عدد خاص

المجلة العلمية للتجارة والتمويل

https://caf.journals.ekb.eg

العلاقة بين موارد الطاقة المتجددة والنمو الاقتصادي دراسة تطبيقية على الاقتصاد المصري

أسامة محمد بدر[a] ، **أدهم محمد السيد البرماوي**[b]

[a] أستاذ ورئيس قسم الاقتصاد والمالية العامة كلية التجارة ، جامعة طنطا، مصر

[b] مدرس الاقتصاد والمالية العامة بالمعهد العالي للإدارة وتكنولوجيا المعلومات ، كفر الشيخ، مصر

تاريخ النشر الالكتروني: ابريل 2024

للتأصيل المرجعي: بدر ، أسامة محمد، البرماوي، أدهم محمد السيد. العلاقة بين موارد الطاقة المتجددة والنمو الاقتصادي دراسة تطبيقية على الاقتصاد المصري، **المجلة العلمية للتجارة والتمويل**، المجلد ٤٤ (عدد خاص). 484:506

المعرف الرقمي: caf.2024.372956/10.21608

للتواصل مع المؤلف: adham.eco@gmail.com

العلاقة بين موارد الطاقة المتجددة والنمو الاقتصادي دراسة تطبيقية على الاقتصاد المصري

أسامة محمد بدر

أستاذ ورئيس قسم الاقتصاد والمالية العامة كلية التجارة ، جامعة طنطا، مصر

أدهم محمد السيد البرماوي

مدرس الاقتصاد والمالية العامة بالمعهد العالي للإدارة وتكنولوجيا المعلومات ، كفر الشيخ، مصر

الملخص

تسعى معظم الدول في تحقيق معدلات نمو اقتصادي مرتفعة ومستدامة لأنه يعتبر الطريق الأساسي لتحقيق استدامة في عملية التنمية، لهذا تدرس هذه الدراسة العلاقة بين الكهرباء المولدة من مصادر الطاقة المتجددة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون على النمو الاقتصادي المصري، وذلك خلال الفترة من 1990 الى 2023، وذلك بالاعتماد على نموذج (ARDL)، توصلت الدراسة الى وجود علاقة إيجابية معنوية بين الكهرباء المولدة من مصادر الطاقة المتجددة والنمو الاقتصادي في الأجلين القصير والطويل، وفي نفس الوقت أثبتت عدم وجود علاقة معنوية بين الطاقة المولدة من الوقود الأحفوري والنمو الاقتصادي، هذا يعني أن التحول من الطاقة المولدة من الوقود الأحفوري الى الطاقة المولدة من مصادر متجددة سيعزز النمو الاقتصادي المصري، لذلك توصي الدراسة بضرورة التحول نحو الاعتماد على الطاقة المولدة من مصادر متجددة، وذلك لتعزيز النمو الاقتصادي المصري. بالإضافة الى ضرورة الحذر عند التوسع في عملية النمو الاقتصادي وجذب الاستثمارات الأجنبية، لان ذلك سيخلق ضغط على مصادر الطاقة المصرية ويزيد من عجز الطاقة.

الكلمات المفتاحية:

الطاقة المتجددة – النمو الاقتصادي – انبعاثات ثاني أكسيد الكربون – التنمية المستدامة – ARDL.

1- 1 المقدمة:

أن النمو المبني على الطاقة له وجهين إيجابي وسلبي، ولكي يتم تحقيق التوازن بين النمو الاقتصادي والتنمية الاقتصادية كهدف طويل الأجل يتطلب هذا خلق توازن بين استخدام الموارد، ولكن بدون استغلال، هذا التوازن يتطلب من الحكومة مراقبة سلوك الأنشطة الاقتصادية وتنظيمها لتحقيق التنمية المستدامة والنمو.

وبالرغم من ذلك، لاتزال الدول النامية تحفز الاستثمار لخلق النمو أولا، وبعد ذلك تأتي التنمية كخطوة ثانية، ويعتبر هذا السبب الأساسي لتأخير عملية التنمية. ومع ذلك لاتزال أيضا الدول النامية تسعى الى زيادة معدلات النمو وتحسين رفاهية شعوبها، حيث يساعدها هذا في تحقيق أهداف طويلة الآجل. أن النمو الاقتصادي بوتيرة متزايدة أمر ضروري لتحسين مستوى المعيشة، ومن ثم فإن تقليص الفجوة الاقتصادية من خلال الإنتاج نظيف الطاقة، يمكن أن ينظر إليه باعتباره هدفا طويل الآجل. ففي هذه الفترة ومع هذه المعدلات المرتفعة المستمرة من النمو السكاني يكون النمو الاقتصادي حاجه ملحة وذلك للحاق ببقية العالم النامي والمتقدم. لهذا فإن زيادة توليد الطاقة أمر ضروري لتلبية النمو السكاني والاقتصادي ودعم تحسينات جودة الحياة.

ومع اعتماد جمهورية مصر العربية (الاستراتيجية المصرية للتنمية المستدامة) رؤية 2030، والتي تهدف في الأساس على تحقيق اقتصاد تنافسي ومتوازن ومتنوع بحلول 2030، وذلك لتأمين التنمية المستدامة وحماية البيئة. اتخذت الحكومة المصرية خطوات نحو اعتماد استراتيجية تنويع مصادر الطاقة مع زيادة تطوير الطاقة المتجددة وتنفيذ كفاءة استخدام الطاقة.

1-2 مشكلة الدراسة:

تعتمد الدراسة بشكل أساسي على العلاقة التبادلية بين النمو الاقتصادي والتنمية المستدامة، حيث تركز هذه الدراسة على مدى قدرة تأثير التحول من استخدام الموارد غير المتجددة الى الموارد المتجددة للطاقة على النمو الاقتصادي المصري، ويمكن صياغة مشكلة الدراسة في التساؤل التالي: هل سيكون لتطبيقات الطاقة المتجددة تأثير على النمو الاقتصادي المصري؟

1-3 فروض الدراسة:

تختبر الدراسة فرض أساسي وهو:

توجد علاقة إيجابية ذات دلالة معنوية بين التحول الى تطبيق الطاقة المتجددة والنمو الاقتصادي.

1-4 حدود الدراسة:

الحدود المكانية: الاقتصاد المصري.

الحدود الزمانية: 1990 الى 2022.

1-5 هيكل الدراسة:

القسم الأول، مراجعة الدراسات الاقتصادية لدور الطاقة المتجددة في النمو الاقتصادي. القسم الثاني، تطور الطاقة المتجددة في مصر. القسم الثالث، النموذج القياسي وذلك من خلال الاعتماد على منهجية ARDL. القسم الرابع: نتائج وتوصيات الدراسة.

2-1 الدراسات السابقة:

تلعب الطاقة المتجددة دورا هاما في التطور الذي تحققه الدول في جميع أنحاء العالم، حيث تزيد من المستوى الاقتصادي والابتكار، فوفقا لدراسة (panwer., et al, 2011) تعمل الطاقة المتجددة على تقليل تكلفة الإنتاج وتوفير العديد من البدائل لمصادر الطاقة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الحرارية الأرضية والطاقة الكهرومائية والهيدروجينية. لهذا أوضحت الدراسة أن الطاقة المتجددة ستلعب دورا حاسما في موارد الطاقة المستقبلية في العالم. في حين قسمت الدراسة مصادر الطاقة الى ثلاث أنواع، الأول: الوقود الأحفوري. الثاني: الموارد المتجددة. الثالث: الموارد النووية.

وفيما يتعلق بالطاقة أوضحت دراسة (Rinkesh, 2020)أن هناك ثلاثة شروط للاستدامة الطاقة، وبالتالي تحقيق التنمية المستدامة، الشرط الأول: إعادة استخدام هذه الأنواع من الطاقة. الشرط الثاني: زيادة التقدم التكنولوجي، وبالتالي زيادة القدرة على تحقيق الزيادة في الموارد. الشرط الثالث: إتاحة هذه الموارد على المدى الطويل. وصنفت أيضا جميع أنواع الطاقة المتجددة سواء كانت طاقة شمسية أو طاقة رياح أو الطاقة المائية على أنها طاقة مستدامة.

وأوضحت دراسة (albanna, 2020) أن الحاجة الى الطاقة المتجددة في جميع أنحاء العالم تتزايد، لأنها توقف التلوث الناجم من مصادر أخرى للطاقة مثل الفحم والوقود الأحفوري. وبالتركيز على الدول النامية ستساعد الطاقة المتجددة في تحسين استدامة إمدادات الطاقة، والحد من استهلاك الوقود العضوي. هذا بالإضافة الى تحسين مستوى المعيشة ومستوى التوظيف، هذا وأنها ستساعد في الاتفاقيات الدولية المبرمة لحماية البيئة في المستقبل وخاصة مع مشاكل مثل الاحتباس الحراري. وأضافت الدراسة أيضا أن التوسع وإنشاء المزيد من محطات الطاقة المتجددة سيساعد في توفير المزيد من فرص العمل خاصة في المناطق الفقيرة.

في حين أوضحت دراسة (shahzed, 2021) أن الطاقة المتجددة تواجه طلب متزايد الآن، وذلك يعود الى أن العرض منها لا ينتهي، بالإضافة الى انه مجال جديد من الأعمال سيهتم به العديد من المستثمرين على الاستثمار فيه. حيث أنه سيكون ضروريا للناس في المستقبل وذلك بعد الانتهاء من الوقود الأحفوري. لذلك ستكون الطاقة المتجددة سوف تستمر وتصبح أرخص بمجرد أن تكون البنية التحتية لها جاهزة.

وعلى جانب أخر أوضحت دراسة (karim .,et al, 2020)انه تاريخيا كانت هناك استخدامات عديدة للطاقة المتجددة، كان منها تحلية المياه والتي تتطلب كميات كبيرة من الطاقة لعملية فصل الأملاح عن مياه البحر، لهذا تعتبر هذه العملية مكلفة للغاية ولا يستطيع سوى عدد قليل جدا من دول الشرق الأوسط تحمل تكاليف هذه العملية. ومن المتوقع أن تزداد إمدادات المياه الناتجة عن تحلية المياه بشكل كبير في السنوات القادمة، مما قد يخلق بعض المشاكل. ترتبط احدى هذه المشاكل بالقدرة على الحصول على مصادر الطاقة اللازمة، بالإضافة الى التلوث الناجم عن استخدام الموارد غير المتجددة كالوقود الأحفوري، حيث أن إنتاج 22 مليون متر مكعب يوميا من المياه يتطلب 203 مليون طن من النفط سنويا، هذا بالإضافة الى المشاكل البيئية الناجمة عن استخدام الوقود الأحفوري. وتم الاهتمام باستخدام النفط أكثر وذلك لسهولة الوصول إليه وكذلك يمكن التحكم في الكمية اللازمة لتوفير الطلب على المياه. ولكن لم يأخذ في الاعتبار مستويات co_2 الناتجة من ذلك. وأوضحت الدراسة أيضا أن أحد مصادر الطاقة المتجددة المستخدمة في هذه العملية هو تحلية المياه بالطاقة الشمسية، حيث يتم استخدامها لإنتاج المياه العذبة عن طريق تحفيز هطول الأمطار الذي يعد المزود الأول للمياه العذبة.

وعلى صعيد تأثير الطاقة المتجددة على النشاط الاقتصادي، أوضحت دراسة (albanna, 2020)بأن استخدام طاقة الرياح مفيد جدا اقتصاديا لأن تكاليف صيانته معقولة نسبيا، بالإضافة الى قلة مستوى النفايات الناتجة منه، غير أن تكلفة صنع التوربينات الخاصة به ليست مكلفة ولها عمر افتراضي طويل، ولكن يؤخذ علية انه يمكن أن يسبب تلوثا سمعيا وأيضا يضر بالتربة. كما أن استخدام الطاقة الكهرومائية لتوليد الكهرباء له ميزه مثل حماية الأرض من أي تهديدات للفيضانات، فهي عالية الكفاءة، كما أن انبعاثات co_2 له في الحد الأدنى لذلك فهي صديقة للبيئة.

في حين أوضحت دراسة (roy and das, 2018)أن البديل المثالي من الطاقة المتجدد للوقود الأحفوري هو الوقود الحيوي. حيث له العديد من الإيجابيات، أولا: يمكن للوقود الحيوي أن يتكيف تماما مع التغيرات في المناخ. ثانيا: تكلفته وأسعاره معقولة. ثالثا: صديق للبيئة، لأنه يسبب انخفاضا في انبعاثات co_2. رابعا: يتم إنتاجه محليا في جميع البلدان، وبالتالي هذا يقلل من تكلفة الاستيراد للوقود الأحفوري. في حين تمثلت عيوبه في النقاط الأتية أولا: يتطلب مساحات شاسعة من الأراضي من اجل تلبية الطلب المحلي على الطاقة. ثانيا: يتطلب كميات

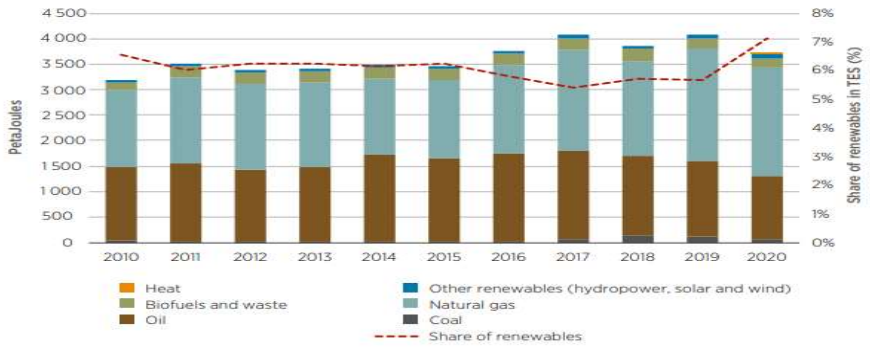
هائلة من رأس المال لتقطيره. وتوصلت الدراسة الى أن استخدام الموارد المتجددة يؤثر على الناتج المحلي الإجمالي العالمي بأكمله وأيضا يؤثر على معدلات البطالة.

وفي نفس الإطار أوضحت دراسة(rudiger, 2019)أن هناك ميزة أخرى من استخدام الطاقة المتجددة، هي انخفاض نفقات الطاقة حيث إذا زاد الاعتماد على الطاقة الكهربائية بكفاءة فان فواتير الكهرباء ستنخفض بشكل كبير. علاوة على ذلك فان توليد الطاقة المتجددة سيزيد من قدرة كل دولة على الاكتفاء الذاتي من مصادر الطاقة وسيؤدي ذلك الي تقليل الحاجة الى استيراد النفط من البلدان الأجنبية، وبالتالي سيؤدي الى فائض في الميزان التجاري ومن ثم زيادة معدل النمو الاقتصادي. وأضافت أن إنشاء مصادر الطاقة المتجددة على الأرض سيزيد من أسعار العقارات بشكل كبير، وستؤدي زيادة قيمة العقارات هذه الى تحفيز شراء المستهلكين ونتيجة لذلك سيرتفع النمو الاقتصادي.

1-3 مصادر الطاقة في مصر:

كما هو مبين في الشكل (1)، أنه بسبب التباطؤ الاقتصادي خلال جائحة كوفيد-19، انخفض إجمالي إمدادات الطاقة في مصر بنسبة 9.3% بين عامي 2019 و2020، ليصل إلى 3702.2 بيتاجول (وفقا لإحصاءات الأمم المتحدة). بشكل عام، وبين عامي 2010 و2020، زادت معدلات الاستهلاك الإجمالي بمعدل 1.5% سنويًا. ولا يزال الغاز الطبيعي يشكل أكبر مصدر للطاقة في مصر، حيث يمثل 57.6% من إجمالي الطاقة الإنتاجية في عام 2010 و54.0% في عام 2020. ويعتبر النفط ثاني أكبر مصدر للطاقة، بحوالي 45.1% في عام 2010 و33.7% في عام 2020. لذلك لا تزال مصر تعتمد إلى حد كبير على النفط والغاز، ويعزى انخفاض أسعار النفط جزئياً إلى زيادة استخدام الغاز لتوليد الطاقة. وبالفعل، شهد الغاز الطبيعي زيادة في الاستخدام بنسبة 42% خلال الفترة 2010-2020، مع تركيب قدرات جديدة لتوليد الكهرباء (محطات الغاز الطبيعي والوقود المزدوج). وقد جعل هذا الارتفاع مصر أكبر سوق للغاز في أفريقيا، حيث يمثل أكثر من ثلث الطلب على الغاز الطبيعي في القارة الأفريقية بأكملها.(Climate Action Tracker, 2022)

تاريخياً، يمثل الفحم حصة منخفضة للغاية من إجمالي الطاقة الإنتاجية، على الرغم من أنه سجل زيادة طفيفة بين عامي 2010 و2020، من 1.4% إلى 1.6%. وفي الوقت نفسه، فإن حصة مصادر الطاقة المتجددة منخفضة، ومع ذلك فقد تزايدت على مدى العقد الماضي، حيث شهدت ارتفاعا من 6.5٪ إلى 7.1٪ بين عامي 2010 و2020. وتهيمن الطاقة الحيوية بشكل أساسي على مصادر الطاقة المتجددة في شكل الكتلة الحيوية التقليدية، والتي تمثل حوالي ثلثي إجمالي إمدادات الطاقة المتجددة وما زالت تستخدم من قبل العديد من الأسر الريفية.



الشكل 1. مصادر الطاقة في مصر

المصدر: المؤسسة الدولية للطاقة المتجددة.(IREA)

1-1-3 الطاقة المتجددة في مصر:

منذ عام 2007، واجهت مصر العديد من العقبات في هذا القطاع وخاصة في مجال الكهرباء بسبب الزيادة الهائلة في استهلاك الكهرباء. وفيما يتعلق بالطاقة المتجددة، فمنذ بداية عام 2008، زاد الوعي بالأهمية الحاسمة للطاقة المتجددة. وكان ذلك واضحًا من خلال اعتماد استراتيجية وطنية جديدة للطاقة المتجددة من خلال خطة الطاقة الشمسية المصرية، والإعلان عن تعريفة التغذية لمشاريع طاقة الرياح والطاقة الشمسية الكهروضوئية. تم تطبيق تخفيض ضريبي على معدات الطاقة المتجددة في عام 2014 وتقديم حوافز ضريبية للطاقة المتجددة في عام 2015 (salman and Hosny, 2021)

فوفقًا لرؤية مصر 2030، فإن استخدام الطاقة المتجددة واستخدام الطاقة بكفاءة سيكون له تأثير إيجابي على مصر. إذا ارتفعت مشاريع الطاقة المتجددة وتزايدت، فإن ذلك سيخلق المزيد من فرص العمل التي ستؤدي بالتأكيد إلى تقليل البطالة. هذا بالإضافة الى أن استخدام الطاقة المتجددة سيشجع الشركات والمؤسسات على الأخذ في الاعتبار فتح الأعمال التجارية بهدف توفير الطاقة المتجددة. سيؤدي هذا إلى زيادة المنافسة المحلية، وستزداد المنافسة بين مختلف البلدان لأن مدخلات التكنولوجيا الفائقة اللازمة للطاقة يمكن أن تسرع الصادرات. وبالإضافة إلى ذلك، فإن استبدال الطاقة باستخدام المزيد من الطاقة المتجددة سيكون له تأثير إيجابي مباشر على الإعانات. على سبيل المثال إعطاء المزيد من الدعم لاستثمارات الطاقة المتجددة لتحويل استخدام مولدات الديزل إلى ضخ الطاقة الشمسية خاصة في الزراعة، مما سيعطي الفرصة للعديد من الشركات المحلية الصغيرة للتنافس في هذا المجال وهذا سيحل محل دعم الديزل.

وعلى العكس من ذلك، فإن الزيادة الواسعة في الطاقة المتجددة قد يكون لها آثار سلبية على قطاعات الاقتصاد الأخرى. أولاً، سيتطلب التوسع في مشاريع الطاقة الكهروضوئية من أجل توليد الكهرباء سيؤدي الى زيادة

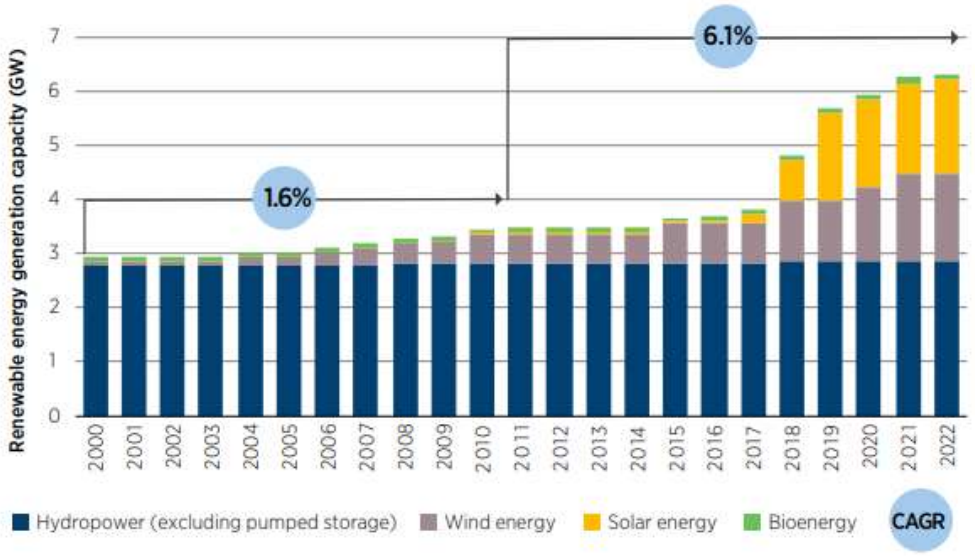
المدفوعات الممنوحة لهذه المشاريع وستكون الميزانية المتبقية لاستثمارات الاقتصاد الكلي الأخرى صغيرة للغاية. سينخفض الطلب على السلع الاستثمارية خاصة في قطاع البناء. حيث كانت تشير التوقعات انه في عام 2020 بأن أكثر من 25% من إجمالي الصادرات سيتم توليدها من الطاقة المتجددة. وستؤدي زيادة صادرات الناتجة من الطاقة المتجددة إلى تراجع القطاعات الأخرى، وبالتالي يحدث تداعيات "المرض الهولندي". وبناء على ذلك، فإن رصيد الحساب الجاري سيزداد مع زيادة الصادرات مما يؤدي إلى ارتفاع قيمة العملة. وعليه، ستنخفض القدرة التنافسية للمنتجات المصدرة مثل المنسوجات والكيماويات والآلات، وحتى الخدمات الخاصة مثل السياحة وخدمات قناة السويس(salman and Hosny, 2021) .

وفيما يتعلق بآثار الطاقة المتجددة على دخل الأسر والفقر، فإن زيادة استثمارات الطاقة المتجددة ستؤدي إلى زيادة الناتج المحلي الإجمالي الوطني تلقائيا، وبالتالي سيؤدي ذلك إلى ارتفاع دخل الأفراد. ومع ذلك، لا ينطبق هذا على جميع الأفراد نظرًا لوجود اختلافات بين مجموعات الأسر المختلفة. وسيستفيد الأفراد في المناطق الريفية بشكل خاص من مساهمة الطاقة المتجددة، حيث أن المجموعة ذات الدخل المنخفض سوف تحصل على دخل أكبر كعائد لمدخلات العمل. بالإضافة إلى ذلك، سيستفيد الأشخاص الذين يعيشون في المناطق الحضرية، بشكل خاص أولئك الذين يتمتعون بالمهارات التقنية العالية المستخدمة في مشاريع الطاقة المتجددة مثل الفنيين والمشغلين.

وعلى جانب أخر، تعتبر مصر من الدول التي تشهد نموا سكانيا سريعا بين جميع دول شمال أفريقيا والمنطقة العربية. وأدت هذه الزيادة الهائلة في عدد السكان إلى زيادة تلقائية في الطلب على الطاقة، مما أدى إلى نقص كبير في موارد الطاقة المحلية. وبناء على ذلك، ولكي تكون مصر قادرة على تلبية الطلب على الطاقة، وضعت الحكومة استراتيجية لتنويع الطاقة بعنوان ISES "استراتيجية الطاقة المستدامة المتكاملة" والتي يمكن تحقيقها بحلول عام 2035. والهدف الرئيسي لهذه الاستراتيجية هو الحفاظ على قدرة البلاد على توفير كمية الطاقة التي تلبي طلب الأفراد. ومن خلال تحقيق ذلك، يمكن زيادة تطوير الطاقة المتجددة وزيادة كفاءة استخدام الطاقة (IREA).

2-1-3 مصادر الطاقة المتجددة في مصر:

بشكل عام، تتمتع مصر بوجود العديد من مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والكتلة الحيوية والطاقة الكهرومائية. فمنذ السبعينيات، نفذت واتخذت مصر العديد من القرارات المثمرة فيما يتعلق باستخدام الأدوات التكنولوجية لمصادر الطاقة المتجددة. وذلك بالتنسيق مع العديد من الدول الأخرى مثل فرنسا وألمانيا وإيطاليا وإسبانيا والولايات المتحدة الأمريكية. ونتيجة لهذا التعاون، كانت هناك تحسينات مصرية واضحة في تركيب سخانات المياه بالطاقة الشمسية (SWH)، ومزارع الرياح، وتطبيقات الطاقة الكهروضوئية (PV) في ضخ المياه والمحطات.



شكل 2. مصادر الطاقة المتجددة في مصر.

المصدر: المؤسسة الدولية للطاقة المتجددة.(IREA)

1- الطاقة الكهرومائية:

المرجع الرئيسي للطاقة الكهرومائية في مصر هو نهر النيل وخاصة الموجود في مدينة أسوان، حيث توجد هناك محطات كهرباء مختلفة تبلغ قدرتها 2.8 جيجاوات. علاوة على ذلك، تساعد محطات الطاقة هذه في توليد الكهرباء بقدرة إجمالية تبلغ 13.545 جيجاوات سنويًا. حيث تم توليد حوالي 50% من الكهرباء في مصر في الستينيات والسبعينيات من الطاقة الكهرومائية، ويرجع ذلك إلى ظهور العديد من محطات الطاقة الحرارية، وقد انخفض توليد الكهرباء من الطاقة الكهرومائية بشكل كبير ليصل إلى 7.2% فقط في عام 2015، كما هو موضح في الشكل السابق.

2- طاقة الرياح:

وفقا لأطلس الرياح في مصر، فإن البلاد مليئة بموارد الرياح وتعتبر – خاصة في منطقة خليج السويس – واحدة من أفضل المواقع على المستوى الدولي لتوليد طاقة الرياح. نظراً لتوافر سرعات رياح عالية ومستقرة في المتوسط تتراوح بين 8 إلى 10 م/ث على ارتفاع 100 م. بالإضافة إلى ذلك، يتميز هذا الموقع بكثرة المساحات الصحراوية الضخمة غير المأهولة. كما تم اكتشاف مناطق جديدة شرق وغرب النيل في العديد من المناطق مثل "بني سويف" و"المنيا" و"واحة الخارجة". وتتراوح سرعة الرياح في هذه المناطق بين 5 و8 م/ث، وهي مواقع مناسبة لتوليد الكهرباء وضخ المياه. ومن المتوقع بحلول عام 2030، أن يتم إنشاء أربع محطات لطاقة الرياح بالكامل. وتمتلك هذه المحطات الأربع قدرة رياح تقدر بـ 2610 ميجاوات. وبصرف النظر عن ذلك، هناك بالفعل العديد من مشاريع الطاقة التي قامت بها شركة سيمنز بقدرة مركبة تبلغ 2000 ميجاوات (IREA).

3- الطاقة الشمسية:

هناك نوعان من الطاقة الشمسية، النوع الأول يعتمد على طاقة الشمس الكامنة النوع الثاني يعتمد على ضوء الشمس الديناميكي. تعتمد طاقة الشمس الكامنة على استخدام الطاقات المباشرة القادمة من الشمس. الطاقة الشمسية الديناميكية هي استخدام إشعاع الشمس الجذاب كهربائيًا في إنتاج الطاقة الكهربائية. إن الوضع الجغرافي للمصر بالنسبة للإشعاع الشمسي يجعلها قادرة على توليد الكهرباء واستخدام الطاقة الشمسية في تطبيقات التدفئة الحرارية الأخرى.

ومؤخرًا، خططت مصر للاستثمار في بناء أكبر محطة للطاقة الشمسية الكهروضوئية في العالم في منطقة "بنبان" الواقعة في أسوان. تبلغ تكلفة هذا المشروع حوالي 4 مليارات دولار ومن المتوقع أن ينتج أكثر من 1.8 جيجاوات من الطاقة. وتتمثل الأدوار الرئيسية لمثل هذه المشاريع الكهروضوئية الشمسية في الضخ والإضاءة والإعلان وتحلية المياه. بعد عام 2014، ونقص الكهرباء الذي حدث في عام 2014 إلى جانب انخفاض تكاليف الألواح الكهروضوئية، بذلت العديد من السلطات المصرية جهودًا فيما يتعلق بالتطبيقات الكهروضوئية. هناك محطتان رئيسيتان أخريان للطاقة الشمسية الكهروضوئية. وكان من المخطط أن يكون موقعهما الرئيسي في "الغردقة" و"كوم أمبو" على التوالي. أول محطة للطاقة الشمسية الكهروضوئية بتمويل من اليابان والخطة الأخرى بتمويل من فرنسا. ومن المتوقع أن تقلل هذه المحطات من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بمقدار 40 ألف طن وتنتج حوالي 32 إلى 42 جيجاوات ساعة سنويًا (IREA).

4- الكتلة الحيوية:

هي النقطة الأكثر أهمية لإنتاج الطاقة التي توفرها الزراعة. تنشأ طاقة الكتلة الحيوية عندما تتحول المادة الطبيعية إلى طاقة. يعد تحويل الكتلة الحيوية عملية صديقة للبيئة وقابلة للتطبيق ماليًا. علاوة على ذلك، فإن مصر معروفة بوفرة الموارد التي يمكن استخدامها في توليد الكتلة الحيوية. يمكن أن تأتي هذه الموارد من النفايات الزراعية أو النفايات الصلبة الحضرية أو الأسمدة الحيوانية. أولاً، تبلغ النفايات المستخرجة من الزراعة حوالي 35 مليون طن سنوياً. ولهذه النفايات استخدامات أخرى مثل أغراض الطاقة. ما يقرب من 60٪ من النفايات تستخدم لمثل هذه الاستخدامات للطاقة. وفيما يتعلق بالنفايات الصلبة الحضرية، فإن القاهرة وحدها تحتوي على 10 آلاف طن من النفايات يوميًا. لذلك، في السنوات الحالية، تم اعتماد وابتكار العديد من التقنيات الجديدة للكتلة الحيوية مثل التقنيات اللازمة لإنتاج الغاز الحيوي من النفايات القادمة من الحيوانات وخاصة في المناطق الريفية. خلقت هذه الأنواع من التقنيات العديد من فرص العمل في مثل هذه المناطق وبالتالي انخفض معدل هجرة الشباب من المناطق الريفية إلى المناطق الحضرية (IREA).

2-3 استهلاك الطاقة في مصر:

وعلى جانب الاستهلاك، في عام 2020، جاء أكثر من ثلثي إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة – أو حوالي 68.5% – من الوقود الأحفوري. وعلى التوالي، شكل النفط والغاز الطبيعي حوالي 49.4% و16.5% من هذا الإجمالي. بلغ إجمالي استهلاك الطاقة 2085.3 بيتا جول في ذلك العام، وهو ما يزيد بحوالي 9٪ عن مستوى 2010. وشكلت الطاقة المتجددة حوالي 6.2% من إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة في عام 2020. وكانت أكبر القطاعات المستهلكة للطاقة في مصر في عام 2020 هي النقل (34%)، والصناعة (29%)، والسكن (27%). وشكلت التجارة والخدمات العامة 6.6%، والقطاعات الأولية (الزراعة والغابات وصيد الأسماك) 2.9%.

في حين ارتفع استهلاك الكهرباء من إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة بنسبة 24% خلال الفترة 2010–2020 ليصل إلى 566.8 بيتا جول. ارتفعت حصة الكهرباء من 24% من إجمالي الطاقة المنتجة في مصر في عام 2010 إلى حوالي 27% في عام 2020، وهو أعلى من المتوسط العالمي في ذلك العام البالغ حوالي 23%.

زادت قدرة الطاقة المتجددة بنسبة 82% بين عامي 2010 و2021. ويرتفع هذا الرقم إلى ما يقرب من 437%، إذا تم استبعاد الطاقة المائية. وخلال الفترة 2010–2022، زادت مصر إنتاجها من الطاقة المتجددة بنحو 83.9%، مضيفة أكثر من 1.1 جيجاوات من طاقة الرياح وحوالي 1.7 جيجاوات من الطاقة الشمسية إلى مزيج قدراتها من الطاقة المتجددة.

وبعد العجز المزمن في الطاقة، حققت مصر فائضا في الكهرباء بإضافة حوالي 28.7 جيجاوات من قدرات التوليد الجديدة خلال الفترة 2015–2021. ويعود هذا الفائض بشكل رئيسي إلى زيادة الطاقة الإنتاجية في محطات الغاز الطبيعي بالدورة المركبة والوقود المزدوج، والتي شكلت 89% من الطاقة المضافة خلال هذه الفترة. تم تطوير محطات توليد الطاقة بالوقود الأحفوري هذه لسد فجوة الكهرباء بسرعة ووقف أزمات انقطاع التيار الكهربائي التي شهدتها البلاد في السنوات السابقة، عندما تجاوز نمو الطلب السريع ذروة قدرة التوليد.

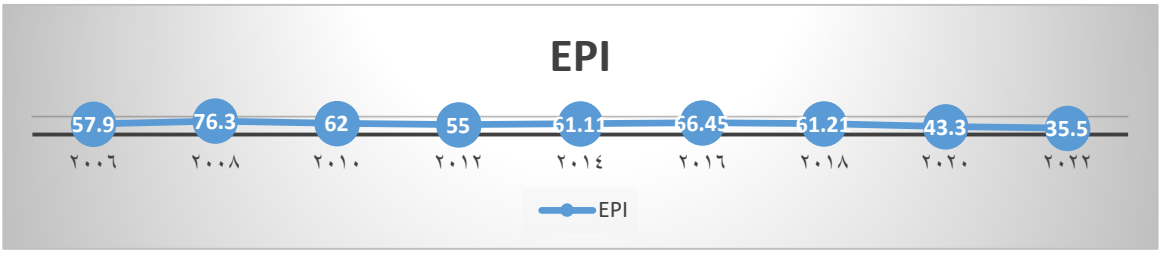
ومن الجدير بالذكر أيضًا أنه على الرغم من جائحة كورونا وآثارها السلبية على معظم القطاعات الاقتصادية على مستوى العالم، نجحت مصر في تركيب 587 ميجاوات من الطاقة المتجددة المتغيرة (510 ميجاوات من الرياح و77 ميجاوات من الطاقة الشمسية) في الفترة 2019–2022. وعلى مدى السنوات الثلاث نفسها، زادت قدرات الوقود الأحفوري بمقدار 616 ميجاوات. وبالتالي، ساهمت مصادر الطاقة المتجددة بشكل كبير في زيادة إجمالي القدرات المركبة (+1.2 جيجاوات) بين عامي 2019 و2021.

3-3 مؤشر الأداء البيئي في مصر:

مؤشر الأداء البيئي (EPI) هو مؤشر يقيس المعايير البيئية في كل دولة. أنشأته جامعة ييل وكولومبيا بالتنسيق مع المنتدى الاقتصادي العالمي ومركز الأبحاث المشترك في المفوضية الأوروبية. لذلك، يبحث مؤشر EPI إلى أي مدى تحمي هذه الدولة بيئتها وإلى أي مدى تم إجراء تحسينات لتعزيز الأداء البيئي. يجمع مؤشر EPI بين أداء العديد من المؤشرات بما في ذلك العديد من المؤشرات المتعلقة بتقلب النظام البيئي والصحة البيئية. وتشمل هذه المؤشرات التأثيرات الصحية، ونوعية الهواء، والصرف الصحي للمياه، والزراعة والموارد المائية، والتنوع البيولوجي salman and Hosny (2021).

ويوضح الشكل (3) مؤشر الأداء الموسع لمصر منذ عام 2006. وبالتالي، فإنه يقيس وفقا لهذا المؤشر أربع مجالات رئيسية: المكونات كما ذكرنا أعلاه. ومن هذا الشكل يتضح أن هناك تحسنًا كبيرًا في درجة مؤشر الأداء الموسع بعد عام 2006 خاصة في عامي 2008 و2010. أولاً، فيما يتعلق بجودة الهواء، كان هناك 87 محطة مرتبطة بالشبكة القومية لرصد ملوثات الهواء في مصر منتشرة على نطاق واسع في مختلف مناطق ومناطق مصر. وفي عام 2010 أيضًا، تعاونت العديد من شركات الأسمنت مع الشبكة الوطنية لرصد ملوثات الهواء من أجل مراقبة الانبعاثات اليومية التي تصدرها هذه الشركات. علاوة على ذلك، وفيما يتعلق بالانبعاثات الصادرة عن المركبات، اتفقت وزارة الدولة لشؤون البيئة مع شرطة المرور والبيئة على فحص السيارات المسببة للانبعاثات العالية على الطرق.

وبصرف النظر عن جودة الهواء، فقد تضمنت نتيجة برنامج EPI تغير المناخ كمؤشر. وبعد دراسة هذا المؤشر، خلصت العديد من التقارير إلى أن مصر معرضة للعديد من المخاطر والتهديدات المتعلقة بالتغير المناخي مثل ارتفاع درجات الحرارة وارتفاع مستوى سطح البحر ونقص الموارد المائية. وسيكون لهذه المخاطر آثار سلبية على الصحة العامة والبنية التحتية. ونتيجة لذلك، تهدف الدولة إلى التعاون مع اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ لتقليل غازات الدفيئة (انبعاثات الغازات الدفيئة). ومن المتوقع تنفيذ أكثر من مشروعين بهدف خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بمقدار 9 ملايين طن. وتبلغ تكلفة مثل هذه المشاريع حوالي 3 مليارات جنيه.



شكل 3: مؤشر الأداء البيئي لمصر.

المصدر: البيانات من جامعة ييل، الشكل بواسطة الباحثين

بعد عام 2010، انخفضت درجة مؤشر الأداء الموسع لمصر بشكل طفيف مقارنة بالدول الأخرى على مستوى العالم، ولكنها بدأت في الارتفاع مرة أخرى بعد عام 2014. وفي عام 2018، قفز تصنيف مصر 40 نقطة من الدولة رقم 104 لتصبح الدولة رقم 66. وهذا يعطي مؤشراً على التحسينات الهائلة التي تم إجراؤها فيما يتعلق بإنقاذ البيئة في السنوات السابقة. ويعود ذلك بشكل رئيسي إلى المخاوف المتزايدة التي أبداها القطاعان العام والخاص فيما يتعلق بتبني حلول مستدامة بيئيا. على سبيل المثال، تعاون تطبيق السيارات الكهربائية والأتوبيسات ومنظمة "بسيطة" غير الربحية مع جرينيش لتنظيف كافة المخلفات الموجودة في نهر النيل والشواطئ. ولسوء الحظ، بسبب جائحة كورونا وبسبب انكماش الاقتصاد في مصر في عام 2020، لم تتمكن البلاد من زيادة اهتمامها بالبيئة ولكنها تراجعت أكثر لتصل إلى 43.3، ليستمر في الانخفاض في عام 2022 مسجلا 35.3.

1-4 مصر وأهداف التنمية المستدامة:

تشمل أهداف التنمية المستدامة السيطرة على الفقر بجميع أشكاله في جميع أنحاء العالم – وهو ما يُعتزم تحقيقه بحلول عام 2030. بالإضافة إلى القضاء على الجوع وتوفير الإمدادات الغذائية الكافية وتعزيز الرفاهية. ومن الناحية الفنية، تتجه مصر نحو تحقيق أهداف التنمية المستدامة حيث أن استراتيجية التنمية المستدامة (الرؤية المصرية 2030) تتماشى مع أهداف التنمية المستدامة. وفي الآونة الأخيرة، شهدت مصر تحسنا واضحا في البنية التحتية في مختلف القطاعات. كما شهد قطاع الطاقة زيادة كبيرة في القدرات المتاحة سواء لإنتاج أو نقل أو توزيع الكهرباء. وتنتج الكهرباء حاليًا ما لا يقل عن 15 جيجاوات، ويزداد حجم استخدام الطاقة المتجددة بأكثر من 42% بحلول نهاية عام 2035. وفي الآونة الأخيرة، عززت الحكومة الفرص المتاحة لشركات القطاع الخاص لدخول مجال الكهرباء.

تحديات الطاقة المتجددة في مصر تهدف استراتيجية مصر إلى تحقيقها بحلول عام 2035، بما في ذلك الحفاظ على الاستقرار الفني والمالي لقطاع الطاقة على وجه الخصوص من خلال تطبيق الطاقة المتجددة. ولكي يكون هذا الإجراء قابلاً للتطبيق، فإن ذلك يتطلب من الحكومة محاولة تذليل كافة العقبات التي قد تعيق تطوير الطاقة المتجددة. إحدى العقبات التي قد تحاول الحكومة وضعها في الاعتبار هي توفير أحدث التقنيات وأكثرها تقدمًا لتطوير الطاقة المتجددة. ويجب على الحكومة أن تفكر في مراقبة أسعار الموارد. يعد ذلك ضروريًا لتقليل التكلفة المستخدمة للطاقة المتجددة. التحدي الإضافي الذي قد يؤجل التوسع السريع في تطبيق الطاقة المتجددة في مصر هو الافتقار إلى البنية التحتية. يجب أن تكون البنية التحتية أكثر تقدمًا لأن هذا النقص يسبب تأخيرًا في توسيع المنشآت الكهروضوئية على الأسطح. وبالتالي، فإن ذلك يحد من نمو السوق في مصر حيث أن معظم أسطح المنازل يتم إساءة استخدامها في البلاد بسبب وجود أطباق استقبال الأقمار الصناعية وما إلى ذلك. القواعد واللوائح المعتمدة حتى الآن تهتم أكثر باستخدام طاقة الرياح والطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء، ولكن من ناحية

أخرى، لم يكن هناك أي تركيز على إمكانات الكتلة الحيوية. وبالإضافة إلى ذلك، لا يوجد أي دعم مالي للكتلة الحيوية. ويرجع ذلك أساسًا إلى التكلفة العالية لاستخدام الكتلة الحيوية كمصدر لتوليد الكهرباء.

هناك العديد من الجهود التي تبذلها الحكومة لتعزيز استخدام الطاقة المتجددة وتشجيع المستثمرين من القطاع الخاص فيما يتعلق بتطبيق الطاقة المتجددة. وعلى العكس من ذلك، واجه العديد من هؤلاء المستثمرين من القطاع الخاص العديد من العقبات بما في ذلك عدم وجود عقود لهذا النوع من المشاريع. بالإضافة إلى ذلك، فإن وجود دعم الوقود سيخلق تشوهات في السوق لأن ذلك يعيق التوسع في الطاقة المتجددة ويمنع قدرة الطاقة المتجددة على التنافس على نفس مستوى الأسعار مع الوقود. علاوة على ذلك، كان تطبيق الأنظمة الكهروضوئية لتوليد الكهرباء مكلفًا بسبب سعر الصرف الحالي.

إن نظام سعر الصرف الحالي يقلل من إمكانية وجود أي فرص للتمويل الدولي. بالإضافة إلى ذلك، تبلغ أسعار الفائدة التجارية على القروض الممنوحة للشركات الصغيرة والمتوسطة (المؤسسات الصغيرة والمتوسطة) حوالي 25%. ويعتبر سعر الفائدة هذا مرتفعاً جداً؛ فهو في الواقع لا يشجع الشركات الصغيرة والمتوسطة على محاولة الاستثمار في قطاع الطاقة المتجددة.

1-5 النموذج القياسي:

ستعتمد الدراسة في اختبارها للفرض الأساسي لها على نموذج ARDL، والذي يتميز بقدرته على التقدير في حالة اذا كانت متغيرات النموذج ليست مستقرة عند نفس الدرجة، وهو ما يتوافر في حالة الدراسة. هذا بشرط ألا تكون احدى المتغيرات مستقرة عند الفرق الثاني، ويمكن التعبير عن الصيغة العامة للنموذج من خلال المعادلة التالية:

$$r = \alpha_0 + \beta_1 re + \beta_2 CO2 + \beta_3 unmp + \beta_4 ex + \varepsilon_t$$

حيث ان:

r معدل النمو في الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي.

re نسبة توليد الطاقة الكهربائية من الموارد المتجددة الى اجمالي انتاج الكهرباء.

Co2 انبعاث ثاني أكسيد الكربون (طن متري للفرد الواحد)

Unmp معدل البطالة.

Ex سعر الصرف الرسمي للجنية المصري مقابل الدولار الأمريكي (متوسط الفترة).

5-1-1 اختبار جذر الوحدة.

يوضح الجدول التالي نتائج اختبار جذر الوحدة بالاعتماد على اختبار ADF عند المستويين (first different and level)

الجدول 1.: اختبار جذر الوحدة لمتغيرات النموذج

First different		level		المتغير
Prob	t-stat	Prob	t-stat	
0.0000	-7.59	0.179	-3.411	r
0.0000	-7.62	0.892	-0.409	re
0.0316	-3.18	0.572	-1.37	co2
0.0021	-4.301	0.048	2.98	unmp
0.0037	-4.055	0.983	0.476	ex

المصدر: من إعداد الباحثين، بالاستعانة ببرنامج EViews 10

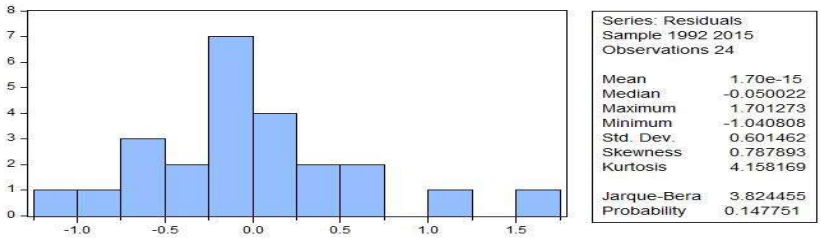
يلاحظ من الجدول السابق أن كل من r و unmp مستقرين عند المستوى (level) عند مستوى معنوية 5%، بينما كل من re ، co2 ، ex مستقرين فقط عند الفرق الأول، مما يعني عدم وجود أي متغير مستقر عند الفرق الثاني وهو الشرط اللازم لتطبيق نموذج ARDL.

5-1-2 اختبار جودة النموذج:

قبل اعتماد نموذج ARDL في تقدير الأثار قصـــيرة وطويلة الأجل ينبغي التأكد من جودة هذا النموذج، وذلك من خلال استخدام الاختبارات التالية:

أ. التوزيع الطبيعي للبواقي:

ســـنعتمد على إحصـــائية (Jarque-Bera)، حيث يلاحظ من الشـــكل التالي أن احتمالية الاختبار 0.1477 مما يعني أنها أكبر من 5%، وبالتالي نقبل الفرض العدم (H_0) الذي ينص على أن البواقي تتبع التوزيع الطبيعي.



الشكل4.: اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي

المصدر: من إعداد الباحثين، بالاستعانة ببرنامج EViews 10

ب. تجانس تباين البواقي:

هناك عدة اختبارات للكشـــف على أن تباين البواقي متجانس أم لا، ومنها اختبار (ARCH) ويعتمد هذا الاختبار على مضاعف لاجرانج LM وتكون خطوات الاختبار كالتالي:

- تقدير النموذج العام $Y = XB + \varepsilon$ بطريقة المربعات الصغرى العادية ثم حساب مربعات البواقي $(\hat{\varepsilon}_t^2)$.
  تقدير المعادلة التالية: $\hat{\varepsilon}_t^2 = \theta_0 + \theta_1 \hat{\varepsilon}_{t-1}^2 + \cdots + \theta_q \hat{\varepsilon}_{t-q}^2 + \mu_t$

مع حساب معامل التحديد الخاص بهذه المعادلة R^2، ونفقد في هذه الحالة q من المشاهدات.

- فرضية ثبات التباين للبواقي H_0 التي ينبغي اختبارها هي:

$$H_0: \theta_0 = \theta_1 = \cdots = \theta_q = 0$$

إحصائية مضاعف لاجرانج ($LM=(n - q \times R^2$) تتبع توزيع X^2 بدرجة حرية q، إذا كان LM أكبر من $X^2(q)$ (القيمة الحرجة لتوزيع X^2 بنسبة معنوية α) فأننا نرفض الفرض العدم H_0، أي إذا كان هناك على الأقل معامل واحد من معاملات معادلة (ARCH) يختلف معنويا عن الصـــفر فان التباين للأخطاء العشـــوائية غير متجانس.

يتضـــح من الجدول التالي انه($LM = 14.69 < X_1^2\ 5\% = 23.68$) ومنه نقبل H_0 التي تنص على تجانس تباين حدود الخطأ، حيث أن قيمة الاحتمال أكبر من 5٪ تدعم ذلك.

الجدول 2.: اختبار تجانس تباين البواقي

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	2.959066	Prob. F(8,15)	0.0335
Obs*R-squared	14.69107	Prob. Chi-Square(8)	0.0654
Scaled explained SS	9.061889	Prob. Chi-Square(8)	0.3371

المصدر: من إعداد الباحثين، بالاستعانة ببرنامج EViews 10

ج. اختبار شرط استقلال حدود الخطأ (عدم وجود ارتباط ذاتي تسلسلي):

من اجل دراسة فرضية عدم ارتباط الأخطاء، نلجأ إلى الاختبار التالي:

(Breusch−Godfrey Serial Correlation LM Test) للارتباط الذاتي، حيث:

$LM = 3.86 < X_2^2\ 5\% = 5.99$ باحتمال أكبر من 5٪، وهذا يشير إلى قبول الفرضية الصفرية H_0 التي تفترض عدم وجود ارتباط ذاتي لبواقي النموذج المقدر، والجدول التالي يوضح نتائج اختبار Breusch−Godfrey للارتباط الذاتي:

جدول 3.: اختبار استقلال حدود الخطأ

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	1.248739	Prob. F(2,13)	0.3191
Obs*R-squared	3.867693	Prob. Chi-Square(2)	0.1446

المصدر: من إعداد الباحثين، بالاستعانة ببرنامج EViews 10

3-1-5 تقدير الأثر في الأجل القصير والطويل باستخدام نموذج ARDL:

بعد ما تأكدنا من جودة النموذج الآن نقوم بتقدير النموذج وفقا للخطوات التالية:

أ- اختبار التكامل المشترك باستعمال منهج الحدود (Bounds Test):

يبين الجدول التالي نتائج اختبار التكامل المشترك باستعمال منهجية اختبار الحدود (Bounds Test) وتشير النتائج إلي إن القيمة المحسوبة لـ F-Statistic (10.68) أكبر من القيم الحرجة للحد الأدنى عند كل مستويات المعنوية، ومن ثم نرفض فرضية العدم التي تنص على عدم وجود علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات، ويعني ذلك وجود علاقة توازنيه طويلة الأجل بين متغيرات الدراسة.

جدول4.: اختبار التكامل المشترك باستعمال منهج الحدود

F-Bounds Test			Null Hypothesis: No levels relationship	
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
			Asymptotic: n=1000	
F-statistic	10.68399	10%	2.2	3.09
k	4	5%	2.56	3.49
		2.5%	2.88	3.87
		1%	3.29	4.37
			Finite Sample: n=35	
Actual Sample Size	24			
		10%	2.46	3.46
		5%	2.947	4.088
		1%	4.093	5.532
			Finite Sample: n=30	
		10%	2.525	3.56
		5%	3.058	4.223
		1%	4.28	5.84

المصدر: من إعداد الباحثين، بالاستعانة ببرنامج EViews 10

ب- تقدير نموذج تصحيح الخطأ (ECM):

بعد التأكد من وجود علاقة توازنيه طويلة الأجل نقوم الآن بتقدير الأثار قصـــيرة وطويلة الأجل كما يوضـــح الجدول التالي:

- **تحليل نتائج التقدير قصير الاجل:**

يوضح الجدول التالي تقدير نموذج تصحيح الخطأ والعلاقة قصيرة الأجل.

جدول 5.: تقدير نموذج تصحيح الخطأ

ECM Regression
Case 2: Restricted Constant and No Trend

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(RE)	0.287230	0.102049	2.814637	0.0131
D(EX)	0.996207	0.412438	2.415411	0.0289
D(EX(-1))	-1.871669	0.463197	-4.040762	0.0011
CointEq(-1)*	-1.316457	0.142395	-9.245102	0.0000
R-squared	0.842651	Mean dependent var		0.135276
Adjusted R-squared	0.819049	S.D. dependent var		1.516268
S.E. of regression	0.644996	Akaike info criterion		2.111866
Sum squared resid	8.320395	Schwarz criterion		2.308209
Log likelihood	-21.34240	Hannan-Quinn criter.		2.163956
Durbin-Watson stat	2.079068			

المصدر: من إعداد الباحثين، بالاستعانة ببرنامج EViews 10

- يلاحظ من الجدول السابق أن في الأجل القصير توجد علاقة موجبة ذات دلاله إحصائية عند مستوى معنوية 5% بين نسبة توليد الطاقة الكهربائية من الموارد المتجددة الى إجمالي إنتاج الكهرباء ومعدل النمو الاقتصادي بمعلمة قدرها 0.287. وأيضا توجد علاقة طردية ذات دلالة معنوية عند مستوى معنوية 5% بين سعر الصرف ومعدل النمو الاقتصادي بمعلمة قدرها 0.996.
- كما أظهرت نتائج نموذج تصحيح الخطأ أن معامل إبطاء حد تصحيح الخطأ والذي يكشف سرعة عودة المتغيرات إلى حالة التوازن، ويجب أن يكون هذا المعامل معنويا وسالب للكشف عن وجود تكامل مشترك بين المتغيرات، وتشير القيمة المطلقة لمعامل تصحيح الخطأ إلى سرعة استعادة حالة التوازن، وتظهر الإشارة السالبة تقارب النموذج الحركي على المدي القصير، وفي هذا النموذج تبلغ قيمة معامل تصحيح الخطأ (CointEq(-1 والتي تعني سرعة تصحيح الخطأ، سالبة وتبلغ 131٪ ونلاحظ أنها ذات معنوية إحصائية قوية عند مستوي 1٪ (0.0000)، وهذا ما يزيد من دقة وصحة العلاقة التوازنية في الأجل الطويل، وأيضا

تشير إلى أن 131٪ من جميع الانحرافات والاختلالات في توازن معدل التضخم في السنة السابقة يتم تصحيحه في السنه الحالية، أي يتم الوصول إلى التوازن بعد تسع شهور تقريبا.

- **تحليل نتائج التقدير طويل الأجل:**

يوضح الجدول التالي تقدير النموذج في الأجل الطويل

جدول 6.: تقدير النموذج طويل الأجل

Levels Equation
Case 2: Restricted Constant and No Trend

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RE	0.627515	0.240819	2.605752	0.0199
CO2	2.672960	2.469490	1.082393	0.2962
UNMP	-0.826471	0.108526	-7.615400	0.0000
EX	2.086665	0.474451	4.398061	0.0005
C	-11.63900	9.800324	-1.187614	0.2535

EC = R - (0.6275*RE + 2.6730*CO2 -0.8265*UNMP + 2.0867*EX - 11.6390)

المصدر: من إعداد الباحثين، بالاستعانة ببرنامج EViews 10

يوضح الجدول السابق أن هناك علاقة طردية ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 5% بين نسبة توليد الطاقة الكهربائية من الموارد المتجددة الى إجمالي إنتاج الكهرباء والنمو الاقتصادي بمعلمة قدرها 0.627. في حين توجد علاقة طردية بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والنمو الاقتصادي ولكن غير معنوية عند مستوى معنوية 5%. بينما توجد علاقة عكسية ذات دالة إحصائية معنوية عن مستوى معنوية 5% بين معدل البطالة والنمو الاقتصادي بمعلمة قدرها 0.826. في حين توجد علاقة طردية ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 5% بين سعر الصرف الرسمي والنمو الاقتصادي بمعلمة قدرها 2.0866.

ومن ذلك يمكن التوصل الى أن الطاقة المتجددة لها تأثير إيجابي على النمو الاقتصادي سواء في الأجل القصير أو الأجل الطويل، بينما لا يوجد تأثير معنوي للطاقة المولدة من الوقود الأحفوري على النمو الاقتصادي، ويعود ذلك الى أن نسبة ما يوجه للصناعة من الطاقة المتجددة أكبر من نسبة ما يوجه للصناعة من الطاقة المولدة من الوقود الأحفوري. حيث أن ما يوجه الى الصناعة من الطاقة المولدة من الوقود الأحفوري لا تتجاوز 29%، بينما تتجاوز نسبة ما يوجه للصناعة من المصادر المتجددة للطاقة 70% وفقا لإحصائيات عام 2022.

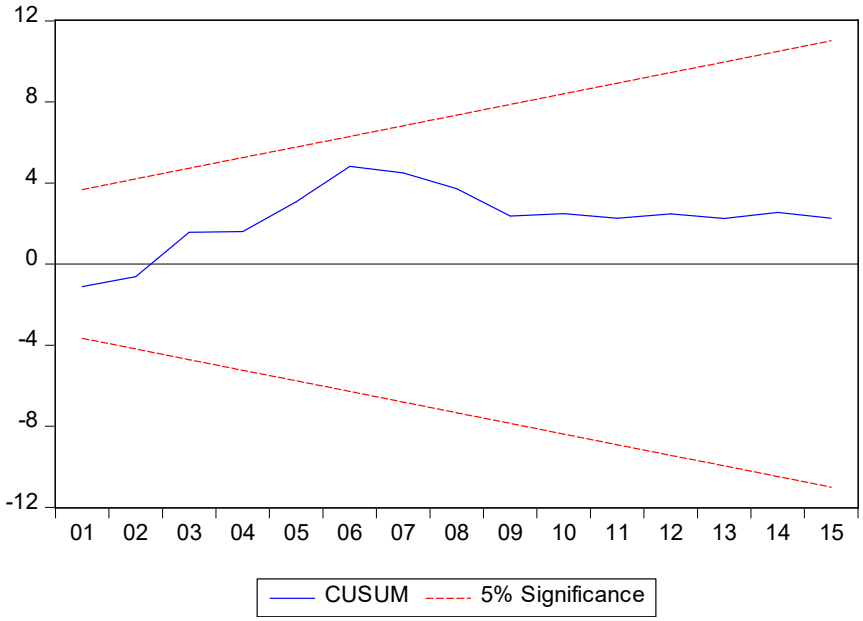
لذلك فان التحول الى استخدام الطاقة المتجددة بدلا من الوقود الأحفوري سيزيد من النمو الاقتصادي المصري، وهو ما يؤكد صحة الفرض الأساسي للدراسة.

4-1-5 استقرار النموذج

لكي نتأكد من خلو البيانات المستخدمة في هذا النموذج من وجود أي تغيرات هيكلية فيها لابد من استخدام أحد الاختبارات المناسبة لذلك مثل: المجموع التراكمي للبواقي الراجعة أو المعاودة أو المجموع التراكمي لمربعات البواقي الراجعة أو المعاودة، ويعد هذا الاختباران من اهم الاختبارات في هذا المجال لأنهم يوضحوا أمرين هامين لإثبات وجود أي تغير هيكلي في البيانات، ومدي استقرار وانسجام المعلمات طويلة الأجل مع المعلمات قصيرة الأجل، وأظهرت الكثير من الدراسات أن مثل هذه الاختبارات نجدها مصاحبة لمنهجية ARDL.

ويتحقق الاستقرار الهيكلي للمعلمات المقدرة لصيغة تصحيح الخطأ لنموذج الانحدار الذاتي للإبطاء الموزع، إذا وقع الشكل البياني لاختبارات CUSUM داخل الحدود الحرجة عند مستوي معنوية 5٪ وهذا يعني أن المعلمات مستقرة طول فترة الدراسة.

من خلال الرسم البياني التالي نلاحظ أن المجموع التراكمي للبواقي الراجعة (CUSUM) بالنسبة لهذا النموذج هو يعبر عن خط وسطي داخل حدود المنطقة الحرجة مشيرا إلى استقرار النموذج عند حدود معنوية 5٪.



الشكل 5.: استقرار النموذج بأستخدام cusum

المصدر: من إعداد الباحثين، بالاستعانة ببرنامج EViews 10

6-1 النتائج:

6-1-1 النتائج النظرية:

إن استخدام الطاقة المتجددة هو سيف ذو حدين، مما يعني أن اعتماد الاستراتيجيات المختلفة التي تم وضعها في الاعتبار لتطبيقها في مصر في السنوات القادمة تحتاج الى التعامل بحرص. ويرجع ذلك إلى التكاليف المرتفعة للغاية لتطبيق توسعات الطاقة المتجددة في مصر وعدم قدرة البلاد حتى الآن على استخدام أحدث التقنيات اللازمة لتطبيق الطاقة المتجددة. ولذلك، تحتاج الحكومة المصرية إلى أن تكون أكثر اهتماما فيما يتعلق باستخدامات الطاقة المتجددة. وتحتاج الحكومة أيضا إلى البحث عن طرق مختلفة لتحسين هذا القطاع. والعقبة الرئيسية التي قد تواجهها البلاد هي الحفاظ على الاستقرار الاقتصادي مع تحقيق التنمية المستدامة.

ويرجع ذلك إلى الحاجة الماسة للغاية إلى ميزانية ضخمة لتوسيع نطاق تطبيق الطاقة المتجددة لتحقيق الأهداف التي تمت مناقشتها في استراتيجية 2030. وبناءً على ذلك، قد يؤدي ذلك إلى عجز كبير في الميزانية في وقت تحتاج فيه البلاد إلى تحقيق التوازن الاقتصادي والاستقرار. بالإضافة إلى ذلك، فإن الوضع الاقتصادي الحالي يعيق الآن قدرة الدولة على جذب أي استثمارات أجنبية فيما يتعلق بالتوسعات في مشاريع الطاقة المتجددة. ولذلك كان السؤال في هذه الدراسة هو ما إذا كانت مصادر الطاقة المتجددة في مصر ستدعم تنميتنا أم لا؟ سيكون الجواب "هذا يعتمد على"، إذا كانت الحكومة المصرية قادرة على تنفيذ أهداف هذه الاستراتيجيات، فستكون مصر قادرة على استخدام الطاقة المتجددة بكفاءة. ومع ذلك، تحتاج الحكومة إلى دراسة سبل تحقيق ذلك دون الإضرار بالاقتصاد القومي. ومن ناحية أخرى، إذا ركزت الدولة بشكل أساسي أكثر على تحقيق النمو الاقتصادي وجذب الاستثمارات، فإن هذه الاستثمارات والتوسعات ستؤدي إلى استنزاف مواردها من الطاقة، وبالتالي فإن الإجابة على هذا السؤال ستكون لا، حيث أن مصر لن تكون قادرة على استدامة التنمية. باستخدام الموارد المتاحة.

وفيما يتعلق بما إذا كانت مصر تتماشى مع تحقيق أهداف التنمية المستدامة أم لا، فمن الواضح أن الإجابة ستكون نعم. وفقًا لتقرير الأمم المتحدة في 2018، الذي أكد أن مصر تتجه نحو تنفيذ وتطوير استخدام الطاقة المتجددة بين جميع القطاعات.

2-1-6 النتائج التطبيقية:

استنادا للبيانات ونموذج الانحدار، تم قبول الفرض الأساسي للدراسة، حيث توصلت الدراسة الى وجود علاقة إيجابية معنوية بين الكهرباء المولدة من مصادر الطاقة المتجددة والنمو الاقتصادي في الأجلين القصير والطويل، وفي نفس الوقت أثبتت عدم وجود علاقة معنوية بين الطاقة المولدة من الوقود الأحفوري والنمو الاقتصادي، هذا يعني أن التحول من الطاقة المولدة من الوقود الأحفوري الى الطاقة المولدة من مصادر متجددة سيعزز النمو الاقتصادي المصري.

1-7 التوصيات:

استنادا على النتائج السابقة، توصي الدراسة الحكومة المصرية:

أولا: بضرورة التحول نحو الاعتماد على الطاقة المولدة من مصادر متجددة، وذلك لتعزيز النمو الاقتصادي المصري.

ثانيا: ضرورة الحذر عند التوسع في عملية النمو الاقتصادي وجذب الاستثمارات الأجنبية، لان ذلك سيخلق ضغط أكبر على مصادر الطاقة المصرية، والتي تحتاج الى ميزانيات ضخمة حتى تواكب معدلات الطلب المتزايدة، مما يخلق المزيد من العجوزات في الموازنة العامة، بالإضافة الى الضغط على العملة الأجنبية لتوفير مصادر الطاقة.

المراجع:

Al-Banna, F. (2020). Renewable Energy in the Middle East. *Retrieved from EcoMena: https://www. ecome na. org/renew ables-middle-east*.

International Renewable Energy Agency (IREA) (2022) Renewable energy outlook Egypt. IRENA. Retrieved from http:// enter prise. press/ wp- content/ uploa ds/ 2022/ 06/ IRENA_ Outlo ok_ Egypt_ 2022_ En. pdf

Karim R, Muhammad-Sukki F, Hemmawati M, Newaz MS, Farooq H, Muhtazaruddin MN, Ardila-Rey JA (2020) Paving towards strategic investment decision: a SWOT analysis of renewable energy in Bangladesh. Sustainability 12(24):10674

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.

Rinkesh (2020) What is sustainable energy? Retrieved from Conserve energy future: https:// www. conse rve- energy- future. com/ isren ewabl eener gysus taina ble. php.

Roy NK, Das A (2018) Prospects of renewable energy sources. In: Renewable energy and the environment, Springer, Singapore, pp 1–39.

Rüdiger M (2019) From import dependence to self-sufficiency in Denmark, 1945–2000. Energy Policy 125:82–89.

Salman, D., & Hosny, N. A. (2021). The nexus between Egyptian renewable energy resources and economic growth for achieving sustainable development goals. *Future Business Journal*, *7*(1), 47.

Shahzad, U. (2015). The importance of renewable energy sources in Pakistan. *Renewable energy*, *1*(3), 4.

UN (2018) Egypt. Retrieved from UN: https:// susta inabl edeve lopme nt. un.org/ membe rstat es/ egypt

World Bank (2020) Egypt renewable energy. Retrieved from Macrotrends: https:// www. macro trends. net/ count ries/ EGY/ egypt/ renew able- energystatistics

Yale University (2022) EPI. Retrieved from EPI: https:// epi. yale. edu/