مجلة البحوث الاقتصادية المتقدمة: المجلد (09)، العدد (01) / 2024
PISSN : 2572-0198 / EISSN : 2676-1572

دراسة العلاقة السببية بين الذكاء الاصطناعي والبطالة باستخدام منهجية Toda & Yamamoto (حالة الصين)

Studying the causal relationship between artificial intelligence and unemployment using the methodology of Toda & Yamamoto (the case of China)

وهيبة فراحي[1]

[1] جامعة الشلف، (الجزائر)

تاريخ الاستلام: 18-07-2023 **تاريخ القبول**: 17-02-2024 **تاريخ النشر**: 31-03-2024

ملخص:

هدفت هذه الدراسة إلى اختبار العلاقة السببية بين الذكاء الاصطناعي والبطالة في الصين خلال الفترة (2010-2021)، وذلك باستخدام منهجية *Toda & Yamamoto* (1995). تشير أغلب البحوث إلى أن الذكاء الاصطناعي يؤثر على جودة الوظائف أكثر منه على معدلات التوظيف، وأن تأثيره على العمالة ينحصر على العمالة الأقل مهارة أو الأقل أجراً.

توصلت الدراسة إلى تحقق علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين معدل البطالة وبراءات الاختراع المتعلقة بالذكاء الاصطناعي، حيث توجد علاقة قوية بين معدل البطالة وبراءات الاختراع المتعلقة بالذكاء الاصطناعي في الصين. كما تم التوصل أيضا إلى وجود علاقة سببية أحادية الاتجاه تمتد من تركيب الروبوتات إلى معدل البطالة.

الكلمات المفتاحية: بطالة؛ ذكاء اصطناعي؛ روبوتات؛ منهجية *Toda & Yamamoto*.

تصنيف JEL: C22؛ F22؛ F1؛ E24.

Abstract:

This study aimed to test the causal relationship between artificial intelligence and unemployment in China during the period (2010-2021) using the causality of Toda & Yamamoto (1995). Most of the research interested in studying the impact of artificial intelligence on jobs indicates that its impact is limited to the quality of jobs. Low-skilled or lower-paid workers are affected by the use of artificial intelligence.

The study found a bidirectional causal relationship between the unemployment rate and patents related to artificial intelligence, as there is a strong relationship between the unemployment rate and patents related to artificial intelligence in China. It was also found that there is a one-way causal relationship extending from the installation of robots to the unemployment rate.

Keywords: *unemployment; artificial intelligence; robots; Toda & Yamamoto causal methodology.*

Jel Classification Codes: *C22; F22; F1; E24.*

المؤلف المرسل: وهيبة فراحي، frahi3wahiba@gmail.com

1. مقدمة

إن المتتبع اليوم للتغيرات الحاصلة في العالم من ظهور الاقتصاد الرقمي، الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيات الحديثة، يلاحظ السباق المحتدم بين الدول المتطورة للحاق بهذا الركب والذي أصبح يطلق عليه اسم: "الثورة الصناعية الرابعة"، أين ظهرت الروبوتات والأجهزة الذكية والتي بدأ تطبيقها في مختلف المجالات وفي العديد من الدول مثل: الولايات المتحدة الأمريكية، ألمانيا والصين والتي أصبحت من الدول الرائدة في هذا المجال. توفر الدول الرائدة في مجال الذكاء الاصطناعي والأتمتة ميزانية كبيرة من أجل دعم البحوث في مجال تقنيات الذكاء الاصطناعي، والتي كان لها التأثير الايجابي على قطاعات اقتصادية مهمة مثل: قطاع التعليم، الصحة والأمن، بالإضافة إلى الشركات الناشئة في مجال الذكاء الاصطناعي والتي كان لها دورا جوهريا في تحقيق معدلات نمو عالية للدول التي تنتمي إليها، مثل: شركة "فيسبوك"، "أمازون" و"غوغل"، حيث ساهمت هذه الأخيرة في تحقيق الأهداف التنموية لهذه الدول، فضلا عن تحقيق أرباح طائلة من استخدامات الذكاء الاصطناعي. تتعامل هذه الشركات الرائدة مع الذكاء الاصطناعي على أنه استثمار طويل الأجل، سوف يحقق ايرادات عالية في الأجل الطويل.

الملاحظ أن الصين تنتج عدد كبير من البحوث المتعلقة بالذكاء الاصطناعي، مما جعلها تتفوق على منافسها الأقوى والمتمثل في الولايات المتحدة الأمريكية، وهذا ما يدعم ويرسخ العلاقة الوطيدة بين الثنائية التعليم والنمو الاقتصادي. لقد وضع الاستثمار الصيني الضخم في مجال الروبوتات الصناعية البلاد في أعلى ترتيب لكثافة الروبوتات لسنة 2021 متجاوزة بذلك الولايات المتحدة الأمريكية للمرة الأولى، ومن بين العوامل التي ساعدت الصين في تحقيق ذلك هو القاعدة الاستهلاكية الواسعة التي تمتلكها الصين باعتبارها ثاني أكبر دولة في العالم من حيث عدد السكان، بالإضافة إلى قطاع الانترنت المزدهر واحتلالها أيضاً للمركز الأول من حيث طلبات تسجيل براءات الاختراع الخاصة بالذكاء الاصطناعي. إن توفر البيئة الملائمة لتطور صناعة الذكاء الاصطناعي في الصين أدى إلى انتقالها بصورة فعالة إلى مجالات مهمة مثل: التصنيع، السياحة، الزراعة وغيرها من المجالات الأخرى. إن هذا التكامل بين صناعة الذكاء الاصطناعي والاقتصاد أدى إلى تحقيق تنمية اقتصادية واجتماعية سريعة في الصين.

إن الذكاء الاصطناعي أدى في مقابل ذلك إلى فقدان العديد من الوظائف، والتي كانت مصدر رزق للعديد من العائلات وبالتالي أدى ذلك إلى ارتفاع معدلات البطالة، الأمر الذي أضحى يشكل تخوف لدى المنظمات والحكومات المشجعة والمتبنية لاستخدامات وتطبيقات الذكاء الاصطناعي. أصبحت الآلة أو الروبوت اليوم يحل محل مجموعة من الموظفين، حيث ساهم هذا الإحلال في خفض تكاليف تشغيل اليد العاملة البشرية بالإضافة إلى ربح الوقت، فالآلة تستغرق وقت قصير في انجاز عمل ما مقابل العامل البشري، إلى جانب تقليل المخاطر. إذن هناك تنبؤات عديدة تشير إلى مواجهة عدد كبير من الأشخاص للبطالة في العقود القادمة بسبب الأتمتة والشبكات العصبية. تتفاوت مخاطر ظهور الروبوتات والأتمتة محل العمال بين الدول والمناطق، وتتعلق هذه الخسائر والمخاطر بالأخص باليد العاملة ذوي المهارات المنخفضة. هذا الأمر الذي يضع صانعي القرار أم خيارات المضي أو تخفيف السرعة نحو أتمتة الوظائف. انطلاقا من هذا يمكن طرح الإشكالية التالية:

" هل توجد علاقة سببية بين الذكاء الاصطناعي والبطالة في الصين؟"

فرضية الدراسة: توجد علاقة سببية بين الذكاء الاصطناعي والبطالة في الصين.

هدف الدراسة: تهدف الدراسة إلى تسليط الضوء على الثورة الصناعية الرابعة التي تشهدها الصين، من خلال توضيح معدلات الإنفاق على البحث والتكنولوجيا وبراءات الاختراع، واختبار العلاقة السببية الخطية طويلة الأجل بين الذكاء الاصطناعي والبطالة في الصين.

المنهج المستخدم: سنعتمد في دراستنا النظرية على المنهج التحليلي لتوضيح الإطار النظري للعلاقة، أما فيما يخص الجانب التطبيقي فتم الاستعانة بالمنهج التحليلي الكمي من خلال استعمال طرق واختبارات حديثة للقياس الاقتصادي والمتمثلة في منهجية Toda & Yamamoto.

الدراسات السابقة:

دراسة لـ (Mutascu, 2023) لقد تم من خلال هذه الورقة البحثية دراسة تأثير الذكاء الاصطناعي على البطالة في الدول المتقدمة خلال الفترة (1998-2016)، حيث تم الاعتماد على الخلفية النظرية لهذه العلاقة والمتمثلة في النموذج النظري. تم تقدير النموذج من خلال طريقة العزوم المعممة (GMM)، حيث تم التوصل إلى وجود علاقة سالبة بين الذكاء الاصطناعي والبطالة، أي أن استخدام الذكاء الاصطناعي سوف يؤدي إلى انخفاض البطالة ولكن عند المستويات الدنيا لمعدل التضخم. ولكن ما تم الإشارة إليه من خلال هذه الدراسة إلى أن مساهمة الذكاء الاصطناعي في الحد من البطالة محايدة نوعاً ما.

دراسة لـ (Bordot, 2022) لقد تم من خلال هذه الورقة البحثية دراسة العلاقة بين الذكاء الاصطناعي، الروبوتات والبطالة على عينة متكونة من 33 دولة من منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي وذلك خلال الفترة (2005-2017). تم التوصل إلى أن الزيادة بنسبة (10٪) في مخزون الروبوتات الصناعية مرتبطة بزيادة قدرها (0.42) في معدل البطالة، إضافة إلى وجود ارتباط ايجابي بين براءات الاختراع المتعلقة بالذكاء الاصطناعي ومعدل البطالة الإجمالي، وإن كان أضعف من الناحية الإحصائية من ذلك الموجود مع الروبوتات. أظهرت أيضا نتائج التقدير لمعادلات الانحدار على معدلات البطالة المتباينة حسب التعليم والعمر تأثيرات غير متجانسة للغاية بين المجموعات. على سبيل المثال، يكون تأثير الروبوتات أكبر بـ 2.5 مرة للأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين 25 و 34 عامًا دون مستويات التعليم الثانوي الأعلى من تأثير الروبوتات في الفئة العمرية (55-64) عامًا والحاصلين على شهادة جامعية. وتم إيجاد أيضا تأثير أقوى للروبوتات على معدل بطالة الأشخاص ذوي المستوى التعليمي المتوسط، مما يعطي بعض الأدلة على أن الروبوتات يمكن أن تساهم في استقطاب سوق العمل. تم التوصل أيضاً إلى وجود تأثير للذكاء الاصطناعي على معدل البطالة، ولكن كانت النتائج أقل قوة من الروبوتات.

دراسة لـ (Acemoglu & Restrepo, 2020) والتي تم من خلالها دراسة تأثير الروبوتات الصناعية على أسواق العمل المحلية في الولايات المتحدة الأمريكية. لقد تم من خلال هذه الدراسة تقدير التأثيرات السلبية القوية للروبوتات على التوظيف والأجور، حيث أشارت نتائج التقدير إلى أن كل روبوت إضافي لكل ألف عامل يقلل من نسبة العمالة المحلية إلى السكان بمقدار(0.39%)، وفي المقابل تنخفض الأجور بنحو (0.77%). يعود سبب ذلك إلى أن الاعتماد على الروبوتات سوف يخلق فوائد لمناطق التنقل الأخرى (الصين، المكسيك) عبر الروابط التجارية، فتكون التأثيرات الإجمالية الضمنية أصغر، حيث بينت نتائج التقدير أن روبوت إضافي واحد لكل ألف عامل يقلل من إجمالي نسبة العمالة إلى السكان بمقدار (0.2 %) وإجمالي الأجور بنسبة (0.42%) لمناطق التنقل.

دراسة لـ (Zaha & Zahao, 2023) والتي هدفت إلى دراسة تأثير التقدم التكنولوجي على أعداد العمالة في الصناعة الثالثة في الصين باستخدام نموذج ARDL، وذلك باستخدام البيانات السنوية من 1991 إلى 2020. أظهرت نتائج التقدير أن التقدم

التكنولوجي له تأثير سلبي وإيجابي على عدد الوظائف في الصناعة الثالثة على المدى القصير والطويل على التوالي. تؤدي زيادة (1٪) من الحجم الإجمالي لمعاملات العقود الفنية إلى انخفاض بنسبة (0.1385٪) في قيمة العمالة في الصناعة الثالثة في الصين في المدى القصير. بينما تؤدي زيادة بنسبة (1٪) في الحجم الإجمالي لمعاملات العقود الفنية إلى زيادة بنسبة (0.185٪) من العمالة في المدى الطويل. تشير هذه النتيجة إلى أن التقدم التكنولوجي له تأثير بديل على التوظيف على المدى القصير، بينما يكون له تأثير الخلق على المدى الطويل. أما متغير الاستثمار الأجنبي المباشر فهو يرتبط أيضًا بعلاقة عكسية مع المتغير (العمالة) على المدى الطويل بنسبة كبيرة (10٪)، بينما تأثير الاستثمار الأجنبي المباشر على العمالة ليس كبيرا على المدى القصير.

2. مفاهيم مرتبطة بالذكاء الاصطناعي

1.2. مفهوم الذكاء الاصطناعي:

رغم اختلاف الأكاديميين والفلاسفة وأهل العلم في تعريف وتحديد مفهوم الذكاء في حد ذاته، إلا أن الإجماع في مفهوم الذكاء الاصطناعي وارد منذ ظهور أوائل البحوث في بداية سنوات 1950.

الذكاء الاصطناعي (*Artificial intelligence*): هو التيار العلمي والتقني الذي يضم الطرق والنظريات والتقنيات التي تهدف إلى إنشاء آلات قادرة على محاكاة الذكاء. (*Bo-hu, Bao-cun, Wen-tao, Xiao-bing, & Chun-wei,* 2017)

يعتبر المتخصصون في علم الآليات والمعلوماتية أن هذا التعريف واضح وملم بمجالهم. بينما يشير آخرون إلى أن هذا النص غير واضح كتعريف كامل نظرا لطبيعته في حد ذاتها كعلم العصر الحديث والمعتمد على التجديد والابتكار والتغيير. (*Stuart J & Norvig,* 2016)

تعريف الذكاء الاصطناعي حسب منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD): " إن نظام الذكاء الاصطناعي هو نظام قائم على الآلة، حيث أنه قادر على التأثير على البيئة من خلال إنتاج مخرجات (تنبؤات، توصيات أو قرارات)، وذلك في ضوء مجموعة معينة من الأهداف التي يحددها الإنسان. تتضمن أنظمة الذكاء الاصطناعي المصممة للعمل على مستويات مختلفة من الاستقلالية، إدخال كميات كبيرة من البيانات ذات الصلة بمهمة معينة وبناء مجموعة من القواعد لمساعدة الجهاز على التعلم من تلك البيانات لتحديد كيفية أداء المهمة بكفاءة. فلسفة نظام الذكاء الاصطناعي الأساسية: استخدام الخوارزميات لتحديد الأنماط الأساسية المخفية عموماً عن الأنظار. أن هذه الأفعال تستلزم درجة معينة من التحليل والاستدلال والتقدير، فعندما يتم تنفيذ مثل هذه الإجراءات بواسطة آلة أو كمبيوتر يقال أنها: ذكاء اصطناعي". (*OECD. AI,* 2023)

2.2. الفرق بين الذكاء الاصطناعي و الروبوتات:

الروبوتات هي فرع من فروع الهندسة وعلوم الكمبيوتر حيث يتم تصنيع الآلات لأداء مهام مبرمجة دون تدخل بشري إضافي. يتم استخدام الروبوتات عندما تكون المهام صعبة للغاية على البشر لتأدية عمل ما بشكل جيد (على سبيل المثال: تحريك الأجزاء الثقيلة للغاية)، أو عندما تكون هناك أعمال مطلوب تكرارها لأكثر من مرة وبالتالي تتطلب جهد كبير يفوق قدرة العامل البشري.

الفرق بين الذكاء الاصطناعي والروبوتات يتمثل في أن **الذكاء الاصطناعي** هو الآلية الذي تحاكي فيه الأنظمة العقل البشري للتعلم وحل المشكلات واتخاذ القرارات بسرعة، دون الحاجة إلى تعليمات مبرمجة بشكل خاص. أما **الروبوتات** فهي الآلية الذي يتم فيه بناء

الروبوتات وبرمجتها لأداء واجبات محددة للغاية، ففي معظم الحالات لا يتطلب هذا ببساطة ذكاءً اصطناعيًا، حيث أن المهام التي يتم إجراؤها قابلة للتنبؤ بها ومتكررة ولا تحتاج إلى "تفكير" إضافي . (*Alan*, 2021)

إن وجهة النظر السائدة حول التكامل بين العمل ورأس المال متمثلة في استفادة العمال من الزيادة في رأس المال، ومع ذلك يمكن أن تكون هذه العلاقة مختلفة تمامًا عندما يتعلق الأمر بنوع خاص من رأس المال، وهو "***الروبوتات الصناعية Industrial tobots***"، والتي تعرفها "المنظمة الدولية للمعايير *International Federation of the National Standardizing Associations* (ISO)" على أنها: "مناور متعدد الأغراض يتم التحكم فيه تلقائيًا وقابل لإعادة البرمجة ويمكن برمجته في ثلاثة محاور أو أكثر، تكون إما ثابتة في مكانها أو متحركة للاستخدام في تطبيقات الأتمتة الصناعية". يمكن أن تؤدي هذه الروبوتات الصناعية المهام التي كان يؤديها عمال المصنع، وبالتالي قد تحل محل العمالة اليدوية منخفضة المهارة.(Yang Ing & Grossman, 2023)

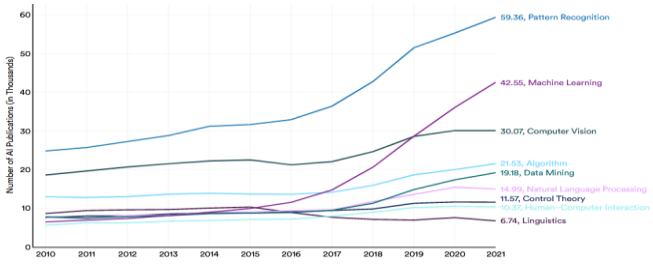
3. المقارنة بين الولايات المتحدة الأمريكية والصين في مجال الذكاء الاصطناعي

1.3 تطور البحوث حول الذكاء الاصطناعي في الولايات المتحدة الأمريكية والصين:

قامت كل من الولايات المتحدة الأمريكية والصين بقيادة الأبحاث حول الذكاء الاصطناعي خلال الفترة (2000-2021)، حيث تم إصدار(438 619) مطبوعة متعلقة بالذكاء الاصطناعي والتي تم نشر ما يقارب النصف منها في ثلاث دول: الولايات المتحدة (90202)، الصين (81857) والمملكة المتحدة (29011)، حيث تعود إصدارات هذه البحوث المهمة إلى كل من: الأكاديمية الصينية للعلوم بـ (4831 بحث)، المركز الوطني للبحوث العلمية بفرنسا بـ (3295 بحث) وجامعة (*Carnegie Mellon University*) بالولايات المتحدة الأمريكية بـ (2887 بحث). تم خلال هذه الفترة الزمنية (2000-2021) منح (214365) براءة اختراع متعلقة بالذكاء الاصطناعي، حيث حازت الصين على (70847) براءة اختراع، الولايات المتحدة (41911) براءة اختراع وجمهورية كوريا (16135) براءة اختراع. (*Technology and innovation report 2023: opening green windows technological opportunities for low-carbon world*, 2023)

يوضح الشكل أدناه أن المنشورات في التعرف على الأنماط والتعلم الآلي قد شهدت أكبر نمو في نصف العقد الماضي، حيث تضاعفت تقريباً عدد البحوث المتعلقة بالتعرف على الأنماط بينما تضاعف عدد الأوراق البحثية المتعلقة بالتعلم الآلي أربع مرات تقريبًا وذلك منذ سنة 2015. لقد انتقلت مجالات دراسة الذكاء الاصطناعي في سنة 2021 إلى: الرؤية الحاسوبية (30075)، الخوارزميات (21527) والتنقيب في البيانات (19181).

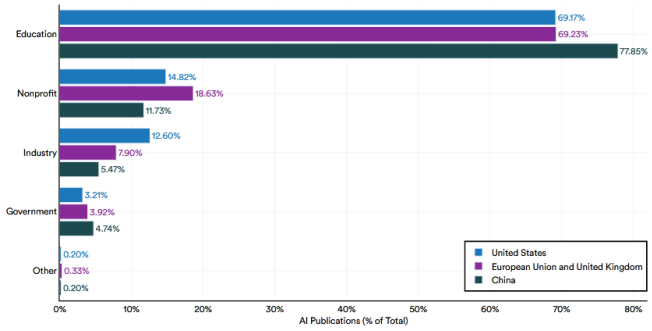
الشكل 1: عدد منشورات الذكاء الاصطناعي حسب مجال الدراسة خلال الفترة (2010–2021)



Source: Artificia lIntelligenceIndex Report 2023, 2023.

يوضح أيضا الشكل الموالي عدد منشورات الذكاء الاصطناعي حسب القطاع (التعليم، حكومي، الصناعة، المؤسسات غير الربحية والقطاعات الأخرى) والمنطقة الجغرافية، حيث نلاحظ أن قطاع التعليم هو القطاع المهيمن في عدد البحوث المنشورة في الصين مقارنة بالدول الأخرى (الولايات المتحدة الأمريكية، الاتحاد الأوروبي والمملكة المتحدة)، بينما تتفوق الولايات المتحدة الأمريكية في عدد المنشورات المتعلقة بقطاع الصناعة. *(Artificial intelligence Index report 2023, 2023)*

الشكل2: تطور البحوث حول الذكاء الاصطناعي حسب القطاع والمنطقة الجغرافية لسنة 2021



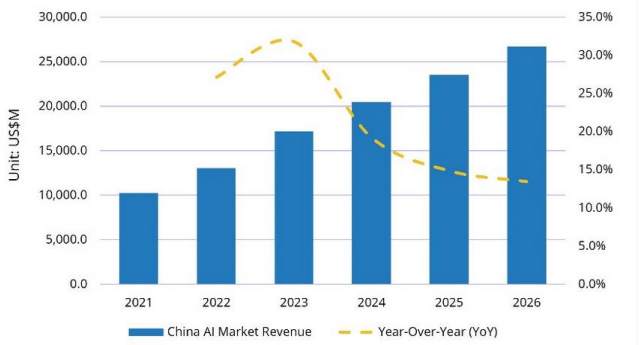
Source: Artificia lIntelligenceIndex Report 2023, 2023.

2.3 تطور معدلات الإنفاق على سوق الذكاء الاصطناعي في الصين:

لقد نجحت الصين في التفوق على الولايات المتحدة الأمريكية في مجال الذكاء الاصطناعي لسنة 2021، حيث تعمل الصين على التحول إلى قوة روبوتات عالمية بحلول عام 2025. لقد وضع الاستثمار الصيني الضخم في مجال "الروبوتات الصناعية" البلاد في أعلى ترتيب لكثافة الروبوتات، متجاوزة بذلك الولايات المتحدة للمرة الأولى، أين بلغ عدد الروبوتات الصناعية التشغيلية بالنسبة لعدد العمال 322 وحدة لكل 10000 موظف في الصناعة التحويلية.

إن معدلات الإنفاق العالمي على تطوير الذكاء الاصطناعي تعرف ارتفاعا مستمرا، أما بالنسبة للصين فمن المتوقع أن يصل استثمار الصين في مجال الذكاء الاصطناعي إلى 26.69 مليار دولار أمريكي في عام 2026، وهو ما يمثل حوالي (8.9٪) من الاستثمار العالمي، لتحتل بذلك المرتبة الثانية من بين دول العالم. *(China's Artificial Intelligence Market Will Exceed US$26.7 Billion by 2026, according to IDC, 2022)*

الشكل 3: توقعات إنفاق سوق الذكاء الاصطناعي في الصين خلال الفترة (2021–2026)



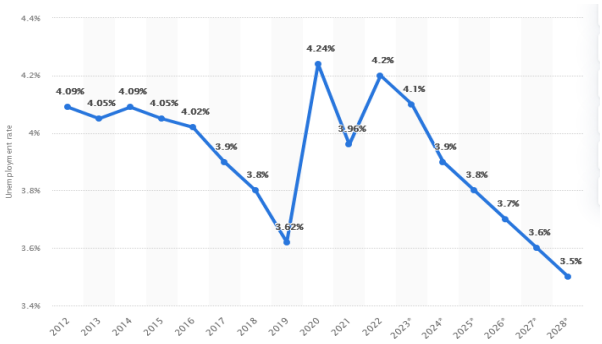
Source : China's Artificial Intelligence Market Will Exceed US$26.7 Billion by 2026, according to IDC, 2022 .

4. واقع الثنائية (الذكاء الاصطناعي، سوق العمل) في الصين

1.4 دراسة تحليلية لسوق العمل الصيني:

1.1.4 تطور معدل البطالة في الصين: إن البطالة أصبحت مصدر قلق ملح في الصين في السنوات الأخيرة وذلك راجع إلى مجموعة من العوامل من بينها، النمو السكاني السريع الذي أدى إلى زيادة عدد الباحثين عن عمل مما فرض ضغوطًا هائلة على سوق العمل، إلى جانب ظهور الأتمتة والتي ساهمت في فقدان العديد من الوظائف، مما ترك العديد من العمال يكافحون لتغطية نفقاتهم. إن هذا التحول نحو الأتمتة يعتبر سيفًا ذو حدين للاقتصاد الصيني، حيث يساهم من جهة في تحقيق الكفاءة ولكنه يؤدي من جهة أخرى إلى إزاحة العمال التقليديين إضافة إلى عامل آخر وهو تقاعد العديد من العمال المخضرمين، مما استوجب الأمر ظهور طلب متزايد على الموظفين الأصغر سنًا والأكثر ذكاءً من الناحية التقنية. أدت جميع هذه العوامل إلى ظهور فرص عمل جديدة في مجالات عديدة مثل: تكنولوجيا المعلومات، تحليل البيانات والذكاء الاصطناعي، ولكن هذه الوظائف الجديدة تتطلب عمالًا ذوي مهارات عالية، ولكنها في المقابل تقدم أيضًا أجوراً أفضل وأمانًا وظيفيًا. (*Discover the Exciting Opportunities in China's Evolving Labor Market* 2023, 2023)

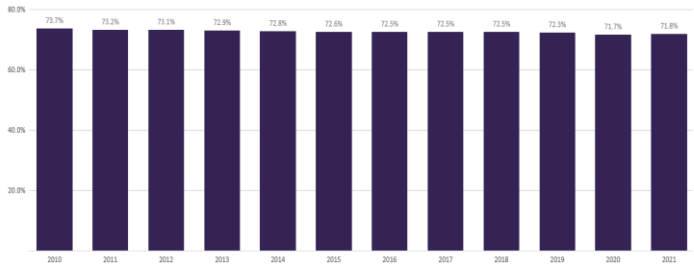
الشكل 4: تطور معدل البطالة في الصين خلال الفترة (2012–2022) مع حساب توقعات للفترة (2023–2028)



Source: Registered unemployment rate in urban China from 2012 to 2022 with forecasts until 2028 , 2023.

2.1.4 تطور معدل التشغيل في الصين: بلغ معدل التشغيل في الصين (71.8٪) في عام 2021، أين سجل المؤشر نموًا بنسبة (0.1٪) في عام 2021 مقارنة بالعام السابق. كان معدل التشغيل في الصين هو الأعلى في عام 2010 والأدنى في عام2021، حيث انخفض المؤشر بنسبة (2.6٪) بين عامي 2010 و 2021 . تُعرَّف معدلات التشغيل على أنها مقياس لمدى استخدام موارد العمل المتاحة (الأشخاص المتاحون للعمل)، أين يتم حسابها على أنها نسبة العاملين إلى عدد السكان في سن العمل. تعتبر القيمة المرتفعة لمعدل التشغيل مؤشرًا جيدًا لسوق العمل المزدهر، بينما يمكن أن يشير معدل التشغيل المنخفض إلى مشكلات عديدة يواجهها الاقتصاد. يُنظر إلى الناتج المحلي الإجمالي للبلد عمومًا على أنه يستفيد من معدل التشغيل المرتفع، بينما تتمتع البلدان ذات معدل الناتج المحلي الإجمالي المرتفع بمستويات توظيف أعلى.(*Employment Rate in China* (2010 - 2021, %) , 2022)

الشكل 5: معدل التشغيل في الصين خلال الفترة (2010–2021)

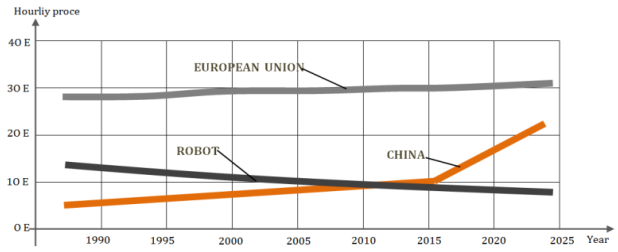


Source: Employment Rate in China (2010 - 2021, %) , 2022.

2.4 المقارنة بين تكلفة ساعة عمل الروبوت واليد العاملة في الصين:

1.2.4 تكلفة ساعة عمل الروبوت في الصين: لقد تم تسجيل زيادة مفاجئة في استخدام الروبوتات في الصين منذ سنة 2014، حيث تم تنفيذ 57.000 وحدة روبوت سنة 2014 ولينتقل العدد إلى 168000 وحدة في سنة 2020، وبذلك أصبحت الصين الدولة الرائدة في العالم في استخدام الروبوتات. من خلال الشكل (6) الموضح أدناه، يمكننا مقارنة سعر ساعة عمل الروبوت في الصين والاتحاد الأوروبي. نلاحظ التناقص المستمر في سعر ساعة عمل الروبوت في الصين، بينما يزداد اتجاه سعر عمل الروبوت في الاتحاد الأوروبي بشكل طفيف كل عام. وفي الوقت نفسه ارتفعت أسعار العمالة في الصين منذ عام 2015، وهو ما يبرر إدخال الروبوتات الصناعية في عمليات الإنتاج في الصين.

الشكل 6: تكلفة ساعة عمل الروبوت في الاتحاد الأوروبي والصين



Source : Karabegović, 2016.

لقد بلغت كثافة الروبوت في الصين لكل 10.000 موظف إلى غاية 2017 أقل من المتوسط العالمي، حيث سجلت كثافة الروبوت في الصين 18 وحدة روبوت سنة 2010، بينما كان المتوسط العالمي يبلغ 50 وحدة روبوت. ولكن مع التنفيذ المستمر للروبوتات الصناعية في الصين، أدى هذا إلى الزيادة المستمرة في نسبة كثافة الروبوت لكل 10.000 موظف على أساس سنوي، بحيث بلغت سنة 2017 ما يقارب 97 وحدة روبوت، متجاوزة بذلك المتوسط العالمي والذي كان يبلغ 85 وحدة روبوت. وفي عام 2020 كانت كثافة الروبوت في الصين أعلى بكثير من المتوسط العالمي. يتبع معامل كثافة الروبوت لكل 10.000 موظف في الصين دالة أسية، مما يؤكد حقيقة أن الروبوتات الصناعية يتم الاعتماد عليها في عمليات الإنتاج في الصين، حيث يرجع السبب في الاعتماد على الروبوتات الصناعية إلى الاستراتيجية الوطنية "**صنع في الصين** 2025 : 2025 *Made in China*"، بالإضافة إلى ادخال وتنفيذ الثورة الصناعية الرابعة في عمليات الإنتاج.*(Karabegović, 2016)*

الشكل7: اتجاه كثافة الروبوت لكل 10.000 موظف في عمليات الإنتاج في الصين في الفترة (2010–2020)

Source : Karabegović, 2016.

2.2.4 تكلفة تشغيل اليد العاملة في الصين: استمرت تكاليف تشغيل العمالة في الارتفاع في الصين، حيث يرجع سبب ذلك في المقام الأول إلى ارتفاع تكاليف المعيشة ومستويات الدخل مع نمو الاقتصاد وانتعاشه. وفقًا لبيانات من المكتب الوطني للإحصاء للصين، فإن دخل الفرد من الأجور بلغ 20590 يوان صيني (حوالي 2993 دولارًا أمريكيًا) في عام 2022، بزيادة قدرها 4.9 بالمائة عن العام السابق، والذي يمثل 55.8 بالمائة من الدخل المتاح. بلغ متوسط الأجر الشهري للعامل المهاجر 4614 يوانًا (حوالي 671 دولارًا أمريكيًا)، بزيادة 4.1 بالمائة عن عام 2021.

تتوافق تكاليف العمالة المتزايدة في الصين مع زيادة إجمالية في الإنفاق وتكاليف المعيشة، أين ارتفعت تكاليف المعيشة لاسيما في مراكز التصنيع، مثل شنغهاي ومقاطعة قوانغدونغ. بالإضافة إلى ارتفاع الأجور وأيضًا تكاليف تعليم الموظفين وتدريبهم، حيث تسعى الصين اليوم جاهدة إلى تحريك اقتصادها إلى أعلى المستويات، وذلك من خلال تحديث الصناعات التقليدية والتركيز على إنتاج سلع عالية القيمة، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة الطلب على العمالة ذات المهارات العالية والتي بالمقابل تتطلب تكلفة أعلى.

كما استمر الحد الأدنى للأجور (*Minimum wages*) في الارتفاع في جميع مناطق الصين، حيث يتراوح الحد الأدنى للأجور الشهرية من 1420 يوان صيني (حوالي 206 دولار أمريكي) في بعض مناطق مقاطعة لياونينغ إلى 2590 يوان صيني في شنغهاي. يوجد الآن حد أدنى للأجور الشهرية في 14 منطقة في الصين يزيد عن 2000 يوان صيني (حوالي 308 دولارات أمريكية)، بما في ذلك بكين وخبي وجيانغسو وتشجيانغ وقوانغدونغ وسيتشوان.(*Huld*, 2023)

5. دراسة العلاقة السببية بين الذكاء الاصطناعي والبطالة

من أجل اختبار العلاقة بين الذكاء الاصطناعي والبطالة، لقد تم الاعتماد على مجموعة من المتغيرات والمتمثلة في: معدل البطالة، براءات الاختراع الخاصة بالذكاء الاصطناعي وحجم الروبوتات المصنعة، والمتعلقة بدولة الصين خلال الفترة الزمنية (2010-2021) باستخدام منهجية (Toda & Yamamoto 1995).

1.5 تقديم منهجية (*Toda & Yamamoto* 1995):

قدم غرانجر سنة 1969 مفهوم السببية قي القياس الاقتصادي، ويمثل هذا المفهوم فكرة أساسية لدراسة العلاقات الديناميكية بين السلاسل الزمنية، في جوهرها تحاول سببية Granger اختبار ما إذا كانت متغيرة تحتوي على معلومات تساعد على تحسين التوقع لمتغيرة أخرى. (شيخي، طرق الاقتصاد القياسي (محاضرات وتطبيقات)، 2012) كما أن صلاحية هذا الاختبار مشروطة باستخدام سلاسل زمنية مستقرة ووجود تكامل مشترك بين المتغيرات، وبعبارة أخرى، عند استخدام سلاسل زمنية غير مستقرة لاختبار سببية Granger فإن احصائية اختبار Wald لاختبار القيود الخطية على معلمات نموذج VAR لا تتبع التوزيع التقاربي المعروف (χ^2) تحت الفرض الضفري). وبالتالي فإن اختبار Wlad العادي لا يصلح لاختبار سببية Granger الخطية.(*Azadeh, Ba M, & Lavoie*, 2017) ولمعالجة هذه النقائص، قدم Toda & Yamamoto سنة 1995 اعتمادا على نموذج Augmented VAR إحصائية اختبار Wald المعدلة (MWald) لاختبار السببية الخطية على المدى الطويل.

تتضمن منهجية (*Toda and Yamamoto*, 1995) تحديد أعظم درجة تكامل (d_{max}) للسلاسل قيد الدارسة باستخدام اختبارات جذر الوحدة، ثم تقدير نموذج VAR عند المستوى (باستخدام السلاسل الزمنية الأصلية) ومن ثم تحديد درجة التأخير المثلى (K) باستخدام معايير المعلومات، حيث تعتبر هذه الخطوة مهمة لتفادي السببية الزائفة أو عدم وجود سببية، ثم يتم تقدير نموذج Augmented Var ($K + dmax$) واستخدام احصائية اختبار Wald المعدلة (MWald) لاختبار القيود الخطية على معاملات النموذج Augmented Var ($K + dmax$)، حيث تتبع احصائية اختبار (MWald) التوزيع التقاربي χ^2 بدرجة حرية K. وبالتالي يمكن تطبيق منهجية (T-Y, 1995)(*Toda & Yamamoto*, 1995) بغض النظر عن درجة تكامل السلسلة.

فيما يتعلق بتقدير نموذج VAR عند المستوى الموسع ستحدد شروط الاستقرارية للسلاسل عدد التأخيرات التي سيتم إضافتها إلى نموذج VAR. وللتوضيح فإن اختبار العلاقة السببية بين سلسلتين X و Y_t بمفهوم (T-Y) يعرف من خلال النموذج التالي: *(Alexandru, Ion, & Catalin, 2011)*

$$Y_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{K} \beta_{1i} Y_{t-i} + \sum_{j=K+1}^{K+d_{max}} \beta_{2i} Y_{t-j} + \sum_{i=1}^{K} \varphi_{1i} X_{t-i} + \sum_{j=K+1}^{K+d_{max}} \varphi_{2j} X_{t-j} + e_{1t} \quad (1)$$

$$X_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{K} \alpha_{1i} X_{t-i} + \sum_{j=K+1}^{K+d_{max}} \alpha_{2i} X_{t-j} + \sum_{i=1}^{K} \gamma_{1i} Y_{t-i} + \sum_{j=K+1}^{K+d_{max}} \gamma_{2j} Y_{t-j} + e_{2t} \quad (2)$$

حيث: ε_{1t} و ε_{2t} حد الخطأ العشوائي، حيث يفترض أنها ضجة بيضاء بمتوسط معدوم وتباين ثابت وغير مرتبطة ذاتيا، وتمثل المعادلة الأولى اتجاه السببية من X إلى Y بشرط أن $\forall_i \varphi_{2j} \neq 0$، أما المعادلة الثانية فتشير إلى اتجاه السببية من Y إلى X بشرط $\forall_i \gamma_{1i} \neq 0$.

2.5 الدراسة الوصفية لمتغيرات الدراسة

إن الفترة الزمنية المستخدمة تمتد من سنة 2010 إلى سنة 2021، حيث تم الاعتماد على بيانات معدل البطالة (*unemployment rate*)، براءات الاختراع الخاصة بالذكاء الاصطناعي (*AI paptent*) وحجم الروبوتات المصنعة (*Robot instalation*)، والتي تم التحصل عليها المكتب الوطني للإحصائيات بالصين، البنك الدولي والاتحاد الدولي للروبوتات على التوالي.

الجدول 1: الخصائص الإحصائية لمتغيرات الدراسة

المتغير	رمزه	المتوسط الحسابي ($\bar{X}$)	الانحراف المعياري (σ)	أعظم قيمة (X_{max})	أدنى قيمة (X_{min})
معدل البطالة	*Unemployment rate*	4.58	0.15	5.00	4.31
براءات اختراع الخاصة بالذكاء الاصطناعي	*AI patents*	25057.67	74035.39	59666	5774
الروبوتات المصنعة	*Robots instalation*	97683.33	20629.31	243000	5200

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادا على إحصائيات الدراسة.

3.5 دراسة استقرارية السلاسل الزمنية محل الدراسة

تعد هذه الخطوة مهمة تحليل البيانات لتفادي الوقوع في مشكل الانحدار الزائف والوصول إلى نتائج مظللة، لقد تم دراسة استقرارية السلاسل الزمنية لمتغيرات الدراسة من خلال اختبار *Phillips Perron* (1988)، وذلك من أجل تحديد درجة التكامل القصوى (d_{max}). أظهرت نتائج الاختبار أن السلاسل الزمنية متكاملة من الدرجة 1، وبالتالي فإن $d_{max} = 1$.

الجدول 2: نتائج اختبار الاستقرارية لـ PP

	عند المستوى			عند الفرق الأول		
	مع الثابت	الثابت والاتجاه العام	بدون ثابت	مع الثابت	الثابت والاتجاه العام	بدون ثابت
Unemployment rate	***0.005	**0.01	0.57	***0.001	***0.007	***0.00
Robots instalation	0.98	0.05	0.99	**0.02	*0.07	0.31
AI patents	***0.00	***0.00	0.98	***0.007	***0.04	***0.000

ملاحظة: القيم في الجدول تمثل الاحتمال المقابل لإحصائية الاختبار، " معنوي عند مستوى معنوية 10%، "" معنوي عند مستوى معنوية 5%، """ معنوي عند مستوى معنوية 1%.

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادا على مخرجات برنامج Eviews 10.

4.5 تحديد درجة التأخير المثلى

تجدر الإشارة إلى أنه يتم تقدير نموذج (VAR) عند المستوى الخاص بمتغيرات الدراسة ثم يتم تحديد درجة التأخير المثلى (K)، ويتم ذلك من خلال استخدام عدة معايير للمعلومات (AIC, SIC, HQ, FPE, LR). تظهر نتائج الجدول أدناه أن درجة التأخير المثلى لنموذج (VAR) المقدّر هي الدرجة 2، ومنه فإن $K = 2$ وبذلك يكون الشرط محققاً أي أن: $K \geq d_{max}$.

الجدول 3: تحديد درجة التأخير المثلى لنموذج VAR

AIC	SIC	HQ	FPE	LR	التأخير
46.34	46.43	46.24	$2.71.10^{16}$	NA	0
39.06	39.42	38.66	$2.14.10^{13}$	54.50	1
33.77	34.41	33.08	$2.56.10^{11}$	21.25	2

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادا على مخرجات برنامج Eviews 10.

5.5 نتائج اختبار السببية الخطية طويلة الأجل *(Toda & Yamamoto)*

بعد أن قمنا بتحديد درجة تكامل متغيرات الدراسة (d_{max}) وتحديد درجة التأخير المثلى (K)، وبعد تقدير نموذج(Augmented VAR ($K + d_{max}$، حيث Augmented VAR (2+1)، ننتقل إلى اختبار السببية (TY, 1995) التي نلخص نتائجها في الجدول التالي:

الجدول 4: نتائج اختبار السببية لـ ***Toda & Yamamoto***

K	d_{max}	المتغيرات التابعة	stat	المتغيرات المستقلة: *Unemployment*	المتغيرات المستقلة: *Robots installation*	المتغيرات المستقلة: *AI patents*
2	1	*Unemployment rate*	χ^2	-	0.08	64.00
			Prob		0.95	***0.00
		Robots installation	χ^2	14.93	-	7.85
			Prob	***0.00		**0.01
		AI patents	χ^2	33.66	3.76	-
			Prob	***0.00	0.15	

ملاحظة: *، ** و *** تشير إلى المعنوية عند المستويات 10 %، 5% و1% على التوالي

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادا على مخرجات برنامج Eviews 10.

نستنتج من نتائج الجدول أعلاه ما يلي:

– وجود سببية خطية ثنائية الاتجاه بين معدل البطالة وبراءات الاختراع المتعلقة بالذكاء الاصطناعي، حيث توجد علاقة قوية بين معدل البطالة وبراءات الاختراع المتعلقة بالذكاء الاصطناعي في الصين. تؤدي براءات الاختراع الخاصة بالذكاء الاصطناعي إلى انخفاض معدلات البطالة، وذلك من خلال خلق تقنيات جديدة كمنصة لإنشاء مهام جديدة في العديد من الصناعات والخدمات، وبالتالي يتطلب هذا إضافة يد عاملة جديدة لتنفيذ هذه التقنيات. يحتل عدد طلبات براءات الاختراع للذكاء الاصطناعي في الصين المرتبة الثانية في العالم والثانية بعد الولايات المتحدة، ولكن يمكن ملاحظة أن معظم براءات الاختراع المقدمة في الصين موجودة في مرحلة التطبيق، وهناك عدد قليل من براءات الاختراع التي تنطوي على التكنولوجيا الأساسية. وهذا يعني أن مستوى تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في الصين لا يزال متخلفًا عن الولايات المتحدة وأوروبا؛

– تم تحقق سببية خطية أحادية الاتجاه تمتد من تركيب الروبوتات إلى معدل البطالة، حيث يبدو هذا منطقيا والذي يمكن قراءته من كلا الاتجاهين. يمكن لتركيب الروبوتات أن يؤدي إلى ارتفاع معدل البطالة وهذا من خلال انخفاض الطلب على اليد العاملة، نتيجة للإحلال الذي تم بين الآلات واليد العاملة البشرية والتي تتطلب تكاليف كبيرة من: أجور، تأمين وحوادث عمل متوقعة. ويمكن أيضا النظر إلى هذه

العلاقة المعنوية من خلال وجهة النظر المقابلة والتي ترى أن تركيب الروبوتات من شأنه أن يؤدي إلى خفض معدل البطالة، حيث يحدث ذلك من خلال مساهمة الأتمتة في زيادة مستوى الانتاجية للشركات والمصانع التي تعتمد في إنتاجها على الأتمتة والروبوتات، مما يؤدي إلى التوسع في حجم الشركات والمصانع والذي يتطلب بالتأكيد فيما بعد يد عاملة إضافية، وبالتالي يساعد هذا في خفض معدلات البطالة. بالنظر إلى الحالة التي نحن بصدد دراستها "الصين" فإنها تدعم الاتجاه الثاني والذي يستند على العلاقة العكسية بين تركيب الروبوتات ومعدل البطالة.

– وجود سببية خطية أحادية الاتجاه تمتد من تركيب الروبوتات إلى براءات الاختراع الخاصة بالذكاء الاصطناعي، حيث تؤدي زيادة تصنيع الروبوتات في الصين إلى الحاجة إلى برمجتها من أجل الاستفادة منها في مجالات مهمة مثل: الصحة، التعليم،...، وبالفعل تعتبر الصين ثاني دولة بعد الولايات المتحدة الأمريكية من حيث عدد طلبات براءات الاختراع المتعلقة بالذكاء الاصطناعي والتي يتم تطبيق معظمها.

6. الخلاصة:

تعتبر الصين اليوم من الدول الرائدة في مجال الذكاء الاصطناعي والأتمتة، حيث أصبحت تنافس أقوى الدول المتصدرة هذا المجال مثل: الولايات المتحدة الأمريكية، اليابان، ألمانيا وكوريا...، لقد حاولنا من خلال هذه الورقة البحثية دراسة العلاقة بين الذكاء الاصطناعي والبطالة من خلال اختبار السببية لـ *Toda & Yamamoto*(19951) في الصين خلال الفترة الزمنية الممتدة من 2010 إلى 2021، وذلك من خلال تجميع بيانات إحصائية حول براءات الاختراع المتعلقة بالذكاء الاصطناعي المستمدة من البنك الدولي، معدل تركيب الروبوتات المستخرجة من الاتحاد الدولي للروبوتات ومعدل البطالة لدولة الصين. لقد توصلنا من خلال الدراسة التطبيقية إلى مجموعة من النتائج يمكن حصرها في ما يلي:

- ✓ إن معدل التوظيف في الصين بلغ أعلى قيمة له في عام 2010 وأدنى قيمة في عام 2021، حيث انخفض المؤشر بنسبة 2.6٪ بين عامي 2010 و 2021؛
- ✓ وضع الاستثمار الصيني الضخم في مجال الروبوتات الصناعية البلاد في أعلى ترتيب لكثافة الروبوتات، متجاوزة بذلك الولايات المتحدة للمرة الأولى، أين بلغ عدد الروبوتات الصناعية التشغيلية بالنسبة لعدد العمال 322 وحدة لكل 10000 موظف في الصناعة التحويلية؛
- ✓ لقد تم تسجيل زيادة مفاجئة في استخدام الروبوتات في الصين منذ سنة 2014، حيث تم تنفيذ 57.000 وحدة روبوت سنة 2014 ولينتقل العدد إلى 168000 وحدة في سنة 2020، وبذلك أصبحت الصين الدولة الرائدة في العالم في استخدام الروبوتات؛
- ✓ في مجال براءات الاختراع العالمية للذكاء الاصطناعي، أصبحت الولايات المتحدة والصين الدولتين الرئيسيتين في مجال البحث والتطوير التكنولوجي وتوزيع براءات الاختراع مع مزايا تكنولوجية واضحة؛
- ✓ وجود سببية خطية ثنائية الاتجاه بين معدل البطالة وبراءات الاختراع المتعلقة بالذكاء الاصطناعي، حيث توجد علاقة قوية بين معدل البطالة وبراءات الاختراع المتعلقة بالذكاء الاصطناعي في الصين. تؤدي براءات الاختراع الخاصة بالذكاء الاصطناعي إلى انخفاض معدلات البطالة، وذلك من خلال خلق تقنيات جديدة كمنصة لإنشاء مهام جديدة في العديد من الصناعات والخدمات، وبالتالي يتطلب هذا إضافة يد عاملة جديدة لتنفيذ هذه التقنيات؛

- ✓ تم تحقق سببية خطية أحادية الاتجاه تمتد من تركيب الروبوتات إلى معدل البطالة، حيث يبدو هذا منطقيا والذي يمكن قراءته من كلا الاتجاهين. يمكن لتركيب الروبوتات أن يؤدي إلى ارتفاع معدل البطالة وهذا من خلال انخفاض الطلب على اليد العاملة، نتيجة للإحلال الذي تم بين الآلات واليد العاملة البشرية؛
- ✓ وجود سببية خطية أحادية الاتجاه تمتد من تركيب الروبوتات إلى براءات الاختراع الخاصة بالذكاء الاصطناعي، حيث تؤدي زيادة تصنيع الروبوتات في الصين إلى الحاجة إلى برمجتها من أجل الاستفادة منها في مجالات مهمة مثل: الصحة والتعليم...

الاقتراحات والتوصيات:

- ✓ زيادة الدعم لصناعة الذكاء الاصطناعي، وتعزيز التطور السريع لتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي الذي تشهده الصين من خلال زيادة الإنفاق والدعم للبحوث العلمية وتطبيق براءات الاختراع المتعلقة بالذكاء الاصطناعي؛
- ✓ الاهتمام بدراسة هذه العلاقة المهمة بين الثنائية (سوق العمل والذكاء الاصطناعي)، من خلال تشجيع البحوث الفردية والجماعية لما لهذه الثنائية من أهمية قصوى على الاقتصاديات. إن تفعيل هذه العلاقة وبرمجتها على النحو الايجابي من شأنه أن يكون له عوائد مهمة على النمو الاقتصادي والاستفادة من رأس المال البشري؛
- ✓ دعم الشركات الناشئة النشطة في مجال البرمجيات، الروبوتات والذكاء الاصطناعي، وأيضا الاستفادة من تجارب وخبرات الشركات الناشئة التي أصبحت اليوم رائدة في هذا المجال.

7. الإحالات والمراجع :

- *Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2020). Robots and jobs: evidence from US labor markets. Journal of political economy , 128 (06).*
- *Alan, M. (2021, 11 26). Robotics and artificial intelligence: The role of AI in robots. Retrieved 06 15, 2023, from https://aibusiness.com/verticals/robotics-and-artificial-intelligence-the-role-of-ai-in-robots*
- *Alexandru, A. A., Ion, D., & Catalin, C. G. (2011). The causal relationship between unemployment rate and US shadow economy, a Toda-Yamamoto approach. Proceedings of the 5th international conference on Applied mathematics-simulation-modellings (p. 101). World Scientific Engineering Academy and Society (WSEAS).*
- *Artificia lIntelligence Index Report 2023(2023). Stanford University-Human Centered Artificail intelligence-.*
- *Azadeh, R., Ba M, C., & Lavoie, M. (2017). Linear and nonlinear Granger causality betwen short-term and long-term interest rate: a rolling-window strategy. Metroeconomica , 68 (4), 7.*
- *Bo-hu, L., Bao-cun, H., Wen-tao, Y., Xiao-bing, L., & Chun-wei, Y. (2017). Applications of artificial intelligence in intelligent manufacturing: a review. Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering , 18 (01), 86-96.*

- *Bordot, F. (2022). Artificial intelligence, robots and unemployment: evidence from OECD contries. Journal of innovation economics and management , 01 (37), 117-138.*
- *China, N. B. (Ed.). (2023, 02 28). Statistical communiqué of the people's republic of China on the 2022 national economic and social development. Retrieved 06 23, 2023, from http://www.stats.gov.cn/english/PressRelease/202302/t20230227_1918979.html*
- *China's Artificial Intelligence Market Will Exceed US$26.7 Billion by 2026, according to IDC. (2022, 10 03). Retrieved 04 2023, 20, from https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prAP49740122*
- *China's Artificial Intelligence Market Will Exceed US$26.7 Billion by 2026, according to IDC. (2022, 10 03). Retrieved 05 07, 2023, from https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prAP49740122*
- *Discover the Exciting Opportunities in China's Evolving Labor Market 2023. (2023, 04 19). Retrieved 06 14, 2023, from https://www.hrone.com/blog/china-labor-market/*
- *Employment Rate in China (2010 - 2021, %) . (2022, 11). Retrieved 06 07, 2023, from https://www.globaldata.com/data-insights/macroeconomic/employment-rate-in-china-2137605/*
- *Huld, A. (2023, 04 19). China's Changing Labor Market – Trends and Future Outlook. Retrieved 06 20, 2023, from https://www.china-briefing.com/news/chinas-labor-force-data-trends-and-future-outlook/*
- *Karabegović, I. (2016). The Role of Industrial Robots in the Development of Automotive Industry in China. International Journal of Engineering Works , 03 (12), 12-13.*
- *Karabegović, I. (2016). The Role of Industrial Robots in the Development of Automotive Industry in China. ResearcherGate , 11.*
- *Mutascu, M. (2023). Artificail intelligence and unemployment: New insights. Hal open science .*
- *OECD. AI. (2023). Retrieved 05 01, 2023, from https://oecd.ai/en/ai-principles*
- *Registered unemployment rate in urban China from 2012 to 2022 with forecasts until 2028 . (2023, 04 12). Retrieved 06 10, 2023, from https://www.statista.com/statistics/270320/unemployment-rate-in-china/*
- *Stuart J, R., & Norvig, P. (2016). Artificial Intelligence: A Modern Approach. Pearson Education.*
- *Technology and innovation report 2023: opening green windows technological opportunities for low-carbon worldUnited Nations conference on trade and developmentUnited Nations*
- *Toda, H., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly inegrated processes. Journal of econometrics , 66 (2), 225-250.*
- *Yang Ing, L., & Grossman, G. M. (2023). Robots and AI: A New Economic Era. New York: Routledge.*

- *Zaha, Y., & Zahao, Y. (2023). Technological Innovation Effect on employment of Tertiary sector in China: an ARDL Bounds testing approach. Creativecommons , 892-898.*
- محمد شيخي. (2012). *طرق الاقتصاد القياسي (محاضرات وتطبيقات)* (المجلد الطبعة الأولى). عمان: دار حامد للنشر والتوزيع.

8. ملاحق:

الملحق 1: الدراسة الوصفية لمتغيرات الدراسة

	UNEMPLOY...	ROBOTINST...	AIPATTENTS
Mean	4.582500	97683.33	25057.67
Median	4.560000	83000.00	15645.00
Maximum	5.000000	243000.0	59666.00
Minimum	4.310000	5200.000	5774.000
Std. Dev.	0.157891	74035.39	20629.31
Skewness	1.237461	0.451703	0.641127
Kurtosis	5.759591	2.137548	1.844501
Jarque-Bera	6.870291	0.779984	1.489676
Probability	0.032221	0.677062	0.474811
Sum	54.99000	1172200.	300692.0
Sum Sq. Dev.	0.274225	6.03E+10	4.68E+09
Observations	12	12	12

المصدر: اعتمادا على مخرجات برنامج Eviews 10.

الملحق 2: نتائج اختبار الاستقرارية لـ **PP**

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

		At Level		
		UNEMPL...	ROBOTIN...	AIPATTENTS
With Constant	t-Statistic	-4.7348	0.6682	-7.8059
	Prob.	0.0054	0.9842	0.0001
		***	n0	***
With Constant & Trend	t-Statistic	-5.0452	-3.9476	-8.1564
	Prob.	0.0137	0.0544	0.0005
		**	*	***
Without Constant & Trend	t-Statistic	-0.2379	2.6099	2.1152
	Prob.	0.5722	0.9925	0.9830
		n0	n0	n0
		At First Difference		
		d(UNEMP...	d(ROBOTI...	d(AIPATTENTS)
With Constant	t-Statistic	-6.0386	-3.8709	-4.6346
	Prob.	0.0014	0.0212	0.0076
		***	**	***
With Constant & Trend	t-Statistic	-5.7822	-3.8130	-4.2934
	Prob.	0.0076	0.0709	0.0404
		***	*	**
Without Constant & Trend	t-Statistic	-6.5215	-0.8722	-4.4373
	Prob.	0.0000	0.3136	0.0006
		***	n0	***

Notes:
a: (*)Significant at the 10%; (**)Significant at the 5%; (***) Significant at the 1% and (no) Not Significant
b: Lag Length based on SIC
c: Probability based on MacKinnon (1996) one-sided p-values.

This Result is The Out-Put of Program Has Developed By:
Dr. Imadeddin AlMosabbeh
College of Business and Economics
Qassim University-KSA

المصدر: اعتمادا على مخرجات برنامج Eviews 10.

الملحق 3: تحديد درجة التأخير المثلى

VAR Lag Order Selection Criteria
Endogenous variables: UNEMPLOYMENTRATE ROBOTINSTALLATION AIPATTENTS
Exogenous variables: C
Date: 06/03/23 Time: 18:48
Sample: 2010 2021
Included observations: 10

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-228.7429	NA	2.71e+16	46.34857	46.43935	46.24899
1	-183.3254	54.50096	2.14e+13	39.06508	39.42818	38.66676
2	-147.8979	21.25652*	2.56e+11*	33.77957*	34.41500*	33.08251*

* 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: اعتمادا على مخرجات برنامج Eviews 10.

الملحق 4: نتائج اختبار السببية لـ **Toda & Yamamoto**

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests
Date: 06/03/23 Time: 18:41
Sample: 2010 2021
Included observations: 10

Dependent variable: UNEMPLOYMENTRATE

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
ROBOTINSTALLATION	7.856844	2	0.0197
AIPATTENTS	3.768529	2	0.1519
All	17.23949	4	0.0017

Dependent variable: ROBOTINSTALLATION

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
UNEMPLOYMENTRATE	64.00582	2	0.0000
AIPATTENTS	33.66972	2	0.0000
All	129.8423	4	0.0000

Dependent variable: AIPATTENTS

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
UNEMPLOYMENTRATE	0.087355	2	0.9573
ROBOTINSTALLATION	14.93529	2	0.0006
All	75.32252	4	0.0000

المصدر: اعتمادا على مخرجات برنامج Eviews 10.