أثر تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي على التشغيل وإنتاجية العمل: نظرة تحليلية

د. رشا سعيد عبد العزيز حامد *

مستخلص

أدي التغير التكنولوجي القائم على التقدم في تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي إلى خلق خوف واسع النطاق من فقدان الوظائف وخفض معدلات التشغيل والإنتاجية. وتطرح هذه الورقة البحثية نظرة تحليلية لوجهات النظر المختلفة حول هذا التأثير، من خلال عرض لسيناريوهين مختلفين لميكانيزم انتقال الأثر المحتمل لزيادة تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي على معدلات التشغيل والإنتاجية بصفة عامة وفقاً لكل سيناريو، وذلك بالنظر إلى تجارب الدول الرائدة تكنولوجيا في هذا المجال ووفقاً للدراسات والأدبيات السابقة. وتخلص الدراسة إلي أنه علي الرغم من الحجج المؤيدة للسيناريو الأسوأ للتأثير وتزايد المخاطر المحتملة، إلا أن وجود تأثيرات إيجابية تفوق الآثار السالبة علي التشغيل والإنتاجية يمكن أن تعزز النظرة المتفائلة لوجود سيناريو افضل يدعم تزايد الفرص الناجمة عن تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في القطاعات المختلفة داخل الاقتصاد، بشرط أن يأخذ صناع السياسة في الاعتبار للإستراتيجيات والسياسات الملائمة لتصحيح المسار في الاقتصاد من أجل الوصول إلي النتائج والأهداف المرجوة، وهو ما يجب أن يراعيه صناع السياسة في الدول النامية من اجل تعظيم المنافع المحتملة الناتجة عن تزايد استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في أقرب وقت ممكن وخفض حدة مخاطره.

كلمات مفتاحية: الذكاء الاصطناعي، التشغيل والتوظف، البطالة التكنولوجية، إنتاجية العمل، مفارقة الإنتاجية، الاقتصاديات الرائدة تكنولوجياً، الاقتصاديات النامية.

Abstract:

The rapid technological change driven by advancements in artificial intelligence (AI) applications has created widespread fear of job losses and reduced employment and productivity. This research paper provides an analytical perspective on the differing viewpoints regarding this impact, by presenting two distinct scenarios for the potential transition mechanism of increased AI technology adoption on employment and productivity levels in general, based on the experiences of technology-leading countries as per existing studies and literature.

* مدرس بقسم الاقتصاد والتجارة الخارجية، كلية التجارة وإدارة الاعمال، جامعة حلوان، مصر.

- Email: rasha.saeed@commerce.helwan.edu.eg

While the arguments supporting the worst-case scenario and the increasing potential risks cannot be ignored, the presence of positive effects outweighing the negative impacts on employment and productivity can reinforce a more optimistic outlook. This suggests a better scenario supporting the growing opportunities arising from applying AI technologies across various sectors within the economy. However, this depends on policymakers considering appropriate strategies and policies to correct the economic trajectory and achieve the desired outcomes. This is a crucial consideration for policymakers in developing countries to maximize the potential benefits of increasing AI technologies as soon as possible while mitigating the associated risks.

Key Words: Artificial Intelligence, Employment and Recruitment, Technological Unemployment, Labour Productivity, The Productivity Paradox, Technologically Leading Economies, Developing Economies.

1.مقدمـة:

أدى التقدم في تكنولوجيا المعلومات في منتصف وأواخر القرن العشرين إلى أتمتة الكثير من عمليات المعالجة المعيارية للبيانات التي كان يقوم بها البشر، فيما عرف بعد ذلك بتقنيات الذكاء الاصطناعي. غير أن كل حلقة من حلقات الأتمتة السابقة لا زالت تترك مساحات كبيرة من العمل لا يمكن أن يقوم بها سوى البشر. ويجلب المستقبل المدعوم بالذكاء الاصطناعي تقنيات وتطبيقات من شأنها أن تساعد في حل المشكلات المعقدة وجعل حياتنا اليومية أسهل وأكثر ملاءمة. والذكاء الاصطناعي لديه القدرة على إحداث تغييرات في الاقتصاديات العالمية، فبالإضافة الي كونه له تأثيرات اقتصادية وقانونية وسياسية وتنظيمية على مجتمعنا بعيدة المدى تمتد الي مختلف أنواع الوظائف والصناعات، فإنه ايضاً لديه القدرة على إحداث العديد من التغييرات الإيجابية في المجتمع سواء الآن أو في المستقبل، بما في ذلك تعزيز الإنتاجية، وتحسين الرعاية الصحية، وزيادة الوصول إلى مصادر التعلم المختلفة. ويشير تقرير لمعهد ماكينزي العالمي إلى أن الذكاء الاصطناعي له تأثير عميق في توفير نشاط اقتصادي عالمي إضافي يبلغ حوالي ١٣ تريليون دولار في المستقبل بحلول عام ٢٠٣٠، أو بنسبة ١٦٪ ارتفاع للناتج المحلي الإجمالي التراكمي مقارنة بالناتج المحلي الإجمالي الحالي. وهذا يعادل نموًا إضافيًا للناتج المحلي الإجمالي بنسبة ١,٢% سنويًا. وسيتحقق ذلك بشكل أساسي نتيجة لاستبدال العمالة بالأتمتة وزيادة الابتكار في المنتجات والخدمات. وأشار التقرير إلى أنه بحلول عام ٢٠٣٠، فإن حوالي ٧٠٪ من الشركات سوف تتبنى الذكاء الاصطناعي وتعتمد نوعًا واحدًا على الأقل من تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي، لكن أقل من النصف سيكون قد استوعب الفئات الخمس للذكاء الصناعي بالكامل. (مصطفي بلتاجي، ٢٠٢٣:٣٩) (Korinek & Stiglitz, 2017:3)

وترتكز المشكلة البحثية المطروحة في هذه الورقة في أن التقدم التكنولوجي وزيادة تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي يمكن أن يجعل الجميع أفضل حالا، فقط إذا تم التوجه نحو المسار الصحيح للتطبيق. ومن هنا، يظهر التساؤل عن كيفية تحقيق ذلك، فالذكاء الاصطناعي ليس له مستقبل محدد سلفا، إذ يمكن له أن يتطور في اتجاهات مختلفة، والمستقبل المعين الذي سينشأ سيكون نتيجة لتأثير العديد من المتغيرات، بما في ذلك القرارات التكنولوجية والمتعلقة بالسياسات التي تتخذ اليوم. ويتطلب الوصول إلى السيناريو المؤدي إلى المستقبل الأفضل عرض للأهداف الإيجابية لما يريده المجتمع من الذكاء الاصطناعي فيما يتعلق بالمتغير المرتبط بالتحليل، وليس فقط النتائج السلبية التي يتطلب تجنب حدوثها ضرورة صياغة تصور لسياسات جيدة، وذلك مع الأخذ في الاعتبار إلى أن الإمكانات التكنولوجية للذكاء الاصطناعي غير مؤكدة وتتطور بسرعة، وأن المجتمع يجب أن يكون مرنا في التطور معها. وفي ظل افتقار الدراسات العربية الحالية لمثل هذا النوع من التحليل الذي يبني على تصور للسياسات المستقبلية، تظهر الفجوة البحثية لهذه الورقة، والتي يمكن من خلالها صياغة المشكلة محل البحث والتحليل. ومن ثم، يمكن تلخيص المشكلة البحثية في التساؤل الرئيسي التالي " إلى أي مدى يؤثر تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي على التشغيل وإنتاجية العمل؟ "، ومن هذا التساؤل الرئيسي تنبثق مجموعة من التساؤلات الفرعية الهامة، وهي:

- إلى أي مدي يؤثر تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي على تشغيل العمل؟ وما هو السيناريو الأفضل لمستقبل يؤدى فيه تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي إلى نمو أعلي في الطلب على العمالة ولا ينعكس على تزايد معدلات البطالة التكنولوجية؟
- إلى أي مدى يمكن أن يؤثر تزايد تطبيق تقنيات الذكاء الصناعي على الانتاجية الكلية للعمالة في القطاعات المختلفة؟ وما هو السيناريو الأفضل لمستقبل يرتبط فيه تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي بمعدلات إنتاجية اعلى؟
- ما هي التوجهات والاجراءات الواجب اتخاذها وتفعيلها من قبل صناع السياسة في الدول النامية لخفض حدة التأثيرات السالبة لتزايد تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي على العمل والإنتاجية في اقتصاديات تلك الدول وحفز التأثيرات الإيجابية؟

وفى هذا الإطار يمكن صياغة الفرضية التالية للدراسة: "تتجاوز الآثار الإيجابية الناجمة عن تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعى على معدلات التشغيل والإنتاجية الآثار السلبية فى القطاعات المختلفة"

وتعتمد منهجية البحث على اتباع الاسلوب الوصفى التحليلى واستخدام كل من المنهجين الاستقرائى والاستنباطى للوصول الى التأثير المحتمل للتوسع فى تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعى على كل من التشغيل والإنتاجية، حيث يعتمد المنهج الاستقرائى على عرض المفاهيم المرتبطة بالذكاء الاصطناعى والتطور التاريخى لظهوره، وباتباع المنهج الاستنباطى سوف يتم انتهاج أسلوب يقوم على التخطيط للسيناريوهات المستقبلية للآثار الناتجة عن زيادة استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعى، حيث سيتم عرض تصور لمسارين مختلفين لمفترق طرق يؤدي كل منهما إلى مستقبل

مختلف تماما للذكاء الاصطناعي وتأثير كل منهما على المتغيرات الاقتصادية المختارة في الدراسة، وذلك بالاعتماد علي تحليل الدراسات والادبيات السابقة التي تعرضت بالتحليل لعلاقة تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي بكل من تلك المتغيرات، في إطار الدول الرائدة تكنولوجياً، ومنها سوف يتم اقتراح بعض السياسات التي يمكن تطبيقها وانتهاجها من قبل صناع السياسة في الدول النامية لتعزيز الوصول إلى المسار الصحيح الذي يمكنها من اللحاق بركب الدول المتقدمة تكنولوجياً، ومن ثم تحقيق الأهداف المنشودة التي تحقق الوضع الأفضل للاقتصاد، وبما ينعكس علي تحقيق النفع العام للفئات الاقتصادية المختلفة. وتجدر الإشارة هنا إلي انه تم الاعتماد علي تلك المنهجية في التحليل في إطار عديد من الدراسات السابقة والأدبيات المرتبطة بموضوع الدراسة. (Kornek, A, Dec,2023)، (Brynjolfsson, E.& Unger, G. Dec,2023)، (Frey, C. and Osborne, M. 2017).

وتهدف الدراسة في ذلك إلى صياغة إرشادات يمكن من خلالها لواضعي السياسات الاقتصادية الوصول لأفضل السبل التي يمكن من خلالها الاستفادة من الفرص والاثار الإيجابية التي يمكن أن يتيحها تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي والتي يمكن ان تنعكس بشكل إيجابي على الاقتصاد، من خلال زيادة معدلات التوظف والإنتاجية، في مقابل تجنب المخاطر والتي قد تنتج عنها مستقبل اسوا ينخفض فيه تشغيل العمل والإنتاجية.

وتنبع أهمية هذه الورقة البحثية من أهمية موضوع الذكاء الاصطناعي نفسه خاصة بعد الطفرة الأخيرة الحادثة في تقنياته وتطبيقاته، وبدء التحول إلى عصر الذكاء الاصطناعي التوليدي Generative AI . حيث أصبح الذكاء الاصطناعي يحتل رأس أولويات جداول أعمال المنظمات الدولية والاقليمية، مثل مجموعة السبعة (G7)ومجموعة العشرين (G20) واليونسكو ومنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) والمنظمة العالمية للملكية الفكرية (WIPO) والاتحاد الأوروبي وجامعة الدول العربية والاتحاد الأفريقي، وغيرها، وتشير مؤشرات Google الي أن اهتمام البحث بموضوع "الذكاء الاصطناعي" قد تضاعف أربع مرات خلال الأربعة سنوات الأخيرة وفقاً لدراسة Frey, C. and Osborne, M. 2017).

وسوف يتم تحقيق الهدف من الدراسة والتحقق من مدي صحة الفرضية من خلال تقسيم الورقة البحثية إلى ستة اجزاء رئيسية، يعرض الجزء الأول لمقدمة الدراسة والتي تشمل مشكلة الدراسة والفرضية الرئيسية والهدف من الدراسة وأهميتها والمنهجية المتبعة في التحليل، أما الجزء الثاني فيمثل مدخل لأساسيات الذكاء الاصطناعي: التعاريف والتقنيات والتكنولوجيات في هذا المجال، وفي الجزء الثالث سوف يتم عرض الأدبيات والدراسات السابقة التي تعرضت بالدراسة والتحليل لأثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي على المتغيرات الاقتصادية المختارة محل التحليل. أما الجزء الرابع من هذه الورقة البحثية فسوف يتم في إطاره تحليل الآثار الاقتصادية الكلية لتزايد تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في الأنشطة الاقتصادية، وذلك على كل من حجم العمالة والتوظف والإنتاجية الكلية داخل الاقتصاد، بالنظر إلي الدراسات السابقة التي تمت على الدول الرائدة في مجال التكنولوجيا وتقنيات الذكاء الاصطناعي، من خلال عرض تصور

لمسارين مختلفين لمفترق طرق يؤدي كل منهما إلى مستقبل مختلف تماما للذكاء الاصطناعي وتأثير كل منهما على المتغيرات الاقتصادية المختارة في الدراسة. ويتضمن الجزء الخامس نظرة خاصة لاقتصاديات الدول النامية من خلال تقديم مقترحات وتوصيات لبعض السياسات التي يمكن من خلال تطبيقها وانتهاجها من قبل صناع السياسة في هذه الدول خفض حدة الآثار السلبية الناجمة عن تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي على العمل والإنتاجية فيها وحفز التأثيرات السالبة بما يعزز الوصول إلى المسار الصحيح للاقتصاد الذي يدعم التأثيرات الموجبة لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي. واخيراً يقدم الجزء السادس النتائج التي تم استخلاصها من التحليل.

٢. الذكاء الاصطناعي: لمحة تاريخية وتعريفية

تشير أنظمة الذكاء الاصطناعي إلى أنظمة تعليمية يمكن للآلات من خلالها أن تؤدي مهمة يؤديها عادةً البشر، ولكن بشكل أفضل وبتدخل بشري محدود أو معدوم. ويشمل هذا التعريف نطاقًا واسعًا من التقنيات والتطبيقات، ويمكن تقسيمه إلى العديد من فئات التكنولوجيا المختلفة. وتجدر الإشارة إلى ضرورة التفرقة بين المهام الفردية التي تؤديها أنظمة الذكاء الاصطناعي والمعروفة باسم "الذكاء الاصطناعي الضيق" ومفاهيم مثل الذكاء الاصطناعي الفائق؛ وهو القدرة الافتراضية للآلة على تجاوز الدماغ البشري بكثير، غير ان التكنولوجيا الحالية لم تسمح بذلك بعد. ولقد أتاح النمو في قوة الحوسبة والاتصال تجميع كميات كبيرة من البيانات ومشاركتها، بما فتح العديد من الفرص الجديدة لتقنيات الـــ AI، والتي يتم تعزيزها بدورها من خلال زيادة توافر البيانات وجمعها بشكل منهجي والوصول إليها. (WIPO, 2019 : 19-20).

١,٢ ما المقصود بالذكاء الاصطناعي؟

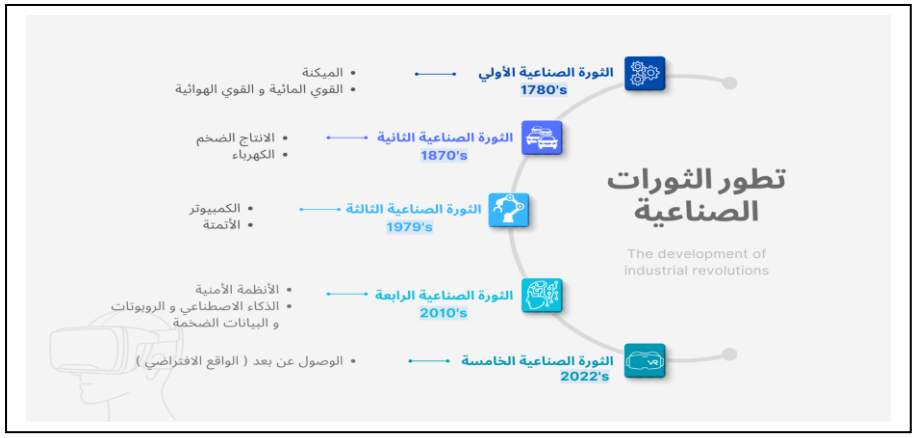
يمكن تعريف الذكاء الاصطناعي بأنه " القدرة التي تتمتع بها أنظمة الحواسب على محاكاة الذكاء البشري وتعلم البيانات وتنفيذ مهام معقدة بكفاءة فائقة". وتحمل هذه التقنية العديد من الفوائد الاقتصادية الهامة، فالذكاء الاصطناعي يمكنه تحليل كميات هائلة من البيانات والحصول على رؤى استراتيجية قيمة، مما يساعد المؤسسات على اتخاذ القرارات الصائبة وتحسين العمليات وزيادة الكفاءة في أنشطتها الاقتصادية. وباستخدام التعلم الآلي وتطبيقات الذكاء الاصطناعي المتقدمة، يمكن تحسين الأداء في مجالات متعددة مثل التشخيص الطبي وتحليل البيانات المالية وتنبؤ التوجهات وتحسين إدارة المخزون والعديد من المجالات الأخرى. وتعد القدرة على التعلم والتكيف التي تمتلكها تقنية الذكاء الاصطناعي سمة مميزة للذكاء الاصطناعي. حيث تتمتع الأنظمة الذكية بالقدرة على تعلم أنماط جديدة من البيانات والتكيف مع تغير الظروف والتحسين المستمر. (إيهاب طلعت، ٢٠٢٣ : ٢٤).

ويمثل الذكاء الاصطناعى التوليدي *(GenAI)* طريقة لتوليد المخرجات بناء على عمليات المدخلات، ووسيلة لإنشاء المحتوى وفقا لرغبات المستخدمين، وليس فقط

الاعتماد على محركات البحث التقليدية، وهو بهذا يمثل طفرة في قدرة الذكاء الاصطناعي على فهم أنماط البيانات المعقدة والتفاعل معها، ومن المتوقع أن يطلق موجة جديدة من الإبداع والإنتاجية. ويمكن تعريفه بأنه التطبيقات التي يتم إنشاؤها عادة باستخدام نماذج اساسية تحتوي على شبكات عصبية اصطناعية موسعة مستوحاة من مليارات الخلايا العصبية المتصلة في الدماغ البشري. وتعد تلك النماذج جزءًا مما يسمى بالتعلم العميق، وهو مصطلح يشير إلى الطبقات العميقة داخل الشبكات العصبية. ولقد دعم التعلم العميق العديد من التطورات الحديثة في الذكاء الاصطناعي، ولكن النماذج الأساسية التي تدعم تطبيقات الذكاء الاصطناعي التوليدية هي تطور تدريجي في التعلم العميق يمكن من خلالها معالجة مجموعات كبيرة جدًا ومتنوعة من البيانات غير المنظمة وأداء أكثر من مهمة واحدة. (عادل عبد الصادق، ٢٠٢٣: ٧)، (Chui,M, et al, 2023).

ولقد بدأت الطفرة الاخيرة للذكاء الاصطناعي قبل حوالي سبع سنوات، كناتج عن الثورة الصناعية الرابعة. وجاء ذلك في أعقاب سلسلة من فترات الصعود والهبوط، والتي يشار إليها غالبا باسم "فصول الصيف والشتاء في مجال الذكاء الاصطناعي" " AI summers and winters"، مع تزايد الاهتمام بالذكاء الاصطناعي وتضاؤله بالتناوب، غير ان مفهوم الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته تواجد قبل ذلك بكثير. (WIPO, 2019:19)، ويوضح الشكل رقم (١) تطور الثورات الصناعية وظهور الذكاء الاصطناعي في إطارها كما يعرض الجدول رقم (١) ملخص للمفاهيم والمصطلحات المرتبطة بالذكاء الاصطناعي.

شكل رقم (١): تطور الثورات الصناعية وظهور الذكاء الإصطناعي



المصدر: من اعداد الباحث بالاعتماد علي دراسة : حسني مهران، (2023)، Stephanie M.(2022)

جدول رقم (١): مصطلحات الذكاء الاصطناعى

المصطلح	التعريف
الذكاء الاصطناعى Artificial Intelligence	أحد مجالات علوم الحاسب الذي يركز على بناء النظم لمحاكاة السلوك البشري والكشف عن ذكاء الآلات.
التحيز Bias	تحدث هذه الظاهرة عندما يُنتج نظام الذكاء الاصطناعى نتائج غير عادلة أو غير دقيقة بصورة منهجية بسبب افتراضات أو تأثيرات مغلوطة فى عملية تعلم الآلة. ويمكن لتحيز الذكاء الاصطناعى أن يؤدى إلى تداعيات سلبية على الأفراد والمجتمعات، كالتمييز أو نشر المعلومات الخاطئة أو فقدان الثقة. وتختلف أنواع التحيز ومصادره في الذكاء الاصطناعي، مثل تحيز البيانات وتحيز الخوارزميات والتحيز البشري والتحيز المجتمعى
تعلم الآلة Machine Learning	يقصد به دراسة سبل اكتساب الذكاء الاصطناعى للمعرفة من البيانات التدريبية. وهو مجموعة فرعية من الذكاء الاصطناعى، حيث يكتسب النموذج مجموعة من القدرات ويعزز مهاراته الادراكية، أو المعرفية، أو الفكرية، أو عملياته عقب تغذيته بالعديد من نقاط البيانات أو تدريبه عليها. وتكتشف خوارزميات تعلم الآلة الأنماط وتتعلم كيفية إعداد التنبؤات والتوصيات من خلال معالجة البيانات والتجارب. وبذلك يتعلم النظام تقديم محتوى دقيق بمرور الوقت.
التعلم العميق Deep Learning	يشير إلى مجموعة فرعية من طرق تعلم الآلة تستخدم الشبكات العصبية العميقة (الاصطناعية) متعددة الطبقات التى تجرى عمليات حسابية تمثيلية مستمرة (باستخدام أرقام حقيقية)، فيما يشبه إلى حد ما التنظيم الهرمى للخلايا العصبية فى المخ البشرى. وتحديدا، تكمن فعالية التعلم العميق في قدرته على التعلم من البيانات غير المنظمة، كالصور والنصوص والأصوات.
الضبط الدقيق Fine -Tuning	يقصد به تعديل نموذج تأسيسى مدرب مسبقا لأداء مهمة محددة بصورة أفضل. ويتطلب ذلك التدريب لفترة قصيرة نسبيا على مجموعة من البيانات المصنفة، ولكنها أصغر كثيرا مقارنة بمجموعة البيانات التى تم تدريب النموذج عليها فى الأصل. ويتيح هذا التدريب الإضافى للنموذج التعلم والتكيف مع الفروق الدقيقة والمصطلحات والأنماط المحددة.
التعلم تحت الإشراف Supervised Learning	أحد أنواع تعلم الآلة الذى يستخدم مجموعات البيانات المصنفة فى تدريب الخوارزميات على تصنيف البيانات أو التنبؤ بالنتائج. ويُقصد بمجموعات البيانات المصنفة مجموعات من البيانات التي يمنحها الإنسان اسما أو تصنيفا محددا
هلوسة الذكاء الاصطناعي Hallucination	وفقا لهذه الظاهرة، ينتج نظام الذكاء الاصطناعى مخرجات ليس لها أساس فى الواقع أو السياق المعنى. فعلى سبيل المثال، يمكن لروبوت الدردشة تلفيق حقائق أو قصص، أو قد يرى نظام التعرف على الصور بالذكاء الاصطناعى أجساما أو أنماطا غير موجودة.
نماذج اللغة الكبيرة Large Language Models	تعد بمثابة شبكة عصبية مدربة على عدد كبير من النصوص لمحاكاة لغة الإنسان. ويمكن لهذه الفئة من النماذج التأسيسية معالجة كميات هائلة من النصوص غير المنظمة وتعلم العلاقات بين الكلمات ومجموعات الكلمات، التى يُطلق عليها اسم الوحدات اللغوية. وبذلك يمكن لهذه النماذج توليد نصوص لغوية طبيعية لأداء مهام مثل إعداد الملخصات أو استخلاص المعرفة. وتعد النسخة الرابعة من نموذج الذكاء الاصطناعى (التى تسبق نموذج الذكاء الاصطناعى *ChatGPT*والنموذج اللغوي للتطبيقات الحوارية *LaMDA*)الذي تقوم عليه أداة (Bardمثالين على نماذج اللغة الكبيرة.
الشبكة العصبية Neural Network	نموذج حاسوبي مستوحى من هيكل الخلايا العصبية البيولوجية ووظائفها.
هندسة الأوامر Prompt Engineering	أحد أساليب الذكاء الاصطناعى المستخدمة فى صياغة نماذج لغوية مثالية وضبطها بدقة لأداء مهام محددة والوصول إلى المخرجات المرغوبة. ويُطلق عليه أيضا مصطلح تصميم الأوامر، ويشير إلى عملية البناء الدقيق للأوامر أو المدخلات بغرض تحسين أداء نماذج الذكاء الاصطناعي لتنفيذ مهام محددة.
التعلم بدون اشراف Unsupervised Learning	أحد أنواع تعلم الآلة، حيث تتعلم الخوارزميات الأنماط من بيانات غير مصنفة دون أي تدخل بشري سواء بالإرشاد أو التقييم اللاحق.
الذكاء الاصطناعي التوليدي Generative AI	أحد أشكال تعلم الآلة، حيث يمكن لمنصات الذكاء الاصطناعي توليد مخرجات جديدة استجابة للأوامر بناء على البيانات المستخدمة في تدريبها.
الأوامر Prompts	تمثل تعليمات يتم إعطاؤها لنظام الذكاء الاصطناعي باستخدام اللغة الطبيعية بدلا من لغة الحاسوب. فعلى سبيل المثال، يمكن إعطاء أوامر للذكاء الاصطناعي التوليدي لإنشاء محتوى يبدو مبتكرا أو مشوقا.

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على المصادر التالية:

Coursera. (2024), Manning, Christopher. (2022)., McKinsey Digital. (2023). And IMF, (Dec.2023), https://www.imf.org/ar/Publications/fandd/issues/2023/12/AI-Lexicon

ولقد مر الذكاء الاصطناعي بالعديد من التطورات والتغيرات منذ الخمسينيات من هذا القرن حتى يومنا الحالي وهو ما سنتطرق اليه بالتحليل في النقطة التالية.

٢,٢ الطفرة التاريخية للذكاء الاصطناعي:

يعد آلان تورينغ Turing, A. ، عالم الحاسوب الرائد، أول من تصور إمكانية وصول الآلات إلى مستويات الإتقان تلك، وهو ما عبر عنه في بحث صدر عام ١٩٥٠. ومع ظهور نموذج الذكاء الاصطناعي "*ChatGPT*" وغيره مما يسمى بأدوات الذكاء الاصطناعي التوليدي، أصبح تنبؤه بشأن "لعبة المحاكاة "imitation game" واقعا ملموسا. TURING, A. M. I. (, October 1950)

ففي ستينات القرن الماضي، أُعجب العلماء ببرنامج اسمه روبوت الدردشة "إليزا Eliza" لقدرته على توليد استجابات مماثلة لاستجابات الإنسان. كان برنامجا بسيطا يعمل وفق مجموعة من القواعد، لكنه كان مقدمة لما يعرف الآن باسم "روبوتات الدردشة" (chatbots). وبعد مرور عقدين من الزمن، ظهرت الشبكات العصبية الاصطناعية (*neural networks*). وبفضل هذه الشبكات، المستوحاة من عقل الإنسان، اكتسبت الآلات مهارات جديدة، مثل فهم الفوارق اللغوية الدقيقة والتعرف على الصور. إلا أن محدودية كم البيانات المتاحة للتدريب وعدم كفاية القدرة الحاسوبية أعاقا إحراز تقدم حقيقي. ومن اللافت للنظر أن هذين الموردين المتلازمين استمرا في التضاعف كل عام، مما مهد الطريق نحو انطلاق الموجة الثالثة من الذكاء الاصطناعي في العقد الأول من القرن الحادي والعشرين: موجة التعلُّم العميق (*deep learning*). Troupe, Herve, (Dec. 2023 :8)

ويركز تعلم الآلة Machine Learning على منح الآلات والحواسيب القدرة على التعلم دون أن تتم برمجتها عبر خوارزميات تستطيع أن تتعلم ذاتيًا، وتصنع التنبؤات بخصوص البيانات دون تدخل بشري. أما التعلم العميق فهو أحد فروع تعلم الآلة، ويتم فيه تصميم الخوارزميات المستخدمة لمحاكاة بنية ووظيفة الدماغ البشري، والتي عرفت باسم «الشبكات العصبية الصناعية». (عادل عبد الصادق، ٢٠٢٣: ٧).

وفي ظل ابتكارات مثل خدمة الترجمة الآلية Google Translate، والمساعدين الرقميين مثل Alexa وSiri، ومع ظهور السيارات ذاتية القيادة، بدأت الآلات تفهم العالم وتتفاعل معه. وبرغم كل هذا التقدم، ظل هناك جزء مفقود من اللغز. فالآلات استطاعت أن تساعد وتتنبأ، لكنها عجزت عن أن تفهم فعليا تعقيدات المحادثة البشرية، وأبدت ضعفا في توليد محتوى يشبه المحتوى الذي يصنعه الإنسان. وفي عام ٢٠١٤، استفادت شبكات الخصومة التوليدية (generative adversarial networks) أو الذكاء الاصطناعي التوليدي Generative AI، من قدرة شبكتين عصبيتين متنافستين، بحيث تعمل كل منهما على صقل مهارات الأخرى بشكل متواصل. فقد أنشأت "الشبكة العصبية المولِّدة" (generator) بيانات أو نصوص أو صور بالمحاكاة، في حين حاولت "الشبكة العصبية المميِّزة" (discriminator) التمييز بين المحتوى الحقيقي والمحاكي. وأحدثت هذه

المنافسة بين الشبكتين ثورة في الطريقة التي يفهم بها الذكاء الاصطناعي الأنماط المعقدة وكان ذلك في إطار الثورة الصناعية الرابعة. (Troupe, Herve, Dec. 2023 :8)

وتم العثور على الجزء الأخير من اللغز في ٢٠١٧ عند صدور بحث رائد بعنوان "Attention is All you Need"فمن خلال تعليم الذكاء الاصطناعي التركيز على الأجزاء المهمة من المدخلات، بدا فجأة أن الآلة اكتسبت الإدراك – أي استيعاب جوهر المدخلات. ونتج عن هذا الذكاء الاصطناعي التوليدي محتوى يحمل شبها مخيفا بالمحتوى الذي يبتكره الإنسان، على الأقل في المختبرات. Vaswani, Ashish et al, ((2017)).

وأدت "شبكات الخصومة التوليدية" او الذكاء الاصطناعي التوليدي مع آليات الانتباه GANs and attention mechanisms، بدعم من المعلومات المتنامية والقدرة الحاسوبية، إلى تمهيد الطريق أمام نموذج الذكاء "ChatGPT" – وهو روبوت الدردشة الأكثر إثارة للدهشة على الإطلاق. وقد أطلقت هذا النموذج شركة OpenAI في نوفمبر ٢٠٢٢، وسرعان ما تبعتها شركات أخرى من عمالقة التكنولوجيا بإنتاج روبوتات دردشة خاصة بها تقوم على استخدام الذكاء الاصطناعي. وبعد إصدار ChatGPT في نوفمبر ٢٠٢٢ بأربعة أشهر، أصدرت OpenAI نموذجًا جديدًا للغة كبيرة الحجم، أو LLM، يسمى GPT-4 بقدرات محسنة بشكل ملحوظ، بحلول مايو ٢٠٢٣، تمكن الذكاء الاصطناعي التوليدي لشركة Anthropic، كلود، من معالجة ١٠٠٠٠٠ رمز مميز من النص، أي ما يعادل حوالي ٧٥٠٠٠ كلمة في الدقيقة – وهو متوسط طول الرواية – مقارنة بما يقرب من ٩٠٠٠ رمز عند طرحها في مارس ٢٠٢٣ وفي مايو ٢٠٢٣، أعلنت جوجل عن العديد من الميزات الجديدة المدعومة بالذكاء الاصطناعي التوليدي، بما في ذلك تجربة البحث التوليدية وLLM جديد يسمى PaLM 2 والذي سيعمل على تشغيل برنامج Bard chatbot، من بين منتجات Google الأخرى. (Chui,M, et al, June 2023)، ويلخص الجدول رقم (2) التطور التاريخي للذكاء الاصطناعي حتى العام الحالي للدراسة ٢٠٢٤. (WIPO, 2019 :19).

جدول رقم (2): التطور التاريخي للذكاء الاصطناعي

الفترة	تطور الـــ AI
١٩٥٦-١٩٧٤	تتمتع السنوات الذهبية للذكاء الاصطناعى بتمويل حكومى فى أساليب حل المشكلات الواعدة القائمة على المنطق.
١٩٧٤-١٩٨٠	تؤدي التوقعات العالية للغاية إلى جانب القدرات المحدودة لبرامج الذكاء الاصطناعي إلى أول "شتاء للذكاء الاصطناعي"، مع انخفاض التمويل والاهتمام بأبحاث الذكاء الاصطناعى.
١٩٨٠-١٩٨٧	يجلب ظهور الأنظمة الخبيرة القائمة على المعرفة نجاحات جديدة وتغييرًا فى تركيز البحث والتمويل نحو الذكاء الاصطناعي.
١٩٨٧-١٩٩٣	يبدأ "شتاء الذكاء الاصطناعي" الثاني مع الانهيار المفاجئ لصناعة الأجهزة المتخصصة في عام ١٩٨٧. ويجلب الضجيج حول الذكاء الاصطناعي تصورات سلبية من جانب الحكومات والمستثمرين، حيث تظهر الأنظمة الخبيرة حدودها ويثبت أن تحديثها وصيانتها مكلف.

١٩٩٣-٢٠١٢	يعود التفاؤل بشأن الذكاء الاصطناعي ويزداد. يتم تحقيق النجاحات الجديدة بمساعدة القوة الحسابية المتزايدة ويصبح الذكاء الاصطناعي يعتمد على البيانات. في عام ١٩٩٧، تغلب جهاز Deep Blue من شركة IBM على بطل العالم كاسباروف في لعبة الشطرنج. في عام ٢٠٠٢، تستخدم أمازون أنظمة آلية لتقديم التوصيات. في عام ٢٠١١، تم إطلاق شركة Apple Siri وتغلب IBM Watson على بطلين بشريين في مسابقة Jeopardy التلفزيونية.
٢٠١٢-٢٠١٦	تتيح زيادة توافر البيانات والترابط والقوة الحسابية تحقيق اختراقات في التعلم الآلي، وخاصة في الشبكات العصبية والتعلم العميق، مما يبشر بعصر جديد من زيادة التمويل والتفاؤل بشأن إمكانات الذكاء الاصطناعي. في عام ٢٠١٢، تتنقل سيارات Google ذاتية القيادة بشكل مستقل، وفي عام ٢٠١٦، تغلب Google AlphaGo على بطل العالم في لعبة اللوحة المعقدة Go
٢٠١٦-٢٠٢٢	أدت "شبكات الخصومة التوليدية" مع آليات الانتباه GANs and attention mechanisms، بدعم من المعلومات المتنامية والقدرة الحاسوبية، إلى تمهيد الطريق أمام نموذج الذكاء الاصطناعي "*ChatGPT*" – وقد أطلقت هذا النموذج شركة *OpenAI* في نوفمبر ٢٠٢٢
٢٠٢٣-٢٠٢٤	إصدار GPT 4 في ٢٠٢٣ وأعلنت جوجل عن العديد من الميزات الجديدة المدعومة بالذكاء الاصطناعي التوليدي، بما في ذلك تجربة البحث التوليدية وLLM جديد يسمى PaLM 2 والذي سيعمل على تشغيل برنامج Bard chatbot،

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على WIPO. Technology Trends(2019), Artificial Intelligence, World Intellectual Property Organization, :19

٣. الأدبيات والدراسات السابقة:

تناولت دراسة Bessen, J. (2018) ، التأثير المحتمل لتقنيات الذكاء الاصطناعي على التوظيف. حيث تعرضت الدراسة لتحليل الاتجاهات التاريخية في صناعات مثل المنسوجات والصلب وتصنيع السيارات لفهم العلاقة المعقدة بين التكنولوجيا والطلب والتوظيف. وسلطت الدراسة الضوء على أنه في حين أدت التكنولوجيا، بما في ذلك الأتمتة automation، إلى فقدان الوظائف في الصناعات التحويلية، فإن تأثيرها على التوظيف ليس واضحا. كما أشارت الي أنه في الماضي، نمت العمالة فعليا في الصناعات التي تشهد تغيرا تكنولوجيا سريعا، وان العامل الرئيسي الذي يحدد تأثير الذكاء الاصطناعي على الوظائف هو طبيعة الطلب.

وقدمت الدراسة نموذجًا بسيطًا للطلب يتنبأ بدقة بارتفاع وانخفاض العمالة في صناعات النسيج والصلب والسيارات، حيث أشار النموذج المقترح إلى أن التكنولوجيات الجديدة لا تحل محل العمالة الآلات فحسب، بل إنها تنطوي أيضا على القدرة على خفض الأسعار، وتحسين جودة المنتج، والتخصيص، وسرعة التسليم، وبالتالي زيادة الطلب. وإذا زاد الطلب بالقدر الكافي، فمن الممكن أن ينمو تشغيل العمالة حتى مع انخفاض متطلبات العمل لكل وحدة من الإنتاج. واشارت الدراسة إلى ان فقدان الوظائف في إحدى الصناعات يمكن تعويضه من خلال نمو العمالة في الصناعات الأخرى على مستوى الاقتصاد الكلي. وركزت الدراسة على تأثير التكنولوجيا على التوظيف داخل الصناعة المتضررة نفسها.

وانتقدت الدراسة التفسيرات الحالية لتراجع التصنيع من خلال عرض نمط "U المقلوب" The "inverted U" pattern، حيث ينمو تشغيل العمالة في البداية مع حدوث نمو

سريع في الإنتاجية، ولكنه يتراجع في النهاية. وأكدت الدراسة على أن التغيرات في مرونة الطلب مع نمو الدخل تلعب دورا هاما في تشكيل هذا النمط. فمع ارتفاع الدخل، تتغير تفضيلات المستهلكين والطلب على المنتجات، مما يؤثر على ديناميكيات التوظيف. وأشارت الورقة البحثية إلى أن فهم الطبيعة المتغيرة للطلب أمر بالغ الأهمية للتنبؤ بتأثير الذكاء الاصطناعي على الوظائف في المستقبل.

وتناولت دراسة Chiacchio, F., Petropoulos, G., and Pichler, D. (2018) تأثير الروبوتات الصناعية على التوظيف والأجور في ستة دول في الاتحاد الأوروبي، والتي تشكل ٨٥,٥ بالمائة من سوق الروبوتات الصناعية في الاتحاد الأوروبي. وأوضحت الدراسة إلي انه من الناحية النظرية، يمكن للروبوتات أن تحل محل العمال مباشرة من أداء مهام محددة (تأثير الإزاحةdisplacement effect). ولكنها تستطيع أيضاً توسيع الطلب على العمالة من خلال الكفاءات التي تضيفها إلى الإنتاج الصناعي (تأثير الإنتاجية productivity effect). واعتمدت الدراسة على مدخل توازن سوق العمل المحلي the local labour market equilibrium approach الذي طوره Acemoglu و Restrepo (٢٠١٧) لتقييم أي من التأثيرين يسيطر علي سوق العمل. وأوضحت النتائج أن روبوتاً إضافياً واحداً لكل ألف عامل يقلل من معدل التوظيف بمقدار ٠,١٦ إلى ٠,٢٠ نقطة مئوية. وبالتالي يهيمن (تأثير الإزاحةdisplacement effect) بشكل كبير، وظهر هذا التاثير بشكل خاص بالنسبة للعاملين في التعليم المتوسط وللفئات الشابة. ومع ذلك، لم تشير تقديرات الدراسة إلى نتائج قوية وهامة بشأن تأثير الروبوتات على نمو الأجور، حتى بعد مراعاة التأثيرات المقابلة المحتملة عبر مختلف المجموعات السكانية والقطاعية.

وبحثت دراسة Gries, T., & Naudé, W. (2018). ، في الآثار المحتملة للذكاء الاصطناعي على الوظائف وعدم المساواة والإنتاجية والنمو والتنمية. وأكدت علي المخاوف بشأن البطالة التكنولوجية الجماعية، وأعادت الدراسة تقييم التوقعات المتعلقة بهذه النقاط في إطار تحليل نقدي ومراجعة للأدبيات الحديثة حول هذا الموضوع واتباع نهجًا مختلفًا من خلال دمج الأتمتة الميسرةAI-facilitated automation بالذكاء الاصطناعي في إطار product variety model، والذي يستخدم بشكل شائع في نظرية النمو الداخلي endogenous growth theory ، ولكن تم تعديله ليأخذ في الاعتبار قيود جانب الطلب. وتسلط الدراسة الضوء على حداثة هذا النهج، حيث إن معظم نماذج النمو الحالية، بما في ذلك تلك التي تتضمن الذكاء الاصطناعي، تؤكد في المقام الأول على عوامل جانب العرض. وتناولت الدراسة التناقض بين توقعات فقدان الوظائف بشكل كبير وتسارع الإنتاجية ونمو الناتج المحلي الإجمالي بالنسبة للذكاء الاصطناعي مع الواقع الحالي لمعدلات البطالة المنخفضة المصحوبة بركود الأجور وانخفاض نمو الإنتاجية وزيادة عدم المساواة. وقدمت الدراسة تفسيرًا نظريًا لهذه الظاهرة في سياق التقدم السريع في الذكاء الاصطناعي حيث توصلت الي أنه على الرغم من التقدم في مجال الذكاء الاصطناعي، فإن النتائج المتوقعة لم تتحقق، ولا يزال ركود الأجور وعدم المساواة قائمين. واشارت الدراسة إلى أن العوامل المرتبطة بالطلب، وليس فقط التقدم

التكنولوجي، تلعب دورًا حاسمًا في تشكيل تأثيرات الذكاء الاصطناعي على أسواق العمل والنتائج الاقتصادية.

وفي دراسة Graetz, G.,& Michaels, G., (2018)، تم استخدام نموذج Panel Data حول اعتماد الروبوتات داخل الصناعات والمتغيرات الآلية الحديثة التي تعتمد على الميزة النسبية للروبوتات في مهام محددة وذلك في سبعة عشر دولة من عام ١٩٩٣ الي عام ٢٠٠٧ للوصول الي المساهمات الاقتصادية للروبوتات الصناعية الحديثة، وهي آلات مرنة ومتعددة الاستخدامات ومستقلة في زيادة الانتاجية السنوية للعمالة . وأشارت النتائج الي أن زيادة استخدام الروبوتات ساهمت بنحو ٠.٣٦ نقطة مئوية في نمو انتاجية العمل السنوية، في حين أدت في الوقت نفسه الي زيادة انتاجية العامل الاحمالي وخفض أسعار الانتاج. وأشارت تقديرات الدراسة الي أن الروبوتات لم تقلل بشكل كبير من احمالي العمالة، على الرغم من أنها خفضت حصة العمالة من ذوي المهارات المنخفضة.

وقدمت دراسة Naude & Nagler (2018) تحليل للعلاقة بين الابتكار التكنولوجي ونمو إنتاجية العمل منذ عام ١٨٧١ في المانيا. وتبينت أنه على مدى العقود الثلاثة الماضية وجد الاقتصاد صعوبة متزايدة في تحويل الابتكار التكنولوجي إلى نمو في إنتاجية العمل. وعلى الرغم من ارتفاع الإنفاق على البحث والتطوير وزيادة عدد الموظفين الذين يعملون في مختبرات الأبحاث، إلا إن نمو إنتاجية العمل استمر في الانخفاض وظلت ريادة الأعمال في ألمانيا في حالة ركود. ونتيجة لذلك، ضعفت فعالية الإبداع التكنولوجي في تحسين إنتاجية العمل، وهو ما أدى إلى اتساع فجوة التفاوت في الدخل والفقر. وقدمت الدراسة سببين مترابطين لهذه الظاهرة. الأول، هو أن نظام الابتكار الوطني نفسه يعاني من نقاط ضعف معينة. والثاني هو ركود ريادة الأعمال. ودعت الدراسة إلى انتهاج سياسات تعمل على تحسين نظام الإبداع، والقدرات التعليمية والإدارية، واستثمارات رأس المال الاستثماري، والقدرة على المنافسة في الأسواق. ويعد تعزيز الحماية الاجتماعية ورفع الأجور الحقيقية من التدابير الداعمة المهمة وفقا للدراسة.

وأكدت دراسة Acemoglu and Restrepo (2017) علي تزايد القلق بشأن مستقبل الوظائف والأجور مع تولي الروبوتات وغيرها من التقنيات المدعومة بالحاسوب المهام التي كان يؤديها العمال في السابق، حيث قاموا بتحليل تأثير الزيادة في استخدام الروبوت الصناعي بين عامي ١٩٩٠ و٢٠٠٧ على أسواق العمل المحلية في الولايات المتحدة. وباستخدام نموذج تتنافس فيه الروبوتات مع العمالة البشرية في إنتاج مهام مختلفة، أظهرت نتائج الدراسة أن الروبوتات قد تقلل من العمالة والأجور، وأنه يمكن تقدير تأثيرات الروبوتات في سوق العمل المحلي من خلال تقدير انحدار التغير في التوظيف والأجور حول تزايد التعرض للروبوتات في كل سوق عمل محلي. تم تحديد ذلك من خلال الاختراق الوطني للروبوتات في كل صناعة والتوزيع المحلي للعمالة عبر الصناعات. وباستخدام هذا المنهجية، قامت الدراسة بتقدير التأثيرات السلبية الكبيرة والقوية للروبوتات على التوظيف والأجور عبر المناطق المختلفة، بالإضافة الي بعض

المتغيرات الأخرى، مثل الواردات من الصين والمكسيك، وتراجع الوظائف الروتينية. والنقل إلى الخارج. وأشارت النتائج الي ان إن روبوتا إضافيا لكل ألف عامل يقلل من نسبة العمالة إلى السكان بنحو ٠,١٨ إلى ٠,٣٤ نقطة مئوية والأجور بنحو ٠,٢٥ إلى ٠,٥ في المائة.

وفي إطار دراسة(Dauth et al(2017 حول تأثير ارتفاع التعرض للروبوتات على الحياة المهنية لعمال التصنيع الفرديين، وتأثير التوازن عبر الصناعات وأسواق العمل المحلية في ألمانيا، لم تجد الدراسة أي دليل على أن الروبوتات تتسبب في خسارة إجمالية للوظائف، ولكنها تؤثر على تركيبة العمالة الإجمالية. حيث يؤثر كل روبوت سلباً علي وظيفتين في قطاع التصنيع. ويمثل هذا ما يقرب من ٢٣% من الانخفاض الإجمالي في تشغيل العمالة في قطاع التصنيع في ألمانيا في الفترة من ١٩٩٤ إلى ٢٠١٤، أي ما يقرب من ٢٧٥ ألف وظيفة. لكن هذه الخسارة تم تعويضها بالكامل من خلال الوظائف الإضافية في قطاع الخدمات. علاوة على ذلك، لم ترفع الروبوتات خطر إزاحة عمال التصنيع الحاليين. وعلى النقيض من ذلك تماما، فإن المزيد من العمال المعرضين للروبوتات من المرجح أن يظلوا يعملون في أماكن عملهم الأصلية، على الرغم من أنهم لا يؤدون بالضرورة نفس المهام، وكان الانحدار الإجمالي للتصنيع مدفوعا فقط بعدد أقل من الوظائف الجديدة للداخلين الشباب إلى سوق العمل. ويأتي هذا الاستقرار الوظيفي وفقا للدراسة على حساب انخفاض الأجور. وينشأ التأثير السلبي للروبوتات على الدخل الفردي في المقام الأول بالنسبة للعمال ذوي المهارات المتوسطة في مهن تشغيل الآلات، في حين يكسب المديرون من ذوي المهارات العالية. وفي المجمل، وتعمل الروبوتات على زيادة إنتاجية العمل، ولكن ليس الأجور. وبالتالي فإنهم يساهمون في انخفاض حصة دخل العمل.

وفي دراسة (Berriman and Hawksworth،٢٠١٧) حول التأثير المحتمل للأتمتة علي الوظائف في المملكة المتحدة والمزايا التي تقدمها الأتمتة للوظيفة، أشارت الدراسة إلي أنه علي الرغم من جزء الوظائف التي تحل محلها الأتمتة، فإنها تؤدي أيضًا إلى إنشاء إصدارات جديدة أكثر تعقيدًا من المهام الحالية، مما يؤدي إلى زيادة الطلب على التوظيف. ويعد العامل الأساسي في زيادة الطلب وفقاً للدراسة هو درجة المهارة اللازمة للاستفادة من هذه الوظائف الجديدة. كما أشارت الدراسة إلى أن إنشاء مهام جديدة يتمتع فيها العمالة بميزة نسبية هو أحد الجوانب الإيجابية للأتمتة، حيث ستخلق الأتمتة وظائف جديدة (وظائف ذكية) وتزيل الوظائف المتكررة التي ستحل محلها الآلات في المستقبل. ومع ذلك، فإن هذه الوظائف الجديدة سوف تحتاج إلى مهارات عالية. ولذلك، فإن مستوى ونوعية التعليم يلعبان دوراً هاماً في الوظائف الجديدة التي ستولدها الأتمتة. ويجب على العمال وطلاب المستقبل إعداد أنفسهم من خلال تركيز تدريبهم بشكل أكبر على المهارات التي تتطلبها التقنيات الجديدة. وقد تجهزنا الأتمتة لمستقبل يضطر فيه العمال من ذوي المهارات المنخفضة إلى تغيير مهنهم أو فقدان مهنهم، والتي ستشغلها الآلات بالكامل. وتوصلت الدراسة أيضاً إلي أن

فقدان الوظائف يعتمد على سرعة الأتمتة في كل دولة. واستناداً إلى الهيكل الاقتصادي، وسياسة الاستثمار في التكنولوجيا الجديدة، ومستوى التعليم في البلدان، فإن سرعة انتشار الأتمتة تكون أبطأ في بعض الدول وتكون مكثفة في دول أخرى. وتكون الوظيفة أكثر عرضة للخطر في الدول التي لديها أتمتة عالية مقارنة بالدول التي لديها أتمتة متوسطة أو منخفضة.

وركزت دراسة MGI - McKinsey Global Institute (2017b) على تأثير التقنيات الرقمية والذكاء الاصطناعي على سوق العمل في تسعة دول أوروبية رائدة رقميًا وهي بلجيكا، الدنمارك، إستونيا ، فنلندا ، أيرلندا ، لوكسمبورج، هولندا ، النرويج والسويد. وتخلص الدراسة إلى أنه في الماضي، ساهمت التكنولوجيا بنحو ٣٠% من نمو الناتج المحلي الإجمالي في تلك الدول بين ١٩٩٠ و٢٠١٦، كما أدت إلى استبدال نحو ١٢٠ ألف وظيفة سنويًا بين ١٩٩٩ و٢٠١٠، بينما خلقت نحو ٢٠٠ ألف وظيفة جديدة سنويًا، بصافي زيادة ٨٠ ألف وظيفة سنويًا، مع أكثر من نصف هذه الوظائف الجديدة كانت وظائف عالية المهارة. وتتوقع الدراسة أن تقنيات التشغيل الآلي والذكاء الاصطناعي لديها القدرة على رفع معدل نمو الناتج المحلي في الدول الرائدة رقميًا بنحو ٠,٥ إلى ١,٠ نقطة مئوية، وعلى الرغم من استبدال بعض الوظائف، إلا أن إنشاء وظائف جديدة نتيجة زيادة الإنتاجية يمكن ان يحقق التوازن في سوق العمل، وسيتطلب تحقيق ذلك مجموعة جديدة من المهارات الفنية والاجتماعية، لذلك يجب على أصحاب العمل والحكومات العمل إعادة تدريب وتأهيل العمال لمواجهة التغييرات المتوقعة. واقترحت الدراسة خمس توجهات لدعم مستقبل العمل، وهي: الحفاظ على ريادة الدول الرائدة رقميًا، دعم نظام الذكاء الاصطناعي والتشغيل الآلي المحلي، التعليم والتدريب لمستقبل العمل، دعم انتقال العمال، وتشكيل الإطار السياسي العالمي.

وقامت دراسة Frey, C. and Osborne, M. (2013) بتحليل مدى تأثر الوظائف بإدخال تكنولوجيا الحاسبات في العمل، من خلال تطبيق منهجية جديدة لتقدير احتمالية الحوسبة لـــ ٧٠٢ مهنة تفصيلية، وبناءً على هذه التقديرات تم دراسة التأثيرات المتوقعة للحوسبة المستقبلية على نتائج سوق العمل في الولايات المتحدة، بهدف تحليل عدد الوظائف المعرضة للخطر والعلاقة بين احتمال حوسبة المهن والأجور والتحصيل التعليمي. ووفقاً لتقديراتهم، فإن نحو ٤٧% من إجمالي العمالة في الولايات المتحدة معرضة للخطر. كما أظهرت نتائج الدراسة أن الأجور والتحصيل العلمي يظهران علاقة سلبية قوية مع احتمال حوسبة المهنة. وميزت الدراسة بين المهن ذات المخاطر العالية والمتوسطة والمنخفضة، اعتمادا على احتمالية حوسبة هذه الوظائف. وركزت على إمكانية أتمتة الوظائف على مدار عدد غير محدد من السنوات. وتنبأت الدراسة أن معظم العاملين في مهن النقل والخدمات اللوجستية، إلى جانب الجزء الأكبر من العاملين في المكاتب والدعم الإداري، والعمال في مهن الإنتاج، معرضون للخطر. كذلك أظهرت الدراسة أن نسبة كبيرة من العمالة في مهن الخدمات، والتي حدث معظم نمو الوظائف في الولايات المتحدة على مدى العقود الماضية في اطارها، معرضة بدرجة كبيرة

للحوسبة. وهو ما يتضح من نمو سوق الروبوتات الخدمية والتقلص التدريجي للميزة النسبية للعمل البشري في المهام التي تنطوي على التنقل والبراعة. كذلك أظهرت الدراسة أن الأجور والتحصيل العلمي يظهران علاقة سلبية قوية مع احتمال الحوسبة. وأشارت النتائج إلى أنه مع تقدم التكنولوجيا إلى الأمام، سيعيد العمال من ذوي المهارات المنخفضة تخصيص مهام غير قابلة للحوسبة – أي المهام التي تتطلب الذكاء الإبداعي والاجتماعي والتي سوف تفرض عليهم اكتساب مهارات إبداعية واجتماعية.

وبالنظر إلي العرض السابق لبعض الأدبيات المرتبطة بموضوع الدراسة يتضح الآتي:

- عدم التوافق في وجهات النظر حول أثر الذكاء الاصطناعي علي العمل، حيث تري بعض الدراسات أن تأثير الإزاحة للعمل أقوي وبالتالي يؤدي التقدم في مجال الذكاء الاصطناعي لفقدان اكبر في الوظائف مثل دراسة(2018) Chiacchio, F.,et al ودراسة Acemoglu and Restrepo (2017) والتي أكدت علي أن زيادة الاتمتة ترتبط بتأثيرات سالبة قوية على التوظف والأجور. وعلي النقيض، لم تجد دراسات اخري مثل دراسة Dauth et al(2017) أي دليل علي أن زيادة الاتمتة ترتبط بخسارة الوظائف ولكنها اشارت الي تأثيرها على التركيبة الإجمالية للعمالة. واتفقت دراسة Berriman and Hawksworth،(2017) مع هذه النتيجة، حيث أشارت إلي الأثر الإيجابي للأتمتة علي التوظف من خلال خلق مهام جديدة داخل الوظائف، وكذلك دراسة دراسة MGI - McKinsey Global Institute (2017b).
- فيما يتعلق بالأثر علي الإنتاجية، اختلفت نتائج الدراسات أيضاً، حيث اكدت بعض الدراسات علي التأثير الإيجابي على نمو الانتاجية نتيجة لتزايد تطبيقات تقنيات الذكاء الاصطناعي مثل دراسة Georg Graetz, Guy Michaels:(2018)، على الرغم من انخفاض حصة العمالة من ذوي المهارات المنخفضة، في حين تناقضت دراسة كل من Naude & Nagler (2018) ، Gries, T., & Naudé, W.(2018) مع هذه النتيجة ،حيث ربطت تزايد تطبيقات الذكاء الاصطناعي بانخفاض النمو في الإنتاجية.
- ركزت بعض الدراسات علي القنوات التي ينتقل من خلالها تأثير زيادة تطبيق تقنيات إلي سوق العمل والإنتاجية، ففي حين ركزت بعضها علي طبيعة الطلب علي المنتجات ومرونة الطلب وتأثيرها علي الطلب علي منتجات القطاع ومن ثم معدلات التوظف فيه، سواء علي المستوي الجزئي للقطاعات مثل دراسة Bessen, J. (2018) أو علي المستوي الكلي للاقتصاد مثل دراسة (Gries, T., & Naudé, W. (2018 ، واشارت دراسات اخري إلي أن طبيعة المهنة وما تنطوي عليه من مخاطر هي التي تحدد مدي تأثرها بتزايد الاتجاه للأتمتة مثل دراسة Frey, C. and Osborne, M. (2013) .
- كان القاسم المشترك بين الدراسات أنها ركزت على الخطر الإجمالي المحتمل للوظائف، إلا أنها لا تقدم توضيح شامل لصافي الإزاحة في الوظائف أو معدل الدوران في سوق العمل، وهو ما يمكن إرجاعه إلى محدودية البيانات والتي لا تزال عائقاً امام البحث في هذا المجال.
- معظم الدراسات تتناول بالتطبيق الدول المتقدمة والرائدة في مجال التكنولوجيا والقليل منها يتعرض بالإشارة للاقتصاديات النامية.

وفي إطار ما سبق، تحاول الدراسة الحالية تحليل وجهات النظر المختلفة المؤيدة لكل اتجاه للتأثير سواء السلبي او الإيجابي، والبحث في المرجعية النظرية للأسباب الاقتصادية وراء كل اتجاه، وكيف يمكن تصحيح المسار لصناع السياسات الاقتصادية في الدول النامية من أجل حفز تحقيق الآثار الإيجابية المرتبطة بتزايد تطبيق تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي على التشغيل والإنتاجية واللحاق بركب الدول المتقدمة وخفض جدة التأثيرات السلبية عليها، وهو ما لم يتم التطرق إليه في الدراسات العربية التي تم الاطلاع عليها من قبل الباحث.

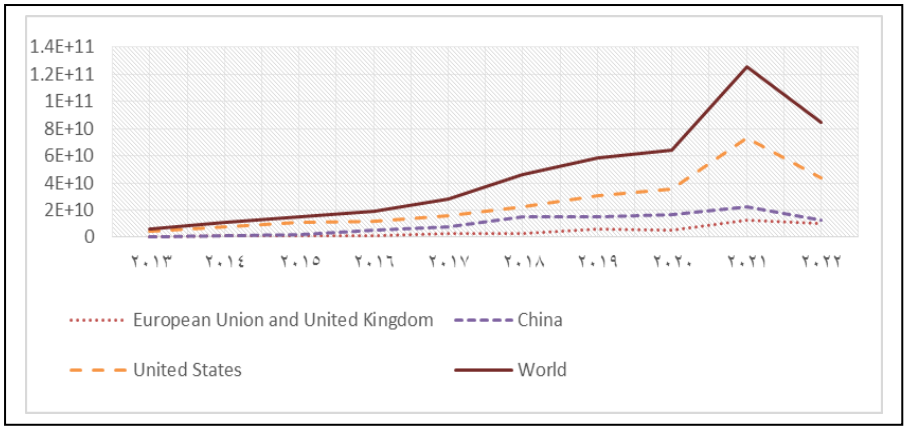
٤. السيناريوهات المستقبلية للآثار الاقتصادية لزيادة تطبيق تقنيات للذكاء الاصطناعي على تشغيل العمل والانتاجية:

يدفع الذكاء الاصطناعي (AI) بشكل متزايد إلى حدوث تطورات مهمة في مجال التكنولوجيا والأعمال، من المركبات ذاتية القيادة إلى التشخيص الطبي إلى التصنيع المتقدم. ومع انتقال الذكاء الاصطناعي من المجال النظري إلى السوق العالمية، فإن نموه يتغذى على وفرة من البيانات الرقمية وقوة المعالجة الحسابية سريعة التقدم. ويمكن للذكاء الاصطناعي أن يكون له العديد من الاثار الايجابية حيث يمكن من خلاله تحسين التنبؤ بالطقس، تعزيز إنتاجية المحاصيل، وتعزيز الكشف عن السرطان، والتنبؤ بالوباء، بالاضافة إلى تحسين الأوضاع الاقتصادية الكلية عن طريق دفع الانتاجية في مختلف القطاعات وفتح مجالات توظيف جديدة وزيادة معدلات الدخول وحفز الابتكار. غير أنه على النقيض، قد يترتب على زيادة تطبيقات الذكاء الاصطناعي العديد من الآثار السلبية ومنها، إمكانية نشر معلومات مغلوطة، وإثارة الذعر، بل وزعزعة استقرار النظم الاقتصادية أو المالية بكفاءة وقوة غير مسبوقتين. وقد لا يكون الأمر متعمدا دائما؛ فقد تنشر الآلات معلومات مغلوطة عن غير قصد نتيجة لهلوسات الذكاء الاصطناعي Hallucination. (Troupe, Herve,Dec2023:9)

ولا يقتصر خطر الذكاء الاصطناعي على التلاعب فقط، فإزاحة الوظائف تمثل شاغلا آخر مع استمرار التقدم في الذكاء الاصطناعي التوليدي، مما قد يؤدي إلى أتمتة مهام كان يؤديها الانسان، ومن ثم فقدان الكثير من الوظائف، وظهور الحاجة إلى استراتيجيات للتوظيف وإعادة التدريب. وعلى الرغم من أن هناك اتفاق عام في الراى على أن معظم الابتكارات المتعلقة بالذكاء الاصطناعي من المرجح أن تكون مكملة لبعض الوظائف على الأقل، على سبيل المثال، أولئك الذين يطبقون الذكاء الاصطناعي لحل المشاكل. الا أنه من خلال منظور أوسع، فإن التقدم في الذكاء الاصطناعي من المرجح أن يحل محل العمالة البشرية، وفي ذلك، يشير (تقرير مستقبل العمل ٢٠٢٣)، إلى انه من المتوقع ان ترتفع نسبة المهام التي تؤديها الآلات مقابل البشر في عام ٢٠٢٧ إلى ٤٣% مقابل ٣٤% عام ٢٠٢٢، في حين سوف تنخفض نسبة المهام التي تؤديها العمالة البشرية إلي ٥٧% عام ٢٠٢٧ مقارنة بـــ ٦٦% عام ٢٠٢٢. World Economic Forum (2023)

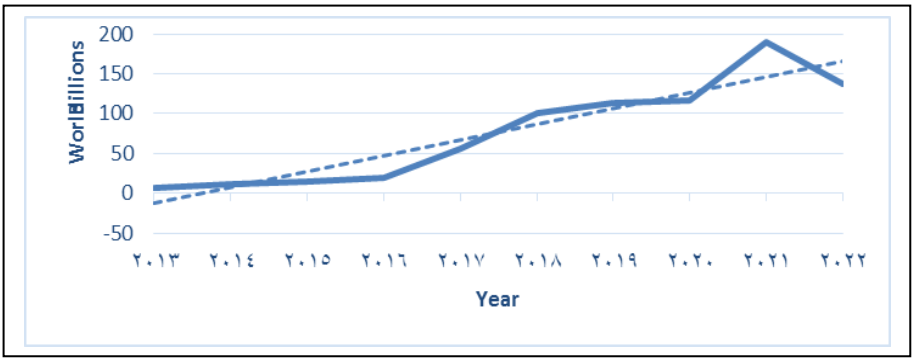
وتظهر خطورة الآثار الاقتصادية المترتبة على تطور الذكاء الاصطناعي والتقنيات المرتبطة به في أداء الاعمال على العمل والانتاجية مع تزايد التوجه العالمي من قبل المستثمرين لزيادة حجم استثماراتهم في تطبيقات الذكاء الاصطناعي المختلفة. ويوضح الشكل البياني رقم (٢)، حجم الاستثمار الخاص بالبليون دولار على مستوى العالم، والذي يتضح من خلاله احتلال الولايات المتحدة للمرتبة الاولى في حجم الاستثمارات يليها الصين ثم الاتحاد الأوروبي والمملكة المتحدة. كما يوضح الشكل رقم (٣) الاتجاه المتزايد لحجم الاستثمارات في مجالات الذكاء الاصطناعي على مستوى العالم.

شكل رقم (٢) : حجم الاستثمارات الخاصة في مجالات الـــ AI بالبليون دولار خلال الفترة من ٢٠١٣-٢٠٢٣



المصدر: من إعداد الباحث وفقاً للبيانات الواردة في: HA I, 2024, AI-Index Report: p:249

شكل رقم (٣) : الاتجاه المتزايد لحجم الاستثمارات الخاصة علي مستوي العالم في مجالات الذكاء الاصطناعي بالبليون دولار



المصدر: من إعداد الباحث وفقاً للبيانات الواردة في: HAI, 2024, AI-Index Report: p:249

من هذا المنطلق، فانه سوف يتم التطرق للبحث حول الآثار الاقتصادية الكلية الناجمة عن زيادة تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي، وذلك بالتركيز على بعض المتغيرات ذات الأهمية بالنسبة للاقتصاد الكلي وهي، تشغيل العمل ونمو الإنتاجية، وذلك في الجزء التالي من هذه الورقة البحثية.

١,٤ الذكاء الاصطناعي وتشغيل العمل:

من المرجح أن يكون تأثير تقنيات الذكاء الاصطناعي على البشر عميقًا. ويعتقد مارتن فورد، مؤلف كتاب "صعود الروبوتات" Rise of the Robots "، أنه سيتعين على العديد من العمال أن يصبحوا ماهرين في مجالات مختلفة، في حين سيتعين على أصحاب العمل والحكومات معالجة أفضل السبل للتعامل مع فقدان فرص العمل واتساع فجوة التفاوت. ويتوقع أنه "في السنوات العشر إلى العشرين المقبلة، ستكون الوظائف الأكثر عرضة للأتمتة هي تلك الروتينية والتي يمكن التنبؤ بها. (Ford, M., 2015)

وفي حين ينظر البعض إلى الخطر الذي يمثله الذكاء الاصطناعي على فرص التوظف والتشغيل، ينظر البعض الآخر إلى كم الفرص والاستثمارات التي يمكن ان تنتج عنه، ويتعرض الجزء التالي من البحث لكلا الرأيين، من أجل الوصول إلى التأثيرات الاقتصادية المحتملة على كل من جانبي سوق العمل، الطلب على العمل من جانب أصحاب الأعمال والشركات وعرض العمل من قبل الأفراد ومن ثم علي معدلات التوظف والتشغيل.

١,١,٤السيناريو الأسوأ: زيادة تطبيقات الذكاء الاصطناعي ترتبط بعلاقة سالبة مع الطلب على العمل ومعدلات التوظف والتشغيل

تشير وجهه النظر تلك إلى أنه مع اقتراب الذكاء الاصطناعي أكثر فأكثر من الذكاء العام البشري، فإن الكثير من العمل البشري معرض لخطر أن يحل محله الذكاء الاصطناعي في جميع المجالات، فيما يعرف بـــتأثير الازاحةdisplacement effect ، ومن ثم تحدث البطالة التكنولوجيةTechnological Unemployment، وهو مصطلح صاغه الاقتصادي البريطاني جون مينارد كينز في عام ١٩٣٠، ووفقاً لـــ Frey, C. and Osborne، ويمكن إدراج سببين اقتصاديين قد يؤديان إلى حدوث البطالة التكنولوجية مع زيادة تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي. يرجع السبب الأول إلى انخفاض مرونة الاجور حتى في الاجل الطويل، إذ تشير نظرية تحديد الاجر الكفء efficiency wage theory إلى أن أصحاب العمل قد يجدون أنه حتى تتحقق الكفاءة فإنه لابد من دفع "أجور عادلة" أعلى من مستوى الاجر التوازني في السوق حتى يحصل العمال على الحوافز اللازمة لبذل الجهد المناسب. غير انه إذا استمر التقدم التكنولوجي وانخفض الناتج الحدي للعمال فان النظرية الكلاسيكية لتحديد الاجور الكفء classic efficiency wage theories من شانها ان تنطبق، وهنا ستنشأ البطالة لأن العمال لن يتمكنوا من البقاء من خلال العمل مقابل الاجر التوازني الذي يحقق التوازن بين الطلب على العمل وعرض العمل والذي يعرف بـــأجر مقاصة السوق market clearing wage ، إذ لا يوفي هذا الاجر

تكاليف معيشتهم دون وجود دعم من جانب الحكومة. Frey, C. and Osborne, M. 2017: (6).

أما السبب الثاني، فيرجع الى كون البطالة التكنولوجية تمثل ظاهرة انتقالية تحدث عندما يتم استبدال الوظائف بمعدل أسرع من قدرة العمال على العثور على وظائف جديدة. وهو ما عبر عنه كينز بأن البطالة التكنولوجية تمثل "مرحلة مؤقتة من سوء التكيف"، حيث تكون هناك فجوة بين التأثير المباشر للأتمتة وعودة الموظفين إلى العمل بدوام كامل. خلال تلك الفترة، يجب على البشر النظر في خياراتهم والسعي لاعادة التدريب، وفي نهاية المطاف العثور على مهن جديدة. وأوضح كينز أن التأثير الايجابي أو السلبي للأتمتة يعتمد بشكل حاسم على التحولات السلسة للوظائف وخلق فرص عمل جديدة. وبالتالي تعد مهمة إعادة صقل المهارات والتعليم أمر بالغ الأهمية وفقاً له حيث تشكل الفارق الأساسي بين خلق فرص العمل وتخفيضها في السنوات المقبلة. MGI - McKinsey Global Institute (2017b) :11

ولا يعد التقدم في الذكاء الاصطناعي وفقاً لهذا الراى، مجرد استمرار لاحداث موجة طويلة من الأتمتة، بل يمثل تتويجاً للتقدم التكنولوجي، وقد يؤدى إلى مسار تاريخي يختلف بشكل ملحوظ عن الآثار المترتبة على موجات الابتكار السابقة، نظراً لما قد يترتب عليه من تعطيل لأسواق العمل بطريقة كبيرة، حتى على المدى القصير والمتوسط، حيث قد يؤثر على العمال في العديد من المهن خاصة المرتبطة بمستويات مهارات معينة. (Korinek, A. & Stiglitz, I.E., 2017 :3).

وفي ذلك أوضحت بعض الدراسات أن التأثير قريب المدى الذى تحدثه أدوات الذكاء الاصطناعي في سوق العمل يرتبط بنوعية المهارات المطلوبة لأداء الاعمال والتي تتأثر بوجود عاملين هامين وهما، أثر خسارة المهارات Deskilling Effect، حيث تؤدى الأتمتة إلى خسارة قدرات ومهارات بشرية متخصصة. وتخفض الأتمتة الطلب على الأشخاص الذين يتحلون بهذه المهارات فيتوجه العمال بعيداً عن تعلم مثل هذه المهارات التي سبق أن بدأت أتمتها خلال تدريبهم. اما الأثر الثاني فيعرف بأثر استقطاب الوظائف أو (Iob Polarization) والذى يشير إلى ان الوظائف الروتينية، متوسطة المهارة، كالانتاج والتصنيع، تعد أكثر عرضة لتكبد خسائر اعلى في فترات التباطؤ الاقتصادى وانتعاش أبطا في فترات الازدهار مقارنة بالوظائف متدنية المهارات، مثل عمال النظافة ومرتفعة المهارات كمهندسي البرمجيات. (تغريد حسوبة، ٢٠٢٤: ١٥)، (Jaimovich and Siu, 2012; Autor, 2015)

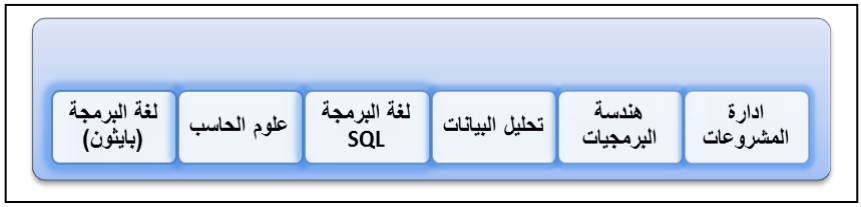
ويوضح الشكل رقم (٤) المهارات الأساسية التي أجمعت عليها منظمات الاعمال كشرط في قوة العمل لديها في عام ٢٠٢٣ وذلك وفقاً لدراسة استطلاعية في اطار تقرير مستقبل الوظائف لعام ٢٠٢٣ الصادر عن المنتدي الاقتصادى العالمي، بالتطبيق على عينة من منظمات الاعمال. كما يوضح الشكل رقم (٥)، نوعية المهارات التي تزايد الطلب عليها والمرتبطة بالعمل بمجالات تقنيات الذكاء الاصطناعي بشكل أكثر تحديداً. World Economic Forum (2023) :31,38

وتؤكد نتائج دراسة Acemoglu and Restrepo (2017) ، على التاثير السلبي لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي علي الطلب علي العمل ومعدلات التشغيل والتوظف، حيث تشير إلي أن روبوتًا إضافيًا واحدًا لكل ١٠٠٠ عامل يقلل من نسبة حجم العمالة إلى السكان في الولايات المتحدة الأمريكية بنسبة ٠،٣٧ في المئة والأجور بنسبة ٠،٢٥ إلى ٠،٥ في المئة في المتوسط. وباستخدام منهجية مماثلة في البحث قام Chiacchio et al (٢٠١٨)، بوضع نموذجًا للبحث في تأثير الروبوتات على التوظيف في ستة دول في الاتحاد الأوروبي، وتوصلت الدراسة الي أن روبوتًا إضافيًا لكل ١٠٠٠ عامل، من شانه ان يخفض من معدل التوظيف بنسبة ٠،١٦ إلى ٠،٢٠ نقطة مئوية.

شكل رقم (٤): المهارات الأساسية المطلوبة في قوي العمل لعام ٢٠٢٣

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد علي: World Economic Forum (2023) , "Future of Jobs Report" :38

شكل رقم (٥): المهارات المرتبطة بالعمل بمجالات تقنيات الذكاء الاصطناعي



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد علي: World Economic Forum (2023) , "Future of Jobs Report"

ولقد اشارت العديد من الدراسات إلى إمكانية استبدال نسبة كبيرة من القوى العاملة البشرية بأتمتة الوظائف والمهام. حيث توقعت دراسة Frey and Osborne (٢٠١٣، ٢٠١٧)، أن ٤٧% من الوظائف في الاقتصاد الأمريكي معرضة لخطر الأتمتة خلال ١٠ إلى ٢٠ عامًا، بسبب التقدم في المجالات المرتبطة بالذكاء الاصطناعي. تشمل المجالات التي أصبح فيها الذكاء البشري مؤخرًا أدنى من الذكاء الاصطناعي العديد من تطبيقات الأشعة، التداول في الأسواق المالية، العمل شبه القانوني، الاكتتاب والقيادة. وباستخدام نفس المنهجية، قدر Bowles (٢٠١٧)، أنه في حالة الاتحاد الأوروبي، فإنه من المتوقع أن يصل خطر الاتمتة إلى ٥٤ في المئة من الوظائف الآلية خلال ١٠ إلى ٢٠ عامًا.

ويوضح الجدول رقم (٣) الوظائف الأعلى والاقل فى نمو حجم الطلب عليها، والذى تم حسابها بناءً على إحصاءات التوظيف فى منظمة العمل الدولية والنمو ILO Occupation Employment statistics and growth وفقاً لدراسة استطلاعية فى إطار تقرير مستقبل الوظائف لعام ٢٠٢٣ الصادر عن المنتدى الاقتصادي العالمي، بالتطبيق على عينة من منظمات الاعمال. World Economic Forum (2023): 31

جدول (٣): الوظائف الأعلى نمو في حجم الطلب عليها والوظائف الاقل في نمو حجم الطلب

الوظائف الأعلى فى نمو حجم الطلب	الوظائف الاقل فى نمو حجم الطلب
متخصصى التحول الرقمى	موظفى إدخال البيانات
متخصصى التسويق الرقمى	السكرتارية الإدارية والتنفيذية
معلمين التعليم المهنى	المحاسبة ومسك الدفاتر
فنى الميكانيكا والالات	حراس الامن
محترفى تطوير الاعمال	عمال البناء
بناء الأطر والعمال فى المهن ذات الصلة	الصرافة وموظفى حجز التذاكر
معلمى الجامعات والتعليم العالى	تسجيل المواد وحفظ المخزون
مهندسى التكنولوجيا الكهربائية	عمال التجميع فى المصانع
عمال الصفائح والمعادن الهيكلية والقوالب واللحام	موظفين خدمات البريد
متخصصى الاستدامة	صراف البنوك
مشغلى المعدات الزراعية	مندوبين المبيعات
سائقى الشاحنات الثقيلة	المسوقين عبر الهاتف
سائقى الشاحنات الخفيفة	خدمة العملاء
معلمى التربية الخاصة	مديرى خدمات الاعمال والإدارة
	الباعة الجائلين وعمال المبيعات من الباب للباب

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد علي: World Economic Forum (2023), "Future of Jobs Report" :31

٢,١,٤السيناريو الأفضل: زيادة تطبيقات الذكاء الاصطناعي ترتبط بعلاقة موجبة مع الطلب على العمل ومعدلات التوظف والتشغيل

اشار تقرير أخير صدر عن المنتدى الاقتصادى العالمى فى يناير ٢٠٢٤، الى أنه من المتوقع أن تنمو الوظائف الرقمية العالمية بنحو ٢٥% لتصل الى أكثر من ٩٠ مليون وظيفة بحلول عام ٢٠٣٠. كما أشار التقرير الى أن من بين سيقود تطور التكنولوجيا هو نمو الوظائف ذات الأجور الأعلى، مثل مطورى البرمجيات والمتخصصين فى المخاطر المالية. كذلك سيؤدي ظهور الوظائف الرقمية العالمية التي يمكن أداؤها عن بعد إلى

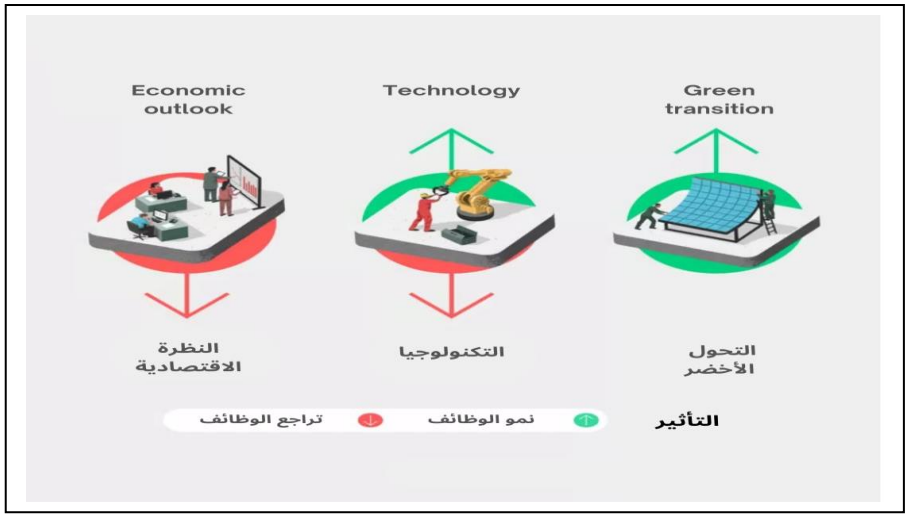
تغير طبيعة سوق العمل سواء بالنسبة للعمال أو أصحاب العمل أو البلدان. ويحلل عام ٢٠٣٠، من المتوقع أن يرتفع عدد هذه الوظائف الرقمية العالمية التي يمكن أداؤها عن بعد من أي مكان بنحو ٢٥% الى نحو ٩٢ مليون وظيفة. ويخلص التقرير الى أن الوظائف ذات الدخل المرتفع ستهيمن على سوق العمل، حيث يؤدي تطور التكنولوجيا الى دفع وزيادة الوظائف الرقمية في المستقبل بأجور مرتفعة ومتوسطة المستوى. (Lebel.A. Zahidi.s. 2024 :15).

وفي اطار تقرير مستقبل العمل ٢٠٢٣، أوضحت نتائج دراسة استطلاعية حول مستقبل العمل، تمت في اطار التقرير ، صورة لكيفية توقع الشركات وأصحاب الأعمال أن تؤثر العديد من الاتجاهات الاقتصادية الكلية على أنشطتها. حيث أوضحت انه من المتوقع أن تؤدي العديد من العوامل الى دفع تحول الصناعة فيها في السنوات الخمس المقبلة، ومن ثم التأثير على نوعية العمالة وحجم المطلوب والمعروض منها في السوق العالمي. تتراوح تلك المتغيرات بين اعتماد التكنولوجيا الى توقعات الاقتصاد الكلي والتوقعات الجيوسياسية، والتحول الأخضر، والتركيبة السكانية وتفضيلات المستهلكين. (World Economic Forum (2023) :20).

وأشار التقرير الى أن تلك التغيرات ترتبط باعادة تشكل الوضع الاقتصادي العالمي منذ بداية عام ٢٠٢٣، نتيجة لمجموعة من نقاط الضعف التي تسببت في ارتفاع التضخم العالمي بنسبة ٨،٨% في عام ٢٠٢٢، مقارنة بـ ٣،٥% قبل وباء كورونا، بالاضافة الى تباطؤ النمو الاقتصادي، والذي توقع صندوق النقد الدولي أن يصل الى ٢.٩%. في عام ٢٠٢٣، أي أقل من المتوسط طويل الأجل البالغ ٣.٨%. وتشمل نقاط الضعف هذه التوسع النقدي والمالي الذي خفف الضغط أثناء عمليات الاغلاق بسبب جائحة كورونا، ولكنه أدى الى ارتفاع معدلات التضخم، الذي تفاقم بسبب ارتفاع أسعار المواد الغذائية والغاز الناتج عن التوترات الجيوسياسية والغزو الروسي لأوكرانيا. ولقد اتخذت العديد من البنوك المركزية تدابير لمواجهة هذه الاتجاهات من خلال زيادة أسعار الفائدة. وتوقع أصحاب الأعمال، الذين شملتهم العينة الاستطلاعية، في اطار الدراسة، خلال الفترة ٢٠٢٣-٢٠٢٧، أن تستمر هذه الظروف الاقتصادية غير المستقرة في التأثير على أعمالهم، حيث توقع ثلاثة أرباع المشاركين في الاستطلاع أن يؤدي ارتفاع تكاليف المعيشة وتباطؤ النمو الاقتصادي، الى دفع التحول في مؤسساتهم في السنوات الخمس المقبلة. ومن بين الاقتصادات العشرة التي لديها أعلى نسبة من الشركات التي تتوقع أن يؤدي ارتفاع تكاليف المعيشة الى دفع التحول، خمسة منها تنتمي الى منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. أما البلدان الأكثر قلقا من تباطؤ النمو الاقتصادي، فهي أكثر توزيعا، حيث توجد ثلاث من البلدان العشرة الأولى (بما في ذلك ثلاثة من البلدان الأربعة الأولى) من شرق آسيا والمحيط الهادئ، في حين تنقسم البلدان السبعة المتبقية بين منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وأوروبا. (World Economic Forum (2023),p:22).

ويوضح الشكل رقم (٦) أهم الدوافع الرئيسية لتغيير الوظائف وفقاً لتقرير مستقبل العمل ٢٠٢٣، والذي يتضح منه الأثر الرئيسي الناتج عن زيادة تبني التكنولوجيا، ومنها تطبيقات الـ AI علي المستوي العالمي، كما يتضح منه الـتأثير المتباين للتكنولوجيا علي الوظائف.

شكل رقم (٦) : الدوافع الرئيسية لتغيير الوظائف



المصدر: من اعداد الباحث بالاعتماد على: "World Economic Forum (2023), "Future of Jobs Report

وتوقع المشاركون في الاستطلاع أن تشكل التحديات الاقتصادية أكبر تهديد لسوق العمل في السنوات الخمس المقبلة، مع تباطؤ النمو الاقتصادي العالمي، ونقص العرض وارتفاع التكاليف، وارتفاع تكاليف المعيشة، والتي من المتوقع أن تؤدي جميعها إلى إزاحة الوظائف بشكل كبير. ويتجلى هذا التوقع بشكل أكثر وضوحا في الصناعات الزراعية والموارد الطبيعية والتصنيع وسلسلة التوريد والنقل، حيث يبلغ صافي الانخفاض (نسبة المشاركين الذين يتوقعون انخفاض الوظائف ناقص أولئك الذين يتوقعون النمو) نحو ٤٠%. وعلى العكس من ذلك، تتوقع صناعات الرعاية والخدمات الشخصية والرفاهية والحكومة والقطاع العام تأثيرًا ضئيلًا على الوظائف من هذه الاتجاهات. وتتوقع المنظمات العاملة في أمريكا اللاتينية أن تكون الأكثر تضرراً من هذه الاتجاهات، حيث يبلغ صافي توقعات انخفاض الوظائف حوالي ٤٠%، مقارنة بتأثير أقل يبلغ حوالي ٢٥% في أوروبا وجنوب آسيا.

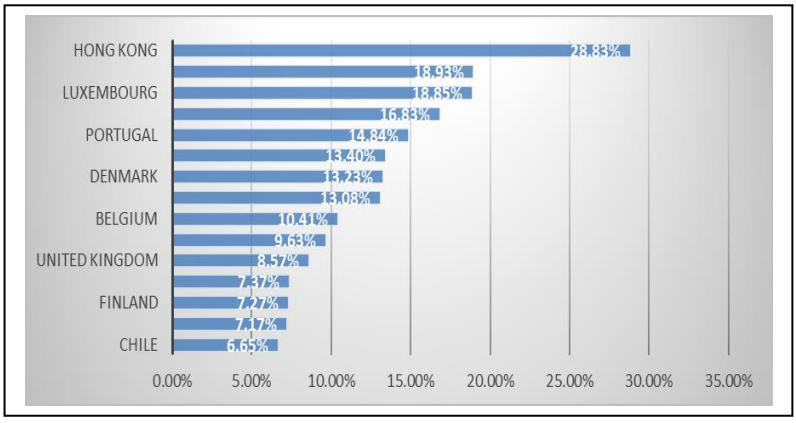
كذلك، يمكن أن يكون الأثر ايجابياً نتيجة لتوسيع الطلب على العمالة من خلال الكفاءات التي تضيفها التكنولوجيا إلى الإنتاج الاصطناعي، فيما يعرف بتأثير الإنتاجية productivity effect. ويعرض الجدول رقم (٤) ، شكل رقم (٧) متوسط معدلات التوظيف النسبية في المجالات المرتبطة بتقنيات الذكاء الاصطناعي وفقاً للتوزيع الجغرافي على مدى السنوات الخمس الماضية. حيث يتضح من البيانات الواردة أن عديد من الدول قد شهدت ارتفاع ملحوظ في مجالات التوظيف المرتبطة بتقنيات الذكاء الاصطناعي، احتلت هونج كونج المرتبة الاولي بمعدل ٢٨,٨٣ %يليها سنغافورة 93% 18. ، ثم لكسمبورج والهند بمعدلات ١٨,٨٥%، ١٦,٨٣% علي التوالي.

جدول رقم (٤): معدلات التوظيف النسبية في المجالات المرتبطة بتقنيات الذكاء الاصطناعي وفقاً للتوزيع الجغرافي

المنطقة الجغرافية	معدلات التوظيف النسبية فى مجالات الذكاء الاصطناعى
Chileشيلي	6.65%
South Africa جنوب افريقيا	7.17%
Finlandفنلندا	7.27%
Swedenالسويد	7.37%
United Kingdomالمملكة المتحدة	8.57%
Spain اسبانيا	9.63%
Belgiumبلجيكا	10.41%
Norway النرويج	13.08%
Denmarkالدنمارك	13.23%
United Arab Emiratesالامارات العربية المتحدة	13.40%
Portugalالبرتغال	14.84%
India الهند	16.83%
Luxembourg لكسمبورج	18.85%
Singapore سنغافورة	18.93%
Hong Kong هونج كونج	28.83%

المصدر: من إعداد الباحث وفقاً للبيانات الواردة في: HA I, 2024, AI-Index Report:232

شكل رقم (٧): نسبة التوظيف في المجالات المرتبطة بتقنيات الذكاء الاصطناعي ٢٠٢٣ وفقاً للتوزيع الجغرافي



المصدر: من إعداد الباحث وفقاً للبيانات الواردة في: HA I, 2024, AI-Index Report:232

وتشير دراسة (Irani,L.,2015) ، إلى أن الذكاء الاصطناعي لا يكون تأثيره سلبياً في كل الحالات، حيث انبثق عن تطبيقاته العديد من المهام المصغرة ، او الوظائف قصيرة المدى للبشر فيما يعرف بـــ Micro Work مثل المسح والقيادة والتنظيف ومهام أخرى. ونتيجة لذلك نمت خدمات تنسيق هذه الاعمال الصغيرة من خلال منصات تشغيل الذكاء الاصطناعي، مثل TaskRabbit، وUber، وLyft، وAmazon's Mechanical Turk، والتي نجحت في خفض هذه التكاليف لهذه الخدمات بشكل كبير بعد أن كانت تتم وفقاً لعقود توظيف على نحو مكلف جداً في الماضي.

وبالنظر الى البيانات الواردة في جدول (٥)، والذي يوضح اعلى إعلانات للوظائف في المجالات المرتبطة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي في الولايات المتحدة وفقاً للقطاعات المختلفة، يتضح ارتفاع معدل الوظائف المعلنة في قطاع المعلومات، وقطاع الخدمات المهنية والعلمية والتقنية، قطاع التمويل والتأمين وقطاع التصنيع، في كل من عامي ٢٠٢٢، ٢٠٢٣. كما يتضح ارتفاع معدلات التوظيف في قطاعي الخدمات التعليمية والإدارة العامة، في مجالات الذكاء الاصطناعي في عام ٢٠٢٣ مقارنة بعام ٢٠٢٢.

جدول رقم (٥): أعلي إعلانات وظائف في مجالات الذكاء الاصطناعي في الولايات المتحدة وفقاً للقطاع

القطاع	2022	2023
إدارة النفايات وخدمات الدعم الإداري Waste management and administrative support services	0.51%	0.40%
تجارة التجزئةRetail trade	1.06%	0.48%
النقل والتخزين Transportation and warehousing	0.65%	0.48%
تجارة الجملةWholesale trade	0.89%	0.70%
الزراعة والغابات وصيد الأسماك والقنص Agriculture, forestry, fishing and hunting	1.54%	0.85%
الخدماتUtilities	1.21%	1.19%
إدارة الشركات والمؤسسات Management of companies and enterprises	1.69%	1.33%
الخدمات التعليميةEducational services	1.33%	1.41%
الإدارة العامةPublic administration	0.79%	1.49%
التصنيعManufacturing	3.06%	2.48%
التمويل والتأمينFinance and insurance	3.33%	2.94%
الخدمات المهنية والعلمية والتقنية Professional, scientific, and technical services	3.68%	3.33%
المعلومات Information	4.81%	4.63%

المصدر: من إعداد الباحث وفقاً للبيانات الواردة في: HA I, 2024, AI-Index Report: 228

في إطار التحليل السابق، يمكن إرجاع ميكانزيم حدوث هذا التاثير الايجابي لزيادة تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي علي سوق العمل إلي مجموعة من العوامل:

- يمكن للذكاء الاصطناعي وتطبيقاته، من الناحية النظرية، أن يحل محل العمال مباشرة في أداء مهام محددة (تأثير الإزاحةdisplacement effect). ولكنه يستطيع أيضاً توسيع الطلب على العمالة من خلال الكفاءات التي تضيفها إلى الإنتاج الاصطناعي (تأثير الإنتاجيةproductivity effect).

- قد يكون حدوث إزاحة للوظائف بدلاً من استبدال الوظائف بواسطة الذكاء الاصطناعي أكثر احتمالاً، إلا أن من المحتمل أن يتم إنشاء العديد من الوظائف أو المهام الجديدة بواسطة الذكاء الاصطناعي لتحل محل الفقد في الوظائف، بما في ذلك الوظائف التي قد لا تكون موجودة في الوقت الحاضر. وتشير دراسة Dauth et al(2017) ، إلى أن هذا حدث بالفعل في حالة ألمانيا، حيث لا توجد خسائر صافية في الوظائف نتيجة للأتمتة. ويعتقد Berriman and Hawksworth (٢٠١٧) بشكل مماثل أنه في المملكة المتحدة ستكون هناك وظائف معرضة للخطر من الأتمتة (يقدرون حوالي ٣٠ في المئة) ولكنهم اشاروا إلى أن التأثير الصافي بشكل عام على أتمتة الوظائف سيكون محايدًا، نتيجة خلق وظائف جديدة في أماكن أخرى من الاقتصاد. ففي حين أن بعض الوظائف والقطاعات قد تكون معرضة لخطر الأتمتة، فإن التأثير غير متجانس، علاوة على أنه قد يتم إنشاء العديد من الوظائف والمهام الجديدة في قطاعات أخرى. وتشير بعض الدراسات إلى أن ادعاءات البطالة الجماعية بسبب الأتمتة أو الروبوتات مبالغ فيها لأن الأتمتة تميل إلى تغيير طبيعة الوظائف ومحتواها، مثل المهام التي تتكون منها الوظيفة، بدلا من القضاء على الوظيفة تماما. (Gries, T. & Naude'W., Nov.2018, (6,7:

- من غير المرجح أن تؤدي الأتمتة إلى بطالة جماعية بسبب تزايد حجم الابتكارات ومن ثم الاستثمارات ومعدلات التشغيل، فمن المرجح أن يتم إنشاء هذه الوظائف الجديدة في أماكن أخرى من الاقتصاد بسبب ارتفاع الطلب، والذي قد يكون نتيجة للابتكار التكنولوجي الجديد الذي ينشئ منتجات جديدة يريدها المستهلكون، أو جعل المنتجات أرخص بكثير بحيث يرتفع الطلب عليها بشكل كافٍ لتحفيز الإنتاج، وبالتالي يزيد بشكل غير مباشر، الطلب على العمالة.

- إن انتشار تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي أبطأ بكثير مما يُعتقد، بما يتيح فترة زمنية كافية للتأقلم مع تغير متطلبات سوق العمل وبالتالي يقل تأثير الأتمتة على الوظائف. ويرى Gordon, Robert J., (2018)أن الأتمتة لها تأثير "تطوري" وليس "ثوري" على الوظائف في الولايات المتحدة الأمريكية، حيث تحل محل العمال "ببطء" و"فقط" في أقلية من القطاعات. (منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، ٢٠١٥).

- إن الأساليب المستخدمة لحساب فقدان الوظائف المحتمل في التقارير الأولية تتأثر بشكل كبير بالافتراضات المستخدمة، فقد تكون هذه مسألة تجريبية بالنسبة لمختلف البلدان اعتمادًا على مدى وحجم المرونة بين الذكاء الاصطناعي والعمالة، ومرونة الطلب ومدى قدرة الذكاء الاصطناعي على أن يؤدي إلى ابتكارات في المنتجات التي

تعزز نمو الطلب، وذلك دون وجود خسارة كبيرة في الوظائف. على سبيل المثال يري(Bessen 2018) أنه من الناحية النظرية، هناك احتمال أن تزداد العمالة فعليًا نتيجة للأتمتة، اعتمادًا على مرونة الطلب على المنتج المعني. فإذا كان الطلب مرنًا (< ١) فهناك احتمال لزيادة الطلب على العمالة.

نخلص من التحليل السابق، إلى أن تأثير زيادة تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي على التوظيف ليس من المرجح أن يكون سلبيا، ولكن يمكن ان يكون إيجابيا. ومن ثم، قد يكون تأثير فقدان الوظائف نتيجة استخدام الذكاء الاصطناعي مبالغا فيه إلى حد كبير، ويكون من غير المرجح أن تتحقق السيناريوهات المتشائمة لحدوث خسائر كبيرة في الوظائف بسبب الابتكارات التكنولوجية الجديدة والتي تفتح مجالات جديدة للاستثمار والعمل وخلق الوظائف بدلاً من ازاحتها.

٢,٤ الذكاء الاصطناعي والانتاجية

تعد إنتاجية العمل مؤشرًا اقتصاديًا مهمًا يرتبط ارتباطًا وثيقًا بالنمو الاقتصادى والقدرة التنافسية ومستويات المعيشة داخل الاقتصاد. وتمثل إنتاجية العمل الحجم الاجمالى للانتاج (مقاسًا بالناتج المحلى الاجمالى) المنتج لكل وحدة عمل (مقاسًا بعدد الأشخاص العاملين أو ساعات العمل) خلال فترة مرجعية زمنية معينة.

وعلى مدى السنوات السبعين الماضية، حدث انخفاض طويل الأمد في نمو إنتاجية العمل في الولايات المتحدة الأمريكية ومعظم أوروبا الغربية، على سبيل المثال، في الولايات المتحدة الأمريكية، بلغ متوسط نمو إنتاجية العمل لكل عقد منذ عام ١٩٥٠ ٢،٣% (في الخمسينيات)، و٢،٥% (في الستينيات)، و١،٠٣% (في السبعينيات)، و١،٨% (في الثمانينيات)، و٢،٠% (في الثمانينيات). ٥ في المئة (التسعينيات) و١،٨ في المئة (العقد الأول من القرن الحادي والعشرين) ومنذ عام ٢٠١٠ بلغ متوسطه ١،٨ في المئة سنوياً. وفي الدول الأوروبية مثل المملكة المتحدة وألمانيا وفرنسا، كان المعدل أكثر تباطؤًا، حيث بلغ على التوالي ٠،٤٣% و٠،٤٤ و٠,٥٤% في المتوسط سنويًا منذ عام ٢٠١٠. ويصور Lewis (٢٠١٨) نمو إنتاجية العمل في المملكة المتحدة منذ عام ١٧٦١. مما يدل على أن متوسط نمو إنتاجية العمل في المملكة المتحدة لمدة عشر سنوات منذ عام ٢٠٠٧ كان الأدنى منذ أواخر القرن الثامن عشر.

وبالنظر إلى تطور معدلات نمو إنتاجية العمل السابقة، يمكن ملاحظة أن الولايات المتحدة شهدت انخفاضًا في متوسط إنتاجية العمل السنوية حتى بداية التسعينيات، بعدها حققت معدل نمو إنتاجية العمل ارتفاعا تاريخيًا تقريبًا بنسبة ٢,٥ في المئة في المتوسط خلال العقد، بعدها انخفضت بحدة مرة اخري. وقد أرجع البعض الارتفاع المفاجئ في إنتاجية العمل في الولايات المتحدة الأمريكية في التسعينيات إلى أنه نتيجة (قصيرة الأجل) لتأثير ثورة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في الثمانينيات، وإن التباطؤ في نمو إنتاجية العمل قد حدث خلال الفترة التي كان فيها الابتكار التكنولوجي قويًا في الولايات المتحدة الأمريكية والعديد من البلدان الأوروبية من حيث براءات الاختراع المسجلة والإنفاق على البحث والتطوير، وهو ما تم وصفه بـــ "مفارقة الإنتاجية" the

productivity paradox". Gries, T., & Naudé, W. (2018):5

وبعد البحث في تفسير هذه المفارقة، فإن السؤال الذي يطرح نفسه هنا هو، كيف يمكن أن يؤدي تزايد تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي الي خفض نمو الإنتاجية والتأثير سلباً عليها وكيف يمكن ان يحدث العكس بما يحقق أكبر منفعة من تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي؟ هذا ما سوف يتم تناوله بالتحليل من خلال النظر إلى الأسباب المحتملة لكل من التأثير السلبي والإيجابي لتقنيات الذكاء الاصطناعي على الإنتاجية.

١,٢,٤ السناريو الأسوأ: يرتبط تزايد تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي سلباً مع نمو الإنتاجية الكلية

تمثل مفارقة الإنتاجية أو (مفارقة سولو للحاسب الالي) (the Solow computer paradox)، ملاحظة غريبة تم طرحها من قبل روبرت سولو Robert Solowعام ١٩٨٧، حيث تشير إلى "تناقض بين مقاييس الاستثمار في تكنولوجيا المعلومات ومقاييس الإنتاج على المستوى الوطني"، حيث إنه مع إجراء المزيد من الاستثمار في تكنولوجيا المعلومات، قد تنخفض إنتاجية العمال بدلا من ارتفاعها. وقد تم دعم هذه الملاحظة بقوة مع الأدلة التجريبية للاقتصاد الأمريكي، في الفترة من ١٩٧٠ إلى أوائل ١٩٩٠. حيث كان العائد الطبيعي على الاستثمار ١٪ فقط من ١٩٧٠ إلى أوائل ١٩٩٠ فعلي الرغم من تطبيق تكنولوجيا المعلومات تباطأ نمو الإنتاجية على مستوى الولايات المتحدة بأكملها، وغالبا داخل القطاعات الفردية التي استثمرت بكثافة في تكنولوجيا المعلومات. يقول روبرت سولو (١٩٨٧) ساخرًا حول هذه الظاهرة "يمكنك رؤية عصر الحاسوب في كل مكان باستثناء إحصائيات الانتاجية". Brynjolfsson, Erik , December (1993): 10,11

وفي إطار محاولة من دراسة (Frey, C. and Osborne, M. 2017) للبحث في أسباب الاضطرابات في سوق العمل، ارجعت الدراسة تلك الاضطرابات إلي سببين، الأول، وهو المدي الزمني المرتبط بالتحول التكنولوجي، حيث أشارت الدراسة إلى أنه إذا دخلت التقنيات المرتبطة بالذكاء الاصطناعي إلى الاقتصاد بنفس الوتيرة البطيئة التي تشير إليها إحصاءات الإنتاجية الأخيرة، فإن الانتقال سوف يكون أبطأ واستشهدت في ذلك بموجة الميكنة في الخمسينيات والسبعينيات والتي اثرت بشكل كبير على سوق العمل.

وأشارت الدراسة إلى ثلاثة بدائل محتملة لتفسير بطء الزيادة في الإنتاجية رغم تزايد تبني التكنولوجيا، الاول، يرجع لعدم قياس الإنتاجية بشكل دقيق، فقد لا يتم تسجيل تحسينات الجودة في الإنتاج ، كذلك قد لا يتم قياس التدهور في الإنتاجية بشكل جيد. اما البديل الثاني وفقاً للدراسة، فيرجع الي ان الآثار الإجمالية للتقدم في الذكاء الاصطناعي قد تتبع نمطا متأخرا، على غرار ما حدث بعد إدخال أجهزة الحاسوب في الثمانينات. ولم يكن الأمر كذلك حتى التسعينات من القرن العشرين التي شهدت ارتفاعًا ملحوظًا وأصبح من الممكن احتساب إجمالي الإنتاجية بعد الاستثمار المستدام في أجهزة الحاسوب وإعادة تنظيم الممارسات التجارية. ويشير البديل الثالث إلى إمكانية حدوث توقف لفترة طويلة في نمو الانتاجية. أما فيما يتعلق بالسبب الثاني المرتبط باضطرابات سوق العمل، اشارت الدراسة الي عدم التحيز عند تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي، حيث تتوقف تلك

الاضطرابات على ما إذا كانت تعمل على زيادة الطلب على العمالة أو خفضها، أى ما إذا كانت الابتكارات تؤدي إلى طلب أكثر أو أقل بأجر معين للعمل. Frey, C. and Osborne, M. (2017 :4).

كذلك، قدمت دراسة Brynjolfsson, Erik , December (1993) محاولة لتفسير مفارقة الإنتاجية "the productivity paradox" ، وأرجعتها لعدة أسباب وهي:

١) سوء القياس للمخرجات والمدخلات. Mismeasurement of outputs and inputs

٢) فترات الإبطاء الزمني بسبب التعلم والتكيف. Lags due to learning and adjustment

٣) إعادة توزيع الأرباح وتبديدها. Redistribution and dissipation of profits

٤) سوء إدارة المعلومات والتكنولوجيا. Mismanagement of information and technology

ويشير سوء القياس للمخرجات والمدخلات، إلى أنه من الممكن أن تكون فوائد الاستثمار في تكنولوجيا المعلومات كبيرة للغاية، ولكن لا يزال يتعين تحليل المؤشر المناسب لقياس تأثيرها الحقيقي. ويعد أسهل تفسير لانخفاض الإنتاجية المقاسة هو أننا لا نقيس الناتج بشكل صحيح. حيث يتفق معظم الاقتصاديين على حقيقة أن إحصاءات الإنتاجية يمكن أن تكون غير موثوق فيها، وعادة ما تزداد مشاكل القياس بشكل أكبر في صناعات الخدمات، والتي تمتلك غالبية رأس مال تكنولوجيا المعلومات حيث تمثل الفوائد التي ينسبها المديرون إليها من زيادة الجودة والتنوع وخدمة العملاء والسرعة والاستجابة، على وجه التحديد، جوانب قياس الإنتاج التي يتم حسابها بشكل سيئ في إحصاءات الإنتاجية وفي الأرقام المحاسبية لمعظم الشركات.

كذلك يعتبر التأخر بسبب التعلم والتكيف أحد أسباب حدوث هذه المفارقة، فالنتائج على المدى القصير قد تبدو سيئة، ولكن المردود في نهاية المطاف يمكن أن يكون أكبر نسبياً، ومن ثم ارتبط انخفاض الإنتاجية بعدم كفاية الفترة الزمنية time lag اللازمة لقياس الإنتاجية قبل أن يمكن رؤية المكاسب الفعلية في الإنتاجية، أي ان الفوائد منه قد تستغرق عدة سنوات لتظهر في المحصلة النهائية، وهي فكرة تعد شائعة في الاعمال التجارية أن التقنيات الجديدة قد لا يكون لها تأثير فوري. فنظرا لتعقيدها غير المعتاد وجدولتها، قد تتطلب الشركات والمستخدمون الفرديون لها بعض الخبرة قبل أن يصبحوا بارعين فيها. ووفقا لنماذج التعلم عن طريق الاستخدام، تحدد استراتيجية الاستثمار المثلى تكاليف هامشية قصيرة الأجل أكبر من الفوائد الهامشية قصيرة الأجل. بما يسمح للشركات "ركوب" منحنى التعلم وجني فوائد مماثلة لوفورات الحجم، ومن ثم قد يبدو أن الاستثمار كان غير فعال إذا تم قياس التكاليف والفوائد قصيرة الأجل فقط.

ومثلت إعادة توزيع الأرباح وتبديدها محاولة اخري لتفسير مفارقة الإنتاجية لسولو، فإعادة التوزيع للأرباح قد تكون عاملا في استثمارات تكنولوجيا المعلومات أكثر من الاستثمارات الأخرى. على سبيل المثال، يمكن استخدام تكنولوجيا المعلومات بشكل غير متناسب مع أبحاث السوق والتسويق، كذلك تعد المعلومات، مقارنة بالسلع الأخرى، معرضة بشكل خاص لتبديد الارباح، حيث تأتي مكاسب بعض المستثمرين في التكنولوجيا

بالكامل على حساب الآخرين بدلا من خلق ثروة جديدة، وبالتالي لا تظهر الفوائد الصافية على المستوى الإجمالي. ويمكن أن تكون المعرفة المسبقة بالطلب أو العرض أو الظروف الأخرى التي تؤثر على أسعار الأصول مربحة للغاية من القطاع الخاص حتى بدونٍ زيادة إجمالي الإنتاج، وهو ما يؤدي إلى خلق حوافز مفرطة لجمع المعلومات. واخيرا، يمكن أن يؤدي سوء إدارة المعلومات والتكنولوجيا لحدوث مفارقة الانتاجية، حيث تدفع إدارة تكنولوجيا المعلومات الشركات أو الصناعات إلى الاستثمار فيها في حين لا ينبغي لها ذلك، أو يتم إساءة تخصيص الموارد للاستثمار فيها. كذلك، قد يستخدم صناع القرار معايير عفا عليها الزمن لاتخاذ القرارات، بالإضافة إلى الصعوبات التي قد يواجهها الباحثون في قياس فوائد تكنولوجيا المعلومات، والتي من شأنها أن تؤثر أيضا على المديرين. ونتيجة لذلك، قد يواجهون صعوبة في تحقيق الفوائد النهائية إذا لم يتم تعديل أهداف المخرجات وتنظيم العمل والحوافز بشكل مناسب. Brynjolfsson, Erik , December (1993): 10-14

نخلص مما سبق، إلى أنه إذا كان تزايد تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي يمكن أن يرتبط بانخفاض او تباطؤ معدلات النمو في الانتاجية، إلا أنه يرتبط في ذلك بظروف وأسباب استثنائية يمكن تجاوزها في حال اختيار مؤشرات جيدة لقياس الانتاجية او الأخذ في الاعتبار لعنصر الزمن وتقدير العوائد في الأجل الطويل للذكاء الاصطناعي بالاضافة إلى تعديل الأهداف وتنظيم العمل وإعادة توزيع الأرباح بشكل جيد حتى يمكن تلافي حدوث مفارقة الإنتاجية.

٢,٢,٤ السناريو الأفضل: يرتبط تزايد تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي بشكل إيجابي مع نمو الانتاجية الكلية

في إطار رؤية مناقضة للسيناريو السابق، يمكن أن توفر زيادة تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي العديد من الفوائد والتي تترجم عادة إلى قيمة مضافة قوية ونمو في الناتج المحلي الاجمالي، فعلى سبيل المثال في مجال الزراعة يمكن من خلال التكنولوجيا والتعلم الآلي زيادة إنتاجية المحاصيل للحد الأقصى وتقليل وقت عمل المزارعين. وفي مجال الصناعة، تختصر الأتمتة وقت التجميع والتركيب في الصناعات وتوفر وسيلة امنة لاتمام المهام الصعبة التي ترتفع فيها درجة المخاطرة، كما يمكن إيجاد طرق جديدة لاستخراج الموارد الطبيعية دون المخاطرة بوضع العمال في بيئات صعبة. وفي الحياة العادية، يمكن لأنظمة النقل الذكية تقليل عدد الحوادث الناجمة عن الخطأ البشري، وتقليل الازدحام وتوفير وقت للركاب. وفي بعض المجالات الأخرى كالمحاسبة والمراجعة وشركات التأمين يمكن أداء المهام في وقت اقل بكثير. MGI, McKinsey Global Institute (2017b) : 59

ووفقا لدراسة (MGI - McKinsey Global Institute (2017b)) ، يؤدي تطبيق التقنيات الجديدة لتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي إلى تسريع النمو في الانتاجية، حيث تتوقع الدراسة أن تؤدي زيادة الأتمتة وتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي إلى حدوث زيادة في نمو الناتج المحلي الإجمالي ، للدول الرائدة رقمياً في اطار الدراسة، بنحو ٥٥٠ مليار

يورو أو حوالي ١,٢% سنوياً خلال الفترة من ٢٠١٦ وحتى عام ٢٠٣٠، تأتي هذه المكاسب نتيجة لخلق وظائف جديدة من جهة، وبسبب الابتكارات والفرص الاستثمارية الجديدة التي تتيحها التكنولوجيا من جهة اخري. MGI, McKinsey Global Institute (2017b): 6

ويمكن إيضاح الأثر الإيجابي للذكاء الاصطناعي على الإنتاجية بالنظر إلى تأثير إدخال تقنيات الذكاء الاصطناعي علي بعض القطاعات الرائدة في الاقتصاد، والتي من المتوقع ان تتأثر الإنتاجية فيها بشكل كبير بتزايد تطبيقات الذكاء الاصطناعي في السنوات المقبلة، وهي قطاع الكهرباء والطاقة، قطاع الرعاية الصحية وقطاع التجزئة.

أ) قطاع الكهرباء والطاقة

يتمتع قطاع المرافق الكهربائية بإمكانيات كبيرة لتبني الذكاء الاصطناعي في السنوات المقبلة فبدءا من توليد الطاقة إلى المستهلكين النهائيين توجد فرص للتعلم الآلي واستخدام الروبوتات وأتمتة اتخاذ القرار، والتي يمكن أن تساعد المرافق الكهربائية على التنبؤ بشكل أفضل بالعرض والطلب، وتقليل وقت التوقف عن العمل وزيادة العائد وتحسين تجربة المستخدمين النهائيين. Richter, L et al (2022)

وتشير الدراسات إلى أن شركات الطاقة تستثمر بالفعل بكثافة في تقنيات الذكاء الاصطناعي، حيث تقوم ١٨% منها بتطبيق الروبوتات على نطاق واسع ويمكن لتقنيات التعلم الآلي والعميق التنبؤ بالطلب والعرض في الوقت الفعلي وتحسين توزيع الأحمال، وبالتالي توفير الطاقة والتكلفة. وبالنسبة للشبكة التي تواجه طلبًا يتراوح بين ١٠ و١٨ جيجاوات، يمكن أن يصل التوفير إلى ١٠٠ ميجاوات على مدار فترات تتراوح من ساعة إلى أربع ساعات يوميًا. ومن شأن التوقعات الموثوق فيها أن توفر بدائل فعالة من حيث التكلفة للمشغلين، الذين يفكرون في بناء محطات جديدة لاستيعاب التقلبات في الطلب وتحديث الشبكات ونشر العدادات الذكية في معظم البلدان. وفي أوروبا، استبدلت السويد وإيطاليا جميع العدادات تقريبًا بالعدادات الذكية ويمكن أن يساعد الذكاء الاصطناعي أيضًا في تقييم درجة الثقة في الجهات الفاعلة الجديدة في مجال الإمداد بالطاقة من خلال التنبؤ بعمر وحدات التخزين الخاصة بها ومدى ملاءمتها للتكامل في نظام تخزين الطاقة.

أما الوسيلة الأخرى التي يمكن أن يساعد فيها الذكاء الاصطناعي والروبوتات في تقليل التكاليف فهي العمليات من توليد الطاقة إلى النقل والتوزيع. كما يمكن أن يساعد التعلم الآلي في تحسين إنتاجية توربينات الرياح بناءً على أدائها السابق، والتواصل الفعلي مع مزارع الرياح الأخرى. ولقد قدمت شركة GE Renewables مؤخرًا مفهوم "مزارع الرياح الرقمية "digital wind farm" ، التي تعمل على تحسين الإنتاجية من خلال التعلم الآلي المطبق على بيانات أجهزة استشعار التوربينات، والتوربينات المعيارية التي يمكن تخصيصها حسب الظروف في كل موقع تركيب. وتقول جنرال إلكتريك إن هذه التكنولوجيا يمكن أن تعزز إنتاج الطاقة في مزرعة الرياح بنسبة تصل إلى ٢٠% وتخلق قيمة إضافية بقيمة ١٠٠ مليون دولار على مدى عمر مزرعة بقدرة ١٠٠ ميجاوات. ويمكن أيضًا تعزيز إنتاجية توليد الطاقة عن طريق تقليل وقت التوقف عن العمل وتحسين

الصيانة الوقائية. كذلك تُظهر التحليلات المتقدمة فائدة الصيانة الذكية. على سبيل المثال، تمكنت بعض محطات توليد الطاقة بالفحم من التنبؤ بتوقيت الأعطال خلال أسبوع واحد قبل ستة إلى تسعة أشهر، بدقة بلغت ٧٤%. بشكل عام. ويمكن لتحسين الصيانة الوقائية، وأتمتة التنبؤ بالأخطاء، وزيادة إنتاجية رأس المال من خلال تطبيقات الذكاء الاصطناعي أن تزيد من أرباح توليد الطاقة قبل الفوائد والضرائب والإهلاك والإطفاء بنسبة ١٠ إلى ٢٠ بالمائة. MGI . McKinsey Global Institute (2017b) : 61

بـ) قطاع الرعاية الصحية:

يظهر للذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية إمكانات هائلة على استخلاص الاستنتاجات وتحليل كميات كبيرة من البيانات حول تاريخ المرضى، والصور الطبية، والإحصاءات الوبائية، وغيرها من البيانات. ويتمتع كذلك بالقدرة على مساعدة الأطباء على تحسين تشخيصاتهم، والتنبؤ بانتشار الأمراض، وتخصيص العلاجات. ومن الممكن أن يسمح الذكاء الاصطناعي، إلى جانب رقمنه الرعاية الصحية، لمقدمي الخدمات بمراقبة أو تشخيص المرضى عن بعد، فضلاً عن تغيير الطريقة التي نعالج بها الأمراض المزمنة التي تمثل حصة كبيرة من ميزانيات الرعاية الصحية. ويتوقف نجاح الأدوات القائمة على الذكاء الاصطناعي في الطب على ما إذا كان المسؤولون الحكوميون يوقعون ويشاركون في التمويل ودعم الأبحاث والتشريعات التي تحمي خصوصية المرضى وتمنح المهنيين الطبيين إمكانية الوصول إلى بيانات مجهولة المصدر حول الأمراض والعلاجات. Davenport T, Kalakota R (2019)

ويمكن ان يستخدم بعض الأطباء الذكاء الاصطناعي للتنبؤ بانتشار أمراض معينة بالإضافة الي مساعدة مسؤولي المستشفى على جدولة مواعيد الموظفين، والتفاوض بشأن معدلات السداد مع شركات التأمين، وتحديد الميزانيات، وتحسين مستويات المخزون. ولقد جعلت فكرة الاستفادة من البيانات الطبية والاجتماعية لإدارة التكاليف بشكل أفضل التنبؤ أحد المجالات القليلة لتطبيقات الذكاء الاصطناعي النشطة في الرعاية الصحية، مما أدى إلى جذب أفضل شركات الأدوية التكنولوجية بالإضافة إلى الشركات الناشئة الصغيرة. وفي المستقبل، سوف تعمل أدوات الذكاء الاصطناعي على تمكين الرعاية الصحية من تسريع تحولها نحو الطب الوقائي بشكل كبير. وللقيام بذلك، لن تحلل أدوات الذكاء الاصطناعي التاريخ الطبي للمرضى فحسب، بل تحلل أيضًا العوامل البيئية التي يمكن أن تؤثر على الصحة، مثل التلوث والضوضاء في الأماكن التي يعيشون ويعملون فيها. ومن الممكن أن يؤدي هذا إلى تحديد المجموعات المعرضة للخطر وتوجيه قرارات السلطات المحلية حول مكان تنفيذ برامج الرعاية الوقائية. كذلك يمكن للذكاء الاصطناعي أن يساعد المتخصصين الطبيين في تشخيص الأمراض وتحسين العمليات حيث يتمتع التعلم الآلي بإمكانيات هائلة لتعزيز دقة التشخيص. Fakoor R, Ladhak F, Nazi A,(2013)

وتتمتع الأتمتة التي تعمل بالذكاء الاصطناعي بالقدرة على زيادة إنتاجية الرعاية الصحية من خلال إعفاء الأطباء والممرضات من الأنشطة الروتينية، ففي المستقبل يمكن

لروبوتات الدردشة المجهزة بخوارزميات التعلم العميق أن تعفي موظفي غرفة الطوارئ من رعاية أعداد كبيرة من المرضى الذين يعانون من حالات غير طارئة، ويمكن لشركات التأمين الصحي ابتكار طرق جديدة لتشجيع الرعاية الوقائية وتحفيز مقدمي الخدمات. وتعد قدرة تقنيات التعلم الآلي على التنبؤ بسلوك المريض وحساب احتمالات المرض بشكل أفضل من الأساليب الحالية التي من شأنها أن تزيد من ربحية مقدمي خدمات التأمين على الحياة والتأمين الصحي. ويمكن لنماذج الأعمال الجديدة استخدام الذكاء الاصطناعي جنبًا إلى جنب مع تدخلات الصحة السلوكية للتركيز على الوقاية وإدارة الأمراض ومعالجة السلوكيات غير الصحية قبل أن يصبح الناس مرضى، فعلي سبيل المثال تقوم شركة "Discovery Health" للتأمين في جنوب أفريقيا، بتتبع النظام الغذائي ونشاط اللياقة البدنية للأشخاص الذين تقوم بالتأمين عليهم وتقدم حوافز للسلوكيات الصحية. واستنادًا إلى تجربة عملاء شركة ماكينزي، فإنه عندما استخدمت المزيد من شركات التأمين التعلم الآلي لتحليل بيانات المرضى. كان لذلك تأثير واضح على التكاليف، حيث خفض رسوم جراحي العظام بنسبة ٨ إلى ١٢ بالمائة والرسوم المدفوعة لأطباء التشخيص بنسبة ٤ إلى ٥ بالمائة. MGI . McKinsey Global Institute (2017b) : 63

ولكن على الرغم من إمكانات الذكاء الاصطناعي، الا ان الرعاية الصحية لا زالت تتخلف عن الصناعات الأخرى في تبني التكنولوجيا، ففي إطار استطلاع راي قامت به دراسة MGI, McKinsey Global Institute (2017b) ، كانت وظائف إدارة العمليات مثل جدولة المواعيد لا تزال تتم يدويًا بنسبة ٩ و٧ بالمائة، على التوالي، لدى شركات الرعاية الصحية والمستشفيات في عينة الاستطلاع والتي تضمنت مؤسسات كانت على دراية بالذكاء الاصطناعي بالفعل، وأشارت نتائج الاستطلاع الي ان هذا التقدم البطيء لا ينبع من عدم الاهتمام بين المهنيين الطبيين والمديرين التنفيذيين. بل لان الطب يواجه بعض العقبات الكبيرة التي تحول دون اعتماده، نظراً للطبيعة الحساسة للسجلات الطبية واللوائح الصارمة للحفاظ على خصوصيتها والتي أعاقت جمع البيانات عالية الجودة التي تتطلبها تطبيقات التعلم العميق وأدوات الذكاء الاصطناعي الأخرى، بالإضافة إلي تعقيد تلك البيانات وطبيعة الصناعة نفسها، والعوائق التنظيمية الأخرى.

م) قطاع التجزئة:

يمكن أن يؤدي استخدام الذكاء الاصطناعي في تجارة التجزئة إلى تحقيق العديد من الفوائد، حيث يساعد الناس على اتخاذ قرارات أكثر ذكاء، مع توقعات أكثر دقة. وتساعد التوقعات الجيدة على تحسين إدارة التوريدات، وتحديد العروض الترويجية المؤثرة، وتحسين التشكيلة والتسعير. كذلك، يمكن للذكاء الاصطناعي أن يجعل العمليات أكثر كفاءة، وذلك بفضل استخدام الروبوتات وتحسينات العمليات التي تعمل على تعزيز الإنتاجية وتقليل تكاليف العمل اليدوي. ويتيح الذكاء الاصطناعي لتجار التجزئة زيادة عدد العملاء ومتوسط المبلغ الذي ينفقونه من خلال إنشاء تجارب تسوق شخصية ومريحة، حيث يمكن لبائعي التجزئة معرفة المزيد عما يريده المتسوقون أحياناً قبل المتسوقين أنفسهم في المستقبل. Ramanathan, A& Govindu,P. February (2024)

ويساعد الذكاء الاصطناعي الشركات على التكيف وتحسين دقة التنبؤ بعملية اتخاذ القرار لدى تجار التجزئة وأتمتها في الوقت الفعلي من خلال تحديد أنماط التسوق وسجل العرض عبر الإنترنت وتحليل تعبيرات الوجه، وأنماط التسوق الموسمية، ولقد تم بالفعل إثبات تأثير التنبؤ المدعوم بالذكاء الاصطناعي، فعلى سبيل المثال، تمكن أحد متاجر التجزئة الأوروبية من تحسين أرباحه قبل الفوائد والضرائب بنسبة ١ إلى ٢ في المائة باستخدام خوارزمية التعلم الآلي لتوقع مبيعات الفواكه والخضروات. حيث تطلب الشركة تلقائيًا المزيد من المنتجات بناءً على هذه التوقعات لزيادة حجم المبيعات وتقليل الهدر في الناتج. وعلى نحو مماثل، تعد أمازون شركة رقمية أصلية تستخدم تقنيات جديدة للبيع بالتجزئة والعمليات وتخطط أمازون لإنشاء متاجر خالية من البشر. وفي دراسة حديثة، تم بالفعل تشغيل أتمتة العمليات الروبوتية في واحد من كل سبعة من تجار التجزئة، ويستخدم واحد من كل خمسة التعلم الآلي في مجال التحليل للأسواق.

ويمكن للروبوتات المستقلة العمل جنبًا إلى جنب مع البشر لزيادة الإنتاجية وتقليل الإصابات. علي سبيل المثال قامت شركة Swisslog بتقليل وقت التخزين بنسبة ٣٠ بالمائة منذ أن بدأت في استخدام المركبات الموجهة ذاتية القيادة في مستودعاتها. وأطلقت شركة DHL زوجًا من العربات الآلية بالكامل في العام الماضي والتي تتبع جامعي البضائع عبر المستودع وتريحهم من العمل البدني. كذلك يمكن أن يساعد التعلم الآلي في تحسين عملية الترويج، مع توفير فرص لتحسين كفاءة العمل بنسبة ٥٠ بالمائة. ومن خلال التعلم الآلي، يمكن تحقيق الكفاءة والدقة في تحليل البيانات الجديدة. ويمكن أن يؤدي البيع القائم على التنبؤ والعروض الترويجية المخصصة وتحسين المنتجات إلى زيادة المبيعات بنسبة ١ إلى ٥ بالمائة. عبر الإنترنت، بما يؤدي إلى نمو بنسبة ٣٠ بالمائة في المبيعات ومن ثم في الإنتاجية.-MGI . McKinsey Global Institute (2017b) : 59-60

نخلص مما سبق، أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يساعد البشر بشكل أساسي، في القطاعات المختلفة، على أن يكونوا أكثر إنتاجية من خلال عدة قنوات للتأثير ، حيث:

- يؤدي زيادة تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي إلى زيادة الانتاجية من خلال تحسين العمليات والتقنيات بدلاً من الاعتماد على العمل اليدوي، حيث يحسن استخدام الروبوتات والأتمتة {تنفيذ المهام بشكل أسرع وأكثر دقة، مما ينعكس علي زيادة الكفاءة وتحسين الانتاجية.
- يمكن تحسين الانتاجية مع استخدام التكنولوجيا في مراقبة ورصد العمليات بشكل مستمر مما يساهم في تحسين دقة العمل وتقليل الأخطاء، وبالتالي تحسين جودة المنتجات والخدمات.
- يساعد استخدام الروبوتات وتقنيات الذكاء الاصطناعي على تنفيذ المهام بتكلفة اقل وكفاءة اعلى، بما يمكن للشركات النمو وإنتاج منتجات وخدمات جديدة بشكل أسرع، ومن ثم زيادة الإنتاج وتحسين الأداء الاقتصادي.

- تحسين سلامة العمل واستخدام التكنولوجيا المصممة لتنفيذ المهام الخطرة والمتكررة بما يساهم في خفض المخاطر المصاحبة للأعمال ودفع الانتاجية.
- تقليل وقت التسليم وتحسين خدمة العملاء من خلال تطبيق التكنولوجيا الذكية وتحليل البيانات في عمليات اللوجستيات والتوزيع.

في إطار التحليل الوارد في هذه الورقة البحثية يتضح وجود العديد من التأثيرات التي يمكن أن تنتج عن زيادة تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي على كل من تشغيل العمل والانتاجية، تختلف تلك التأثيرات وفقاً للمنافع والتكاليف الاقتصادية التي يمكن أن تنتج عن كل منهما، ويمكن تعظيم المنافع وخفض التكاليف من خلال اتباع السياسات الاقتصادية والاستراتيجيات الملائمة، والتي يمكن أن تعيد توجيه الاقتصاد الى المسار الصحيح، وهو ما سيتم تناوله بالتحليل في النقطة التالية من هذه الورقة البحثية، خاصة بالنسبة لحالة اقتصاديات الدول النامية.

٥. سياسات مقترحة لتصحيح المسار لصناع السياسة في الدول النامية

من المتوقع أن يستغرق الإدراك الكامل للفوائد الهائلة للذكاء الاصطناعي وتطبيقاته في الدول النامية فترة من الزمن حتي يمكن التأقلم مع التغيرات الاقتصادية المتسارعة الناجمة عن تبني هذه التكنولوجيا في القطاعات والأنشطة الاقتصادية المختلفة، كما أن تحصيل نتائجه الايجابية على التشغيل والإنتاجية يتأثر بشكل كبير بعوامل اقتصادية أخرى مثل مرونة الطلب والعرض كما يتوقف على قرارات وتوجهات صناع السياسة وصياغتهم للخطط والسياسات التي يتم صياغتها للتطبيق على المدي القصير والبعيد والتي يترتب عليها ما يتم تنفيذه وتحقيقه على ارض الواقع. لذا توجب على صناع السياسات الاقتصادية وقادة الأعمال البدء في تنفيذ سياسات تهدف إلى تعظيم المنافع الناتجةٍ عن تزايد استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في أقرب وقت ممكن وخفض مخاطره، بدلاً من الانتظار على الهامش والذي قد يترتب عليه اتساع فجوة الأداء بين المتقاعسين والمتبنين الأوائل لهذه التكنولوجيا بسرعة كبيرة، بما ينعكس على انتقال الميزة التنافسية إلى الدول والمؤسسات التي كانت أول من استخدم الذكاء الاصطناعي التوليدي لتسريع أولويات أعمالها وابتكاراتها ونموها. ويشير التطور في تطبيقات الذكاء الاصطناعي إلى الحاجة الملحة إلى التركيز على معالجة القضايا ذات الصلة التي يحتمل أن تكون بالغة الأهمية خاصة في مجالات التعليم والضمان الاجتماعي في اقتصاديات الدول النامية، حيث تظهر الضرورة إلي تكييف نظام التعليم بأكمله، وحفز مفهوم التعلم مدى الحياة، وإعادة التدريب حتي تتوافق متطلبات التكنولوجيا المتغيرة مع مهارات القوى العاملة البشرية. Fatun, M., & Pazour , M, (2021): 40-41

وتختلف سرعة إعادة التدريب وإيجاد عمل جديد باختلاف العمالة وأصحاب العمل، مما قد يؤدي إلى زيادة البطالة الهيكلية والاحتكاكية، كما هو مذكور في دراسة معهد ماكينزي العالمي (٢٠١٨)، وهنا يجب التأكيد علي الأهمية المتزايدة للخبرة الفنية، العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (Science, Technology, Engineering, and Mathematics STEM)، حيث يتناقص وزن المعرفة المتخصصة لصالح أهمية المهارات

المعقدة، وخاصة ما يسمى بمهارات القرن الحادي والعشرين 21st-century skills (يشار إليها أحيانًا أيضًا باسم ما يسمى بالمهارات الناعمةsoft skills ، أي المهارات التي تهدف إلى تطوير الإبداع والتفكير النقدي والتعاون والتواصل مع الناس، والعرض، وإدارة المشاريع، وحل المشكلات)، جنبا إلى جنب مع التفكير المعلوماتي مع زيادة التطور التكنولوجي.

كذلك تجدر الإشارة الي أهمية تعزيز الضمان الاجتماعي وتطوير شبكة الأمان الاجتماعي، حيث ستغير الأتمتة طبيعة العمل وستؤدي إلى تغييرات تنظيمية في الشركات، وهذا يعني ضمناً مطالبات جديدة للدولة بتوفير الضمان الاجتماعي لعدد متزايد من العاملين. إذ يجب أن تتكيف شبكة الأمان الاجتماعي مع التطورات في مجال تقنيات الذكاء الاصطناعي لاستخدامها في الدعم الفعال للموظفين الذين يسعون إلى إعادة التدريب وتوسيع معارفهم ومهاراتهم وقدراتهم في المهن المحتملة لحين التأقلم مع التطورات الحادثة في ظروف ومتطلبات العمل. وسوف يكون من الضروري التحقق تجريبيًا من أشكال الدعم التي ستعمل بشكل أفضل لمجموعات مختلفة من العمال، كذلك تجدر الإشارة هنا الي أهمية سياسة العمل الحر المناسبة للتوظيف بدلاً من الهيكل الهرمي، وهو ما يتطلب وضع توقعات أكبر على الموظفين من حيث مرونة الزمان والمكان للوظائف، وبالتالي مرونة أكبر في نظام الأجور. حيث ستكون هناك حاجة لتعديل حماية الموظفين بموجب قانون العمل. وستظهر الحاجة إلى تحديث قانون العمل كما أشار Dvoulet‎ý (2017) .

وفقاً لما سبق، يمكن اقتراح عددًا من الاجراءات التصحيحية التي يمكن اتخاذها من قبل صناع السياسة، في الدول النامية، لخفض الآثار السالبة المترتبة على تزايد تطبيقات الذكاء الاصطناعي على الوظائف والأجور وتعظيم الآثار الايجابية، تتمثل في:

أولاً: فيما يتعلق بدعم أنظمة الذكاء الاصطناعي والأتمتة المحلية وتشجيع التبني السريع للتكنولوجيا:

- إزالة العوائق التي تحول دون الابتكار وتحديث البنية التحتية. حيث يعد الاستثمار في البنية التحتية الرقمية إجراءً رئيسيًا لضمان قدرة الشركات على المنافسة عبر مجموعة واسعة من القطاعات. وبالنسبة للاقتصادات الناشئة، يعمل هذا على خلق فرص عمل جديدة. ويحتاج صناع السياسات إلى التأكد من تطوير بنية تحتية حديثة ذات قابلية للتوسع بما يسمح للشركات بالاستفادة الكاملة من التقنيات الجديدة. وبدون مثل هذا الاستثمار ستظل تطبيقات ونشر الذكاء الاصطناعي محدودة، وخاصة في البلدان النامية والتي تفتقر إلى هذه البنية التحتية بشكل كبير .
- التركيز على السياسات المستقبلية ومعالجة القضايا المرتبطة بالتكنولوجيا بما في ذلك الأمن السيبراني والخصوصية وأخلاقيات التكنولوجيا.
- التغييرات في مدة براءات الاختراع، حيث يعمل طول عمر براءات الاختراع على تأخير سرعة دخول الابتكارات إلى الملكية العامة، ومن ثم زيادة الفترة المتاحة

للعمالة وأصحاب العمل للتكيف مع التغيرات الناجمة عن زيادة تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي.

ثانياً: فيما يتعلق بمستقبل العمل وإعادة تأهيل العمالة والتدريب:

- تعزيز النظم البيئية التكنولوجية، من خلال تشجيع التجريب ودعم المواهب. فقد أنشأت المملكة المتحدة، على سبيل المثال، برنامج تأشيرات Tech Nation، الذي يمنح ما يصل إلى ٢٠٠ تأشيرة سنويا، للمتقدمين من ذوي المواهب الاستثنائية أو الواعدين في مجال التكنولوجيا الرقمية. MGI . (2017b): 46
- إعادة هيكلة المهارات، حيث سيتطلب الأمر مجموعة جديدة من المهارات الفنية والاجتماعية، ويجب على أصحاب العمل والحكومات العمل على إعادة تدريب وتأهيل العمال لمواجهة التغييرات المتوقعة من خلال تشجيع التجريب، ورعاية المواهب، وتعزيز البحث والتطوير العام للتثقيف والتدريب لمستقبل العمل وإعادة توجيه أنظمة التعليم للاستفادة من تقنيات الأتمتة في التعليم، والتأكيد على التعلم مدى الحياة life long learning.

ثالثاً: فيما يتعلق بدعم العمال ودور الحكومة:

- التركيز على دور الحكومة في دعم وتطوير العديد من قطاعات الخدمات، مثل الرعاية الصحية ونظام الرعاية الاجتماعية، بهدف خفض الضرر الواقع على مستويات المعيشة للعمال، حيث تخلق هذه القطاعات مجالًا واسعًا لتدخل الحكومة لدعم العمال ومن ثم تخفيف الآثار السالبة الناتجة عن فقدهم لوظائفهم.
- تسليط الضوء على مجالات تستحق اهتمامًا خاصاً كالممارسات الإدارية كأداة لتحسين ريادة الأعمال والابتكار
- تطوير التعليم وإعادة توجيه المناهج نحو مستقبل العمل، حيث يجب إعادة تصميم نظام التعليم لتوفير فرص لتعلم مهارات تقنية جديدة في مجال العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM subjects، وقد يكون من الضروري التأكيد على الجوانب الإبداعية والتجريبية لبعض العلوم. ففي ظل توقع ارتفاع الطلب على العمالة في تخصصات البرمجة، هناك العديد من المبادرات الجاري تنفيذها، والتي يمكن الاقتداء بها، على سبيل المثال، تفرض إنجلترا دراسة البرمجة للأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين خمس سنوات وما فوق. حيث يتعلم الطلاب المنطق والخوارزميات وتصحيح الأخطاء والسلامة على الإنترنت. كذلك بدأت إستونيا في إدراج البرمجة في مناهجها الدراسية في عام ٢٠١٢ لأطفال المدارس الذين لا تتجاوز أعمارهم ستة أعوام من خلال برنامج ProgeTiger، وأدخلت فنلندا برمجة الحاسوب كجزء من المنهج الأساسي للمدارس الابتدائية، وتقوم السويد بتدريس البرمجة في المدارس الابتدائية منذ عام ٢٠١٨. (DeRuy, E. , 2017)
- تعزيز تقنيات الأتمتة لأشكال جديدة من التعلم، يمكن من خلالها تطوير المهارات الفردية للعمالة، حيث يمكن للتكنولوجيات الرقمية أن تدعم القدرات التعليمية، والتحكم في التكاليف، وتعزيز الجودة. علي سبيل المثال، يمكن للفصول الدراسية

الافتراضية أن تزيد من إمكانية الوصول إلى المحاضرات وقابلية توسيعها وتسمح بنماذج تعليمية أكثر تخصيصًا ومرونة، مثل الدورات التدريبية المفتوحة الضخمة عبر الإنترنت (MOOCs)، والتي بدأت منذ ٢٠١١، بقيادة شركات منها Coursera، وedX، وUdacity.

- تعزيز تمويل البحوث والتطوير لبرامج العلوم سواء من خلال المنح المقدمة للجامعات، أو إنشاء مختبرات حكومية، أو مبادرات بحثية مشتركة مع القطاع الخاص. فعلي سبيل المثال، استثمرت الولايات المتحدة أكثر من مليار دولار في مجال البحث والتطوير في مجال الذكاء الاصطناعي في عام ٢٠١٥. كما استثمرت حكومة كوريا الجنوبية ٩٠٠ مليون دولار لبناء مركز أبحاث الذكاء الاصطناعي بين القطاعين العام والخاص بالاشتراك مع التكتلات الكورية الرائدة. MGI . McKinsey Global Institute (2017b) : 46

٦. نتائج الدراسة:

نخلص من الدراسة الحالية إلى وجود تأثيرات إيجابية تنتج عن تزايد تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي تفوق الآثار السالبة علي التشغيل والإنتاجية، بما يتوافق مع الفرضية الرئيسية للدراسة، وهو ما يمكن أن يدعم وجود سيناريو افضل تزداد معه الفرص الناجمة عن تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في القطاعات المختلفة داخل الاقتصاد، بشرط أن يأخذ صناع السياسة في الاعتبار للإستراتيجيات والسياسات الملائمة لتصحيح المسار في الاقتصاد من أجل الوصول إلي النتائج والأهداف المرجوة، وهو ما يجب أن يراعيه صناع السياسة في الدول النامية من اجل تعظيم المنافع المحتملة الناتجة عن تزايد استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في أقرب وقت ممكن وخفض حدة مخاطره.

ويفرض تصحيح مسار الاقتصاد في الدول النامية، بما يتواءم مع التطوير واستخدام أدوات وتقنيات الذكاء الاصطناعي الجديدة وبما يعزز تحقيق آثاره الإيجابية علي التشغيل والإنتاجية ويخفض المخاطر والآثار السلبية الناجمة عنه، متطلبات جديدة ليس فقط على السياسات العامة والسياسات الاقتصادية، ولكن أيضاً علي السياسات الاجتماعية والتعليمية، بالإضافة إلي السياسات الهيكلية التي تدعم بشكل فعال ريادة الأعمال والابتكار والمنافسة والسياسات التنظيمية، ومن المهم أيضًا اتخاذ تدابير للاستجابة للاعتماد الدولي المتزايد للابتكار ونشر المعرفة والتدابير التي تضمن التقييم المناسب لتأثير الرقمنة والتطور التكنولوجي، وزيادة تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي على التغيرات في سوق العمل. وبصفة عامة، يمكن للتقدم التكنولوجي وزيادة تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي أن يجعل الجميع أفضل حالا، فقط إذا تم التوجه نحو المسار الصحيح للتطبيق.

٧. مراجع الدراسة:

أولا: المراجع العربية:

- إيهاب طلعت، (أكتوبر ٢٠٢٣)، " الذكاء الاصطناعي ومستقبل التنمية الاقتصادية. الفرص والتحديات"، آفاق اقتصادية معاصرة، مجلة دورية، https://www.idsc.gov.eg/Article
- تغريد حسوبة، (يناير ٢٠٢٤)، "الذكاء الاصطناعي وصناعة التعدين، الفرص والتحديات"، مقال منشور في إطار عدد مجلة آفاق صناعية، بعنوان "مستقبل الصناعات كثيفة العمالة في ظل الذكاء الاصطناعي"، العدد رقم٦ يناير ٢٠٢٤، مركز معلومات ودعم اتخاذ القرار،

https://www.idsc.gov.eg/Publication/details/8955
- حسني مهران، " الثورة الصناعية الخامسة، الملامح الأساسية– التحديات– الفرص الممكنة"، مقال منشور، مركز معلومات ودعم إتخاذ القرار، https://www.idsc.gov.eg/Article/details/8736
- علي خاطر، (يناير ٢٠٢٤)، " التحول الرقمي وتأثيره علي الصناعات كثيفة العمالة: التحديات والفرص"، مقال منشور في إطار عدد مجلة آفاق صناعية، بعنوان "مستقبل الصناعات كثيفة العمالة في ظل الذكاء الاصطناعي"، العدد رقم ٦ يناير ٢٠٢٤، مركز معلومات ودعم اتخاذ القرار،

https://www.idsc.gov.eg/Publication/details/8955
- عادل عبد الصادق، (مايو ٢٠٢٣)، " الذكاء الاصطناعي الفرص والتحديات المستقبلية"، مقال منشور، جزء من عدد " الذكاء الاصطناعي الفرص والتحديات المستقبلية"، دورية الملف المصري الإلكترونية، دورية شهرية إلكترونية تصدر عن مركز الأهرام للدراسات السياسية والإستراتيجية، العدد١٠٥، السنة الثامنة.

https://acpss.ahram.org.eg/Esdarat/MalafMasry/105/files/downloads/Mallf-105-May-Final.pdf
- مصطفي بلتاجي، (أكتوبر ٢٠٢٣)،" الذكاء الاصطناعي. واقع ومستقبل سوق العمل"، آفاق اقتصادية معاصرة، مجلة دورية، https://www.idsc.gov.eg/Article

ثانياً: المراجع الأجنبية:

- **Anand Ramanathan& Praveen Govindu, February (2024), Future of retail: Profitable growth through technology and AI, Article, https://www2.deloitte.com/in/en/pages/consumer-business/articles/future-of-retail-profitable-growth-through-technology-and-AI.html**
- **Artificial Intelligence Index Report 2024, report, https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2024/04/HAI_2024_AI-Index-Report.pdf**
- **Aghion, Philippe, Benjamin F. Jones, Charles I. Jones,(2019), " Artificial Intelligence and Economic Growth, in The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda", ", edited by Ajay Agrawal, Joshua Gans, and Avi Goldfarb. Chicago: University of Chicago Press.**
- **Acemoglu, D. and Restrepo, P; (2018), Artificial Intelligence, Automation and Work. NBER Working Paper No. 24196. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. https://www.nber.org/papers/w24196**
- **Acemoglu, D. and Restrepo, P. (2017). Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets. NBER Working Paper no. 23285. National Bureau for Economic Research. https://www.nber.org/papers/w23285, DOI 10.3386/w23285**
- **Autor, David H.,2015, "Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation," The Journal of Economic**

Perspectives, Vol. 29, No. 3, 2015, pp. 3–30. https://www.researchgate.net/publication/282320407_Why_Are_There_Still_So_Many_Jobs_The_History_and_Future_of_Workplace_Automation

- Autor, David H., and David Dorn. 2013. "The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market." American Economic Review 103(5): 1553–97., https://www.jstor.org/stable/42920623
- Brynjolfsson, Erik, Danielle Li, and Lindsay Raymond. (2023). "Generative AI at Work." NBER Working Paper 31161, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA., https://www.nber.org/papers/w31161 , DOI 10.3386/w31161
- Brynjolfsson, E.,& Unger, G., (Dec. 2023), " The Macroeconomics of Artificial Intelligence", Finance and Development Publications, https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2023/12/Macroeconomics-of-artificial-intelligence-Brynjolfsson-Unger
- Brynjolfsson, Erik, Daniel Rock, and Chad Syverson. (2019). "Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox: A Clash of Expectations and Statistics." In The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda", edited by Ajay Agrawal, Joshua Gans, and Avi Goldfarb. Chicago: University of Chicago Press, https://ideas.repec.org/h/nbr/nberch/14007.html
- Bessen, J. (2018). AI and Jobs: The Role of Demand (NBER Working Paper No. 24235). Retrieved from National Bureau of Economic Research website: http://www.nber.org/papers/w24235
- Berriman, R., & Hawksworth, J. (2017). "Will Robots Steal our Jobs? The Potential Impact of Automation on the UK and other Major Economies." PwC UK Economic Outlook, https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3075839
- Bowles, J. (2017). The Computerization of European Jobs. Bruegel.org, 24th July. https://www.bruegel.org/blog-post/computerisation-european-jobs
- Brynjolfsson, Erik , December (1993), The Productivity Paradox of Information Technology , Communications of the ACM 36(12):66-77, https://www.researchgate.net/publication/220423773_The_Productivity_Paradox_of_Information_Technology/citations DOI: 10.1145/163298.163309, DBLP
- Coursera. (٢٠٢٤). "Artificial Intelligence (AI) Terms: A to Z Glossary." , https://www.coursera.org/articles/ai-terms
- Chui, M. Et al (June 2023), "The economic potential of generative AI, the next productivity frontier". McKinsey & Company, https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier#
- Chiacchio, Francesco; Petropoulos, Georgios; Pichler, David (2018) : The impact of industrial robots on EU employment and wages: A local labour market approach, Bruegel Working Paper, No. 2018/02, Bruegel, Brussels, https://www.econstor.eu/handle/10419/207001

- Davenport T, Kalakota R (2019). "The potential for artificial intelligence in healthcare" Future Health c J. 2019 Jun;6(2):94-98. doi: 10.7861/futurehosp.6-2-94. PMID: 31363513; PMCID: PMC6616181., https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6616181/
- Dvouletý, O. (2017): Does the Self-employment Policy Reduce Unemployment and Increase Employment? Empirical Evidence from the Czech Regions. Central European Journal of Public Policy, Volume 11, Issue 2, p. 11-22, https://www.researchgate.net/publication/320015402_Does_the_Self-employment_Policy_Reduce_Unemployment_and_Increase_Employment_Empirical_Evidence_from_the_Czech_Regions, DOI: 10.1515/cejpp-2016-0032
- DeRuy, E. , (2017),"In Finland, kids learn computer science without computers," The Atlantic, February 24, 2017, theatlantic.com. https://www.theatlantic.com/education/archive/2017/02/teaching-computer-science-without-computers/517548/
- Dauth, Wolfgang and Findeisen, Sebastian and Südekum, Jens and Woessner, Nicole, (September 2017). "German Robots - The Impact of Industrial Robots on Workers ", CEPR Discussion Paper No. DP12306, Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=3039031
- Ernst, E. , Rossana Merola and Daniel Samaan, 2019, " Economics of Artificial Intelligence: Implications for the Future of Work" . IZA Journal of Labor Policy (2019) 9:4, https://sciendo.com/article/10.2478/izajolp-2019-0004
- Fatun, M., & Pazour , M. (2021), "Modelling the impact of Artificial Intelligence on the labour market in Czechia", Cent. Eur. J. Public Policy; 15(2): 31–42, DOI: https://doi.org/10.2478/cejpp-2021-0006 , https://sciendo.com/article/10.2478/cejpp-2021-0006?tab=figures-tables&intcmp=trendmd
- Frey, C. and Osborne, M. (2017) The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerization? Technological Forecasting & Social Change, 114, 254-280. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019 https://econpapers.repec.org/article/eeetefoso/v_3a114_3ay_3a2017_3ai_3ac_3ap_3a254-280.html
- Ford, M., (2015), " Rise of the Robots, Technology & the Threat of Jobless Future", Published by Basic Books, New York. , https://archive.org/details/riseofrobotstech0000ford
- Fakoor R, Ladhak F, Nazi A,(2013), Huber M. Using deep learning to enhance cancer diagnosis and classification. A conference presentation The 30th International Conference on Machine Learning,. [Google Scholar]
- Frey, C. and Osborne, M. (2013). The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerization? Oxford Martin Programme on the Impacts of Future Technology, University of Oxford.

https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/publications/the-future-of-employment , https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019

- Gordon, Robert J., (2018). "Why Has Economic Growth Slowed When Innovation Appears To Be Accelerating?," CEPR Discussion Papers 13039, C.E.P.R. Discussion Papers. https://ideas.repec.org/p/cpr/ceprdp/13039.html
- Gries, T., & Naudé, W. (2018). Artificial Intelligence, Jobs, Inequality and Productivity: Does Aggregate Demand Matter? IZA Discussion Paper No. 12005.
- Graetz, G., Michaels, G.;(2018)" Robots at Work", The Review of Economics and Statistics; 100 (5): 753–768. doi: https://doi.org/10.1162/rest_a_00754
- IBA Global Employment Institute (2017): Artificial Intelligence and Robotics and Their Impact on the Workplace. https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/skill-shift-automation-and-the-future-of-the-workforce
- IMF, (Dec.2023), "AI Lexicon, A Brief Guide to Artificial Intelligence Lingo", Finance and Development Publications, https://www.imf.org/ar/Publications/fandd/issues/2023/12/AI-Lexicon
- Irani, L.,(2015), "The Cultural Work of Microwork," New Media & Society, Vol. 17, No. 5, pp. 720–739, https://www.semanticscholar.org/paper/The-cultural-work-of-microwork-Irani/5882eac88f0f811e657982c49ffca20fe494f217
- ILO, https://ilostat.ilo.org/topics/labour-productivity/
- Jaimovich, Nir, and Henry E. Siu,(2012), The Trend is the Cycle: Job Polarization and Jobless Recoveries)Working Paper 18334(, Cambridge, Mass.: National Bureau of Economic Research, https://www.researchgate.net/publication/253236635_The_Trend_Is_the_Cycle_Job_Polarization_and_Jobless_Recoveries
- Korinek, A., (Dec 2023), "Scenario Planning for an A (G) I Future", Finance and Development Publications, https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2023/12/Scenario-Planning-for-an-AGI-future-Anton-korinek
- Korinek, A., & Stiglitz, J. E. (2017). Artificial Intelligence and Its Implications for Income Distribution and Unemployment. NBER Working Paper No. 24174. Retrieved from http://www.nber.org/papers/w24174
- Lebel,A. , Zahidi, S. (Jan 2024), " The Rise of Global Digital Jobs", White Paper, World Economic Forum in Collaboration With Capgemini, https://www.weforum.org/publications/the-rise-of-global-digital-jobs/
- Lucas Richter, Malte Lehna, Sophie Marchand, Christoph Scholz, Alexander Dreher, Stefan Klaiber, Steve Lenk, (2022)"Artificial Intelligence for Electricity Supply Chain automation" Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 163,112459, ISSN 1364-0321,

https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112459.
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032122003653

- Lewis, J. (2018). "Bitesize: The Past Decade's Productivity Growth in Historical Context" . Bank Underground Blog, 25 April.https://bankunderground.co.uk/2018/04/25/bitesize-the-past-decades-productivity-growth-in-historical-context/
- MGI - McKinsey Digital. (2023). "The Economic Potential of Generative AI: The Next Productivity Frontier." https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-live/webinars/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier
- MGI - McKinsey Global Institute (2018) "Skill shift – Automation and the future of the workface" https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/skill-shift-automation-and-the-future-of-the-workforce
- MGI - McKinsey Global Institute (2017a): A future that works: Automation, employment and productivity. https://www.mckinsey.com/featured-insights/digital-disruption/harnessing-automation-for-a-future-that-works/de-DE
- MGI - McKinsey Global Institute (2017b): Digitally-enabled automation and artificial intelligence: Shaping the future of work in Europe's digital front-runners. https://www.mckinsey.com/featured-insights/europe/shaping-the-future-of-work-in-europes-nine-digital-front-runner-countries
- Manning, Christopher. April(2022). "Artificial Intelligence Definitions." Stanford University, HAI, Human-Cantered Artificial Intelligence glossary, Stanford, V.1.2.https://hai.stanford.edu/sites/default/files/2023-03/AI-Key-Terms-Glossary-Definition.pdf
- Moravec, H., (1988), "Mind Children, The Future of Robot and Human Intelligence", Harvard University Press, https://www.hup.harvard.edu/books/9780674576186
- Osonde A. Osoba, William Welser IV,2017 , The Risks of Artificial Intelligence to Security and the Future of Work https://www.semanticscholar.org/paper/The-Risks-of-Artificial-Intelligence-to-Security-of-Osoba-Welser/b775bd1807572e45636e8508667edb5c9fd8cc72
- Stephanie M. Noble, Martin Mende, Dhruv Grewal, A. Parasuraman, (2022), " The Fifth Industrial Revolution: How Harmonious Human–Machine Collaboration is Triggering a Retail and Service [R]evolution, Journal of Retailing, Volume 98, Issue 2, Pages 199-208, ISSN 0022-4359, https://doi.org/10.1016/j.jretai.2022.04.003 https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022435922000288
- Troupe, Herve,(Dec. 2023)." Artificial Intelligence's Promise and Peril", Finance and Development Publications, https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2023/12/B2B-Artificial-Intelligence-promise-peril-Tourpe

- **TURING, A. M. I. (, October 1950)—COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE, *Mind*, Volume LIX, Issue 236, Pages 433–460, https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433**
- **van de Gevel, A.J.W. & Noussair, C.N., 2012. "The Nexus between Artificial Intelligence and Economics," Other publications TiSEM 76cb05fd-5ea1-487e-a08b-9, Tilburg University, School of Economics and Management. https://ideas.repec.org/p/tiu/tiutis/76cb05fd-5ea1-487e-a08b-9397c7477712.html**
- **Vaswani, Ashish, et al,(2017), "Attention is All you Need", part of {Advances in Neural Information Processing Systems},https://proceedings.neurips.cc/paper_files/paper/2017/file/3f5ee243547dee91fbd053c1c4a845aa-Paper.pdf**
- **Wim Naudé & Paula Nagler, 2018. "Technological Innovation, Entrepreneurship and Productivity in Germany, 1871-2015," SPRU Working Paper Series 2018-02, SPRU - Science Policy Research Unit, University of Sussex Business School. https://ideas.repec.org/p/sru/ssewps/2018-02.html**
- **World Economic Forum (2023), "Future of Jobs Report", https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023**