

الاتجاهات المستقبلية للطاقات المتجددة على مستوى العالم- التنبؤ باستخدام نموذج ARIMA-

Future Trends of Renewable Energy on a Global Scale - Forecasting Using the ARIMA Model-

ريان سواكر^{1*} ، ليلي الفتني²

¹جامعة محمد خيضر بسكرة (الجزائر)، rayene.souaker@univ-biskra.dz

²جامعة محمد خيضر بسكرة (الجزائر)، lila.elfetni@univ-biskra.dz

تاريخ الإرسال: 2024-11-02	تاريخ القبول: 2024-12-11
ملخص تهدف هذه الدراسة إلى تحليل الاتجاهات المستقبلية للطاقات المتجددة على مستوى العالم خلال الفترة الممتدة من سنة 2000 إلى 2022 و قد تم تدعيم الدراسة بنموذج التنبؤ ARIMA بأفاق مستقبلية حتى سنة 2030 و التي تعبر عن الأجندة العالمية و أهدافها المنشودة في إطار مساعيها لمكافحة التغيرات المناخية و دعم التحول نحو الطاقات المتجددة. توصلت الدراسة حسب النموذج الأنسب و المختار و الذي تم فيه استخدام سلاسل زمنية لإجمالي للطاقة المتجددة المولدة فعلياً كمتغير معبر عن تطور الطاقات المتجددة عالمياً إلى أن الاتجاهات المستقبلية و أفاق هذا البديل الطاقوي ستستمر في الزيادة و النمو لاكن في المقابل هذا النمو بالنسب الحالية و المتوقعة إذا بقي بنفس الوتيرة فلن يحقق أهداف سنة 2030 و يحتاج لمضاعفة الإنتاجية لبلوغها. الكلمات المفتاحية: الطاقات المتجددة؛ الاستدامة؛ التنبؤ؛ الانبعاث الكربونية. تصنيفات JEL: C53، Q56، Q27، Q47.	Abstract This study aims to analyze the future trends of global renewable energies over the period from 2000 to 2022. The study is supported by an ARIMA forecasting model with future projections extending to 2030, reflecting the global agenda and its desired goals in the context of efforts to face climate change and promote the transition to renewable energies. The study, based on the most suitable and selected model using time series data for the total amount of renewable energy generation as a variable representing the global development of renewable energies, we concluded that future trends and the prospects for this energy alternative will continue to grow. However, this growth, at the current and expected rates, will not achieve the 2030 targets unless productivity is doubled to reach them. Keywords: Renewable Energy; Sustainability; Forecasting; Carbon Emissions. JEL Classification Codes: Q47, Q27, Q56, C53

*المؤلف المرسل

يواجه العالم تحديات بيئية تزيد من ضغوط ضرورة إيجاد الحلول المناسبة للتخفيف منها، حيث أصبحت الطاقات المتجددة من أهم البدائل التي استطاعت أن تعطي إشارة أن هناك ما يمكن أن يساعد في وضع خطة تحول بحلول عملية خاصة في ظل التزايد الكبير و المستمر في الانبعاثات الكربونية، فميزة تنوع تكنولوجياها و مصادرها الطبيعية التي تتجدد بشكل مستمر رفعت من طموح الانتقال الطاقوي وتوفير الحلول المستدامة. في المقابل ظهرت تحديات نموها و مستقبلها كبديل إذ أن التوجه العالمي الحالي بأهدافه الموضوعة في مختلف المؤتمرات و الاتفاقيات قد يكون أعطى رؤية واضحة للسير نحو الاستدامة بحلول 2030 و لكن الواقع بالأرقام الحالية المحققة يمكن أن يعطي علامة بأنه ربما يتأخر العالم في تحقيق هذه الرؤية.

و على ضوء ما سبق و من خلال التقارير العالمية لابد من مناقشة الاتجاهات المستقبلية و الأفاق للبدائل الطاقوية و هذا من خلال التنبؤ و الذي من شأنه أن يعطي معالم و استشراف لمستقبلها، فمن جهة يمكن من التعامل مع المستقبل و إعطاء الحلول المناسبة لمختلف السيناريوهات و من جهة أخرى ما إذا كان التوجه العالمي يسير مع أهدافه الموضوعة، و هو ما سنتناوله في هذه الدراسة من خلال استخدام نموذج التنبؤ ARIMA.

الإشكالية:

كيف يمكن استخدام نموذج ARIMA للتنبؤ بالاتجاهات المستقبلية للطاقة المتجددة على نطاق عالمي بدقة؟ وما إذا كانت هذه التنبؤات تتفق مع توجه السياسات والقرارات و الرؤية العالمية بحلول عام 2030؟

الفرضية:

يمكن لنموذج ARIMA أن يوفر تنبؤات مقبولة لاتجاهات النمو المستقبلية للطاقة المتجددة على مستوى العالم ، ومن المتوقع أن تماشى هذه التنبؤات مع السياسات والقرارات العالمية الحالية، لكن لتحقيق

أهداف الاستدامة بحلول عام 2030، قد يكون من الضروري تعزيز الجهود وتسريع وتيرة التحول نحو مصادر الطاقة المتجدد.

منهجية الدراسة

اعتمدت الدراسة على المنهج والوصفي التحليلي من خلال الرجوع إلى مجموعة من الأدبيات لتقديم خلفية نظرية عن الطاقات المتجددة وكذلك تحليل مختلف البيانات التي تدعم هدف الدراسة و محتواها و التي تخص واقع العالم في الطاقة الكهربائية المولدة وتم أيضا اعتماد نموذج التنبؤ ARIMA بمجموعة من الاختبارات القياسية و الإحصائية للوقوف على مستقبل الطاقات المتجددة من خلال بيانات السلسلة الزمنية التي تخص الفترة 2000-2022 و التي سنعتمد عليها و ستعطي نتائج التنبؤ من 2023-2030.

أهداف الدراسة

- تهدف هذه الدراسة إلى الوصول و التعرف على مجموعة من العناصر المهمة في جانب الطاقات المتجددة و اتجاهاتها و آفاقها المستقبلية عالميا.
- التعرف على مختلف التكنولوجيات الخاصة بالمصادر النظيفة و المتجددة للطاقة .
- تحليل واقع نمو المصادر الطاقوية النظيفة و كذلك تحليل القدرة المركبة للطاقات المتجددة (القدرة الإنتاجية لمحطات التوليد) و التي تمثل الطاقة الفعلية المولدة.
- تقييم الرؤية العالمية و أهدافها بحلول 2030 من خلال التأكيد عليها و تحليلها وفق نموذج التنبؤ ARIMA و الذي يمكن من معرفة إلى أي مدى يستطيع العالم تحقيق مساراته نحو الاستدامة.

الدراسات السابقة

تزايد الاهتمام مؤخراً بمستقبل الطاقات المتجددة و تطورها و ما إذا كان تزايدها و تطورها يعطي رؤية استشرافية بمستقبل أفضل من الطاقات التقليدية و يسمح بدمجها كبديل بنسب مرضية و تحقق الأهداف و يظهر ذلك في العديد من الدراسات

■ دراسة (دين و زرواط، 2019) حيث ركزت الدراسة على التنبؤ بالطاقة الكهربائية المنتجة من الطاقة الشمسية في الجزائر و اعتمدت في منهجيتها على أسلوب التنبؤ بواسطة تقنية و نموذج بوكس جينكينز Box-Jenkins مستخدمة سلسلة زمنية خلال فترة بدأت من جانفي 2015 إلى ديسمبر 2017 و استهدفت فترة التنبؤ من جانفي 2017 إلى جوان 2018 حيث خلصت الدراسة إلى أن القيم التنبؤية قريبة جدا من الحقيقية و هو ما أكد على النتيجة الأساسية للدراسة التي تحلل مدى استقرار سلاسل كمية الكهرباء المنتجة من الطاقة الشمسية في الجزائر و تناسبها مع المتنبأ بها و عليه فان العوامل المؤثرة على تزايد الكمية المنتجة عبر الزمن تؤثر على الكميات التي يتوقع إنتاجها في المستقبل خاصة و أن تدخل العامل الموسمي عنصر أساسي يثبت ذلك و هذا وفقا لما ورد من خلال المقال.

■ دراسة (دردور، 2021) حيث اهتمت الدراسة بالتنبؤ بالاستثمار في الطاقة المتجددة و النفائات القابلة للاحتراق في الجزائر من خلال سلسلة زمنية خلال الفترة 1971-2014 و التنبؤ بمستقبلها في افاق 2024 بواسطة نموذج بوكس جينكينز Box-Jenkins من اجل الوصول إلى تطور هذا الاستثمار ضمن السلسلة المتنبأ بها أين توصلت إلى أن هناك توقع بانخفاض تلك الاستثمارات بقيمة مقدرة بـ 350 مليون كغم مكافئ نفطي في حدود سنة 2024.

■ دراسة (سطاح و بن رمضان، 2024) حيث ركزت هذه الدراسة على التنبؤ بآفاق إنتاج الطاقة الشمسية بين الفترة الممتدة من 2022 إلى 2030 بواسطة سلسلة زمنية خلال الفترة 2006

إلى 2021 من خلال نموذج بوكس جينكينز Box-Jenkins للتنبؤ و تحديد و توقع الوتيرة التي يمكن الممكن تحقيقها في إنتاج الطاقة الشمسية في المستقبل و خلصت الدراسة إلى أن القيم التنبؤية الممكن إنتاجها من الطاقة الشمسية مستقبلا هي قيم متزايدة و بشكل مستمر وهذا ما يمن من مواكبة الطلب المتزايد من مختلف القطاعات.

■ دراسة (Reichert, Souza, & Mezzomo, 2022) هدفت هذه الدراسة إلى التحقق بواسطة نموذج ARIMA ما إذا كانت مصادر الطاقة المتجددة تقدم أداء جيد في توقع توليد الكهرباء من الطاقة الحيوية و الطاقة الكهرومائية و طاقة الرياح خلال الأشهر الأولى من جائحة COVID-19 في البرازيل حي كان أفضل نموذج لهذه الدراسة باعتبارها تأخذ ب ثلاث متغيرات تعبر عن توليد الطاقة المتجددة في البرازيل هو SARIMA حيث توصلت نتائج النموذج إلى التعرف على التغيرات الموسمية لعدم استقرار المناخ كفترات الجفاف و بناء على ذلك اقترحت الدراسة إلى تعويض التقلبات الموسمية لأكبر مصادر التوليد بمصادر أخرى و مضاعفة الجهود لجعل مصادر الكهرباء في البرازيل أكثر استدامة.

الجانب النظري للدراسة

1.3 مفهوم الطاقات المتجددة

الطاقة المتجددة هي طاقة ناتجة من مصادر طبيعية تتجدد بمعدل يفوق ما يتم استهلاكه. كأشعة الشمس والرياح على سبيل المثال، فهي من المصادر التي تتجدد باستمرار. بحيث تكون الوفرة أساس لهذه المصادر وموجودة في كل مكان حولنا.

بالمقابل، الوقود الأحفوري (الفحم والنفط والغاز) من الموارد غير المتجددة التي يستغرق تشكيلها مئات الملايين من السنين. ويتسبب الوقود الاحفوري، عند حرقه لإنتاج الطاقة، في انبعاثات ضارة من غازات الدفيئة، مثل ثاني أكسيد الكربون.

أما الانبعاثات الناجمة عن توليد الطاقة المتجددة، فهي أقل بكثير من تلك الناجمة عن حرق الوقود الاحفوري. ولهذا يعد التحول من الوقود الاحفوري، الذي يمثل حاليًا حصة الأسد من الانبعاثات، إلى الطاقة المتجددة أمرًا أساسيًا لمعالجة أزمة المناخ.

الطاقة المتجددة حاليًا أقل تكلفة في معظم البلدان، وهي تخلق وظائف أكثر بثلاث مرات من الوقود الاحفوري (هيئة الامم المتحدة).

تعريف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC : الطاقة المتجددة هي كل طاقة يكون مصدرها شمسي، جيوفيزيائي أو بيولوجي والتي تتجدد في الطبيعة بوتيرة معادلة أو أكبر من نسب استعمالها وتتولد من التيارات المتتالية والمتواصلة في الطبيعة كطاقة الكتلة الحيوية والطاقة الشمسية وطاقة باطن الأرض، حركة المياه، طاقة المد والجزر في المحيطات وطاقة الرياح، وتوجد العديد من الآليات التي تسمح بتحويل هذه المصادر إلى طاقات أولية كالحرارة والطاقة الكهربائية وإلى طاقة حركية باستخدام تكنولوجيات متعددة تسمح بتوفير خدمات الطاقة من وقود وكهرباء (طه، موسى، ابوزيد، عبد العليم، و فتحي، 2018).

فمن خلال التعاريف السابقة حول الطاقات المتجددة نجد أنها جميعا اتفقت على مجموعة من الخصائص التي تحدد لنا ماهية الطاقة المتجددة و التي ندرجها كالآتي :

أن الطاقة المتجددة هي طاقة مصدرها الطبيعة و ما يميزها هي خاصية عدم الثبات من حيث الكمية و تواجدها و الذي يكون بنسبة اكبر من استعمالاتها مما يعطيها صفة الدورية و كذلك يحقق معادلة مهمة من حيث تحقيقها للأغراض و الاستعمالات كطاقة مع توفرها بشكل يسمح بتحقيق الاستدامة و مراعاة الأجيال الأخرى.

بالإضافة إلى هذا فان الطاقات المتجددة متعددة الأشكال مما يعطيها ميزة التنوع و الذي يسمح باستعمال تقنيات و تكنولوجيا تحويلها و استعمالها في أشكال كثيرة مما يزيد من نطاق استعمالها و دمجها كطاقة بديلة.

تعتبر الطاقات المتجددة من الطاقات التي ارتبطت بالبيئة و المحيط من الجانب الايجابي حيث تعتبر من الطاقات النظيفة Clean Energy و الصديقة للبيئة بتلوث و انبعاثات اقل مقارنة بالطاقات التقليدية .

3.2 أنواع و مصادر الطاقات المتجددة

■ الطاقة الشمسية: solar energy

هي طاقة مصدرها الشمس حيث يتم تحويلها إلى طاقة حرارية أو كهربائية حيث تعتبر الطاقة الشمسية اغني و أنظف مصدر للطاقة المتجددة المتاحة كما أن تقنيات الطاقة الشمسية يمكن أن تستغل في مجموعة متنوعة من الاستخدامات بما في ذلك توليد الكهرباء توفير الإضاءة أو بيئة داخلية مريحة و تسخين المياه للاستخدام المنزلي أو التجاري أو الصناعي (Solar Energy Andustries Association) ، كما يمكن مكن استخدام الطاقة الشمسية لإنتاج وقود شمسي مثل الهيدروجين .

تكنولوجيا الطاقة الشمسية ليست جديدة تاريخها يمتد من القرن السابع قبل الميلاد حتى اليوم بدأ الإنسان بتجميع حرارة الشمس باستخدام الزجاج والمرآيا لإشعال النار. واليوم لدينا كل شيء من المباني التي تعمل بالطاقة الشمسية إلى السيارات التي تعمل بالطاقة الشمسية(us department of energy) .

■ طاقة الرياح:

تعتبر طاقة الرياح من الطاقات المتجدد التي تستخدم الرياح لإنتاج الكهرباء من خلال تحويل الطاقة الحركية للهواء في حركة إلى كهرباء. في الأجهزة الحديثة لتوليد الكهرباء من الرياح، تدور الرياح أشعة الدوران، التي تحول الطاقة الحركية إلى طاقة دورانية. يتم نقل هذه الطاقة الدورانية عبر عمود إلى المولد، مما ينتج عنه توليد الطاقة الكهربائية (International Renewable Energy Agency) و تتم هذه الميكانيزمات التي تنتج هذه الطاقة من حركة الرياح من خلال تكنولوجيا طاقة الرياح و التي تدعى التربينات باختلاف أنواعها و أشكالها حيث تتميز بأنها جهاز يحول القوة في الرياح إلى كهرباء. وهذا على عكس

"الطاحونة الهوائية"، التي هي جهاز يحول قوة الرياح إلى قوة ميكانيكية (MANWELL, MCGOWAN, & ROGERS, 2009, p. 02).

■ الطاقة الكهرومائية:

يعتمد هذا النوع من الطاقة على طاقة المياه المتحركة من أماكن عالية إلى منخفضة لتوليد الكهرباء أساساً و تشمل مشاريع الطاقة الكهرومائية مشاريع السدود مع الخزانات و مشاريع التدفق الطبيعي للأشجار حيث تغطي هذه الطاقة فئة عريضة من المشاريع متفاوتة الحجم و هذا التنوع يمنح لها القدرة على الوفاء بمختلف الاحتياجات (SOKONA, MADRUGA, & EDENHOFER, 2012, p. 08) إضافة إلى هذا فإنها تعتمد أيضاً على مجموعة واسعة من التقنيات أو شهدت تقدماً كبيراً في السنوات الأخيرة، بما في ذلك طاقة أمواج المحيط والمد والجزرة المبنية أيضاً على استغلال قوة تدفق المياه وعادةً ما يتم ربط هذا النوع من الطاقة بالسدود و التي تعتبر من المشاريع التقليدية في هذا الجانب (National Hydropower Association).

■ طاقة الكتلة الحيوية Biomass

مصدر متجدد للطاقة بالاستعانة بالوقود الحيوي بأنواعه المختلفة مثل الميثين (الغاز الحيوي) المتولد عن مياه الصرف ومخلفات المواد العضوية من المزارع والمصانع والمنازل. وتتضمن أنواع الوقود الحيوي الأخرى الأشجار التي تنمو فيما يطلق عليه غابات الطاقة، أو غيرها من النباتات التي تزرع من أجل كمونها الطاقى وتعتمد طاقة الكتلة الحيوية على الاحتراق ومن ثم تولد ثاني أكسيد الكربون، ولذلك فإن استخدامها لا يخفف من تأثير الاحتباس الحراري (GEneral Multilingual Environmental Thesaurus).

من خلال المفهوم السابق الذي يبين ما يشير إليه محتوى طاقة الكتلة الحيوية كطاقة متجددة على أنها التقنية التي تستعمل المواد العضوية و التي مصدرها المخلفات التي يمكن تحويلها إلى طاقة، حيث يمكننا

الاستفادة منها من مصادر متعددة سواء الزراعية أو الحيوانية أو مخلفات الإنسان التي تضر بالبيئة وتمثل عبئا اقتصاديا وبيئياً عند التخلص منها، وخاصة إذا كان التخلص منها يتم بصورة غير آمنة للبيئة، إن استخدام الكتلة الحيوية في إنتاج طاقة تعتبر طريقة مثلى للتخلص من المخلفات بدون إحداث ملوثات للبيئة نتيجة تراكم تلك المخلفات وفي نفس الوقت فهي تساهم في حل أزمة الطاقة، في حين استخدام المحاصيل الغذائية خاصة من الذرة والقمح وفول الصويا في إنتاج الوقود الحيوي يثير مشاكل أخلاقية وعلمية كثيرة منها تغيير استخدامات الأراضي الزراعية وتحويل الحقول الزراعية المنتجة للمحاصيل الغذائية إلى مناجم كبيرة لإنتاج محاصيل الطاقة (مندور، ابو اليزيد، و عبد العال، 2018، الصفحات 372-373).

■ الطاقة الجوفية حرارة باطن الأرض

تعتبر الطاقة الحرارية الأرضية من مصادر الطاقة المتجددة القليلة القادرة على إنتاج الكهرباء على نحو مطرد على مدى 24 ساعة يومياً. وفي ظل الظروف المناسبة، يمكنها أن تكون تنافسية من حيث التكلفة مع الفحم أو الغاز الطبيعي، مما يعني قدرة البلدان على تقليل اعتمادها على واردات الوقود وزيادة أمنها على صعيد الطاقة. وبإمكان الطاقة الحرارية الأرضية أيضاً باعتبارها مصدراً أنظف لإنتاج الكهرباء، أن تلعب دوراً رئيسياً في تخليص قطاع توليد الكهرباء من الكربون (البنك الدولي، 2017).

تصنف الحرارة الجوفية على إنها متجددة من قبل وكالة حماية البيئة الأمريكية EPA حيث تمتد لعقود وربما لقرون. والحرارة الجوفية هي طاقات حرارية دفيئة في أعماق الأرض موجودة بشكل مخزون من المياه الساخنة أو البخار والصخور الحارة، إلا أن الحرارة المستغلة حالياً عن طريق الوسائل التقنية المتوافرة هي المياه الساخنة والبخار و الصخور الحارة ، إلى أن حقول الصخور الحارة مازالت قيد الدراسة والبحث والتطوير . وتستغل هذه الطاقات لتوليد الكهرباء ، والتدفئة المركزية ، والأغراض الطبية والسياحية ومن أكثر البلدان استخداماً لهذه الطاقة نيكارجوا والفلبين وكينيا وأيسلندا (عبد الوهاب، 2017، الصفحات 497-498).

■ الهيدروجين الأخضر

خلال العشرين عامًا الماضية، تم تكريس جهود متزايدة لتطوير تقنيات الهيدروجين الأخضر الذي يتم إنتاجه عندما يتم تقسيم الماء إلى مكوناته، أي إلى الهيدروجين والأكسجين، دون أن يؤدي ذلك إلى انبعاثات الكربون. يتم تحقيق هذا التقسيم النظيف عندما تستمد الطاقة اللازمة لتقسيم الماء من مصادر الطاقة خالية من الكربون يتم استخدام عدة عمليات لإنتاج الهيدروجين الأخضر، بما في ذلك عملية التحليل الكهربائي، واستخدام حرارة عالية من مصادر الطاقة الشمسية الحرارية، واستخدام الإشعاع الشمسي المباشر في عملية تعرف بالتفكك الضوئي (Detlof, 2021, p. 14).

التطور العالمي للطاقات المتجددة

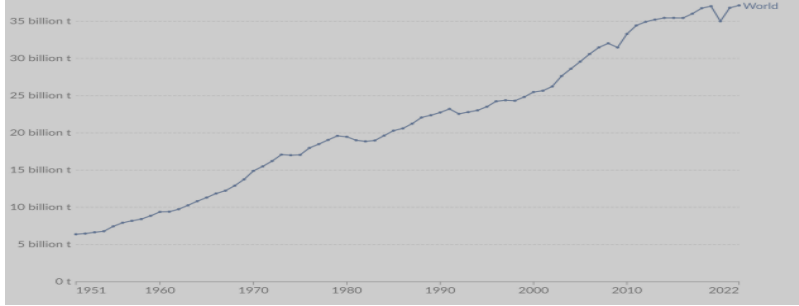
1.4 التوجه العالمي نحو الطاقات المتجددة

تعتبر الطاقات المتجدد من الخيارات المناسبة لسوق الطاقة في المستقبل، سواء كوسيلة لتخزين الطاقة، أو كناقل للطاقة، أو كوقود للنقل والصناعة وتطبيقات أخرى حيث أصبحت الطاقات التقليدية مع تطور و تقدم الصناعات تشكل أكبر تحديات التي تواجه العالم لما تخلقه من عدم توازن خاصة في جانب التغيرات المناخية جراء الانبعاثات الكربونية من الوقود الاحفوري.

الانبعاثات الكربونية الناتجة عن مخرجات الصناعة و الوقود الاحفوري في العالم تتزايد بشكل واضح و كبير مشكلة قمم متفاوتة حيث شكلت أول قمة تاريخية سنة 1950 تقدر بـ 6 مليار طن من ثاني أكسيد الكربون ووصلت بحلول 1990 إلى أربع مرات سنة 1950 حيث بلغت أكثر من 20 مليار طن وواصلت هذه الانبعاثات نموها السريع و كسر القمم التي وصلتها سابقا لتصل إلى ما يقارب 35 مليار طن بحلول سنة 2022 و برغم من هذه الأرقام التي تشير إلى خطورة الزيادات من جانب و من جانب آخر فان تباطؤ نموها خلال السنوات الأخيرة لا يعطي رؤية واضحة حول التغيرات المراد تفعيلها و انه حسب

مختلف التقارير هناك إشارة إلى انه لا تزال تلك الانبعاثات لم تبلغ ذروتها (Ritchie & Roser, 2024).

الشكل 01: التطور العالمي الانبعاثات الكربونية من الوقود الاحفوري و الصناعات



source:our world in data according to Global Carbon Budget data, 2023.

في إطار الجهود الدولية المبذولة للتخفيف من الانبعاثات الكربونية و تفعيل دور مصادر الطاقات المتجددة من اجل تحقيق تلك الجهود على ارض الواقع لمواجهة تغير المناخ فقد كثفت المساعي للعمل على الأهداف المسطرة في أجندتها و هذا ما ظهر بوضوح في آخر مؤتمرات الأمم المتحدة للمناخ "مؤتمر الأطراف COP28" و الذي وضع خطة عمل و أهداف محددة و واضحة للعمل عليها بحلول سنة 2030 كأفاق مستقبلية و التي تتفق و تشكل جزءاً أساسياً من الإجراءات الدولية في التصدي لتغير المناخ وفق ما تضمنه اتفاق باريس و التي ندرج أهمها كالآتي: (مؤتمر الاطراف 28 الامارات العربية المتحدة، 2023).

- خفض 22 جيغا طن من انبعاثات الغازات الدفينة بحلول 2030 أو قبل ذلك.
- تسريع تحقيق انتقال منظم و مسؤول و مستدام و عادل و منطقي في قطاع الطاقة بحيث تحقق النمو السريع للطاقة المتجددة منخفضة التكلفة و الابتكارات منخفضة الانبعاثات في مقابل ذلك مواجهة المخاوف المتعلقة بضمان الأمن الطاقوي وارتفاع الطلب على الوقود التقليدي.
- تطوير آليات التمويل المناخي.

نصت الوثيقة الختامية لمؤتمر المناخ cop28 على مجموعة من الأهداف بحلول 2030 و

2050 والتي أبرزت بوضوح توجهات العالم في هذا الصدد ندرجها كالآتي:

- تخفيض الانبعاثات العالمية من غازات الدفيئة بنسبة 43٪ بحلول عام 2030 و 60٪ بحلول عام 2035 مقارنة بمستويات 2019، وتحقيق صافي صفر من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون عالميًا بحلول عام 2050.
- حذرت من أن كوكب الأرض يتجه نحو ارتفاع في درجات الحرارة يتجاوز 3 درجات مئوية، وهو ما يزيد عن الحد المستهدف في اتفاق باريس البالغ 1.5 درجة.
- تفعيل صندوق "الخسائر والأضرار" الذي تم إنشاؤه قبل عام فقط، وتم تأمين تعهدات تصل إلى 750 مليون دولار.

وفي النهاية، نصت الوثيقة الختامية على عدد من الالتزامات الرئيسية في مجال الطاقة:

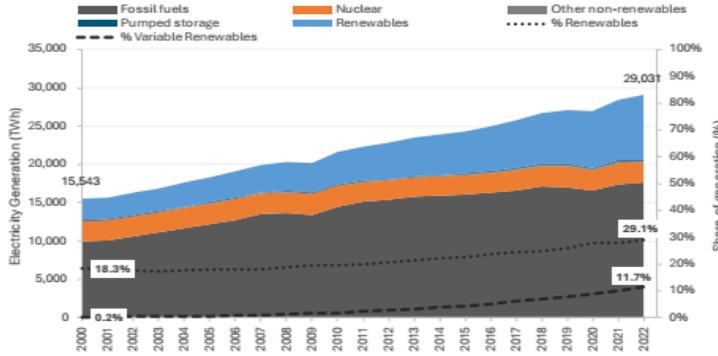
- مضاعفة قدرة الطاقة المتجددة ثلاث مرات عالميًا وتحسين كفاءة الطاقة بمعدل سنوي مضاعف بحلول عام 2030.
- تسريع الجهود نحو التخلص التدريجي من الفحم غير المراقب.
- التحول إلى نظم طاقة صافية صفرية تستخدم الوقود منخفض الكربون بحلول منتصف القرن.
- تقليل الانبعاثات غير الكربونية، خاصة انبعاثات الميثان بحلول عام 2030.
- التخلص التدريجي من دعم الوقود الأحفوري غير الفعال، والذي لا يعالج فقر الطاقة أو الانتقال العادل (IETA, 2023).

2.4 تحليل التطور العالمي للطاقات المتجددة

- إنتاج الكهرباء حسب مصدر الطاقة: شكلت مصادر الطاقة المتجددة 29.1٪ من إنتاج الكهرباء عالميًا في عام 2022، بإجمالي 8,440 تيراواط/ساعة. وشكلت بقية النسبة (70.9٪) والتي

تعاود 20,591 تيراواط/ساعة مصادر الطاقة الأحفورية، الطاقة النووية، وغيرها من المصادر غير المتجددة ما رفع إجمالي إنتاج الكهرباء من جميع المصادر إلى 29,031 تيراواط/ساعة في عام 2022.

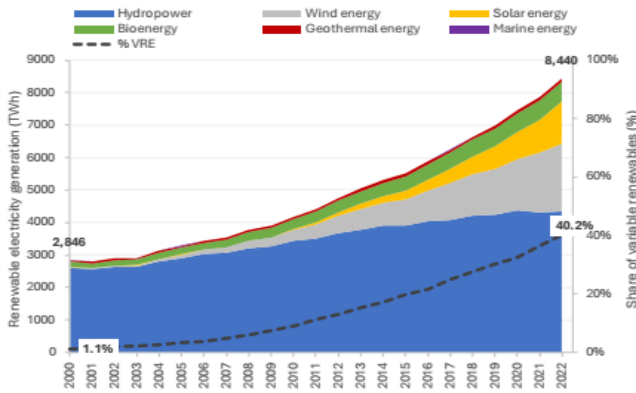
الشكل 02: نسب إنتاج الكهرباء من الوقود الأحفوري مقارنة بالمصادر المتجددة



Source: International Renewable Energy Agency(IRENA), 2024.

ازداد إجمالي توليد الكهرباء بنسبة 2.4% سنوياً منذ عام 2011. ساهمت مصادر الطاقة المتجددة بمعدل نمو 6.1%، بينما سجلت المصادر غير المتجددة معدل نمو بنسبة 1.3%. وفي عام 2022 وحده، ازداد توليد الكهرباء من مصادر متجددة بنسبة 7.2% مقارنة بعام 2021. ومع ذلك، شهدت العقود الماضية معدلات نمو سنوية مماثلة أو أكبر. منذ عام 2010، قادت الطاقة الشمسية وطاقة الرياح (المصادر المتجددة المتغيرة) أكبر نمو في الطاقة المتجددة، حيث بلغت حصتها 11.7% من مزيج الكهرباء العالمي في عام 2022 بنمو 18.2% عن عام 2021.

الشكل 03: الكهرباء المولدة من المصادر المتجددة renewable electricity generation



Source: International Renewable Energy Agency(IRENA), 2024.

خلال العقود الماضية تنوعت مصادر الطاقة المتجددة بشكل ملحوظ في حين يواصل توليد الطاقة الكهرومائية تزويد الجزء الأكبر من الكهرباء في العالم ازدادت حصة المصادر المتجددة باختلافها بشكل مطرد من 1.1% من توليد الطاقة المتجددة في عام 2000 إلى 40.2% في عام 2022.

في عام 2022 ظلت الطاقة الكهرومائية المصدر الأكبر للكهرباء المتجددة، حيث أنتجت 4330 تيراواط ساعة، بزيادة متواضعة قدرها 0.8% عن عام 2021. تلتها طاقة الرياح، التي أنتجت 2098 تيراواط ساعة، بزيادة 14.0% مقارنة بعام 2021. أما الطاقة الشمسية، التي تعتبر أسرع مصادر الطاقة المتجددة نموًا في السنوات الأخيرة، فقد أنتجت 1294 تيراواط ساعة بزيادة سنوية تجاوزت ربع (25.6%). أنتجت الطاقة الحيوية 619 تيراواط ساعة بزيادة قدرها 1.5%، بينما ساهمت الطاقة الحرارية الجوفية بـ 97 تيراواط ساعة، وكانت الطاقة البحرية قريبة من 1 تيراواط ساعة.

5. نموذج التنبؤ ARIMA

1.5 البيانات الخاصة بالسلاسل الزمنية

تم اختيار الطاقة المولدة كمتغير يعبر عن الإجمالي التغيرات في الطاقة المتجددة على مستوى العالم و ذلك بسلسلة زمنية سنوية تبدأ من سنة 2000 حتى سنة 2022 و التي من خلالها سنقوم بالتنبؤ بمستقبل الطاقة المتجددة و اعتمدنا في ذلك على بيانات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة IRENA.

يعتمد التنبؤ بالسلاسل الزمنية على توقع نقاط البيانات المستقبلية بناءً على البيانات الملاحظة خلال فترة تُعرف بفترة التنبؤ. الهدف من التنبؤ بنقاط البيانات هو توفير أساس للتحكم في الإنتاج والتخطيط الإنتاجي وتحسين العمليات الصناعية والتخطيط الاقتصادي. الهدف الرئيسي هو الحصول على أفضل توقع، مما يساهم في تطوير وتحسين نماذج التنبؤ بالسلاسل الزمنية (Al-Chalabi, Al-Douri, & Lundb, 2018).

النماذج التقليدية للتنبؤ بالسلاسل الزمنية، مثل نموذج بوكس-جينكينز أو نموذج المتوسط المتحرك المتكامل ذاتي الانحدار (ARIMA) التحليل الزمني يمكن أن يوفر تنبؤات قصيرة المدى بدقة عالية في حالة توافر كمية كبيرة من البيانات حول المتغيرات المعنية التحليل الزمني أحادي المتغير، تُعد نماذج ARIMA مرنة وشائعة الاستخدام (Granger & Newbold, 1986).

يعتمد نموذج ARMA عموماً على دمج عمليات عملية الانحدار الذاتي (AR) و عملية المتوسط المتحرك (MA).

نموذج ARIMA الذي سنقوم من خلاله بعملية تنبؤ تعرف بثلاثة معلمات، p و d و q ، حيث يمثل p عملية الانحدار الذاتي (AR(p))، و d هو الفروق الضرورية لتحويل السلسلة الزمنية المتنبؤ بها العشوائية إلى سلسلة مستقرة)، و q هي عملية المتوسط المتحرك (MA(q)) (Abonazel & Abd-Elftah, 2019, p. 37).

- يتمثل الجزء الرئيسي من نموذج ARIMA في دمج AR و MA في دالة، كما هو موضح في المعادلة أدناه. يتم تطبيق نموذج (ARIMA (p, d, q) على جميع نقاط البيانات الخاصة ببيانات بمتغير الدراسة.

$$y_t = \mu + \sum_{i=1}^p (\sigma y_{t-i}) + \sum_{i=1}^q (\theta \varepsilon_{t-i}) + \varepsilon_t$$

حيث تشير الرموز إلى ما يلي:

- μ : القيمة المتوسطة لبيانات السلاسل الزمنية؛

- p: عدد تأخيرات الانحدار الذاتي؛

- σ : معاملات الانحدار الذاتي (AR)؛

- q: عدد تأخيرات عملية المتوسط المتحرك؛

- θ : معاملات المتوسط المتحرك (MA)؛

- ε : الشوشرة البيضاء في بيانات السلاسل الزمنية؛

- d: عدد الفروقات المحسوبة لدراسة استقرارية السلسلة الزمنية

- يمكن الحصول على قيمة معلمات (ARIMA (p, d, q) لعملية AR و MA من خلال سلوك دالة الارتباط الذاتي (ACF) ودالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) تساعد هذه الدوال في تقدير المعلمات التي يمكن استخدامها للتنبؤ بالبيانات باستخدام نموذج ARIMA.

2.5 الوصف الإحصائي للسلسلة الزمنية

السلسلة الزمنية محل الدراسة تعبر عن إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقات المتجددة

(Total renewable electricity generation) بالجيجا واط (GWH).

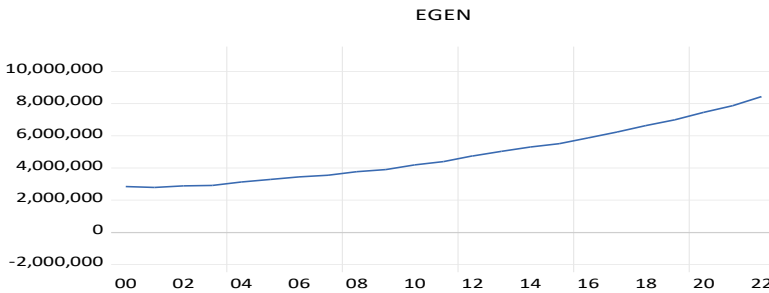
حيث من الملاحظ أن إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقات المتجددة خلال الفترة الممتدة من 2000 إلى 2022 نمت و تراوحت قيمتها بين 2789793 و 8439660 (GWH) بمتوسط مقدار ب 4835058 و انحراف معياري قيمته 1756812.

الجدول 01: الوصف الإحصائي للمتغير محل الدراسة EGEN

VARIABLE	EGEN
Mean	4835058.
Median	4398005.
Maximum	8439660.
Minimum	2789793.
Std. Dev.	1756812.
Skewness	0.568145
Kurtosis	2.109729
Sum	1.11E+08
Sum Sq. Dev.	6.79E+13
Observations	23

المصدر: مخرجات Eviews12

الشكل 04: التمثيل البياني لسلسلة متغير الدراسة



المصدر: مخرجات Eviews12

3.5 اختبار سكون السلسلة

تم إجراء التحليل الأولي للبيانات و من خلال الرسوم البيانية و دراسة استقراريتها عند المستوى و الفرق الأول تبين أن السلسلة الزمنية للمتغير EGEN غير مستقرة أي أنها تحتوي على جذر وحدة .

تم اختبار استقرارية السلسلة عند الفرق الثاني حيث تشير نتائج إلى أن متغير الدراسة مستقر مما يعني أنه لا يحتوي على جذر وحدة بناءً على اختبار ADF.

بما أن t-Statistic تساوي -4.383885 و هي اقل من القيمة الحرجة عند مستوى 5% (-3.690814) بالإضافة إلى أن القيمة الاحتمالية Prob = 0.0142 اقل من 0.05 مما يعطي نتيجة باستقرارية السلسلة محل الدراسة و بالتالي رفض الفرضية الصفرية و ان السلسلة لا تحتوي على جذر وحدة.

الجدول 02: نتائج اختبار ديكي فولر ADF

Null Hypothesis: D(EGEN,2) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.383885	0.0142
Test critical values: 1% level	-4.571559	
5% level	-3.690814	
10% level	-3.286909	

المصدر: مخرجات Eviews12

عند إجراء اختبار استقرارية السلسلة الزمنية للمتغير بواسطة اختبار ديكي فولر تبين أنها تستقر عند الفرق الثاني إذن $d=2$

في المرحلة التي تليها نستخرج المعلمتين q و p لنموذج ARIMA.

بعد تحليل استقرارية السلسلة الزمنية واستخدام الرسوم البيانية لدالة الارتباط الذاتي (ACF) ودالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) لتحديد أي من مكونات الانحدار الذاتي أو المتوسط المتحرك يجب استخدامها في النموذج تم استخراج واختيار نموذج $ARIMA(1, 2, 1)$ الأفضل.

الجدول 03: نتائج نموذج المختار ARIMA

Dependent Variable: EGEN

Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)

Sample: 2000 2022

Included observations: 23

Convergence achieved after 20 iterations

Coefficient covariance computed using outer product of gradients

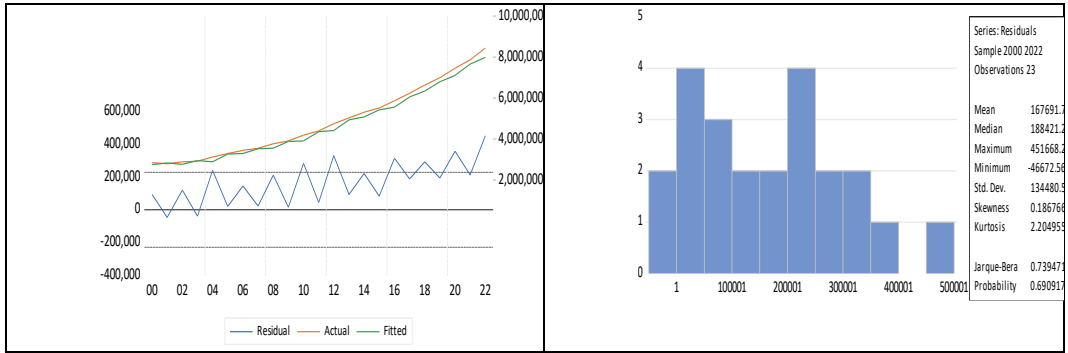
Variable	Coefficient	Std. Error
AR(1)	0.998612	0.003611
MA(1)	0.595640	0.290133
SIGMASQ	4.54E+10	1.88E+10
R-squared	0.984615	Mean dependent var
Adjusted R-squared	0.983077	S.D. dependent var
S.E. of regression	228543.4	Akaike info criterion
Sum squared resid	1.04E+12	Schwarz criterion
Log likelihood	-318.4661	Hannan-Quinn criter.
Durbin-Watson stat	0.769044	

المصدر: مخرجات Eviews12

تمت مقارنة النموذج أعلاه مع نماذج ARIMA أخرى لاختيار النموذج الأفضل للبيانات باستخدام معايير جودة الملاءمة المختلفة MSE و AIC و BIC تم عرض النتائج في الجدول أعلاه، حيث كان النموذج الأفضل هو ARIMA لأنه يحتوي على أقل قيم لمعايير MSE و AIC و BIC. و عليه يمكن كتابة و ترجمة النموذج النهائي $ARIMA(1, 2, 1)$ و الموافق للمعادلة التالية:

$$EGENT=0.998612EGENT-1+0.595640\epsilon_t-1+\epsilon_t$$

الشكل 05: نتائج تقييم النموذج



المصدر: مخرجات Eviews12

وفقاً لمنهج Box-Jenkins، تتضمن اختبارات التشخيص للنموذج فحص توزيعات البواقي ومدى استقرارها يظهر الشكل 05 أن البواقي موزعة بشكل طبيعي لأن قيمة p -value لاختبار Jarque-Bera هي 0.69 أي أنها أكبر من 0.05 كما هو موضح لذلك يمكننا استخدام هذا النموذج للتنبؤ.

يبدو أن الخط التقديري (Fitted) يتبع بشكل جيد الخط الفعلي (Actual)، مما يشير إلى أن النموذج يعكس البيانات بشكل مقبول كما نلاحظ أن الخط التقديري قريب جداً من الخط الفعلي، مما يشير إلى أن النموذج استطاع محاكاة البيانات الفعلية بشكل مناسب.

تذبذب البواقي (Residual) حول الصفر يشير إلى عدم وجود نمط واضح في الأخطاء، مما يعني أن النموذج يعبر عن البيانات بشكل مناسب وقد يكون موثقاً للاستخدام في التوقعات. فهي موزعة بشكل متجانس فوق وتحت الصفر. هذا يعني أن الأخطاء (البواقي) موزعة عشوائياً وليست هناك علاقة ظاهرة أو نمط في البواقي.

4.5 نتائج عملية التنبؤ

الجدول 04: القيم المتنبؤ بها إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقات المتجددة (Total

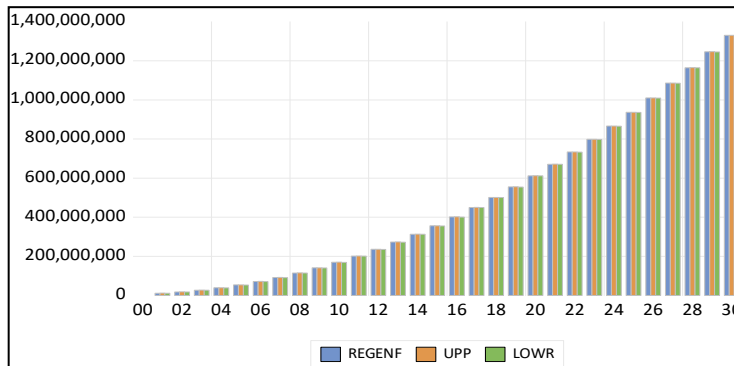
renewable electricity generation)

السنة	القيم المتنبؤ بها REGENF	القيمة اعلى UPPER	القيمة ادنى LOWER
2023	798524695.3484868	798981782.1980931	798067608.4988804
2024	866272006.9931032	866729093.8427096	865814920.1434969
2025	936770198.9537318	937227285.8033382	936313112.1041254
2026	1010015453.68014	1010472540.529746	1009558366.830533
2027	1086003958.919922	1086461045.769529	1085546872.070316
2028	1164731907.71115	1165188994.560757	1164274820.861544
2029	1246195498.375028	1246652585.224634	1245738411.525421
2030	1330390934.508561	1330848021.358168	1329933847.658955

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات Eviews12

الشكل 06: القيم المتنبؤ بها إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقات المتجددة (Total renewable

electricity generation)



بما أن المتغير المتنبؤ به يستقر عند الفرق الثاني فذلك يستوجب إجراء التعديلات المناسبة للوصول إلى التنبؤات للسلسلة الزمنية الأصلية و النتائج في الشكل و الجدول السابق القيم الفعلية للتنبؤ بالسلسلة الأصلية.

بحيث REGENF يمثل قيم الحقيقية المتنبؤ بها للسلسلة الأصلية EGEN.

من الجدول و الشكل السابق للقيم المتنبئ REGENF لإجمالي الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقات المتجددة بما يظهر لنا أنها تتحرك في اتجاهات متزايدة تصل سنة 2030 إلى **1330390934.508561 GWH** و لا تتجاوز قيمتها **866272006.9931032** GWH سنة 2024 و في المجل فان نسب الزيادة و النمو لن تتعدى الـ 10 % و قد تستقر بين 8 و 9 % من سنة إلى أخرى.

إذ أن هذه القيم طبيعية ا و منطقية جدا نظرا لان نمو و دمج استخدام الطاقات المتجددة تواجه مجموعة من التحديات خاصة التقلبات الطبيعية و الظروف الجوية و المناخية مؤخرا كذلك فجوة الاستثمارات في الطاقات المتجددة بالإضافة إلى التوجهات الجيوسياسية و الدينامكية و التسارع الكبير للإحداث في العالم كل هذا قد يزيد من عرقلة نموها و زيادتها بنسب متفاوتة و في المقابل أيضا قد يخلق فرص أخرى لدمجها بنسب كبيرة بدلا من الوقود الاحفوري .

و قد أثبتت التقارير المنشورة من الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (International Renewable Energy Agency, 2024) أن نمو الطاقات المتجددة سواء الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقات المتجددة (**electricity generation**) الفعلية المتوقع إنتاجها أو القدرة المركبة الممكن توليدها (**renewable capacity**) بالمعطيات الحالية أنها لن تتجاوز 10% و هذا ما يتفق تماما مع نتائج النموذج المدروس.

و بالنظر إلى الأهداف التي يطمح العالم بلوغها و التي تم تسطيرها **cop28** و اتفاقية باريس للمناخ بحلول **2030** فان معدلات النمو الحالية ستؤخر من تحقق تلك الأهداف و لن تصل إليها بحلول 2030 ربما تحتاج إلى سنوات أكثر في المقابل يتعين على دول العالم أن تعمل الآن على زيادة قدرتها الإنتاجية للطاقة المتجددة بمعدل لا يقل عن 16.4% سنوياً حتى عام 2030 أي أن تكون أكثر من ضعف النتائج الحالية المحققة.

خاتمة

من خلال هذه الدراسة تم تحليل واقع الطاقات المتجددة و التنبؤ بمستقبل الإنتاج الإجمالي و العالمي بحلول سنة 2030 باستخدام نموذج ARIMA، حيث تشير نتائج التنبؤات إلى أن الطاقات المتجددة ستتمو و ستزيد نسبة مساهمتها مقارنة بالطاقات التقليدية إلا انه و في ظل ما يشهده العالم من تغيرات فان وتيرة النمو ليست كافية لتحقيق الأهداف العالمية الموضوعة بحلول سنة 2030 حيث نبرز أهم النتائج كالآتي:

- تعتبر الطاقات المتجددة من أهم البدائل التي توسع نموها في السنوات الأخيرة لأكثر من 40% منذ سنة 2000 مما أعطى الفرصة لوضعها كبديل مهم و مناسب في الصناعات العالمية بدلا من الوقود الاحفوري.
 - رغم أن الطاقات المتجدد تتنوع و تختلف مصادرها إضافة إلى زيادتها المطردة و اتجاهها الايجابي الموضح في تفاصيل الدراسة إلى أنها تواجه العديد من التحديات التي تعطي إشارة أن نموها لن يكون بالقدر الذي يمكن العالم من وضع حد للارتفاعات الكبيرة في درجة الحرارة التي حددتها اتفاقية باريس للمناخ.
 - أبرزت نتائج التنبؤ بنموذج ARIMA إلى أن الزيادة في نمو الطاقات المتجددة الإجمالي لا يتناسب مع أهداف الأجندة العالمية الموضوعة و التي تسعى لان تصل لثلاث أضعاف القيمة الحالية بحلول 2030.
 - نتائج التنبؤ الخاصة بنموذج الدراسة تتفق إلى حد كبير مع التقارير العالمية و التي تؤيد أن الأفاق المستقبلية بالوتيرة التي أعطتها نتائج التنبؤ لإجمالي الطاقات المتجددة لن تصل إلى الأهداف الموضوعة في مؤتمر الأطراف COP28 و قد تتأخر لتتجاوز سنة 2030 لتحقيقها.
- من خلال ما سبق يمكن إدراج التوصيات التالية:

- تسريع وتوسيع نطاق جهود تطوير مصادر الطاقة المتجددة من خلال تعزيز التعاون بين الحكومات والقطاع الخاص والمنظمات متعددة الأطراف والمجتمع المدني.
- من المهم استغلال التقلبات العالمية و فجوات الإنتاج العالمي للوقود الاحفوري من اجل زيادة قدرة الطاقة المتجدد و دمجها بنسب معقولة تسمح من تحقيق أهداف الاستدامة العالمية بحلول 2030.
- تطبيق سياسات فعالة وتوظيف تمويلات ضخمة في إطار التمويل الأخضر بأسرع وقت ممكن حتى يستطيع العالم تحقيق الأهداف المنشودة.

قائمة المراجع:

- Abonazel, M. R., & Abd-Elftah, A. I. (2019). Forecasting Egyptian GDP Using ARIMA Models. Reports on Economics and Finance , 05 (01), 37.
- Al-Chalabi, H., Al-Douri, Y. K., & Lundb, J. (2018). ADVCOMP 2018 : The Twelfth International Conference on Advanced Engineering Computing and Applications in Sciences. Time Series Forecasting using ARIMA Model A Case Study of Mining Face Drilling Rig (pp. 01-02). IARIA.
- Detlof, O. v. (2021, octobre). Issues, Challenges and Opportunities to Develop Green Hydrogen in Namibia. Issues, Challenges and Opportunities to Develop Green Hydrogen in Namibia , 1, 14. (Konrad-Adenauer-Stiftung, Ed.) Namibia.
- GEneral Multilingual Environmental Thesaurus. (s.d.). طاقة الكتلة الحيوية. Consulté le september 15, 2023, sur GEneral Multilingual Environmental Thesaurus: <https://www.eionet.europa.eu/gemet/ar/concept/885>
- Granger, C., & Newbold, P. (1986). Forecasting Economic Time Series (2 second edition ed.). Academic Press.
- IETA. (2023). COP28 SUMMARY REPORT., (p. 07).
- International Renewable Energy Agency . (s.d.). Wind Energy. Consulté le september 29, 2023, sur International Renewable Energy Agency : <https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Wind-energy>
- International Renewable Energy Agency. (2024, JULY 11). Tripling Renewables by 2030 Requires a Minimum of 16.4% Annual Growth Rate. Retrieved October 24, 2024, from International Renewable Energy Agency: <https://www.irena.org/News/pressreleases/2024/Jul/Tripling-Renewables-by-2030-Requires-a-Minimum-of-16-point-4-pc-Annual-Growth-Rate>

MANWELL, J., MCGOWAN, J., & ROGERS, A. (2009). WIND ENERGY EXPLAINED (2ND EDITION ed.). United Kingdom: WILEY.

National Hydropower Association. (s.d.). All About Hydropowe. Consulté le September 23, 2023, sur National Hydropower Association: <https://www.hydro.org/policy/faq/>

Reichert, B., Souza, A. M., & Mezzomo, M. (2022, november 20). Forecasting electricity generation from renewable source during pandemic. gestão & produção .

Ritchie, H., & Roser, M. (2024). Co2 Emmissions. Our world in Data .

SOKONA, Y., MADRUGA, R. P., & EDENHOFER, O. (2012). RENEWABLE ENERGY SOURCES AND CLIMATE CHANGE MITIGATION. THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE.

Solar Energy Andustries Association. (s.d.). SALAR ENERGY. Consulté le september 22, 2023, sur Solar Energy Andustries Association: <https://www.seia.org/initiatives/about-solar-energy>

us department of energy. (s.d.). The history of solar. Consulté le september 20, 2023, sur Energy Gov: https://www1.eere.energy.gov/solar/pdfs/solar_timeline.pdf

احمد صلاح محمد طه، اسامة حسين موسى، اسلام عبد اللطيف ابوزيد، يمن عبد الرحمان عبد العليم، و محمود عيد فتحي. (18 جويلية، 2018). الطاقة المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة في ضوء التجارب الدولية دراسة حالة "مصر". تاريخ

https://democraticac.de/?p=55341#_ftn1 الاسترداد 03 سبتمبر، 2023، من المركز الديمقراطي العربي:

احمد فؤاد مندور، اسيد السيد ابو الزيد، و اشجان عباس عبد العال. (2018). الاثر البيئي والاقتصادي لاستخدام الكتلة الحيوية كبديل متجدد لمصادر الطاقة المتجددة - دراسة تطبيقية. مجلة العلوم البيئية ، 42 (01)، 373-372.

للتنبؤ بالاستثمار في الطاقات المتجددة و النفايات القابلة Box-Jenkins اسماء دردور. (2021). استخدام نموذج للاحتراق في الجزائر افاق 2024. مجلة دراسات و ابحاث اقتصادية في الطاقات المتجددة ، 08 (01).

البنك الدولي. (01 جانفي، 2017). الطاقة الحرارية الأرضية. تاريخ الاسترداد 25 سبتمبر، 2023، من البنك الدولي: <https://www.albankaldawli.org/ar/results/2017/12/01/geothermal>

مختارية دين، و فاطمة الزهراء زرواط. (2019). التنبؤ بالطاقة الكهربائية المنتجة عن طريق الطاقة الشمسية في الجزائر باستخدام منهجية بوكس جنكينز. المجلة الجزائرية للعلوم و السياسات الاقتصادية ، 10 (01).

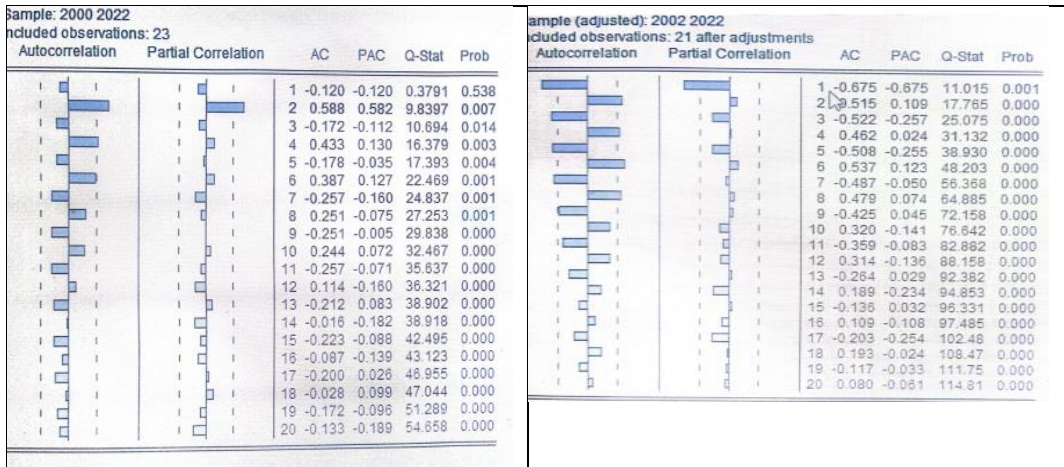
مرفت محمد عبد الوهاب. (2017). الطاقة المتجددة وإمكانية مواجهة تحديات الطاقة التقليدية وتعزيز دور مصر كسوق جاذبة لتجارة الكربون. المجلة العلمية لقطاع كليات التجارة (17)، 497-498.

مصطفى سطات، و انيسة بن رمضان. (2024). تطبيق نماذج بوكس جنكينز للتنبؤ بإنتاج الطاقة الشمسية في الجزائر حتى افاق 2030. مجلة شعاع للدراسات الاقتصادية ، 08 (02).

. تاريخ الاسترداد 21 أكتوبر، 2024، من COP28 مؤتمر الاطراف 28 الامارات العربية المتحدة. (2023). لمحة عامة <https://www.cop28.com/-/media/Project/COP28/files/COP28-Overview-AR.pdf>

هيئة الامم المتحدة. (بلا تاريخ). العمل المناخي. تاريخ الاسترداد 25 اوت، 2023، من الامم المتحدة: <https://www.un.org/ar/climatechange/what-is-renewable-energy>

الشكل 01 الرسوم البيانية لدالة الارتباط الذاتي (ACF) ودالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF)



المصدر: مخرجات Eviews12

Future Trends of Renewable Energy on a Global Scale - Forecasting Using the ARIMA Model-

Rayene Souaker ^{1*}, Lila Elfetni ²

¹Biskra University (Algeria), rayene.souaker@univ-biskra.dz 

² Biskra University (Algeria), lila.elfetni@univ-biskra.dz 

Received: 02-11-2024

Accepted: 11-12-2024

Abstract This study aims to analyze the future trends of global renewable energies over the period from 2000 to 2022. The study is supported by an ARIMA forecasting model with future projections extending to 2030, reflecting the global agenda and its desired goals in the context of efforts to face climate change and promote the transition to renewable energies.

Keywords:

Renewable Energy;
Sustainability;
Forecasting;
Carbon Emissions.

JEL Classification Codes: Q47 ; Q27 ;
Q56; C53

The study, based on the most suitable and selected model using time series data for the total amount of renewable energy generation as a variable representing the global development of renewable energies, we concluded that future trends and the prospects for this energy alternative will continue to grow. However, this growth, at the current and expected rates, will not achieve the 2030 targets unless productivity is doubled to reach them.

* *Auteur correspondant*