# الذكاء الاصطناعي ومستقبل الوظائف: دراسة تحليلية

د. عيد رشاد عبد القادر عبد المجيد*

(*) **د. عيد رشاد عبد القادر عبد المجيد:** مدرس الاقتصاد بكلية التجارة جامعة عين شمس، مواليد ٢ مايو ١٩٨٣، حصل على البكالوريوس في المحاسبة بتقدير عام جيد جداً من تجارة عين شمس عام ٢٠٠٥، وعين معيداً بقسم الاقتصاد في الكلية في أغسطس ٢٠٠٦، وحصل على الماجستير في الاقتصاد في يوليو ٢٠١٢ والدكتوراة في الاقتصاد في مايو ٢٠١٧. ويعمل حالياً مدرساً للاقتصاد بالكلية. وتتمثل اهتماماته البحثية في مجال المالية العامة والاقتصاد الدولي والاقتصاد القياسي.

E-Mail: Eideconomist@bus.asu.edu.eg – Youtube: Dr. Eid Elkilany - Economics online

## المستخلص

هدف البحث إلى دراسة الذكاء الاصطناعي وتأثيراته المختلفة على الوظائف. واستخدم البحث المنهج التحليلي، من خلال تحليل الأدبيات النظرية والتجريبية، وكذلك تحليل الاتجاهات الدولية في تبني الذكاء الاصطناعي. وقد توصل البحث إلى مجموعة من النتائج أهمها: (١) هناك اتجاه دولي لاعتماد تقنيات الذكاء الاصطناعي من قبل الدول الصناعية الكبرى، وعلى رأسها الولايات المتحدة والصين، ويتركز التبني في الشركات الكبيرة والناشئة، وفي قطاعات محددة، (٢) ارتبط تبني الذكاء الاصطناعي في الدول الصناعية الكبرى بانخفاض نسبة العمالة في القطاع الصناعي، وخاصة خلال السنوات العشر الأخيرة (٢٠١٣ – ٢٠٢٢)، (٣) يرتبط اعتماد التقنيات التكنولوجية بصفة عامة، والذكاء الاصطناعي بصفة خاصة بانخفاض حصة العمالة من الدخل، واستقطاب الأجور، وزيادة عدم المساواة، (٤) من الناحية النظرية والتجريبية لم يتم حسم العلاقة بين الذكاء الاصطناعي والوظائف، فالذكاء الاصطناعي يزيح الوظائف التي تتطلب مهام روتينية قابلة للبرمجة (أثر الإزاحة)، ويكمل الوظائف التي تتطلب مهام غير الروتينية وغير القابلة للبرمجة ويخلق وظائف جديدة (إثر الإنتاجية وأثر إعادة التشغيل)، ولا يوجد اتفاق بين الدراسات على أي الأثرين أكبر من الآخر. ويقدم البحث مجموعة من التوصيات أهمها، (١) ضرورة توفير إطار عمل لتنظيم استخدامات الذكاء الاصطناعي، وتعزيز الرقابة على هذه التقنيات لتعظيم الاستفادة منها، (٢) كما يقترح أن يكون تبني هذه التقنيات تدريجياً حتى تتاح الفرصة للتعلم لتعظيم الإيجابيات وتحييد السلبيات، (٣) دعم الحكومة للتقنيات المعززة للعمل، مع توفير الحماية والضمان الاجتماعي للعمالة المتأثرة سلباً بهذه التقنيات.


**الكلمات المفتاحية:** الذكاء الاصطناعي، مستقبل الوظائف، التقنيات المعززة، تقنيات الأتمتة، المهام الروتينية، المهام غير الروتينية، استقطاب التوظف، اضطراب سوق العمل، إعادة تشكيل المهارات، مدخل المهمة.

## Abstract

The research aimed to study artificial intelligence (AI) and its various effects on jobs. Using an analytical approach, by analyzing theoretical and empirical literature, as well as analyzing international trends in the adoption of artificial intelligence. The research concluded a set of results, the most important of which are: (1) there is an international trend to adopt artificial intelligence technologies by major industrial countries, led by the United States and China, the adoption concentrates in large and young companies, and in specific sectors, which is in line with firms' reports that these technologies have highly specific applicability. (2) The adoption of Advanced technologies, including robotics and artificial intelligence in major industrial countries has been associated with a decrease in the percentage of employment in the industrial sector, especially during the last ten years (2013-2022). (3) The adoption of advanced technologies in general, and artificial intelligence especially, is associated with a decrease in the labor's share of income, polarization of wages, and the increase in inequality. (4) From a theoretical and experimental point of view, the relationship between artificial intelligence and jobs has not been resolved; as artificial intelligence displaces jobs that require routine, programmable tasks (displacement effect), and complements jobs that require non-routine, non-programmable tasks (productivity effect), and creates new jobs (reinstatement effect), and there is no consensus between studies on which of the two effects is greater than the other. The research provides a set of recommendations, the most important of which are:(1) The need to provide a framework to regulate the uses of artificial intelligence, and to strengthen control over these technologies to maximize their utilization, (2) It is also suggested that the adoption of these technologies be gradual so that there is an opportunity for learning to maximize positives and minimize negatives, (3) Government should support augmentation innovations, while providing protection and social security for workers negatively affected by automation innovations.


**Key Words:** Artificial intelligence, Future of Jobs, Augmentation innovations, Automation innovations, routine task, non-routine task, Employment polarization, Labor market churn, Reskilling tasks, and task approach.

## المقدمة

كان إصدار تطبيق **Chat-GPT** في ٣٠ نوفمبر ٢٠٢٢ من قِبل شركة **OpenAI**، ووصوله إلى ١٠٠ مليون مستخدم بعد شهرين فقط من إطلاقه، بمثابة الكشف عن تقدم الذكاء الاصطناعي، وظهور عصر الذكاء الاصطناعي التوليدي **GAI**. وقد أدى هذ الكشف إلى زيادة القلق بشأن السرعة التي يتطور بها الذكاء الاصطناعي، أسرع بكثير من التقنيات السابقة، في حين أن الآثار المترتبة على الاقتصاد والمجتمع لا تزال غير مؤكدة. وقد دعا خطابٌ مفتوح أخيراً من قِبل خبراء تقنيين بارزين إلى وقفٌ فوري لتجارب الذكاء الاصطناعي العِملاقة مثل **Chat-GPT**، مشيراً إلى المخاطر العميقة على المجتمع والإنسانية، في حين يستمر الاستثمار الخاص في الذكاء الاصطناعي في التضاعف (زادت الاستثمارات الخاصة العالمية في الذكاء الاصطناعي من أقل من ٣ مليار دولار عام ٢٠١٢ إلى أكثر من ٧٥ مليار دولار عام ٢٠٢٠ حسب بيانات OECD) حيث يُنظَر إليهِ على أنه تقنية للأغراض العامة مثل الكهرباء ومحرك الاحتراق الداخلي والإنترنت.

ويتوقع تقرير مستقبل الوظائف ٢٠٢٣ للمنتدى الاقتصادي العالمي أن أكثر من ٧٥% من الشركات تتطلع إلى اعتماد الذكاء الاصطناعي خلال السنوات الخمس المقبلة. يتمثل الدافع الرئيسي لأصحاب الأعمال لاعتماد الذكاء الاصطناعي في زيادة الإنتاجية، مما يساعد أصحاب العمل على تحسين جودة المنتَج أو الخدمة واكتساب ميزة تنافسية. كما قد يستفيد منه العمال من خلال تحسين جودة العمل ورفاهية العمال والرضا الوظيفي، والتخلص من المهام الخطيرة والشاقة، وقد يستفيد بعض العمال أيضاً من زيادة الأجور. وبالرغم من المزايا السابقة إلا أن للذكاء الاصطناعي العديد من العيوب أو التحديات، والتي يتمثل أهمها في فقدان الوظائف، وممارسات التحيز وخصوصية العمال، وزيادة عدم المساواة.

هناك مخاوف كبيرة من تأثير الذكاء الاصطناعي على مستقبل الوظائف، فطبقاً لتقرير مستقبل الوظائف ٢٠٢٣ للمنتدى الاقتصادي العالمي يتوقع أصحاب العمل انخفاض الوظائف بمقدار ١٤ مليون وظيفة خلال السنوات الخمس المقبلة (٢٠٢٣ – ٢٠٢٧) بنسبة ٢% من القوى العاملة العالمية. ولكن هناك آراء أخرى تقلل من تأثير الذكاء الاصطناعي على مستقبل الوظائف مشيرة إلى أن الذكاء الاصطناعي يخلق وظائف أخرى أكبر مما يخفض.

وفي ضوء ما سبق، يهدف هذا البحث إلى دراسة الآثار الاقتصادية للذكاء الاصطناعي على مستقبل الوظائف. من خلال محاولة الإجابة على الأسئلة التالية: هل يعمل الذكاء الاصطناعي والتقنيات المرتبطة به على تدمير الوظائف أم يخلق وظائف جديدة؟ وما هي أهم الوظائف المتوقع أن تختفي، وتلك التي من المتوقع أن تنشأ؟، وكيف يمكن للسياسات الاقتصادية تعظيم الآثار الإيجابية للذكاء الاصطناعي وتحييد سلبياته على سوق العمل؟، ونسأل الله تعالي التوفيق وأن يجعل هذا العمل خالصاً لوجه الكريم.

## أولاً: الإطار العام للبحث

يشمل الإطار العام للبحث العناصر التالية:

### ١- مشكلة البحث

في ظل تراجع معدلات النمو الاقتصادي وارتفاع معدلات التضخم العالمية، وتزايد الانقسامات الجيو-اقتصادية، يضيف التقدم التكنولوجي والذي تتمثل أهم مظاهره في تقنيات الذكاء الاصطناعي الحديثة، تحدياً جديداً للعمالة تتمثل في انخفاض الوظائف المتاحة لهم نتيجة لإحلال تقنيات الذكاء الاصطناعي محل المهام التي كان يقوم بها العمال في السابق، بما يترتب عليه من زيادة معدلات البطالة، وما يصاحبها من زيادة التوترات السياسية والاجتماعية، والتي قد تعمل على تقويض استقرار المجتمع برمته.

فعلى سبيل المثال انخفضت العمالة في القطاع الصناعي في الدول الصناعية الأربعة الكبرى (الولايات المتحدة، الصين، اليابان، ألمانيا)، – والتي تمثل ٥٢% من الناتج الصناعي العالمي، وأكثر من ٧٠% من سوق الروبوتات الصناعية عام ٢٠٢١ – بنسبة ٢.١% في الصين، ١.٨% في اليابان، ٠.٦% في ألمانيا، و٠.٣% في الولايات المتحدة، خلال الفترة (٢٠١٣ – ٢٠٢٢)، وفي الوقت نفسه زادت تركيبات الروبوتات الصناعية من ١.٣ مليون روبوت عام ٢٠١٣ إلى أكثر من ٣.٥ مليون روبوت عام ٢٠٢٢.

### ٢- فرضية البحث

يختبر البحث الفرضية الرئيسية التالية:

"**يؤدي تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي المتقدمة إلى انخفاض الوظائف في القطاع أو الاقتصاد المتبني لهذه التقنيات**"

### ٣- منهجية البحث

اتبع البحث المنهج التحليلي، من خلال تحليل الأدبيات النظرية والتجريبية العالمية التي تناولت الذكاء الاصطناعي وتأثيره على الوظائف، وكذلك تحليل الاتجاهات الدولية في تبني الذكاء الاصطناعي وتأثيراته المختلفة على الوظائف في الاقتصاد.

## ٤- أهمية البحث

يكتسب البحث أهمية كبيرة من الناحيتين النظرية والعملية، فمن الناحية النظرية يُضيف للمكتبة العربية بحثاً جديداً يلقي الضوء على كيفية تأثير التقدم التكنولوجي بصفة عامة، والذكاء الاصطناعي بصفة خاصة على الوظائف في المجتمع في ظل ندرة الأدبيات المتاحة باللغة العربية في هذا الشأن. ومن الناحية العملية يتيح البحث نتائج العديد من الدراسات التجريبية العالمية، والتي درست تأثير التقنيات التكنولوجية ومنها الذكاء الاصطناعي على سوق العمل بصفة عامة، وعلى مستقبل الوظائف بصفة خاصة، والتي قد تفيد صانع القرار عند تتبي هذه التقنيات أو وضع إطار للتعامل معها.

## ٥- أهداف البحث

تتمثل أهداف البحث في الآتي:

أ- توضيح مفهوم الذكاء الاصطناعي وتطوره والاتجاهات الدولية لتبني هذه التقنية.

ب- التعرف على دور الذكاء الاصطناعي وتأثيره على الوظائف في الاقتصاد.

ج- اقتراح التوصيات المناسبة لتعظيم الاستفادة من تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحييد مخاطرها.

## ٦- حدود البحث

أ- **الحدود المكانية:** تتمثل الحدود المكانية في الاقتصاد العالمي مع التركيز على الاقتصادات الصناعية المتقدمة نظراً لاعتمادها تقنيات الذكاء الاصطناعي.

ب- **الحدود الزمنية:** تتراوح الحدود الزمنية في الفترة (١٩٤٠ – ٢٠٢٣)، وهي الفترة التي شهدت ولادة وتطور الذكاء الاصطناعي.

## ثانياً: هيكل ومضمون البحث

يتكون هيكل البحث ومضمونه من أربعة مباحث، يتناول **المبحث الأول**، مفهوم الذكاء الاصطناعي وأنواعه وتطوره التاريخي، ويتناول **المبحث الثاني**، الاتجاهات الدولية في تبني الذكاء الاصطناعي، أما **المبحث الثالث**، فيتناول الإطار النظري للعلاقة بين الذكاء الاصطناعي والوظائف، **والمبحث الرابع** والأخير، يتناول الآثار الاقتصادية للذكاء الاصطناعي على الوظائف.

## المبحث الأول: تعريف الذكاء الاصطناعي وأنواعه وتطوره التاريخي

### أولاً: تعريف الذكاء الاصطناعي

لا يوجد تعريف موحد للذكاء الاصطناعي، فقد عرّفه جون مكارثي John McCarthy[١] عالم الحاسوب الأسطوري، على النحو التالي: "إنه علم وهندسة صناعة الآلات الذكية، وخاصة برامج الحاسوب الذكية. إنه يشبه المهمة المتمثلة في استخدام أجهزة الحاسوب لفهم الذكاء البشري، لكن الذكاء الاصطناعي لا يجب أن يقتصر على الأساليب التي يمكن ملاحظتها بيولوجيًا" (McCarthy, 2007, p. 1). بينما عرفه Yablonsky على أنه "مصطلح عام يشير إلى أي آلة أو خوارزمية قادرة على مراقبة بيئتها، والتعلم، وبناءً على المعرفة والخبرة المكتسبة تتخذ إجراءات ذكية أو تقترح قرارات" (Yablonsky, 2021, p. 2755).

ويعرفه Bawack, Wamba, & Carillo على أنه "قدرة النظام على تفسير البيانات الخارجية بشكل صحيح، والتعلم من هذه البيانات، واستخدام تلك المعارف لتحقيق أهداف ومهام محددة من خلال التكيف المرن" (Bawack, Wamba, & Carillo, 2021, p. 646 ). ويقصد بالذكاء الاصطناعي حرفيًا استخدام الأجهزة التكنولوجية التي تهدف إلى إعادة إنتاج القدرات المعرفية للبشر لتحقيق الأهداف بشكل مستقل، مع مراعاة أي قيود قد يتم مواجهتها (Wamba-Taguimdje, Wamba, Kamdjoug, & Wanko, 2020, p. 1895). ومن الناحية العملية فإنه يغطي مجموعة من التقنيات والمجالات العلمية التي تركز على الأتمتة والتسريع وقابلية التوسع نتيجة لقصور الإدراك البشري، واتخاذ القرار والاستدلال (Lauterbach, 2019, pp. 239-240).

ويعرف Horodyski الذكاء الاصطناعي على أنه "ذكاء بشري تعرضه الآلات، وهذ يعني أن أدوات الذكاء الاصطناعي يتم تطويرها لتقليد التصرفات البشرية الذكية مثل الإدراك البشري، والتعرف على الكلام أو حتى المحادثة الهاتفية (مثل روبوتات الدردشة المدعومة بالذكاء الاصطناعي)" (Horodyski, 2023, p. 3 ). وكمجال دراسة ترى العديد من الشركات أن الذكاء الاصطناعي هو فرع من فروع المعرفة الذي يبحث في إمكانية إعطاء قدرات الذكاء البشري إلى كيانات غير بشرية. ومن هذا المنظور فإن الذكاء الاصطناعي هو مجموعة من المعرفة حول كيفية

[١] عالم حاسوب أمريكي عاش في الفترة (١٩٢٧ – ٢٠١١) وأول من صاغ مصطلح الذكاء الاصطناعي، وحصل عام ١٩٧١ على جائزة تورنج.

جعل الآلات تتصرف مثل البشر الأذكياء. ويهدف هذا المجال إلى هندسة أجهزة الحاسوب حتى يمكنها القيام بمهام تتطلب تفكيراً بشرياً (Bermejo & Juiz, 2023, p. 650 ) .

وتعرف منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية OECD نظام الذكاء الاصطناعي على أنه "نظام قائم على الآلة، قادر على التأثير على البيئة من خلال إنتاج مخرجات (تنبؤات أو توصيات أو قرارات) لمجموعة معينة من الأهداف. يستخدم البيانات والمدخلات الآلية و / أو البشرية من أجل: (١) إدراك البيئات الحقيقية و / أو الافتراضية، (٢) تجريد هذه التصورات في النماذج من خلال التحليل بطريقة آلية (على سبيل المثال، مع التعلم الآلي)، أو يدويًا، و(٣) استخدام الاستدلال النموذجي لصياغة خيارات النتائج. تم تصميم أنظمة الذكاء الاصطناعي للعمل بمستويات مختلفة من الاستقلالية (OECD, 2023).

**من خلال التعريفات السابقة نستنتج أن أي تقنية لكي يتم تصنيفها على أنها ذكاء اصطناعي، لابد أن يكون لديها على الأقل قدرة واحدة من القدرات البشرية التالية:**

١- **الإدراك Perception** : يجب أن يكون الذكاء الاصطناعي قادراً على الإدراك، أي القدرة على الشعور بالتغيرات التي تحدث في بيئته. وعملياً هذا يعني أن الذكاء الاصطناعي يجب أن يكون قادراً على الرؤية من خلال التعرف على الأشياء (مثل الصور ومقاطع الفيديو)، والسمع عن طريق التقاط الأصوات (مثل الكلمات التي يقولها الناس) أو اكتشاف التغيرات الأخرى في البيئة التي يوجد فيها (تغير درجة الحرارة مثلاً) (Bermejo & Juiz, 2023, p. 650 )

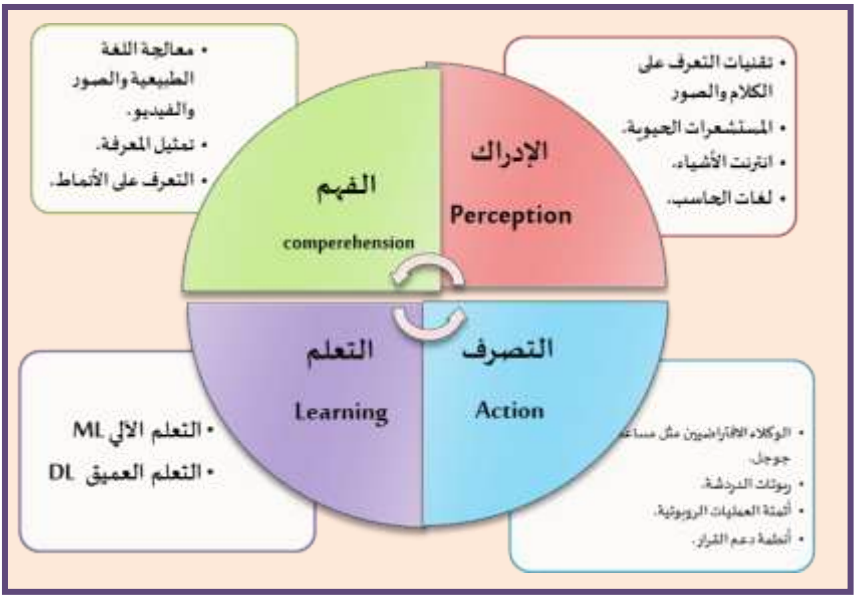
٢- **الفهم Comprehension**: يجب أن يكون الذكاء الاصطناعي قادرًا على فهم "السبب" من خلال تمثيل وفهم العلاقة بين الأشخاص، والأشياء، والأماكن، والأحداث. يتكون الفهم من فهم البيانات في السياق والنظر في نوايا المستخدم. يجب أن تكون قادرة على فهم المفاهيم الأساسية، وتشكيل الفرضيات، والاستدلال، واستخراج الأفكار، وخلق معنى في البيانات غير المنظمة مثل الصور واللغة، وكذلك من البيانات المنظمة مثل الأعداد الصحيحة والنص، تمامًا مثل البشر. تعد هذه القدرة أساسية لممارسة الذكاء الاصطناعي الحديثة وإحدى القدرات الرئيسية التي تميز الذكاء الاصطناعي عن أنظمة التكنولوجيا الأخرى ( Bermejo & Juiz, 2023, p. 652).

٣- **التصرف Action**: يجب أن يكون الذكاء الاصطناعي قادراً على التصرف واتخاذ الإجراءات مثل البشر، وعلى الرغم من أن هذا أمرٌ طبيعيٌ لأي تقنية أن تتخذ إجراء، إلا أن الذكاء

الاصطناعي الحديث يجب أن يميز نفسه عن التقنيات الأخرى من خلال قدرته على التفاعل بشكل طبيعي واستجابة أكثر مع العالم بدلاً من اتباع إجراءات مبرمجة مسبقاً ( Bermejo & Juiz, 2023, p. 653).

٤- **التعلم Learning**: يجب أن يكون الذكاء الاصطناعي قادراً على التعلم، أي تطوير وتحسين وتكييف خبراته، يتعلم الذكاء الاصطناعي من الخبرة التي جمعها من كميات هائلة من البيانات. **ويعد التعلم الآلي** Machine Learning (ML) **والتعلم العميق** Deep Learning (DL) مفاتيح قدرات التعلم للذكاء الاصطناعي الحديث. **والتعلم الآلي**ML هو أحد فروع الذكاء الاصطناعي الذي يمكن أجهزة الحاسوب من التعلم الذاتي من البيانات باستخدام خوارزميات متقدمة وتقنيات حسابية واحصائية من خلال فهم الأنماط في مجموعة البيانات الكبيرة والتنبؤ عندما يواجهون بيانات جديدة والتكيف بشكل مستقل. هذا يعني أن نموذج الحاسوب يتحسن بمرور الوقت من خلال التعلم من أخطائه وتجاربه الجديدة (التعرض لبيانات جديدة)، وبالتالي زيادة ذكاءه. **التعلم العميق** DL عبارة عن مجموعة من تقنيات ML التي تم تصميمها بشكل مرن حول كيفية تواصل الخلايا العصبية في الدماغ مع بعضها البعض والتكيف مع البيانات الجديدة ( Bermejo & Juiz, 2023, p. 653).

**شكل رقم (1) قدرات الذكاء الاصطناعي والتقنيات التكنولوجية المرتبطة بها**




**Source**: ( Bermejo & Juiz, 2023, p. 654)

وتعد هذه القدرات الأربع (الإدراك والفهم والتصرف والتعلم) أهم ما يميز الذكاء الاصطناعي الحديث عن تقنيات الأتمتة الأخرى، ويعرض الشكل رقم (١) أهم قدرات الذكاء الاصطناعي والتقنيات التكنولوجية المرتبطة بها.

## ثانياً: أنواع الذكاء الاصطناعي

تميز الأدبيات بين عدة أنواع من الذكاء الاصطناعي والتي من أهمها:

١- **الذكاء الاصطناعي الضيق Narrow AI:** هو ذكاء اصطناعي متخصص في مهمة واحدة فقط، على سبيل المثال جدولة اجتماع، والتعرف على الأنماط في الصور الإشعاعية، وتصفية البريد العشوائي في حسابات البريد الإلكتروني أو التنبؤ عن بعد عندما يتطلب مسار سكة حديد الصيانة. يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي الضيقة تنفيذ حسابات معقدة، لكنها مقيدة بحدود المهام وبيئة التشغيل والبرمجة المحددة(Lauterbach, 2019, p. 240) .

٢- **الذكاء الاصطناعي العام Genera AI:** هو الذكاء الاصطناعي الذي يكون قادرًا على "عكس" سلوك وقدرات الإنسان على حل المشكلات، وفهم التجريد والتعقيد، والتعلم من التجربة وإيجاد أفضل طريقة للتعامل مع الوضع الجديد ( Tyson & Zysman, Automation, AI & Work, 2022, p. 257).

٣- **الذكاء الاصطناعي الخارق Super AI:** يُعرِّف Nick Bostrom الفيلسوف بجامعة أكسفورد، الذكاء الاصطناعي الخارق بأنه "ذكاء أكثر ذكاءً من أفضل العقول البشرية في كل مجال تقريبًا، بما في ذلك الإبداع العلمي والحكمة العامة والمهارات الاجتماعية". وتتراوح توقعات وصوله من عام ٢٠٢٤ إلى ٢٠٦٠ (Lauterbach, 2019, p. 240).

## ثالثاً: التطور التاريخي للذكاء الاصطناعي

كانت بداية الذكاء الاصطناعي في أربعينيات القرن العشرين، ومر تطور الذكاء الاصطناعي بعدد من المراحل شهد فيها انتعاشاً سميت بربيع الذكاء الاصطناعي، ومراحل أخرى من التراجع سميت بشتاء الذكاء الاصطناعي، وحالياً اكتسب الذكاء الاصطناعي زخماً بفضل البيانات الضخمة وزيادة قوة الحوسبة، وسرعة الاتصال بالإنترنت، وخاصة بعد ظهور مصطلح الثورة الصناعية الرابعة في عام ٢٠١٦. والجدول رقم (١) يلخص أهم مراحل تطور الذكاء الاصطناعي:

## جدول رقم (١) أهم مراحل تطور الذكاء الاصطناعي خلال الفترة (١٩٤٠ – ٢٠٢٣)

| | |
|---|---|
| ١٩٤٠-١٩٥٦ المرحلة الجنينية | ▪ في عام ١٩٤٣ اخترع McCulloch and Pitts أول نموذج رياضي للخلايا العصبية البيولوجية باستخدام نهج فسيولوجي للذكاء الاصطناعي. (Zhurenkov & Saveliev, 2021 )<br>▪ في عام ١٩٥٠ اقترح آلان تورينج[٢] Alan Mathison Turing سؤالاً معيارياً (سمي لاحقاً باختبار تورينج) للحكم على وعي الآلة، إذا كان بإمكان الآلة تقليد السلوك البشري الواعي، ألن تكون واعية؟ شكل سؤال تورينج فلسفة الذكاء الاصطناعي. ( Zhai, Yan, Zhang, & Lu , 2020) |
| ١٩٥٦-١٩٧٤ الولادة والعصر الذهبي | ▪ في صيف عام ١٩٥٦، عقد مكارثي John McCarthy ومنسكي[٣] Marvin Lee Minsky وعلماء آخرون اجتماعاً في كلية دارتموث بالولايات المتحدة الأمريكية لمناقشة "كيفية استخدام الآلات لمحاكاة الذكاء البشري"، وقد اقترحوا مفهوم "الذكاء الاصطناعي (AI)، بمناسبة ولادة موضوع الذكاء الاصطناعي، نظم هذا الاجتماع وعزز تطوير الذكاء الاصطناعي كموضوع بحث لسنوات عديدة. ( Zhai, Yan, Zhang, & Lu , 2020, p. 138)<br>▪ ١٩٥٤: وولادة أول براءة اختراع للروبوت الصناعي "Unimate"، كلها تمثل أول ربيع للذكاء الاصطناعي. ( Zhai, Yan, Zhang, & Lu , 2020, p. 138)<br>▪ تم تطوير أول نظام خبير MYCIN مسؤول عن تحديد البكتريا المسؤولة عن العدوى الخطيرة والتوصية بالمضادات الحيوية المناسبة. ( Zhai, Yan, Zhang, & Lu , 2020)<br>▪ كانت هذه الفترة بمثابة العصر الذهبي للذكاء الاصطناعي، حيث تم توجيه الكثير من التمويل الحكومي لأبحاث الذكاء الاصطناعي. ( Zhurenkov & Saveliev, 2021) |
| ١٩٧٤ – ١٩٨٠ الشتاء الأول | ▪ أدت التوقعات الطموحة بالإضافة إلى الإمكانيات المحدودة إلى أول شتاء للذكاء الاصطناعي. ( Zhurenkov & Saveliev, 2021) |
| ١٩٨٠-١٩٨٧ الانتعاش الجديد | ▪ أدى ظهور الأنظمة الخبيرة بين عامي ١٩٨٠و ١٩٨٧ إلى ظهور موجة جديدة من الحماس والتصميم في تطوير الذكاء الاصطناعي. ( Zhurenkov & Saveliev, 2021) |
| ١٩٨٧-١٩٩٣ الشتاء الثاني | ▪ أدى الانهيار المفاجئ لصناعة الأجهزة المتخصصة إلى شتاء ثاني للذكاء الاصطناعي. ( Zhurenkov & Saveliev, 2021) |
| ١٩٩٣-٢٠١١ بداية الانطلاق | ▪ الذكاء الاصطناعي يصبح مدفوعاً بالبيانات الضخمة وتزايد قوة الحوسبة.<br>▪ في عام ١٩٩٧ هزم الروبوت Deep Blue لشركة IBM بطل الشطرنج العالمي جاري كاسباروف.<br>▪ في عام ٢٠٠٢ سمحت الزيادة الكبيرة في كمية البيانات المتاحة ونمو الاتصال وزيادة قوة الحوسبة للأجهزة الإلكترونية بمزيد من التقدم وأدت إلى زيادة حادة في عدد طلبات براءات الاختراع المتعلقة بالذكاء الاصطناعي. ( Zhurenkov & Saveliev, 2021) |
| ٢٠١١ حتى الآن (٢٠٢٣) انطلاق عصر الذكاء الاصطناعي | ▪ مكّنت البيانات الضخمة الابتكارات، مثل IBM Watson، وهو نظام خبير يعمل على البيانات الضخمة. كان النجاح الحقيقي للبيانات الضخمة هو الذي أتاح العصر التالي للتعلم العميق. ( Gombolay , et al., 2023)<br>▪ في عام ٢٠١٦ ظهور مصطلح الثورة الصناعية الرابعة وتقنياتها المختلفة (البيانات الضخمة – أنترنت الأشياء – الطباعة ثلاثية الأبعاد وغيرها) وأدى ذلك إلى إضافة الزخم لتطوير الذكاء الاصطناعي. (المؤلف)<br>▪ وجود سباق تكنولوجي بين أكبر اقتصادين في العالم (الولايات المتحدة والصين) وأدى ذلك إلى توجيه الكثير من التمويل لتطوير أبحاث الذكاء الاصطناعي. (المؤلف)<br>▪ في نوفمبر ٢٠٢٢ ظهر تطبيق ChatGPT لشركة Open.AI والذي ينتمي لعائلة الذكاء الاصطناعي التوليدي GAI، والذي يقوم على تقنية المحولات وهو منافس لتطبيق Bard الذي تم تطويره بواسطة شركة Google. (Pawel Korzynski, et al., 2023, p. 4) |

**المصدر:** تصميم الجدول من إعداد المؤلف.

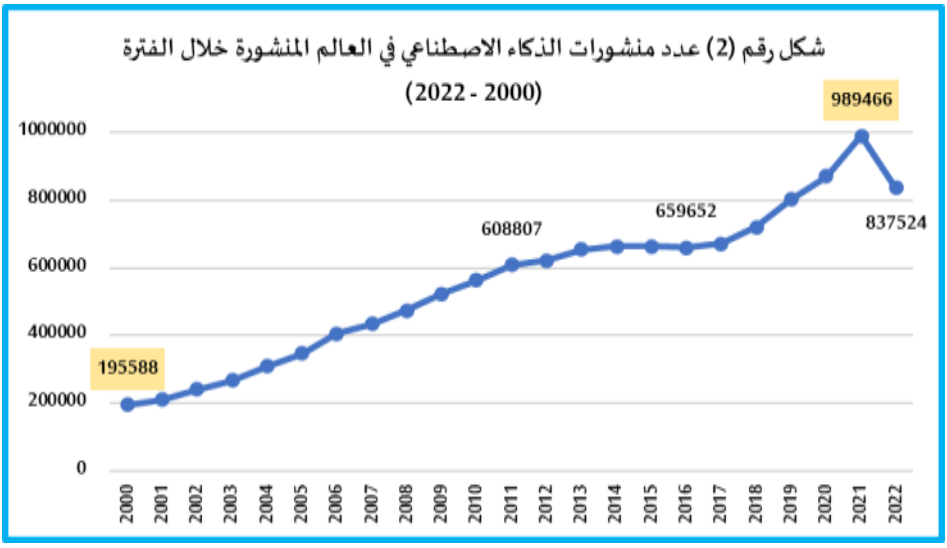
[٢] عالم رياضيات وحاسوب وعالم منطق انجليزي عاش في الفترة (١٩١٢ – ١٩٥٤)، يعتبر الأدب الروحي لعلم الحاسوب والذكاء الاصطناعي، وتوجد جائزة في مجال الحاسب باسمه قيمتها مليون دولار تمنح للمساهمات القيمة في علم الكمبيوتر.

[٣] عالم أمريكي متخصص في العلوم المعرفية والإدراكية في الذكاء الاصطناعي عاش في الفترة (١٩٢٧ – ٢٠١٦) أسس هو وجون مكارثي معمل الذكاء الاصطناعي وعلوم الحاسب في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا MIT.

## المبحث الثاني: الاتجاهات الدولية في تبني الذكاء الاصطناعي

### أولاً: على المستوى البحثي والأكاديمي

خلال الفترة (٢٠٠٠ – ٢٠٢٢) زادت عدد المنشورات (الأبحاث والكتب والمقالات وغيرها) عن الذكاء الاصطناعي من أقل من ٢٠٠ ألف منشور عام ٢٠٠٠ إلى حوالي مليون منشور عام ٢٠٢١، أي تضاعفت حوالي ٥ أضعاف خلال الفترة المذكورة، وقد شهدت ركودا نسبياً خلال الفترة (٢٠١١ – ٢٠١٦) وربما يكون ذلك نتيجة الآثار السلبية للأزمة المالية العالمية، ولكن خلال الفترة (٢٠١٧ – ٢٠٢١) عاودت الارتفاع مرة أخرى، خاصة بعد ظهور مصطلح الثورة الصناعية الرابعة في عام ٢٠١٦، وتسارع الدول نحو تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي، كما يتضح من الشكل رقم (٢).




**Source:** OECD.AI (2023), visualizations powered by JSI using data from Open Alex., accessed on 18/7/2023, www.oecd.ai .

ويبلغ نصيب القوى الاقتصادية الثلاث (الولايات المتحدة والصين والاتحاد الأوربي)، والتي شكلت اقتصاداتها حوالي ٦٠% من الناتج العالمي عام ٢٠٢١، أكثر من ٤٠% من الأبحاث المنشورة عن الذكاء الاصطناعي في عام ٢٠٢١ حسب بيانات منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD, 2023).

**ثانياً: استثمار الشركات الخاصة في الذكاء الاصطناعي**

وجد تحليل جديد للاستثمارات العالمية من قبل أصحاب رؤوس الأموال في الشركات الخاصة التي تركز على الذكاء الاصطناعي أن الاستثمارات في الذكاء الاصطناعي تنمو بوتيرة كبيرة. تقود الولايات المتحدة والصين هذه الموجة من الاستثمارات، التي تميل إلى التركيز على عدد قليل من الصناعات الرئيسية. فقد نمت الاستثمارات العالمية من قبل أصحاب الشركات الخاصة التي تركز على الذكاء الاصطناعي بوتيرة كبيرة، من أقل من ٣ مليار دولار أمريكي عام ٢٠١٢ إلى ما يقرب من ٧٥ مليار دولار عام ٢٠٢٠، وقد استوعبت الشركات الناشئة في الولايات المتحدة (٤٢ مليار دولار عام ٢٠٢٠ بنسبة ٥٧%) والصين (١٧ مليار دولار بنسبة ٢٤% من الإجمالي) ما يقرب من ٨٠% من هذه الاستثمارات، وتبعها الاتحاد الأوربي بنسبة ٤% والمملكة المتحدة وإسرائيل بنسبة ٣% لكل منهما (Tricot, 2021, p. 4).

تشير دراسة Acemoglu, et al., (2022) أن تبني التقنيات الجديدة، خاصة الذكاء الاصطناعي والروبوتات لا يزال محدوداً عند قياسه بحصة الشركات التي تستخدم هذه التقنيات في عملياتها وأساليبها، فمن بين ٣٠٠٠٠٠ شركة في مختلف الأنشطة الاقتصادية شملهم مسح الأعمال السنوي لمكتب الإحصاء الأمريكي فقط ٣.٢% من هذه الشركات استخدمت الذكاء الاصطناعي و٢% استخدمت الروبوتات خلال الفترة (٢٠١٦ – ٢٠١٨). وعلى الرغم من انخفاض حصص الشركات المستخدمة فإن المتبنين يمثلون حصة كبيرة من العمالة والنشاط الاقتصادي، هذا لأن التبني يتركز في الشركات الكبيرة، حيث تم توظيف ١٢.٦% من العمالة الأمريكية في شركات تستخدم الذكاء الاصطناعي و١٥.٧% في شركات تستخدم الروبوتات، خلال الفترة (٢٠١٦-٢٠١٨) على الرغم من أن هذه الشركات تمثل فقط ٣.٢% فقط من الشركات (Acemoglu, et al., 2022). ويتراوح اعتماد الذكاء الاصطناعي في دول الاتحاد الأوربي بين ٢٣% في إيرلندا، و١٢% في فنلندا، ١١% في الدانمارك، و٣% في المجر وسلوفينيا و٢% في لاتفيا (OECD, 2023).

وتختلف معدلات تبني الذكاء الاصطناعي بين الصناعات وداخلها، وهو ما يفيد بأن هذه التقنيات لها قابلية تطبيق محددة للغاية، وداخل الصناعة تتبنى الشركات الأكبر والأصغر سناً هذه التقنيات، مما يعكس على الأرجح التكاليف الثابتة الكبيرة والحواجز التنظيمية التي ينطوي عليها اعتماد هذه التكنولوجيا(Acemoglu, et al., 2022).

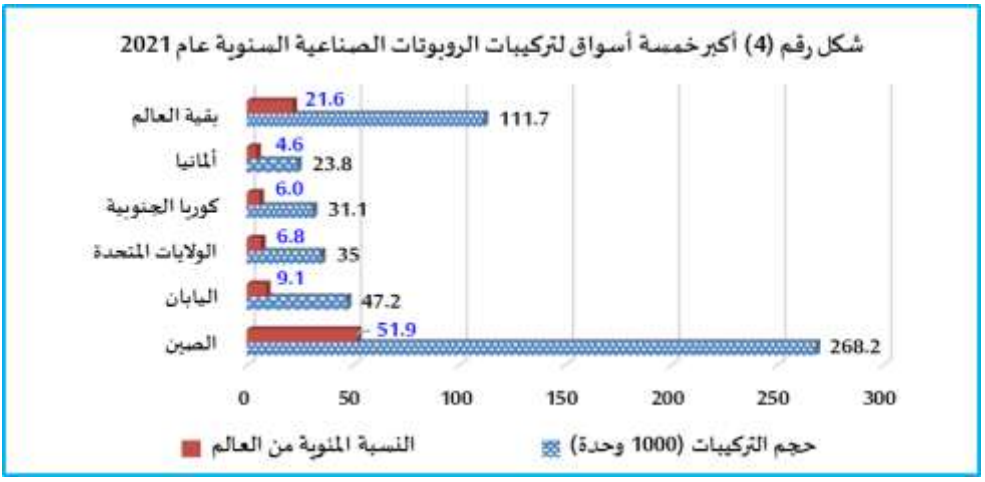
**ثالثاً: تبني الروبوتات الصناعية كأحد أهم تقنيات الذكاء الاصطناعي على مستوى العالم**

يتوقع تقرير مستقبل الوظائف ٢٠٢٣ للمنتدى الاقتصادي العالمي أن أكثر من ٧٥% من الشركات تتطلع إلى اعتماد الذكاء الاصطناعي خلال السنوات الخمس المقبلة (٢٠٢٣-٢٠٢٧) (World Economic Forum, 2023). ويعتبر القطاع الصناعي من أهم القطاعات في تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي، وخاصة الروبوتات الصناعية، ففي الولايات المتحدة مثلاً يعمل ٥٢% من العمالة الصناعية في شركات تتبني التقنيات المتقدمة ومنها الذكاء الاصطناعي (Acemoglu, et al., 2022, p. 22). وعلى مستوى العالم وخلال الفترة (٢٠١٠ – ٢٠٢١) زاد المخزون التشغيلي العالمي من الروبوتات الصناعية من حوالي مليون روبوت عام ٢٠١٠، إلى ما يقرب من ٣.٥ مليون روبوت عام ٢٠٢١ بمتوسط معدل نمو سنوي يلغ ١١.٤%، فيما بلغ هذا المعدل خلال السنوات الخمس الأخيرة (٢٠١٦ – ٢٠٢١) ١٤%. كما يتضح من الشكل رقم (٣).

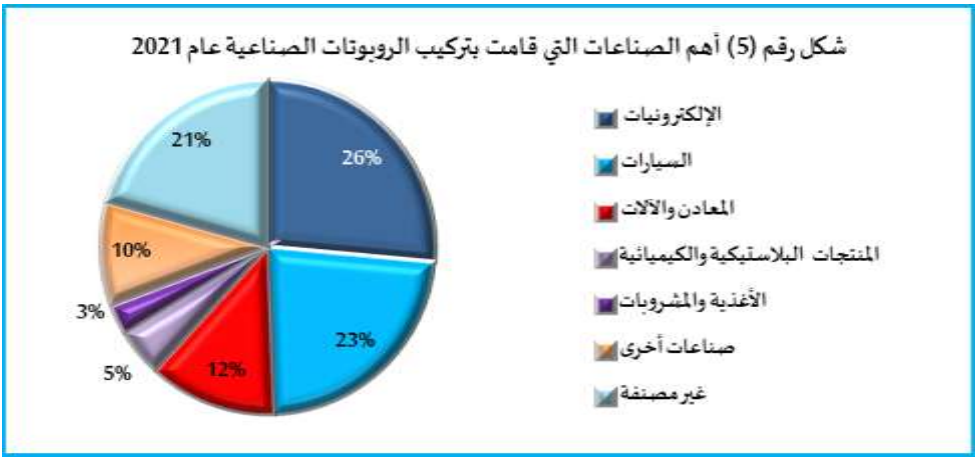
**Source**: (International Federation of Robotics (IFR), 2022)

وفي عام ٢٠٢١ تم تركيب ٧٨.٤% من الروبوتات الصناعية في العالم في أكبر خمسة أسواق للروبوتات الصناعية، وهي الصين (٥١.٩%)، واليابان (٩.١%)، والولايات المتحدة الأمريكية (٦.٨%) وكوريا الجنوبية (٦%)، وألمانيا (٤.٦%) كما يتضح من الشكل رقم (٤). في

حين تمثل هذه الدول الخمس ٥٤.٢% من الناتج الصناعي العالمي عام ٢٠٢١ حسب بيانات البنك الدولي (World Bank, 2021). فيما استحوذت خمس قطاعات صناعية رئيسية على ٦٩% من تركيبات الروبوتات الصناعية عام ٢٠٢١، وهي الإلكترونيات (٢٦%)، والسيارات (٢٣%)، والمعادن والآلات (١٢%) والمنتجات البلاستيكية والكيميائية (٥%) والأغذية والمشروبات (٣%) كما يتضح من الشكل رقم (٥).



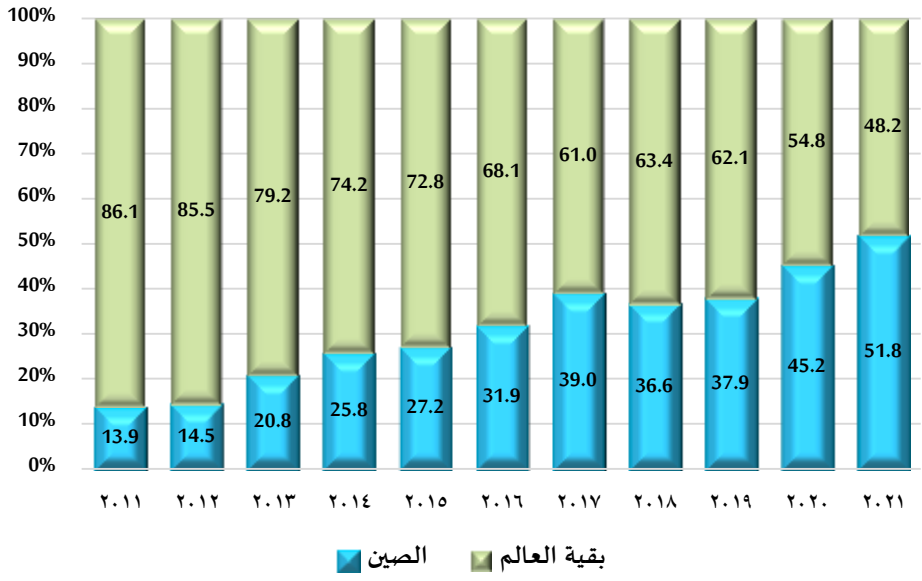

**Source**: (International Federation of Robotics (IFR), 2022)




**Source**: (International Federation of Robotics (IFR), 2022)

ومن الملفت للنظر هو استحواذ الصين على النسبة الكبيرة من تركيبات الروبوتات الصناعية في العالم، حيث زادت حصة الصين من التركيبات السنوية للروبوتات الصناعية من ١٣.٩% عام ٢٠١١ إلى ٥١.٩% عام ٢٠٢١، كما يتضح من الشكل رقم (٦). حتى باتت تستحوذ على أكثر من نصف تركيبات الروبوتات الصناعية في العالم، حقا إنها الصين مصنع العالم[٤]، فاكتساب ميزة تنافسية عالمية في التصنيع لابد لها من استخدام الروبوتات الصناعية لزيادة الكفاءة والإنتاجية.

شكل رقم (٦) نصيب الصين من التركيبات السنوية من الروبوتات الصناعية خلال الفترة (٢٠١١ - ٢٠٢١)



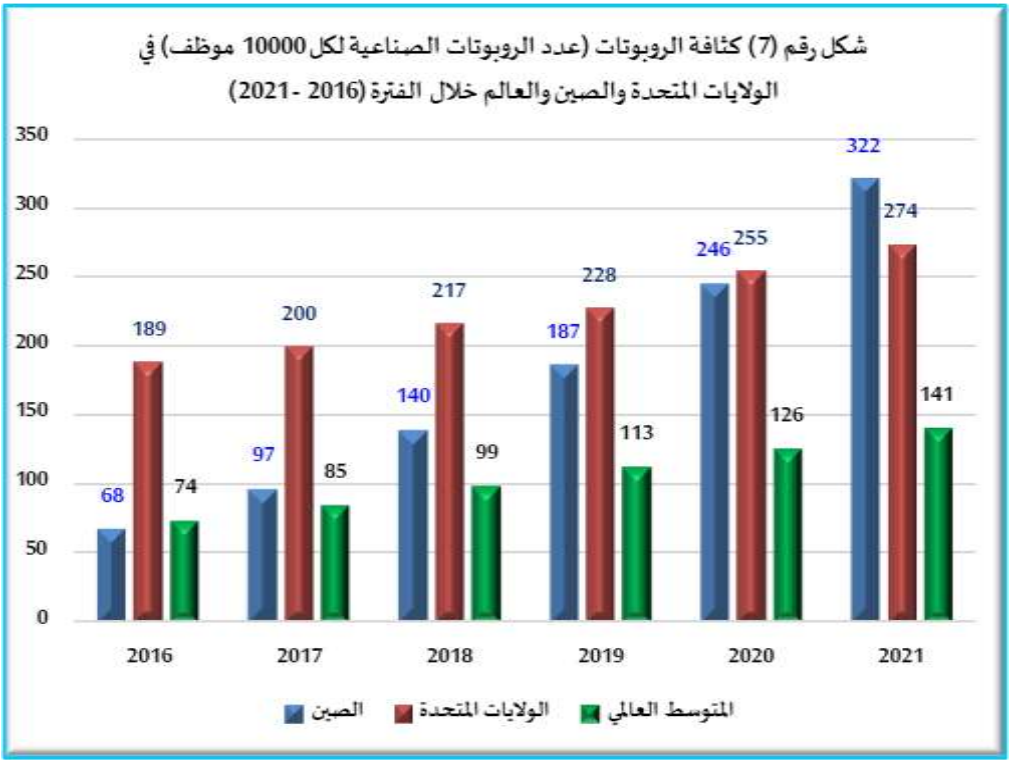

**Source:** (International Federation of Robotics (IFR), 2022)

وإذا أخذنا معدل كثافة الروبوتات وهو مقياس للأتمتة يقيس عدد الروبوتات الصناعية لكل ١٠٠٠٠ موظف، نجد أن الصين قد تجاوزت الولايات المتحدة في هذا المؤشر، بالرغم من العدد الهائل للقوى العاملة في الصين. فقد بلغ هذا المؤشر في الصين عام ٢٠١٦ ٦٨ روبوت لكل

[٤] يمثل الناتج الصناعي (مقاساً بالقيمة المضافة في الصناعة) الصيني ٢٦.٥% من الناتج الصناعي العالمي تليها الولايات المتحدة بنسبة ١٥.٨% ثم اليابان ٥.٤% وألمانيا ٤.٣%، وتمثل هذه الدول الأربعة ٥٢% من الناتج الصناعي العالمي وذلك في عام ٢٠٢١ حسب بيانات البنك الدولي.

١٠٠٠٠ موظف، ثم ارتفع إلى ٣٢٢ عام ٢٠٢١، بمتوسط معدل نمو سنوي بلغ ٣٦.٦%، بينما كان هذا المعدل في الولايات المتحدة عام ٢٠١٦، ١٨٩ روبوت ارتفع إلى ٢٧٨ عام ٢٠٢١ بمتوسط معدل نمو بلغ ٧.٧%. في حين كان المعدل العالمي للأتمتة خلال نفس الفترة ٧٤ روبوت عام ٢٠١٦ ثو ارتفع إلى ١٤١ روبوت عام ٢٠٢١، بمتوسط معدل نمو بلغ ١٣.٧%. أي أن معدل الأتمتة في القطاع الصناعي الصيني بلغ خلال السنوات الخمس الأخيرة (٢٠١٦ – ٢٠٢١) ٥ أضعاف معدل نمو الأتمتة في القطاع الصناعي في الولايات المتحدة، وحوالي ٣ أضعاف المعدل العالمي، كما يتضح من الشكل رقم (٧).

ولعل هذا السبب هو ما يفسر تحول العلاقة بين الولايات المتحدة والصين من التعاون إلى التنافس خاصة في المجال التكنولوجي، ومحاولة تطبيق الفصل التكنولوجي بين البلدين (المؤلف).




**Source**: (International Federation of Robotics (IFR), 2022)

## المبحث الثالث: الذكاء الاصطناعي والطلب على العمالة والمهارات: إطار نظري

في عام ٢٠٠٣ قدم كل من David H. Autor، وFrank Levy، و Richard J. Murnane، نموذجاً يصف كيف يؤثر التقدم التكنولوجي (والذي يسمونه الحوسبة) على المهام التي تؤديها عناصر الإنتاج (العمال ورأس المال)، وتم مراجعة هذه النموذج من قبل Autor عام ٢٠١٣. ويعرف هذا النموذج في الأدبيات بنموذج المهمة **Task Model** أو مدخل المهمة **Task Approach**. في دالة الإنتاج المتعارف عليها، يرتبط الإنتاج بعنصري الإنتاج وهما العمل ورأس المال. أما في هذا النموذج البديل فإن الوحدات الأساسية للإنتاج هي مهام وظيفية يتم دمجها لإنتاج المخرجات، ويمكن توفير هذه المهام من خلال العمالة أو رأس المال، والذي قد يتغير بمرور الوقت. ويتم تخصيص عوامل الإنتاج للمهام الوظيفية حسب الميزة النسبية لعنصر الإنتاج (يتمتع العمال بميزة نسبية في المهام التي تتطلب مهارات غير روتينية ولا يمكن برمجتها، بينما يتمتع رأس المال بميزة نسبية في المهام التي تتطلب مهارات روتينية قابلة للبرمجة)، وعند التوازن يتم استخدام عنصر الإنتاج الأقل تكلفة (Autor, The “task approach” to labor markets: an overview, 2013).

ويميز النموذج بين المهمة والمهارة، فالمهمة هي وحدة نشاط العمل التي تنتج المخرجات، أما المهارة فهي مخزون العامل من القدرات لأداء المهام المختلفة، ويطبق العمال مهاراتهم على المهام مقابل الأجر. وترسم دالة الإنتاج الأساسية تكافؤًا ضمنيًا بين مهارات العمال ومهامهم الوظيفية. ومن وجهة نظر نموذج المهمة فإن العمل هو عبارة عن سلسلة من المهام التي يتعين القيام بها، مثل تحريك كائن من مكانه أو إجراء عملية حسابية. ويتسآل النموذج أياً من هذه المهام يمكن أن يؤديها العمال، وأياً منها يمكن أن يؤديه الحاسوب (ويمثل هنا عنصر رأس المال) (Autor, The “task approach” to labor markets: an overview, 2013).

ويفرق النموذج بين نوعين من المهام، المهام الروتينية والمهام غير الروتينية، تكون المهمة روتينية إذا كان من الممكن إنجازها بواسطة الأجهزة التي تتبع قواعد مبرمجة مثل مراقبة درجة الحرارة في خط إنتاج أو تحريك كائن من مكانه (وتنقسم المهام الروتينية إلى المهام اليدوية الروتينية، والمهام المعرفية الروتينية). أما المهام غير الروتينية فهي المهام التي لا تكون قواعدها صريحة ومفهوماً جيداً بما يكفي ليتم تحديدها في كود الكمبيوتر وتنفيذها بواسطة الآلات، مثل مهارات التفكير النقدي والتفكير الإبداعي (وتنقسم المهام غير الروتينية إلى المهام التحليلية غير

الروتينية والمهام التفاعلية غير الروتينية)، وهذه المهام تتطلب قدرات معالجة بصرية وحركية لا يمكن وصفها في مجموعة من القواعد القابلة للبرمجة (Autor, Levy, & Murnane, The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration, 2003).

وهناك ثلاث افتراضات لهذا النموذج، (١) يعتبر رأس المال الحاسوبي أكثر قابلية للإحلال محل العمالة البشرية في المهام الروتينية من المهام غير الروتينية، (٢) المهام الروتينية والمهام غير الروتينية هي بدائل ناقصة، (٣) تزداد الإنتاجية الحدية للمدخلات غير الروتينية مع زيادة كثافة المدخلات الروتينية. ويفترض النموذج أن دالة الإنتاج تأخذ شكل دالة إنتاج كوب–دوجلاس ذات العوائد الثابتة وتأخذ الشكل التالي (Autor, Levy, & Murnane, The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration, 2003).

$$Q = (L_R + C)^{1-\beta} L_N^{\beta} \quad , \beta \in (0,1)$$

حيث، تمثل $(Q)$ الإنتاج أو المخرجات، و$(L_R)$ مدخل العمل للمهام الروتينية، $(L_N)$ مدخل العمل للمهام غير الروتينية، $(C)$ رأس المال الحاسوبي ويعبر عن التقدم التكنولوجي، وتقاس جميع المهام بوحدات الكفاءة.

ويتم توفير رأس المال الحاسوبي $(C)$ بشكل مرن تماماً بسعر السوق $(\rho)$ لكل وحدة كفاءة، وتنخفض $(\rho)$ بشكل خارجي مع مرور الوقت بسبب التقدم التكنولوجي، وانخفاض سعر رأس المال الحاسوبي هو القوة السببية في النموذج. يفترض النموذج أن رأس المال الحاسوبي والعمل هي بدائل كاملة في تنفيذ المهام الروتينية، وتشير دالة إنتاج كوب–دوجلاس إلى أن مرونة الإحلال بين المهام الروتينية وغير الروتينية يساوي الواحد الصحيح، ومن ثم فإن رأس المال الحاسوبي ومدخلات المهام غير الروتينية مكملات نسبية. وفي ضوء هذه الافتراضات عندما ينخفض سعر رأس المال الحاسوبي – والذي هو متغير خارجي – يؤدي ذلك إلى إحلاله محل مهام العمل الروتينية، وبالتالي ينخفض الطلب على العمال الذين يؤدون مهام روتينية، ومن ثم تنخفض أجورهم، وفي نفس الوقت يزداد الطلب على العمالة التي تؤدي مهام غير روتينية ومن ثم ترتفع أجورها نتيجة لزيادة إنتاجيتها والتي تكمل رأس المال الحاسوبي (Autor, Levy, & Murnane, The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration, 2003).

## المبحث الرابع: الآثار الاقتصادية للذكاء الاصطناعي على التوظف والأجور في ضوء الدراسات التجريبية

غالباً ما يطلق على الكثير من تقنيات الأتمتة **Automation innovations** اسم التغير التكنولوجي المنحاز للروتين **Routine Biased Technological Change (RBTC)**، لأنها حلت محل البشر في المهام الروتينية، مع زيادة الطلب على المهام غير الروتينية أما التقنيات المولدة لفرص العمل فيطلق عليها التقنيات المعززة **Augmentation innovations**. ويصنف الذكاء الاصطناعي على أنه تغير تكنولوجي منحاز للروتين RBTC، وذلك بسبب أنه يضيف إلى الروبوتات وغيرها من أشكال الاتمتة التي تحل محل البشر في المهام البدنية والمعرفية الروتينية وغير الروتينية بشكل متزايد. ( Tyson & Zysman, Automation, AI & Work, 2022, p. 259). وإذا كان الذكاء الاصطناعي هو RBTC فإن آثاره المستقبلية على العمل ستكون مماثلة تماماً للتأثيرات على العمل من أشكال الأتمتة الأخرى، والتي يتمثل أهمها في الآتي:

### ١- إعادة هيكلة الوظائف "اضطراب سوق العمل" Labor market churn

تعمل التقنيات التكنولوجية بصفة عامة، على إلغاء بعض الوظائف خاصة التي تتطلب مهاماً روتينية ويمكن برمجتها، كما أنها في نفس الوقت يخلق وظائف جديدة مرتبطة بالتكنولوجيا الجديدة، ومن ثم يشار إلى عملية إلغاء الوظائف وإنشاء وظائف جديدة بمصطلح **اضطراب سوق العمل Labor market churn**، ووفقاً للمنتدى الاقتصادي العالمي، يشير هذا المصطلح إلى مجموع الوظائف المفقودة والوظائف الناشئة كنسبة من إجمالي القوى العاملة. (World Economic Forum, 2023, p. 63).

تنشأ مهام العمل الجديدة من مصدرين: الأول، الابتكار التكنولوجي المعزز **Augmentation innovations**، والذي يعني انشاء عمليات إنتاج جديدة (على سبيل المثال عمليات إنتاج أشباه الموصلات)، والتقنيات الجديدة (على سبيل المثال نظام تحديد المواقع العالمي) ومنتجات جديدة تماماً أو الصناعات الجديدة (الطائرات التجارية مثلاً). تخلق مصادر الابتكار هذه مطالب جديدة للمعرفة المتخصصة والكفاءات المحددة التي تدفع التخصص المهني، وبالتالي انشاء مهام عمل جديدة. والمصدر الثاني لإنشاء المهام الجديدة هو التغيرات في حجم السوق الناشئة على سبيل المثال من التجارة والتحول الديموغرافي والهجرة وما إلى ذلك، التي تزيد أو تخفض من قيمة

المخرجات المهنية حتى في غياب التطورات التكنولوجية المحددة، فصدمات الطلب الإيجابية تحفز التخصص والتمايز بين السلع أو الخدمات التي تنتجها، مما يؤدي إلى تحفيز انشاء مهام جديدة. بينما تؤدي ابتكارات الأتمتة **Automation innovations** إلى تخفيض مهام العمل (Autor, Chin, & Salomons, New Frontiers: The Origins and Content of New Work, 1940–2018, 2022).

ووفقاً لتقرير مستقبل الوظائف ٢٠٢٣ للمنتدى الاقتصادي العالمي، يتوقع أصحاب العمل الذين شملهم التقرير حدوث تغيير هيكلي (اضطراب) في سوق العمل يبلغ ٢٣% من الوظائف في السنوات الخمس المقبلة (٢٠٢٣ – ٢٠٢٧). حيث يتوقع أصحاب العمل نمواً في الوظائف يبلغ ٦٩ مليون وظيفة، وتراجعاً بمقدار ٨٣ مليون وظيفة من إجمالي ٦٧٣ مليون وظيفة شملتها الدراسة، ومن ثم فإن هناك انخفاض صافي متوقع في الوظائف بمقدار ١٤ مليون وظيفة بنسبة ٢% من العمالة الحالية (World Economic Forum, 2023, p. 6).

يتصدر متخصصو الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي قائمة الوظائف سريعة النمو، يليهم متخصصو الاستدامة ومحللو ذكاء الأعمال. غالبية الأدوار الأسرع نموًا في القائمة هي أدوار متعلقة بالتكنولوجيا، وغالبية الأدوار الأسرع تراجعاً هي الأدوار الكتابية أو السكرتارية، حيث يتوقع أن ينخفض صرّافو البنوك والموظفون المرتبطون بهم، وكتبة الخدمات البريدية، والصرافون وموظفو التذاكر بشكل أسرع (World Economic Forum, 2023, p. 29).

مثل أدوات الأتمتة الأخرى، يؤثر الذكاء الاصطناعي على المهام البشرية من خلال ثلاث آثار كبيرة: أولاً، **أثر الإزاحة** Displacement Effect، أو انخفاض الطلب على العمالة في المهام المؤتمتة، ثانياً، **أثر الإنتاجية** Productivity Effect، ويعني الزيادة في الطلب على العمالة في المهام غير المؤتمتة، **ثالثاً، أثر الاستعادة** reinstatement effect، ويعني انشاء مهام جديدة للعمالة. بمرور الوقت، ولكن بوتيرة غير مؤكدة للغاية، يتم تعويض أثر إزاحة الأتمتة إلى حد ما من خلال كل من أثر الإنتاجية وأثر الاستعادة. يمكن أن يكون أثر الإزاحة فوري وكبير وملموس، وهو في حد ذاته يؤثر سلبياً على التوظف وحصة العمالة من القيمة المضافة. على النقيض من ذلك، قد تستغرق مزايا الإنتاجية والاستعادة سنوات، بل عقودًا، حتى تتحقق مع بطالة احتكاكية وهيكلية كبيرة، وخسائر في الأجور، وتزايد عدم المساواة على طول الطريق. ( Tyson & Zysman, Automation, AI & Work, 2022).

ومن الناحية التجريبية قامت دراسة Gregory, Salomons, & Zierahn, 2016 ببحث آثار التغير التكنولوجي الذي يحل محل المهام الروتينية في ٢٣٨ منطقة في ٢٧ دولة أوربية خلال الفترة (١٩٩٩ – ٢٠١٠)، وقدرت الدراسة أثر الإزاحة (تسميه الدراسة أثر الإحلال) بمقدار ٩.٦ مليون وظيفة (أثر سلبي)، بينما بلغ أثر الإنتاجية (تسميه الدراسة أثر الطلب على المنتج) ٨.٧ مليون وظيفة (أثر إيجابي)، وأثر الاستعادة (تسميه الدراسة أثر مضاعف الطلب على المنتج) ٢.٨ مليون وظيفة (أثر إيجابي)، ومن ثم يكون الأثر الصافي على الوظائف ١.٩ وظيفة (أثر إيجابي) (Gregory, Salomons, & Zierahn, 2016).

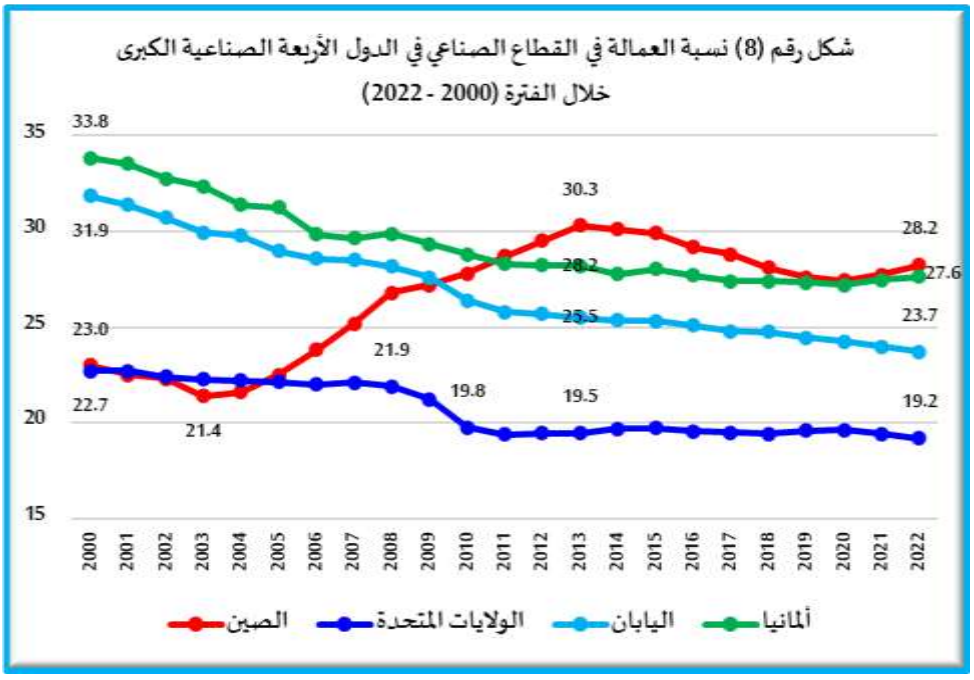
في حين وجد Petropoulos, Pichler, & Chiacchio, 2018 في دراسته لتأثير الروبوتات الصناعية على الوظائف في ٦ دول من دول الاتحاد الأوربي تمثل ٨٥.٥% من سوق الروبوتات الصناعية في الاتحاد الأوربي أن روبوتًا إضافيًا واحدًا لكل ألف عامل يقلل من معدل التوظيف بمقدار ٠.١٦–٠.٢٠ نقطة مئوية. وبالتالي فإن أثر الإزاحة أكبر من أثر الإنتاجية والاستعادة، وبالتالي فإن الروبوتات الصناعية تخفض الوظائف (Petropoulos, Pichler, & Chiacchio, 2018).

وتشير دراسة Acemoglu, Koster, & Ozgen (2023) إلى أن هناك آثار إيجابية على مستوى الشركات التي تتبنى الروبوتات الصناعية، تتمثل في زيادة قيمتها المضافة والتوظيف وتقلل حصتها من العمالة، وترتبط هذه الآثار الإيجابية على الشركات المتبنية بتأثيرات سلبية على المنافسين، وتقدر الدراسة أن الآثار السلبية أكبر من الآثار الإيجابية لذلك ينخفض التوظيف في الصناعة بشكل عام. وعلى مستوى العمال تشير الدراسة إلى أن العمال المتأثرين بشكل مباشر والذين يؤدون مهام روتينية قابلة للاستبدال يواجهون مكاسب وتوظيف أقل، بينما يستفيد العمال الذين يؤدون مهام تكميلية حيث تترجم الإنتاجية المرتفعة إلى زيادة في الطلب على المهارات المرتبطة بهذه المهام (Acemoglu, Koster, & Ozgen, Robots and Workers: Evidence from the Netherlands, 2023).

وتؤكد بيانات البنك الدولي عن نسبة التوظيف في القطاع الصناعي في الدول الصناعية الأربعة الكبرى (الصين، الولايات المتحدة اليابان، وألمانيا) والتي يمثل ناتجها الصناعي ٥٢% من الناتج الصناعي العالمي عام ٢٠٢١ (World Bank, 2021) نتائج دراسة Acemoglu, Koster, & Ozgen (2023)، حيث يتضح من الشكل رقم (٨)

انخفاض نسبة العمالة في القطاع الصناعي في الدول الصناعية الأربعة الكبرى خلال الفترة (٢٠٠٠ – ٢٠٢٢)، باستثناء الصين خلال الفترة (٢٠٠٣ – ٢٠١٣)، وهي الفترة التي انتعشت فيها التجارة الدولية فين الصين بعد انضمامها لمنظمة التجارية العالمية في عام ٢٠٠١ وقد ارتبط نمو التجارة في الصين بالنمو في القطاع الصناعي (المؤلف).

فقد انخفضت العمالة الصناعية خلال الفترة (٢٠٠٠ – ٢٠٢٢) في الولايات المتحدة بنسبة ٣.٥%، وفي اليابان بنسبة ٨.٢%، وفي ألمانيا بنسبة ٦.٢%، بينما زادت في الصين خلال الفترة (٢٠٠٣ – ٢٠١٣) بنسبة ٨.٩%، ولكنها انخفضت بعد ذلك بمقدار ٢.١ نقطة مئوية بين عامي ٢٠١٣ و٢٠٢٢، وهي الفترة التي كثفت فيها الصين من استخدام الروبوتات الصناعية كما سبق أن أوضحنا. ويلاحظ أن هناك انخفاض في نسبة العمالة الصناعية في الدول الأربعة خلال السنوات العشرة الأخيرة (٢٠١٣ – ٢٠٢٢) كما يتضح من الشكل رقم (٨)، ومن ثم يوضح ذلك الآثار السلبية للأتمتة على الوظائف في القطاع الصناعي.




**Source**: (World Bank, 2021)

**٢- انخفاض حصة العمالة من الدخل القومي وزيادة عدم المساواة**

تؤكد العديد من الأبحاث[٥] على أن هناك انخفاض في حصة الناتج المحلي الإجمالي التي تذهب للعمالة في اقتصاد الولايات المتحدة، والاتحاد الأوربي، والعديد من المتقدمة الأخرى، وكذلك الاقتصادات الصاعدة والنامية (Autor, Dorn, Katz, Patterson, & Reenen, Concentrating on the Fall of the Labor Share, 2017). وأشاروا إلى أن حصة العمل من الناتج المحلي الإجمالي قد انخفضت بين عامي ١٩٩١ و٢٠١٤ في أكبر ٢٩ دولة تمثل ثلثي الناتج المحلي الإجمالي العالمي في عام 2014 (Autor, Dorn, Katz, Christina, & Reenen, The fall of the labor share and the risr of superstar firms, 2020).

ويرى المحللون[٦] الذين يبحثون الأوضاع في الولايات المتحدة والاتحاد الأوربي أن الأسباب الرئيسية لانخفاض حصة العمالة من الدخل القومي يرجع إلى قوى عالمية تتمثل في التقدم التكنولوجي وعولمة التجارة ورأس المال (IMF, 2017, p. 122). فقد أوضحت دراسة Autor, Dorn, & Gordon (2013) أن التشغيل الآلي للوظائف في بعض الاقتصادات المتقدمة، إلى جانب نقل المهام إلى الخارج والمنافسة من الواردات (خاصة من الصين) أدى إلى استمرار فقدان الوظائف في المهن التي تتطلب مهارات متوسطة. (Autor, Dorn, & Gordon, The Geography of Trade and Technology Shocks in the United States, 2013, p. 220). ويؤكد Karabarbounis & Neiman على أن تكلفة رأس المال قد انخفضت نسبياً مقارنة بالعمالة، مدفوعة بشكل خاص بانخفاض أسعار التكنولوجيا، ويؤدي الانخفاض في السعر النسبي لرأس المال إلى انخفاض حصة العمل في إطار دالة الإنتاج إذا كانت مرونة الإحلال بين رأس المال والعمل أكبر من الواحد الصحيح. (Karabarbounis & Neiman, 2014).

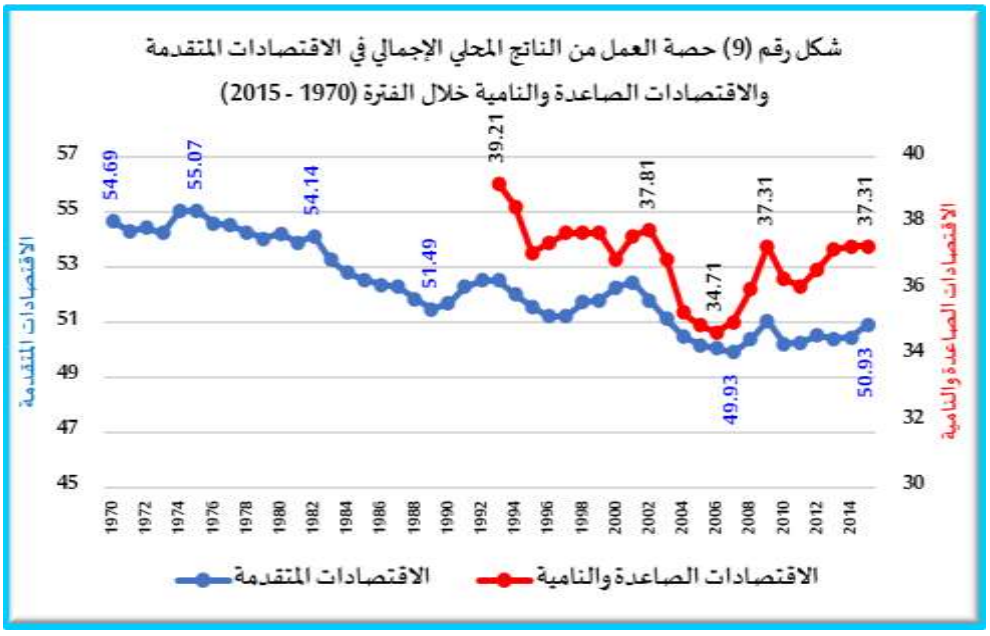
يرى Frey & Osborne, (2017) أن الابتكارات التكنولوجية والذكاء الاصطناعي تعمل على تغيير عميق في مصطلح الميزة النسبية للإنسان مقابل الآلة، وأن التكنولوجيا تعمل على إزاحة العمالة من الإنتاج. وتتخذ إزاحة العمالة من الإنتاج على الأقل أحد شكلين: أولاً، إزاحة العمالة الكلية (أي انخفاض عدد الوظائف الكلي)، ثانياً، إزاحة حصة العمالة (مما يعني تآكل حصة العمالة من القيمة المضافة في الاقتصاد) ( Frey & Osborne, 2017).

---

[٥] من هذه الأبحاث: (Acemoglu & Loebbing, Automation and Polarization, 2022)، (Acemoglu, et al., 2022)، (Autor, Dorn, Katz, Patterson, & Reenen, Concentrating on the Fall of the Labor Share, 2017) (Autor, Dorn, Katz, Christina, & Reenen, The fall of the labor share and the risr of superstar firms, 2020)، (IMF, 2017)، (Tyson & Zysman, Automation, AI & Work, 2022)

[٦] منهم: (Acemoglu & Restrepo, Tasks, Automation, and the rise in U.S. wage inequality, 2022)، (Autor, Chin, & Salomons, New Frontiers: The Origins and Content of New Work, 1940–2018, 2022)، ( Brekelmans & Petropoulos, 2020)

ويشير صندوق النقد الدولي إلى أن نصيب العمالة من الدخل في العالم بدأ يسلك اتجاهاً تنازلياً في ثمانينات القرن الماضي، حيث انخفض بمقدار ٥ نقاط مئوية ليصل إلى أدنى مستوياته في عام ٢٠٠٦. وسلك منذ ذلك الحين اتجاهاً تصاعدياً يبلغ نموا ١.٣ نقطة مئوية مما قد يعكس عومل دورية أو هيكلية مرتبطة بالأزمة المالية العالمية ويوضح ذلك الشكل رقم (٩) (IMF, 2017, p. 126). وقد قلب هذا الاتجاه التنازلي إحدى الحقائق المبسطة القائمة منذ زمن طويل في دراسة Kaldor 1957، والتي أيدت ممارسة تقليدية استمرت لفترة طويلة تتمثل في افتراض أن نصيب العمالة من الدخل ثابت في نماذج النمو والنماذج الاقتصادية الكلية الأخرى، وبالتالي أثارت تساؤلات معقدة حول زيادة دور رأس المال في الإنتاج وانعكاساته على فرص العمل ودخل العمالة في المستقبل (IMF, 2017, p. 126).




**Source**: (IMF, 2017)

ويرى الصندوق أن التقدم التكنولوجي أدى إلى تراجع نصيب العمالة من الدخل القومي، وقد اقترن انخفاض نصيب العمالة بزيادة عدم المساواة، ويرجع ذلك لسببين: الأول، هو أن أصحاب المهارات الأقل في القوى العاملة هم الذين تحملوا وطأة الانخفاض في نصيب العمالة، في ظل أدلة تفيد بالانخفاض في المستمر في المهن متوسطة المهارات وفقدان الدخل بين أصحاب المهارات المتوسطة في الاقتصادات المتقدمة. والسبب الثاني، هو تركز ملكية رأس المال في المستويات العليا

من توزيع الدخل، وبالتالي فإن زيادة نصيب الدخل التي تعود إلى رأس المال تؤدي إلى زيادة عدم المساواة في توزيع الدخل. ويمكن لعدم المساواة أن يؤدي إلى تأجيج التوترات الاجتماعية، وتشير البحوث الأخيرة[٧] إلى أنه يمكن أن يضر بالنمو الاقتصادي (IMF, 2017, p. 121).

كما وجدت دراسة Acemoglu & Restrepo (2022) أن ٥٠% – ٧٠% من التغيرات في هيكل الأجور في الولايات المتحدة الأمريكية خلال الفترة (١٩٨٠ – ٢٠١٦) يعود سببها إلى الانخفاض النسبي في الأجور لمجموعات العمال المتخصصة في المهام الروتينية في الصناعات التي تشهد أتمتة سريعة، ويؤدي إزاحة المهام إلى زيادة كبيرة في عدم المساواة في الأجور (Acemoglu & Restrepo, Tasks, Automation, and the rise in U.S. wage inequality, 2022).

### ٣- استقطاب التوظف Employment polarization

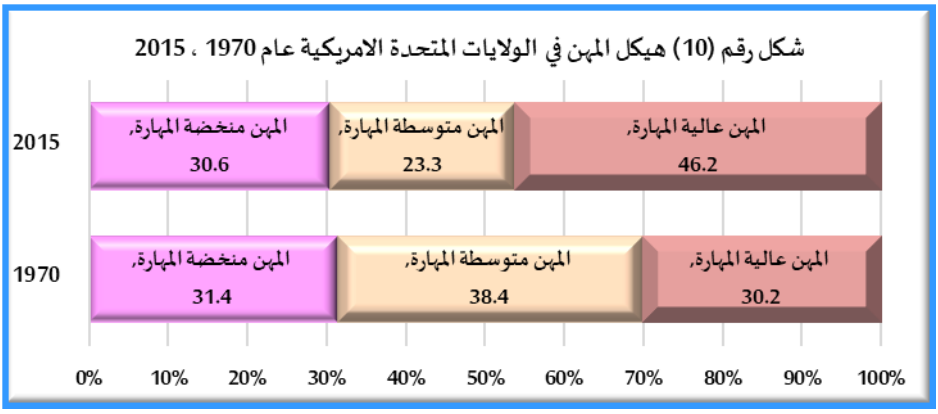
يقصد بمصطلح استقطاب التوظف **Employment polarization** وفقاً للاقتصادي David Autor أستاذ اقتصاديات العمل بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا **MIT** "تركز العمالة في الوظائف ذات الأجور الأعلى والأدنى وانخفاضها في الوظائف ذات الأجور المتوسطة (Autor, Dorn, & Gordon, The Geography of Trade and Technology Shocks in the United States, 2013, p. 220). ويرى Autor أن التقدم التكنولوجي ساهم في انتقال العمال الأكثر تعليماً من الطبقة الوسطى "متوسطة المهارات" إلى الطبقة العالية "عالية المهارات" وتسمى هذه الحالة بارتقاء المهارات **Upskilling**، وقد صاحب ذلك ارتفاع الأجور الحقيقية للعمال الأكثر تعليماً من أصحاب المهارات العالية، وانخفاضها للعمال الأقل تعليماً من أصحاب المهارات المنخفضة، ومن ثم فإن التقدم التكنولوجي ساهم في زيادة عدم المساواة في الأجور بين العمال (Autor, Work of the Past, Work of the Future, 2019, pp. 22-23). كما يتضح من الشكل رقم (١٠).

وتقدم دراسة Maarten, Manning, & Salomons, (2014) أدلة على أن التقدم التكنولوجي الذي يركز على المهام الروتينية RBTC، ونقل المهام للخارج (والذي يرجع جزئياً للتغير التكنولوجي) يمكن أن يفسرا استقطاب الوظائف في الدول الأوربية المتقدمة. ففي ١٦ دولة[٨] من دول أوربا الغربية وخلال الفترة (١٩٩٣ – ٢٠١٠) وجد أن نسبة التوظف في المهن ذات

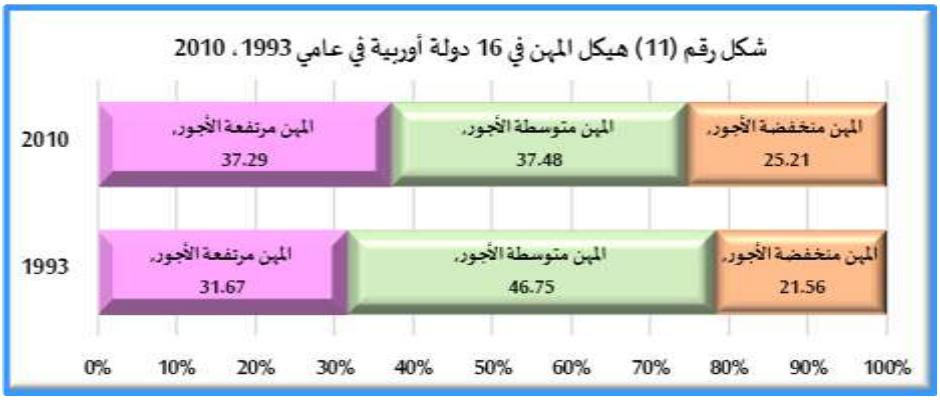
[٧] (Ostry, 2011)

[٨] الدول التي شملتها الدراسة هي: النمسا، بلجيكا، الدانمارك، فنلندا، فرنسا، ألمانيا، اليونان، ايرلندا، إيطاليا، لوكسمبورج، هولندا، النرويج، البرتغال، إسبانيا، السويد، والمملكة المتحدة.

الأجور المرتفعة ارتفعت بمقدار ٥.٦٢ نقطة مئوية (من ٣١.٦٧% إلى ٣٧.٢٩%)، وكذلك ارتفعت نسبة التوظف في المهن ذات الأجور المنخفضة بقدار ٣.٦٥ نقطة مئوية (من ٢١.٥٦% إلى ٢٥.٢١%)، في حين انخفضت نسبة التوظف في المهن متوسطة الأجور بنسبة ٩.٢٧ نقطة مئوية (من ٤٦.٧٥% إلى ٣٧.٤٨%)، مما يؤكد وجود استقطاب في التوظف بسبب التغير التكنولوجي (Maarten, Manning, & Salomons, 2014). ويتضح ذلك من الشكل رقم (١١).




**Source**: (Autor, Work of the Past, Work of the Future, 2019)




**Source**: (Maarten, Manning, & Salomons, 2014, p. 2512).

وقد أثر التقدم التكنولوجي على أنصبة عوامل الإنتاج من خلال عدة طرق، منها الانخفاض الحاد في السعر النسبي للسلع الاستثمارية، الذي خفض تكلفة رأس المال على الشركات، وبالتالي أعطاها حوافز قوية للاستعاضة عن العمالة برأس المال (Karabarbounis & Neiman, 2014). وأوضحت دراسة Brekelmans and Petropoulos (2020) أنه بين عامي ٢٠٠٢، ٢٠١٦ تراجعت حصة التوظيف في المهن ذات المهارات المتوسطة بمقدار ٨.٥ نقطة مئوية، في حين زادت حصص المهن ذات المهارات المنخفضة بنسبة نقطة مئوية واحدة، والمهن ذات المهارات العالية بنسبة ٧.٥ نقطة مئوية، وذلك في ٢٤ دولة من الدول الأوربية، مما يوفر أدلة على وجود استقطاب في التوظف بسبب التغير التكنولوجي ( Brekelmans & Petropoulos, 2020, p. 8).

يؤدي انخفاض تكلفة راس المال (أو زيادة إنتاجيته) إلى زيادة استقطاب العمالة والأجور، حيث تدفع الأتمتة العمال إلى مهام في الأطراف السفلية والعليا من توزيع المهام، نظراً لان المهام الروتينية أسهل من الناحية التكنولوجية في التشغيل الآلي ويتم تحقيقها بواسطة العمال ذوي المهارات المتوسطة الموجودين في منتصف توزيع الأجور فقد أدت تقنيات الأتمتة الجديدة إلى إزاحة العمالة من المهن ذات المهارات المتوسطة وكان لها آثار سلبية أكثر على العمال ذوي المهارات المتوسطة. أما المهام اليدوية والمجردة تتضمن معرفة ضمنية غنية مما يجعلها غير روتينية، ويمكن أدائها بتكلفة عمالة أقل مما يقلل من ميزة تكلفة الآلات مقارنة بالبشر. أما المهام الأكثر تعقيداً والتي يتمتع فيها العمال بميزة نسبية أعلى مقارنة برأس المال فيصعب أتمتها، وإنما تزيد علاوتها (Acemoglu & Loebbing, Automation and Polarization, 2022).

### ٤- إعادة تشكيل المهارات اللازمة للعمل

يتناقص الطلب على المهارات الأقل تقدمًا التي يمكن استبدالها بالتكنولوجيا. في الوقت نفسه، يتزايد الطلب على المهارات المعرفية المتقدمة والمهارات الاجتماعية والسلوكية ومجموعات المهارات المرتبطة بقدر أكبر من القدرة على التكيف التكنولوجي ( Tyson & Zysman, Automation, AI & Work, 2022). عندما نشر تقرير مستقبل الوظائف للمنتدى الاقتصادي العالمي لأول مرة عام ٢٠١٦ توقعت الشركات التي شملتها الدراسة الاستقصائية أن ٣٥% من مهارات العمال سوف تتعطل خلال السنوات الخمس التالية، وفي تقرير عام ٢٠٢٣ ارتفعت هذه النسبة إلى ٤٤%. يظل التفكير التحليلي والتفكير الإبداعي من أهم المهارات المطلوبة في السنوات الخمس المقبلة، يليها مهارات الفعالية الذاتية (التكيف والمرونة وخفة الحركة)، ويقدر أصحاب العمل

الذين شملهم التقرير أن ٦ من كل ١٠ عمال سيحتاجون إلى التدريب لإعادة تشكيل مهاراتهم قبل عام ٢٠٢٧، ويحتل تدريب العاملين على استخدام الذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة المرتبة الثالثة بين أولويات تدريب مهارات الشركات (World Economic Forum, 2023, p. 37).

**٥- فصل نمو الأجور عن نمو الإنتاجية**

كنتيجة لتأثيرات الإزاحة والاستقطاب الكبيرة، فقد كانت أتمتة RBTC أيضاً عاملاً وراء فصل نمو الأجور عن نمو الإنتاجية. نظرياً، في أسواق العمل التنافسية، يجب أن يكون نمو الأجور متناسباً مع نمو الإنتاجية على المدى الطويل، ولكن نمو الإنتاجية تجاوز نمو متوسط الأجور على مدى العقود الثلاثة الماضية. ولكن يمكن أن يكون المدى الطويل طويل جداً بالفعل، وهناك انحرافات كبيرة وطويلة على طول الطريق للوصول إلى هناك. علاوة على ذلك فإن أسواق العمل عادة ما تكون غير تنافسية على النحو المحدد من قبل الاقتصاديين، وتقاسم مكاسب الإنتاجية مع العمال لا يعتمد فقط على قوى السوق، ولكن على القوة النسبية للعمال وأصحاب العمل ( Tyson & Zysman, Automation, AI & Work, 2022).

ساهم فصل نمو الأجور عن نمو الإنتاجية في انخفاض نصيب العمالة من الدخل القومي. في الواقع، كانت الأتمتة دافعًا رئيسيًا لانخفاض حصة العمالة بشكل أكثر حدة في التصنيع، والأكثر حدة في الصناعات التي تخضع للأتمتة السريعة. بالإضافة إلى ذلك، فقد انعكس انخفاض حصة العمالة من الدخل القومي في ارتفاع حصة رأس المال، مما زاد من عدم المساواة في الدخل، حيث تتركز عائدات رأس المال في الطرف الأعلى من توزيع الدخل (Tyson & Zysman, Automation, AI & Work, 2022, pp. 260-261).

## ثالثاً: النتائج والتوصيات

١- **النتائج**: يستخلص البحث النتائج التالية:

أ- يوجد اتجاه عالمي لتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي من قبل العديد من الدول، وعلى رأسها الولايات المتحدة والصين، ويتركز التبني في الشركات الكبيرة والشركات الشابة، نتيجة لزيادة التكاليف الثابتة والحواجز التنظيمية التي ينطوي عليها اعتماد هذه التقنيات، كما يتركز في قطاعات محددة، بما يعني أن هذه التقنيات لها استخدامات محددة للغاية.

ب- من الناحية النظرية والتطبيقية، فإن تأثير الذكاء الاصطناعي على الوظائف يظل غامضاً، فالذكاء الاصطناعي يزيح (يخفض) الوظائف التي تتطلب مهام روتينية قابلة للبرمجة (أثر سلبي)، ويكمل الوظائف التي تتطلب مهام غير روتينية غير القابلة للبرمجة (أثر ايجابي)، ولا يوجد اتفاق بين الدراسات على أي الأثرين أكبر.

ج- تؤدي تقنيات الأتمتة ومن بينها الذكاء الاصطناعي إلى استقطاب الأجور، وانخفاض حصة العمالة من الدخل وزيادة عدم المساواة، وفصل نمو الأجور عن الإنتاجية.

د- هناك علاقة بين زيادة اعتماد الروبوتات الصناعية كأحد تقنيات الذكاء الاصطناعي، وانخفاض العمالة في القطاع الصناعي في الدول الصناعية الأربعة الكبرى (الولايات المتحدة، الصين، اليابان، ألمانيا)، خاصة في الفترة (٢٠١٣ – ٢٠٢٢).

٢- **التوصيات**: يقترح البحث التوصيات التالية:

أ- على الحكومات والمنظمات الدولية والهيئات التنظيمية توفير إطار عمل لكيفية العمل مع الذكاء الاصطناعي. وهذا يشمل وضع المعايير، وفرض اللوائح أو المبادئ التوجيهية المناسبة، وتعزيز الرقابة المناسبة على هذه التقنيات الجديدة. ويمكن الاسترشاد بمبادئ منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية للذكاء الاصطناعي للإشراف المسؤول على الذكاء الاصطناعي الجدير بالثقة التي تم اعتمادها في مايو ٢٠١٩.

ب- يقترح أن يكون تبني هذه تقنيات الذكاء الاصطناعي تدريجياً، حتى تتاح الفرصة للتعرف على إيجابيات وسلبيات هذه التقنيات، لان تأثيراتها تتسم بعدم اليقين.

ج- يُقترح أن تقوم الحكومة بدعم التقنيات المعززة لفرص العمل والتي تكمل العمالة ولا تنافسها.

د- يقترح أن تقوم الحكومة بتوفير الدعم والضمان الاجتماعي للعمالة وخاصة المتأثرة بالتقنيات التكنولوجية والتي تعاني من بطالة احتكاكية وهيكلية.

## رابعاً: قائمة المراجع

Acemoglu, D., & Loebbing, J. (2022, September). Automation and Polarization. Retrieved from https://economics.mit.edu/people/faculty/daron-acemoglu/working-papers.

Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2022, September). Tasks, Automation, and the rise in U.S. wage inequality. *Econometrica*, *90*(5), 1973-2016. Retrieved from https://www.econometricsociety.org/publications/econometrica/browse/issue/2022/09.

Acemoglu, D., Anderson, G. W., Beede, D. N., Buffington, C., Childress, E. E., Dinlersoz, E., . . . Zolas, N. (2022, November). Automation and the workforce: A Firm-level view from the 2019 Annual Business Survey. Retrieved from https://economics.mit.edu/people/faculty/daron-acemoglu/working-papers

Acemoglu, D., Koster, H. R., & Ozgen, C. (2023, March 2). Robots and Workers: Evidence from the Netherlands. Retrieved from https://economics.mit.edu/people/faculty/daron-acemoglu/working-papers.

Autor, D. H. (2013, February). The "task approach" to labor markets: an overview. *Journal for Labour Market Research*, 185-199. doi: https://doi.org/10.1007/s12651-013-0128-z.

Autor, D. H. (2019, May). Work of the Past, Work of the Future. *AEA Papers and Proceedings*, 1-32. doi: https://doi.org/10.1257/pandp.20191110.

Autor, D. H., Chin, C., & Salomons, A. (2022, August 14). New Frontiers: The Origins and Content of New Work, 1940–2018. *Quarterly Journal of Economics*, pp. 1-134. Retrieved from https://economics.mit.edu/sites/default/files/2022-11/ACSS-NewFrontiers-20220814.pdf.

Autor, D. H., Dorn, D., & Gordon, H. H. (2013, May). The Geography of Trade and Technology Shocks in the United States. *American Economic Review, 103*(3), pp. 220-225. doi: https://doi.org/10.1257/aer.103.3.220.

Autor, D. H., Dorn, D., Katz, L. F., Christina, P., & Reenen, J. V. (2020). The fall of the labor share and the risr of superstar firms. *the Quarterly Journal of Economics*, 645-709. doi: https://doi.org/10.1093/qje/qjaa004.

Autor, D. H., Dorn, D., Katz, L. F., Patterson, C., & Reenen, J. V. (2017, May). Concentrating on the Fall of the Labor Share. *American Economic Review, 107*(5), 180-185. doi: https://doi.org/10.1257/aer.p20171102.

Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003, November ). The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration. *The Quarterly Journal of Economics, 118*(4), 1279-1333. Retrieved from https://www.jstor.org/stable/25053940.

Bawack, R. E., Wamba, S. F., & Carillo, K. D. (2021). A framework for understanding artificial intelligence research: insights from practice. *Journal of Enterprise Information Management, 34*(3), 645-678. doi: https://doi.org/10.1108/JEIM-07-2020-0284.

Bermejo, B., & Juiz, C. (2023). Improving cloud/edge sustainability through artificial intelligence: A systematic review. *Journal of Parallel and Distributed Computing, 176*(June), 41-54. doi: https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2023.02.006.

Brekelmans , S., & Petropoulos, G. (2020, June 15). Occupational change, artificial intelligence and the geography of EU labor markets. *Bruegel*(3). Retrieved from https://www.jstor.org/stable/resrep50101.

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017, January). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change, 114*(January), 254-280. doi: https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019.

Gombolay , G. Y., Gopalan, N., Bernasconi, A., Nabbout, R., Megerian, J. T., Siegel, B., . . . Gombolay, M. C. (2023, April). Review of Machine Learning and Artificial Intelligence (ML/AI) for the Pediatric Neurologist. *Pediatric Neurology, 141*(April ), 42-51. doi: https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2023.01.004.

Gregory, T., Salomons, A., & Zierahn, U. (2016, July). Racing With or Against the Machine? Evidence from Europe. *Discussion Paper No. 16-053*. Retrieved from http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp16053.pdf.

Horodyski, P. (2023, August). Applicants' perception of artificial intelligence in the recruitment process. *Computers in Human Behavior Reports, 11*(August), 1-8. doi: https://doi.org/10.1016/j.chbr.2023.100303.

IMF. (2017). *World Economic Outlook.* IMF, Chapter 3 : Understanding the Downward Trend in Labor Income Shares. IMF. Retrieved from https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2017/04/04/world-economic-outlook-april-2017.

International Federation of Robotics (IFR). (2022). *World Robotics 2022.* IFR. Retrieved from https://ifr.org/downloads/press2018/2022_WR_extended_version.pdf.

Karabarbounis, L., & Neiman, B. (2014). The global decline of the labor share. *The Quarterly Journal of Economics, 129*(1), 61-104. doi: https://www.jstor.org/stable/26372544.

Lauterbach, A. (2019, July 17). Artificial intelligence and policy: quo vadis? *Digital Policy, Regulation and Governance, 21*(3), 238-263. doi: https://doi.org/10.1108/DPRG-09-2018-0054.

Maarten, G., Manning, A., & Salomons, A. (2014, August). Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring. *The American Economic Review, 104*(8), pp. 2509-2526. Retrieved from https://www.jstor.org/stable/42920897.

McCarthy, J. (2007, November 12). What is artificial intelligence? (S. University, Interviewer) Retrieved from http://www-formal.stanford.edu/jmc/.

OECD. (2023). *Employment Outlook 2023.* OECD. Retrieved from https://www.oecd-ilibrary.org/sites/08785bba en/1/3/3/index.html?itemId=/content/publication/08785bba-en&_csp_=9f4368ffe3fc59de4786c462d2cdc236&itemIGO=oecd&itemContentType=book.

OECD. (2023, July). *OECD AI*. Retrieved from https://oecd.ai/en/ai-principles.

Pawel Korzynski, G. M., Korzynski, P., Mazurek, G., Altmann, A., Ejdys, J., Kazlauskaite, R., . . . Ziemba, E. (2023). Generative artificial intelligence as a new context for management theories: analysis of ChatGPT. *Central European Management Journa, 31*(1), 3-13. doi: https://doi.org/10.1108/CEMJ-02-2023-0091.

Petropoulos, G., Pichler, D., & Chiacchio, F. (2018). The impact of industrial robots on EU employment and wages: A local labour market approach. Retrieved from https://www.jstor.org/stable/resrep50089.

Tricot, R. (2021). Venture capital investments in artificial intelligence. *OECD Digital Economy Papers*. https://doi.org/10.1787/f97beae7-en.

Tyson, L. D., & Zysman, J. (2022). Automation, AI & Work. *Daedalus, 151*(2), pp. 256-271. Retrieved from https://www.jstor.org/stable/48662040.

Wamba-Taguimdje, S.-L., Wamba, S. F., Kamdjoug, J. R., & Wanko, C. E. (2020). Influence of artificial intelligence (AI) on firm performance: the business value of AI-based transformation projects. *Business Process Management Journal*, *26*(7), 1893-1924. doi: https://doi.org/10.1108/BPMJ-10-2019-0411.

World Bank. (2021). *World Development Indicators.*

World Bank. World Economic Forum. (2023). *Future of Jobs Report 2023.* Geneva, Switzerland: World Economic Forum. Retrieved from https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2023/.

Yablonsky, S. (2021). AI-driven platform enterprise maturity: from human led to machine governed. *Kybernetes, 50*(10), 2753-2789. doi: https://doi.org/10.1108/K-06-2020-0384.

Zhai, Y., Yan, J., Zhang, H., & Lu , W. (2020, March). Tracing the evolution of AI: conceptualization of artificial intelligence in mass media discourse. *Information Discovery and Delivery, 84*(3), 137-149. doi: http://dx.doi.org/10.1108/IDD-01-2020-0007.

Zhurenkov, D., & Saveliev, A. (2021). Artificial intelligence and social responsibility: the case of the artificial intelligence strategies in the United States, Russia, and China. *Kybernetes, 50*(3), 656-675. doi: https://doi.org/10.1108/K-01-2020-0060.