

## الروبوتات الشبيهة بالبشر: لماذا تعود بقوة الان؟

### اولا: المقدمة

في غضون شهور قليلة، صارت مشاهد الروبوتات الشبيهة بالبشر وهي تمشي بثبات، تلتقط الصناديق، وتنقل الحاويات داخل مستودعات ضخمة، جزءا من اليومي الرقمي: مقاطع قصيرة مدهشة على المنصات، ثم اخبار عن عقود تشغيل وتجارب مدفوعة الاجر وخطط انتاج كمي. المفارقة ان هذه الفئة بالذات كانت لعقدين تقريبا مرادفا للوعود المؤجلة: اجساد ميكانيكية مكلفة، تتعثر امام اشياء تبدو بديهية للبشر، فتنحول الى مشاريع بحثية او عروض مؤتمرات او فيديوهات دعائية بلا استخدام متكرر داخل بيئة عمل حقيقية. لذلك يعود السؤال لا بوصفه فضولا تقنيا فقط، بل بوصفه مفارقة تاريخية: لماذا الان؟ وما الذي تغير تقنيا واقتصاديا واجتماعيا كي تنتقل الروبوتات من وعد مؤجل الى مرشح وظيفة؟

جزء من الاجابة يظهر في الارقام. تقرير *World Robotics 2025* للاتحاد الدولي للروبوتات يذكر ان تركيبات الروبوتات الصناعية بلغت 542,076 وحدة في 2024 (ثاني اعلى رقم تاريخيا)، بينما وصل المخزون التشغيلي العالمي الى 4,663,698 روبوتا يعمل فعليا في المصانع. وفي الوقت نفسه، ارتفعت مبيعات روبوتات الخدمات المهنية الى ما يزيد على 199,000 وحدة في 2024، مع قفزة 14% في فئة النقل واللوجستيات، ونمو اساطيل "الروبوت كخدمة" 31% لتتجاوز 24,500 وحدة (International Federation of Robotics, 2025b).

عودة الروبوتات ليست طفرة مفاجئة، بل نتيجة التقاء ثلاث قوى: نضوج الذكاء الاصطناعي، ضغط الواقع الاقتصادي، وتغير بنية العمل. ومن هنا تفكك الورقة كيف خرجت الروبوتات من دائرة الفرجة، ولماذا باتت المصانع والمستودعات بحاجة اليها، ولماذا تبدو 2025 لحظة انعطاف عندما التقى الذكاء الاصطناعي بالجسد الميكانيكي.

### ثانيا: من الاستعراض الى الوظيفة — كيف خرجت الروبوتات الشبيهة بالبشر من دائرة الفرجة؟

اذا عدنا بذاكرة قريبة الى العقدين السابقين، سنجد ان المشكلة لم تكن غياب الافكار، بل غياب شروط التشغيل. الروبوت الشبيه بالبشر كان ينجح في لحظات استعراضية: لقطة مشي لبضع دقائق، او حركة يد امام جمهور، ثم ينتهي الامر. داخل بيئة عمل حقيقية، كانت القيود تتكاثر: بطاريات محدودة، وتحكم حركي غير مستقر يجعل السقوط احتمالا دائما، وبرمجة جامدة تتعطل امام تغييرات صغيرة في موضع صندوق او انعكاس ضوء او ضجيج غير متوقع. حتى في 2025 لا تزال هذه القيود جزءا من قائمة الواقع التي يشير اليها الاتحاد الدولي للروبوتات: عمر البطارية لا يغطي يوم عمل كامل، والهيئة الشبيهة بالبشر لا تعني تلقائيا قدرة على منافسة الروبوتات الصناعية في السرعة والدقة والتكرار (International Federation of Robotics, 2025c). لهذا تحولت محاولات كثيرة سابقا الى مشاريع بحثية او عروض مؤتمرات او فيديوهات دعائية، وبقيت الفجوة قائمة بين القدرة على الحركة والقدرة على العمل المتكرر داخل بيئة حقيقية حيث تتكرر الاخطاء الصغيرة حتى تصبح تكلفة.

ما الذي تغير بعد 2022 تحديداً؟ التغيير الأكبر لم يكن في شكل السائقين أو قوة المحركات وحدها، بل في العقل الذي يدير الجسد: انتقال التحكم من منطق الاوامر الصريحة الى منطق التعلم من البيانات والتجربة، ثم الى منطق فهم السياق. نماذج الرؤية الحاسوبية العميقة صارت ادق في تتبع الاشياء والمسارات، لكن القفزة جاءت عندما بدأ دمج اللغة والرؤية مع الفعل الحركي في نموذج واحد، بحيث يمكن للروبوت ان يربط ما يراه بما يفهمه وما يفعله. ورقة RT-2 تقدم مثالا على هذا الاتجاه: نموذج رؤية-لغة-فعل يدمج ما تعلمه من بيانات واسعة النطاق مع بيانات مسارات روبوتية، ويترجم الفهم الى افعال، مع تعميم افضل على اوامر وادوات لم يرها بنفس الشكل داخل بيانات التدريب الروبوتي (Brohan et al., 2023). وعلى مستوى المنظومات الصناعية، اتجهت شركات كبرى الى بناء منصات لتسريع تطوير الروبوتات الشبيهة بالبشر عبر المحاكاة والبيانات الاصطناعية والنماذج الاساسية، مثل اعلانات NVIDIA في GTC 2025 حول Isaac GR00T وN1 كإطار ونموذج أساس مفتوح لتسريع تطوير الروبوتات الشبيهة بالبشر (NVIDIA, 2025).

لكن الانتقال من الابهار الى القابلية للتكرار هو المعيار الذي يفصل فيديو منصات عن وظيفة اقتصادية. لا يكفي ان يمشي الروبوت: المطلوب ان يمشي الف مرة بالطريقة نفسها دون سقوط، وان يلتقط الصندوق نفسه تحت اختلافات طفيفة في الموضع والوزن، وان يعمل لساعات طويلة بمعدل اخطاء منخفض، وان يندمج مع اجراءات السلامة البشرية ومع أنظمة المستودع. هنا يظهر مفهوم القابلية للتكرار الصناعي بوصفه عقدا اقتصاديا: الدقة، الاستقرار، زمن التشغيل، وسهولة الصيانة. وعندما يبدأ نموذج العمل نفسه بالتغير عبر الروبوت كخدمة، تتحول التجربة من شراء مكلف الى تشغيل قابل للقياس: ساعات عمل، معدل اخطاء، عائد على المهمة، ثم توسيع تدريجي. ولهذا يصبح السؤال الختامي للمحور اكثر تحديداً: متى توقف الروبوت عن كونه عرضاً، وبدأ يعامل كعنصر انتاج؟ الاجابة ليست لحظة واحدة، بل لحظة يصبح فيها تكرار الاداء اهم من جمال الحركة، ويصبح القياس اهم من الدهشة.

وحتى في العتاد، لم تعد القصة محرك اقوى فقط، بل حزمة متكاملة: مواد اخف وادق تحملاً، ومكونات اصغر حجماً، وحساسات لمس وقوة/عزم تمنح الروبوت قدرة على قياس التماس بدل التخمين، مع تحكم امثال يسمح بالتصحيح لحظياً عند مقاومة غير متوقعة، وأنظمة تموضع وملاحة أكثر نضجاً. في المقابل، بدأ مسار التوحيد المعياري يمسك بالقطاع: ايزو TC 299 شرعت فعلاً في تطوير معيار سلامة عالمي للروبوتات ثنائية الساقين غير المستقرة ذاتياً، وهو ما يعني ان الصناعة بدأت تتعامل مع الفئة كمنتج سيخضع لاشتراطات تشغيل ومسؤولية، لا كلعبة تقنية خارج قواعد السوق (International Federation of Robotics, 2025c).

### ثالثاً: ضغط الواقع الاقتصادي — لماذا تحتاج المصانع والمستودعات الى الروبوت الشبيه بالبشر؟

في قلب عودة الروبوتات يقف واقع ديموغرافي وسوق عمل متوتر لا خيال علمي. اقتصادات كثيرة تتقدم في العمر، ونسب الاعالة تتجه الى مستويات غير مسبوقة: تقرير *OECD Employment Outlook 2025* يذكر ان نسبة الاعالة لكبار السن في دول المنظمة سترتفع من 27% في 2023 الى 48% بحلول 2075، مع انتقال واسع من سن العمل الى سن التقاعد خلال عقود قليلة (OECD, 2025). هذا التحول لا يعني فقط "نقص ايد"، بل يعني ايضاً صعوبة استبدال وظائف تتطلب حضور جسدي في المكان ومرونة في الحركة وقدرة على تحمل وتيرة مستمرة. وفي كثير من الاقتصادات الصناعية،

تتسع الفجوة بين طلب مرتفع على اعمال شاقة ومتكررة وبين عزوف متزايد عنها. وعندما يصبح "الوقت" هو التكلفة الاكبر في سلاسل الامداد، تتحول الازمة الى ضغط تشغيلي يومي.

اذا اردنا قراءة ملامح الطلب من زاوية الروبوتات نفسها، فان ارقام الاتحاد الدولي للروبوتات توضح انتقال مركز الثقل نحو بيانات التشغيل الواسعة. تركيبات الروبوتات الصناعية في 2024 بلغت 542,076 وحدة على مستوى العالم، مع هيمنة اسيا/استراليا بـ 401,665 وحدة، ثم اوروبا بـ 92,985 وحدة، ثم الامريكيتين بـ 47,426 وحدة (International Federation of Robotics, 2025a). والاهم ان هذا الاستثمار لم يعد محصورا في المصنع المغلق؛ فمبيعات روبوتات الخدمات المهنية تخبر قصة مختلفة: اكثر من 199,000 روبوت خدمة مهني بيع في 2024، وكانت فئة النقل واللوجستيات الاعلى نموا (International Federation of Robotics, 2025b).

لماذا اذا الروبوت الشبيه بالبشر تحديدا؟ الروبوت الصناعي الكلاسيكي ثابت، عظيم عندما تكون البيئة مصممة له، لكنه مكلف التعديل عندما تتغير المهام. هنا تصبح هيئة الجسد البشري ميزة اقتصادية لا جمالية: ذراعان، قامة قريبة من الانسان، وقدرة على العمل في بيئات صممت للبشر. الاتحاد الدولي للروبوتات يلخص هذه الفكرة بوضوح: الشكل الشبيه بالبشر يبرر نفسه عندما يكون الهدف العمل في بيئة مخصصة للبشر وباستخدام ادوات البشر (International Federation of Robotics, 2025c).

في اللوجستيات مثلا، اعلنت Agility Robotics ان الروبوت Digit دخل التشغيل التجاري في منشأة تابعة لـ GXO قرب اتلانتا، ووصفت ذلك بانه اول نشر لروبوت شبيه بالبشر في عمليات تجارية فعلية، ثم توسع الامر باتفاق RaaS متعدد السنوات بين GXO و GXO (Agility Robotics, 2024; GXO, 2024). وفي التصنيع، اعلنت BMW في 2024 انها تختبر روبوت Figure 02 في بيئة انتاج حقيقية، بينما نشرت Figure AI لاحقا نتائج تشغيل تشير الى وريديات 10 ساعات وتشغيل يومي واحجام مناولة كبيرة (BMW Group, 2024; Figure AI, 2025). ومع دخول نماذج "الروبوت كخدمة"، التي نمت اساطيلها 31% في 2024، ينخفض حاجز الاستثمار ويصبح القرار اقرب الى تكلفة تشغيل شهرية (International Federation of Robotics, 2025b). وهنا يطرح السؤال: هل الروبوت حل تقني ام استجابة اضطرارية لازمة عمل عالمية؟

#### رابعاً: لماذا 2025 سنة مفصلية؟ — حين التقى الذكاء الاصطناعي بالجسد الميكانيكي

الفرق الجوهرى في هذه اللحظة هو انتقال الروبوت من آلة مبرمجة الى وكيل ذكي يتعامل مع عدم اليقين. الذكاء الاصطناعي التوليدي غير طريقة التحكم: بدلا من كتابة قواعد لكل حالة، صار الروبوت يفهم التعليمات ويربطها بما يراه ويولد افعالا مناسبة. الاتحاد الدولي للروبوتات يصف هذا التحول بانه طرق جديدة لاكتساب القدرات عبر التعلم من العرض وربما اكتشاف المهمة ذاتيا (International Federation of Robotics, 2025c). وفي الصناعة يظهر ذلك في بناء بنية تحتية للذكاء الفيزيائي تشمل المحاكاة والبيانات والنماذج الاساسية (NVIDIA, 2025).

القوة الثانية هي انتقال الاستثمار من التجريب الى التسويق. ارقام IFR تشير الى ان السوق الكلي للروبوتات الصناعية ما زال فوق نصف مليون تركيب سنويا، مع توقعات بوصول التركيبات الى 575,000 وحدة في 2025 وتجاوز 700,000 بحلول 2028 (International Federation of Robotics, 2025a). ومع اعلان BMW عن اختبارات انتاج فعلية، ونشر Figure AI مؤشرات تشغيل حقيقية، يتغير السؤال من امكانية التقنية الى جدواها الاقتصادية (BMW Group, 2024; Figure AI, 2025).

القوة الثالثة هي الاثار القادمة على العمل والمهارة والقلق الاجتماعي. عندما يعمل الروبوت حيث يعمل البشر، يعاد تعريف المهارة البشرية. رويترز نقلت في مارس 2025 ان Mercedes-Benz استثمرت في Appttronik وتختبر روبوت Apollo، مع تقدير ان السعر الاقتصادي سيكون في عشرات الالاف من الدولارات للوحدة (Reuters, 2025). ومع ذلك، يضع IFR اطارا واقعيا للتوقعات: الروبوتات الشبيهة بالبشر لن تنافس الروبوتات الصناعية في السرعة والدقة، وعمر البطارية لا يغطي يوم عمل كامل، ومعايير السلامة لا تزال قيد التطوير (International Federation of Robotics, 2025c). ولهذا تبدو 2025 مفصلية لان الجدل ينتقل من هل يمكن الى اين وكيف وبأي ثمن.

#### خامسا: الخاتمة- هل نحن امام ثورة روبوتية ام ثورة عمل؟

ما يكشفه صعود الروبوتات الشبيهة بالبشر اليوم هو ان العودة لم تعد قصة شكل يقترب من الانسان، بل قصة نظام اقتصادي يبحث عن كفاءة جديدة. حين يسجل العالم 542,076 تركيبا لروبوتات صناعية في 2024 ويصل المخزون التشغيلي الى 4,663,698 روبوتا، وحين تتجاوز مبيعات روبوتات الخدمات المهنية 199,000 وحدة، فهذا يعني ان الروبوتات خرجت من خانة المستقبل الى خانة البنية التحتية للاقتصاد (International Federation of Robotics, 2025). اما الشبيه بالبشر فهو محاولة لجعل هذه البنية تعمل داخل عالم صمم للانسان، مع تخفيض حاجز الاستثمار.

لكن السؤال الاوسع يبقى: هل الروبوت هو المشكلة ام ان نموذج العمل نفسه يعاد تشكيله؟ اذا كانت المعايير والسلامة والقبول الاجتماعي تلحق بالتكنولوجيا، فان 2025 ليست سنة الروبوتات فقط، بل سنة اعادة تعريف العلاقة بين الانسان، الالة، والعمل، على اساس من الارقام لا الخيال.

المراجع

- Agility Robotics. (2024). *Digit deployed at GXO in historic humanoid RaaS agreement*.
- BMW Group. (2024). *Humanoid robots for BMW Group Plant Spartanburg*.
- Brohan, A., Brown, N., Carbajal, J., et al. (2023). *RT-2: Vision-Language-Action models transfer web knowledge to robotic control*. arXiv.
- Figure AI. (2025). *Operational results of Figure 02 in automotive production*.
- GXO. (2024). *GXO signs industry-first multi-year agreement with Agility Robotics*.
- International Federation of Robotics. (2025a). *World Robotics 2025: Industrial Robots*.

International Federation of Robotics. (2025b). *World Robotics 2025: Service Robots*.

International Federation of Robotics. (2025c). *Humanoid robots: Vision and reality*.

NVIDIA. (2025). *NVIDIA Robotics announcements at GTC 2025*.

OECD. (2025). *OECD Employment Outlook 2025*. OECD Publishing.

Reuters. (2025). *Mercedes-Benz takes stake in robotics maker Apptronik, tests robots in factories*.