التنبؤ بالاستهلاك الطاقة المتجددة في الجزائر آفاق 2030
باستخدام نموذج أشعة الانحدار الذاتي (VAR)

Forecasting renewable energy consumption in Algeria until 2030: using a VAR model

سطاح مصطفى *

هندسة التنمية المستدامة مسؤولية الجامعة والاندماج الاجتماعي

جامعة وهران 2 محمد بن احمد – الجزائر

settah.mustapha@univ-oran2.dz

بن رمضان انيسة

هندسة التنمية المستدامة مسؤولية الجامعة والاندماج الاجتماعي

جامعة وهران 2 محمد بن احمد – الجزائر

dr.benra@gmail.com

تاريخ الإستلام: 2024/08/05 تاريخ القبول: 2024/10/06 تاريخ النشر: 2024/10/31

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى التنبؤ باستهلاك الطاقة المتجددة في الجزائر خلال الفترة من 2024 إلى 2030 باستخدام نموذج أشعة الانحدار الذاتي*(VAR)* ، من خلال الاستعانة ببيانات إحصائية من سنة *1991* إلى 2023، بالإضافة إلى مؤشرات اقتصادية كلية للدراسة القياسية وهي:الناتج المحلي الإجمالي، ومعدل البطالة، وإنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة.

أظهرت النتائج أن نموذج *VAR* لديه قدرة عالية على توضيح العلاقات الديناميكية بين العوامل المؤثرة في استهلاك الطاقة المتجددة، مما يجعله أداة قيمة للتنبؤ والتخطيط، كما توصلت الدراسة إلى زيادة مستمرة في استهلاك الطاقة المتجددة خلال الفترة من 2024 إلى 2030، وتشير هذه الزيادة إلى تحول إيجابي نحو اعتماد مصادر الطاقة النظيفة والمتجددة في الجزائر.

الكلمات المفتاحية: الطاقة المتجددة، التنبؤ، نموذج أشعة الانحدار الذاتي (var).

تصنيفات JEL: Q420, c320, c150.

Abstract:

This study aims to forecast the consumption of renewable energy in Algeria for the period 2030-2024using a vector autoregressive (VAR) model, using statistical data from 1991 to 2023, in addition to macroeconomic indicators for the benchmark study, namely GDP, unemployment rate and renewable electricity production.

The results showed that the VAR model has a high ability to explain the dynamic relationships between the factors affecting renewable energy consumption, making it a valuable tool for forecasting and planning. The study also found a continuous increase in renewable energy consumption during the period from 2024 to 2030, which indicates a positive shift towards the adoption of renewable energy sources. Indicates a positive shift towards the adoption of clean and renewable energy sources in Algeria.

Keywords: Renewable energy, forecasting, Vector autoregression.

Jel Classification Codes: c150 ,c320, Q420..

* المؤلف المراسل.

1. مقدمة:

تشهد الجزائر، كغيرها من دول العالم، تحولا تدريجيا نحو استهلاك الطاقة المتجددة في ظل التحديات البيئية والاقتصادية العالمية، يعد هذا التوجه استراتيجيا لضمان أمن الطاقة وتنويع مصادرها في بلد اعتمد تاريخيا على الوقود الأحفوري، حاليا، لا تزال حصة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الجزائري محدودة، حيث تشكل نسبة ضئيلة من إجمالي استهلاك الطاقة، ومع ذلك، فإن الحكومة الجزائرية قد وضعت أهدافا طموحة لزيادة هذه الحصة بشكل كبير بحلول عام 2030.

مع تزايد أهمية الطاقة المتجددة في مواجهة التحديات البيئية والاقتصادية، يصبح من الضروري تبني أدوات تحليلية متقدمة للتنبؤ بالاتجاهات المستقبلية لاستهلاك الطاقة، حيث يمثل نموذج أشعة الانحدار الذاتي (VAR) أحد الأساليب الإحصائية القوية التي تستخدم لتحليل البيانات الزمنية وتقديم توقعات دقيقة مع اتاحة دراسة العلاقات المتبادلة بين المتغيرات المختلفة وتحديد كيف يمكن أن تتطور استهلاك الطاقة استنادا إلى البيانات التاريخية والتوجهات الحالية.

1.1 اشكالية الدراسة

يواجه قطاع الطاقة المتجددة تحديات كبيرة في التخطيط والتنبؤ بسبب تعقيد وتداخل العوامل المؤثرة على استهلاك هذا النوع من الطاقة في هذا السياق، تبرز الحاجة إلى نماذج تحليلية متطورة قادرة على التعامل مع هذا التعقيد وتقديم تنبؤات دقيقة.

وعليه، تتمحور إشكالية هذه الدراسة حول السؤال الرئيسي التالي: **كيف يمكن استخدام نموذج أشعة الانحدار الذاتي (VAR) لتنبؤ باستهلاك الطاقة المتجددة بدقة حتى عام 2030؟**

ويتفرع عن هذا السؤال الرئيسي عدة أسئلة فرعية:

- ما هي العوامل الرئيسية التي تؤثر على استهلاك الطاقة المتجددة، وكيف يمكن تمثيلها في نموذجVAR ؟
- كيف يمكن تحديد وقياس العلاقات الديناميكية بين هذه العوامل باستخدام نموذجVAR ؟

2.1. فرضيات الدراسة

للإجابة عن التساؤل المطروح، قمنا في دراستنا بالاعتماد على مجموعة من فرضيات التي تتمثل في:

- توجد علاقات ديناميكية متبادلة ومعقدة بين استهلاك الطاقة المتجددة والمتغيرات الاقتصادية .
- نموذج VAR قادر على تقديم تنبؤات دقيقة لاستهلاك الطاقة المتجددة على المدى المتوسط والطويل (حتى عام 2030)

2. تعريف بالدراسة والمنهجية البحث

1.2. تعريف بالدراسة

في هذا القسم، سيتم الاعتماد على المنهج القياسي لنمذجة الظاهرة باستخدام طرق تحليل السلاسل الزمنية باستخدام نموذج شعاع الانحدار الذاتي(VAR) ، بهدف توقع كميات استهلاك الطاقة المتجددة للفترة المستقبلية من عام 2023 إلى 2030.

تم جمع البيانات من قاعدة بيانات البنك الدولي وموقع ourworldindata، وتم اختيار الجزائر كإطار مكاني لدراستنا.

2.2 . المنهجية البحث

1.2.2 نموذج شعاع الانحدار الذاتي (VAR)

تم اقتراح هذا النموذج من قبل Sims في عام 1981، حيث رأى Sims أن الطريقة التقليدية لبناء النماذج القياسية الآنية تعتمد على وجهة نظر تفسيرية، حيث تتضمن العديد من الفرضيات غير المختبرة مثل استبعاد بعض المتغيرات من بعض المعادلات لتحقيق تشخيص (**Identification**) مقبول للنموذج، وكذلك فيما يتعلق باختيار المتغيرات الخارجية (**Exogenes**) وتوزيع فترات الإبطاء الزمني.

يقترح Sims في نموذجه معاملة جميع المتغيرات بنفس الطريقة دون أي شروط مسبقة مثل (استبعادها أو اعتبارها خارجية)، وإدخالها جميعا في المعادلات بعدد مدد الإبطاء الزمني نفسه.

النموذج العام الذي تم اقتراحه هو نموذج(Vectorial AutoRegressive (VAR ، ويمكن كتابته بالشكل التالي:

$$\boldsymbol{\phi(B)Y_t = \varepsilon_t}$$

- $Y_{t:}$ *سياق* عشوائي ذو **n**بعد، مستقر من المرتبة الثانية.
- **ø(B)** :كثير حدود مصفوفي من الدرجة pبمعامل الإبطاء الزمني Bيكتب كما يأتي:

$$\boldsymbol{\phi(B) = \phi_0 - B\phi_1 - B^2\phi_2 -\dots- B_p\phi_p}$$

- $\boldsymbol{\phi_0}$:مصفوفة أحادية من المرتبة n.
- $\boldsymbol{\varepsilon_t}$: سياق الضجة البيضاء ذو nبعد، مصفوفة تغايرا ته هي:Ω. و يفسر هذا السياق بأنه تجديد (innovation) للسياق العشوائي Y_t **(نقار و العواد، 2012، الصفحات 339 - 340)**

3. نتائج الدراسة

1.3 التعريف بالمتغيرات

تم الاستناد في النموذج المقترح للتنبؤ باستهلاك الطاقة المتجددة من عام 2023إلى عام 2030 على استخدام نموذج شعاع الانحدار الذاتي VAR على المتغيرات التالية:

REPC=F (GDP, EFR, CH)

- **REPC**: استهلاك الطاقة المتجددة للفرد (بيانات سنوية).
- **GDP**: اجمالي الناتج المحلي الإجمالي(بيانات سنوية).
- **EFR**: توليد الكهرباء من الطاقة المتجددة(بيانات سنوية).
- **CH**: معدل البطالة(بيانات سنوية).

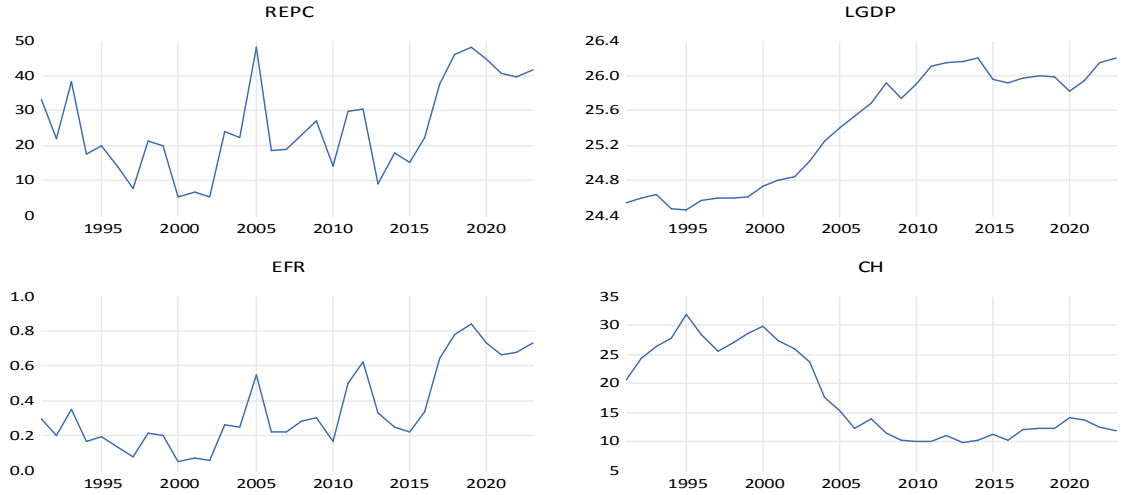
تتألف كل سلسلة(متغيرات) من 33 مشاهدة مستمرة من عام 1991 إلى عام 2023 ومن أجل تجنب مشكلة تدهور قيم الأسعار عبر الزمن ومشكلة اختلاف وحدات القياس، نقوم بتحويل قيم المتغير الناتج المحلي الإجمالي بالأسعار الجارية إلى قيم لوغاريتمية، وذلك لتصبح دالة استهلاك الطاقة المتجددة النهائية على النحو التالي:

REPC=F (LGDP, EFR, CH)

2.3 عرض السلاسل الزمنية

من خلال تحليل الرسم البياني رقم 01، يتبين لنا أن سلاسل الزمنية المدروسة غير مستقرة نظرا لوجود اتجاه عام فيها ومع ذلك، لا يتضح من الشكل ما إذا كان عدم الاستقرار يعود إلى وجود جذر الوحدة أم لا، ولذلك يتطلب ضرورة إجراء اختبارات لجذر الوحدة.

الشكل رقم (01): التمثيل البياني لمتغيرات الدراسة



المصدر: من اعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات EVIEWS 13

3.3. اختبار استقرارية السلاسل

توجد عدة اختبارات لدراسة استقرارية السلاسل الزمنية، ومن بينها الاختباران الأكثر استخداما وأهمية هما اختبار ديكي فولر المطور (ADF)، واختبار فيليبس وبرون (PP)، وبالتالي، سيتم الاعتماد على هاذين الاختبارين لكشف وجود جذر الوحدة وتحديد درجة استقرار السلاسل.

1.3.3 اختبار ديكي-فولر المطور (Augmented Dickey - Fuller Test ADF)

أجريت أول اختبارات لجذر الوحدة من قبل ديكي وفولر في عام 1979، ثم تم تطوير هذا الاختبار إلى ما يعرف باختبار ديكي-فولر الموسع (ADF) في عام 1981، يعتبر هذا الاختبار واحدا من أكثر الاختبارات استخداما للكشف عن وجود جذر الوحدة في السلاسل الزمنية (مهران، السيد فراج، وربيع انويجي خليفة ، صفحة 12).

وتنص فرضياته على:

- **الفرضية العدمية H0:** وجود جذر الوحدة (عدم استقرار متغيرات).
- **الفرضية البديلة H1:** عدم وجود جذر الوحدة (استقرار متغيرات). (بوعتلي، 2019، صفحة 22)

2.3.3: اختبار فيليبس وبيرون (PP)

أجرى هذا الاختبار كل من فليب-بيرون في عام 1988، ويستند هذا الاختبار على تصحيح الارتباط الذاتي في بواقي معادلة اختبار جذر الوحدة باستخدام طريقة غير معلمية (ADJUSTEMENT NON-PARAMETIC) لتباين النموذج، وذلك لمراعاة وجود الارتباط الذاتي وتعكس الطبيعة الديناميكية في السلسلة، ويسمح اختبار فيليب-بيرون بتجاوز مشكلتي الارتباط الذاتي للبواقي وتحقيق استقرار التباين للخطأ العشوائي التي يعاني منها اختبار ديكي-فولر التقليدي.

باستخدام برنامج Eviews 13 ، تم الحصول على النتائج المبينة في الجدول رقم 01 و02.

الجدول رقم (01): نتائج اختبار ديكي فولر المطور

UNIT ROOT TEST RESULTS TABLE (ADF)
Null Hypothesis: the variable has a unit root

		At Level			
		REPC	LGDP	EFR	CH
With Constant	t-Statistic	-2.7719	-0.6301	-1.5375	-0.6332
	Prob.	0.0736	0.8500	0.5021	0.8492
		*	n0	n0	n0
With Constant & Trend	t-Statistic	-3.6953	-1.2147	-3.2191	-1.7982
	Prob.	0.0373	0.8903	0.0987	0.6820
		**	n0	*	n0
Without Constant & Trend	t-Statistic	-1.0555	2.4597	-0.4071	-0.9063
	Prob.	0.2567	0.9956	0.5288	0.3160
		n0	n0	n0	n0
		At First Difference			
		d(REPC)	d(LGDP)	d(EFR)	d(CH)
With Constant	t-Statistic	-8.1511	-4.5582	-8.2296	-4.3951
	Prob.	0.0000	0.0010	0.0000	0.0016
		***	***	***	***
With Constant & Trend	t-Statistic	-8.0888	-4.4835	-5.4012	-4.2913
	Prob.	0.0000	0.0062	0.0009	0.0098
		***	***	***	***
Without Constant & Trend	t-Statistic	-8.2684	-4.0149	-8.2527	-4.3298
	Prob.	0.0000	0.0002	0.0000	0.0001
		***	***	***	***

المصدر: من اعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات EVIEWS 13

الجدول رقم (02): اختبار فيليبس وبيرون

UNIT ROOT TEST RESULTS TABLE (PP)
Null Hypothesis: the variable has a unit root

		At Level			
		REPC	LGDP	EFR	CH
With Constant	t-Statistic	-2.7506	-0.6864	-1.3405	-0.8794
	Prob.	0.0769	0.8362	0.5984	0.7817
		*	n0	n0	n0
With Constant & Trend	t-Statistic	-3.6639	-1.4839	-2.9318	-2.1206
	Prob.	0.0399	0.8142	0.1665	0.5154
		**	n0	n0	n0
Without Constant & Trend	t-Statistic	-0.7947	2.1506	0.0195	-0.8646
	Prob.	0.3639	0.9909	0.6816	0.3336
		n0	n0	n0	n0
		At First Difference			
		d(REPC)	d(LGDP)	d(EFR)	d(CH)
With Constant	t-Statistic	-9.7797	-4.5328	-9.9576	-4.3782
	Prob.	0.0000	0.0011	0.0000	0.0016
		***	***	***	***
With Constant & Trend	t-Statistic	-11.8621	-4.4542	-14.6877	-4.2572
	Prob.	0.0000	0.0067	0.0000	0.0107
		***	***	***	**
Without Constant & Trend	t-Statistic	-9.8623	-4.0524	-7.0202	-4.3298
	Prob.	0.0000	0.0002	0.0000	0.0001
		***	***	***	***

المصدر: من اعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات EVIEWS 13

من خلال النتائج السابقة، يمكن ملاحظة أن السلاسل غير مستقرة في المستوى، ولكنها تستقر بعد أخذ الفرق الأول، وبالتالي يمكن اعتبار هذه السلاسل متكاملة من الدرجة الأولى. ونظرا لأن جميع المتغيرات متكاملة من الدرجة الأولى، يمكننا الانتقال إلى إجراء اختبار جوهانسون للتكامل المشترك على هذه المتغيرات.

4.3 اختبار التكامل المشترك لجهانسون (Johanson)

يهدف هذا الاختبار إلى التأكد من وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين المتغيرات الدراسة. ونظرا لأن جميع السلاسل الزمنية لهذه المتغيرات متكاملة من الدرجة الأولى، فإن هذا يمكننا من إجراء اختبار لوجود علاقة بين هذه المتغيرات على المدى البعيد، والتي تظهر النتائجه على النحو التالي:

الجدول رقم (03): نتائج اختبار JOHANSON

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.** Critical Value
None	0.622882	47.64974	47.85613	0.0523
At most 1	0.290259	17.41859	29.79707	0.6091
At most 2	0.181214	6.790071	15.49471	0.6022
At most 3	0.018921	0.592166	3.841465	0.4416

المصدر: من اعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات EVIEWS 13

من خلال تحليل نتائج اختبار جوهانسون للتكامل المبينة في الجدول رقم (03)، يمكن أن نلاحظ أن القيم المحسوبة لاختبار الأثر أقل من القيم الجدولية بنسبة معنوية تبلغ 5٪، وبناءا على ذلك، يمكننا أن نستنتج أنه يمكن قبول الفرضية العدمية H0 التي تفترض عدم وجود تكامل مشترك بين المتغيرات، ونتيجة لذلك، سنتابع استخدام نموذج VAR في دراسة العلاقات بين المتغيرات.

5.3 تحديد فترة ابطاء

قبل تقدير معادلة نموذج أشعة الانحدار الذاتيVAR، ينبغي تحديد عدد درجات التأخر لهذا النموذج باستخدام اختبارVAR LAG ORDER SELECTOR CRITERION، الذي يعتمد على معاييرAkaike ، Schwarz، HQ، FPE، وLR، ولتحديد الطول المثلى لفترة التخلف في النموذج، يجب اختيار القيم الصغرى للمعايير.

الجدول رقم (04): نتائج تحديد فترة الابطاء الزمني

VAR Lag Order Selection Criteria
Endogenous variables: DREPC DLGDP DEFR DCH
Exogenous variables: C
Date: 07/26/24 Time: 15:33
Sample: 1991 2023
Included observations: 30

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-110.9915	NA	0.025089	7.666097	7.852923*	7.725864*
1	-96.19591	24.65925	0.027528	7.746394	8.680525	8.045231
2	-74.21626	30.77151*	0.019691*	7.347751*	9.029188	7.885657

مصدر: من اعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات EVIEWS 13

من خلال الاطلاع على الجدول رقم 04، يتضح أن المعايير الثلاثة FPE و AIC و LR تشير إلى ضرورة أخذ فجوة زمنية ثانية بينما يشير المؤشرين HQ و SC إلى ضرورة أخذ فجوة زمنية واحدة، ولضمان التوافق بينهما، نقوم بتحديد فجوتين زمنيتين عند تقدير نموذجVAR ، كما يشير إلى ذلك المعايير الثلاثة FPE و AICو.LR

6.3 تقدير نموذج انحدار الذاتي var

تم تحديد القيمة المثلى للتباطؤ وهي 2، وبناء على ذلك قمنا بتقدير نموذج الانحدار الذاتي ذو المتجهVAR(2)، وتم تسجيل النتيجة في الجدول التالي:

الجدول رقم (05): نتيجة تقدير نموذج VAR(2)

Vector Autoregression Estimates
Date: 07/26/24 Time: 15:34
Sample (adjusted): 1994 2023
Included observations: 30 after adjustments
Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

	DREPC	DLGDP	DEFR	DCH
DREPC(-1)	-1.148929 (0.51564) [-2.22815]	-0.007392 (0.00597) [-1.23801]	-0.016269 (0.00625) [-2.60342]	-0.079830 (0.10775) [-0.74088]
DREPC(-2)	0.005666 (0.47279) [0.01198]	-0.000812 (0.00547) [-0.14830]	0.004904 (0.00573) [0.85590]	0.013265 (0.09879) [0.13427]
DLGDP(-1)	-11.12254 (20.8326) [-0.53390]	0.109334 (0.24122) [0.45326]	-0.067323 (0.25247) [-0.26666]	-5.154780 (4.35324) [-1.18412]
DLGDP(-2)	-50.15496 (19.7360) [-2.54130]	-0.323426 (0.22852) [-1.41529]	-0.764891 (0.23918) [-3.19801]	0.103564 (4.12409) [0.02511]
DEFR(-1)	66.66933 (39.4406) [1.69037]	0.407377 (0.45668) [0.89204]	1.161689 (0.47797) [2.43044]	4.109728 (8.24163) [0.49865]
DEFR(-2)	-20.95116 (35.5878) [-0.58872]	0.046166 (0.41207) [0.11204]	-0.674276 (0.43128) [-1.56342]	0.394801 (7.43654) [0.05309]
DCH(-1)	-2.877021 (1.29375) [-2.22378]	-0.002507 (0.01498) [-0.16734]	-0.032187 (0.01568) [-2.05292]	0.133995 (0.27035) [0.49564]
DCH(-2)	-1.389015 (0.98940) [-1.40390]	-0.029929 (0.01146) [-2.61247]	-0.017918 (0.01199) [-1.49434]	-0.002238 (0.20675) [-0.01082]
C	1.431955 (2.16898) [0.66020]	0.051264 (0.02511) [2.04122]	0.032924 (0.02629) [1.25254]	-0.193988 (0.45324) [-0.42800]
R-squared	0.471279	0.309233	0.534868	0.228512
Adj. R-squared	0.269862	0.046084	0.357675	-0.065388
Sum sq. resids	2229.515	0.298917	0.327441	97.35318
S.E. equation	10.30376	0.119307	0.124870	2.153106
F-statistic	2.339813	1.175124	3.018564	0.777517
Log likelihood	-107.1933	26.56363	25.19653	-60.22538
Akaike AIC	7.746219	-1.170909	-1.079769	4.615025
Schwarz SC	8.166578	-0.750549	-0.659410	5.035384
Mean dependent	0.121188	0.052310	0.012693	-0.480533
S.D. dependent	12.05849	0.122155	0.155804	2.085987

Determinant resid covariance (dof adj.)	0.006894
Determinant resid covariance	0.001655
Log likelihood	-74.21626
Akaike information criterion	7.347751
Schwarz criterion	9.029188
Number of coefficients	36

مصدر: من اعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات EVIEWS 13

بعد إجراء تقدير للمتغيرات المدروسة، يمكننا صياغة النموذج على النحو التالي:

DREPC = - 1.14892929921*DREPC (-1) + 0.00566566077813*DREPC (-2) - 11.1225381646*DLGDP (-1) - 50.1549560536*DLGDP (-2) + 66.6693265487*DEFR (-1) - 20.9511581372*DEFR (-2) - 2.87702064508*DCH (-1) - 1.38901475569*DCH (-2) + 1.43195492075.

باستخدام معامل التحديد R^2=0.47، يمكن استنتاج أن المتغيرات المستقلة تفسر تغيرات استهلاك الطاقة المتجددة للفرد بنسبة 47٪، في حين يتم تفسير النسبة المتبقية بوجود أخطاء عشوائية، وهي متغيرات أخرى غير مذكورة في النموذج بالإضافة إلى عوامل أخرى.

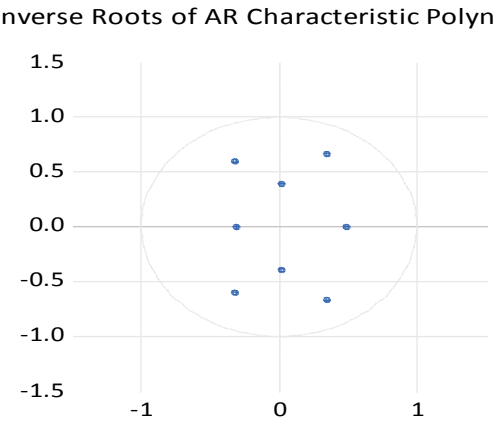
7.3 اختبار النموذج

يتم الاختبار النموذج لتقييم مدى قابلية الاعتماد عليه، وذلك من خلال تنفيذ مجموعة من الاختبارات الإحصائية.

1.7.3 اختبار استقرارية النموذج

للتحقق من استقرارية النموذج (2) var، يتم استخدام اختبار الجذور العكسية (inverse roots) يعتبر النموذج مستقرا إذا كانت جميع الجذور أقل من الواحد، أي أنها تقع داخل دائرة الوحدة. يوضح الشكل التالي نتائج هذا الاختبار.

الشكل رقم (02): نتائج اختبار استقرارية var (2)



المصدر: من اعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات EVIEWS 13

يتبين من خلال النتائج التي تم الحصول عليها أن قيم جذور الوحدة أقل من الواحد، كما أنها تقع ضمن الدائرة الأحادية وبناء على ذلك، يعتبر نموذج شعاع الانحدار الذاتي مستقرا.

2.7.3 دراسة وتحليل بواقي نموذج var (2)

1.2.7.3 اختبار الارتباط الذاتي للبواقي

يعد غياب الارتباط الذاتي للبواقي أحد الشروط الأساسية التي يجب توفرها في النماذج التي تستخدم طريقة المربعات الصغرى، يتم استخدام اختبار (TEST-LM) لاختبار الفرضيتين التاليتين:

- **الفرضية العدمية H0 :** عدم وجود الارتباط الذاتي للبواقي.
- **الفرضية البديلةH1 :** وجود الارتباط الذاتي للبواقي.

يعرض الجدول التالي نتائج هذا الاختبار لمختلف درجات الارتباط بين بواقي النموذج.

الجدول رقم (06): نتائج اختبار (TEST-LM) لنموذج var(02)

VAR Residual Serial Correlation LM Tests
Date: 07/26/24 Time: 15:39
Sample: 1991 2023
Included observations: 30

Null hypothesis: No serial correlation at lag h

Lag	LRE* stat	df	Prob.	Rao F-stat	df	Prob.
1	10.31501	16	0.8497	0.616045	(16, 43.4)	0.8534
2	9.668645	16	0.8834	0.573630	(16, 43.4)	0.8863

Null hypothesis: No serial correlation at lags 1 to h

Lag	LRE* stat	df	Prob.	Rao F-stat	df	Prob.
1	10.31501	16	0.8497	0.616045	(16, 43.4)	0.8534
2	19.92104	32	0.9526	0.542737	(32, 38.5)	0.9602

*Edgeworth expansion corrected likelihood ratio statistic.

المصدر: من اعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات EVIEWS 13

من خلال تحليل الجدول، يمكننا أن نلاحظ أنه من اجل وجود درجات متفاوتة للارتباط بين بواقي النموذج فإن احتمالية (Prob) الاحصائية(LM-Stat) أكبر من قيمة 0.05 وهذا يعني أننا نقبل الفرضية العدمية H0 التي تشير إلى عدم وجود ارتباط ذاتي لبواقي النموذج، وبالتالي فإن النموذج المستخدم لديه قدرة عالية في تفسير الظاهرة.

2.2.7.3 اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي

تظهر النتائج المستخلصة من اختبار Jarque-Bera للكشف عن طبيعة السلاسل الزمنية في الجدول التالي:

الجدول رقم (07): نتائج اختبار Jarque-Bera

Component	Jarque-Bera	df	Prob.
1	1.199938	2	0.5488
2	0.895892	2	0.6389
3	0.108201	2	0.9473
4	0.566502	2	0.7533
Joint	2.770533	8	0.9479

*Approximate p-values do not account for coefficien estimation

المصدر: من اعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات EVIEWS 13

يتبين من خلال الجدول رقم (7) أن احصائية **Jarque-Bera** لجميع البواقي أقل من القيمة المجدولة(2.770533)، وبالتالي نقبل فرضية عدم H_0 اتباع البواقي توزيعا طبيعيا عند مستوى معنوية 5%.

3.2.7.3 اختبار ثبات تباين البواقي

بهدف اختبار فرضية ثبات تباين البواقي، نستند إلى اختبار (WHITE). حيث تنص الفرضية العدمية لهذا الاختبار على ثبات تباين البواقي، وتوضح النتيجة الحاصلة عن هذا الاختبار في الجدول التالي:

الجدول رقم (08): نتائج اختبار ثبات تباين البواقي

VAR Residual Heteroskedasticity Tests (Levels and Squares)
Date: 07/26/24 Time: 15:41
Sample: 1991 2023
Included observations: 30

Joint test:

Chi-sq	df	Prob.
173.0060	160	0.2281

Individual components:

Dependent	R-squared	F(16,13)	Prob.	Chi-sq(16)	Prob.
res1*res1	0.848912	4.565170	0.0043	25.46737	0.0620
res2*res2	0.512458	0.854023	0.6228	15.37374	0.4975
res3*res3	0.790624	3.068076	0.0237	23.71872	0.0958
res4*res4	0.618988	1.319977	0.3103	18.56963	0.2916
res2*res1	0.464533	0.704866	0.7491	13.93598	0.6035
res3*res1	0.829963	3.965874	0.0081	24.89889	0.0716
res3*res2	0.594488	1.191140	0.3798	17.83464	0.3337
res4*res1	0.524055	0.894629	0.5894	15.72164	0.4726
res4*res2	0.638512	1.435154	0.2584	19.15536	0.2607
res4*res3	0.673927	1.679270	0.1754	20.21780	0.2106

المصدر: من اعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات EVIEWS 13

تشير النتائج إلى قبول فرضية العدمية بمستوى معنوية 5% بالنسبة لبواقي وبناء على ذلك، يتبين أن تباين البواقي ثابت على مدار فترة الدراسة.

8.3 تحليل ديناميكية النموذج

تتيح دراسة ديناميكية لنموذج VAR تحليلا لآثار السياسة الاقتصادية، من خلال تحليل الصدمات العشوائية وتقدير تباين البواقي.

1.8.3 تحليل التباين

يقوم تحليل التباين بقياس نسبة تباين خطأ التنبؤ للمتغير المحل دراسته الناتجة عن الصدمات غير المتنبأ بها لكل متغير من متغيرات النموذج خلال فترة التنبؤ. وبمعنى آخر، يقوم بقياس مساهمة الصدمات العشوائية لمتغيرات النموذج في التقلبات المستقبلية لمتغير ما **(محمد و صديق، 2019، صفحة 89)**.

الجدول رقم (09): نتائج تجزئة تباين خطأ التنبؤ لمتغير استهلاك الطاقةالمتجددة للفرد

Variance Decomposition of DREPC:

Period	S.E.	DREPC	DLGDP	DEFR	DCH
1	10.30376	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000
		(0.00000)	(0.00000)	(0.00000)	(0.00000)
2	12.47223	80.92113	6.597680	0.541376	11.93981
		(11.9670)	(8.22860)	(3.86168)	(8.76945)
3	13.16281	75.07761	10.68022	3.076008	11.16617
		(12.3167)	(11.7431)	(5.31259)	(7.68950)
4	13.28306	73.76399	10.49477	4.649907	11.09133
		(12.5518)	(11.5503)	(5.41656)	(8.04094)
5	13.39467	73.48996	10.35159	4.712378	11.44607
		(12.9815)	(11.6845)	(5.95774)	(8.07814)
6	13.43399	73.06747	10.30175	5.137050	11.49373
		(13.6249)	(11.7261)	(6.24151)	(8.07255)
7	13.46214	72.79286	10.45526	5.306139	11.44574
		(14.1110)	(11.6632)	(6.65773)	(8.20621)
8	13.46821	72.72849	10.44996	5.304077	11.51748
		(14.7101)	(11.9788)	(7.33208)	(8.53939)
9	13.48775	72.54969	10.47830	5.439923	11.53208
		(15.1836)	(12.3362)	(7.27250)	(8.53899)
10	13.49015	72.52395	10.47478	5.469039	11.53223
		(15.7871)	(12.4178)	(7.87873)	(8.92265)

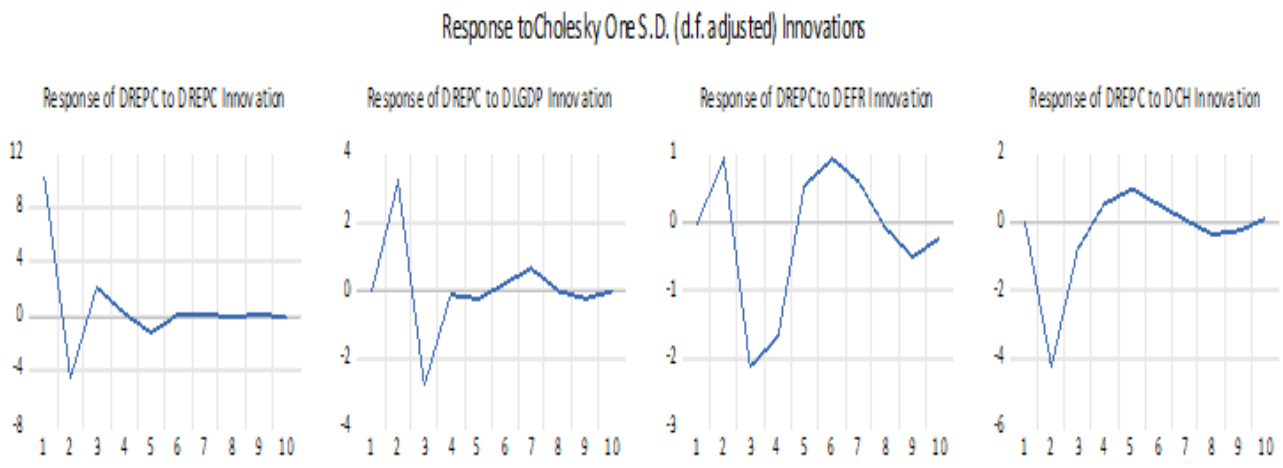
المصدر: من اعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات EVIEWS 13

يتضح من جدول رقم (09) أن المكون الوحيد في استهلاك الطاقة المتجددة للفرد هو نفسه، حيث يمثل نسبة 100٪، وتنخفض هذه النسبة بشكل ملحوظ على المدى الطويل لتصل إلى 72.52٪ في السنة العاشرة. يساهم معدل البطالة بنسبة 11.52٪ في تباين خطأ التنبؤ لاستهلاك الطاقة المتجددة للفرد على المدى الطويل، ولكن تفسيره ضعيف جدا على المدى القصير حيث تقدر بحوالي 00٪ في السنة الأولى، تليها مساهمة ضعيفة لتوليد الكهرباء من الطاقة المتجددة بنسبة 5.46٪ ومتوسطة للوغاريتم الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 10.47٪ على المدى الطويل، أي في فترة التنبؤ للسنة العاشرة.

2.8.3 دوال نبض الاستجابة

توضح الدوال المتعلقة بنبض الاستجابة الأثر الذي تتركه صدمة تحدث في متغيرة داخلية من متغيرات النظام المدروس في زمن محدد على القيم الحالية والمستقبلية لتلك المتغيرة وباقي المتغيرات الداخلية في النظام، وبالتالي، يمكن لتحليل ودراسة تطورات الدوال المتعلقة بالاستجابة أن تساعد الباحث على اكتشاف العلاقات المتشابكة والتفاعلات المختلفة التي تحدث بين المتغيرات المعنية بالدراسة. **(شهرزاد، 2024، صفحة 92)**

الشكل رقم (03): يوضح دوال استجابةاستهلاك الطاقة المتجددة للفرد المتغيرات المستقلة



المصدر: من اعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات EVIEWS 13

باستناد إلى الشكل السابق، يمكننا ملاحظة حدوث صدمة غير متوقعة في استهلاك الطاقة المتجددة للفرد بمقدار انحراف معياري واحد، وسيكون لهذه الصدمة تأثير إيجابي على استهلاك الطاقة المتجددة للفرد، حيث تصل أعلى قيمة في السنة الأولى إلى 10.30٪ ثم تستمر في الانخفاض تدريجيا، بالمقابل.

أدت حدوث صدمات في لوغاريتم الناتج المحلي الإجمالي خلال السنتين الأولى إلى حدوث اضطرابات كبيرة في استهلاك الطاقة المتجددة للفرد بنسب تتراوح بين 3.20٪ و2.80٪، وتنخفض هذه الاضطرابات بشكل ملحوظ في السنوات اللاحقة.

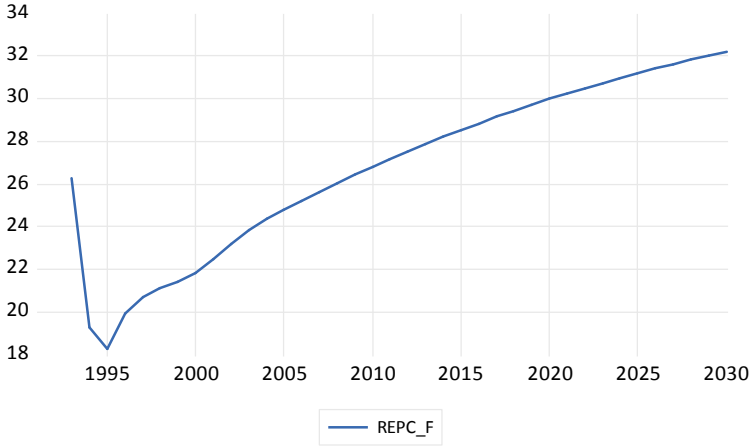
أما بالنسبة لتوليد الكهرباء من الطاقة المتجددة، فقد أدى حدوث صدمات فيها إلى حدوث اضطرابات كبيرة في استهلاك الطاقة المتجددة للفرد خلال السبع سنوات الأولى بنسب تتراوح بين 0.91٪ و0.58٪. وبالنسبة للصدمات المرتبطة بمعدل البطالة، فقد أثرت على استهلاك الطاقة المتجددة للفرد، حيث تلاحظ حدوث اضطرابات في استهلاك الطاقة المتجددة للفرد بأعلى قيمة في السنة الأولى تصل إلى 4.30٪ ثم تستمر في الانخفاض تدريجيا.

9.3 تنبؤ باستهلاك الطاقة المتجددة

بعد إجراء تقدير لنموذج الانحدار الذاتي، سنسعى إلى التنبؤ بمستوى استهلاك الطاقة المتجددة حتى عام 2030.

الشكل رقم (04): يوضح نتائج تنبؤ باستهلاك الطاقة المتجددة

السنوات	القيم استهلاك الطاقة المتجددة (KH/W)
2024	30,97
2025	31,19
2026	31,41
2027	31,62
2028	31,82
2029	32,02
2030	32,21



المصدر: من اعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات EVIEWS 13

يوضح الجدول المقدم توقعات بزيادة مستمرة في استهلاك الطاقة المتجددة في الجزائر خلال الفترة من 2024 إلى 2030 وتشير هذه الزيادة إلى تحول إيجابي نحو اعتماد مصادر الطاقة النظيفة والمتجددة، وهو ما يعكسه أيضا اتجاه المنحنى لسلسلة التنبؤات.

4. خاتمة:

في ختام هذه الدراسة، يتبين أن استخدام نموذج أشعة الانحدار الذاتي (VAR) في تحليل وتنبؤ استهلاك الطاقة المتجددة يقدم رؤى قيمة ونتائج واعدة لمستقبل قطاع الطاقة المستدامة. من خلال هذا البحث، تمكنا من تسليط الضوء على العديد من الجوانب الهامة:

- **فعالية النموذج:** أظهر نموذجVAR قدرة عالية على توضيح العلاقات الديناميكية المعقدة بين العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة المتجددة، مما يجعله أداة قيمة للتنبؤ والتخطيط.
- **رؤى مستقبلية:** قدمت التنبؤات حتى عام 2030 صورة واضحة عن الاتجاهات المستقبلية المحتملة لاستهلاك الطاقة المتجددة، مما يساعد في توجيه الاستثمارات وصياغة السياسات.
- **تحديد العوامل الرئيسية:** تم تحديد وتحليل أهم العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة المتجددة، مما يوفر فهما أعمق لديناميكيات السوق.

ومع ذلك، من المهم الإشارة إلى أن نموذجVAR، رغم اجابياته، له سلبياته. فالتغيرات التكنولوجية السريعة والتحولات السياسية غير المتوقعة قد تؤثر على دقة التنبؤات على المدى الطويل. لذا، يجب النظر إلى نتائج هذه الدراسة كدليل استرشادي يحتاج إلى مراجعة وتحديث مستمرين.

في النهاية، تؤكد هذه الدراسة على الدور الحاسم للطاقة المتجددة في مستقبل الطاقة العالمي، إن الفهم العميق لديناميكيات استهلاك الطاقة المتجددة، الذي يوفره نموذجVAR، يعد خطوة مهمة نحو تحقيق مستقبل طاقة مستدام وآمن ومع استمرار التطور في تقنيات الطاقة المتجددة وزيادة الوعي البيئي، فإن الحاجة إلى مثل هذه الدراسات التحليلية ستزداد أهمية لضمان انتقال سلس وفعال نحو مصادر الطاقة النظيفة.

5. قائمة المراجع:

1. العقاب محمد، وحمايدي صديق. (2019). محددات الانفاق العامفي الجزائر:دراسة قياسية باستخدام نموذج متجه الانحدار الذاتي VAR خلال الفترة 1980-2017. مجلة المتدى للدراسات و الأبحاث الاقتصادية المجلد 03/العدد:الخاص، 75-93.
2. بلحاج عمارة شهرزاد. (2024). مقارنة بين نموذج VAR وARIMA للتنبؤ بالتضخم في الجزائر. مجلة اقتصاديات شمال افريقيا المجلد 20/العدد 34، 98-87.
3. حسني حسن محمد مهران، السعيد صقر السيد فراج، و عبد الرحمان ربيع انويجي خليفة . (بلا تاريخ). تقدير دالة الاستهلاك الكلي في ليبيا خلال الفترة 1974-2014 باستخدام تحليل التكامل المشترك تصحيح الخطأ (ECM). جامعة دمياط، ليبيا.
4. عثمان نقار، ومنذر العواد. (2012). استخدام نماذج var في التنبؤ و دراسة العلاقة السببية بين اجمالي الناتج المحلي و أجمالي التكوين الرأس المالي في سوريا. مجلة جامعة دمشق للعلوم الاقتصادية و القانونية/المجلد-28/العدد الثاني، 339-340.
5. محمد بوعتلي. (2019). دراسة القياسية لتأثير استهلاك الطاقات المتجددة على النمو الاقتصادي في دول المغرب العربي. مجلة أفاق علوم الادارة والاقتصاد المجلد03/العدد 01، 10-29.