلك فإن الإمكانات التقنية العالمية الشاملة لا تقيد المساهمة المستقبلية للطاقة المتجددة. وعلى الرغم من أن مساهمة تكنولوجيات الطاقة المتجددة تختلف باختلاف السيناريوهات، فإن الكتلة الحيوية الحديثة وطاقة الرياح والطاقة الشمسية المباشرة تشكل عادة أكبر مساهمات تكنولوجيات الطاقة المتجددة في نظام الطاقة بحلول عام 2050. تؤكد جميع السيناريوهات التي تم تقييمها أن الإمكانات التقنية لن تكون العوامل المقيدة لتوسيع الطاقة المتجددة على نطاق عالمي. على الرغم من الاختلافات التكنولوجية والإقليمية الكبيرة، في السيناريوهات التوضيحية لعام 2050، فانه وفقا لبيانات عام 2010 يتم استخدام أقل من 2.5% من إمكانات الطاقة المتجددة التقنية المتاحة عالميًا (Edenhofer & et al, 2012, pp. 22–24).

ان الدور المستقبلي للطاقة المتجددة يكون من خلال ثلاثة مشاهد محتملة لميزان استهلاك الطاقة الأولية في العراق، المشهد الأول هو المشهد التشاؤمي والمتمثل ببقاء الوضع الحالي دون تغيير كبير، أي بقاء العراق اقتصاد مدفوع بالنفط بشكل خاص والوقود الاحفوري (النفط والغاز) بشكل عام، مع تحسن نسبي في كفاءة الطاقة. النتائج على هذا المشهد استمرار التدهور البيئي والتحديات البيئية الناجمة عن غازات الدفينة نتيجة استمرار استهلاك النفط اذ كما بينا في المحور الثاني من ان النفط وحده مسؤول عن 40% من اجمالي الانبعاثات الامر الذي ينذر بخطورة الوضع البيئي، كما ان هذه الانبعاثات تكون مدفوعة بالزيادة السكانية الكبيرة، اذ يتوقع ان يصل سكان العراق في عام 2050 الى اكثر من 74.5 مليون نسمة (populationpyramid.net, n.d.).

اما المشهد الثاني فهو هو الحالة المرجعية المتمثل بتنامي دور الطاقة المتجددة لاسيما الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الحيوية في ميزان استهلاك الطاقة الأولية في العراق على حساب انخفاض استهلاك الوقود الاحفوري من النفط والغاز، بالتزامن مع تقدم تقنيات كفاءة استهلاك الطاقة بشكل كبير، فمن نتائج هذا المشهد المستقبلي هو انخفاض انبعاثات غازات الدفينة بشكل واضح، وقد تصل نسبة الانخفاض الى اكثر من 50% مما ينعكس إيجابا على المناخ والبيئة بشكل عام. اما المشهد الثالث هو المشهد التفاؤلي والمتمثل بالوصول الى الحياد الكربوني كهدف تسعى بلدان العالم الوصول اليه بتوقيتات زمنية مختلفة، لغرض الحفاظ على البيئة والحد من التغيرات المناخية، ومن خلاله تكون مساهمة الوقود الاحفوري المتمثل بالنفط والغاز مساهمة هامشية ليكون الدور الأكبر هو لصالح الطاقات المتجددة، مع كفاءة اكبر في استهلاك الطاقة نتيجة تطور تكنولوجيا كفاءة الطاقة.

والنتيجة المترتبة على هذا المشهد هو تحسن كبير في المناخ وتوقف التدهور البيئي والعودة التدريجية الى الحالة التي سبقت الاعتماد على الوقود الاحفوري كمصدر رئيسي للطاقة.

الاستنتاجات والتوصيات

أولا: الاستنتاجات

1-يعد الاقتصاد العراقي من الاقتصاديات المدفوع بالنفط.

2-تعد مساهمة الطاقة المتجددة مساهمة هامشية في ميزان استهلاك الطاقة الاولي في العراق اذ لاتتجاوز مساهمتها 1.3%.

3-تقتصر مساهمة الطاقة المتجددة على الطاقة الكهرومائية والطاقة الشمسية، اذ لاتوجد أي مساهمة لطاقة الرياح والطاقة الحيوية وغيرها من باقي الطاقات المتجددة.

4-يعد العراق خامس أكثر دول العالم عرضة للتغيرات المناخية والتدهور البيئي.

5-يعاني العراق من نمو سكاني كبير يضيف الى حجم السكان مايقارب من مليون نسمة سنويا، وهذه الزيادة تتطلب زيادة في استهلاك الطاقة، مما يزيد من الضغط على الموارد و البيئة والمناخ.

ثانيا: التوصيات

1- ضرورة إعطاء التحديات المناخية أهمية كبيرة تكون بمستوى الخطورة المشخصة من قبل المنظمات والمؤسسات الدولية المختلفة.

2-زيادة كفاءة استخدام الطاقة الأحفورية من خلال الاعتماد على احدث التقنيات والتكنولوجيات المتطورة.

3-اتباع السياسات الاقتصادية والإدارية المناسبة بالشكل الذي ينظم استهلاك الطاقة والانبعاثات الناجمة عنها لغرض الحد من التدهور البيئي.

4-العمل على زيادة مساهمة الطاقة المتجددة في ميزان الاستهلاك المحلي، والتخفيض التدريجي لاستهلاك الوقود الاحفوري وتحويله الى التصدير بدلا من الاستهلاك المحلي.

المصادر والمراجع

1. Pugalendhi, S., Gitanjali, J., Shalini, R., & Subramanian, P. (2024). *Handbook on Renewable Energy and Green Technology*. CRC Press.
2. Energy, U. (2004). Energy efficiency and renewable energy. *US Government, Department of Energy, Tech. Rep., 2008, dOE/GO-102008-2567*.
3. Shaiara H. (2023). Essays on Economics of Renewable Energy, Ph.d in Economics , Uwa Business School, University Of Western Australia, AustraliA , 2023.
4. Jia, H., Fan, S., & Xia, M. (2023). The Impact of Renewable Energy Consumption on Economic Growth: Evidence from Countries along the Belt and Road. *Sustainability*, *15*(11), 8644.
5. Statistics, R. E. (2019). The International Renewable Energy Agency. *Abu Dhabi*.
6. Renewables - Energy System - IEA. (2023). IEA. https://www.iea.org/energy-system/renewables
7. Tabassum, S., Rahman, T., Islam, A. U., Rahman, S., Dipta, D. R., Roy, S., ... & Hossain, E. (2021). Solar energy in the United States: Development, challenges and future prospects. *Energies*, *14*(23), 8142.
8. الياسري، احمد جاسم، بخيت، حيدر نعمة، وعلي، رائد صياد. (2021). *اقتصاديات الطاقة* (الطبعة الأولى). العراق: مطبعة النبراس.
9. Manwell, J. F., McGowan, J. G., & Rogers, A. L. (2010). *Wind energy explained: theory, design and application*. John Wiley & Sons.

10. Ramanujam, P. K., Parameswaran, B., Bharathiraja, B., & Magesh, A. (Eds.). (2023). *Bioenergy: Impacts on Environment and Economy*. Springer Nature.
11. Geothermal gradient - Energy Education. (n.d.). https://energyeducation.ca/ encyclopedia/ Geothermal_gradient
12. Naji, A. S., Enawi, H. H., & Mahmood, A. A. A. (2023). Renewable Energy Resources in Iraq: A Review. Journal of University of Babylon for Engineering Sciences, 31(4), 1-14.
13. Scotland, H. (2013). Alba Aosmhor,,Historical environmental guidelines for Wave and tidal energy.
14. Puga, A. (Ed.). (2023). Photocatalytic Hydrogen Production for Sustainable Energy. John Wiley & Sons.
15. Ministry of Electricity. (2022). MOE. Retrieved June 1, 2024, from https://moelc.gov.iq/?page=2464.
16. Bashaer, M., Abdullah, O. I., & Al, T. A. I. (2020). Investigation and analysis of wind turbines optimal locations and performance in Iraq. FME Transactions, 48(1), 155-163.
17. Kibaroglu A. (2014). Politics of hydropower development in the Euphrates Tigris basin, International conference: Sustainability in the water-energy-food nexus, Bonn, Germany.
18. هاري ،استبانيان، مراجعة الخطيب،لؤي . (تشرين الأول 2022)، خارطة طريق استراتيجية نحو تحويل الطاقة في العراق، مركز البيان للدراسات والتخطيط، العراق.
19. Iraqi Economists Network (2023), Iraq Construction Industry Report 2023, September .
20. بخيت ، حيدر نعمة. (أيلول 2023) ، اتجاهات النمو الديموغرافي في العراق والتداعيات الاقتصادية، مركز البيان للدراسات والتخطيط.
21. Migration. (2022). Environment, And Climate Change In Iraq ,International Organization for Migration, Iraq.
22. Desai, B. H. (2019). United Nations Environment Programme (UNEP). *Yearbook of International Environmental Law*, *31*(1), 319-325.
23. IOM .(2022). The Impact Of Climate Change On The Environment In Idp And Returnee Locations, Iraq.
24. Lagakos, T. A. M. K. D., & VanVuren, M. (2021). Macroeconomic Effects of COVID-19 Across the World Income Distribution.
25. Greenhouse *gas emissions*. (2024, March 19). Our World in Data. https://ourworldindata.org/grapher/total-ghg-emissions?region=Asia
26. Duchaeva, R., & Magomadov, S. (2023). Current Environmental Problems and their Solutions with the Help of New Technologies. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 63, p. 07012). EDP Sciences.
27. Dincer, I. (2000). Renewable energy and sustainable development: a crucial review. Renewable and sustainable energy reviews, 4(2), 157-175.
28. Panwar, N. L., Kaushik, S. C., & Kothari, S. (2011). Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. Renewable and sustainable energy reviews, 15(3), 1513-1524.
29. Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Seyboth, K., Kadner, S., Zwickel, T., ... & Matschoss, P. (Eds.). (2012). Renewable energy sources and climate change mitigation: Special report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press.
30. Population Pyramids of the World from 1950 to 2100. (n.d.). PopulationPyramid.net. https://www.populationpyramid.net/iraq/2050/