

الآثار الاقتصادية للتغيرات المناخية وتأثيرها على إنتاجية الثروة السمكية في مصر

أشرف شيل يونس

سارة أحمد فؤاد محمد

قسم الاقتصاد والتنمية، كلية الثروة السمكية، جامعة السويس

قسم الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة الزقازيق

*Corresponding author: saraahmedfouad1992@gmail.com

<https://doi.org/10.21608/jaesj.2025.403631.1279>



الملخص:

تشكل الثروة السمكية في مصر مصدراً مهماً لكل من الغذاء وبصفة خاصة البروتين الحيواني والدخل، حيث تعتمد العديد من المجتمعات الساحلية والداخلية على الصيد وتربية الأحياء المائية كمصدر رئيسي للدخل. ومع ذلك، فإن التغيرات المناخية تشكل تهديداً كبيراً لهذا القطاع، مما يؤثر على الإنتاجية والتنوع البيولوجي والنظم البيئية المائية، لذا تتمثل مشكلة البحث في دراسة كيفية تأثير التغيرات المناخية على إنتاجية الثروة السمكية في مصر، وما إذا كانت هذه التغيرات تشكل تهديداً حقيقياً للأمن الغذائي والاقتصاد الوطني (World Bank, 2020). ويحاول البحث الإجابة عن الأسئلة التالية: كيف تؤثر التغيرات المناخية على إنتاجية الثروة السمكية في مصر؟ وما مدى استجابة قطاع الثروة السمكية للتغيرات المناخية في المدى القصير والطويل؟ وما هي الاستراتيجيات الممكنة للتكيف مع هذه التغيرات؟ وقد استهدفت الدراسة تحليل تأثير التغيرات المناخية على إنتاجية الثروة السمكية في مصر باستخدام نموذج (ARDL). وتقييم التأثيرات قصيرة وطويلة الأجل للتغيرات المناخية على هذا القطاع. وتقديم توصيات للحد من التأثيرات السلبية للتغيرات المناخية وتعزيز استدامة الإنتاج السمكي. ويعتمد البحث على النهج الكمي باستخدام نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة (ARDL) لتحليل العلاقة بين التغيرات المناخية وإنتاجية الثروة السمكية. سيتم استخدام بيانات سنوية حول كمية الإنتاج السمكي من المصادر المختلفة (كمتغيرات تابعة)، التغيرات المناخية ممثلة في متوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الأمطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز؟؟؟؟ (كمتغيرات مستقلة) وذلك خلال الفترة (2000-2022). اعتمدت الدراسة على البيانات الثانوية المنشورة وغير المنشورة من مصادرها المختلفة مثل بيانات الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء والهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية في مصر فيما يخص كمية الإنتاج السمكي من المصادر المختلفة، كما تم الحصول على بيانات التغيرات المناخية ممثلة في متوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الأمطار من البنك الدولي (World Bank)، وكذلك بيانات انبعاث غاز الكربون بالكيلو طن (الناتج من استخدام الطاقة في الزراعة)، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز التي تم توفيرها من منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة Food and

Agriculture Organization (FAO), كما استعان البحث بنتائج الأبحاث والدراسات والمراجع والرسائل العلمية ذات الصلة بموضوع الدراسة. وتبين من تحليل العلاقة باستخدام نموذج ARDL بين كمية الانتاج السمكي من المصادر المختلفة (كمتغيرات تابعة)، التغيرات المناخية (كمتغيرات مستقلة)، أن هناك علاقة طويلة الأجل بينهما خلال الفترة (2000- 2022).
الكلمات الاسترشادية: الثروة السمكية، التغيرات المناخية، نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة (ARDL).

المقدمة:

تشكل الثروة السمكية في مصر مصدرًا مهمًا لكل من الغذاء وبصفة خاصة البروتين الحيواني والدخل، حيث تعتمد العديد من المجتمعات الساحلية والداخلية على الصيد وتربية الأحياء المائية كمصدر رئيسي للدخل. ومع ذلك، فإن التغيرات المناخية تشكل تهديدًا كبيرًا لهذا القطاع، مما يؤثر على الإنتاجية والتنوع البيولوجي والنظم البيئية المائية (FAO, 2022).

1. أثر ارتفاع درجات الحرارة:

- تأثيرات على النظم البيئية المائية: يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى تغيير في توزيع الأسماك، حيث تفضل بعض الأنواع الهجرة إلى مناطق أكثر برودة. هذا قد يؤدي إلى انخفاض في أعداد الأسماك في المناطق التقليدية للصيد في مصر (Cheung et al., 2016).

- أثر زيادة معدلات التبخر: ارتفاع درجات الحرارة يزيد من معدلات تبخر المياه، مما يؤثر على منسوب المياه في البحيرات والأنهار، مثل بحيرة ناصر ونهر النيل، ويقلل من مساحة الموائل المائية المتاحة للأسماك (Abd El-Kawy et al., 2021).

2. أثر تغير أنماط هطول الأمطار:

- الجفاف والفيضانات: التغيرات في أنماط هطول الأمطار يمكن أن تؤدي إلى فترات جفاف طويلة أو فيضانات مفاجئة، مما يؤثر على توازن النظم البيئية المائية. الجفاف يقلل من مساحة المياه المتاحة للأسماك، بينما الفيضانات يمكن أن تسبب تلوثًا وتدميرًا للموائل (IPCC, 2022).

- التأثير على الأنهار والبحيرات: انخفاض منسوب المياه في نهر النيل والبحيرات بسبب قلة الأمطار يمكن أن يؤثر سلبًا على إنتاجية الثروة السمكية (Hassan & El-Sayed, 2020).

3. أثر ارتفاع مستوى سطح البحر:

- التأثير على المناطق الساحلية: ارتفاع مستوى سطح البحر يهدد المناطق الساحلية في مصر، مثل دلتا النيل، حيث يمكن أن يؤدي إلى تملح المياه العذبة، مما يؤثر على الأحياء المائية التي تعتمد على المياه العذبة (El-Raey, 2019).

- تدمير الموائل الساحلية: ارتفاع مستوى البحر يمكن أن يؤدي إلى تدمير المناطق الرطبة والمستنقعات التي تعتبر موائل مهمة للعديد من الأنواع السمكية (World Bank, 2021).

4. أثر تغيرات في كيمياء المياه:

- تحمض المحيطات: زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي تؤدي إلى تحمض المحيطات، مما يؤثر على الكائنات البحرية ذات الأصداف الكلسية، مثل المحار والقشريات، والتي تعتبر جزءاً مهماً من السلسلة الغذائية البحرية (Cheung et al., 2016).
- نقص الأكسجين: ارتفاع درجات الحرارة يمكن أن يؤدي إلى نقص الأكسجين في المياه، مما يؤثر على بقاء الأسماك وغيرها من الكائنات المائية (IPCC, 2022).

5. تأثيرات اقتصادية واجتماعية:

- انخفاض الإنتاجية: التغيرات المناخية يمكن أن تؤدي إلى انخفاض إنتاجية الثروة السمكية، مما يؤثر على الدخل والأمن الغذائي للمجتمعات التي تعتمد على الصيد (GAFRD, 2023).
- الهجرة القسرية: انخفاض الإنتاجية وفقدان الموائل يمكن أن يؤدي إلى هجرة الصيادين والمجتمعات الساحلية إلى مناطق أخرى بحثاً عن مصادر جديدة للرزق (World Bank, 2021).

6. التكيف مع التغيرات المناخية:

- إدارة مستدامة للمصايد: يجب تعزيز الإدارة المستدامة للمصايد من خلال تنفيذ سياسات تحافظ على المخزونات السمكية وتقلل من الضغوط البيئية (FAO, 2022).
- تحسين تربية الأحياء المائية: يمكن لتربية الأحياء المائية أن تكون بديلاً لتعويض النقص في الصيد الطبيعي، مع ضرورة ضمان أن تكون هذه الممارسات مستدامة بيئياً (Hassan & El-Sayed, 2020).
- مراقبة ورصد التغيرات: يجب تعزيز أنظمة المراقبة والرصد لتتبع التغيرات في النظم البيئية المائية والاستجابة السريعة للتحديات الناشئة (IPCC, 2022).

مشكلة البحث:

تتمثل مشكلة البحث في دراسة كيفية تأثير التغيرات المناخية على إنتاجية الثروة السمكية في مصر، وما إذا كانت هذه التغيرات تشكل تهديداً حقيقياً للأمن الغذائي والاقتصاد الوطني (World Bank, 2020). ويحاول البحث الإجابة عن الأسئلة التالية:

- كيف تؤثر التغيرات المناخية على إنتاجية الثروة السمكية في مصر؟
- ما مدى استجابة قطاع الثروة السمكية للتغيرات المناخية على المديين القصير والطويل؟
- ما الاستراتيجيات الممكنة للتكيف مع هذه التغيرات؟

أهداف البحث:

يهدف هذا البحث إلى:

1. تحليل تأثير التغيرات المناخية على إنتاجية الثروة السمكية في مصر باستخدام نموذج ARDL (Ahmed & Hassan, 2019).
2. تقييم التأثيرات قصيرة وطويلة الأجل للتغيرات المناخية على هذا القطاع.
3. تقديم توصيات للحد من التأثيرات السلبية للتغيرات المناخية وتعزيز استدامة الإنتاج السمكي.

الطريقة البحثية:

يعتمد البحث على المنهج الكمي باستخدام نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة (ARDL) لتحليل العلاقة بين التغيرات المناخية وإنتاجية الثروة السمكية. سيتم استخدام بيانات سنوية حول كمية الانتاج السمكي من المصادر المختلفة (كمتغيرات تابعة)، التغيرات المناخية ممثلة في متوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الامطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز (كمتغيرات مستقلة) وذلك خلال الفترة (2000-2022).

مصادر البيانات:

يعتمد البحث على البيانات الثانوية المنشورة وغير المنشورة من مصادرها المختلفة مثل بيانات الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء والهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية في مصر فيما يخص كمية الانتاج السمكي من المصادر المختلفة ، كما تم الحصول على بيانات التغيرات المناخية ممثلة في متوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الامطار من البنك الدولي (World Bank)، وكذلك بيانات انبعاث غاز الكربون بالكيلو طن (الناتج من استخدام الطاقة في الزراعة)، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز التي تم توفيرها من منظمة الاغذية والزراعة للأمم المتحدة Food and Agriculture Organization (FAO)، كما أستعان البحث بنتائج الأبحاث والدراسات والمراجع والرسائل العلمية ذات الصلة بموضوع الدراسة.

النتائج البحثية والمناقشة:

نتائج تقدير النموذج القياسي لقياس الاثار الاقتصادية للتغيرات المناخية وتأثيرها على إنتاجية الثروة السمكية في مصر:

تقدير نموذج التكامل المشترك باستخدام نموذج ARDL

يتم تقدير نموذج ARDL لكلاً من كمية الانتاج السمكي من المياه البحرية (كمتغير تابع)، التغيرات المناخية ممثلة في متوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الامطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز (كمتغيرات مستقلة). ويهدف نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الموزعة إلى اختبار وجود علاقة طويلة الأجل بين المتغيرات أي وجود تكامل مشترك بينها.

خطوات تطبيق نموذج ARDL

1- تحديد درجة استقرار السلسلة:

لقد تم إجراء اختبار ديكي فولر (Unit Roots Test) لكلاً من كمية الانتاج السمكي من المياه البحرية (كمتغير تابع)، متوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الامطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز (كمتغيرات مستقلة) ، ووجد أن السلاسل الزمنية غير مستقرة في المستوي، ولكنها استقرت بعد أخذ الفروق الأولي لجميع المتغيرات، كما هو موضح بجدول (1).

جدول (1) نتائج اختبار جزر الوحدة لاستقرار السلاسل الزمنية

1st. difference			Level			Item
none	trend & intercept	intercept	none	trend & intercept	intercept	
-2.65	-4.49	-3.78	-2.65	-4.39	-3.71	القيم الحرجة عند 1%
-1.95	-3.65	-3.01	-1.95	-3.61	-2.98	القيم الحرجة عند 5%
-5.87	-3.98	-4.81	-0.25	-5.85	-2.12	sea waters
-10.8	-7.19	-7.18	0.89	-7.05	-4.56	Average surface air temperature
-9.33	-6.00	-9.18	-0.48	-4.57	-3.85	%Relative humidity
-4.58	-5.22	-4.63	0.91	-4.12	-3.73	Rain
-4.90	-5.01	-4.89	0.08	-1.27	-1.68	Carbon gas emission (resulting from energy use in agriculture)
-4.86	-4.94	-4.77	-0.33	-1.27	-1.59	Methane emission (from energy use in agriculture)
-4.77	-4.75	-4.68	-0.55	-1.38	-1.61	Emission of nitrous gas (resulting from energy use in agriculture)

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

2- تحديد درجة تأخير النموذج:

تم عمل انحدار ذاتي VAR وتحديد أفضل فترة إبطاء أو تأخير بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة وأتضح أن درجة التأخير المثلي للنموذج هي 2، ويوضح جدول (2) درجة الإبطاء أو التأخير.

جدول (2) نتائج معايير تحديد عدد فترات الإبطاء الزمني

HQ	SC	AIC	FPE	LR	LogL	Lag
29.38021	29.62139	29.28267	12305.44	NA	-373.6747	0
26.44235	28.37179*	25.66204	380.3650	133.0175*	-277.6065	1
25.77433*	29.39202	24.31125*	264.7869*	56.32025	-211.0463	2

* Indicates lag order selected by the criterion
LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)
FPE: Final prediction error
AIC: Akaike information criterion
SC: Schwarz information criterion
HQ: Hannan-Quinn information criterion

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

3- اختبار الحدود ARDL Bounds Test

وتتم تلك الخطوة من خلال تقدير نموذج ARDL، وتشير نتائج الجدول رقم (3) لنتائج اختبار التكامل المشترك باستخدام اختبار الحدود أن قيمة f المحسوبة 2.70 أكبر من الحدود الحرجة العليا وذلك عند مستوى معنوية 5% وبالتالي نرفض الفرضية الصفرية بعدم وجود تكامل مشترك وهذا يعني أن هناك علاقة طويلة الأجل بين كمية الانتاج السمكي

من المياه البحرية ومتوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الأمطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز أي أنه يوجد تكامل مشترك عند مستوى معنوية 5%.

جدول (3) نتيجة اختبار التكامل المشترك لمنهجية ARDL واختبار الحدود ARDL Bounds Test For Integration

Null Hypothesis: No levels relationship			F-Bounds Test	
I(1)	I(0)	Signif.	Value	Test Statistic
	Asymptotic: n=1000			
2.94	1.99	10%	2.701772	F-statistic
3.28	2.27	5%	6	k
3.61	2.55	2.5%		
3.99	2.88	1%		
	Finite Sample: n=35		26	Actual Sample Size
3.388	2.254	10%		
3.96	2.685	5%		
5.326	3.713	1%		
	Finite Sample: n=30			
3.515	2.334	10%		
4.148	2.794	5%		
5.691	3.976	1%		

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

4- اختبار المعنوية المشتركة لمعاملات الأجل الطويل في نموذج ARDL

ويتم ذلك باختبار Wald Test، ويكتب الفرض العدم كالتالي: $H_0: C(3)=C(4)=C(5)=C(6)=0$ أما الفرض البديل فهو: $H_1: C(3) \neq C(4) \neq C(5) \neq C(6) \neq 0$ ويوضح جدول (4) أن قيمة chi-square تساوى 3.75 عند 4 درجات حرية وعند مستوى معنوية أقل من 5%، وبالتالي يتم قبول الفرض الصفري ورفض الفرض البديل أي أن لا يوجد تأثير مشترك للمتغيرات المستقلة (متوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الأمطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز) على المتغير التابع (كمية الانتاج السمكي من المياه البحرية) في الأجل الطويل.

جدول (4) اختبار Wald Test نتيجة اختبار المعنوية المشتركة لمعاملات الأجل الطويل في نموذج ARDL

Probability	df	Value	Test Statistic
0.4803	(4, 10)	0.938797	F-statistic
0.4401	4	3.755190	Chi-square

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

5- تقدير العلاقة طويلة الاجل للنموذج ARDL Long Run from

يتضح من جدول (5) أن SEA_WATERS(-1) و METHANE_EMISSION(-1) هما المتغيران المهمان في التأثير على مياه البحر في الأجل الطويل، في حين أن المتغيرات الأخرى مثل درجة حرارة سطح الهواء، والرطوبة، وانبعاثات الكربون تظهر تأثيرات ضعيفة أو غير دالة إحصائياً. ويبدو أن METHANE_EMISSION(-1) له تأثير إيجابي على مياه البحر، مما يوحي بأن انبعاثات الميثان قد تكون مرتبطة بتغيرات أو حالة مياه البحر.

جدول (5) نتائج نماذج تقدير معادلة الأجل الطويل وفقاً لنموذج ARDL (1, 2, 1, 2, 1, 1, 1)

Prob.	t-Statistic	Std. Error	Coefficient	Variable
0.4711	0.749063	787.3082	589.7432	C
0.0077	-3.323137	0.210226	-0.698608	SEA_WATERS(-1)*
0.2533	-1.212099	28.50331	-34.54884	AVERAGE_SURFACE_AIR_TEMPERATURE(-1)
0.5048	0.691819	8.212809	5.681779	HUMIDITY(-1)
0.3041	1.083201	1.706385	1.848358	RAIN(-1)
0.4301	-0.822231	0.009596	-0.007890	CARBON GAS EMISSION(-1)
0.0368	2.408373	234.3739	564.4600	METHANE_EMISSION(-1)
0.1905	-1.404408	38.20178	-53.65088	NITROUS GAS EMISSION(-1)
0.7719	-0.297806	12.14948	-3.618184	D(AVERAGE_SURFACE_AIR_TEMPERATURE)
0.0372	2.401103	11.23280	26.97113	D(AVERAGE_SURFACE_AIR_TEMPERATURE(-1))
0.7385	-0.343230	5.875410	-2.016615	D(HUMIDITY)
0.3728	0.933063	1.276169	1.190746	D(RAIN)
0.1748	-1.460711	0.882642	-1.289286	D(RAIN(-1))
0.5246	0.659251	0.018054	0.011902	D(CARBON GAS EMISSION)
0.8983	-0.131062	253.3417	-33.20340	D(METHANE_EMISSION)
0.8041	-0.254753	36.87769	-9.394709	D(NITROUS GAS EMISSION)

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

6- تقدير نموذج تصحيح الأخطاء وفقاً لنموذج ARDL

وبعد الانتهاء من الخطوات السابقة والتي هي أساس لإجراء الخطوة التالية فيتم إجراء نموذج تصحيح الأخطاء والذي تقع قيمته بين (الصففر والسالب).
التقييم الاقتصادي لنموذج التكامل المشترك بين كمية الانتاج السمكي من المياه البحرية، والتغيرات المناخية:

لقد ثبت أن هناك علاقة طويلة الأجل بين كمية الانتاج السمكي من المياه البحرية، متوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الامطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز وذلك من نتيجة نموذج معامل تصحيح الخطأ والذي قيمته (-0.698608) أي أن 69 % من الأخطاء التي حدثت في المدي القصير يتم تصحيحها في المدي الطويل، بمعنى أن هناك علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات، ويوضح جدول (6) نتيجة نموذج تصحيح الخطأ.

التقييم الإحصائي للنموذج المُقدر

لقد ثبتت المعنوية الاحصائية لكلاً من كمية الانتاج السمكي من المياه البحرية ومعامل تصحيح الخطأ، كما أشارت قيمة معامل التحديد إلى أن 74.6% من التغير في كمية الانتاج السمكي في المياه البحرية ترجع إلى المتغيرات المفسرة (متوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الامطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز)، وهو ما يتفق مع التقييم الاقتصادي للنموذج، وبالتالي فإن 25.4% ترجع إلى عوامل أخرى غير مقيسه بالنموذج. كما اتضح لنا معنوية النموذج المُقدر من خلال قيمة F- statistic.

جدول (6) نتائج نموذج تصحيح الخطأ للتكامل المشترك

ECM Regression				
Case 2: Restricted Constant and No Trend				
Prob.	t-Statistic	Std. Error	Coefficient	Variable
0.5035	-0.693987	5.213618	-3.618184	D(AVERAGE_SURFACE_AIR_TEMPERATURE)
0.0003	5.396316	4.998062	26.97113	D(AVERAGE_SURFACE_AIR_TEMPERATURE(-1))
0.5274	-0.654747	3.079990	-2.016615	D(HUMIDITY)
0.0915	1.866994	0.637788	1.190746	D(RAIN)
0.0132	-3.004678	0.429093	-1.289286	D(RAIN(-1))
0.2733	1.159272	0.010267	0.011902	D(CARBON_GAS_EMISSION)
0.8273	-0.223928	148.2773	-33.20340	D(METHANE_EMISSION)
0.6828	-0.420827	22.32440	-9.394709	D(NITROUS_GAS_EMISSION)
0.0001	-6.061691	0.115250	-0.698608	CointEq(-1)*
-0.139231	Mean dependent var	0.746972		R-squared
14.52854	S.D. dependent var	0.627900		Adjusted R-squared
7.468937	Akaike info criterion	8.862403		S.E. of regression
7.904432	Schwarz criterion	1335.217		Sum squared resid
7.594344	Hannan-Quinn criter.	-88.09619		Log likelihood
2.701772	F-statistic		2.666453	Durbin-Watson stat

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

7- الاختبارات القياسية لسلامة النموذج:

أ- اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي (Normality Test)

يشير جدول (7) إلى أن جميع القيم الاحتمالية (Prob.) أكبر من 0.05، مما يعني أنه لا يوجد دليل قوي على وجود عدم تجانس التباين. وبالتالي، يمكن افتراض أن النموذج يتمتع بتجانس التباين (Homoskedasticity)، وهو أحد الافتراضات الأساسية للنموذج القياسي.

جدول (7) نتائج اختبار Breusch-Pagan-Godfrey لعدم تجانس التباين (Heteroskedasticity Test)

0.2596	Prob. F(15,10)	1.506068	F-statistic
0.2615	Prob. Chi-Square (15)	18.02234	Obs*R-squared
0.9993	Prob. Chi-Square (15)	3.275873	Scaled explained SS

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

ب- اختبار التغيرات الذاتي للبواقي (Serial Correlation Test)

نظرًا لأن قيمة الاحتمالية < 0.05 ، يتم رفض الفرضية الصفرية (H_0) عند مستوى معنوية 5%. هذا يشير إلى وجود ارتباط تسلسلي بين البواقي، هذه النتائج تدل على أن النموذج الذي تم تقديره لا يعاني من مشاكل الارتباط التسلسلي بين الأخطاء، كما في جدول (8).

جدول (8) نتائج اختبار Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test لتغيرات الارتباط التسلسلي

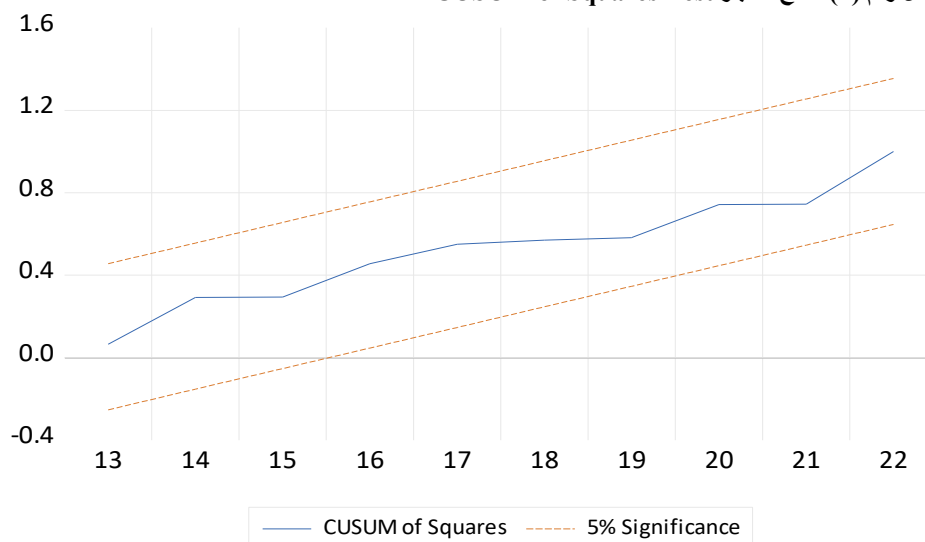
0.0924	Prob. F(2,8)	3.254770	F-statistic
0.0029	Prob. Chi-Square(2)	11.66460	Obs*R-squared

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

ت- اختبار استقرار النموذج (Stability Test)

يتضح من شكل رقم (1) أن منحنيات الاختبار تقع داخل الحدود الحرجة (Critical Bounds) لذلك يعتبر النموذج مستقرًا

شكل رقم (1) نتائج اختبار CUSUM of Squares Test



تقدير نموذج التكامل المشترك باستخدام نموذج ARDL

يتم تقدير نموذج ARDL لكلاً من كمية الانتاج السمكي من البحيرات (كمتغير تابع)، التغيرات المناخية ممثلة في متوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الامطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز (كمتغيرات مستقلة). ويهدف نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الموزعة إلى اختبار وجود علاقة طويلة الأجل بين المتغيرات أي وجود تكامل مشترك بينها.

خطوات تطبيق نموذج ARDL

1- تحديد درجة استقرار السلسلة:

لقد تم إجراء اختبار ديكي فولر (Unit Roots Test) لكلاً من كمية الانتاج السمكي من البحيرات (كمتغير تابع)، متوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الامطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز (كمتغيرات مستقلة)، ووجد أن السلاسل الزمنية غير مستقرة في المستوي، ولكنها استقرت بعد أخذ الفروق الأولي لجميع المتغيرات، كما هو موضح بجدول (9).

جدول (9) نتائج اختبار جزر الوحدة لاستقرار السلاسل الزمنية

1st. difference			Level			Item
none	trend & intercept	intercept	none	trend & intercept	intercept	
-2.65	-4.49	-3.78	-2.65	-4.39	-3.71	القيم الحرجة عند 1%
-1.95	-3.65	-3.01	-1.95	-3.61	-2.98	القيم الحرجة عند 5%
-4.79	-5.10	-4.85	0.74	-0.92	-0.42	Lakes
-10.8	-7.19	-7.18	0.89	-7.05	-4.56	Average surface air temperature
-9.33	-6.00	-9.18	-0.48	-4.57	-3.85	%Relative humidity
-4.58	-5.22	-4.63	0.91	-4.12	-3.73	Rain
-4.90	-5.01	-4.89	0.08	-1.27	-1.68	Carbon gas emission (resulting from energy use in agriculture)
-4.86	-4.94	-4.77	-0.33	-1.27	-1.59	Methane emission (from energy use in agriculture)
-4.77	-4.75	-4.68	-0.55	-1.38	-1.61	Emission of nitrous gas (resulting from energy use in agriculture)

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

2- تحديد درجة تأخير النموذج:

تم عمل انحدار ذاتي VAR وتحديد أفضل فترة ابطاء أو تأخير بين المتغير التابع والمتغيرات المستقل وأتضح أن درجة التأخير المثلي للنموذج هي 2، ويوضح جدول (10) درجة الإبطاء أو التأخير.

3- اختبار الحدود ARDL Bounds Test

وتتم تلك الخطوة من خلال تقدير نموذج ARDL، وتشير نتائج الجدول رقم (11) لنتائج اختبار التكامل المشترك باستخدام اختبار الحدود أن قيمة f المحسوبة 1.18 أصغر من الحدود الحرجة العليا وذلك عند مستوى معنوية 1% وبالتالي نقبل الفرضية الصفرية بعدم وجود تكامل مشترك وهذا يعني ألا يوجد علاقة طويلة الأجل بين كمية الانتاج السمكي من البحيرات ومتوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الامطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز. أي أنه لا يوجد تكامل مشترك عند مستوى معنوية 1%.

جدول (10) نتائج معايير تحديد عدد فترات الأخطاء الزمني

HQ	SC	AIC	FPE	LR	LogL	Lag
30.72123	30.96241	30.62370	47043.22	NA	-391.1080	0
26.57344	28.50288	25.79313	433.6427	154.7963	-279.3107	1
24.82899*	28.44669*	23.36591*	102.8823*	68.16096*	-198.7568	2

* Indicates lag order selected by the criterion
LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)
FPE: Final prediction error
AIC: Akaike information criterion
SC: Schwarz information criterion
HQ: Hannan-Quinn information criterion

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

جدول (11) نتيجة اختبار التكامل المشترك لمنهجية ARDL واختبار الحدود ARDL Bounds Test For Integration

Null Hypothesis: No levels relationship			F-Bounds Test	
I(1)	I(0)	Signif.	Value	Test Statistic
	Asymptotic: n=1000			
2.94	1.99	10%	1.181235	F-statistic
3.28	2.27	5%	6	K
3.61	2.55	2.5%		
3.99	2.88	1%		
	Finite Sample: n=35		26	Actual Sample Size
3.388	2.254	10%		
3.96	2.685	5%		
5.326	3.713	1%		
	Finite Sample: n=30			
3.515	2.334	10%		
4.148	2.794	5%		
5.691	3.976	1%		

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

4- اختبار المعنوية المشتركة لمعاملات الأجل الطويل في نموذج ARDL

ويتم ذلك باختبار Wald Test، ويكتب الفرض العدم كالتالي: H_0 :
 H_1 : أما الفرض البديل فهو: $C(3)=C(4)=C(5)=C(6)=0$, $C(3) \neq C(4) \neq C(5) \neq C(6) \neq 0$
ويوضح جدول (12) أن قيمة chi-square تساوى 13.75 عند 4 درجات حرية وعند مستوى معنوية أقل من 5%، وبالتالي يتم قبول الفرض الصفري ورفض الفرض البديل أي أن لا يوجد تأثير مشترك للمتغيرات المستقلة (متوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الأمطار، انبعاث غاز الكربون،

انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز) على المتغير التابع (كمية الانتاج السمكى من البحيرات) في الأجل الطويل.

جدول (12) اختبار Wald Test نتيجة اختبار المعنوية المشتركة لمعاملات الأجل الطويل في نموذج ARDL

Probability	df	Value	Test Statistic
0.1039	(4, 5)	3.439678	F-statistic
0.0081	4	13.75871	Chi-square

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

5- تقدير العلاقة طويلة الاجل للنموذج ARDL Long Run from

يتضح من جدول (13) أن معظم المتغيرات مثل درجة الحرارة والرطوبة وانبعاثات الكربون لها تأثيرات ضعيفة وغير دالة إحصائيًا على مياه البحيرات على الأجل الطويل. بينما تظهر انبعاثات الميثان تأثيرًا إيجابيًا محتملاً على المدى القصير، مما يشير إلى وجود علاقة قد تكون مهمة وتتطلب دراسة أكثر عمقًا.

جدول (13) نتائج نماذج تقدير معادلة الأجل الطويل وفقاً لنموذج ARDL(2, 2, 2, 2, 2, 2)

Prob.	t-Statistic	Std. Error	Coefficient	Variable
0.2016	-1.469633	1990.168	-2924.817	C
0.8045	0.261009	0.445334	0.116236	LAKES(-1)*
0.3205	1.102292	58.48793	64.47076	AVERAGE SURFACE AIR TEM
0.2623	1.263084	28.67901	36.22401	HUMIDITY(-1)
0.9857	0.018821	4.931738	0.092822	RAIN(-1)
0.5217	0.688697	0.024360	0.016776	CARBON GAS EMISSION(-1)
0.3669	-0.991639	564.4811	-559.7618	METHANE EMISSION(-1)
0.5874	0.579477	82.20183	47.63408	NITROUS GAS EMISSION(-1)
0.4563	-0.807128	0.574410	-0.463623	D(LAKES(-1))
0.5898	0.575625	27.61829	15.89778	D(AVERAGE SURFACE AIR TE
0.1953	-1.494369	19.61895	-29.31796	D(AVERAGE SURFACE AIR TE
0.6760	0.443459	14.60037	6.474673	D(HUMIDITY)
0.1698	-1.603126	16.09804	-25.80718	D(HUMIDITY(-1))
0.9966	0.004538	2.728672	0.012381	D(RAIN)
0.3481	1.035044	3.664893	3.793328	D(RAIN(-1))
0.8943	0.139726	0.028462	0.003977	D(CARBON GAS EMISSION)
0.2574	-1.277906	0.029007	-0.037069	D(CARBON GAS EMISSION(-1))
0.3061	1.139492	419.3893	477.8909	D(METHANE EMISSION)
0.0868	2.126349	621.7092	1321.971	D(METHANE EMISSION(-1))
0.2917	-1.178240	88.74271	-104.5602	D(NITROUS GAS EMISSION)
0.3087	-1.132741	89.69288	-101.5988	D(NITROUS GAS EMISSION(-1))

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

6- تقدير نموذج تصحيح الاخطاء وفقاً لنموذج ARDL

وبعد الانتهاء من الخطوات السابقة والتي هي أساس لإجراء الخطوة التالية فيتم إجراء نموذج تصحيح الأخطاء والذي تقع قيمته بين (الصفر والسالب).
التقييم الاقتصادي لنموذج التكامل المشترك بين كمية الانتاج السمكي من البحيرات، التغيرات المناخية:

لقد ثبت أنه لا يوجد علاقة طويلة الأجل بين كمية الانتاج السمكي من البحيرات، متوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الامطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز وذلك من نتيجة نموذج معامل تصحيح الخطأ والذي قيمته (0.116236) ويشير ذلك إلى ضعف في سرعة العودة إلى التوازن عند حدوث صدمات في الأجل الطويل. واتضح أن المتغيرات المتأخرة مثل درجة حرارة الهواء، الرطوبة، الأمطار، وانبعاثات الميثان تلعب دوراً هاماً في التأثير على البحيرات، مما يؤكد أهمية أخذ التأثيرات الزمنية بعين الاعتبار. وانبعاثات الغازات النيتروجينية تظهر تأثيراً سلبياً واضحاً، مما يدعو إلى التركيز على الحد منها لتقليل التأثيرات السلبية على البيئة. وأن سرعة العودة إلى التوازن ضعيفة، مما يشير إلى أن أي تغييرات أو صدمات تحتاج وقتاً طويلاً ليرتد عنها، ويوضح جدول (14) نتيجة نموذج تصحيح الخطأ.

جدول (14) نتائج نموذج تصحيح الخطأ للتكامل المشترك

ECM Regression				
Case 2: Restricted Constant and No Trend				
Prob.	t-Statistic	Std. Error	Coefficient	Variable
0.0738	-2.254835	0.205613	-0.463623	D(LAKES(-1))
0.1461	1.719759	9.244187	15.89778	D(AVERAGE_SURFACE_AIR_TEMPERATURE)
0.0087	-4.169152	7.032114	-29.31796	D(AVERAGE_SURFACE_AIR_TEMPERATURE(-1))
0.2121	1.430204	4.527098	6.474673	D(HUMIDITY)
0.0080	-4.258991	6.059458	-25.80718	D(HUMIDITY(-1))
0.9892	0.014180	0.873140	0.012381	D(RAIN)
0.0065	4.488085	0.845200	3.793328	D(RAIN(-1))
0.7825	0.291359	0.013650	0.003977	D(CARBON GAS EMISSION)
0.0541	-2.505979	0.014792	-0.037069	D(CARBON GAS EMISSION(-1))
0.0810	2.180902	219.1253	477.8909	D(METHANE EMISSION)
0.0062	4.531776	291.7114	1321.971	D(METHANE EMISSION(-1))
0.0336	-2.905331	35.98909	-104.5602	D(NITROUS GAS EMISSION)
0.0312	-2.969374	34.21555	-101.5988	D(NITROUS GAS EMISSION(-1))
0.0050	4.762322	0.024407	0.116236	CointEq(-1)*
2.914231	Mean dependent var		0.776629	R-squared
15.78331	S.D. dependent var		0.534645	Adjusted R-squared
7.894562	Akaike info criterion		10.76689	S.E. of regression
8.571999	Schwarz criterion		1391.112	Sum squared resid
8.089640	Hannan-Quinn criter.		-88.62931	Log likelihood
1.181235	F-statistic		2.222057	Durbin-Watson stat

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

7- الاختبارات القياسية لسلامة النموذج:

أ- اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي (Normality Test)

يشير جدول (15) إلى أن جميع القيم الاحتمالية (Prob.) أكبر من 0.05، مما يعني أنه لا يوجد دليل قوي على وجود عدم تجانس التباين. وبالتالي، يمكن افتراض أن النموذج يتمتع بتجانس التباين (Homoskedasticity)، وهو أحد الافتراضات الأساسية للنموذج القياسي.

جدول (15) نتائج اختبار Breusch-Pagan-Godfrey لعدم تجانس التباين (Heteroskedasticity Test)

0.0952	Prob. F(20,5)	3.291742	F-statistic
0.2353	Prob. Chi-Square(20)	24.16474	Obs*R-squared
1.0000	Prob. Chi-Square(20)	1.452637	Scaled explained SS

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

ب- اختبار التغيرات الذاتية للبواقي (Serial Correlation Test)

نظرًا لأن قيمة الاحتمالية < 0.05 ، يتم رفض الفرضية الصفرية (H_0) عند مستوى معنوية 5%. هذا يشير إلى وجود ارتباط تسلسلي بين البواقي، هذه النتائج تدل على أن النموذج الذي تم تقديره لا يعاني من مشاكل الارتباط التسلسلي بين الأخطاء، كما في جدول (16).

جدول (16) نتائج اختبار Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test لتغيرات الارتباط التسلسلي

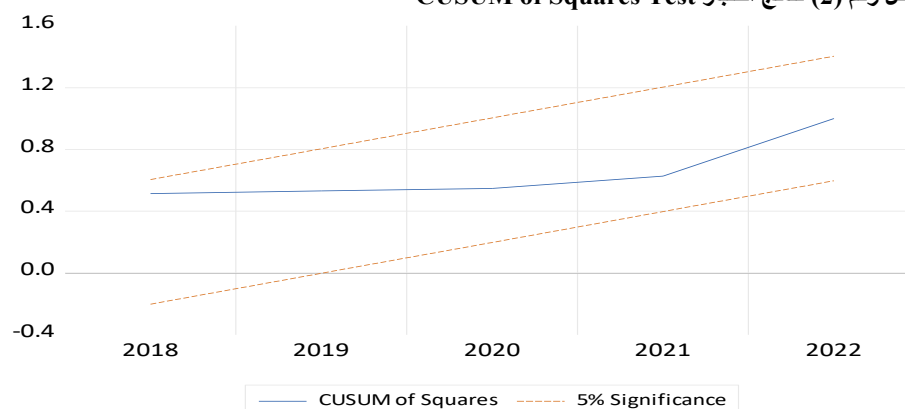
0.3973	Prob. F(2,3)	1.275357	F-statistic
0.0025	Prob. Chi-Square(2)	11.94775	Obs*R-squared

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

ت- اختبار استقرار النموذج (Stability Test)

يتضح من شكل رقم (2) أن منحنيات الاختبار تقع داخل الحدود الحرجة (Critical Bounds) لذلك يعتبر النموذج مستقرًا.

شكل رقم (2) نتائج اختبار CUSUM of Squares Test



تقدير نموذج التكامل المشترك باستخدام نموذج ARDL

يتم تقدير نموذج ARDL لكلاً من كمية الانتاج السمكى من المياه العذبة (كمتغير تابع)، التغيرات المناخية ممثلة في متوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الامطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز (كمتغيرات مستقلة). ويهدف نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الموزعة إلى اختبار وجود علاقة طويلة الأجل بين المتغيرات أي وجود تكامل مشترك بينها.

خطوات تطبيق نموذج ARDL

1- تحديد درجة استقرار السلسلة:

لقد تم إجراء اختبار ديكي فولر (Unit Roots Test) لكلاً من كمية الانتاج السمكى من المياه العذبة (كمتغير تابع)، متوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الامطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز (كمتغيرات مستقلة). ووجد أن السلاسل الزمنية غير مستقرة في المستوي، ولكنها استقرت بعد أخذ الفروق الأولي لجميع المتغيرات، كما هو موضح بجدول (17).

جدول (17) نتائج اختبار جزر الوحدة لاستقرار السلاسل الزمنية

1st. difference			level			Item
none	trend & intercept	intercept	none	trend & intercept	intercept	
-2.65	-4.49	-3.78	-2.65	-4.39	-3.71	القيم الحرجة عند 1%
-1.95	-3.65	-3.01	-1.95	-3.61	-2.98	القيم الحرجة عند 5%
-4.32	-4.37	-4.25	-0.64	-2.22	-1.59	fresh water
-10.8	-7.19	-7.18	0.89	-7.05	-4.56	Average surface air temperature
-9.33	-6.00	-9.18	-0.48	-4.57	-3.85	%Relative humidity
-4.58	-5.22	-4.63	0.91	-4.12	-3.73	rain
-4.90	-5.01	-4.89	0.08	-1.27	-1.68	Carbon gas emission (resulting from energy use in agriculture)
-4.86	-4.94	-4.77	-0.33	-1.27	-1.59	Methane emission (from energy use in agriculture)
-4.77	-4.75	-4.68	-0.55	-1.38	-1.61	Emission of nitrous gas (resulting from energy use in agriculture)

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

2- تحديد درجة تأخير النموذج:

تم عمل انحدار ذاتي VAR وتحديد أفضل فترة ابطاء أو تأخير بين المتغير التابع والمتغيرات المستقل وأتضح أن درجة التأخير المثلي للنموذج هي 2، ويوضح جدول (18) درجة الإبطاء أو التأخير.

3- اختبار الحدود ARDL Bounds Test

وتتم تلك الخطوة من خلال تقدير نموذج ARDL، وتشير نتائج الجدول رقم (19) لنتائج اختبار التكامل المشترك باستخدام اختبار الحدود أن قيمة f المحسوبة 1.67 أصغر من الحدود الحرجة العليا وذلك عند مستوى معنوية 1% وبالتالي نقبل الفرضية الصفرية بعدم

وجود تكامل مشترك وهذا يعني أن لا يوجد علاقة طويلة الأجل بين كمية الانتاج السمكى من المياه العذبة ومتوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الامطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز. أي أنه لا يوجد تكامل مشترك عند مستوى معنوية 1%.

جدول (18) نتائج معايير تحديد عدد فترات الأبطاء الزمني

HQ	SC	AIC	FPE	LR	LogL	Lag
29.90320	30.14438	29.80567	20760.17	NA	-380.4736	0
25.71277	27.64221	24.93246	183.3785	155.5638	-268.1220	1
23.71933*	27.33703*	22.25625*	33.91739*	70.89985*	-184.3313	2

* indicates lag order selected by the criterion
LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)
FPE: Final prediction error
AIC: Akaike information criterion
SC: Schwarz information criterion
HQ: Hannan-Quinn information criterion

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

جدول (19) نتيجة اختبار التكامل المشترك لمنهجية ARDL واختبار الحدود ARDL Bounds Test For Integration

Null Hypothesis: No levels relationship			F-Bounds Test	
I(1)	I(0)	Signif.	Value	Test Statistic
	Asymptotic: n=1000			
2.94	1.99	10%	1.675023	F-statistic
3.28	2.27	5%	6	K
3.61	2.55	2.5%		
3.99	2.88	1%		
	Finite Sample: n=35		26	Actual Sample Size
3.388	2.254	10%		
3.96	2.685	5%		
5.326	3.713	1%		
	Finite Sample: n=30			
3.515	2.334	10%		
4.148	2.794	5%		
5.691	3.976	1%		

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

4- اختبار المعنوية المشتركة لمعاملات الأجل الطويل في نموذج ARDL

ويتم ذلك باختبار Wald Test، ويكتب الفرض العدم كالتالي: H_0 :
 H_1 : أما الفرض البديل فهو: $C(3)=C(4)=C(5)=C(6)=0$ ، $C(3) \neq C(4) \neq C(5) \neq C(6) \neq 0$ ، ويوضح جدول (20) أن قيمة chi-square تساوى

8.70 عند 4 درجات حرية وعند مستوى معنوية أقل من 5%، وبالتالي يتم قبول الفرض الصفري ورفض الفرض البديل أي أن لا يوجد تأثير مشترك للمتغيرات المستقلة (متوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الأمطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز) على المتغير التابع (كمية الانتاج السمكي من المياه العذبة) في الأجل الطويل.

جدول (20) نتائج اختبار Wald Test نتيجة اختبار المعنوية المشتركة لمعاملات الأجل الطويل في نموذج ARDL

Probability	df	Value	Test Statistic
0.1737	(4, 7)	2.176950	F-statistic
0.0688	4	8.707799	Chi-square

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

5- تقدير العلاقة طويله الاجل للنموذج ARDL Long Run from

يتضح من جدول (21) أن RAIN (-1) يظهر تأثيراً قوياً وسلبياً على D(FRESH_WATER)، مما يعني أن زيادة هطول الأمطار في الفترة السابقة تؤثر بشكل كبير في المياه العذبة. D(HUMIDITY) تظهر تأثيراً ضعيفاً ولكن يقترب من المستوى المعنوي عند 5%. D(RAIN) (-1) لها تأثير إيجابي كبير ومعنوي. وباقي المتغيرات مثل METHANE EMISSION و CARBON_GAS_EMISSION (-1) لم تُظهر تأثيراً معنوياً كبيراً.

جدول (21) نتائج نماذج تقدير معادلة الأجل الطويل وفقاً لنموذج ARDL(2, 2, 1, 2, 1, 2, 2)

Prob.	t-Statistic	Std. Error	Coefficient	Variable
0.1983	-1.420897	967.3184	-1374.460	C
0.1152	-1.798107	0.408235	-0.734050	FRESH_WATER(-1)*
0.1757	1.506536	35.66351	53.72836	AVERAGE_SURFACE_AIR_TEMPERATURE (-1)
0.4336	0.830534	10.66576	8.858274	HUMIDITY(-1)
0.0307	-2.698743	2.193857	-5.920656	RAIN(-1)
0.4218	0.853070	0.010184	0.008687	CARBON_GAS_EMISSION(-1)
0.1036	-1.870383	527.7820	-987.1545	METHANE_EMISSION(-1)
0.1734	1.515445	76.41503	115.8028	NITROUS_GAS_EMISSION(-1)
0.1330	1.699817	0.334588	0.568739	D(FRESH_WATER(-1))
0.2378	1.290841	13.51867	17.45045	D(AVERAGE_SURFACE_AIR_TEMPERATURE)
0.1392	-1.668200	13.42689	-22.39875	D(AVERAGE_SURFACE_AIR_TEMPERATURE(-1))
0.0587	2.255215	7.097170	16.00564	D(HUMIDITY)
0.1566	-1.586705	1.655916	-2.627451	D(RAIN)
0.0104	3.468209	1.231044	4.269517	D(RAIN(-1))
0.6060	-0.539931	0.020205	-0.010909	D(CARBON_GAS_EMISSION)
0.6838	0.424701	348.6022	148.0518	D(METHANE_EMISSION)
0.1718	1.522020	332.7092	506.3900	D(METHANE_EMISSION(-1))
0.5421	-0.640653	43.14159	-27.63880	D(NITROUS_GAS_EMISSION)
0.2632	-1.216517	52.10562	-63.38738	D(NITROUS_GAS_EMISSION(-1))

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

6- تقدير نموذج تصحيح الاخطاء وفقاً لنموذج ARDL

وبعد الانتهاء من الخطوات السابقة والتي هي أساس لإجراء الخطوة التالية فيتم إجراء نموذج تصحيح الأخطاء والذي تقع قيمته بين (الصفر والسالب).
التقييم الاقتصادي لنموذج التكامل المشترك بين كمية الانتاج السمكي من المياه العذبة،
التغيرات المناخية:

لقد ثبت أنه لا يوجد علاقة طويلة الأجل بين كمية الانتاج السمكي من المياه العذبة، متوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الامطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز وذلك من نتيجة نموذج معامل تصحيح الخطأ والذي قيمته (-0.734050) أي أن 73 % من الأخطاء التي حدثت في المدي القصير يتم تصحيحها في المدي الطويل، بمعنى أن هناك علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات، ويوضح جدول (22) نتيجة نموذج تصحيح الخطأ.

جدول (22) نتائج نموذج تصحيح الخطأ للتكامل المشترك

ECM Regression				
Case 2: Restricted Constant and No Trend				
Prob.	t-Statistic	Std. Error	Coefficient	Variable
0.0081	3.655060	0.155603	0.568739	D(FRESH WATER(-1))
0.0181	3.067602	5.688630	17.45045	D(AVERAGE_SURFACE_AIR_TEMPERATURE)
0.0045	-4.105758	5.455449	-22.39875	D(AVERAGE_SURFACE_AIR_TEMPERATURE(-1))
0.0041	4.190783	3.819249	16.00564	D(HUMIDITY)
0.0153	-3.188281	0.824096	-2.627451	D(RAIN)
0.0003	6.455566	0.661370	4.269517	D(RAIN(-1))
0.3051	-1.106512	0.009859	-0.010909	D(CARBON GAS EMISSION)
0.3685	0.961160	154.0346	148.0518	D(METHANE EMISSION)
0.0158	3.164823	160.0058	506.3900	D(METHANE EMISSION(-1))
0.2496	-1.255396	22.01600	-27.63880	D(NITROUS GAS EMISSION)
0.0353	-2.602700	24.35447	-63.38738	D(NITROUS GAS EMISSION(-1))
0.0013	-5.176907	0.141793	-0.734050	CointEq(-1)*
-	Mean dependent var		0.818320	R-squared
1.440000	S.D. dependent var		0.675572	Adjusted R-squared
13.72842	Akaike info criterion		7.819511	S.E. of regression
7.255159	Schwarz criterion		856.0266	Sum squared resid
7.835819	Hannan-Quinn criter.		-82.31707	Log likelihood
7.422368	F-statistic		1.892170	Durbin-Watson stat
1.675023				

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

7- الاختبارات القياسية لسلامة النموذج :

أ- اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي (Normality Test)

يشير جدول (23) إلى أن جميع القيم الاحتمالية (Prob.) أكبر من 0.05، مما يعني أنه لا يوجد دليل قوي على وجود عدم تجانس التباين. وبالتالي، يمكن افتراض أن النموذج يتمتع بتجانس التباين (Homoskedasticity)، وهو أحد الافتراضات الأساسية للنموذج القياسي.

جدول (23) نتائج اختبار Breusch-Pagan-Godfrey لعدم تجانس التباين (Heteroskedasticity Test)

0.4892	Prob. F(18,7)	1.081134	F-statistic
0.3844	Prob. Chi-Square(18)	19.12180	Obs*R-squared
1.0000	Prob. Chi-Square(18)	1.658692	Scaled explained SS

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

ب- اختبار التغيرات الذاتي للبواقي (Serial Correlation Test)

نظرًا لأن قيمة الاحتمالية < 0.05 ، يتم رفض الفرضية الصفرية (H_0) عند مستوى معنوية 5%. هذا يشير إلى وجود ارتباط تسلسلي بين البواقي، هذه النتائج تدل على أن النموذج الذي تم تقديره لا يعاني من مشاكل الارتباط التسلسلي بين الأخطاء، كما في جدول (24).

جدول (24) نتائج اختبار Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test لتغيرات الارتباط التسلسلي

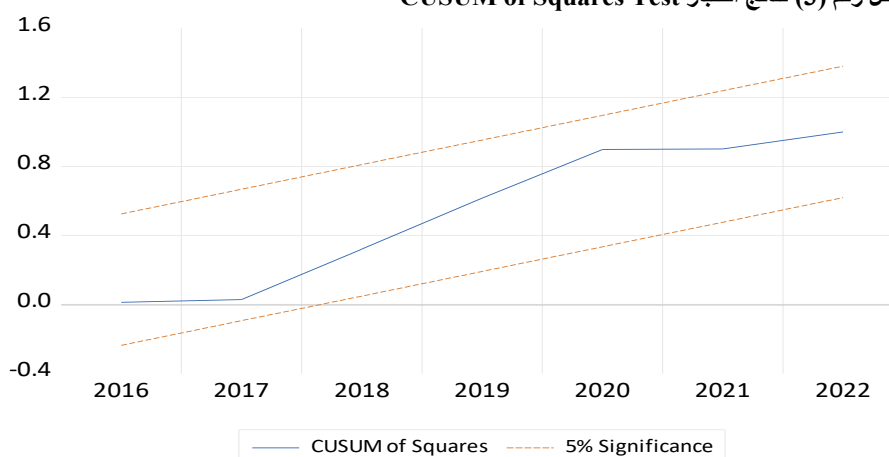
0.9317	Prob. F(2,5)	0.071754	F-statistic
0.6958	Prob. Chi-Square(2)	0.725418	Obs*R-squared

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

ت- اختبار استقرار النموذج (Stability Test)

يتضح من شكل رقم (3) أن منحنيات الاختبار تقع داخل الحدود الحرجة (Critical Bounds) لذلك يعتبر النموذج مستقرًا.

شكل رقم (3) نتائج اختبار CUSUM of Squares Test



تقدير نموذج التكامل المشترك باستخدام نموذج ARDL

يتم تقدير نموذج ARDL لكلاً من كمية الانتاج السمكى من الاستزراع (كمتغير تابع)، التغيرات المناخية ممثلة في متوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الامطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز (كمتغيرات مستقلة). ويهدف نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الموزعة إلى اختبار وجود علاقة طويلة الأجل بين المتغيرات أي وجود تكامل مشترك بينها.

خطوات تطبيق نموذج ARDL

1- تحديد درجة استقرار السلسلة:

لقد تم إجراء اختبار ديكي فولر (Unit Roots Test) لكلاً من كمية الانتاج السمكى من الاستزراع (كمتغير تابع)، متوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الامطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز (كمتغيرات مستقلة)، ووجد أن السلاسل الزمنية غير مستقرة في المستوى، ولكنها استقرت بعد أخذ الفروق الأولى لجميع المتغيرات، كما هو موضح بجدول (25).

جدول (25) نتائج اختبار جزر الوحدة لاستقرار السلاسل الزمنية

1 st. difference			level			Item
none	trend & intercept	intercept	none	trend & intercept	intercept	
-2.65	-4.49	-3.78	-2.65	-4.39	-3.71	القيم الحرجة عند 1%
-1.95	-3.65	-3.01	-1.95	-3.61	-2.98	القيم الحرجة عند 5%
-1.80	-5.29	-5.40	3.28	-2.34	-0.32	aquaculture
-10.8	-7.19	-7.18	0.89	-7.05	-4.56	Average surface air temperature
-9.33	-6.00	-9.18	-0.48	-4.57	-3.85	%Relative humidity
-4.58	-5.22	-4.63	0.91	-4.12	-3.73	rain
-4.90	-5.01	-4.89	0.08	-1.27	-1.68	Carbon gas emission (resulting from energy use in agriculture)
-4.86	-4.94	-4.77	-0.33	-1.27	-1.59	Methane emission (from energy use in agriculture)
-4.77	-4.75	-4.68	-0.55	-1.38	-1.61	Emission of nitrous gas (resulting from energy use in agriculture)

المصدر: حُسِبَتْ باستخدام برنامج EViews.

2- تحديد درجة تأخير النموذج:

تم عمل انحدار ذاتي VAR وتحديد أفضل فترة إبطاء أو تأخير بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة وأتضح أن درجة التأخير المثلي للنموذج هي 2، ويوضح جدول (26) درجة الإبطاء أو التأخير.

جدول (26) نتائج معايير تحديد عدد فترات الإبطاء الزمني

HQ	SC	AIC	FPE	LR	LogL	Lag
33.80373	34.04490	33.70619	1026138.	NA	-431.1804	0
28.18945	30.11889*	27.40914	2182.513	181.1929*	-300.3189	1
27.75759*	31.37528	26.29451*	1924.039*	53.72253	-236.8286	2

* Indicates lag order selected by the criterion
LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)
FPE: Final prediction error
AIC: Akaike information criterion
SC: Schwarz information criterion
HQ: Hannan-Quinn information criterion

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

3- اختبار الحدود ARDL Bounds Test

وتتم تلك الخطوة من خلال تقدير نموذج ARDL، وتشير نتائج الجدول رقم (27) لنتائج اختبار التكامل المشترك باستخدام اختبار الحدود أن قيمة f المحسوبة 9.51 أكبر من الحدود الحرجة العليا وذلك عند مستوى معنوية 1% وبالتالي نرفض الفرضية الصفرية بعدم وجود تكامل مشترك وهذا يعني أن هناك علاقة طويلة الأجل بين كمية الإنتاج السمكي من الاستزراع ومتوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الأمطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز أي أنه يوجد تكامل مشترك عند مستوى معنوية 1%.

جدول (27) نتيجة اختبار التكامل المشترك لمنهجية ARDL واختبار الحدود ARDL Bounds Test For Integration

Null Hypothesis: No levels relationship			F-Bounds Test	
I(1)	I(0)	Signif.	Value	Test Statistic
	Asymptotic: n=1000			
2.94	1.99	10%	9.519889	F-statistic
3.28	2.27	5%	6	K
3.61	2.55	2.5%		
3.99	2.88	1%		
	Finite Sample: n=35		26	Actual Sample Size
3.388	2.254	10%		
3.96	2.685	5%		
5.326	3.713	1%		
	Finite Sample: n=30			
3.515	2.334	10%		
4.148	2.794	5%		
5.691	3.976	1%		

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

جدول (28) نتائج اختبار Wald Test نتيجة اختبار المعنوية المشتركة لمعاملات الأجل الطويل في نموذج ARDL

Probability	df	Value	Test Statistic
0.6795	(4, 9)	0.588365	F-statistic
0.6711	4	2.353458	Chi-square

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

4- تقدير العلاقة طويلة الأجل للنموذج ARDL Long Run from

يُتضح من جدول (29) أن (-1) CARBON_GAS_EMISSION (انبعاثات الغاز الكربوني في الفترة السابقة) لها تأثير إيجابي ومعنوي عند مستوى 5%، مما يشير إلى أن الزيادة في انبعاثات الغاز الكربوني في الفترات السابقة تساهم في زيادة الاستزراع السمكي. وهذا يعكس دور تأثير التغيرات المناخية الناتجة عن انبعاثات الغاز الكربوني على القطاع.

(-1) NITROUS_GAS_EMISSION (انبعاثات أكسيد النيتروز في الفترة السابقة) المعامل السالب يُظهر تأثيرًا سلبيًا قويًا عند مستوى 1%، مما يعني أن زيادة انبعاثات أكسيد النيتروز في الفترات السابقة تؤدي إلى تقليل الزراعة المائية.

بعض المتغيرات تظهر تأثيرًا معنويًا ضعيفًا، مثل (-1) D(AQUACULTURE) و (-1) D(CARBON_GAS_EMISSION)، ولكن حتى مع وجود التأثيرات المعنوية في بعض الأحيان، تكون هذه التأثيرات ضئيلة نسبيًا من حيث الأثر على المتغير التابع (كمية الانتاج السمكي من الاستزراع).

جدول (29) نتائج نماذج تقدير معادلة الأجل الطويل وفقاً لنموذج ARDL (2, 1, 0, 2, 2, 1, 2)

Prob.	t-Statistic	Std. Error	Coefficient	Variable
0.8051	-0.254147	1785.758	-453.8454	C
0.0090	-3.314799	0.121134	-0.401536	AQUACULTURE(-1)*
0.3926	0.898003	54.22369	48.69304	AVERAGE_SURFACE_AIR_TEMPERATURE(-1)
0.4460	-0.797015	22.04697	-17.57176	HUMIDITY**
0.1221	-1.706518	5.576266	-9.516000	RAIN(-1)
0.0250	2.684369	0.073574	0.197501	CARBON_GAS_EMISSION(-1)
0.7144	0.377692	1030.830	389.3363	METHANE_EMISSION(-1)
0.0017	-4.401278	139.4659	-613.8279	NITROUS_GAS_EMISSION(-1)
0.0572	-2.179570	0.165719	-0.361197	D(AQUACULTURE(-1))
0.8625	0.178236	35.66073	6.356042	D(AVERAGE_SURFACE_AIR_TEMPERATURE)
0.7693	0.302331	3.163320	0.956371	D(RAIN)
0.1590	1.535714	2.988075	4.588828	D(RAIN(-1))
0.3458	0.994933	0.065889	0.065555	D(CARBON_GAS_EMISSION)
0.0410	-2.383445	0.059219	-0.141146	D(CARBON_GAS_EMISSION(-1))
0.1875	-1.426484	874.2931	-1247.165	D(METHANE_EMISSION)
0.8376	0.210976	139.8729	29.50976	D(NITROUS_GAS_EMISSION)
0.0253	2.678162	163.2881	437.3120	D(NITROUS_GAS_EMISSION(-1))

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

5- تقدير نموذج تصحيح الاخطاء وفقاً لنموذج ARDL

وبعد الانتهاء من الخطوات السابقة والتي هي أساس لإجراء الخطوة التالية فيتم إجراء نموذج تصحيح الأخطاء والذي تقع قيمته بين (الصفر والسالب).
التقييم الاقتصادي لنموذج التكامل المشترك بين كمية الانتاج السمكي من الاستزراع، التغيرات المناخية:

لقد ثبت أن هناك علاقة طويلة الأجل بين كمية الانتاج السمكي من الاستزراع، متوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الامطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز وذلك من نتيجة نموذج معامل تصحيح الخطأ والذي قيمته (-0.401536) أي أن 40 % من الأخطاء التي حدثت في المدي القصير يتم تصحيحها في المدي الطويل، بمعنى أن هناك علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات، ويوضح جدول (30) نتيجة نموذج تصحيح الخطأ.

التقييم الإحصائي للنموذج المُقدر

لقد ثبتت المعنوية الاحصائية لكلاً من كمية الانتاج السمكي من الاستزراع ومعامل تصحيح الخطأ، كما أشارت قيمة معامل التحديد إلى أن 87.4% من التغير في كمية الانتاج السمكي من الاستزراع ترجع إلى المتغيرات المفسرة (متوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الامطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز)، وهو ما يتفق مع التقييم الاقتصادي للنموذج، وبالتالي فإن 12.6% ترجع إلى عوامل أخرى غير مُقاسة بالنموذج. كما اتضح لنا معنوية النموذج المُقدر من خلال قيمة F-statistic.

جدول (30) نتائج نموذج تصحيح الخطأ للتكامل المشترك

ECM Regression				
Case 2: Restricted Constant and No Trend				
Prob.	t-Statistic	Std. Error	Coefficien t	Variable
0.0058	-3.593270	0.100520	-0.361197	D(AQUACULTURE(-1))
0.5941	0.552463	11.50491	6.356042	D(AVERAGE_SURFACE_AIR_TEMP ERATURE)
0.5098	0.686268	1.393583	0.956371	D(RAIN)
0.0074	3.443425	1.332635	4.588828	D(RAIN(-1))
0.0891	1.905278	0.034407	0.065555	D(CARBON GAS EMISSION)
0.0031	-3.993620	0.035343	-0.141146	D(CARBON GAS EMISSION(-1))
0.0251	-2.683120	464.8190	-1247.165	D(METHANE EMISSION)
0.6995	0.398603	74.03300	29.50976	D(NITROUS GAS EMISSION)
0.0016	4.434435	98.61730	437.3120	D(NITROUS GAS EMISSION(-1))
0.0000	-11.63589	0.034508	-0.401536	CointEq(-1)*
59.07808	Mean dependent var		0.874432	R-squared
63.49713	S.D. dependent var		0.803800	Adjusted R-squared
9.794968	Akaike info criterion		28.12571	S.E. of regression
10.27885	Schwarz criterion		12656.89	Sum squared resid
9.934309	Hannan-Quinn criter.		-117.3346	Log likelihood
9.519889	F-statistic		2.266777	Durbin-Watson stat

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

6- الاختبارات القياسية لسلامة النموذج:

أ- اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي (Normality Test)

يشير جدول (31) إلى أن جميع القيم الاحتمالية (Prob.) أكبر من 0.05، مما يعني أنه لا يوجد دليل قوي على وجود عدم تجانس التباين. وبالتالي، يمكن افتراض أن النموذج يتمتع بتجانس التباين (Homoskedasticity)، وهو أحد الافتراضات الأساسية للنموذج القياسي.

جدول (31) نتائج اختبار Breusch-Pagan-Godfrey لعدم تجانس التباين (Heteroskedasticity Test)

0.1415	Prob. F(16,9)	2.029042	F-statistic
0.2046	Prob. Chi-Square (16)	20.35664	Obs*R-squared
1.0000	Prob. Chi-Square (16)	2.009792	Scaled explained SS

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

ب- اختبار التغيرات الذاتي للبواقي (Serial Correlation Test)

نظرًا لأن قيمة الاحتمالية $0.05 < 0.05$ ، يتم رفض الفرضية الصفرية (H_0) عند مستوى معنوية 5%. هذا يشير إلى وجود ارتباط تسلسلي بين البواقي، هذه النتائج تدل على أن النموذج الذي تم تقديره لا يعاني من مشاكل الارتباط التسلسلي بين الأخطاء، كما في جدول (32).

جدول (32) نتائج اختبار Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test لتغيرات الارتباط التسلسلي

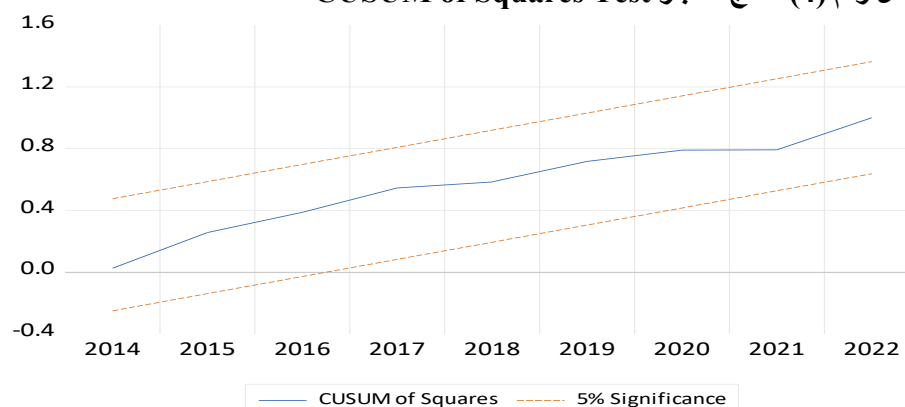
0.7012	Prob. F(2,7)	0.373598	F-statistic
0.2854	Prob. Chi-Square(2)	2.507630	Obs*R-squared

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

ت- اختبار استقرار النموذج (Stability Test)

يتضح من شكل رقم (4) أن منحنيات الاختبار تقع داخل الحدود الحرجة (Critical Bounds) لذلك يعتبر النموذج مستقرًا.

شكل رقم (4) نتائج اختبار CUSUM of Squares Test



تقدير نموذج التكامل المشترك باستخدام نموذج ARDL

يتم تقدير نموذج ARDL لكلاً من إجمالي كمية الانتاج السمكي (كمتغير تابع)، التغيرات المناخية ممثلة في متوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الامطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز (كمتغيرات مستقلة). ويهدف نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الموزعة إلى اختبار وجود علاقة طويلة الأجل بين المتغيرات أي وجود تكامل مشترك بينها.

خطوات تطبيق نموذج ARDL

1- تحديد درجة استقرار السلسلة:

لقد تم إجراء اختبار ديكي فولر (Unit Roots Test) لكلاً من إجمالي كمية الانتاج السمكي (كمتغير تابع) ، متوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الامطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز (كمتغيرات مستقلة) ، ووجد أن السلاسل الزمنية غير مستقرة في المستوي، ولكنها استقرت بعد أخذ الفروق الأولى لجميع المتغيرات، كما هو موضح بجدول (33).

جدول (33) نتائج اختبار جزر الوحدة لاستقرار السلاسل الزمنية

1 st. difference			Level			Item
none	trend & intercept	intercept	none	trend & intercept	intercept	
-2.65	-4.49	-3.78	-2.65	-4.39	-3.71	القيم الحرجة عند 1%
-1.95	-3.65	-3.01	-1.95	-3.61	-2.98	القيم الحرجة عند 5%
-5.30	-5.12	-5.21	-1.04	-2.15	-1.42	Total quantity of fish production
-10.8	-7.19	-7.18	0.89	-7.05	-4.56	Average surface air temperature
-9.33	-6.00	-9.18	-0.48	-4.57	-3.85	%Relative humidity
-4.58	-5.22	-4.63	0.91	-4.12	-3.73	Rain
-4.90	-5.01	-4.89	0.08	-1.27	-1.68	Carbon gas emission (resulting from energy use in agriculture)
-4.86	-4.94	-4.77	-0.33	-1.27	-1.59	Methane emission (from energy use in agriculture)
-4.77	-4.75	-4.68	-0.55	-1.38	-1.61	Emission of nitrous gas (resulting from energy use in agriculture)

المصدر: حُسِبَ باستخدام برنامج EViews.

2- تحديد درجة تأخير النموذج:

تم عمل انحدار ذاتي VAR وتحديد أفضل فترة إبطاء أو تأخير بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة وأتضح أن درجة التأخير المثلي للنموذج هي 2، ويوضح جدول (34) درجة الإبطاء أو التأخير.

جدول (34) نتائج معايير تحديد عدد فترات الأخطاء الزمنية

HQ	SC	AIC	FPE	LR	LogL	Lag
34.86740	35.10858	34.76986	2972726.	NA	-445.0082	0
31.34974	33.27918	30.56943	51458.08	143.4539	-341.4026	1
29.46085*	33.07855*	27.99777*	10566.55*	69.74979*	-258.9711	2

* Indicates lag order selected by the criterion
LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)
FPE: Final prediction error
AIC: Akaike information criterion
SC: Schwarz information criterion
HQ: Hannan-Quinn information criterion

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

3- اختبار الحدود ARDL Bounds Test

وتتم تلك الخطوة من خلال تقدير نموذج ARDL, وتشير نتائج الجدول رقم (35) لنتائج اختبار التكامل المشترك باستخدام اختبار الحدود أن قيمة f المحسوبة 4.60 أكبر من الحدود الحرجة العليا وذلك عند مستوى معنوية 1% وبالتالي نرفض الفرضية الصفرية بعدم وجود تكامل مشترك وهذا يعني أن هناك علاقة طويلة الأجل بين إجمالي كمية الانتاج السمكي ومتوسط درجة حرارة الهواء السطحي، الرطوبة النسبية، تساقط الامطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز أي أنه يوجد تكامل مشترك عند مستوى معنوية 1%.

جدول (35) نتيجة اختبار التكامل المشترك لمنهجية ARDL واختبار الحدود ARDL Bounds Test For Integration

Null Hypothesis: No levels relationship			F-Bounds Test	
I(1)	I(0)	Signif.	Value	Test Statistic
	Asymptotic: n=1000			
2.94	1.99	10%	4.603975	F-statistic
3.28	2.27	5%	6	k
3.61	2.55	2.5%		
3.99	2.88	1%		
	Finite Sample: n=35		26	Actual Sample Size
3.388	2.254	10%		
3.96	2.685	5%		
5.326	3.713	1%		
	Finite Sample: n=30			
3.515	2.334	10%		
4.148	2.794	5%		
5.691	3.976	1%		

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

4- اختبار المعنوية المشتركة لمعاملات الأجل الطويل في نموذج ARDL

ويتم ذلك باختبار Wald Test, ويكتب الفرض العدم كالتالي: H_0 :
 H_1 : أما الفرض البديل فهو: $C(3)=C(4)=C(5)=C(6)=0$
 $C(3) \neq C(4) \neq C(5) \neq C(6) \neq 0$, ويوضح جدول (36) أن قيمة chi-square تساوى 5.95 عند 4 درجات حرية وعند مستوى معنوية أقل من 5%, وبالتالي يتم قبول الفرض الصفري ورفض الفرض البديل أي أن لا يوجد تأثير مشترك للمتغيرات المستقلة (متوسط درجة حرارة الهواء السطحي, الرطوبة النسبية, تساقط الأمطار, انبعاث غاز الكربون, انبعاث غاز الميثان, انبعاث غاز النيتروز) على المتغير التابع (اجمالي كمية الانتاج السمكي) في الأجل الطويل.

جدول (36) نتائج اختبار Wald Test نتيجة اختبار المعنوية المشتركة لمعاملات الأجل الطويل في نموذج ARDL

Probability	df	Value	Test Statistic
0.2843	(4, 9)	1.488050	F-statistic
0.2027	4	5.952200	Chi-square

المصدر: حُسِبَ باستخدام برنامج EViews.

5- تقدير العلاقة طويلة الأجل للنموذج ARDL Long Run from

يتضح من جدول (37) أن التغيرات في الرطوبة وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون تظهر تأثيرات معنوية هامة على الإنتاج. وأن إنتاج الأسماك السابق له تأثير سلبي قوي على الإنتاج في الفترات الحالية. وانبعاثات الميثان في الفترات السابقة تؤثر سلباً على الإنتاج أيضاً. والعوامل المناخية الأخرى مثل درجة الحرارة والأمطار لا تظهر تأثيراً معنوياً.

6- تقدير نموذج تصحيح الأخطاء وفقاً لنموذج ARDL

وبعد الانتهاء من الخطوات السابقة والتي هي أساس لإجراء الخطوة التالية فيتم إجراء نموذج تصحيح الأخطاء والذي تقع قيمته بين (الصفري والسالب).
التقييم الاقتصادي لنموذج التكامل المشترك بين اجمالي كمية الانتاج السمكي, التغيرات المناخية:

لقد ثبت أن هناك علاقة طويلة الأجل بين اجمالي كمية الانتاج السمكي, متوسط درجة حرارة الهواء السطحي, الرطوبة النسبية, تساقط الأمطار, انبعاث غاز الكربون, انبعاث غاز الميثان, انبعاث غاز النيتروز وذلك من نتيجة نموذج معامل تصحيح الخطأ والذي قيمته- (0.782638) أي أن 78 % من الأخطاء التي حدثت في المدي القصير يتم تصحيحها في المدي الطويل, بمعنى أن هناك علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات, ويوضح جدول (38) نتيجة نموذج تصحيح الخطأ.

التقييم الإحصائي للنموذج المُقدر

لقد ثبتت المعنوية الاحصائية لكلاً من اجمالي كمية الانتاج السمكي ومعامل تصحيح الخطأ, كما أشارت قيمة معامل التحديد إلى أن 81.1% من التغير في اجمالي كمية الانتاج السمكي ترجع إلى المتغيرات المُفسره (متوسط درجة حرارة الهواء السطحي, الرطوبة

النسبية، تساقط الأمطار، انبعاث غاز الكربون، انبعاث غاز الميثان، انبعاث غاز النيتروز)، وهو ما يتفق مع التقييم الاقتصادي للنموذج، وبالتالي فإن ١٨.٩% ترجع إلى عوامل أخرى غير مُقيسة بالنموذج. كما اتضح لنا معنوية النموذج المُقدر من خلال قيمة F- statistic.

جدول (37) نتائج نماذج تقدير معادلة الأجل الطويل وفقاً للنموذج $ARDL(1, 0, 2, 2, 2, 1)$

Prob.	t-Statistic	Std. Error	Coefficient	Variable
0.0358	2.465916	7273.814	17936.61	C
0.0052	-3.660151	0.213827	-0.782638	TOTAL_QUANTITY_OF_FISH_PRODUCTION(-1)*
0.6621	0.451781	119.0695	53.79335	AVERAGE_SURFACE_AIR_TEMPERATURE**
0.0165	-2.940886	147.1232	-432.6726	HUMIDITY(-1)
0.2424	-1.251306	21.34070	-26.70375	RAIN(-1)
0.0238	-2.714284	0.103195	-0.280100	CARBON GAS EMISSION(-1)
0.3263	-1.038081	3676.173	-3816.165	METHANE EMISSION(-1)
0.1115	1.764338	481.3047	849.1843	NITROUS GAS EMISSION(-1)
0.7174	-0.373555	70.17437	-26.21399	D(HUMIDITY)
0.0084	3.358053	95.75832	321.5615	D(HUMIDITY(-1))
0.5093	-0.687240	14.21410	-9.768494	D(RAIN)
0.2414	-1.254094	14.94240	-18.73918	D(RAIN(-1))
0.9878	0.015785	0.208352	0.003289	D(CARBON GAS EMISSION)
0.0168	2.929511	0.192825	0.564882	D(CARBON GAS EMISSION(-1))
0.2139	-1.337357	3002.834	-4015.862	D(METHANE EMISSION)
0.0384	-2.423798	3281.303	-7953.216	D(METHANE EMISSION(-1))
0.5917	0.556046	586.8690	326.3263	D(NITROUS GAS EMISSION)

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

جدول (38) نتائج نموذج تصحيح الخطأ للتكامل المشترك

ECM Regression				
Case 2: Restricted Constant and No Trend				
Prob.	t-Statistic	Std. Error	Coefficient	Variable
0.3758	-0.931787	28.13302	-26.21399	D(HUMIDITY)
0.0001	6.325405	50.83651	321.5615	D(HUMIDITY(-1))
0.2024	-1.374935	7.104698	-9.768494	D(RAIN)
0.0192	-2.846564	6.583089	-18.73918	D(RAIN(-1))
0.9782	0.028047	0.117266	0.003289	D(CARBON GAS EMISSION)
0.0011	4.727465	0.119489	0.564882	D(CARBON GAS EMISSION(-1))
0.0525	-2.231728	1799.440	-4015.862	D(METHANE EMISSION)
0.0032	-3.985006	1995.785	-7953.216	D(METHANE EMISSION(-1))
0.2600	1.202184	271.4445	326.3263	D(NITROUS GAS EMISSION)
0.0000	-8.091895	0.096719	-0.782638	CointEq(-1)*
-8.855385	Mean dependent var	0.811460		R-squared
178.5816	S.D. dependent var	0.705407		Adjusted R-squared
12.26953	Akaike info criterion	96.92770		S.E. of regression
12.75341	Schwarz criterion	150319.7		Sum squared resid
12.40887	Hannan-Quinn criter.	-149.5039		Log likelihood
4.603975	F-statistic	1.814274		Durbin-Watson stat

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

7- الاختبارات القياسية لسلامة النموذج:

أ- اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي (Normality Test)

يشير جدول (39) إلى أن جميع القيم الاحتمالية (Prob.) أكبر من 0.05، مما يعني أنه لا يوجد دليل قوي على وجود عدم تجانس التباين. وبالتالي، يمكن افتراض أن النموذج يتمتع بتجانس التباين (Homoskedasticity)، وهو أحد الافتراضات الأساسية للنموذج القياسي.

جدول (39) نتائج اختبار Breusch-Pagan-Godfrey لعدم تجانس التباين (Heteroskedasticity Test)

0.5494	Prob. F(16,9)	0.959645	F-statistic
0.4260	Prob. Chi-Square (16)	16.39185	Obs*R-squared
1.0000	Prob. Chi-Square (16)	1.914171	Scaled explained SS

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

ب- اختبار التغيرات الذاتية للبواقي (Serial Correlation Test)

نظرًا لأن قيمة الاحتمالية < 0.05 ، يتم رفض الفرضية الصفرية (H_0) عند مستوى معنوية 5%. هذا يشير إلى وجود ارتباط تسلسلي بين البواقي، هذه النتائج تدل على أن النموذج الذي تم تقديره لا يعاني من مشاكل الارتباط التسلسلي بين الأخطاء، كما في جدول (40).

جدول (40) نتائج اختبار Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test لتغيرات الارتباط التسلسلي

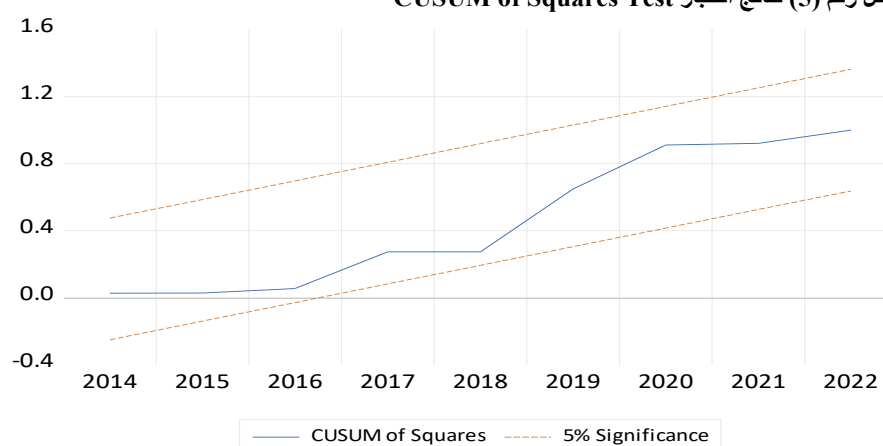
0.7373	Prob. F(2,7)	0.318424	F-statistic
0.3382	Prob. Chi-Square (2)	2.168180	Obs*R-squared

المصدر: حُسبت باستخدام برنامج EViews.

ت- اختبار استقرار النموذج (Stability Test)

يتضح من شكل رقم (5) أن منحنيات الاختبار تقع داخل الحدود الحرجة (Critical Bounds) لذلك يعتبر النموذج مستقرًا.

شكل رقم (5) نتائج اختبار CUSUM of Squares Test



قائمة المراجع:

- 1- FAO (Food and Agriculture Organization). (2022). **The State of World Fisheries and Aquaculture 2022**. <https://www.fao.org/publications/sofia/2022/en/>
- 2- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2022). **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>
- 3- El-Raey, M. (2019). **Impact of Climate Change on the Nile Delta and Egypt**. Springer. DOI: [10.1007/978-3-030-02200-4](<https://doi.org/10.1007/978-3-030-02200-4>)
- 4- Hassan, H., & El-Sayed, M. (2020). **Climate Change Impacts on Fisheries and Aquaculture in Egypt**. Journal of Fisheries and Aquatic Science. DOI: [10.3923/jfas.2020.1.10](<https://doi.org/10.3923/jfas.2020.1.10>)
- 5- Abd El-Kawy, O. R., et al. (2021). **Impact of Climate Change on Fish Production in Lake Nasser, Egypt**. Egyptian Journal of Aquatic Research. DOI: [10.1016/j.ejar.2021.03.002](<https://doi.org/10.1016/j.ejar.2021.03.002>)
- 6- World Bank. (2021). **Climate Change and Fisheries in the Middle East and North Africa**. <https://www.worldbank.org/en/region/mena/publication/climate-change-and-fisheries>
- 7- GAFRD (General Authority for Fish Resources Development). (2023). Annual Report on Fish Production in Egypt, 2023. <http://www.gafrd.org>
- 8- Cheung, W. W. L., et al. (2016). **Projecting Global Marine Biodiversity Impacts Under Climate Change Scenarios**. Fish and Fisheries. DOI: [10.1111/faf.12137](<https://doi.org/10.1111/faf.12137>)

The economic impacts of climate change on freshwater fish production in Egypt.

Sara Ahmed Fouad Mohamed¹, Ashraf shebl Mohamed youness²

¹ Dept. of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Zagazig University.

² Dr. Professor in agricultural economy, Head of human development and economics department.

ABSTRACT:

Fisheries in Egypt constitute an important source of food and income, as many coastal and inland communities depend on fishing and aquaculture as their main source of livelihood. However, climate change poses a major threat to this sector, affecting productivity, biodiversity, and aquatic ecosystems. Therefore, it is a problem to study how climate change affects fish productivity in Egypt, and whether these changes pose a real threat to food security and the national economy (World Bank, 2020). Hence, we seek to answer the following questions: How do climate change affect fish productivity in Egypt? To what extent does the fisheries sector respond to climate change in the short and long term? What are the possible strategies to adapt to these changes? The study aimed to analyze the impact of climate change on fish productivity in Egypt using the ARDL model)). Assessing the short- and long-term impacts of climate change on this sector. Providing recommendations to reduce the negative impacts of climate change and enhance the sustainability of fish production, the research relies on a quantitative approach using the distributed time gap autoregression (ARDL) model to analyze the relationship between climate change and fish productivity. Annual data on fish production from different sources (as dependent variables), climate changes represented by average surface air temperature, relative humidity, rainfall, carbon emissions, methane emissions, nitrous gas emissions (as independent variables) will be used over the period (2000-2022). The study relied on published and unpublished secondary data from its various sources, such as data from the Central Agency for Public Mobilization and Statistics and the General Authority for Fisheries Development in Egypt regarding the amount of fish production from various sources. Climate change data represented by average surface air temperature, relative humidity, and rainfall were also obtained from the World Bank (World Bank) As well as data on carbon emissions in

kilotons (resulting from energy use in agriculture), methane emissions, and nitrous gas emissions provided by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The research also used the results of research, studies, references, and scientific theses related to the subject of the study. Analysis of the relationship using the ARDL model between the amount of fish production from different sources (as dependent variables) and climate change (as independent variables) showed that there is a long-term relationship between them during the period (2000-2022).

Keywords: fisheries, climate change, distributed time gap autoregression model (ARDL).