



المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي
ISSN: 2311-8547 (Online), 1110-6832 (print)
<https://meae.journals.ekb.eg/>

تقييم دور قطاع الزراعة في تخفيض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في دول شمال أفريقيا

حنان محمود سيد عجبو

أستاذ مساعد قسم الاقتصاد - جامعة القاهرة - كلية الاقتصاد والعلوم السياسية

بيانات البحث	المستخلص
استلام 2023 / 12 / 2 قبول 2024 / 2 / 2	تهدف الدراسة إلى تقييم دور قطاع الزراعة في تخفيض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في دول شمال أفريقيا (مصر، المغرب، الجزائر، وتونس)، باستخدام طريقة العزوم المعممة (GMM) خلال الفترة (1990: 2022)، وقد أكدت نتائج الدراسة على أن قطاع الزراعة له تأثير أكبر في تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مصر مقارنة بدول شمال أفريقيا (المغرب، الجزائر، وتونس). كما أظهرت نتائج النموذج أن فرضية منحنى كوزنت البيئي تتحقق في كل من مصر، والمغرب. أما بالنسبة لدولة الجزائر، وتونس فإن العلاقة بين الناتج المحلي الإجمالي وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون علاقة عكسية. علاوة على ذلك، توضح نتائج الدراسة أن متغير نسبة استهلاك الطاقة المتجددة هو الأكثر فعالية في تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في كل من مصر وتونس، بينما ينخفض دور استهلاك الطاقة المتجددة في تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في كل من المغرب والجزائر. كما أشارت نتائج الدراسة إلى أن متغير استهلاك الطاقة هو أكثر العوامل المؤثرة في زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في كل الدول موضع الدراسة. أما بالنسبة لتأثير قطاع الصناعة في زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ضعيف في كل من مصر والمغرب، في حين يزداد تأثيره في الجزائر وتونس.
الكلمات المفتاحية: الزراعة، انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، طريقة العزوم المعممة، شمال أفريقيا	
	الباحث المسئول: حنان محمود سيد عجبو البريد الإلكتروني h_anan_mahmoud@cu.edu.eg
	© The Author(s) 2023.



Available Online at Ekb Press

Egyptian Journal of Agricultural Economics ISSN: 2311-8547 (Online),
1110-6832 (print)

<https://meae.journals.ekb.eg/>

Evaluating the Role of the Agricultural Sector in Reducing Carbon Dioxide Emissions In North African Countries

Dr. Hanan Mahmoud Sayed Agbo¹

Associate Professor in Economic department, Cairo University, Faculty of economics and political science

ARTICLE INFO

Article History

Received: 2-12- 2023

Accepted: 2- 2- 2024

Keywords:

Agriculture;
Carbon Dioxide
Emissions;
Generalized
Method of
Moment
(GMM)); North
Africa.

ABSTRACT

The study aims to evaluate the role of the agricultural sector in reducing carbon dioxide emissions in North African countries (Egypt, Morocco, Algeria, and Tunisia), using the Generalized Method of Moment (GMM) during the period (1990: 2022). The results of the study confirmed that the agricultural sector has a greater impact on reducing carbon dioxide emissions in Egypt compared to North African countries (Morocco, Algeria, and Tunisia). The results of the model also showed that the hypothesis of the Environmental Kuznets Curve (EKC) is fulfilled in both Egypt and Morocco. However, the relationship between GDP and carbon dioxide emissions is negative for Algeria and Tunisia. Moreover, the results of the study show that the percentage of renewable energy consumption is the most effective in reducing carbon dioxide emissions in both Egypt and Tunisia, while the role of renewable energy consumption in reducing carbon dioxide emissions is low in both Morocco and Algeria. The results of the study also indicated that the energy consumption is the most influential factor in increasing carbon dioxide emissions in all countries under study. Moreover, the impact of the industrial sector in increasing carbon dioxide emissions is weak in both Egypt and Morocco, while its impact is increasing in both Algeria and Tunisia.

Corresponding Author:) Hanan Mahmoud Sayed Agbo

E-mail: h_anan_mahmoud@cu.edu.eg

The Author(s) 2023.

المقدمة: -

أعطت أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة (SDGs) مكانة بارزة لقضية التصدي للتغيرات المناخية، حيث إن الهدف الثالث عشر من أهداف التنمية المستدامة هو تعزيز القدرة على الصمود في مواجهة التغيرات المناخية وخفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. ويأتي غاز ثاني أكسيد الكربون في مقدمة الغازات الدفيئة Greenhouse Gas المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري (Greenhouse Effect). ووفقاً لبيانات تقرير (IEA, 2014) وتقرير (United Nations Environment Programme, 2022) قدرت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية عام 1990 بنحو 20.9 جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون، وارتفعت إلى نحو 30.4 جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون عام 2010 بمعدل نمو بلغ نحو 45%، في حين بلغت نحو 37.9 جيجا طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون عام 2021، بمعدل زيادة حوالي 25% عما كانت عليه عام 2010.

ومما لاشك فيه أن قطاع الزراعة له آثار بيئية عديدة، ويمكن تصنيفها إلى آثار إيجابية، وسلبية؛ حيث تتمثل الآثار الإيجابية للزراعة في القدرة على تخفيض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، وزيادة إنتاج الأوكسجين. أما فيما يتعلق بالآثار السلبية فهي مرتبطة بزيادة استهلاك الطاقة الأحفورية في تشغيل الآلات والمعدات أثناء عمليات الإنتاج والنقل، بالإضافة إلى استخدام الأسمدة الكيماوية، والمبيدات الحشرية، ومخلفات المحاصيل المحروقة، وإزالة الغابات.

مشكلة البحث:

تتصدر مشكلة البحث في زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في دول شمال أفريقيا. وفي إطار سعي هذه الدول نحو تحقيق التنمية البيئية المستدامة، والتحول إلى الاقتصاد الأخضر كان لابد من دراسة أهم العوامل المؤثرة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ويعتبر قطاع الزراعة أحد القطاعات المساهمة في زيادة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، ولكن من ناحية أخرى، تلعب الممارسات الزراعية القائمة على التكنولوجيا منخفضة الانبعاثات دوراً كبيراً في الحد من هذه الآثار البيئية الضارة. ومن ثم تتمثل إشكالية البحث في الإجابة على السؤال التالي وهو ما تأثير قطاع الزراعة على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في دول شمال أفريقيا؟

الهدف من البحث: -

تهدف الدراسة إلى تحليل مدى تأثير زيادة حجم الإنتاج الزراعي على تخفيف انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في بعض دول شمال أفريقيا (مصر، المغرب، الجزائر، وتونس)، مع الأخذ في الاعتبار تأثير كل من الناتج المحلي الإجمالي، حجم الإنتاج الصناعي، استهلاك الطاقة، واستهلاك الطاقة المتجددة على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وذلك من خلال استخدام طريقة العزوم المعممة (GMM) خلال الفترة (1990:2022).

المنهج المستخدم ومصادر البيانات: -

تستخدم الدراسة طريقة العزوم المعممة (Generalized Method of Moment (GMM) لتحليل دور قطاع الزراعة في تخفيض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في دول شمال أفريقيا، بالإضافة إلى قياس تأثير الناتج المحلي الإجمالي، الإنتاج الصناعي، استهلاك الطاقة، واستهلاك الطاقة المتجددة على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، ويمكن صياغة نموذج الدراسة على النحو التالي:

$$\ln CO_{2t} = \alpha + \beta_1 \ln AGRI_t + \beta_2 \ln GDP_t + \beta_3 \ln IND_t + \beta_4 \ln ENRGY_t + \beta_5 \ln REN_t + \varepsilon_t$$

حيث أن:

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.	CO ₂
القيمة المضافة لقطاع الزراعة.	AGRI
الناتج المحلي الإجمالي، ويقاس درجة النمو الاقتصادي.	GDP
القيمة المضافة لقطاع الصناعة.	IND
استهلاك الطاقة	ENRGY
استهلاك الطاقة المتجددة (% من إجمالي استهلاك الطاقة النهائي)	REN

ويشترط نموذج (GMM) أن يكون عدد المتغيرات المساعدة (instrument variables) \leq عدد المتغيرات الداخلية (Endogenous variables). (Andriamahery ,A, et. al. 2022; Fatima ,N, et. al, 2022) وتتميز طريقة العزوم المعممة ضمان خلو النموذج موضع الدراسة من مشكلة الارتباط التسلسلي (Correlation Serial)، (Majewski, S, et. al ,2022; Prasetyani, et. al., 2021) كما تضمن أيضاً خلو النموذج المقدر من مشكلة اختلاف التباين (Heteroskedasticity). (Leitão ,N., Lorente, D. 2020; Naseem ,S., Ji, T., A., 2021) وقد اعتمدت الدراسة على بيانات مؤشرات التنمية العالمية (The World Development Indicators (WDI) من قاعدة بيانات البنك الدولي، وبيانات وكالة الطاقة الدولية، ومنظمة الأغذية والزراعة، وتمتد فترة الدراسة من عام 1990 إلى عام 2022. وقد تم تحويل كل المتغيرات إلى الصورة اللوغاريتمية لتقدير المرونة.

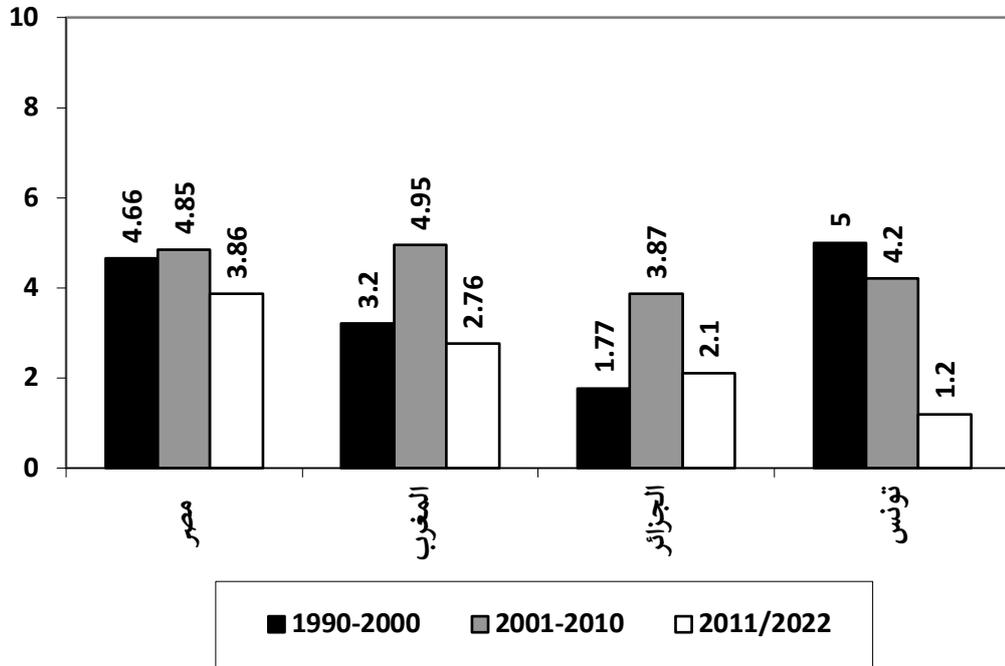
نتائج الدراسة: -

1- تحليل الأوضاع الاقتصادية واستهلاك الطاقة في دول شمال أفريقيا:**1-1 تطور معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي:**

ويبين الشكل (1) تطور معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي في دول شمال أفريقيا خلال الفترات (2000-1990، 2010-2001، 2022-2011)، ونلاحظ ارتفاع معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي خلال الفترة الثانية (2010-2001) مقارنة بالفترة الأولى (2000-1990) في كل من مصر، المغرب، الجزائر. ولكن تراجع معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي في كل دول شمال أفريقيا موضع الدراسة خلال الفترة (2022-2011) بسبب بثورات الربيع العربي، وما أعقبها من جائحة كوفيد-19. كما يوضح الشكل (1) تقارب معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي في مصر، المغرب، الجزائر، وتونس، خلال فترة الدراسة

Lower (1990:2022)، حيث تدخل هذه الدول في فئة الشريحة الدنيا من الدول متوسطة الدخل Middle Income Economies حسب تصنيف البنك الدولي.

شكل (1) تطور معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي في دول شمال أفريقيا خلال الفترات (١٩٩٠-٢٠٠٠، ٢٠٠١-٢٠١٠، ٢٠١١-٢٠٢٢)



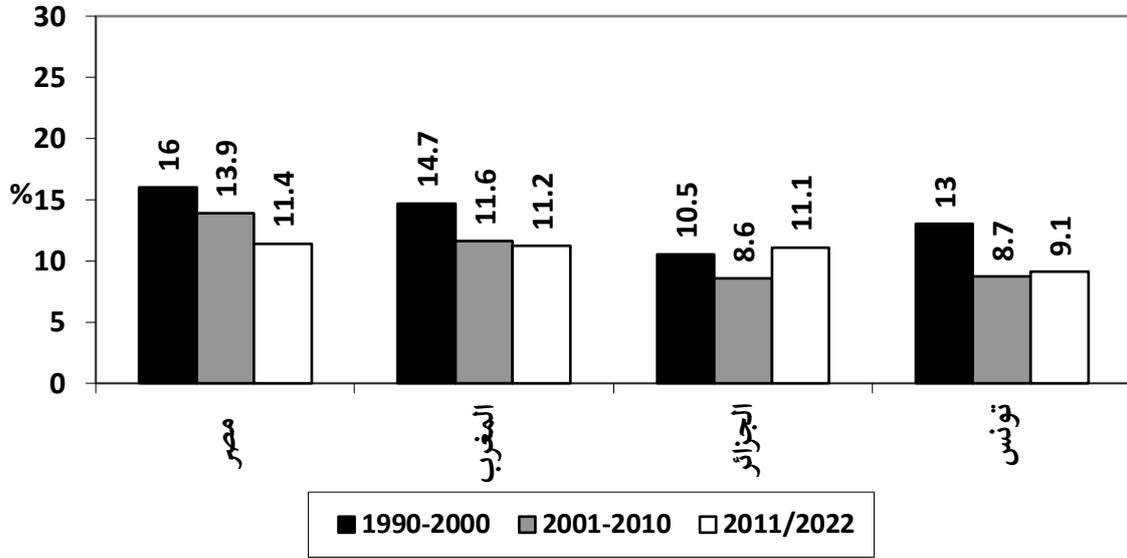
المصدر: قاعدة بيانات البنك الدولي

: - <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#>

2-1 تطور مساهمة القيمة المضافة لقطاع الزراعة في الناتج المحلي الإجمالي:

تبلغ مساهمة قطاع الزراعة في الناتج المحلي الإجمالي في مصر، المغرب، تونس، والجزائر حوالي 13.8%، 12.5%، 10.3%، 10.2% على الترتيب كمتوسط الفترة (1990:2022). ويشير الشكل (2) إلى انخفاض مساهمة قطاع الزراعة في الناتج المحلي الإجمالي في مصر، والمغرب خلال الفترة (2011-2022) مقارنة بالفترة الأولى (1990-2000)، والفترة الثانية (2001-2010)، بينما ارتفع نصيب الناتج الزراعي من الناتج المحلي الإجمالي في كل من الجزائر، وتونس خلال الفترة (2011-2022) مقارنة بالفترة (2001-2010).

شكل (٢) تطور مساهمة الإنتاج الزراعي من الناتج المحلي الإجمالي في دول شمال أفريقيا خلال الفترات (١٩٩٠-٢٠٠٠، ٢٠٠١-٢٠١٠، ٢٠١١-٢٠٢٢)



المصدر: قاعدة بيانات البنك الدولي، ومنظمة الأغذية والزراعة.

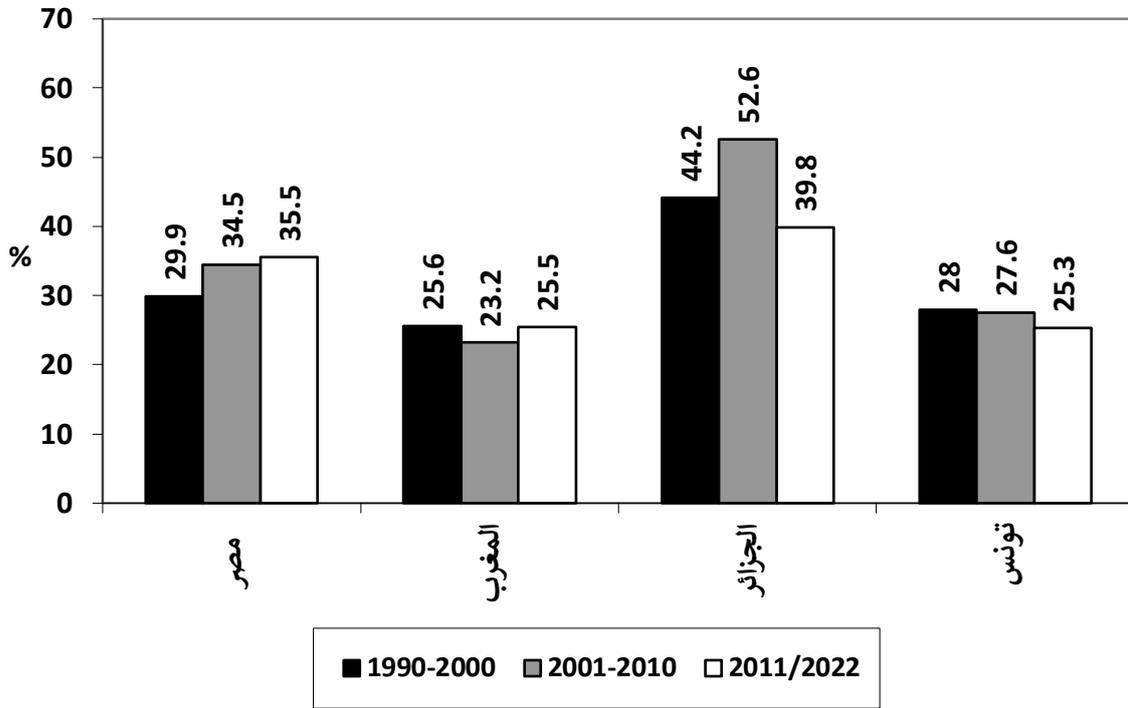
- <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#>

- www.fao.org.

3-1 تطور مساهمة القيمة المضافة لقطاع الصناعة في الناتج المحلي الإجمالي:

تبلغ مساهمة قطاع الصناعة في الناتج المحلي الإجمالي في مصر، المغرب، تونس، والجزائر حوالي 33.3%، 24.8%، 26.9%، 45.8% على الترتيب كمتوسط الفترة (1990: 2022). ويشير الشكل (3) إلى تزايد مساهمة قطاع الصناعة من الناتج المحلي الإجمالي في مصر من 29.9% إلى 34.5% ثم إلى 35.5% خلال الفترات 1990-2000، 2001-2010، 2011-2022 على الترتيب. كما يوضح الشكل (3) انخفاض مساهمة قطاع الصناعة من الناتج المحلي الإجمالي في المغرب خلال الفترة (2001-2010) مقارنة بالفترة (1990-2000)، ولكن عاودت الارتفاع خلال الفترة (2011: 2022). وعلى الرغم من ارتفاع نصيب قطاع الصناعة من الناتج المحلي الإجمالي في الجزائر مقارنة بدول شمال أفريقيا موضع الدراسة، إلا أنه انخفضت هذه النسبة من 52.6% خلال الفترة (2001-2010) إلى 39.8% خلال الفترة (2011: 2022). كما يشير نفس الشكل إلى انخفاض مساهمة قطاع الصناعة من الناتج المحلي الإجمالي في تونس من 28% إلى 27.6% ثم إلى 25.3% خلال الفترات 1990-2000، 2001-2010، 2011-2022 على الترتيب.

شكل (3) تطور مساهمة القيمة المضافة لقطاع الصناعة من الناتج المحلي الإجمالي في دول شمال أفريقيا خلال الفترات (1990-2000، 2001-2010، 2011-2022)



المصدر: قاعدة بيانات البنك الدولي، ومنظمة الأغذية والزراعة.

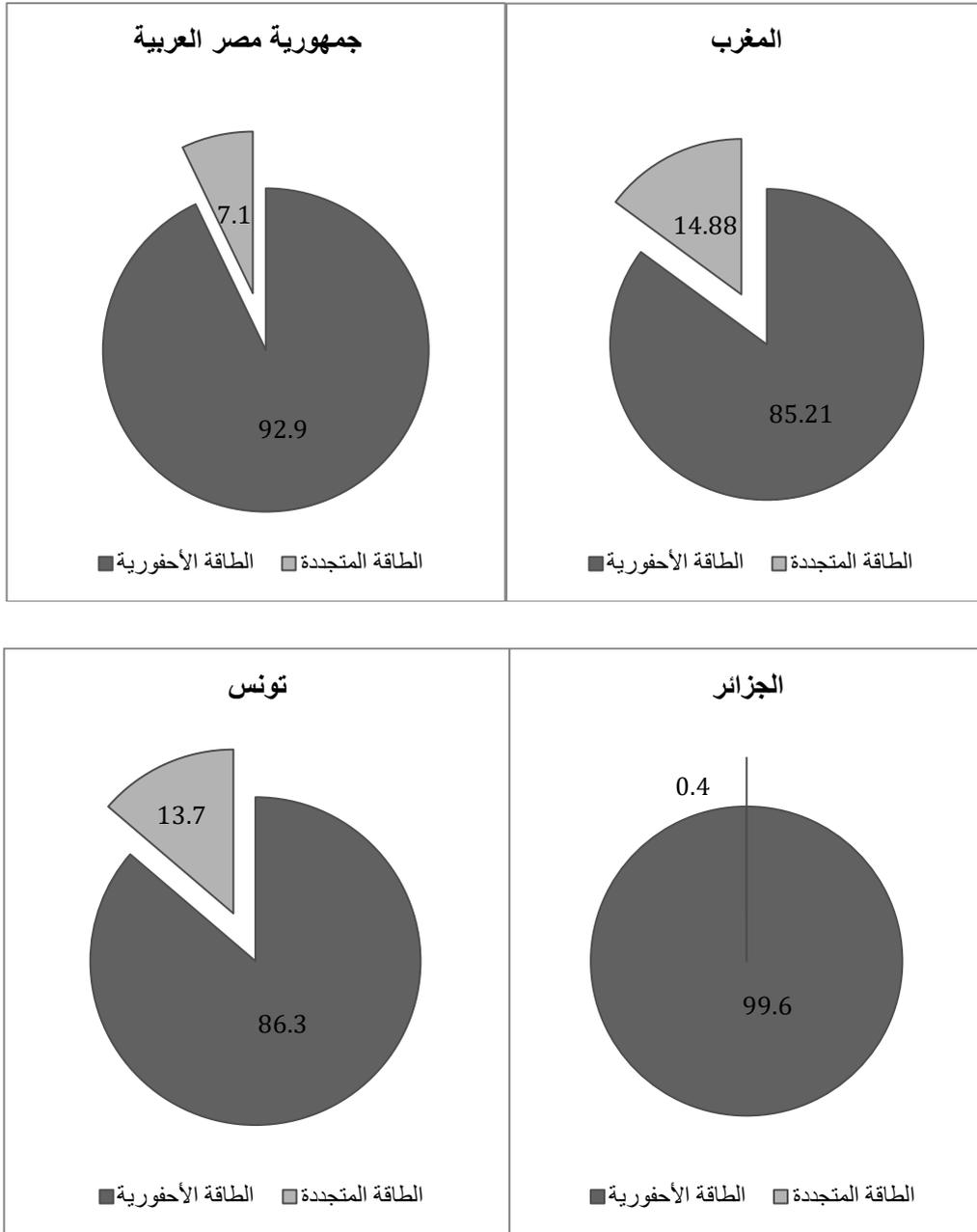
- <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#>

- www.fao.org.

4-1 استهلاك الطاقة الأحفورية والطاقة المتجددة:

يبين الشكل (4) أن متوسط نسبة استهلاك الطاقة المتجددة بلغت نحو 7.1%، 14.88%، 13.7% في مصر، المغرب، تونس على الترتيب خلال الفترة (1990: 2022)، حيث تحاول هذه الدول الحد من استخدام الوقود الأحفوري، والتحول إلى مصادر الطاقة النظيفة، وذلك في إطار السعي للتكيف ومواجهة التغيرات المناخية، وتخفيف غازات الاحتباس الحراري. (عباس، جيهان، 2023). بينما بلغت نسبة استهلاك الوقود الأحفوري في الجزائر حوالي 99.6% من إجمالي استهلاك الطاقة، حيث يركز اقتصاد الجزائر على قطاع المحروقات بصورة رئيسية، ووفقاً للتقرير السنوي لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو لعام 2022 تحتل الجزائر المرتبة الخامسة في إنتاج النفط عربياً.

شكل (4) استهلاك الطاقة الأحفورية والطاقة المتجددة في دول شمال أفريقيا خلال الفترة (1990: 2022)



المصدر: قاعدة بيانات البنك الدولي، وكالة الطاقة الدولية، ومنظمة الأغذية والزراعة.

- <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#>:

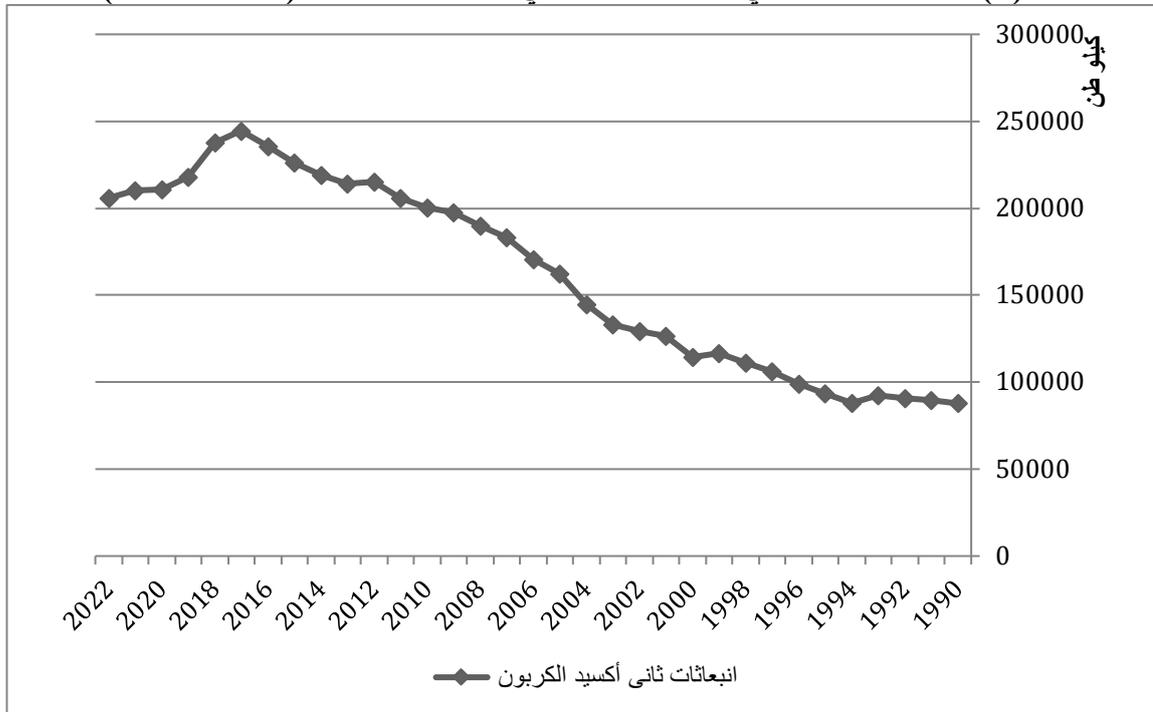
- www.fao.org.

- <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=EGYPT&fuel=Energy%20consumption&indicator=TFCbySource>

2- تحليل تطور انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في دول شمال أفريقيا:

يوضح الشكل (5) تطور انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مصر خلال الفترة (1990: 2022). ونلاحظ ارتفاع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون خلال الفترة (1990: 2017) فقد بلغ حدها الأدنى نحو 87.7 ألف كيلو طن عام 1990 وحدها الأقصى نحو 244.5 ألف كيلو طن عام 2017. ولكن انخفضت هذه الانبعاثات خلال الفترة (2018: 2022)، ووصلت إلى نحو 205.8 ألف كيلو طن عام 2022، بمعدل انخفاض حوالي 16% مقارنة بعام 2017، ويرجع ذلك إلى توجيه الدولة المصرية مزيد من الجهد للتكيف والتصدي للأثار المترتبة على التغيرات المناخية من أجل تحقيق التنمية المستدامة المنشودة، وتعتبر مصر من أنشط دول المجموعتين العربية والافريقية في هذا المجال (وزارة البيئة، 2022 & عباس، جيهان، 2023).

شكل (5) تطور انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مصر خلال الفترة (1990: 2022)

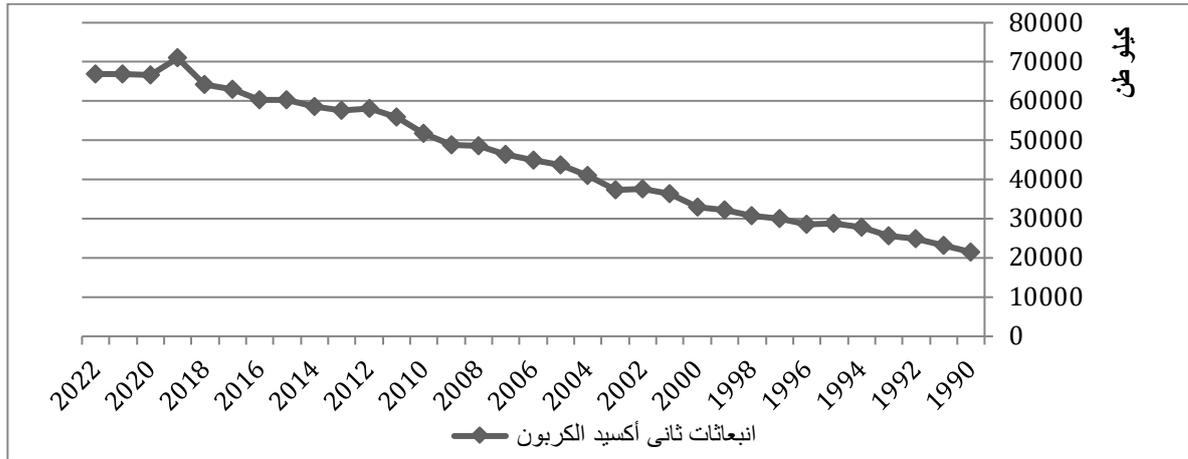


المصدر: مؤشرات التنمية العالمية (The World Development Indicators WDI(WDI)) من قاعدة بيانات البنك الدولي.

– <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#>

كما يبين الشكل (6) تطور انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المغرب خلال الفترة (1990: 2022). فقد تزايدت بمعدل نمو سنوي قدر بنحو 3.5%، وقد بلغت الانبعاثات حدها الأدنى عام 1990 بحوالي 21.5 ألف كيلو طن، وحدها الأقصى عام 2019 بنحو 70.9 ألف كيلو طن. ولكن انخفضت هذه الانبعاثات منذ عام 2020 بنحو 6% مقارنة بعام 2019، واستقرت هذه الانبعاثات خلال عامي 2021، 2022.

شكل(6) تطور انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المغرب خلال الفترة (1990: 2022)



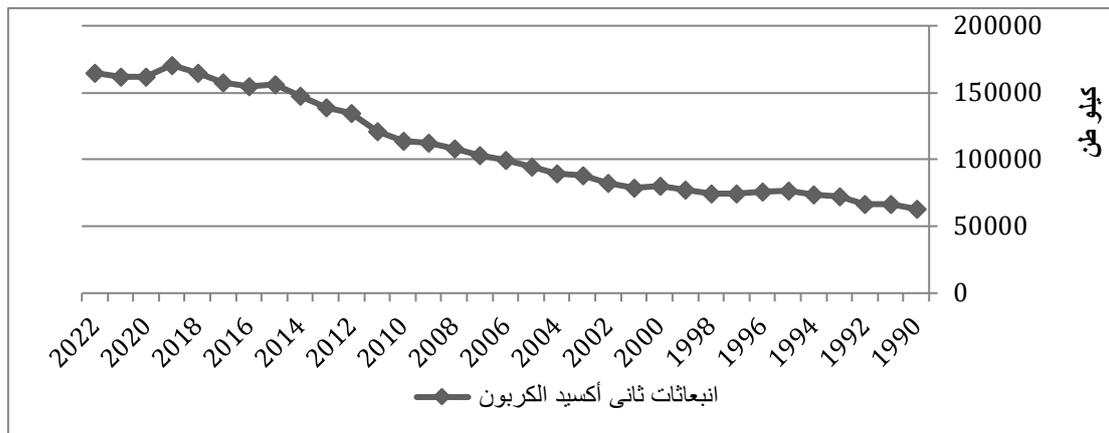
المصدر: مؤشرات التنمية العالمية (The World Development Indicators WDI(WDI)) من قاعدة بيانات البنك الدولي.

– <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#>

ويشير الشكل (7) إلى تزايد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في دولة الجزائر خلال الفترة (1990: 2022) بمعدل نمو سنوي 3.4%. فقد بلغت حدها الأدنى نحو 62.9 ألف كيلو طن عام 1990 وحدها الأقصى نحو 170.6 ألف كيلو طن عام 2019. ولكن انخفضت هذه الانبعاثات منذ عام 2020 بنحو 5% مقارنة بعام 2019، ولكن عاودت الارتفاع مرة أخرى عام 2022.

في حين يبين الشكل (8) تطور انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في دولة تونس خلال الفترة (1990: 2022)، وقد بلغ حدها الأدنى نحو 14.7 ألف كيلو طن عام 1990 وحدها الأقصى نحو 31.6 ألف كيلو طن عام 2015. ونلاحظ زيادة هذه الانبعاثات خلال الفترة (1990: 2010). ثم تعرضت قيمة هذه الانبعاثات إلى التذبذب بين الارتفاع والانخفاض خلال الفترة (2011: 2019)، ولكن انخفضت هذه الانبعاثات منذ عام 2020 وحتى عام 2022.

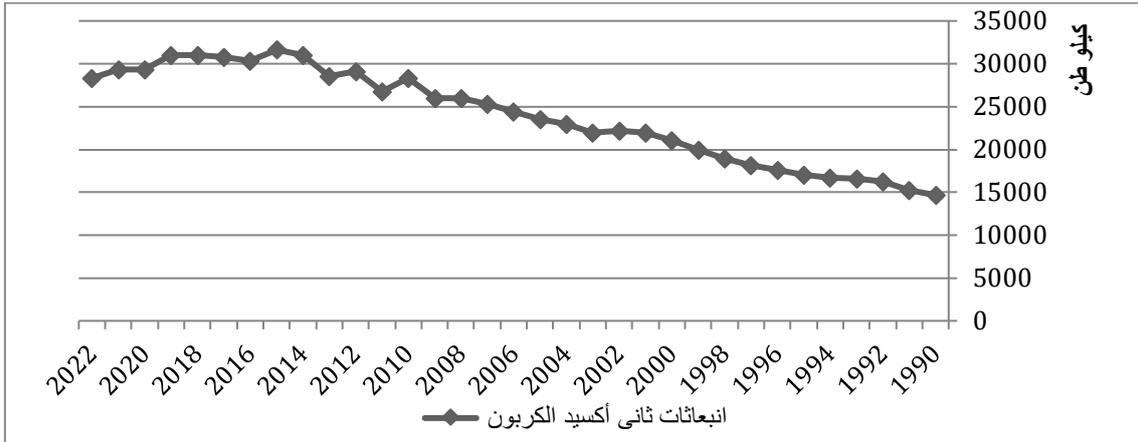
شكل(7) تطور انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر خلال الفترة (1990: 2022)



المصدر: مؤشرات التنمية العالمية (The World Development Indicators WDI(WDI)) من قاعدة بيانات البنك الدولي.

– <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#>

شكل (8) تطور انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في تونس خلال الفترة (1990: 2022)



المصدر: مؤشرات التنمية العالمية (The World Development Indicators WDI(WDI)) من قاعدة بيانات البنك الدولي.
- <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#>

3- نتائج نموذج العزوم المعممة (Generalized Method of Moment GMM) في دول شمال أفريقيا :

1-3 نتائج نموذج العزوم المعممة (Generalized Method of Moment GMM) في مصر :

اعتمدت الدراسة على اختبار ديكي- فولر الموسع " Augmented Dickey Fuller(ADF) للتحقق من استقرار السلاسل الزمنية للمتغيرات موضع الدراسة (Adebayo, et. al., 2021; Rahman, et. al, 2020; Waheed, et. al., 2018; Lin, B., & Xu, B., 2018) ، تشير نتائج الجدول (1) إلى أن جميع المتغيرات موضع الدراسة مستقرة عند الفرق الأول.

جدول (1) نتائج اختبار ديكي - فولر الموسع Augmented Dickey Fuller (ADF) بالتطبيق على مصر

الفرق الأول		المستوى Level		المتغير
ثابت واتجاه	ثابت	ثابت واتجاه	ثابت	
Intercept& Trend	Intercept	Intercept& Trend	Intercept	
** -3.9695	** -3.5414	0.8105	-1.7047	CO
* -3.5062	** -3.3893	-0.5199	1.9213	AGRI
** -3.8093	** -3.6300	-0.6698	1.2415	GDP
*** -3.6809	*** -3.6635	-0.9293	-1.5729	IND
*** -4.6288	*** -4.2762	0.1525	-1.1917	REN
*** -5.2086	*** -4.7889	-0.3257	-1.4047	ENRGY

* معنوية عند 10% ، ** معنوية عند 5% ، *** معنوية عند 1%

المصدر: محسوب بواسطة الباحث بالاعتماد على بيانات البنك الدولي، ووكالة الطاقة الدولية وباستخدام برنامج E-views.
- <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#>
- <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=EGYPT&fuel=Energy%20consumption&indicator=TFCbySource>.

جدول (2) تقدير نتائج نموذج العزوم المعممة في مصر (Generalized Method of Moment GMM)

t-Statistic	Std. Error	القيمة المقدرة للمعاملات (Coefficient)	المتغير (Variable)
(0.0892) 1.763083	1.175644	*2.072758	الحد الثابت
(0,0126) -2.673894	0.065688	** -0.175643	AGRI
(0.0019) 3.439234	0.056463	***0.194191	GDP
(0,4250) 0.809966	0.086435	0.070010	IND
(0.0000) -5.962424	0.072031	***-0.429479	REN
(0.0000) 5.152068	0.107115	***0.551862	ENRGY
0.995938	Adjusted R-squared	0.996573	R-squared

* معنوية عند 10%، ** معنوية عند 5%، *** معنوية عند 1%

المصدر: محسوب بواسطة الباحث بالاعتماد على بيانات البنك الدولي، ووكالة الطاقة الدولية وباستخدام برنامج E-views.

وقد أظهرت نتائج الجدول (2) معنوية معظم معاملات المتغيرات موضع الدراسة، كما تؤكد نتائج الجدول (2) أن الناتج المحلي الإجمالي له تأثير إيجابي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مصر، حيث إن زيادة حجم الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 10% يؤدي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 1.9%، وكذلك متغير القيمة المضافة لقطاع الصناعة يؤثر طردياً على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، حيث إن زيادة التصنيع بنسبة 1% يؤدي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 0.07%، علاوة على ذلك، تشير نتائج نفس الجدول إلى أن زيادة استهلاك الطاقة بنسبة 10% يؤدي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 5.5%، ولكن من ناحية أخرى يتبين أن متغير القيمة المضافة لقطاع الزراعة، و متغير استهلاك الطاقة المتجددة لهما آثار بيئية إيجابية من خلال تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، حيث قدر معامل القيمة المضافة لقطاع الزراعة بنحو -0.1756، وهذا يعكس دور قطاع الزراعة في تخفيف انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مصر، كما توصلت نتائج نموذج (GMM) إلى أن زيادة استهلاك الطاقة المتجددة بنسبة 10% يخفض من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بنسبة 4.3%.

2-3 نتائج نموذج العزوم المعممة (Generalized Method of Moment GMM) في دولة المغرب :

يوضح الجدول (3) نتائج اختبار ديكي- فولر الموسع " Augmented Dickey Fuller (ADF)، وأكدت نتائج الجدول على أن جميع المتغيرات موضع الدراسة مستقرة عند الفرق الأول. كما توضح نتائج الجدول (4) أن النمو الاقتصادي له تأثير إيجابي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المغرب، حيث إن زيادة حجم الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 10% يؤدي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 2.5%، وكذلك متغير القيمة المضافة لقطاع الصناعة يؤثر طردياً على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، حيث إن زيادة التصنيع بنسبة 10% يؤدي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 0.547%، علاوة على ذلك، تشير نتائج الجدول (4) إلى أن زيادة استهلاك الطاقة بنسبة 10% يؤدي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 6.324%، ولكن من ناحية أخرى أشارت نتائج الجدول (4) إلى دور قطاع الزراعة، واستهلاك الطاقة المتجددة في تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، ولكن بنسب منخفضة، حيث قدر معامل القيمة المضافة لقطاع الزراعة بنحو -0.0589، كما توصلت نتائج نموذج (GMM) إلى أن زيادة استهلاك الطاقة المتجددة بنسبة 10% يخفض من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بنسبة 0.527%.

جدول (3) نتائج اختبار ديكي – فولر الموسع (ADF) بالتطبيق على المغرب

المتغير	المستوى Level		الفرق الأول	
	ثابت	ثابت واتجاه	ثابت واتجاه	ثابت واتجاه
	Intercept	Intercept & Trend	Intercept & Trend	Intercept
CO	-2.2461	-0.5265	-4.1754***	-4.9177***
AGRI	-0.3005	-3.0188	-6.1397***	-6.0250***
GDP	-1.7682	-0.6921	-4.5524***	-5.2395***
IND	-0.0361	-2.5311	-5.0927***	-4.9708***
REN	-1.3075	-2.3224	-3.9720***	-3.8978**
ENRGY	-2.0879	0.0027	-3.6019**	-4.0807**

* معنوية عند 10%، ** معنوية عند 5%، *** معنوية عند 1%

المصدر: محسوب بواسطة الباحث بالاعتماد على بيانات البنك الدولي، ووكالة الطاقة الدولية وباستخدام برنامج E-views.

جدول (4) تقدير نتائج نموذج العزوم المعممة في المغرب (Generalized Method of Moment GMM)

المتغير (Variable)	القيمة المقدرة للمعاملات (Coefficient)	Std. Error	t-Statistic
الحد الثابت	0.179398	1.421372	0.126215 (0.9005)
AGRI	-0.058907**	0.026542	-2.219392 (0.0351)
GDP	0.251054	0.158778	1.581161 (0.1255)
IND	0.054706	0.102065	0.535989 (0.5964)
REN	-0.052793*	0.029383	-1.796705 (0.0836)
ENRGY	0.632422***	0.109760	5.761869 (0.0000)
R-squared	0.995020	Adjusted R-squared	0.994097

* معنوية عند 10%، ** معنوية عند 5%، *** معنوية عند 1%

المصدر: محسوب بواسطة الباحث بالاعتماد على بيانات البنك الدولي، ووكالة الطاقة الدولية وباستخدام برنامج E-views.

3-3 نتائج نموذج العزوم المعممة (Generalized Method of Moment GMM) في دولة الجزائر :

يوضح الجدول (5) أن جميع المتغيرات موضع الدراسة مستقرة عند الفرق الأول. وأشارت نتائج الجدول (6) إلى أن متغير الناتج المحلي الإجمالي، متغير القيمة المضافة لقطاع الزراعة، ومتغير استهلاك الطاقة المتجددة لهم آثار بيئية إيجابية في الجزائر، حيث أن زيادة الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 10% يؤدي إلى انخفاض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 0.41%، كما أن زيادة القيمة المضافة لقطاع الزراعة، واستهلاك الطاقة المتجددة بنسبة 10% يؤدي إلى انخفاض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 0.59%، 0.50%، على الترتيب. ولكن من ناحية أخرى أشارت نتائج الجدول (6) إلى أن زيادة استهلاك الطاقة بنسبة 10% يؤدي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 4.47%، كما أن متغير القيمة

المضافة لقطاع الصناعة يؤثر طردياً على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، حيث إن زيادة التصنيع بنسبة 10% يؤدي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 2.97%.

جدول (5) نتائج اختبار ديكي – فولر الموسع (ADF) بالتطبيق على الجزائر

الفرق الأول		المستوى Level		المتغير
ثابت واتجاه	ثابت	ثابت واتجاه	ثابت	
Intercept & Trend	Intercept	Intercept & Trend	Intercept	
*-3.3850	** -3.4449	-1.6754	-0.3758	CO
***-6.6125	***-5.7463	-2.8555	-2.6013	AGRI
***-5.2854	***-3.9029	-1.8668	-2.2858	GDP
***-6.6850	***-5.6714	-2.7004	-2.3612	IND
***-5.0530	** -3.0688	-2.0359	-1.1407	REN
*-3.4538	** -3.3938	-2.6701	0.3254	ENRGY

*معنوية عند 10%، **معنوية عند 5%، ***معنوية عند 1%

المصدر: محسوب بواسطة الباحث بالاعتماد على بيانات البنك الدولي، وكالة الطاقة الدولية، ومنظمة الأغذية والزراعة، وباستخدام برنامج E-views.

جدول (6) تقدير نتائج نموذج العزوم المعممة في الجزائر

Generalized Method of Moment GMM

t-Statistic	Std. Error	القيمة المقدرة للمعاملات (Coefficient)	المتغير (Variable)
(0.0000)5.612445	0.625774	***3.512120	الحد الثابت
(0.2387) -1.204889	0.049253	-0.059344	AGRI
(0.0722) -1.870826	0.021688	*-0.040575	GDP
(0.0014) 3.570476	0.083408	***0.297806	IND
(0.0001) -4.685522	0.010774	***-0.050481	REN
(0.0000)7.935327	0.056383	***0.447421	ENRGY
0.993450	Adjusted R-squared	0.994473	R-squared

*معنوية عند 10%، **معنوية عند 5%، ***معنوية عند 1%

المصدر: محسوب بواسطة الباحث بالاعتماد على بيانات البنك الدولي، وكالة الطاقة الدولية، ومنظمة الأغذية والزراعة وباستخدام برنامج E-views.

3-4 نتائج نموذج العزوم المعممة (Generalized Method of Moment GMM) في دولة تونس :

يوضح الجدول (7) نتائج اختبار ديكي – فولر الموسع " Augmented Dickey Fuller (ADF)، وأكدت نتائج الجدول على أن جميع المتغيرات موضع الدراسة مستقرة عند الفرق الأول

جدول (7) نتائج اختبار ديكي – فولر الموسع (ADF) بالتطبيق على تونس

الفرق الأول		المستوى Level		المتغير
ثابت واتجاه	ثابت	ثابت واتجاه	ثابت	
Intercept& Trend	Intercept	Intercept& Trend	Intercept	
** -3.5758	* -2.6841	1.3672	-2.8393	CO
*** -6.6164	*** -5.8338	-2.0339	0.9712	AGRI
*** -4.6990	*** -4.1342	-1.8115	-2.1086	GDP
** -3.7111	** -3.4838	-1.1473	-1.6999	IND
*** -5.1157	*** -5.2103	-2.2553	-1.3429	REN
*** -7.7524	*** -6.1330	-1.0523	-2.4986	ENRGY

*معنوية عند 10%، **معنوية عند 5%، ***معنوية عند 1%
المصدر: محسوب بواسطة الباحث بالاعتماد على بيانات البنك الدولي، ووكالة الطاقة الدولية.

وأظهرت نتائج الجدول (8) إلى أن متغير الناتج المحلي الإجمالي، متغير القيمة المضافة لقطاع الزراعة، ومتغير استهلاك الطاقة المتجددة لهم آثار بيئية إيجابية في دولة تونس، حيث أن زيادة الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 10% يؤدي إلى انخفاض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 0.39%، كما أن زيادة القيمة المضافة لقطاع الزراعة، واستهلاك الطاقة المتجددة بنسبة 10% يؤدي إلى انخفاض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 0.64%، 3.13%، على الترتيب. ولكن من ناحية أخرى أشارت نتائج الجدول (8) إلى أن زيادة استهلاك الطاقة بنسبة 10% يؤدي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 5.4%، كما أن متغير القيمة المضافة لقطاع الصناعة يؤثر طردياً على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، حيث إن زيادة التصنيع بنسبة 10% يؤدي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 2.089%.

جدول (8) تقدير نتائج نموذج العزوم المعممة في تونس (Generalized Method of Moment GMM)

t-Statistic	Std. Error	القيمة المقدرة للمعاملات (Coefficient)	المتغير (Variable)
(0.1121) 1.642569	1.038427	1.705689	الحد الثابت
(0.3447) -0.961763	0.067253	-0.064681	AGRI
(0.7369) -0.339442	0.115879	-0.039334	GDP
(0.0011) 3.658450	0.057099	***0.208895	IND
(0.0446) -2.106212	0.148600	** -0.312984	REN
(0.0010) 3.696819	0.146086	***0.540054	ENRGY
0.978820	Adjusted R-squared	0.982129	R-squared

*معنوية عند 10%، **معنوية عند 5%، ***معنوية عند 1%
المصدر: محسوب بواسطة الباحث بالاعتماد على بيانات البنك الدولي، ووكالة الطاقة الدولية وباستخدام برنامج E-views.

ونستنتج من تحليل نتائج تقدير نموذج العزوم المعممة GMM في دول شمال أفريقيا (مصر، المغرب، الجزائر، وتونس)، أن قطاع الزراعة له تأثير أكبر في تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مصر مقارنة بدول شمال أفريقيا (المغرب، الجزائر، وتونس). ويعزى ذلك إلى الجهود المبذولة من الدولة

المصرية لتقليل استخدام الأسمدة الكيماوية، والمبيدات وتغيير أساليب الإنتاج الزراعي وإدخالها تكنولوجيا متقدمة منخفضة الكربون، واستخدام الطاقة البديلة النظيفة (أبو اليزيد، وآخرون، 2017).

كما أظهرت نتائج النموذج أن فرضية منحنى كوزنت البيئي Environmental Kuznet Curve (EKC) تتحقق في كل من دولة مصر، والمغرب، تؤكد هذه الفرضية على أن الناتج المحلي الإجمالي له تأثير إيجابي على زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، ولكن بعد الوصول إلى مستوى معين من الناتج، تنخفض هذه الانبعاثات مع زيادة الناتج المحلي الإجمالي، نتيجة تبني تقنيات صديقة للبيئة، ومن ثم يأخذ منحنى كوزنتس (EKC) شكل حرف (U) بصورة معكوسة (Doğan, & Rahman, 2022; Mahmood, et. al, 2019; 2019)، أما بالنسبة لدولتي الجزائر، تونس فإن العلاقة بين الناتج المحلي الإجمالي وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون عكسية، وهذا لا يتوافق مع فرضية منحنى كوزنت البيئي EKC.

علاوة على ذلك، توضح نتائج الدراسة أن متغير نسبة استهلاك الطاقة المتجددة هو الأكثر فعالية في تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في كل من مصر وتونس، ويرجع ذلك إلى التوسع في استخدام الطاقة البديلة النظيفة (السيد، هانى & عبد الحليم، فاطمة، 2023)، بينما ينخفض دور استهلاك الطاقة المتجددة في تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في كل من المغرب والجزائر. كما أشارت نتائج الدراسة إلى أن متغير استهلاك الطاقة هو أكثر العوامل المؤثرة في زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في كل الدول موضع الدراسة، ويرجع ذلك إلى أن الطاقة الأحفورية تحتل النسبة الأكبر من إجمالي استهلاك الطاقة. أما بالنسبة لتأثير قطاع الصناعة في زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ضعيف في كل من مصر والمغرب، في حين يزداد تأثير قطاع الصناعة في زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر وتونس بسبب ارتفاع نسبة استهلاك الوقود الأحفوري في قطاع الصناعة.

النتائج والتوصيات:-

تهدف الدراسة إلى تحليل أثر قطاع الزراعة على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في دول شمال أفريقيا (مصر، المغرب، الجزائر، وتونس)، مع الأخذ في الاعتبار العوامل الأخرى المؤثرة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وهي: الناتج المحلي الإجمالي، القيمة المضافة لقطاع الصناعة، استهلاك الطاقة، واستهلاك الطاقة المتجددة، وذلك من خلال استخدام طريقة العزوم المعممة (GMM) خلال الفترة من عام 1990 إلى عام 2022.

وقد أكدت نتائج نموذج العزوم المعممة GMM أن قطاع الزراعة له تأثير أكبر في تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مصر مقارنة بدول شمال أفريقيا (المغرب، الجزائر، وتونس). ويعزى ذلك إلى الجهود المبذولة من الدولة المصرية لتقليل استخدام الأسمدة الكيماوية، والمبيدات، والتوسع في استخدام الطاقة البديلة النظيفة. كما أظهرت نتائج النموذج أن فرضية منحنى كوزنت البيئي Environmental Kuznet Curve (EKC) تتحقق في كل من دولة مصر، والمغرب، ومن ثم يأخذ منحنى كوزنتس (EKC) شكل حرف (U) بصورة معكوسة، أما بالنسبة لدولة الجزائر، وتونس فإن العلاقة بين الناتج المحلي الإجمالي وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون علاقة عكسية، وهذا لا يتوافق مع فرضية منحنى كوزنت البيئي EKC.

علاوة على ذلك، توضح نتائج الدراسة أن متغير نسبة استهلاك الطاقة المتجددة هو الأكثر فعالية في تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في كل من مصر وتونس، بينما ينخفض دور استهلاك الطاقة المتجددة في تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في كل من المغرب والجزائر. كما أشارت نتائج الدراسة إلى أن متغير استهلاك الطاقة هو أكثر العوامل المؤثرة في زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في كل الدول موضع الدراسة. أما بالنسبة لتأثير قطاع الصناعة في زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ضعيف في كل من مصر والمغرب، في حين يزداد تأثير قطاع الصناعة في زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر وتونس. ومما لا شك فيه إنه ستساعد نتائج هذه الدراسة واضعي السياسات الزراعية والبيئية على رسم العديد من الخطط الاقتصادية المستقبلية في مجالات الإنتاج الزراعي والطاقة، والبيئة على المدى القصير والطويل.

توصى الدراسة:

- استخدام التكنولوجيا الموفرة للطاقة في جميع القطاعات، بما في ذلك الزراعة، والتوسع في استخدام الطاقة البديلة النظيفة مثل الطاقة الشمسية، والرياح.
- التوسع في تكنولوجيا إنتاج الوقود الحيوي من المخلفات الحيوانية والزراعية.
- زيادة الأبحاث والاستثمار التنموي في مجال الطاقة الجديدة والمتجددة بمختلف مصادرها، والتركيز على الاستثمار الأخضر من أجل تحقيق التنمية الزراعية المستدامة.
- دعم المنتجين الذين يستخدمون الأسمدة العضوية بإعفاءهم من الضرائب أو تقديم بعض الإعانات لهم، وذلك للحد من التلوث البيئي وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في القطاع الزراعي.
- تحسين الوعي العام فيما يتعلق بالبيئة من خلال التعليم وحملات نشر الوعي البيئي مثل "حملة اتحضر للأخضر"، وحملة "رجع الطبيعة لطبيعتها" في مصر.

قائمة المراجع :-

المراجع باللغة العربية:

- أبو اليزيد، أحمد؛ مرسي، مي؛ رمضان، الاء (2017)، الاقتصاد الذكي (مدخل لتحقيق التنمية الزراعية المستدامة)، مجلة الاسكندرية للعلوم الزراعية، كلية زراعة، جامعة الاسكندرية، المجلد 62، ص1-18
- السيد، هاني & عبد الحليم، فاطمة (2023)، أثر استخدام الطاقة الجديدة والمتجددة في التحول إلى الاقتصاد الأخضر بالتطبيق على مصر، مجلة كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة، المجلد الرابع والعشرون، العدد الأول، ص89: 122.
- عباس، جيهان (2023)، دور التمويل الأخضر في تحقيق أهداف التنمية المستدامة في أفريقيا، مجلة كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة، المجلد الرابع والعشرون، العدد الثاني، ص139: 172.
- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، 2022، التقرير الاحصائي السنوي.
- وزارة البيئة، (2022)، تقرير حالة البيئة في مصر.

المراجع باللغة الأجنبية:

Adebayo, T. S., Akinsola, G. D., Kirikkaleli, D., Bekun, F. V., Umarbeyli, S., & Osemeahon, O. S. (2021). Economic performance of Indonesia amidst CO2 emissions and agriculture: a time series analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(35), 47942-47956. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13992-6>

Andriamahery A, Danarson , J.H and Qamruzzaman, M. (2022), Nexus between trade and environmental quality in sub-Saharan Africa: Evidence from panel GMM. *Front. Environ. Sci.* 10:986429. Doi: 10.3389/fenvs.2022.986429

Doğan, N. (2019). The impact of agriculture on CO2 emissions in China. *Panaeconomicus*, 66(2), 257-271.

FAO. (2022). *FAO Strategy on Climate Change 2022–2031*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Fatima N, Zheng Y and Guohua N (2022), Globalization, institutional quality, economic growth and CO2 emission in OECD countries: An analysis with GMM and quantile regression. *Front. Environ. Sci.* 10:967050.

doi: 10.3389/fenvs.2022.967050

International Energy Agency, 2014, *CO2 Emissions from Fuel Combustion*, IEA. statistics.

Leitão, N., & Lorente, D. (2020). The linkage between economic growth, renewable energy, tourism, CO2 emissions, and international trade: The evidence for the European Union. *Energies*, 13(18), 4838. doi:10.3390/en13184838

Lin, B., & Xu, B. (2018). Factors affecting CO2 emissions in China's agriculture sector: A quantile regression. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 94, 15-27. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.05.065>

Mahmood, H., Alkhateeb, T. T. Y., Al-Qahtani, M. M. Z., Allam, Z., Ahmad, N., & Furqan, M. (2019). *Agriculture development and CO2 emissions nexus in Saudi Arabia*. PloS one, 14(12), e0225865. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225865>

Majewski, S., Mentel, G., Dylewski, M., & Salahodjaev, R. (2022). Renewable energy, agriculture and CO2 Emissions: empirical evidence from the middle-income countries. *Frontiers in Energy Research*, 10, 921166. doi: 10.3389/fenrg.2022.921166

Naseem ,S., Ji, T., A., 2021, system-GMM approach to examine the renewable energy consumption, agriculture and economic growth's impact on CO2 emission in the SAARC region, *Geo Journal* , 86:2021–2033. [https://doi.org/10.1007/s10708-019-10136-9\(0123456789\(\).,-volV\(\) 0123458697\(\).,-volV\)](https://doi.org/10.1007/s10708-019-10136-9(0123456789().,-volV() 0123458697().,-volV))

Prasetyani, D., Putro, T. R., & Rosalia, A. C. T. (2021). Impact of CO2 emissions on GDP per capita, FDI, forest area and government spending on education in Indonesia 1991-2020: The GMM methods. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 905, No. 1, p. 012131. doi:10.1088/1755-1315/905/1/012131

Rahman, M., Majumder, S., and Debbarman, S., (2020). Examine the Role of Agriculture to Mitigate the CO2 Emission in Bangladesh. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, 10(1), 392-405.

DOI: 10.18488/journal.1005/2020.10.1/1005.1.392.405.

Rahman, M. H., & Majumder, S. C. (2022). Empirical analysis of the feasible solution to mitigate the CO2 emission: Evidence from Next-11 countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(48), 73191-73209.

<https://doi.org/10.1007/s11356-022-20908-5>

United Nations Environment Programme (2022). *Emissions Gap Report 2022: The Closing Window — Climate crisis calls for rapid transformation of societies*, United Nations.

<https://www.unep.org/emissions-gap-report-2022>.

Waheed, R., Chang, D., Sarwar, S., & Chen, W. (2018). Forest, agriculture, renewable energy, and CO2 emission. *Journal of Cleaner Production*, 172, 4231-4238. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.287>