تقييم طرق التنبؤ بالاستثمار الأجنبى المباشر فى عصر الذكاء الاصطناعى: دراسة حالة مصر

رشا الكردى *

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى التنبؤ بتدفقات الاستثمار الأجنبى المباشر فى مصر بالاعتماد على الفترة الزمنية من 1982- 2022، وذلك للوصول إلى أفضل طريقة للتنبؤ بالاستثمار الأجنبى المباشر الذى يتسم بالتقلب المستمر؛ من خلال المقارنة بين سلاسل ماركوف Markov Chain والأساليب التقليدية للتنبؤ (Classical Techniques) والنماذج التنبؤية الحديثة (ARIMA Models, EGARCH) ونماذج الانحدار التنبؤية بالاعتماد على نماذج تعلم الآله Machine Learning.

وقد توصلت الدراسة أن النماذج التقليدية ونماذج ARIMA لا تصلح للتنبؤ بالاستثمار الأجنبى المباشر، أما نماذج Exponential GARCH فشروط تطبيقها لم تتحقق ومن ثم لا يمكن استخدامها فى التنبؤ بالاستثمار الأجنبى المباشر، إلا أن نماذج تعلم الآله والتى منها Decision Tree Models هى النماذج الأفضل من حيث القدرة التنبؤية وجودة النموذج ككل. ومن ثم يمكن الاعتماد على القيم المتنبأ بها من نماذج تعلم الآلة فى وضع الاستراتيجيات المستقبلية، وتهيئة المناخ الاستثمارى الجاذب لهذه التدفقات، ومن هنا يمكن القول بأن الذكاء الاصطناعى استطاع أن يتفوق على النماذج التنبؤية المتعارف عليها.

الكلمات المفتاحية: الاستثمار الأجنبى المباشر – نماذج التنبؤ – نماذج تعلم الآله Decision Tree Model – سلاسل ماركوف – نماذج – ARIMA – نماذج Exponential GARCH

* مدرس بقسم الاقتصاد والتجارة الخارجية – كلية التجارة وإدارة الأعمال – جامعة حلوان
Rasha.elkordy@commerce.helwan.edu.eg

Evaluating Foreign Direct Investment Forecasting Methods in the Age of Artificial Intelligence: A Case Study of Egypt

Abstract

This study aims to predict foreign direct investment flows in Egypt based on the period from 1982-2022, in order to reach the best way to predict foreign direct investment that is characterized by volatility, by comparing Markov Chain, traditional forecasting methods (Classical Techniques), modern predictive models (ARIMA Models), Exponential GARCH and predictive regression models based on Machine Learning models.

the study found that traditional models and ARIMA models are not suitable for predicting foreign direct investment, while Exponential GARCH models have not met the conditions to apply them, therefore cannot be used to forecast foreign direct investment, but machine learning models, including Decision Tree Models, are the best models in terms of predictive ability and model quality. Hence, it is possible to rely on the forecasted values of machine learning models in developing future strategies, and creating an attractive investment climate for these flows, Accordingly it can be said that artificial intelligence able to beats the recognized forecasting models.

Keywords: Foreign Direct Investment – Forecasting Models – Machine Learning (Decision Tree Model) - **Markov Chain – ARIMA models - Exponential GARCH**

1. مقدمة

يعتبر نمط وحجم واتجاهات الاستثمار الأجنبى المباشر معلومات محورية لصانعى السياسات عند اتخاذ القرارات فى حالات الأزمات وفترات الانكماش الاقتصادى مثل جائحة Covid-19، وفى رسم الاستراتيجيات الكلية والخريطة الاستثمارية لمشروعات الاستثمار الأجنبى المباشر؛ باعتباره أحد المتغيرات المساهمة فى زيادة معدلات النمو الاقتصادى وفرص العمل، ونقل التكنولوجيا والمعرفة، وتقسيم رأس المال العالمى بين الدول، كما أنها تعمل على التحسين من إنتاجية الشركات المحلية ورفع كفائتها، بالإضافة إلى دورها فى توسيع سلاسل القيمة العالمية وسد الفجوة بين الخطط التنموية الطموحه وعدم كفاية ورأس المال، كما يعمل كقناة مهمة لنقل رأس المال والسلع والخدمات والمعلومات عبر الاقتصادات وكل ذلك يعمل على زيادة الأهمية النسبية للاستثمار الأجنبى المباشر خاصة فى الدول النامية والتى من بينها مصر التى تعانى من تنامى الفجوة بين معدلات الادخار والاستثمار وتستقبل استثمارات غير منتظمة بعكس الدول المتقدمة التى تستحوذ على نصيب الأسد من الاستثمارات الأجنبيه المباشرة (Emako, E., Nuru, S., & Menza, M., 2022, p. 72; Utouh, H. M., & Kitole, F. A., 2024, p.2).

ومن ثم يصبح التنبؤ بتدفقات الاستثمار الأجنبى المباشر أحد المدخلات المهمه للقرارات الاستراتيجية، وبناءاً على ذلك يصبح البحث عن أفضل سبل التنبؤ بتدفقات الاستثمار الأجنبى المباشر للوصول إلى أفضل النماذج التى يمكنها التنبؤ بحجم الاستثمار أحد سبل تعظيم الاستفادة من هذه التدفقات، وبما يؤدى فى النهاية إلى تحسين التخطيط، وتقليل مخاطر صنع القرار، بالإضافة إلى الوصول إلى أفضل طرق التنبؤ بالاتجاهات المستقبلية للاستثمار الأجنبى المباشر (Musora,

T., Chazuka, Z., & Matarise, F., 2022, p.1; Vujanović, N., Casella, B., & Bolwijn, R., 2021, pp. 97-98)

وبتحليل الوضع العالمى لتدفقات الاستثمار الأجنبى المباشر يتضح انخفاضها بنسبة 2% فى عام 2023، وقد يعزى ذلك إلى الأوضاع الاقتصادية والسياسية غير المستقرة حول العالم، إلا أنه من المتوقع أن يتحسن الوضع كنتيجة لبعض التسهيلات التمويلية حول العالم، فقد تم الإعلان عن مجموعة من الاستثمارات الجديدة بزيادة تقدر بـ 2% متركزة فى قطاع الصناعة التحويلية، وجدير بالذكر أن هذا النمو قد تركز فى الدول النامية، حيث ارتفعت عدد المشاريع الجديدة فيها بنسبة 15%، مقارنة بانخفاض قدره 6% فى الدول المتقدمة، هذا بالإضافة إلى انخفاض الاستثمار فى القطاعات المرتبطة بتحقيق أهداف التنمية المستدامة فى الدول النامية وذلك عام 2023. (World Investment Report, 2024, pp. 14-17)

وقد تركزت هذه المشروعات فى منطقة جنوب شرق آسيا بحوالى 50% من إجمالى هذه المشروعات، وغرب آسيا حوالى 25%، وسجلت أفريقيا زيادة طفيفه، بينما استطاعت أمريكا اللاتينية ومنطقة الكاريبى جذب عدد أقل من المشروعات. وقد استهدفت الدول النامية تحسين المناخ الاستثمارى لتشجيع الاستثمار وتيسيره حيث بلغت نسبة التدابير المواتيه للمستثمرين 86% ، مقارنة بـ 57% فى الدول المتقدمة، ومن ثم يسعى واضعى سياسات الاستثمار فى جميع أنحاء العالم إلى تيسير الأعمال التجارية بالتركيز على ما يرتبط بتوفير بوابات المعلومات والقواعد واللوائح الشفافة والإجراءات الإدارية مبسطة.

وتكمن **أهمية البحث** فى تسليط الضوء على أنسب الطرق للتنبؤ بالاستثمار الأجنبى المباشر، باعتباره أحد محركات النمو الاقتصادى، وذلك **بهدف** مساعدة واضعى السياسة الاقتصادية من خلال الاستفادة بتوقعات الاستثمار الأجنبى

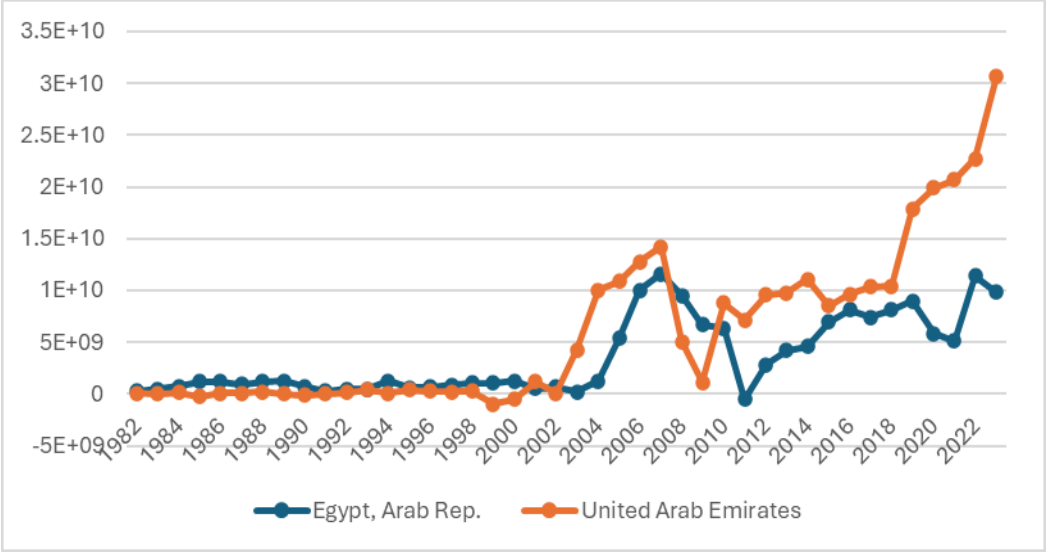
المباشر مع وضع الاستراتيجيات المعززة لهذه التدفقات وبما يساهم فى النهاية من تعظيم المنافع المتوقعة من هذه الاستثمارات. ومن ثم يمكن القول بأن **إشكالية البحث** تقييم الطرق المختلفة للتنبؤ للوصول للطريقة الأنسب للتنبؤ بالاستثمار الأجنبى المباشر وذلك باتباع **منهجية** الاستنباط من خلال المقارنة بين مجموعة من النماذج القياسية التنبؤية، ونتائج الدراسات التطبيقية ثم التطبيق على مصر خلال الفترة من 1982- 2022.

2. تطور الاستثمار الأجنبى المباشر فى مصر

يتناول هذا الجزء من البحث عدة نقاط تبدأ بنظرة تحليلية عن تدفقات الاستثمار الأجنبى المباشر الموجهه لمصر، بالإمارات (الأولى عربياً)، والدول العربية، والعالم من حيث جذب الاستثمار الأجنبى المباشر.

تطورت تدفقات الاستثمار الأجنبى المباشر الموجهه إلى الاقتصاد المصرى خلال الفترة من 1982 وحتى عام 2022 والتى تراوحت بين 237.4 مليون دولار عام 2003، وحد أقصى 11.578 مليار دولار عام 2007، وذلك باستثناء عام 2011 الذى اتخذ فيه الاستثمار الأجنبى المباشر قيماً سالبة لأول مرة فى تاريخ مصر بما يقارب 483 مليون دولار كنتيجة لثورة 25 يناير وما تلى ذلك من اضطراب سياسى، بيد أن الاستثمار الأجنبى المباشر لم يستمر على هذا الوضع فقد تحسن تدريجياً إلى أن وصل إلى 11.399 مليار دولار عام 2022، بيد أن الاعتماد على الأرقام المجردة لهذه التدفقات لا يعطى صورة صحيحة للوضع فى مصر، ولذلك تم الاعتماد على مقارنة هذه التدفقات بما استطاعت دولة الإمارات جذبه خلال نفس الفترة باعتبارها الأولى عربياً فى جذب الاستثمار الأجنبى المباشر وفقا لتقرير مناخ الاستثمار العربى 2024.

شكل (1): تدفقات الاستثمار الأجنبى المباشر (مصر – الامارات) خلال الفترة من (1982 -2022)



المصدر: بواسطة الباحثة

يتبين من الشكل (1) أن تدفقات الاستثمار الأجنبى المباشر اتسمت بالتقارب الواضح فى كلى الدولتين خلال الفتره من 1982 – 2018، بتفوق نسبى لدولة الإمارات أما بداية من عام 2019 أصبحت الفروق واضحة ومتزايدة بينهما، وقد ويرجع ذلك إلى ما اتخذته الامارات من إجراءات وإصلاحات وتطوير فى بيئة العمل ووسائل دعم المستثمرين، بالإضافة إلى حزمة من الحوافز والضمانات للمستثمر الأجنبى.

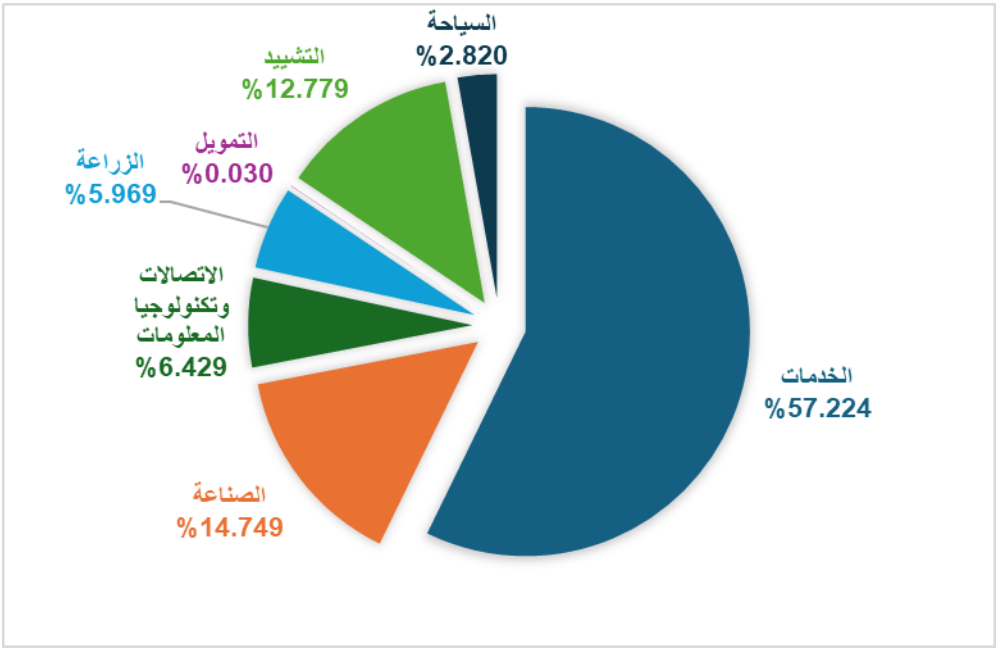
وعلى الرغم من محاولات مصر الجادة لتوفير بيئة جاذبة للاستثمار الأجنبى المباشر، إلا أنها مازالت غير قادرة على جذب استثمارات تتماشى مع طموحاتها الاستثمارية، ومحاولاتها تذليل كافة العقبات وتحسين الأوضاع الاقتصادية والاجتماعية والسياسية والقانونية، حيث قامت مصر بتفعيل قانون الاستثمار الجديد قانون 72 لسنه 2017 وتعديلاته الصادرة عام 2023، وقانون الضرائب الموحد

وقانون الجمارك رقم 207 لسنه 2022، وتعديل قانون المحاكم الاقتصادية، مع وضع مجموعة ضخمة من الحوافز، كما تبنت مصر خطة طموحة وموسعة فى كافة أنحاء مصر لتطوير وتحسين البنية الأساسية للطرق والكبارى والسكك الحديدية والمطارات والموانىء جنباً إلى جنب مع مجموعة من المشروعات العملاقة كمشروع المونوريل، القطار الكهربائى، كما يوفر المجلس الأعلى للاستثمار كافة المعلومات الخاصة بالاستثمار فى مصر، بالاضافة إلى الهيئة العامة للاستثمار والمناطق الحرة، ومركز خدمات المستثمرين (الموقع الرسمى للهيئة العامة للاستثمار والمناطق الحرة).

وعلى الرغم من كل هذه الإصلاحات فقد ظلت مصر دون تطور فى تقرير تنافسية الدول العربية حيث ظلت محتفظة بترتيبها (10) بين الدول العربية، بينما تنافست الإمارات السعودية وقطر والكويت وعمان على المراكز الخمس الأولى وذلك عام 2021 (صندوق النقد العربى، ص.ص 8- 10)، وقد يرجع ذلك إلى ضعف مستوى أداء المؤشرات الاقتصادية الكلية، فمصر تعانى من زيادة فى العجز فى الموازنة العامة، الدين، معدلات التضخم، مع تواضع معدل النمو الاقتصادى، مع عدم استقرار معدلات الصرف (الجنيه مقابل الدولار الامريكى)، وكل ذلك أدى إلى تصدير حالة من عدم اليقين فيما يتعلق باستقراره وامكانية الاستثمار فيه، كما يعانى السوق المصرى بشكل عام من انخفاض الكفاءة التشغيلية، كما لا يمكن إغفال ضعف البنية الأساسية فى مصر مقارنة بالدول الأخرى على الرغم من حجم الاستثمارات الضخمة فى هذا القطاع والتى وصلت إلى أكثر من 26% من إجمالى الاستثمارات العامة (الموقع الرسمى لوزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية)، هذا بالإضافة إلى الاعتماد على مصادر تمويل تضخمية لأغلب مشروعات البنية الأساسية والتى ترفع من التكلفة الاجمالية لهذه الانجازات وبما يهدد جدوى هذا الانجاز وهو ما يعنى ضمنياً تدهور المحددات الكلية للاستثمار الأجنبى المباشر.

أما عن القطاع الخاص المحلى فيمكن القول بأنه لا يتسم بالكفاءة التى تؤهله لتوفير مستلزمات الإنتاج والسلع الوسيطة والأولية للاستثمارات الأجنبية وبالتالى فالروابط بين الاستثمار الأجنبى والمحلى تتسم بالضعف والهشاشة، جنباً إلى جنب مع تدهور انتاجية العمالة كنتيجة حتمية لتدهور مستوى التعليم فى مصر، وهو ما أدى إلى تركز حوالى 53% من إجمالى القوة العاملة فى المشروعات منخفضة الإنتاجية والتى اصبحت أكبر مستوعب للعمالة كالتشييد والبناء، وتجارة الجملة والتجزئة، (الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء)، هذا بالإضافة إلى حالة عدم الاستقرار السياسى فى المنطقة وهو ما يلقى بظلاله على محاولات التحسين والتطوير.

شكل (2): التوزيع القطاعى لإجمالى عدد الشركات الجديدة يناير/ مارس 2024



المصدر: بوابة معلومات مصر، تقرير اتجاهات الاستثمار فى مصر، أعداد متفرقة

وبتحليل تطور التوزيع القطاعى لاجمالى عدد الشركات الجديدة خلال آخر خمس سنوات اتضح أن توزيع الاستثمار الأجنبى المباشر بين القطاعات قد اختلف، حيث تزايدت الأهمية النسبية لقطاع الخدمات ليصل إلى 57.22% فى عام 2024 مقارنه بحوالى 54% فى عام 2022، يليه فى ذلك السياحة والزراعة، مع انخفاض الأهمية النسبية للصناعة حيث انخفضت من 29.9% فى عام 2018 إلى 12.8% فى عام 2024 وهذا ما يجعل قطاع الخدمات يحتل المركز الأول بلا منازع يليه فى ذلك الصناعة على الرغم من انخفاض نسبتها من إجمالى الاستثمارات، ثم قطاع النشييد، ويأتى قطاع الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات فى المركز الرابع بمعدل 6.4% (بوابة معلومات مصر، اتجاهات الاستثمار فى مصر أعداد متفرقة).

ومن الجدير بالذكر أن هناك تطور فى عدد الشركات الجديدة والتدفقات الرأسمالية خلال الربع الأول من عام 2024 مقارنة بنفس الفترة من العام السابق بما يتعدى 30% ليصل عدد الشركات إلى 11003 شركة، ويمكن تعليل جزء من هذه الزيادة إلى الاستثمارات السودانية والسورية خلال عامى 2023، 2024 حيث ساهمت هاتين الدولتين بما يقرب من 55% من إجمالى الاستثمارات العربية عام 2023، وحوالى 61% من اجمالى الاستثمارات فى عام 2024، وبالنظر إلى التدفقات الرأسمالية يتضح أن الكويت، المملكة المتحده، قطر، سوريا، هولاندا على التوالى هم الأعلى مساهمة فى هذه التدفقات باجمالى 53.71% من إجمالى التدفقات الرأسمالية (بوابة معلومات مصر، اتجاهات الاستثمار فى مصر، 2024)

وفيما يلى عرض لأهم الاحصاءات المتعلقة بالوضع فى الاقتصاد المصرى وفقاً لتقرير التنافسية لصندوق النقد العربى عن متوسط الفترة (2018 – 2021)، والفترة (2019– 2022) .

جدول (1): مؤشرات تنافسية الاقتصاد المصرى مقارنة بالاقتصادات العربية

الفترة	(2018- 2021)		(2019- 2022)	
المؤشر	مصر	المركز الأول*	مصر	المركز الأول
المؤشر العام لتنافسية الاقتصادات العربية	10	الامارات	19	الامارات
مؤشر الاقتصاد الكلى (انخفض تصنيف مصر من المركز 14 إلى المركز 18)				
القطاع الحقيقى	10	قطر	10	قطر
معدل نمو الناتج المحلى الإجمالى	1	مصر	1	مصر
متوسط نصيب الفرد من الناتج	22	قطر	17	قطر
معدل التضخم (%)	12	قطر	22	الامارات
قطاع مالية الحكومة	23	الامارات	17	الامارات
الحرية المالية (مؤشر من 0 إلى 100)	25	الكويت	13	البحرين
العبء الضريبى (مؤشر من 0 إلى 100)	12	البحرين	10	البحرين
نسبة الفائض/العجز المالى إلى الناتج المحلى (%)	21	العراق	21	الامارات
القطاع النقدى والمصرفى	17	الامارات	22	الامارات
معدل نمو صافى الاصول الأجنبية (%)	20	الامارات	21	الامارات
القروض المتعثرة إلى إجمالى القروض (%)	11	الكويت	12	الكويت
القطاع الخارجى	16	السعودية	19	ليبيا
درجة الانفتاح التجارى (%)	24	الامارات	24	الامارات
الحساب الجارى إلى الناتج المحلى الاجمالى (%)	18	الكويت	18	الكويت
شروط التبادل التجارى	7	الجزائر	7	الجزائر
مؤشر بيئة وجاذبية الاستثمار (الامارات فى المركز الأول)				
الحرية الاقتصادية	17	الامارات	19	الامارات
حقوق الملكية (مؤشر من 0 إلى 100)	19	الامارات	19	الامارات
حرية الأعمال التجارية (مؤشر من 0 إلى 100)	14	الامارات	16	الامارات
المؤسسات والحوكمة الرشيدة	19	الامارات	19	الامارات
فعالية الحكومة (مؤشر من 2.5- إلى 2.5)	20	الامارات	18	الامارات
سيادة القانون (مؤشر من 2.5- إلى 2.5)	19	الامارات	18	قطر
الفساد الإدارى (مؤشر من 2.5- إلى 2.5)	20	الامارات	20	الامارات
مؤشر البنية الأساسية العام	16	الامارات	20	الامارات
مؤشر النقل الجوي والشحن%من الاجمالي العالمي	12	الامارات	12	قطر
عدد الهواتف الخلوية لكل 100 شخص	19	الامارات	21	الامارات

المصدر: بواسطة الباحثة اعتماداً تقرير التنافسية للاقتصاديات العربية- صندوق النقد العربى، أعداد متفرقة

* المركز الأول مقارنة بالدول العربية بعد استبعاد دول المقارنة.

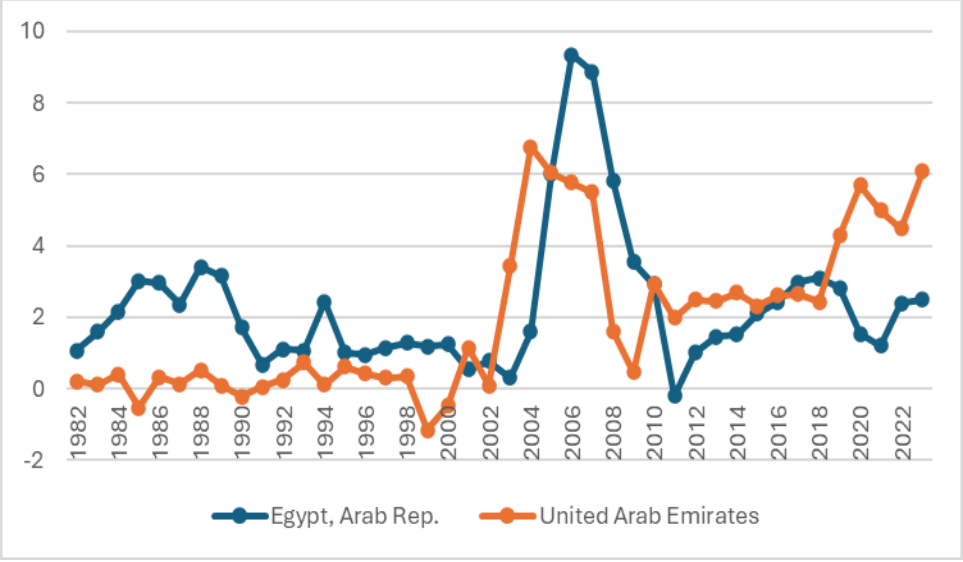
يوضح الجدول (1) مؤشرات تنافسية الاقتصاد المصرى مقارنة بالاقتصادات العربية خلال متوسط الفترة من (2018- 2021) والفترة (2019- 2022)، ويتضح من الجدول انخفاض المؤشر العام لتنافسية الاقتصاد المصرى مقارنة بالاقتصادات العربية حيث انخفض ترتيب مصر إلى المركز 19 مقارنة بالمركز 10 فى الفترة من (2018- 2021)، وبالنظر إلى المؤشرات الفرعية لتنافسية الاقتصادات العربية يتضح انخفاض ترتيب مصر من المركز الـ 14 إلى المركز 18 فيما يتعلق بمؤشر الاقتصاد الكلى الذى يتكون من أربعة مؤشرات فرعية هى القطاع الحقيقى الذى لم يتغير خلال أجمالى الفترة من (2018- 2022)، إلا أن قطاع مالية الحكومة قد تحسن وتحركت مصر من المركز الـ 23 إلى المركز 17، أما القطاع النقدى والمصرفى فقد تراجع من المركز 17 إلى المركز 22، بالإضافة إلى تراجع القطاع الخارجى ليصل إلى المركز 19.

ويبدو من تتبع المؤشرات الفرعية لمؤشر الاقتصاد الكلى أن الامارات تحتل المركز الأول فى عدد كبير من المؤشرات الفرعية، كما أنها أحد الثلاث الأوائل فى كافة المؤشرات الفرعية والكلية، أما عن مؤشر جاذبية بيئة الاستثمار فقد احتلت الامارات المركز الأول بلا منازع باستثناء مؤشر سيادة القانون فى متوسط الفترة الثانية من (2019- 2022)، وكذلك مؤشر النقل الجوى والشحن كنسبة من الإجمالى العالمى. أما عن مصر فقد تدهور مؤشر الحرية الاقتصادية، مؤشر البنية الأساسية العام، إلا أن مؤشر المؤسسات والحوكمة الرشيدة لم يتغير خلال هاتين الفترتين.

كما أنه بمقارنة الوضع فى مصر خلال عامى 2022، 2023 يتبين أن الوضع فى مصر قد تدهور بوضوح فى فيما يتعلق بمؤشرات الاقتصاد الكلى حيث تراجع 4 مراكز ليكون فى المركز الـ 18، كما أن المؤشر العام للتنافسية قد تراجع

9 مراكز ليصل إلى المركز 19 من إجمالى 22 دولة عربية بالاضافة إلى دول المقارنة. ومن ثم فالوضع التنافسى المصرى مقارنة بالدول العربية يحتاج إلى مزيد من الجهود والتحسين على كافة المستويات، فالمؤشرات المالية والاقتصادية والاجتماعية تتسم بالتواضع، على الرغم من الجهود الحثيثه التى تبذلها الحكومة لتحسين الأوضاع على كافة المستويات، ومن ثم يجب على الحكومة أن تتبع استراتيجيات مختلفة تكون أكثر فعالية وكفاءة فى إحداث التطوير المنشود (صندوق النقد العربى، 2023).

شكل (3): الاستثمار الأجنبى المباشر كنسبة من الناتج المحلى الاجمالى فى مصر والامارات



المصدر: بواسطة الباحثة، اعتماداً على بيانات البنك الدولى

يلاحظ من الشكل البيانى أن الاستثمار الأجنبى المباشر كنسبة من الناتج المحلى الاجمالى الموجهه إلى مصر مقارنه بالامارات، يتسم بالتذبذب الواضح فى كلا الدولتين إلا أن نسبة الاستثمار الأجنبى المباشر من الناتج تتزايد فى الامارات

بشكل واضح بداية من عام 2018 حتى وصلت إلى ما يتخطى 6% من الناتج، كما أنها تستحوذ على ما يقرب من 46% من الاستثمارات الموجهه إلى الدول العربية.

3. تقدير النموذج

تم الاعتماد على سلاسل ماركوف والنماذج التقليدية فى التنبؤ ثم نماذج بوكس جينكنز (ARIMA)، ونماذج الانحدار اعتماداً على المحددات الكلية للاستثمار الأجنبى المباشر من خلال نماذج تعلم الآله (Machine Learning) وذلك بالتطبيق على الاقتصاد المصرى خلال الفترة من 1982 – 2022، فى محاولة للتنبؤ بالفترة من 2023– 2025 لاختيار أفضل النماذج التنبؤية.

أ – سلاسل ماركوف

تُستخدم سلاسل ماركوف فى التنبؤ باحتمالات حدوث حدث معين فى المستقبل من أجل التنبؤ بسلوكه، ويستند تحليل ماركوف على مجموعة من الفرضيات التى يجب توافرها ليصبح من الممكن تطبيق سلاسل ماركوف؛ وهى أن يكون هناك عدد محدود ونهائى من الحالات الممكنة الحدوث، وأن يكون احتمال تغير الحالات من وقت لآخر ثابت دون تغير، وفى حالة توافر هذه الشروط يمكن الاعتماد على سلاسل ماركوف فى التنبؤ بأى حالة فى المستقبل من خلال مصفوفة التغير فيما يعرف بالمصفوفة الانتقالية Transition Probabilities، وسيتم استخدام تحليل ماركوف فى التنبؤ بالزيادة أو النقصان أو الاستقرار فى حجم الاستثمار الأجنبى المباشر بالاعتماد على بيانات الاستثمار خلال الفترة من 1982– 2022. هذا ويمر التنبؤ بسلاسل ماركوف بعدة خطوات تبدأ بمصفوفة الاحتمالات الانتقالية، يلى ذلك المصفوفة المستخدمة فى التنبؤ باحتمالات تغير الاستثمار الأجنبى المباشر (P. S., & Yang, T. C., 1997; Sericola, Yu, B., 2013)

- **المصفوفة الانتقالية Transitional Matrix**

تتكون المصفوفة الانتقالية أو مصفوفة ماركوف P من مصفوفة مربعة (n ×n) ، كما أنها لا تحتوى على قيم سالبة، وتتكون عناصرها من نسب احتمالية يرمز لها عادة بالرمز P وبالتالى فهى تتميز بصفتين هما :

- كل عنصر من عناصر المصفوفة يجب أن يمثل قيمة احتمالية أى أن

$$0 \leq P_{ij} \leq 1$$

- مجموع عناصر كل صف من صفوف المصفوفة يساوى الواحد الصحيح

P11: احتمال الانتقال من انخفاض إلى ارتفاع	**P12**: احتمال الانتقال من انخفاض إلى استقرار
P13: احتمال الانتقال من انخفاض إلى انخفاض	**P21**: احتمال الانتقال من استقرار إلى ارتفاع
P22: احتمال الانتقال من استقرار إلى استقرار	**P23**: احتمال الانتقال من استقرار إلى انخفاض
P31: احتمال الانتقال من ارتفاع إلى ارتفاع	**P32**: احتمال الانتقال من ارتفاع إلى استقرار
P33: احتمال الانتقال من ارتفاع إلى انخفاض	

, j = 1, 2, …, n

ويمكن التعبير عن الشكل الرياضى لمصفوفة ماركوف كما هو موضح فى المصفوفة P حيث يشير كل عنصر من عناصر المصفوفة إلى حالة من حالات الانتقال (التغير) كالآتى

$$P = \begin{bmatrix} p11 & p12 & \dots & p1n \\ p21 & p22 & \vdots & p2n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ pn1 & pn2 & \dots & pnn \end{bmatrix}$$

ويمكن تكوين مصفوفة الاحتمالات الانتقالية بالاعتماد على طريقة الإمكان الأعظم Maximum Likelihood فإذا كانت P_{ij} تمثل احتمال انتقال الظاهرة من

الحالة (i) إلى الحالة (j) فى مدة زمنية معينة واحدة، وكانت سلسلة ماركوف تحتوى على (N) من الحالات – عدد صحيح موجب – فيمكن حساب مصفوفة ماركوف الانتقالية Transition Probabilities من حساب الحالات المختلفة التى يمكن أن تتعرض لها السلسلة الزمنية، ومن ثم تكون مصفوفة الاحتمالات الانتقالية كالتالى (Avilés, A., Célleri, R., Solera, A., & Paredes, J., 2016, pp.1-4)

$$\hat{P}_{ij} = n_{ij} /$$

$$P = \begin{matrix} E1 \\ E2 \\ E3 \end{matrix}$$

وهو ما يعنى أن

احتمال الانتقال من الانخفاض إلى الانخفاض 33.3%

احتمال الانتقال من الانخفاض إلى الارتفاع 66.7%

احتمال الانتقال من الارتفاع إلى الانخفاض 37.5%

احتمال الانتقال من الارتفاع إلى الارتفاع 62.5%

ولا يوجد اى احتمال للانتقال إلى الاستقرار

بما يدلل على أنه فى حالة انخفاض الاستثمار الأجنبى المباشر فإن احتمال زيادة الاستثمار فى الفترة التى تليه هى 66.7%، كما أن احتمال تحرك الاستثمار الأجنبى المباشر من الارتفاع إلى مزيد من الارتفاع هى 62.5%، بالإضافة إلى أن مصفوفة ماركوف الانتقالية توضح أن احتمال انتقال الاستثمار من حالات الانخفاض إلى مزيد من الانخفاض هى 33.3%. وهو ما يعطى صورة مبدأية عن احتمالات تغير الاستثمار الأجنبى المباشر.

كما يمكن ملاحظة أن الصف الأول E1 يدلل على حالة انخفاض الاستثمار الأجنبى المباشر، أما الصف الثانى E2 فيشير إلى حالة الاستقرار فى

حجم الاستثمار الأجنبى المباشر، وأخيراً يوضح الصف الثالث حالة الارتفاع فى حجم الاستثمار الأجنبى المباشر والتى يرمز لها بالرمز E3. وبتحليل مصفوفة الاحتمالات الانتقالية يتضح عدم وجود اى احتمال للانتقال إلى الاستقرار، حيث يأخذ القيمة صفر نتيجة لعدم وجود نقلات لحالة الاستقرار فى الاستثمار الأجنبى المباشر، ومن ثم يمكن إعادة كتابة مصفوفة الاحتمالات الانتقالية.

$$\hat{P} = \begin{bmatrix} 66.7\% & 33.3\% \\ 62.5\% & 37.5\% \end{bmatrix}$$

ويمكن الحصول على الاحتمالات المستقبلية لاتجاه التغير فى الاستثمار الأجنبى المباشر من خلال الاعتماد على حاصل ضرب مصفوفة الاحتمالات الانتقالية والمتجه الأولى π^0، حيث تبلغ قيمة المتجه الأولى π^0 0.652 0 (0.348) = π^0 وهو ما يعنى أن احتمال الانتقال من جميع الحالات إلى حالة الانخفاض 0.652، وأن احتمال الانتقال من جميع الحالات إلى حالة الاستقرار صفر، كما أن احتمال الانتقال من جميع الحالات إلى حالة الارتفاع هى 0.348.

وللتنبؤ بالاحتمالات المستقبلية للاستثمار الأجنبى المباشر القادم 2022، يجب الحصول على المتجه π^1 الذى يعطى جميع الاحتمالات الممكنة من ارتفاع وانخفاض واستقرار، وذلك عن طريق ضرب المتجه الأولى π^0 فى مصفوفة ماركوف P

$$\pi^1 = (0.652 \quad 0 \quad 0.348) * \begin{bmatrix} 0.667 & 0.00 & 0.333 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.625 & 0.00 & 0.375 \end{bmatrix}$$

$$= (0.652384 \quad 0 \quad 0.347616)$$

ويتضح من نتيجة المتجه π^1 أن احتمال الانتقال إلى حالة الانخفاض فى العام المالى المقبل هى 0.6524، أما احتمال الانتقال إلى حالة الاستقرار فقد بلغت صفر، وهو ما يعنى أنه من غير المحتمل أن يستقر الاستثمار الأجنبى المباشر عند حجم الاستثمار فى عام 2022 دون أن يطرأ عليه أى تغير، كما أن احتمال الانتقال إلى حالة الارتفاع فى عام 2023 هى 0.348، بما يعنى ضمنياً أن احتمال انخفاض الاستثمار الأجنبى المباشر فى العام القادم 2023 هو 65%

$$\begin{bmatrix} 66.7\% & 0.00 & 33.3\% \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 62.5\% & 0.00 & 37.5\% \end{bmatrix}$$

كما يمكن استخدام سلاسل ماركوف للوصول إلى الفترة الزمنية اللازمة لاستقرار احتمالات الاستثمار الأجنبى المباشر عند مستوى معين من خلال استخدام الصيغة الآنية UP = U حيث أن

$$\lim_{m\to\infty} pm = U = \begin{bmatrix} u \\ u \\ u \end{bmatrix}$$

وبالتطبيق على الاستثمار الأجنبى المباشر باستخدام الحالات الاحتمالية المختلفة التى يمكن أن يتعرض لها الاستثمار خلال الفترة من 1982- 2022، يمكن الوصول إلى الفترة الزمنية اللازمة للوصول إلى حالة من الاستقرار فى احتمالات تغير تدفقات الاستثمار الأجنبى المباشر إلى مصر.

=

كما يمكن التعبير عنها بالمصفوفة التالية

$$\hat{P}^6 = \begin{bmatrix} 0.652 & 0.348 \\ 0.652 & 0.348 \end{bmatrix}$$

ومن هنا يمكن القول بأنه يلزم الاستثمار الأجنبى المباشر 6 سنوات للوصول إلى وضع الاستقرار وتستمر هذه الاحتمالات إلى مالانهاية بفرض استمرار الظروف الحالية. ومن ثم يمكن القول بأن احتمال الانتقال إلى حالة الانخفاض بعد مرور ست أعوام هى 0.652، وأن احتمال الانتقال إلى حالة الارتفاع 0.348 وذلك بعد ست أعوام، كما أن احتمال استقرار الاستثمار الأجنبى المباشر هو صفر.

ومما سبق نستنتج أنه يمكن التنبؤ باحتمالات التغير فى الاستثمار الأجنبى المباشر وكذلك الفترة الزمنية اللازمة لاستقراره، حيث يبلغ احتمال زيادة الاستثمار الأجنبى المباشر 0.348، أما عن احتمال انخفاض الاستثمار الأجنبى المباشر فقد بلغ 0.65، كما يتوقع أن يصل الاستثمار الأجنبى المباشر بعد مرور ست سنوات إلى حالة من الاستقرار. وعلى الرغم من أهمية ما تم التوصل إليه من نتائج، إلا أن سلاسل ماركوف لا يمكنها التنبؤ بحجم الاستثمار المستقبلى ، ومن هذا المنطلق تم الاستعانة بالنماذج التنبؤية التى يمكن من خلالها الوصول إلى أفضل نموذج يمكن من خلاله التنبؤ بقيم الاستثمار الأجنبى المباشر خلال الفترة من 2023– 2025، باستثناء الانحدار، وهو ما سيتم تناوله فى النقاط التالية

ب- النماذج التقليدية

تبدأ عملية التنبؤ بالتأكد من اتباع المتغير للتوزيع الطبيعى من خلال اختبار Jarque–Bera الذى أكد على اتباع المتغير للتوزيع الطبيعى، ثم تأتى مرحلة اختبار جذر الوحدة Unit Root Test لديكى فولر للتأكد من شرط الاستقرارية للاستثمار الأجنبى المباشر اعتماداً على الفروض التالية

الفرض العدمى: البيانات غير مستقرة Non-stationary

الفرض البديل: البيانات مستقرة Stationary

يتضح بشكل جلىّ من نتائج الاختبار أن الاستثمار الأجنبى المباشر غير مستقر عند المستوى، حيث أن ($\alpha > 0.05$) ولا يمكن رفض الفرض العدمى ، مع ملاحظة أن الاستثمار الأجنبى المباشر مستقر عند المستوى وذلك عند مستوى معنوية 10%، إلا أنه استقر عند مستوى معنوية 1%، 5%، 10% وذلك بعد أخذ الفروق الأولى. كما هو موضح فى الجدول (2) لاختبار ديكى فولر أو ما يعرف باختبار جذر الوحدة.

جدول (2): اختبار Unit Root Test (Augmented Dickey-Fuller test statistic)

Augmented Dickey-Fuller test statistic		T- statistic	Prob.
level		**-3.21681**	**0.0960**
Test Critical Values	1% level	-4.21186	
	5% level	-3.52975	
	10% level	**-3.19641**	
1st Difference		**-4.77474**	**0.0023**
Test Critical Values	1% level	-4.21186	
	5% level	-3.529758	
	10% level	-3.196411	

المصدر: مخرجات برنامج E-Views

تم الاعتماد على خمس نماذج تقليدية فى التنبؤ للوصول لأفضل نموذج من حيث قدرته التنبؤية، حيث تقسم الطريقة التقليدية فى التنبؤ Classical Techniques (Smoothing Techniques) المشكلات التى يمكن أن تتعرض لها السلاسل الزمنية إلى الأثر الموسمى Seasonal Effect، أثر التقلبات Cycle

Effect ، أثر الاتجاه العام Trend Effect، الأثر العشوائى Random Effect كنتيجة لتعرض السلاسل الزمنية لبعض الأحداث غير المتوقعة كالأزمات، وفى هذا الإطار تم المقارنة بين الأساليب التقليدية للتنبؤ من خلال قيمة RMSE, MAD, Theil's U ومن ثم تم التوصل لمجموعة من النماذج التى تم استخدامها فى التنبؤ بالاستثمار الأجنبى المباشر كما هو موضح فى الجدول (3)

وللحكم على مدى جودة النماذج المستخدمة فى التنبؤ يمكن المقارنة بين النماذج التقليدية لاختيار أفضلها من خلال معايير الدقة الموضحه فى الجدول (3) ومن خلال مقارنة هذه النماذج ببعضها وجد أن النموذج الأفضل هو نموذج Damped Trend Non-Seasonal

جدول (3): نتائج النماذج التقليدية فى التنبؤ

	RMSE	MAD	Theil's U
Damped Trend Non-Seasonal	1,667,601,773.41	1,030,395,715.39	1.08
Double Exponential Smoothing	1,763,665,110.54	1,100,056,824.93	1.4162
Single Moving Average	1,763,169,596.56	1,099,483,019.47	1.081
Single Exponential Smoothing	1,763,644,479.44	1,099,903,907.42	1.00
Double Moving Average	2,334,110,738.36	1,570,279,998.26	0.999

المصدر: مخرجات برنامج Oracle Crystal Ball، تم ترتيب النماذج وفقا للأفضلية اعتماداً على RMSE

إلا أن هذا النموذج وفقاً لنتيجة اختبار Theil's U هو نموذج غير كفء ولا يمكن الاعتماد عليه فهو غير صالح للتنبؤ، حيث أن قيمة معلمة الاختبار U أكبر من الواحد الصحيح وهو ما يدلل على ضعف وعدم كفاءة النموذج فى التنبؤ، أما إذا كان أقل من الواحد الصحيح فإن ذلك يقدم دلالة قوية على كفاءة وجودة النموذج فى التنبؤ بقيم الاستثمار الأجنبى المباشر، ويمكن التعبير عن الشكل الرياضى لحساب اختبار Theil's U كما يلى:-

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1}\left(\frac{F_{t+1} - Y_{t+1}}{Y_t}\right)^2}{\sum_{t=1}^{n-1}\left(\frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t}\right)^2}}$$

Where U = Theil's U – Statistic

F = Forecast

Y = Observation

ومن ثم فإن ذلك يعنى أن نموذج Damped Trend Non-Seasonal هو نموذج غير كفء للتنبؤ بالاستثمار الأجنبى المباشر، حيث بلغت قيمة اختبار Theil's U 1.08، ومن ثم يمكن الانتقال إلى النماذج الأخرى للوصول إلى نموذج كفء وفقاً لمعيار اختبار Theil's U، وهو ما يجعل نموذج Double Moving Average الأقرب إلى حالة الكفاءة إلا أنه الأقل من حيث جودة النموذج، وهو ما يدلل على وجود شكوك حول الاعتماد على هذا النموذج فى الوصول إلى نتائج يمكن استخدامها والبناء عليها.

جدول (4): القيم المتنبأ بها باستخدام نموذج **Double Moving Average**

Year	**2023**	**2024**	**2025**
Actual Value (9840600000)			
Double Moving Average	3,663,300,000	2,933,800,000	2,204,300,000

المصدر: بواسطة الباحثة اعتماداً على مخرجات برنامج Oracle Crystal Ball

ج- النماذج الحديثة

تم استخدام منهجية بوكس- جينكنز Box-Jenkins والتى تعتمد فى التنبؤ على نماذج الانحدار الذاتى والمتوسطات المتحركة ARIMA Auto-regressive

Integrated Moving Average، أو ما يعرف بمنهجية بوكس- جينكنز Box-Jenkins

I. مرحلة التعرف على النموذج المناسب Identification

يمكن أن يكون النموذج المفسر لسلوك الاستثمار الأجنبى المباشر هو AR وهو ما يعنى أن سلوك الاستثمار الأجنبى المباشر فى المستقبل ما هو إلا امتداد لسلوكه فى الماضى، أو أن يكون النموذج المفسر له هو نموذج MA وهو يعنى أن سلوك المتغير فى المستقبل ما هو إلا متوسط متحرك لسلوكه فى الماضى أو أن يكون مزيج منهما معاً ARIMA. ولاستخدام نماذج بوكس جينكنز. ولمعرفة النموذج المناسب لطبيعة البيانات، يمكن حساب الارتباط الذاتى (ACF) Auto-Correlation Function الارتباط الذاتى الجزئى Partial Auto-Correlation Function (PACF) من المعادلتين التاليتين.

$$\rho_k = \frac{Cov(x_t, x_{t-k})}{\mathrm{var}(x_t)} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}$$

حيث

t= 1, 2, 3, -------, T

k= 1, 2, 3, -------, K

$$\hat{\phi}_{kk} = \begin{cases} \dfrac{\rho_k - \sum_{n=1}^{k-1} \phi_{k-1,n}\rho_{k-n}}{1 - \sum_{n=1}^{k-1} \phi_{k-1,n}\rho_n} \end{cases}$$

$$\phi_{k,n} = \phi_{k-1,n} - \phi_{kk}\phi_{k-1,k-n}$$

حيث

K= 2, 3, 4, -----,

N= 1, 2, 3, -------, k−1

$$\phi_{(1,1)} = \rho_1 = \frac{\gamma_1}{\gamma_0}$$

ومن خلال رسم دالة الارتباط الذاتى فى الشكل رقم (4) يمكن بشكل مبدئى القول بأنه يمكن التوصل إلى نموذج تنبؤى للاستثمار الأجنبى المباشر بحيث يصبح النموذج العام هو نموذج ARMA (3,0,1).

شكل رقم (4): دالة الارتباط الذاتى والارتباط الجزئى الذاتى

Date: 09/21/24 Time: 15:13
Sample: 1982 2022
Included observations: 41

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.763	0.763	25.627	0.000
		2	0.591	0.023	41.410	0.000
		3	0.437	-0.049	50.267	0.000
		4	0.242	-0.194	53.068	0.000
		5	0.154	0.090	54.228	0.000
		6	0.188	0.259	56.007	0.000
		7	0.223	0.094	58.577	0.000
		8	0.248	-0.038	61.859	0.000
		9	0.294	0.036	66.608	0.000
		10	0.264	-0.041	70.572	0.000
		11	0.180	-0.072	72.475	0.000
		12	0.213	0.253	75.223	0.000
		13	0.126	-0.193	76.215	0.000
		14	0.054	-0.084	76.407	0.000
		15	-0.006	-0.176	76.410	0.000
		16	-0.073	-0.008	76.786	0.000
		17	-0.164	-0.091	78.755	0.000
		18	-0.221	-0.116	82.496	0.000
		19	-0.234	-0.039	86.880	0.000
		20	-0.237	-0.001	91.596	0.000

المصدر: مخرجات برنامج EViews

أما إذا تم الاعتماد على التحديد التلقائى لأفضل نموذج من خلال برنامج E-views فيكون أفضل نموذج مقدر يمكن الاعتماد عليه فى التنبؤ هو ARMA Model (0,3)(0,2)

جدول (5): آليه اختيار نموذج ARIMA

Automatic ARIMA Forecasting Selected dependent Variable: D(FDI) Sample: 1982 2022 Forecast Length: 3 Model Maximums: (4,4)1(2,2)
Number of estimated ARMA models: 225 Number of non-converged estimations: 0 Selected ARMA Model: (0,3)(0,2) AIC Value: 45.7657

المصدر: مخرجات برنامج EViews

من الجدول (5)، والشكل البيانى (4) يتضح أن هناك نموذجين سيتم المفاضلة بينهما من خلال معايير الحكم على جودة النموذج وهى كالتالى S.E of Regression, AIC, Schwarz Criterion

II. تقدير النموذج

يأخذ النموذج العام لنماذج الانحدار الذاتى والمتوسطات المتحركة ARIMA الشكل التالى

$$FDI_{(t)} = \varphi_0 + \varphi_1 FDI_{(t-1)} + - - - - + \varphi_k FDI_{(t-k)}$$
$$+\theta_0 + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + - - - - + \theta_k \varepsilon_{t-k} + u_t$$

حيث

t= 1, 2, 3, ------, T

k= 1, 2, 3, ------, K

تم التنبؤ بالنموذج (1)، النموذج (2) كما هو موضح فى جدول (6،7)، بناءاً على نتيجة الاختبارات التى تم الاعتماد عليها ، وتوضح هذه الجداول أن معامل التحديد R-Sq = 0.688 فى النموذج الأول، إلا أن كل قيم المعلمات المقدرة غير معنوية، كما أن نموذج (2) هو نموذج كل معلماته غير معنوية إلا أن R-Sq = 0.75. ومما سبق يتضح أن هذه النماذج لا تصلح للتنبؤ بالاستثمار الأجنبى المباشر

جدول (6): النموذج المقدر (1) ARMA(3,0,1)

	AR(1)	AR(2)	AR(3)	MA(1)	MA(2)	MA(3)
Model (1)	0.463 (0.308)	0.316 (0.192)	-0.031 (-0.0863)	0.474 (0.381)	-------	-------
R-Sq.	S.E. of Regression		AIC		Schwarz Criterion	
0.688	2.16E+09		45.100		46.25	

المصدر: بواسطة الباحثة اعتماداً على مخرجات برنامج E-views

القيم بين قوسين (): هى عبارة عن قيم T-test

RMSE: هى عبارة عن Root Mean Squared Error

جدول (7): النموذج المقدر (2) ARMA (0,3)(0,2)

	MA(1)	MA(2)	MA(3)	SMA(1)	SMA(2)
Model (2)	-0.313 (-0.0077)	0.906 (0.0027)	0.188 (0.0015	1.223 (1.545)	0.448 (0.689)
R-Sq.	S.E. of Regression		AIC		Schwarz Criterion
0.75	1.95E+09		45.92		46.03

المصدر: بواسطة الباحثة اعتماداً على مخرجات برنامج E-views

القيم بين قوسين (): هى عبارة عن قيم T-test

RMSE: هى عبارة عن Root Mean Squared Error

وإذا تم التعامل مع الاستثمار الأجنبى المباشر على أنه غير مستقر عند درجة ثقة 5%، فيجب أخذ الفروق الأولى حتى يستقر، إلا أنه يتحول إلى نموذج Random Walk كما هو موضح فى الشكل (5) ويمكن التعبير عنه بنموذج ARIMA(0,1,0) ، والذى يمكن التعبير عنه رياضياً فى الصورة التالية

$$Y_t = Y_{t-1} + U_t$$

شكل رقم (5): دالة الارتباط الذاتى والارتباط الجزئى الذاتى

Date: 09/24/24 Time: 01:57
Sample (adjusted): 1983 2022
Included observations: 40 after adjustments

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.085	0.085	0.3118	0.577
		2	-0.092	-0.100	0.6861	0.710
		3	-0.028	-0.011	0.7227	0.868
		4	-0.294	-0.305	4.7496	0.314
		5	-0.356	-0.343	10.823	0.055
		6	-0.044	-0.105	10.918	0.091
		7	0.072	-0.031	11.184	0.131
		8	0.025	-0.121	11.216	0.190
		9	0.229	0.031	14.056	0.120
		10	0.225	0.080	16.900	0.077
		11	-0.206	-0.256	19.363	0.055
		12	0.048	0.109	19.499	0.077
		13	-0.091	-0.111	20.010	0.095
		14	-0.182	-0.029	22.153	0.076
		15	-0.093	-0.148	22.737	0.090
		16	0.123	0.025	23.800	0.094
		17	0.099	0.051	24.517	0.106
		18	0.051	-0.031	24.713	0.133
		19	-0.004	-0.214	24.714	0.170
		20	0.020	0.043	24.747	0.211

المصدر: مخرجات برنامج EViews

ومن ثم يمكن القول بأنه لا يمكن استخدام نماذج ARIMA فى التنبؤ بالاستثمار الأجنبى المباشر، حيث أنه لن يكون من بين أفضل النماذج التى يمكنها التنبؤ بالاستثمار الأجنبى المباشر خلال الفترة من 2023- 2025.

د- نموذج Exponential GARCH (EGARCH)

يعتبر نموذج EGARCH من النماذج المرشحة للتنبؤ بالاستثمار الأجنبى المباشر نظراً للتقلبات فى حجم الاستثمار الأجنبى المباشر خلال الفترة من 1982 – 2022، ومن ثم قد يكون هذا النموذج هو الأفضل من حيث القدرة التنبؤية، ولاستخدام هذا النموذج يجب مبدأياً التأكد من وجود أثر ARCH فى النموذج وذلك من خلال اختبار ARCH-LM.

الفرض العدمى: There is no ARCH Effect

الفرض البديل: There is ARCH Effect

جدول (8): اختبار ARCH test for the residuals

Heteroskedasticity Test: ARCH			
F-Statistic	0.07031	Prob.F(1,37)	0.7924
Obs*R-Squared	0.07397	Prob. Chi-Square(1)	0.7856

المصدر: بواسطة الباحثة اعتماداً على مخرجات برنامج E-Views

يتبين من نتيجة الاختبار أن قيمة احتمال كل من (Observed R-Squared and F-Statistic) أكبر من (0.05) وذلك بالاعتماد على فترة ابطاء واحدة، ومن ثم يتم قبول الفرض العدمى والقائل بعدم وجود تأثير ARCH ومن ثم لا يوجد تأثير لـ Heteroskedasticity ومن ثم لا يمكن تطبيق نموذج **EGARCH**.

هـ- نماذج الانحدار

يمكن التنبؤ بالاستثمار الأجنبى المباشر من خلال الاعتماد على معادلة انحدار المحددات الكلية للاستثمار الأجنبى المباشر من أجل الوصول إلى أفضل نموذج ممكن، وقد تم الاعتماد على نماذج تعلم الآلة Machine Learning فى التنبؤ بالاستثمار الأجنبى المباشر، ومن ثم تبدأ مرحلة التنبؤ اعتماداً على معادلة

الانحدار باستعراض محددات الاستثمار الأجنبى المباشر ثم استخدامها فى التنبؤ خلال فترة الدراسة.

تنقسم محددات الاستثمار الأجنبى المباشر إلى محددات على المستوى الجزئى وأخرى على المستوى الكلى، إلا أنه تم الاعتماد على المحددات الكلية نظراً لان أغلب المحددات الجزئية لا يتوافر عنها بيانات، وسوف يتم التركيز على حجم السوق معبراً عنه بالناتج المحلى الإجمالى ومتوسط نصيب الفرد من الناتج، ونمو السوق معبراً عنه بمعدل نمو الناتج المحلى الإجمالى، والانفتاح الاقتصادى معبراً عنه بمجموع الصادرات والواردات مقسوماً على الناتج المحلى الإجمالى، ثم جودة البنية الأساسية معبراً عنها بالاستثمار فى قطاع النقل والاتصالات، عدد خطوط الموبايل لكل 100 فرد، كما تم إدراج الاستقرار الاقتصادى معبراً عنه بسعر الصرف ومعدل الفائدة على الإقراض، وإجمالى الدين المحلى، والعجز فى الموازنة العامة للدولة، ومعدل التضخم (Islam, M. S., & Beloucif, A., 2024; Asiedu, E., & Esfahani, H. S., 2003; Fawaz, M., Bai, H., & Yokogawa, H., 2001).

وقد اختلفت الدراسات التطبيقية على مصر حول معنوية محددات الاستثمار الأجنبى المباشر، وكذا أهميتها النسبية، فبالنسبة للناتج المحلى الإجمالى فقد وجدت بعض الدراسات أن الناتج المحلى الإجمالى ليس له تأثير على تدفقات الاستثمار الأجنبى المباشر خلال الفترة من 1961- 2012 (Masry, M., 2015) ، أما دراسة Mohamed, K. A., 2010 فقد وجدت أن الانفتاح الاقتصادى والسياسات الحكومية، والاستثمار الخاص، والمناخ الاستثمارى لهم تأثير على تدفقات الاستثمار القطاعى (10 قطاعات) إلى مصر خلال الفترة من 1983-2004، هذا بالإضافة إلى دراسة (Khalil, E., 2015) التى ركزت على 13 متغير كلى لدراسة محددات الاستثمار الأجنبى المباشر خلال الفترة من 1970-

2013 وقد توصلت إلى معنوية كل من الناتج المحلى الإجمالى الحقيقى، معدل البطالة، ومعدل التضخم (Adelakun, J., & Ogujiuba, K., 2023)، والإنفاق الحكومى، والإنفاق العائلى، الانفتاح الاقتصادى (Mohammed, B. S., 2022)، وسعر الصرف، معدل الفائدة، إلا أن عدد السكان والاحتياطى النقدى، الاستثمار المحلى، والإدخار هى متغيرات غير معنوية التأثير فى جذب الاستثمار الأجنبى المباشر.

كما تناولت دراسة (Omran, E. A. M., & Bilan, Y., 2024) تحليل الوضع فى مصر خلال الفترة من 1976- 2022 وقد وجدت كل من معدل البطالة، الناتج المحلى الإجمالى الحقيقى، والصادرات تتأثر إيجابياً بتدفقات الاستثمار الأجنبى المباشر إلى مصر، كما تؤدى هذه التدفقات إلى خفض معدلات التضخم، بينما ركزت (Moustafa, E., 2021) على أثر مكافحة الفساد على جذب الاستثمار الأجنبى المباشر خلال الفترة من 1975- 2019 بالتطبيق على مصر وقد وجدت أن مكافحة الفساد لها دور ايجابى فى جذب الاستثمار الأجنبى المباشر.

وجدير بالذكر أن بعض الدراسات قد تضمنت مصر كأحد الدول العربية أو الأفريقية أو منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بهدف دراسة محددات الاستثمار الأجنبى المباشر وقد أوضحت دراسة (El Fakiri, A., & Cherkaoui, K., 2024) بالتطبيق على 16 دولة من بينها مصر وقد توصلت إلى أن الأسواق المالية لا تؤثر على تدفقات الاستثمار الأجنبى المباشر.

أما دراسة (Nguea, S. M., 2020; Griguer, S., & Lhassan, I. A., 2024) وجدت علاقة طردية بين تدفقات الاستثمار الأجنبى المباشر وتحسين

أداء البنية الأساسية وتطويرها معبراً عنها بالاستثمار فى قطاع النقل والاتصالات والطاقة، كما يمكن للبنية الأساسية وتوافر العمالة الماهرة أن تلعب دوراً محورياً فى توطين الاستثمار الأجنبى المباشر فى الدول النامية (Griguer, S., & Lhassan, I. A., 2024).

إلا أن بعض الدراسات قد توصلت إلى عدم معنوية البنية الأساسية فى التأثير على الاستثمار الأجنبى المباشر ومنها دراسة (Onyeiwu, S., & Shrestha, H., 2004; Rashid, I. M. A., & Razak, N. A. A., 2016; Tampakoudis, I. A., Subeniotis, D. N., Kroustalis, I. G., & Skouloudakis, M. I.,2017)، هذا بالإضافة إلى أن تخفيض قيمة العملة يمكن أن يساهم فى زيادة تدفقات الاستثمار الباحث عن الموارد الاقتصادية بهدف تعزيز القدرة التنافسية للصادرات، إلا أن استمرار التخفيض قد يردع هذا التدفق (Upadhyaya, K., & Barreto de Góes, B., 2024) وبالنسبة لدراسة (Griguer, S., & Lhassan, I. A., 2024) فقد أوضحت أن الاستثمار الأجنبى المباشر الباحث عن الأسواق قد يستثمر فى الدول التى تضع قيوداً على التجارة إذا كان الهدف هو الوصول إلى هذه الأسواق المنغلقة، وهو ما يختلف مع عديد من الدراسات التى تناولت دراسة العلاقة بينهما. بيد أن العلاقة بين الدين المحلى وتدفقات الاستثمار تتوقف على مدى الإفراط فى هذا الدين وحجم أعباء خدمة الدين التى يمكن أن تؤدى إلى مزاحمة الاستثمار وزيادة مخاطر الدين، وهو ما يؤثر سلباً على تدفقات الاستثمار (Arumona, J. O., Isaac, L., & Dore, F. A; Wang, Z., Ning, Z., & Wu, F., 2024) وبناءاً على ما سبق يمكن القول بأن اختلاف نتائج الدراسات التطبيقية قد يرجع إلى اختلاف الفترة

الزمنية ومرحلة النمو التى تمر بها الدولة وتصنيفها وحجم تدفقات الاستثمار الأجنبى المباشر إليها.

تم الحصول على بيانات المتغيرات محل الدراسة بالاعتماد على بيانات البنك الدولى، البنك المركزى المصرى، وزارة التنمية والتخطيط الاقتصادى، وزارة المالية المصرية خلال الفترة من 1982 – 2022.

جدول (9): المتغيرات المعبره عن محددات الاستثمار الأجنبى المباشر

المحددات	المتغيرات
الاستثمار الأجنبى المباشر	تدفقات الاستثمار الأجنبى المباشر (FDI)
حجم السوق (أداء الاقتصاد)	الناتج المحلى الاجمالى (GDP) ، نصيب الفرد من الناتج المحلى الإجمالى (GDP_PER)
نمو السوق (أداء الاقتصاد)	معدل نمو الناتج المحلى الإجمالى (GDP_GRO)
الانفتاح الاقتصادى	(الصادرات+الواردات)/ الناتج المحلى الإجمالى (OPEN)
البنية الأساسية	– عدد خطوط الهاتف الأرضى لكل 100 شخص(MOB_100) – اجمالى الانفاق على البنية الأساسية (التحتية والرقمية)
الاستقرار الاقتصادى	- معدل التضخم (الرقم القياسى للاسعار) (CPI)
	- سعر الصرف الرسمى EX_R
	- الدين المحلى الإجمالى (Debt)
	- عجز الموازنة العامة للدولة (Deficit)

المصدر: بواسطة الباحثة

تم استخدام نماذج تعلم الاله للتنبؤ بالاستثمار الأجنبى المباشر اعتماداً على المحددات الاقتصادية الكلية السالف ذكرها، وقد تم استخدام تقنية شجرة القرار decision Tree (DT) للوصول إلى أفضل نموذج يمكنه التنبؤ بالاستثمار

الأجنبى المباشر ومن ثم فقد تم الاعتماد على Preset: Fine Tree, Minimum leaf size 4 ويوضح الجدول (10) معايير تقييم النموذج كما يلى

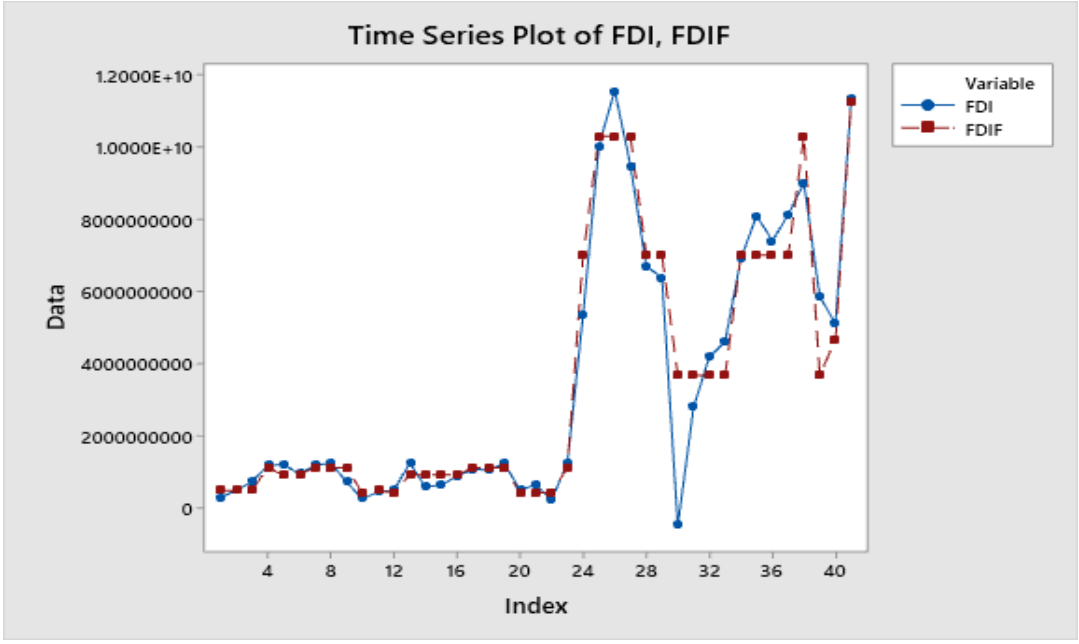
جدول (10): معايير تقييم النموذج المقدر

Training Results			
RMSE	**R-Squared**	**MSE**	**MAE**
1.7421e+09	**0.87**	**3.0348e+18**	**1.088e+09**

المصدر: بواسطة الباحثه، اعتماداً على مخرجات google codelabs

يتضح من الجدول أن النموذج المقدر يتسم بارتفاع معامل التحديد R-sq = 0.87، كما أن RMSE= 1.74e+09 منخفض وأقل من كافة النماذج المقدرة باستثناء نموذج Damped Trend Non-Seasonal الذى يتسم بالجودة إلا انه غير كفء، ويوضح الرسم البيانى (6) القيم الفعلية والمقدرة للاستثمار الأجنبى المباشر، ويتضح من الرسم البيانى الإتساق بين القيم الحقيقية والمقدرة.

شكل بيانى (6): القيم الحقيقية والمقدرة باستخدام نماذج تعلم الآله



المصدر: بواسطة الباحثه، اعتماداً على مخرجات google codelabs

ويوضح الشكل البيانى (6) للقيم المقدرة باستخدام النموذج انخفاض اخطاء التقدير حيث تقترب القيمة المقدرة من القيمة الفعلية وهو ما تؤكده نتائج التنبؤ بعد مقارنها بالقيم الفعلية. أما عن قيمة اختبار Thiel's U فقد بلغت 0.02901736 وهى تقترب من الصفر، هو ما يؤكد على جودة النموذج التنبؤية.

جدول (11): الاستثمار الأجنبى المباشر الفعلى والمقدر

الاستثمار الأجنبى المباشر الفعلى والمقدر		
	القيم الفعلية	القيم المقدرة
2021	5122300000	5182250000
2022	11399900000	11305100000

المصدر: بواسطة الباحثه، اعتماداً على مخرجات google codelabs

4. النتائج والتوصيات

يعتبر نموذج تعلم الآله هو الأفضل من حيث القدرة على التنبؤ بقيم تقترب من القيم الفعلية، ومن ثم يمكن النظر إلى هذه النماذج باعتبارها الحل الأمثل خاصة فى حالة عدم انطباق شروط تطبيق النماذج الأخرى فى التنبؤ، وذلك من أجل الوصول إلى نماذج موثوقة فى التنبؤ. كما أن استخدام نماذج الانحدار فى التنبؤ تعد هى الأفضل نظراً لانها لا تعتمد على تأثير المتغير على نفسه، ولكنها تذهب لأبعد من ذلك باستخدامها المتغيرات الأخرى المؤثرة على الظاهرة محل الدراسة.

وقد توصلت الدراسة أن النماذج التقليدية ونماذج ARIMA لا تصلح للتنبؤ بالاستثمار الأجنبى المباشر، أما نماذج Exponential GARCH فشروط تطبيقها لم تتحقق ومن ثم لا يمكن استخدامها فى التنبؤ بالاستثمار الأجنبى المباشر، إلا أن نماذج تعلم الآله Decision Tree Models هى النماذج الأفضل من حيث القدرة التنبؤية وجودة النموذج ككل. ومن ثم يمكن الاعتماد على القيم المتنبأ بها من

نماذج تعلم الآلة فى وضع الاستراتيجيات المستقبلية، وتهيئة المناخ الاستثمارى الجاذب لهذه التدفقات، ومن هنا يمكن القول بأن الذكاء الاصطناعى استطاع أن يتفوق على النماذج التنبؤية المتعارف عليها .

5. المراجع

Abd El-Aal, M. F., Algarni, A., Fayomi, A., Abdul Rahman, R., & Alrashidi, K. (2021). [Retracted] Forecasting Foreign Direct **Investment Inflow to Egypt and Determinates: Using Machine Learning Algorithms and ARIMA Model.** ***Journal of Advanced Transportation*****, *2021*(1), 9614101.**

Adelakun, J., & Ogujiuba, K. (2023). A comparative analysis of the determinants of foreign direct investment: The case of top ten recipients of foreign direct investment in Africa. *Economies*, *11*(10), 244.

Arumona, J. O., Isaac, L., & Dore, F. A. IMPACT OF DEBT SERVICE ON FOREIGN DIRECT INVESTMENT IN NIGERIA.

Asbullah, M. H., Shaari, M. S., Abidin, N. Z., & Radzi, S. N. J. M. (2022). Determinants of foreign direct investment (FDI). *International Journal of Academic Reserach in Economics and Management Sciences*, *11*(3).

Asiedu, E., & Esfahani, H. S. (2003). The Determinants of foreign direct investment employment restrictions. *Available at SSRN 835345*.

Avilés, A., Célleri, R., Solera, A., & Paredes, J. (2016). Probabilistic forecasting of drought events using Markov chain-and Bayesian network-based models: A case study of an Andean regulated river basin. *Water*, *8*(2), 37.

El Fakiri, A., & Cherkaoui, K. (2024). Foreign direct investment and financial development in selected MENA region countries: Panel ARDL Approach. *Global Journal of Emerging Market Economies*, *16*(1), 64-80.

Emako, E., Nuru, S., & Menza, M. (2022). Determinants of foreign direct investments inflows into developing countries. *Transnational Corporations Review*, 1-14.

Fawaz, M., Bai, H., & Yokogawa, H. (2001). The role and determinants of direct foreign investment in Egypt.

Islam, M. S., & Beloucif, A. (2024). Determinants of foreign direct investment: A systematic review of the empirical studies. *Foreign Trade Review*, *59*(2), 309-337.

Khalil, E. (2015). Analysis of determinants of foreign direct investment in Egypt (1970-2013). *European Scientific Journal*.

Masry, M. (2015). Does foreign direct investment (FDI) really matter in developing countries? The case of Egypt. *Research in World Economy*, *6*(4), 64-77.

Mohamed, K. A. (2010). *Foreign direct investment in Egypt determinants, spillovers, and causality* (Doctoral dissertation, University of Leicester).

Mohammed, B. S. (2022). Determinants of foreign direct investment in Sub-Saharan African countries. *International Journal of Business and Applied Economics*, *1*(1), 1-12.

Moustafa, E. (2021). The relationship between perceived corruption and FDI: a longitudinal study in the context of Egypt. *Transnational Corporations Journal*, *28*(2).

Musora, T., Chazuka, Z., & Matarise, F. (2022). Foreign Direct Investment Inflow Modelling and Forecasting; A Case Study of Zimbabwe. *Thomas Musora, Zviiteyi Chazuka, Florence Matarise. Foreign Direct Investment Inflow Modelling and Forecasting*.

Nguea, S. M. (2020). The impact of infrastructure development on foreign direct investment in Cameroon.

Omran, E. A. M., & Bilan, Y. (2024). Foreign Direct Investment and Unemployment in Egypt. *Montenegrin Journal of Economics*, *20*(1), 175-183.

Onyeiwu, S., & Shrestha, H. (2004). Determinants of foreign direct investment in Africa. *Journal of developing societies*, *20*(1-2), 89-106

Rashid, I. M. A., & Razak, N. A. A. (2016). Determinants of Foreign Direct Investment (FDI) in agriculture sector based on selected high-income developing economies in OIC countries: An empirical study on the provincial panel data by using STATA, 2003-2012. *Procedia Economics and Finance*, *39*, 328-334.

Sericola, B. (2013). *Markov chains: theory and applications*. John Wiley & Sons.

Tampakoudis, I. A., Subeniotis, D. N., Kroustalis, I. G., & Skouloudakis, M. I. (2017). Determinants of foreign direct investment in middle-income countries: New middle-income trap evidence. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, *8*(1), 58-70.

Upadhyaya, K., & Barreto de Góes, B. (2024). Economic freedom and foreign direct investment in Brazil: an empirical analysis of determinants and policy implications. *Journal of Financial Economic Policy*, *16*(3), 371-382.

Utouh, H. M., & Kitole, F. A. (2024). Forecasting effects of foreign direct investment on industrialization towards realization of the Tanzania development vision 2025. *Cogent Economics & Finance*, *12*(1), 2376947.

Vujanović, N., Casella, B., & Bolwijn, R. (2021). Forecasting global FDI: a panel data approach. *Transnational Corporations Journal*, *28*(1).

Wang, Z., Ning, Z., & Wu, F. (2024). Local government debt and firm's outward foreign direct investment. *International Journal of Emerging Markets*.

Wang, Z., Ning, Z., & Wu, F. (2024). Local government debt and firm's outward foreign direct investment. *International Journal of Emerging Markets*.

Yu, P. S., & Yang, T. C. (1997). A probability-based renewal rainfall model for flow forecasting. *Natural Hazards*, *15*, 51-70

الموقع الرسمى للمؤسسة العربية لضمان الاستثمار وائتمان الصادرات (2024).
التقارير القطاعية. النفط والغاز فى الدول العربية
الموقع الرسمى لوزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية
الموقع الرسمى لصندوق النقد العربى