SDAIA
الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي
Saudi Data & AI Authority

الذكـاء الاصطنـاعي التوكيـلـي

تقنياتـه وتطبيقاتـه الوطنيـة

يوليو 2025م

الملخص التنفيذي

يشهد العالم نقلة نوعية في مجال الذكاء الاصطناعي التوليدي (Generative AI)، إذ لم يعد التركيز منصباً فقط على النماذج القادرة على توليد المحتوى، بل تجاوزه إلى ما يُعرف بالذكاء الاصطناعي التوكيلي (Agentic AI) أو وكلاء الذكاء الاصطناعي (AI Agents)، وهو نظام رقمي مؤتمت يتمتع بقدرات متعددة منها: إدراك البيئة، وتحليل المعطيات، والتعلم من التجربة، واتخاذ القرار بناءً على أهداف محددة، ثم تنفيذ الأوامر أو التفاعل مع أنظمة أو بيئات خارجية، دون الحاجة إلى تدخل بشري مباشر في كل خطوة. ويتميّز هذا النوع من الأنظمة بالقدرة على التفاعل المستمر والتكيّف مع المستجدات، مما يجعله مناسباً للتعامل مع بيئات العمل الديناميكية والمعقدة. وتمثل هذه التقنية تحولاً جذرياً من **المساعد الذكي** إلى **المنفذ الرقمي الذاتي**، مما ساعد على فتح آفاق واسعة في أتمتة العمليات، وتحسين الكفاءة، ودفع الابتكار المؤسسي والوطني نحو آفاق جديدة.

تهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على قدرات تقنيات الذكاء الاصطناعي التوكيلي واستكشاف مجالات توظيفها المحتملة ضمن السياق الوطني، سواء في القطاع الحكومي أو القطاع الخاص، ومناقشة الفرص والتحديات المرتبطة بتطوير هذه التقنيات، وأثر استخدامها على المستوى الاقتصادي والاجتماعي، فضلاً عن استعراض الوضع العالمي واستشراف التوقعات المستقبلية. كما تقدم الدراسة خارطة طريق لتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي التوكيلي بطريقة مدروسة بناءً على أفضل الممارسات العالمية، مع مراعاة الاحتياجات والقدرات المحلية.

وتتطرق الدراسة إلى تطور المفهوم التقني للذكاء الاصطناعي التوكيلي، وانتقاله من أداة مساعدة ذكية إلى نظام ذكي قادر على التخطيط والتنفيذ الذاتي. فهو يمتاز بقدرات عدة كالإدراك، والاستدلال، والتعلم، والتنفيذ، والاتصال، تمكنه من العمل ذاتياً والتكيّف مع البيئات المتغيرة. وتجدر الإشارة إلى وجود فرق بين وكيل الذكاء الاصطناعي الفردي (AI Agent) ونظام الذكاء الاصطناعي التوكيلي الذي يضم عدة وكلاء يعملون بتناغم. وتعتمد هذه التقنيات على مفهوم **الوكالة (Agency)** الذي يمنح هذه الأنظمة سلوكاً استباقياً وقرارات ذاتية. وتطورت هذه التقنيات عبر مراحل تاريخية من الأنظمة القائمة على القواعد وحتى الوكلاء المدعومين بالنماذج اللغوية الكبيرة (Large Language Models - LLMs).

هذه القدرات الجوهرية جعلت الذكاء الاصطناعي التوكيلي تقنية متعددة الاستخدامات وقابلة للتخصيص عبر مختلف القطاعات. فعلى سبيل المثال، في القطاع الصحي، لا يقتصر دور هذه التقنية على تحليل الأشعة وتقديم نتائج أولية كما تفعل الأنظمة التقليدية، بل يتوسّع ليشمل تقديم توصيات علاجية مخصصة، والتكامل مع الأنظمة الصحية لتحديد مواعيد المتابعة الصحية، والتواصل مع المرضى لتذكيرهم بخطط العلاج. أما في قطاع التعليم، فيمكن استخدام الذكاء الاصطناعي التوكيلي في تصميم تجارب تعليمية مخصصة لكل طالب تتكيف مع قدراته وسرعة تعلمه، وتقدّم تغذية راجعة فورية للمعلمين حول أداء الطلاب، وتساعد الإدارات التعليمية في تحليل الاتجاهات وتحسين الخطط. وفي قطاع الطاقة، يتجاوز دور هذه التقنية من مجرد مراقبة مؤشرات الأداء إلى لعب دور مدير الشبكة الذكي، إذ تتخذ قرارات لحظية بشأن توزيع الأحمال، وجدولة الصيانة، والاستجابة تلقائياً للحالات الطارئة، دون انتظار أوامر بشرية أو استجابات يدوية.

على المستوى العالمي، تشير الدراسة إلى أن تبنّي تقنيات الذكاء الاصطناعي التوكيلي يشهد نمواً متسارعاً. فقد أطلقت كبرى الشركات مثل: مايكروسوفت (Microsoft)، وجوجل (Google)، وأمازون (Amazon)، حلولاً تجارية للذكاء الاصطناعي التوكيلي، كما ارتفع التمويل في هذا المجال من (1.3) مليار دولار عام 2023م إلى (3.8) مليار دولار في 2024م. وقد أظهر استطلاع حديث أن (51%) من المؤسسات الكبرى بدأت فعلياً في استخدام الذكاء الاصطناعي

التوكيلي، وتجدر الإشارة إلى أن تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي التوكيلي في الدول يعتمد على أبعاد عدة، منها: حجم الاستثمار وجاهزية البنية التحتية والمهارات البشرية، وتوفر البيانات ذات الجودة العالية، ووجود السياسات والتنظيمات.

أما على المستوى الوطني، فقد أولت المملكة العربية السعودية أهمية خاصة بتقنيات الذكاء الاصطناعي عامة، وللذكاء الاصطناعي التوكيلي بصورة خاصة باعتبارها أحد الممكنات الأساسية لرؤية 2030. وقد أدركت المملكة في وقت مبكر متطلبات الريادة في هذا المجال التي تشمل: بنية تحتية رقمية متينة، وقدرات حوسبية متقدمة، وكفاءات وطنية قادرة على الابتكار والتشغيل. ومن هذا المنطلق، أطلقت الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي (سدايا) النموذج اللغوي العربي الكبير **علاّم (ALLaM)** ليكون اللبنة الأساسية في بناء حلول وطنية للذكاء الاصطناعي التوكيلي. كما أنشأت المملكة شركات مدعومة من صندوق الاستثمارات العامة، مثل: هيومين (HUMAIN)، لتطوير وتوطين تقنيات الذكاء الاصطناعي. وتتضمن الجهود الوطنية الحالية مشاريع طموحة لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي التوكيلي في جهات حكومية متعددة، عبر أنظمة متخصصة تعمل على أتمتة تقديم الخدمات، بهدف تسريع دورة المعاملات، وتقليل التكاليف التشغيلية. وفي ذات السياق، تتضمن مشاريع المدن الذكية في المملكة، مثل: نيوم والبحر الأحمر، تجارب متقدمة لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي التوكيلي في إدارة المرافق، والنقل، والطاقة، والخدمات السياحية. وقد وضعت المملكة أطراً تنظيمية أولية لتوجيه هذا التوسع، من خلال سياسات الحوكمة، وإدارة البيانات، وأخلاقيات الذكاء الاصطناعي بما يضمن الاستخدام الآمن والمسؤول.

وعلى الرغم من الإمكانيات الواسعة التي يوفرها الذكاء الاصطناعي التوكيلي، إلا أن تطويره وتبنيه يواجه عدد من التحديات التقنية والتطويرية المتداخلة. فمن جهة، تبرز محدودية مهارات الاستدلال السببي، وضعف الشفافية، وصعوبة التنسيق بين الوكلاء، مما قد يؤدي إلى سلوكيات غير متوقعة أو فشل في تحقيق الأهداف. كما أن نقص المهارات البشرية المتخصصة، وغياب الأطر التنظيمية المتخصصة بالذكاء الاصطناعي التوكيلي، فضلاً عن ارتفاع تكاليف التطوير والنشر تمثل عوائق أمام التوسع الفاعل لها. أما من ناحية المخاطر، فتشمل أبعاداً تقنية كفشل تنفيذ المهام أو التعرّض للهجمات السيبرانية، وأخرى اجتماعية تتعلق باحتمالية التأثير على المبادئ والقيم والثقافة، بالإضافة إلى أبعاد أخرى اقتصادية وأخلاقية وتنظيمية تهدد العدالة والمساءلة. ولمعالجة هذه التحديات، تقترح الدراسة تبني إطار حوكمة شامل يدمج حوكمة البيانات والذكاء الاصطناعي، وتطوير القدرات الرقمية للقوى العاملة، وتضمين الاعتبارات الأخلاقية في مراحل التصميم الأولى، فضلاً عن تعزيز الإشراف البشري ضمن بيئات العمل لضمان الاتساق مع القيم والثقافة المؤسسية.

من جهة أخرى، تشير التوقعات المستقبلية إلى نمو كبير في سوق الذكاء الاصطناعي التوكيلي عالمياً ومحلياً، إذ يُتوقع أن يرتفع حجم سوق الذكاء الاصطناعي التوكيلي عالمياً من خمس مليارات دولار أمريكي في 2024م إلى أكثر من (50) مليار دولار أمريكي بحلول 2030م، بمعدلات تبني مرتفعة في قطاعات محددة مثل: الصحة والدفاع والبرمجيات. وعلى المستوى المحلي، من المتوقع نمو سوق الذكاء الاصطناعي التوكيلي من (36.7) إلى (386.4) مليون دولار أمريكي، وارتفاع معدلات التبني بشكل كبير من قبل الجهات الحكومية والخاصة.

تقدم الدراسة خارطة طريق لتبنّي الذكاء الاصطناعي التوكيلي داخل المؤسسات بطريقة فاعلة ومسؤولة، تشمل أربع مراحل متتابعة. تبدأ المرحلة الأولى بتحديد الرؤية والتخطيط عبر تقييم جاهزية المؤسسة من نواحي البنية التحتية والمهارات والحوكمة، مع تحديد الأهداف الاستراتيجية والحصول على دعم الإدارة العليا وتشكيل فرق عمل متخصصة. تليها مرحلة التجربة وإثبات الجدوى التي تركز على تنفيذ مشاريع تجريبية ذات أثر ملموس، وتحديد معايير النجاح، وجمع البيانات والتغذية الراجعة لتحسين الأداء. بعد ذلك، تأتي مرحلة التوسع والتكامل والتي تُعنى بدمج الذكاء الاصطناعي

التوكيلي في بيئة العمل على نطاق أوسع، مع إعادة تصميم العمليات، وتعزيز البنية التحتية، وتوسيع برامج التدريب والتأهيل للموظفين. أما المرحلة الأخيرة فهي الابتكار المستمر وتعظيم القيمة التي تهدف إلى تطوير نماذج أعمال جديدة، واستكشاف فرص النمو المستقبلية، وتعزيز الشراكات، ومواكبة التشريعات والضوابط التنظيمية، بما يضمن استدامة القيمة من الذكاء الاصطناعي التوكيلي ورفع كفاءة الأعمال بشكل مستمر.

وفي الختام، توصي الدراسة باتباع طريقة ممنهجة لتبني الذكاء الاصطناعي التوكيلي تراعي أفضل الممارسات العالمية والاحتياجات المحلية لضمان الاستفادة القصوى من هذه التقنية بطريقة مسؤولة، والتركيز على القطاعات ذوات الأولوية الوطنية لإطلاق مشاريع ريادية ذات أثر ملموس، مع الاستثمار في تطوير حلول تدعم اللغة والثقافة العربية لتعزيز السيادة التقنية. بالإضافة إلى ضرورة بناء بنية تحتية قوية تشمل توحيد البيانات وتأمينها، وتطوير مراكز البيانات والبنية السحابية، وإطلاق برامج تدريب وتأهيل تعتمد **نهج المهارات أولاً** لتأهيل القوى العاملة للتعامل مع هذه التقنية، وتعزيز الشراكات الاستراتيجية مع الجهات الرائدة لتسريع التطوير والتبني، وأخيراً اعتماد نهج تنظيمي مرن ومتدرج يوازن بين الامتثال والابتكار، مع المشاركة الفاعلة في صياغة السياسات العالمية الخاصة بهذه التقنية.

AD
Generate
AI
artificial intelligence
Ai Chatbot
AI Assistant

المحتويات

الملخص التنفيذي 4

المقدمة 10

أولاً: نظرة عامة على الذكاء الاصطناعي التوكيلي 12

مفهوم وكلاء الذكاء الاصطناعي 13

تطوّر الذكاء الاصطناعي التوكيلي 16

القدرات الأساسية 18

تصنيفات وكلاء الذكاء الاصطناعي 22

الفرق بين الذكاء الاصطناعي التوكيلي والتقنيات الأخرى 23

ثانياً: المشهد العالمي للذكاء الاصطناعي التوكيلي 24

الأبعاد المؤثرة في الذكاء الاصطناعي التوكيلي 24

الجهات الفاعلة في تطوير الذكاء الاصطناعي التوكيلي 35

ثالثاً: الذكاء الاصطناعي التوكيلي في السياق السعودي 38

الأهداف الوطنية للذكاء الاصطناعي التوكيلي 38

الاستراتيجية الوطنية للذكاء الاصطناعي وعلاقتها بالذكاء الاصطناعي التوكيلي 40

حالة الذكاء الاصطناعي التوكيلي في المملكة العربية السعودية 40

رابعاً: تطبيقات الذكاء الاصطناعي التوكيلي في القطاعات المختلفة 42

الخدمات الصحية 42

التصنيع 44

التعليم 46

الطاقة 48

الثروة النباتية والحيوانية 50

المياه والصرف 52

التجارة 54

القطاعات الأخرى 56

خامساً: التحديات والمخاطر 58

التحديات 58

المخاطر 60

استراتيجيات معالجة التحديات والمخاطر 62

سادساً: التوقعات المستقبلية 64

التوقعات العالمية 64

التوقعات المحلية 68

سابعاً: خارطة طريق لتبني الذكاء الاصطناعي التوكيلي 70

المرحلة الأولى: تحديد الرؤية والتخطيط 70

المرحلة الثانية: التجربة وإثبات الجدوى 71

المرحلة الثالثة: التوسع والتكامل 72

المرحلة الرابعة: الابتكار المستمر وتعظيم القيمة 73

ثامناً: الخلاصة والتوصيات 74

الخلاصة 74

التوصيات 75

المراجع 76

المقدمة

يشهد مجال الذكاء الاصطناعي تحولاً جوهرياً من النماذج التوليدية المعنية بإنتاج المحتوى إلى تقنيات الذكاء الاصطناعي التوكيلي القادرة على التخطيط والتنفيذ الذاتي لسلسلة من المهام المعقّدة بتدخلات بشرية محدودة. وتمثل هذه الأنظمة الجديدة نقلة نوعية من مفهوم **المساعد الذكي** إلى **المنفّذ الرقمي الذاتي**، إذ لم يعد دور الذكاء الاصطناعي محصوراً في الاستجابة للأوامر، بل توسّع ليشمل المبادرة بالأفعال واتخاذ القرار والتفاعل مع بيئات متغيّرة.

يمكن للذكاء الاصطناعي التوكيلي أداء مهام متنوعة كتصفّح الإنترنت وإجراء المعاملات والتواصل مع التطبيقات المختلفة، بل وحتى التنسيق مع وكلاء آخرين لتنفيذ أهداف محددة، فعلى سبيل المثال يستطيع وكيل أوبيريتر[1] (Operator) الذي أطلقته شركة أوبن إيه آي (OpenAI) في يناير من عام 2025م أداء عدد من المهام ذاتياً كجدولة المواعيد وملء النماذج عبر التفاعل مع متصفح الانترنت. ومن المتوقع أن تُحدث هذه التحوّلات تأثيراً واسعاً في مختلف القطاعات، إذ بدأت الشركات التقنية بتطوير مساعدين رقميين لأداء مهام متنوعة، بينما أطلقت شركات ناشئة تطبيقات ذكاء اصطناعي توكيلية متخصصة في إدارة الوقت ودعم القرار وتقديم الخدمات المالية، وتُظهر هذه التطورات المتسارعة أن الذكاء الاصطناعي لم يعد مجرد أداة داعمة بل مساعداً رقمياً يمكنه تنفيذ المهام بصورة ذاتية. ومع تنامي هذا الدور المتوسع، تزداد الحاجة إلى فهم الآثار المترتبة على مستوى الحوكمة والمسؤولية.

فإلى جانب الفرص الاقتصادية الكبيرة التي تشمل أتمتة المهام الاستهلاكية وتنفيذ العمليات التجارية تظهر تحديات غير مسبوقة في الجوانب التقنية والأخلاقية والتنظيمية، إذ يثير الذكاء الاصطناعي التوكيلي تساؤلات حول حدود التفويض، والرقابة، والمساءلة عند اتخاذ قرارات ذاتية قد تكون غير متوقعة أو حتى ضارة، ولاسيما في ظل اتساع فجوة المعلومات بين المستخدم والنظام، وتقلّص القدرة على التنبؤ بالسلوك أو ضبطه.

تهدف هذه الدراسة إلى إبراز إمكانيات تقنيات الذكاء الاصطناعي التوكيلي واستكشاف سبل توظيفها المحتملة ضمن السياق الوطني، سواء في القطاع الحكومي أو الخاص. كما تسعى إلى إلقاء الضوء على الفرص والتحديات المرتبطة بتطوير هذه التقنيات، وتقييم تأثيرها المتوقع على الصعيدين الاقتصادي والاجتماعي. وتشمل الدراسة أيضاً استعراضاً لأبرز الاتجاهات العالمية في هذا المجال، إلى جانب الإشارة إلى التوقعات المستقبلية، كما تقدم الدراسة خارطة طريق متكاملة لتبني الذكاء الاصطناعي التوكيلي بأسلوب منهجي، مستندة إلى أفضل الممارسات الدولية، مع مراعاة الخصوصية المحلية في جوانب الاحتياجات والقدرات الوطنية.

AI

أولاً: نظرة عامة على الذكاء الاصطناعي التوكيلي

يُعد الذكاء الاصطناعي التوكيلي من التطورات البارزة في مجال الذكاء الاصطناعي، إذ يُمثّل نقلة نوعية من أنظمة تعتمد على تنفيذ تعليمات مبرمجة مسبقاً وتتفاعل مع المستخدم بطريقة محدودة، إلى أنظمة قادرة على التصرف بطريقة ذاتية، ويشمل ذلك القدرة على التخطيط واتخاذ القرار وتنفيذ المهام بشكل ذاتي.

ولتفسير هذا المفهوم بشكل دقيق، من المهم أولاً توضيح المقصود بوكيل الذكاء الاصطناعي، ثم استعراض المراحل التي مر بها هذا المفهوم حتى وصل إلى شكله الحالي. فقد بدأت الوكلاء كنماذج برمجية بسيطة، ثم تطوّرت تدريجياً لتصبح نظاماً أكثر تعقيداً قادر على التعاون مع وكلاء آخرين، والتكيف مع مهام وبيئات تتغير باستمرار.

مفهوم وكلاء الذكاء الاصطناعي

التعريف

وكيل الذكاء الاصطناعي (AI Agent) هو نظام برمجي يعتمد على خوارزميات الذكاء الاصطناعي ويتسم بخصائص مثل إدراك البيئة المحيطة وتفسير المعلومات وتحديد الأهداف واتخاذ القرارات ذاتياً دون الحاجة إلى إشراف بشري مستمر[2،3].

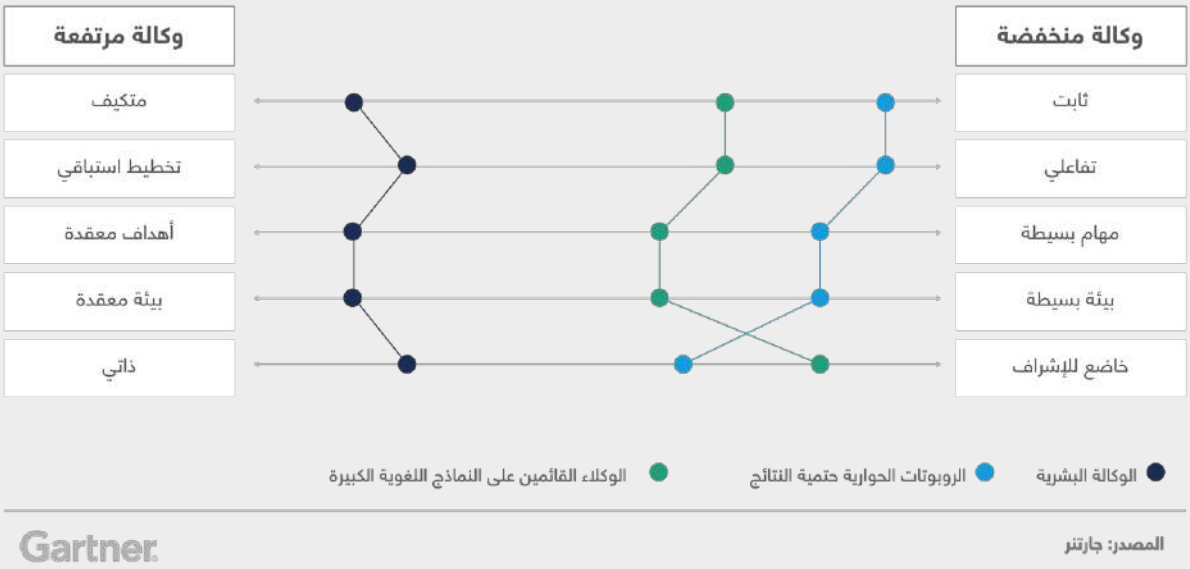
وعلى خلاف أنظمة الذكاء الاصطناعي التقليدية التي تعتمد على مدخلات مباشرة في كل خطوة، يتميز هذا النوع من الأنظمة بالقدرة على تنفيذ سلسلة من المهام والتفاعل مع بيئات متغيّرة واستخدام أدوات خارجية مثل واجهات برمجة التطبيقات (APIs) أو قواعد البيانات، فضلاً عن التفاعل عند الحاجة مع المستخدمين أو الأنظمة الأخرى والتنسيق مع وكلاء آخرين لتنفيذ مهام معقدة.

مفهوم الوكالة

ترتبط قدرات وكلاء الذكاء الاصطناعي بمفهوم الوكالة (Agency)، وهي السمة التي تمنح الوكيل القدرة على التفكير والتصرف الذاتي، وتعني أن الوكيل لا ينفّذ الأوامر فقط بل يحدّد أهدافه ويختار خطواته ويتكيف مع تغيّرات البيئة. وقد يتصف وكيل الذكاء الاصطناعي بسلوك استباقي (Proactive Behavior)، إذ لا يكتفي بالاستجابة للمدخلات، بل يبادر أحياناً باتخاذ خطوات لتحسين نتائجه أو بلوغ أهدافه دون انتظار محفز خارجي مباشر.

ويمكن تصور مفهوم الوكالة في الذكاء الاصطناعي كنطاق متدرج (AI Agency Spectrum). ففي أحد طرفيه، توجد الأنظمة التقليدية التي تؤدي مهاماً محددة في ظروف ضيقة معرّفة سلفاً، بينما في الطرف الآخر يوجد الذكاء الاصطناعي التوكيلي القادر على التعلّم من البيئة واتخاذ قرارات وتنفيذ مهام ذاتياً[3]. ويُظهر **الشكل (1)** الاختلاف في مستوى الوكالة بين أنظمة الذكاء الاصطناعي المختلفة مقارنة بالوكالة البشرية.

الشكل (1): مستوى الوكالة في أنظمة الذكاء الاصطناعي مقارنة بالوكالة البشرية.



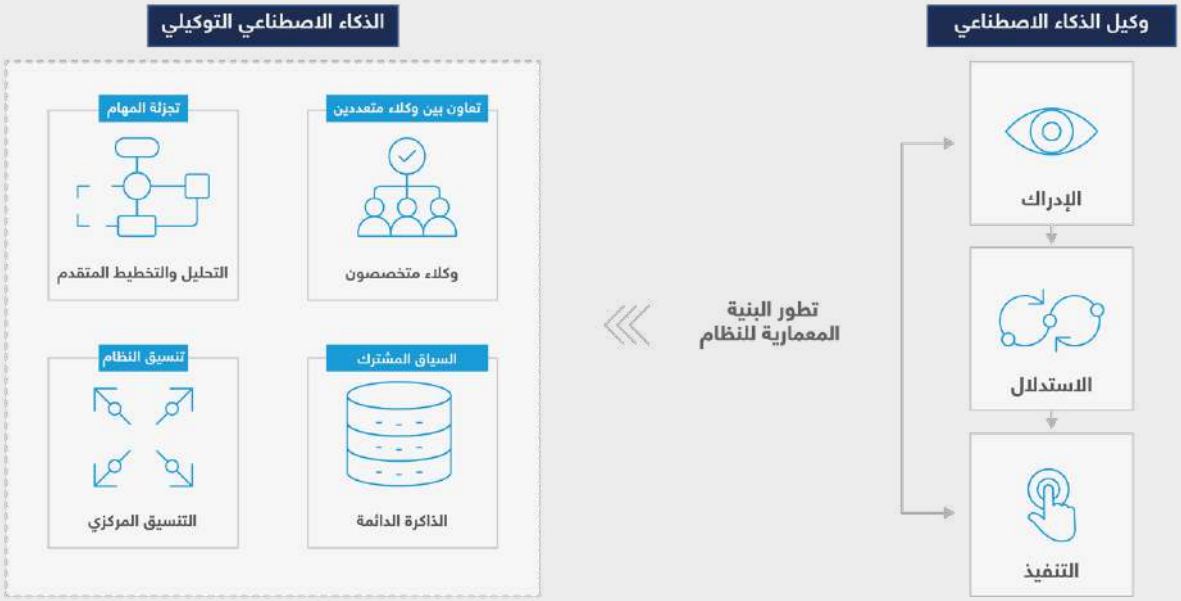
مفهوم الذكاء الاصطناعي التوكيلي

من المهم التمييز بين **وكيل الذكاء الاصطناعي** كعنصر فرعي ذاتي وبين **الذكاء الاصطناعي التوكيلي (Agentic AI Sys-tem)** كمنظومة تتكون من مجموعة من الوكلاء المتخصصين، إذ تمثّل هذه المنظومة الإطار العام لإدارة تنفيذ الأهداف وحل المشكلات بأقل قدر من التدخل البشري، بينما يُعد وكيل الذكاء الاصطناعي وحدة مستقلة داخل هذه المنظومة مصممة لمعالجة مهام أو إجراءات محددة بشكل ذاتي، ويجدر الإشارة إلى أن هذه البنية تغير من طبيعة العلاقة بين الإنسان والذكاء الاصطناعي؛ إذ يُمكن للذكاء الاصطناعي التوكيلي فهم الأهداف أو التوجهات العامة للمستخدم، ثم توظيف البيانات والوكلاء المتخصصين لتنفيذ المهام أو حل المشكلات ذات الصلة بشكل ذكي وتلقائي.

وللتوضيح بمثال تطبيقي لنظام منزل قائم على الذكاء الاصطناعي التوكيلي، سيعمل هذ النظام على إدارة استهلاك الطاقة بشكل شامل بالاعتماد على البيانات الفورية وتفضيلات المستخدمين، كما سيعمل على التنسيق بين مختلف الوكلاء كالمنظمين الذكيين للحرارة والإضاءة والأجهزة الكهربائية، والذي يملك كل منهم على هدف محدد أو مهمة جزئية، لكنهم يعملون بصورة منسقة ضمن هذا النظام لتحقيق هدف موحّد يتمثل بتحسين كفاءة استهلاك الطاقة.

ويُظهر **الشكل (2)** كيف تطوّرت بنية وكيل الذكاء الاصطناعي من نموذج بسيط يعتمد على ثلاث خطوات متتابعة، هي: الإدراك، والاستدلال، والتنفيذ (Perception–Reasoning–Action)، إلى نموذج أكثر تطوراً لا يعتمد على وكيل واحد فقط، بل يتكوّن من عدة وكلاء متخصصين يعملون معاً، إضافة إلى امتلاكهم لقدرات أخرى تشمل: التحليل والتخطيط المتقدّم، والاحتفاظ بالمعلومات السابقة عبر الذاكرة الدائمة، والتنسيق المركزي بين مختلف الوكلاء والمهام لتحقيق الأهداف بفاعلية.

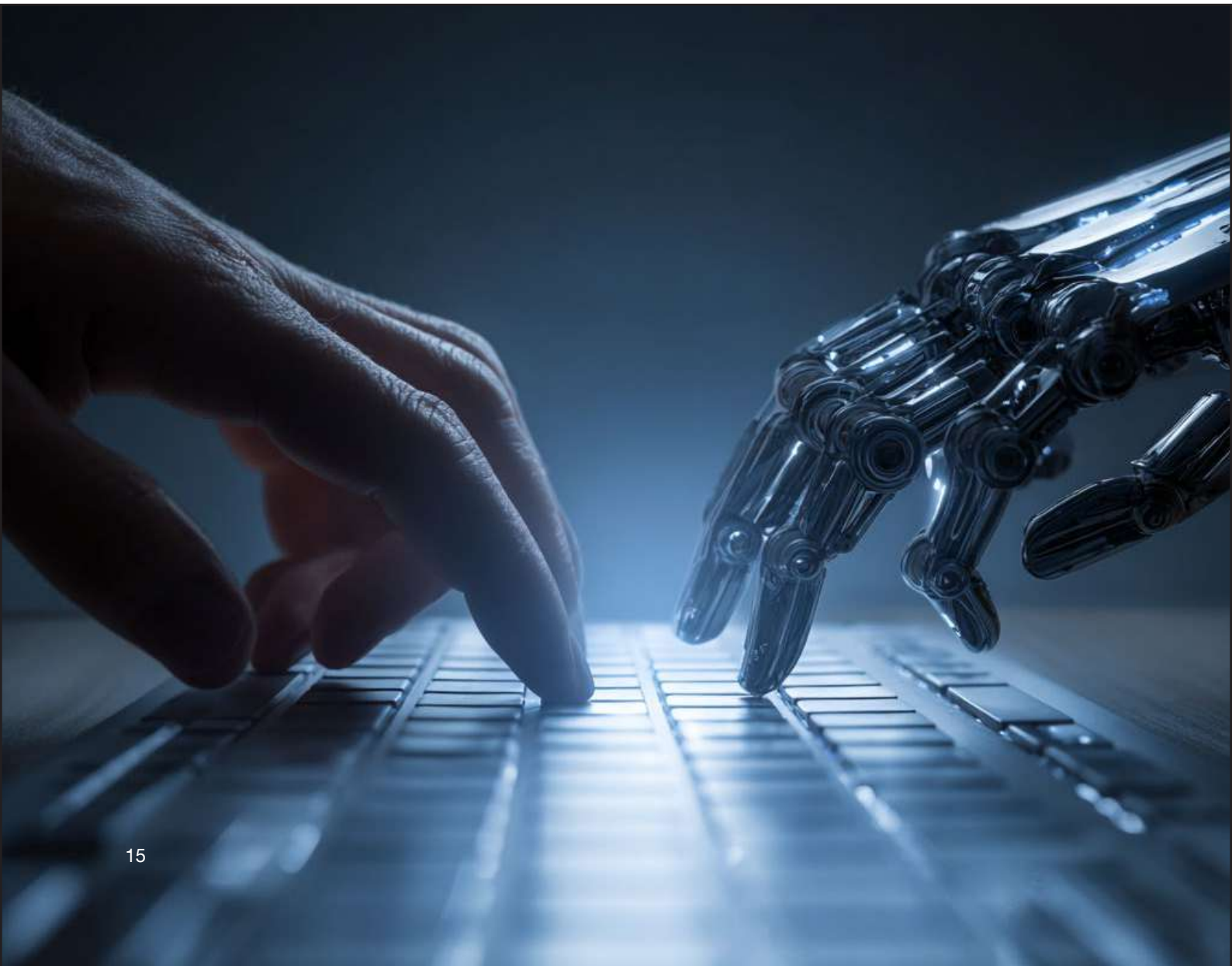
شكل (2): تطوّرات بنية وكيل الذكاء الاصطناعي إلى الذكاء الاصصطناعي التوكيلي



ويجدر بالذكر أن الذكاء الاصطناعي التوكيلي يعتمد على طريقتين رئيسيتين لتنظيم العمليات وحل المشكلات وتحديد كيفية تنفيذ الوظائف داخل النظام، مما يتيح تحقيق مستوى عالٍ من الكفاءة والمرونة في إدارة المهام المتعددة. وهذان الأسلوبان هما: **التنسيق المركزي (Orchestration)، والتناغم اللامركزي (Choreography)**[4].

- **التنسيق المركزي (Orchestration):** أسلوب يعتمد على وجود وحدة تحكّم مركزية داخل النظام لتحديد وترتيب الخطوات المطلوب تنفيذها لإنجاز هدف معين. فعلى سبيل المثال لمعالجة الطلبات يُنفَّذ تسلسل محدد يبدأ بالتحقق من حساب المستخدم ثم فحص الأسعار والمخزون ثم الدفع والتوصيل. ومع أن الخطوات محددة، إلا أن النظام يتمتع بالمرونة في اختيار الأدوات أو الوكلاء الذين ينفذون كل وظيفة، مما يمنح النظام قابلية عالية للتخصيص والتوسع ضمن إطار منضبط.

- **التناغم اللامركزي (Choreography):** أسلوب يتميز بدرجة عالية من التنظيم الذاتي، إذ يمكن أن تتفاعل مكوّناته دون تحكّم مركزي مباشر وتعتمد على آليات معينة لتستجيب لمختلف الأحداث عند وقوعها. وعليه، لا يُدار التفاعل في هذا الأسلوب بين مكونات النظام من وحدة مركزية، وإنما يتصرف كل مكون وفقاً للأحداث حوله. فمثلاً، في حالة نفاد منتج ما أثناء تنفيذ طلب، يقوم النظام تلقائياً بإنشاء طلب احتياطي، وتسجيل إشعار في نظام التنبيهات لإبلاغ المستخدم لاحقاً عند توفر المنتج دون تنسيق مباشر من وحدة مركزية بل كرد فعل بناءً على حدث معين. ويُستخدم هذا الأسلوب في مهام الصيانة، والمراقبة الذاتية، أو لضمان استمرارية الخدمات، إذ تستجيب الأنظمة تلقائياً للأعطال أو التغيرات دون تدخل أو توجيه خارجي.



تطوّر الذكاء الاصطناعي التوكيلي

على الرغم من أن مصطلح الذكاء الاصطناعي التوكيلي اكتسب زخماً واسعاً مؤخراً، إلا أن مفهوم الوكيل يعود إلى بدايات الذكاء الاصطناعي في منتصف القرن العشرين وتطور تدريجياً على مدى أكثر من سبعين عاماً، تخللت هذه المدة تحولات جوهرية في البنية المعرفية والسلوكية للأنظمة بدءاً من الاستجابة القائمة على القواعد الشرطية البسيطة، وصولاً إلى التفاعل الديناميكي مع البيئة باستخدام تقنيات لغوية متقدمة[2]، ويوضح **الشكل (3)** هذه التطورات التقنية بشكل تفصيلي[2,5].

الشكل (3): أبرز المحطات الزمنية التي أسهمت في نضوج مفهوم الذكاء الاصطناعي التوكيلي

1950م

الأنظمة القائمة على القواعد

ظهرت في خمسينيات القرن العشرين أولى الأنظمة القائمة على قواعد منطقية ثابتة (Rule-based Systems) التي تعتمد على قواعد شرطية بسيطة (If-Else) دون أي قدرة على التعلّم أو التكيّف. لا تُعد هذه الأنظمة وكلاء بالمعنى الحديث لكنها مثّلت الخطوة الأولى نحو بناء أنظمة قادرة على اتخاذ قرارات منظمة آلياً وأسّست المفاهيم الأساسية في الذكاء الاصطناعي.

1980م

ظهور مفاهيم الوكيل وتوسيع البنية الإدراكية

في الثمانينيات برزت مفاهيم جديدة كالوكيل البرمجي (Software Agent) والأنظمة متعددة الوكلاء (Multi-Agent Systems)، والتي بدأت تنظر إلى الوكيل ككيان ذاتي يمكنه التفاعل مع بيئته بشكل محدود واتخاذ قرارات بسيطة. وشهدت هذه المرحلة أيضاً تطوير نموذج الاعتقاد–الرغبة–القصد (Belief–Desire–Intention - BDI)، الذي مكّن من محاكاة السلوك العقلي للوكلاء داخل بيئات معقدة، مما وضع الأساس لمفهوم القرارات الذاتية الديناميكية.

2000م

دمج تقنيات تعلم الآلة وتوسيع قدرات التكيّف

مع بداية القرن الحادي والعشرين بدأ دمج تقنيات تعلم الآلة (Machine Learning) في تصميم الوكلاء بشكل تدريجي، مما أتاح لهذه الأنظمة تعديل سلوكها استناداً إلى البيانات والخبرة التراكمية وأدى ذلك إلى بروز تطبيقات عملية مثل أنظمة التوصية والمساعدات الرقمية التنبؤية والتشغيل الآلي الصناعي، إذ أصبحت هذه الأنظمة قادرة على التعلم من التجربة وتحسين أدائها مع الزمن.

2020م

انطلاقة الجيل التوليدي من الوكلاء

أدت التطورات الثورية في النماذج اللغوية الكبيرة كشات جي بي تي (GPT) وكلود (Claude) إلى تحوّل جذري في بنية الوكلاء، إذ أسهمت في تمكينهم من فهم السياق اللغوي وتخطيط الإجراءات وتنفيذ مهام متعددة الخطوات باستخدام استراتيجيات مثل: سلسلة التفكير (Chain of Thought) وسلسلة الفعل (Chain of Action)، بالإضافة إلى التفاعل مع أدوات خارجية وواجهات برمجة التطبيقات، مما أظهر جيلاً جديداً من الوكلاء يتمتع بمرونة أكبر واستقلالية أعلى في اتخاذ القرار.

2024م

بروز الذكاء الاصطناعي التوكيلي

منذ عام 2024م تزايد الاهتمام في استخدام أنظمة تعتمد على توزيع المهام بين وكلاء متخصصين في منظومة تشغيلية ذات أهداف محددة وواضحة في سياقات تطبيقية شملت التشغيل الآلي، وتحليل البيانات، والتفاعل مع المستخدم. وركّزت النماذج التجريبية الحديثة على تعزيز آليات التخطيط والتنفيذ والتنسيق بين الوكلاء، مع الاستفادة من قدرات النماذج اللغوية الكبيرة والتكامل مع الأدوات الخارجية.

AI
Agent

القدرات الأساسية

للذكـاء الاصطنـاعي التوكيـلي قدرات عدة تمكنها من تحقيـق أهدافها المعيّنة. ومن أبرز هذه القدرات كما هو موضّح في **الشكل (4)**[6].

الإدراك (Perception)

القدرة على التفاعل مع البيئة عبر استقبال معلومات من مصادر رقمية أو حسية كالكاميرات أو الميكروفونات، مما يمكن من فهم السياق المحيط بصورة أولية، وتُعد هذه القدرة ضرورية لعمليات التحليل اللاحقة.

الاستدلال (Reasoning)

استخدام الوكيل نماذج خوارزمية لتحليل المعلومات واتخاذ قرارات مستنيرة. ويُعدّ الاستدلال إحدى القدرات المركزية لتحويل البيانات إلى قرارات قابلة للتنفيذ، ويعتمد غالباً على نماذج الاحتمال أو المنطق أو تكون قائمة على التعلم.

التعلّم (Learning)

إمكانية تعلم الوكيل من تجاربه السابقة لتحسين أدائه فعبر الاستعانة بتقنيات تعلّم الآلة تتمكن من تعديل استراتيجياتها بمرور الوقت، مما يمنحها قدرة على التكيف مع البيئات المتغيرة وتحقيق نتائج أدق.

اتخاذ الإجراء (Action)

قدرة متقدمة تتمثل في ترجمة التحليلات وما تعلّمه الوكيل إلى أفعال ملموسة، قد تكون مادية كتحريك روبوت أو رقمية كإرسال تنبيه أو اقتراح توصية. وتعتمد فاعلية هذه المرحلة على مدى دقة قدرات الوكيل في الإدراك والاستدلال.

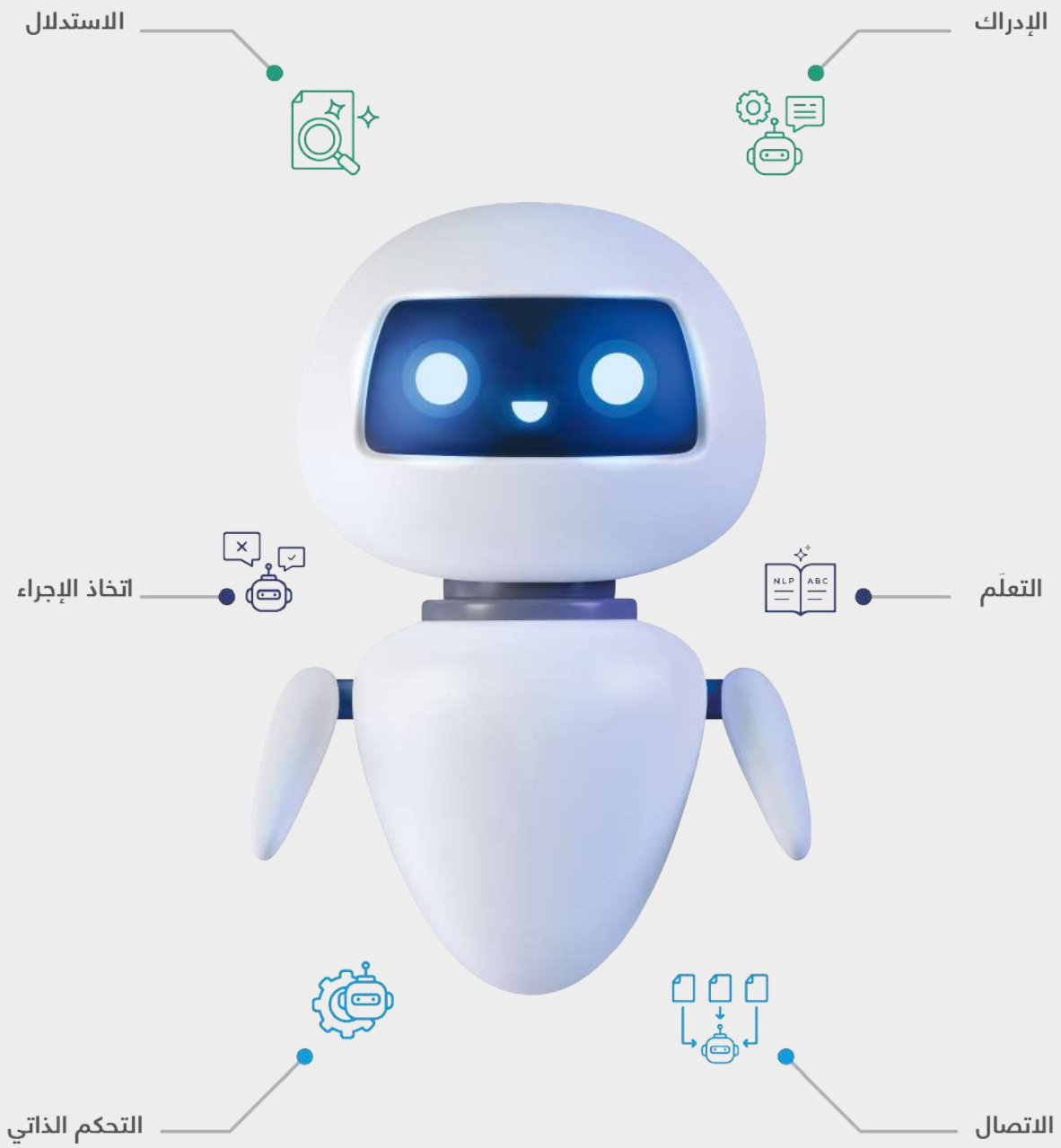
الاتصال (Communication)

إمكانية تفاعل وتواصل الوكيل مع وكلاء آخرين أو مع الأفراد البشريين لأداء مهمة ما، وهي تتطلب امتلاك مهارات معالجة اللغة الطبيعية وتوليدها لتحقيق تواصل فاعل وتعاوني.

التحكم الذاتي (Autonomy)

القدرة على العمل دون تدخل بشري، إذ يتاح للوكيل تنفيذ مهام معقدة في بيئات متغيرة ذاتياً بشكل كامل، وهو ما يعزّز تطبيقاتهم في مجالات متنوعة مثل المركبات ذاتية القيادة، والمساعدة الرقمية، وخدمة العملاء.

الشكل (4): القدرات الأساسية للذكاء الاصطناعي التوكيلي



مستويات النضج

هناك خمسة مستويات لنضج الذكاء الاصطناعي التوكيلي تتباين حسب درجة التحكم الذاتي، والتكيّف، والقدرة على اتخاذ إجراءات معقدة كما هو موضح **الشكل (5)**. ويجد بالإشارة أن هذه المستويات توضح كيفية تطور الوكالة من أتمتة بسيطة إلى أنظمة قادرة على التخطيط الذاتي والتنسيق المتعدد، مما يُساعد على فهم واقع تطبيقات الذكاء الاصطناعي ومآلات تطورها[7].

الشكل (5): مستويات نضج الذكاء الاصطناعي التوكيلي

وكلاء قائمون على القواعد (Rule-based Agents)

نظم برمجية تُنفذ مهام روتينية بسيطة ومتكررة في بيئات منظمة وتستند إلى قواعد شرطية معرفة مسبقاً لتنفيذ فعل ما (Action) وتعمل بفاعلية في البيئات القابلة للتنبؤ لكنها تفتقر إلى القدرة على التعلّم أو التكيّف أو فهم العواقب.

- **أمثلة:** نظام التحكم في التدفئة والتبريد بناءً على درجة الحرارة، أو نظام تغيير إشارات المرور تلقائياً عند استشعار عدد المركبات.
- **القيود:** التعامل مع المواقف الجديدة أو المعقدة التي تتطلب تكيفاً أو حكماً ذاتياً.

وكلاء التحليل المدعوم (RAG/Standalone LLM Agents)

يستخدم لاستخراج رؤى وتحليلات ذكية من كميات ضخمة من البيانات باستخدام نماذج لغوية كبيرة أو تقنيات متقدمة كالتوليد المعزز بالاسترجاع (Retrieval-Augmented Generation - RAG)، ويعتبر كموفر معرفي للقرارات البشرية، إذ يركز على تزويد المستخدم بالمعلومة لكن دون تنفيذ أي إجراءات بشكل ذاتي.

- **أمثلة:** وكيل لتحليل محادثات العملاء واكتشاف أسباب انخفاض معدلات التحويل، أو وكيل لتصنيف الرسائل الإلكترونية حسب الأولوية واقتراح ردود مناسبة.
- **القيود:** القدرة على اتخاذ قرار أو تنفيذ سلسلة من الأفعال.

وكلاء الحل الموجّه (Complex Flow Agents - Solver)

مصممة لمعالجة مشكلات محددة في مسار عمل أو سير إجراءات (Workflows) معروف مسبقاً، إذ تُضمّن قدرات وكيل الذكاء الاصطناعي داخل هذه الخطوات في نقاط محددة تُسمّى نقاط حرجة (Critical Points) ليقوم بمهام متقدمة مثل التحقق، أو التلخيص، أو اتخاذ قرارات فرعية.

- **أمثلة:** وكيل للمراجعة التلقائية لطلبات التخفيض بناءً على قواعد تسعير، أو لإنجاز إجراءات الموافقة التأمينية عبر مراحل متعددة، أو لفرز التنبيهات الأمنية وتحديد تلك التي تتطلب مراجعات.
- **القيود:** القدرة على الخروج عن الإطار البنيوي المُبرمج للعملية أو الإجراء، والحاجة إلى تدخل بشري عند مواجهة حالات جديدة كلياً.

الوكلاء التفاعليّون (Worker Agents - Multiflow)

يتميز الوكلاء التفاعليون بالقدرة على التفاعل مع نظم متعددة ووكلاء آخرين، وتعديل السلوك بناءً على الخبرة، كما يعمل على تحديد الخطوة التالية بالاعتماد على النتائج السابقة وليس مجرد تنفيذ لإجراءات مبرمجة.

- **أمثلة:** وكيل لمعالجة آلاف الرسائل المعقدة وتصنيفها تلقائياً والتوصية باتخاذ إجراء معين، أو وكيل طبي لتحليل بيانات التبرع وإصدار قرارات دقيقة حول الأهلية اعتماداً على السياق والتاريخ الطبي.
- **القيود:** المحدودية بإطار الأدوات والتدفقات المتاحة للوكلاء، وعدم القدرة على إنشاء منظومات عمل جديدة دون إعداد مسبق أو تدخل بشري داعم.

الوكلاء القائدون (Executive Agents)

يمثل الوكلاء القائدون الذروة في مستويات أنظمة وكلاء الذكاء الاصطناعي، إذ تجمع بين التحكم الذاتي والقدرة على التنسيق والتخطيط عبر أنظمة متعددة. ويمكن لهؤلاء الوكلاء إعادة بناء عمليات كاملة وإنشاء إجراءات جديدة لحل مشكلات غير مسبوقة.

- **أمثلة:** وكيل لإعادة تصميم إجراءات مؤسسة بالكامل بعد تغيّر أهدافها، والتنسيق بين عدة وكلاء فرعيين واختيار الأدوات المناسبة لكل حالة وتشغيل إجراء جديد بالكامل ذاتياً.
- **الوضع الحالي:** ما تزال في طور البحث والتجريب، وتواجه تحديات تتعلق بالموثوقية، والتفكير السببي والسياقي، والثقة المؤسسية والتقنية.

تصنيفات وكلاء الذكاء الاصطناعي

يمكن تصنيف وكلاء الذكاء الاصطناعي وفق أبعاد متعددة، يوضّح كل منها جانباً مختلفاً من طبيعة الوكيل واستخداماته. هذه التصنيفات ليست متعارضة أو حصرية، بل تمثّل زوايا مختلفة لتحليل خصائص الوكلاء، ويُحتمل أن يجمع الوكيل الواحد أكثر من سمة منها. وفيما يلي أبرز هذه الأبعاد:

هوية المستفيد

يُبنى هذا التصنيف على هوية المستخدم النهائي للوكيل، ويفيد في مواءمة نوع الوكيل مع طبيعة المستخدم والبيئة التشغيلية[8,2]:

- **وكلاء المستهلكين (Consumer Agents):** وكلاء يقدمون خدمات للأفراد في حياتهم اليومية كتنظيم المهام الشخصية، أو التسوق الإلكتروني، أو تلقي المساعدة عبر الدردشة الذكية.
- **وكلاء المؤسسات (Enterprise Agents):** وكلاء يدعمون عمليات الشركات، مثل: تتبّع العملاء المحتملين أو جدولة اجتماعات فرق المبيعات تلقائياً، وتُستخدم لتحسين كفاءة اتخاذ القرار وتقليل التكاليف التشغيلية.

وجود تجسيد مادي

يرتبط هذا التصنيف بكيفية تجسيد الوكيل في البيئة ويكتسب أهمية خاصة لدى المؤسسات التي تعمل ضمن بيئات مادية مثل: البيئات اللوجستية أو التصنيعية، أو ضمن بيئات رقمية بالكامل مثل الأنظمة والمنصات الرقمية[9,2]:

- **وكلاء افتراضيون (Virtual AI Agents):** وكلاء يعملون داخل بيئة برمجية بالكامل، مثل: برمجيات خدمة العملاء أو أنظمة الدعم.
- **وكلاء مجسدون (Embodied AI Agents):** وكلاء على شكل كيانات مادية مزودة بقدرات ذكاء اصطناعي –مثل الروبوتات المتنقلة أو الأذرع الصناعي– وتتفاعل مع العالم الفيزيائي مباشرة.

دور الإنسان

يركّز هذا التصنيف على مستوى إشراف الإنسان وتدخّله، مما يساعد في تحديد توازن دقة التنفيذ والقرارات المتخذة مقابل الأتمتة ضمن المهام المؤسسية :

- **وكلاء مع وجود الإنسان في الحلقة (Human-in-the-loop Agents):** وكلاء يقدمون التوصيات للأفراد البشريين لأخذ موافقته قبل اتخاذ القرار النهائي، وهو ما يناسب السياقات عالية الحساسية، مثل: التشخيص الطبي أو إدارة المخاطر[9,10].
- **وكلاء بدون وجود الإنسان في الحلقة (Human-out-of-the-loop Agents):** وكلاء لديهم القدرة على التحكم الذاتي في إنجاز المهام، مما يزيد من كفاءتهم التشغيلية ولكن يقلّل من التدخلات البشرية[10,7,8,5].

الفرق بين الذكاء الاصطناعي التوكيلي والتقنيات الأخرى

هناك كثير من التساؤلات التي تثار حول ما يميّز تقنيات الذكاء الاصطناعي التوكيلي مقارنة بتقنيات الذكاء الاصطناعي الأخرى، وعليه يوضح هذا القسم الفروقات الأساسية بين ثلاث تقنيات شائعة: الذكاء الاصطناعي التوليدي (Generative Artificial Intelligence - GenAI)، وأتمتة العمليات الروبوتية (Robotic Process Automation - RPA)، والمساعدات الرقمية البسيطة (Digital Assistants).

الذكاء الاصطناعي التوليدي

على الرغم من أن كثيراً من تقنيات الذكاء الاصطناعي التوكيلي الحديثة تستند إلى نماذج توليدية مثل النماذج اللغوية الكبيرة، فإن الفرق الجوهري بينهما يكمن في الهدف والسلوك، فبينما يركّز الذكاء الاصطناعي التوليدي على إنتاج محتوى كنص أو صورة أو كود برمجي، كرد فعل مباشر لأوامر المستخدم، يعمل الذكاء الاصطناعي التوكيلي على تحقيق هدف محدد عبر سلسلة من القرارات والإجراءات دون انتظار مستمر لأوامر بشرية[2]. فعلى سبيل المثال، قد يتمكن نموذج لغوي كبير من كتابة رسالة بريد إلكتروني بصياغة جيدة؛ فيما يمكن أن يتجاوز الذكاء الاصطناعي التوكيلي ذلك عبر اتخاذ قرار تحديد الرسائل التي ستُرسل مع اختيار المستقبل ووقت الإرسال، ثم البدء بكتابة الرسائل ويرسلها فعلياً، ولذا قد يستخدم الذكاء الاصطناعي التوكيلي النماذج التوليدية كأداة ضمن عدد من الأدوات لتلخيص معلومات أو استنتاج خطوات، لكنه يظل كياناً أكثر شمولاً ومسؤولاً عن تحقيق هدف محدد[2,11].

أتمتة العمليات الروبوتية

تعتمد المؤسسات على مجموعة واسعة من حلول الأتمتة من أبرز هذه الحلول أنظمة أتمتة العمليات الروبوتية التي تنفذ سلسة من الإجراءات المبرمجة بدقة وفق سيناريوهات ثابتة ومحددة مسبقاً، ومنها: إدخال البيانات أو نسخ المعلومات بين الأنظمة، ورغم فاعليتها في المهام المتكررة، فإنها تفشل عادة في العمليات المعقدة أو عند مواجهة سيناريوهات غير متوقعة، لأنها تفتقر إلى المرونة والقدرة على التكيف[5-8]. في المقابل، يستطيع الذكاء الاصطناعي التوكيلي التفاعل مع المتغيرات وتعديل سلوكيات الوكلاء المتخصصين بمرور الوقت، فعلى سبيل المثال، يمكن تنفيذ عملية فحص جودة المنتجات في خط إنتاج عبر أنظمة أتمتة العمليات الروتينية إذا كانت المعايير بسيطة كأبعاد المنتج، لكن ضمان جودة المنتج بشكل شامل قد يتطلب استخدام ذكاء اصطناعي توكيلي للكشف عن أنماط العيوب الجديدة غير تلك المبرمجة مسبقاً، واتخاذ القرارات التصحيحية ذاتياً، على سبيل المثال، إيقاف الإنتاج أو تنبيه الفنيين[12].

المساعدات الرقمية البسيطة

المساعدات الرقمية الحالية، مثل سيري (Siri) وألكسا (Alexa)، عادةً ما تكون أنظمة محدودة المهام تعمل ضمن حدود ضيقة كتقديم إجابة أو تنفيذ أمر مباشر، أما الذكاء الاصطناعي التوكيلي، فيتميّز بنطاق عمل أوسع ومستوى من الذاتية العالية، ما يمكنه من تنفيذ المهام كاملة بمختلف خطواتها نيابة عن المستخدم، بل والمبادرة بتعديل المهام أو التفاعل مع أطراف أخرى لتحقيق هدف المستخدم دون أوامر صريحة[13]. فعلى سبيل المثال: المساعد الرقمي البسيط في الهاتف الذكي يستطيع عرض جدول المواعيد للمستخدم، بينما يستطيع الذكاء الاصطناعي التوكيلي إعادة جدولة الاجتماعات بشكل استباقي عند وجود تعارضات وحتى التنسيق مع المعنيين وتنويه المستخدم.

ثانياً: المشهد العالمي للذكاء الاصطناعي التوكيلي

يناقش هذا القسم الأبعاد المؤثرة في منظومة الذكاء الاصطناعي التي تتضمن السياسات والتنظيمات، و الاستثمار، والبنية التحتية، والبيانات، والمواهب والقدرات البشرية، والبحث والابتكار، والتبني. إضافة إلى ذلك، يستعرض القسم الجهات الفاعلة في تطوير الذكاء الاصطناعي التوكيلي في الشركات التقنية الكبرى والشركات الناشئة المتخصصة على حد سواء.

الأبعاد المؤثرة في الذكاء الاصطناعي التوكيلي

السياسات والتنظيمات

مع تطور الذكاء الاصطناعي التوكيلي واتساع نطاق استخدامه في القطاعات المؤسسية والحكومية، بدأت بعض الدول والجهات التنظيمية باتخاذ خطوات نحو دمج هذه الأنظمة ضمن أطر الحوكمة التقنية. وعلى الرغم من عدم وجود قوانين مستقلة وصريحة تنظم الذكاء الاصطناعي التوكيلي تحديداً، إلا أن عدداً من المبادرات التنظيمية الحالية بدأت تتعامل معها ضمن أطر أكثر شمولة للأنظمة التوليدية أو المؤتمتة. يعكس هذا التوجه بداية ظهور حوكمة تدريجية لهذه التقنية، ويشير إلى وعي متزايد بالحاجة إلى تنظيم استخدامها بما يحقق التوازن بين الابتكار والمسؤولية، وفيما يلي عدد من التجارب الدولية في هذا المجال.

الاتحاد الأوروبي

يُعد قانون الذكاء الاصطناعي الأوروبي (EU AI Act) الإطار التشريعي الأكثر تقدماً حتى الآن. يصنف القانون الأنظمة الذكية إلى أربع فئات بحسب درجة الخطورة، ويُلزم الأنظمة عالية الخطورة بضوابط معينة تشمل الرقابة البشرية، والشفافية، وجودة البيانات، وتوثيق الأداء. ورغم أن القانون لا يذكر الذكاء الاصطناعي التوكيلي بالتحديد، إلا أن عدداً من خصائصها –مثل اتخاذ قرارات ذاتية تؤثر في الأفراد أو الأنظمة– مندرجة ضمن نطاق القانون، مما يجعلها مشمولة ضمنياً تحت فئة التطبيقات عالية الخطورة. ويجدر بالذكر أن القانون قد دخل حيز التنفيذ في أغسطس من العام 2024م، وسيكون تطبيق أحكامه بشكل تدريجي حتى عام 2027م، فيما أنها تُلزم الدول الأعضاء بإنشاء مختبرات تنظيمية بحلول عام 2026م لتجربة النماذج المتقدمة ضمن بيئات خاضعة للرقابة.

الولايات المتحدة الأمريكية

بالرغم من عدم وجود تشريعات فيدرالية متخصصة بالذكاء الاصطناعي التوكيلي في الولايات المتحدة الأمريكية، إلا أن البيت الأبيض كان قد أصد أمراً تنفيذياً في أكتوبر من عام 2023م كخطوة تنظيمية مهمة، إذ يُلزم هذا الأمر الجهات المطورة للأنظمة التوليدية والمتقدمة بمشاركة اختبارات السلامة مع الحكومة قبل النشر التجاري خصوصاً في حالات الاستخدام التي تمس الأمن القومي أو السلامة العامة[14]. كما تعمل بعض الوكالات الأمريكية كوزارة الأمن القومي (DHS) على تطوير أُطُر داخلية لإدارة المخاطر تشمل استخدام أنظمة ذكية ذاتية في السيناريوهات الأمنية الحساسة[15].

المملكة المتحدة

تبرز تجربة المملكة المتحدة كتجربة رائدة في تقديم توجيهات واضحة بشأن الذكاء الاصطناعي التوكيلي. ففي عام 2025م، نشرت الحكومة دليل (AI Playbook for the UK Government) الذي خصص قسماً للذكاء الاصطناعي التوكيلي، وقدم مبادئ لاستخدامه داخل المؤسسات الحكومية كضرورة وجود مسؤولية بشرية واضحة، وقابلية تفسير التصرفات، وتقييم الأثر قبل النشر[16]. وتُعد هذه المبادئ من بين أولى الإرشادات الحكومية الرسمية التي تعترف صراحة بالذكاء الاصطناعي التوكيلي وتقدم توجيهات لاستخدامه بشكل مسؤول.

الصين

لم تُصدر الصين حتى الآن تشريعات مخصصة للذكاء الاصطناعي التوكيلي، لكنها أصدرت سلسلة لوائح منذ عام 2021م لتنظيم استخدام خوارزميات التوصية، ومحتوى الذكاء الاصطناعي التوليدي، وخصوصية البيانات التي تُعد جوانب مهمة يمكن تطبيقها فعلياً على سلوكيات الوكلاء بحد ذاتها. إضافة إلى ذلك، تتضمن هذه اللوائح متطلبات للتسجيل، والتدقيق الدوري، والرقابة الحكومية على النماذج الذاتية في السوق[17].

سنغافورة

أصدرت هيئة التقنية الحكومية في سنغافورة مبادئ توجيهية للذكاء الاصطناعي التوليدي تركّز على الشفافية، والمساءلة، وقابلية التفسير، وتدعو إلى إشراك الإنسان في المراحل أو النقاط الحرجة من عملية اتخاذ القرار. كما تُشجّع الدولة على اعتماد المختبرات التنظيمية التي تهدف إلى اختبار التقنيات الجديدة ضمن بيئات مرنة فضلاً عن إجراء التجارب على النماذج الذكية بمتابعة حكومية مباشرة كما هو الحال في المملكة المتحدة.

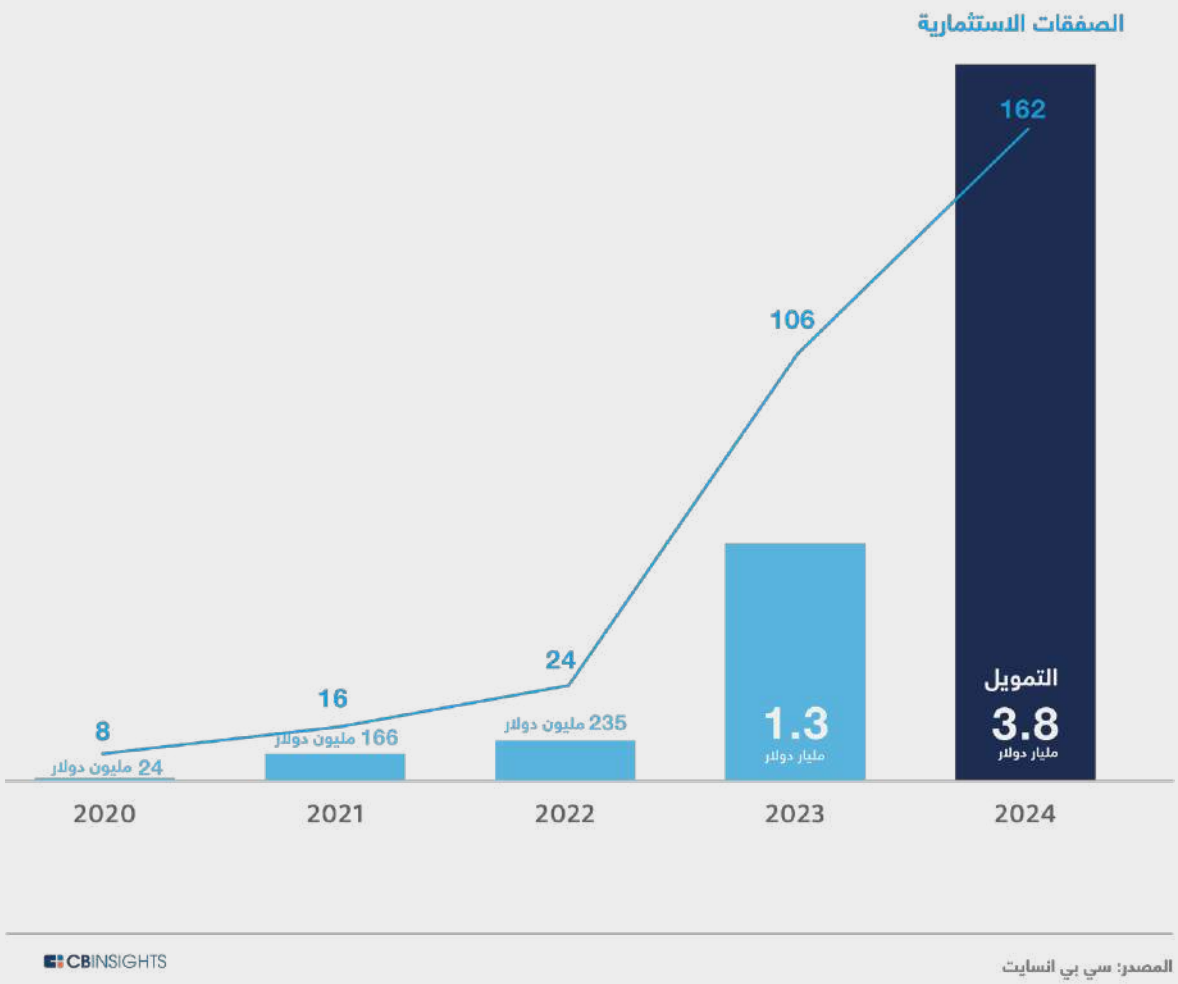
الشركات

بدأت بعض الشركات التقنية الكبرى مثل مايكروسوفت وأوبن إيه آي وجوجل بتطوير أُطُر داخلية طوعية لحوكمة الذكاء الاصطناعي التوكيلي، تشمل مراجعة القدرات التنفيذية، وتقييد مهام التفويض التلقائي، وربط الأداء بالمساءلة البشرية. فقد نشرت أوبن إيه آي في ديسمبر من عام 2023م وثيقة بعنوان (ممارسات حوكمة الذكاء الاصطناعي التوكيلي)، تقترح فيها مجموعة أولية من المبادئ الطوعية لضمان التشغيل الآمن والمساءلة، وتشمل تعريفاً للأدوار في دورة حياة النظام وتوصيات بالحد من الذاتية الكاملة وتفعيل الرقابة البشرية[18].

الاستثمار

يشهد الاستثمار في مجال الذكاء الاصطناعي التوكيلي توسعاً عالمياً متسارعاً نتيجةً لتنامي اهتمام كل من الحكومات والقطاع الخاص، فقد تضاعفت تدفقات التمويل إلى الذكاء الاصطناعي التوكيلي بشكل ملحوظ في الآونة الأخيرة؛ فاستثمارات رأس المال الجريء في الشركات الناشئة نمت بنحو ثلاثة أضعاف خلال عام 2024م وحده، كما يوضح **الشكل (6)**، إذ قفزت من حوالي (1.3) مليار دولار أمريكي (أي حوالي 4.88 مليار ريال سعودي) في عام 2023م إلى ما يقارب (3.8) مليار دولار أمريكي (أي حوالي 14.26 مليار ريال سعودي) في عام 2024م[19]. كما اجتذبت تطبيقات الذكاء الاصطناعي التوليدي عامةً تمويلاً ضخماً تجاوز (33.9) مليار دولار أمريكي (أي بنحو 127.13 مليار ريال سعودي) عالمياً في 2024م، بزيادة (18%) عن العام السابق[20].

الشكل (6): عدد صفقات تمويل الذكاء الاصطناعي التوكيلي وقيمتها الإجمالية بين العامين 2020م و2024م



كما تتسابق كبرى الشركات التقنية في تقديم حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي –كما هو موضح في **الشكل (7)**، إذ تُظهر البيانات أن أغلب الشركات قد أطلقت فعلياً حلول تجارية للذكاء الاصطناعي التوكيلي من جهة، وأدوات لتطوير تطبيقات ذكاء اصطناعي توكيلية من جهة أخرى، فمثلاً تركز شركة مايكروسوفت وأمازون وجوجل على دمج الذكاء الاصطناعي التوكيلي ضمن بيئات العمل في منصات الإنتاجية أو التطبيقات السحابة، بينما تتيح شركات مثل: أوبن إيه آي وأنثروبيك (Anthropic) أدوات مرنة للمطورين لبناء وكلاء مخصصين، وفي المقابل، تتبنى أبل (Apple) نهجاً تدريجياً باختبار وكلاء شخصيين عبر سيري وأبل أنتيليجانس (Apple Intelligence).

كما أن بعض المنصات الحديثة، مثل: إنفيديا أي آي بلو برينت (Nvidia AI Blueprints) وكلود (Claude) من أنثروبيك، أوضحت أن هذا المجال يشهد نمواً سريعاً وتحولاً من مرحلة التجريب إلى مرحلة النضج التجاري. ويعكس **الشكل (7)** بوضوح كيف أن الذكاء الاصطناعي التوكيلي أصبح محوراً استراتيجياً في خطط الشركات الكبرى كبنية تحتية أساسية للابتكار المستقبلي وليس فقط كنظام نهائي.

الشكل (7): توجهات الشركات الكبرى في تطوير الذكاء الاصطناعي التوكيلي

الشـركة	القيمة السوقية	أدوات تطوير وكلاء الذكاء الاصطناعي	منتج وكيل ذكاء اصطناعي	التفاصيل
	$3.67T	◌	✓	الاتجاه نحو وكلاء شخصيين باستخدام ذكاء آبل وسيري.
NVIDIA	$3.05T	✓	◌	إطلاق منصة للمطورين لبناء وكلاء الذكاء الاصطناعي ونشرهم تحت اسم إنفيديا بلو برنتز في عام 2025م.
Microsoft	$3.40T	✓	✓	تقدم منصات للمطورين مثل: (Azure AI Agent) و(Copilot) لإنشاء وكلاء الذكاء الاصطناعي، بالإضافة إلى مجموعة من الوكلاء الجاهزين مسبقاً.
amazon	$2.42T	✓	✓	تقدم خدمة (Bedrock Agents) للمطورين لبناء وكلاء الذكاء الاصطناعي، بالإضافة إلى أدوات وتجارب ملموسة بالذكاء الاصطناعي التوليدي ضمن منصة (Amazon Q).
Google	$2.25T	✓	✓	تقدم أداة (Vertex AI Agent Builder) وبيئة (Google Agentspace). كما تقدم وكلاء قائمين على نموذج (Gemini) كـ(Project Mainer) و(Deep Research).
Meta	$1.82T	◌	✓	تقدم مساعدها الذكي (Meta AI) وتعمل على تطوير وكلاء أكثر تعقيداً تعمل عبر الويب.
OpenAI	$157B	✓	✓	تقدم واجهة (Assistant API) وقد أطلقت في يناير 2025م عن وكيل تصفح ويب باسم (Operator)
ANTHROP\C	$60B	✓	✓	أطلقت خاصية استخدام الأدوات مع (Claude) في مايوم 2024م وقدمت ميزة استخدام الحاسوب للمطورين في أكتوبر 2024م.

✓ نعم ✓ قيد التطوير والتجربة

البنية التحتية

تعد البنية التحتية الرقمية الأساس الذي تستند إليه كفاءة حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي، ولاسيما في البيئات ذات الطبيعة المعقدة التي تتطلب معالجة ضخمة للبيانات واتخاذ قرارات ذاتية في الوقت الفعلي. ومع تطور الذكاء الاصطناعي التوكيلي من أداة مساعدة إلى كيان قادر على اتخاذ قرارات وتنفيذ إجراءات ذاتية، أصبحت الحاجة ماسة إلى موارد حوسبية عالية الأداء، وعلى رأسها وحدات المعالجة الرسومية (GPUs) ومراكز البيانات المتقدمة، إذ تُعد وحدات المعالجة الرسومية اليوم العنصر الأساسي في تشغيل وتدريب نماذج الذكاء الاصطناعي، بفضل قدرتها على تنفيذ عدد هائل من العمليات بشكل متوازي بكفاءة عالية وسرعة كبيرة، وهو ما يجعلها الخيار الأمثل لمعالجة المهام الحوسبية ذات المتطلبات العالية. وتعد هذه الوحدات أساسية في تطوير حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي، ولاسيما في عمليات التعلم العميق والاستدلال السريع، نظراً لأنها توفر الوقت والتكلفة بالمقارنة مع المعالجات التقليدية.

وبالنظر للشركات التقنية الكبرى كإنفيديا فهي تعزز هذا التوجه عبر تطوير معالجات مخصّصة للذكاء الاصطناعي التي تُستخدم على نطاق واسع في مراكز البيانات لتسريع التدريب والنشر الفوري للنماذج. كما تبنت كبرى شركات الحوسبة السحابية كأمازون وجوجل هذه التقنيات في عروضها السحابية، مما أتاح للمؤسسات وحتى الشركات الناشئة الوصول إلى بنى تحتية كانت في السابق حكراً على مختبرات الأبحاث المتقدمة.

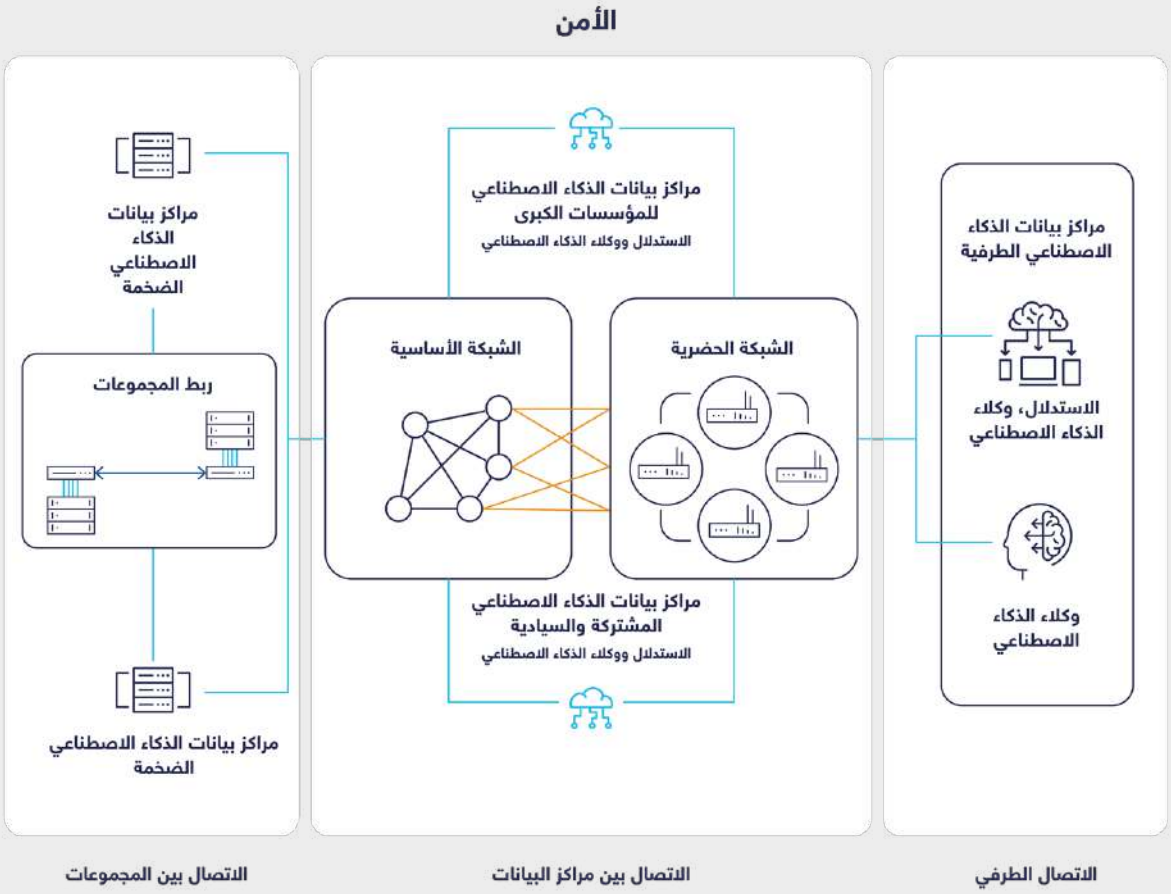
وفي ذات السياق، تشهد مراكز البيانات تحولات جذرية في بنيتها وهندستها استجابةً لمتطلبات تشغيل وتدريب تقنيات الذكاء الاصطناعي، خاصة الذكاء الاصطناعي التوكيلي. وتعتمد هذه المراكز على شبكات اتصالات متقدمة وبنية تقنية تركز على معالجات متخصصة ووحدات تسريع الذكاء الاصطناعي، مثل: جريس هوبر من أنفيديا (NVIDIA Grace Hopper) وتي بي يو من جوجل (Google TPU)، وترانيوم (Trainium) وإنفرينشيا (Inferentia) من أمازون، ما يتيح تنفيذ المهام عالية التعقيد بفاعلية. كما تُعد المنصات كسيسكو يو سي إس (Cisco UCS) وسيليكون ون (Silicon One) عناصر مهمة في إنشاء بيئات قابلة للتخصيص وتلائم طبيعة الذكاء الاصطناعي التوكيلي الذاتية.

إضافة إلى ما سبق، فإن القدرات التي يتمتع بها الذكاء الاصطناعي التوكيلي خاصة التحكم الذاتي، أدت إلى تطوير بيئات معزولة لضمان الأمان كبيئات التشغيل المعزولة (Sandboxed Environments)، والحوسبة السرية (Confidential Com-puting) التي تسمح بتشفير البيانات أثناء المعالجة.

مستويات البنية التحتية للذكاء الاصطناعي التوكيلي

تظهر البنى التحتية الخاصة بالذكاء الاصطناعي التوكيلي موزعة على ثلاثة مستويات تكاملية تشمل: مراكز ضخمة مخصصة لتدريب النماذج، ومراكز متوسطة للاستدلال، ووحدات ذكاء اصطناعي طرفية (Edge AI) لتنفيذ مهام في مواقع استراتيجية ضمن الشبكة لتقليل زمن الاستجابة وتحسين كفاءة الأداء. ويعتمد ربط هذه المكونات على تقنيات متقدمة مثل الاتصال البيني بين المجموعات (Inter-cluster Connectivity) وتحسين حركة بيانات الذكاء الاصطناعي عبر الشبكة (WAN AI Traffic Optimization)، ما يتيح للوكلاء المختلفين التفاعل مع البيانات والأنظمة في الزمن الفعلي، **ويوضح الشكل (8)** هذه البنية المقترحة.

الشكل (8): مستويات البنية التحتية للذكاء الاصطناعي التوكيلي



إن هذا التكامل في البنى التحتية الخاصة بتطوير الذكاء الاصطناعي التوكيلي لا يتحقق إلا عبر شراكات وثيقة بين مطوري التقنيات ومزودي الخدمات، تشمل تقنيات الاتصال البصري (800G) والمنصات البرمجية القابلة للتخصيص، مثل سيسكو يو سي إس وسيليكون ون. وهو ما يتيح بناء بُنى حوسبية عالية الكفاءة تدعم التشغيل الفعلي للذكاء الاصطناعي التوكيلي في البيئات الموزعة والمتعددة. ويجدر الإشارة أن الحكومات بدأت باتخاذ خطوات استراتيجية لبناء بُنى تحتية رقمية أكثر موثوقية لدعم تطبيقات الذكاء الاصطناعي المتقدمة، ولاسيما الذكاء الاصطناعي التوكيلي، إذ تشير تحليلات السوق إلى اهتمام متزايد لدى جهات تنظيمية في الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي بتطوير مراكز بيانات عالية الأداء ومنصات سحابية مرنة، تستوفي معايير الأمان الرقمي والتشغيل السيادي، خصوصاً في البيئات الحساسة. كما يلاحظ، أن هناك اتجاهاً متزايداً نحو توفير بُنى تحتية محلية مصممة لتشغيل نماذج الذكاء الاصطناعي القادرة على اتخاذ قرارات ذاتية، بما يعكس إدراك صانعي السياسات لأهمية دعم الذكاء الاصطناعي التوكيلي في القطاعات الحيوية.

البيانات

تعتمد فاعلية الذكاء الاصطناعي التوكيلي على قواعد البيانات التي لا تُستخدم فقط كمادة تدريب أولية، بل تمثل المحرك الحيوي الذي يوجّه قراراتهم أثناء العمل. فالذكاء الاصطناعي التوكيلي لا يكتفي بتحليل البيانات التاريخية فحسب، بل يتفاعل عبر الوكلاء المتخصصين بشكل مستمر مع البيانات الواردة من مصادر مؤسسية أو عامة، بالإضافة إلى التغذية الراجعة المباشرة، مما يمكّنه من تعديل سلوك الوكلاء ديناميكياً وتقديم استجابات مخصصة وأكثر فاعلية، إذ ترتبط جودة أنظمة الذكاء الاصطناعي، بما في ذلك الذكاء الاصطناعي التوكيلي بجودة البيانات ومدى تنوعها وتكاملها مع البيئة التشغيلية للنموذج.

وفي هذا السياق، بدأت بعض الحكومات والشركات الكبرى بإطلاق مبادرات لتحسين قواعد البيانات من خلال إنشاء ما يُعرف بمناطق البيانات أو مساحات البيانات السيادية. وتُعد هذه المساحات بيئات منظمة تتيح لأنظمة الذكاء الاصطناعي التوكيلي الوصول الآمن إلى البيانات الحساسة، مع الحفاظ على الخصوصية واحترام السيادة القانونية.

كما تزداد أهمية أدوات إدارة البيانات في الوقت الفعلي، خصوصاً مع تغير دور الذكاء الاصطناعي التوكيلي في التفاعل النصي إلى دور تنفيذي يشمل اتخاذ قرارات مالية أو تشغيلية. وتُظهر تقارير سيسكو أن بيئات البيانات الحديثة تتطلب بُنى مترابطة تربط الحافة السحابية بمراكز البيانات المركزية، بما يسمح بتدفق البيانات في الوقت الفعلي، وهو ما يوفر لهذه التقنية السياق اللازم لاتخاذ قرارات دقيقة وآمنة.

المواهب والقدرات البشرية

تُعد المواهب والقدرات البشرية أحد الأبعاد الأساسية في بناء الذكاء الاصطناعي التوكيلي وتطوره، إذ يعتمد نجاحه على توفر الكفاءات القادرة على تصميم النماذج، وتطوير الخوارزميات، وضمان الاستخدام المسؤول والفاعل لهذه التقنيات. كما يشكّل انتشار حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي نقطة تحول في طبيعة العمل البشري لأنها تعيد تعريف أدوار الأفراد داخل المنظمات، إذ لم تعد هذه الحلول تقتصر على أتمتة المهام الروتينية، بل تفتح المجال أمام تطوير نماذج عمل جديدة تركز على تكامل الإنسان والآلة. وفي هذا السياق، يصبح من الضروري تمكين الكفاءات البشرية لأداء أدوار رقابية واستراتيجية عالية القيمة، مع التركيز على المهارات التحليلية واتخاذ القرار بدلاً من الاقتصار على تنفيذ المهام التشغيلية المباشرة، وهو ما يعزّز فاعلية العمل ويرفع كفاءة استغلال قدرات الذكاء الاصطناعي التوكيلي في البيئات المؤسسية. إضافة إلى ذلك، فقد أشارت إحدى الدراسات الصادرة عن منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) إلى أن تطوير المهارات التقنية المرتبطة بالذكاء الاصطناعي، مثل علم البيانات والتعلم الآلي والأمن السيبراني إلى جانب المهارات التحليلية والإبداعية والفكرية، يُعد شرطاً أساسياً في زمن الذكاء الاصطناعي سريع التطور[21]. فيما تُؤكد المنظمات الدولية مثل اليونسكو (UNESCO) على أهمية دمج الاعتبارات الأخلاقية والمهارات متعددة التخصصات ضمن برامج إعداد الكفاءات في مجال الذكاء الاصطناعي، وبالتالي ضمان تطوير حلول ذكاء اصطناعي توكيلية موثوقة ومتوافقة مع متطلبات سوق العمل والمجتمع[22].

وقد أشار تقرير شركة كي بي إم جي (KPMG) إلى أن دمج الذكاء الاصطناعي التوكيلي في بيئة العمل يتطلب تطوير استراتيجيات شاملة لإدارة المواهب، تشمل إعادة تعريف الأدوار وتخطيط القوى العاملة مع التركيز على المهارات البشرية مثل التفكير الاستراتيجي والتعاون مع الأنظمة الذكية لضمان تكامل فاعل بين الإنسان والتقنية[23]. ولذا يُعد الاستثمار في بناء القدرات وتطوير رأس المال البشري من خلال برامج التدريب المتقدمة، والشراكات الأكاديمية، والمبادرات التأهيلية المتخصصة أساسياً لتطوير الذكاء الاصطناعي التوكيلي وتعزيز جاهزيته.

البحث والابتكار

يشهد مجال البحث والابتكار في الذكاء الاصطناعي التوكيلي تحولاً جذرياً في بنيته وأولوياته، إذ لم يعد التركيز محصوراً في تطوير الخوارزميات الأساسية أو تعزيز قدرات النماذج اللغوية، بل اتجهت الجهود البحثية إلى بناء أنظمة متكاملة قادرة على التصرف بتحكم ذاتي داخل بيئات متنوعة، والتفاعل مع التطبيقات الرقمية بطريقة تشبه السلوك البشري في تنظيم المهام واتخاذ القرار. يعكس هذا التحول تغير دور الذكاء الاصطناعي التوكيلي من مجرد أداة تنفيذية محدودة إلى كيان رقمي قادر على الفهم السياقي، والتخطيط، والتنسيق، بل وحتى تحسين أدائه بمرور الوقت عبر التعلم من نتائج قراراته. ومن أبرز ملامح هذا التطور، زيادة التركيز على ما يُعرف بالأنظمة متعددة الوكلاء، وهي أنظمة تسمح بتفاعل أكثر من وكيل في نفس البيئة لتحقيق أهداف معقدة عن طريق التعاون أو التوزيع الوظيفي[7]. وقد بدأ استخدام هذه الأنظمة بالفعل في شركات كبرى في مجالات مثل الخدمات القانونية والاستشارات الإدارية، إذ يُكلف الوكيل بتحليل وثائق أو تلخيص دراسات حالة، بينما يُركز الموظف البشري على اتخاذ القرار النهائي أو تقديم المشورة المتخصصة[24].

البحث والابتكار في المناطق المختلفة

بالرغم أن الابتكار في هذا المجال يتسم بطابع عالمي، إلا أن هناك تباينات واضحة بين المناطق الجغرافية في وتيرة التقدم واتجاهات التركيز. في ما يلي نظرة عامة عن كل منها:

الولايات المتحدة الأمريكية: يتركّز الابتكار على تسويق البنية التحتية الكاملة لبناء الذكاء الاصطناعي التوكيلي، إذ تقدم شركات التقنية منصات تطوير جاهزة تسمح ببناء وكلاء مخصصين دون الحاجة إلى خبرة تقنية متقدمة. وتتبنى هذه المنصات مفهوم الوكلاء كخدمة (Agents as a Service)، الذي يسمح للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة بالاستفادة من قدرات الذكاء الاصطناعي التوكيلي دون استثمارات ضخمة في التطوير الداخلي[19].

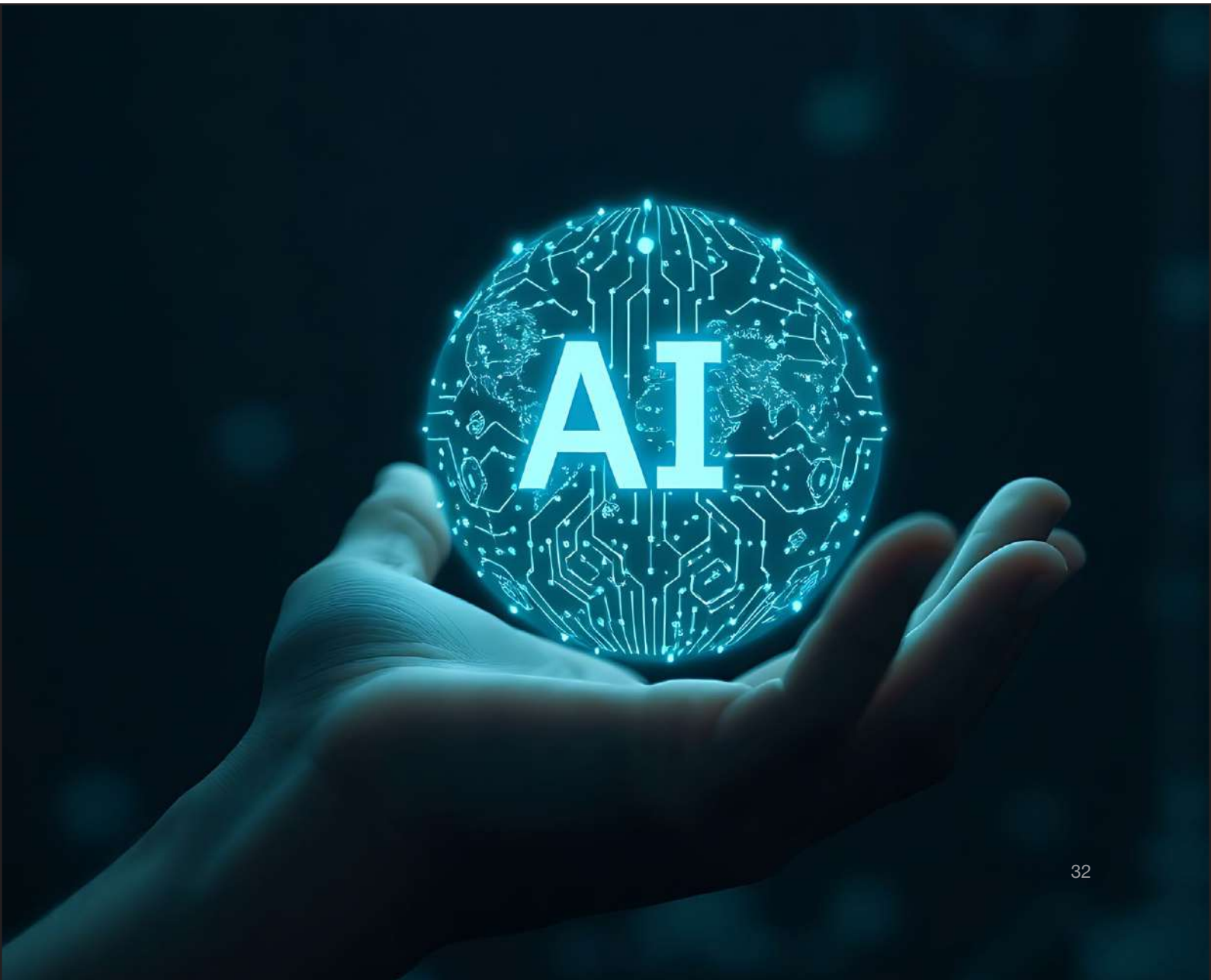
الاتحاد الأوروبي: يلعب الاتحاد الأوروبي دوراً محورياً في صياغة الأُطُر المعيارية والحوكمة الأخلاقية المتعلقة بالذكاء الاصطناعي التوكيلي، خاصة في المجالات الحساسة مثل الرعاية الصحية والعدالة. فقد أطلقت المفوضية الأوروبية عدة برامج بحثية تدعم تطوير نماذج تفسيرية قابلة للتدقيق، وتركز على تعزيز الشفافية والمساءلة الخوارزمية. كما يسعى الاتحاد الأوروبي إلى ربط تمويل البحث والابتكار بمدى توافق النماذج المطورة مع مبادئ الذكاء الاصطناعي الجدير بالثقة التي تضع الإنسان في مركز القرار، وهو توجه يميز الابتكار الأوروبي عن غيره في هذا المجال.

آسيا والمحيط الهادئ: تعمل دول مثل سنغافورة وكوريا الجنوبية على تجربة النماذج داخل الإدارات الحكومية، إذ يُستخدم الذكاء الاصطناعي التوكيلي لتحسين كفاءة الخدمات العامة، مثل إصدار التصاريح، وإدارة الشكاوى، وتحليل البيانات السكانية. وتستفيد هذه الدول من بنية تحتية رقمية متقدمة وسياسات مرنة تشجع على الاختبار السريع، مما يجعلها بيئة خصبة لاختبار السيناريوهات المتقدمة لحلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي التي تعمل في سياقات حقيقية[17].

البنية التقنية في دعم البحث والابتكار

من الناحية التقنية، تركز الأبحاث الحديثة على بناء ثلاث طبقات متكاملة تشكل الهيكل التشغيلي الأساسي لوالذكاء الاصطناعي التوكيلي. الأول، تُطوير أدوات مراقبة وتقييم تسمح بتحليل أداء الوكلاء المتخصصين في الوقت الفعلي، وتحديد مدى التزامهم بالسلوك المطلوب. والثاني، تطوير قدرات الربط مع أدوات خارجية، مثل محركات البحث، وجداول البيانات، وبرامج البريد الإلكتروني، بما يسمح للوكيل بتنفيذ مهام معقدة تتطلب التنقل بين مصادر متعددة. أما الثالث، فإنشاء منصات تطوير متكاملة تسمح ببناء وكلاء متخصصين قادرين على التعلم التدريجي وتحسين أساليبهم في حل المشكلات بناءً على التغذية الراجعة المستمرة. وقد بدأت هذه المنصات في اكتساب زخم كبير، خصوصاً مع اتساع نطاق الاستخدام المؤسسي للذكاء الاصطناعي التوكيلي في مهام تتطلب مرونة وتكيفاً وسرعة في اتخاذ القرارات[19].

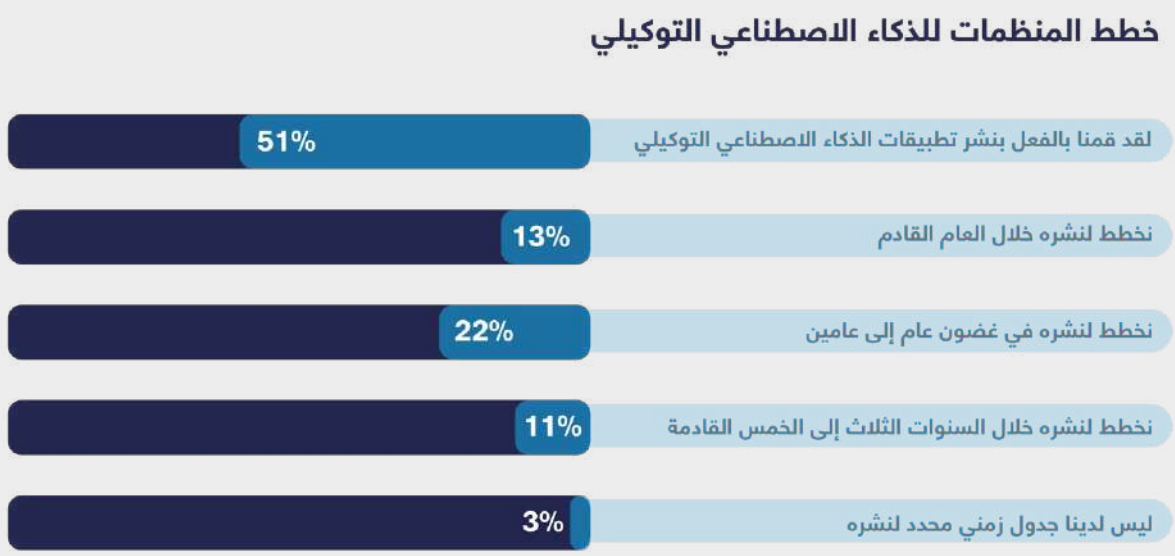
ومن بين الاتجاهات اللافتة في الوقت الراهن، توظيف الذكاء الاصطناعي التوكيلي في دعم الابتكار ذاته، فيما يُعرف بالابتكار الرقمي المحاكي، وهي منهجية تسمح باختبار المنتجات أو الخدمات الجديدة في بيئة رقمية باستخدام وكلاء يمثلون العملاء أو المستخدمين أو الجهات التنظيمية. فعلى سبيل المثال، يمكن تطوير نموذج أولي لمنتج مالي واختباره افتراضياً عبر سلسلة سيناريوهات يديرها وكيل ذكي، ما يُمكّن الفريق المطور من تحليل التفاعلات المحتملة وتحديد المخاطر دون الحاجة إلى إجراء تجارب حقيقية.



التبنّي

يمثّل تبنّي الذكاء الاصطناعي التوكيلي تحولاً جوهرياً في البنية التشغيلية للمؤسسات، ويُعد من أبرز مظاهر النضج في مسيرة الذكاء الاصطناعي، إذ تنقل هذه التقنية المؤسسات من مرحلة الأتمتة الجزئية إلى بيئات تشغيلية يعتمد فيها على حلول ذكاء اصطناعي توكيلية قادرة على التصرف بصورة ذاتية نسبياً، وتنفيذ المهام التكرارية، ومتابعة العمليات التفاعلية، والتكيّف مع السياق المؤسسي. وتجدر الإشارة إلى أن (51%) من هذه المؤسسات قد بدأت بالفعل في نشر الذكاء الاصطناعي التوكيلي ضمن عملياتها التشغيلية، كما يُوضح ذلك **الشكل (9)**، مما يدل على أن الجيل القادم من الذكاء الاصطناعي لم يعد مجرد رؤية مستقبلية، بل ممارسة فعلية واسعة الانتشار. كما تُظهر نتائج الاستطلاع نفسه أن (62%) من الشركات تتوقع عوائد استثمارية تفوق (100%) من استخدام الذكاء الاصطناعي التوكيلي[4]. ويبرز التبني المؤسسي الناجح عند دمج الذكاء الاصطناعي التوكيلي في دورة العمل وإجراءاتها بالكامل لتتكامل أدوار الإنسان والوكلاء المتخصصين بشكل واضح.

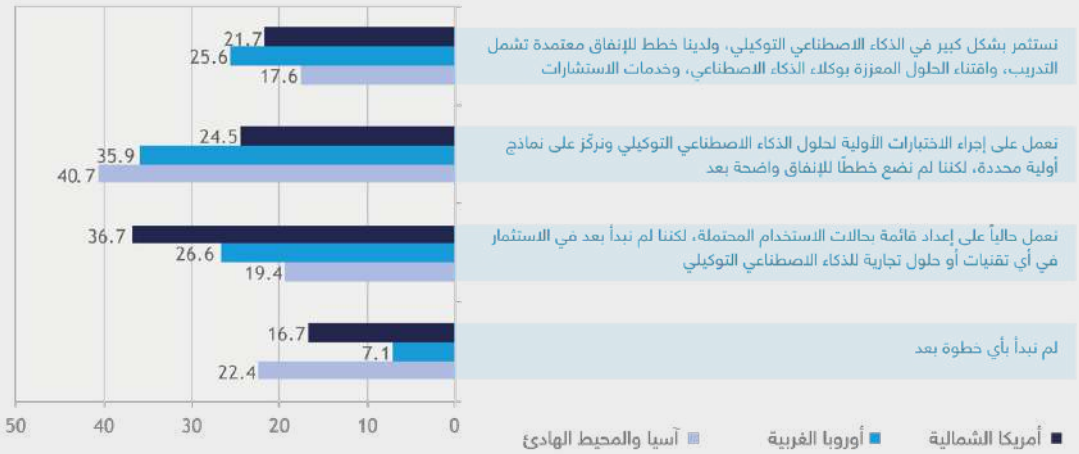
الشكل (9): مستوى تبنّي الذكاء الاصطناعي التوكيلي في المؤسسات الكبرى وجاهزيتها للتحول التشغيلي



تتباين أنماط التبني بشكل واضح بين القطاعات. ففي القطاع المالي، يبلغ معدل تبني الذكاء الاصطناعي التوكيلي أكثر من (40%) في المؤسسات الأمريكية، حيث يُستخدم الذكاء الاصطناعي التوكيلي في اكتشاف الاحتيال، وإعداد التقارير المالية، بينما لا تزال النسبة دون (20%) في القطاع الصحي، نظراً لحساسية البيانات والحاجة إلى الإشراف البشري المباشر في القرارات الطبية[10]. في القطاع الحكومي، تُظهر بعض الدول الآسيوية المتقدمة مثل كوريا الجنوبية وسنغافورة مستويات عالية من التبني، مع وجود تطبيقات ناجحة في الرد الآلي، ومعالجة الطلبات، وتحليل البيانات السكانية[25]. بينما لا يزال التبني محدوداً في كثير من الدول النامية لأسباب تشمل ضعف البنية الرقمية، ونقص القدرات البشرية، وغياب الأُطُر القانونية الواضحة التي تحوكم العلاقة بين المستخدم البشري والوكلاء المتخصصين.

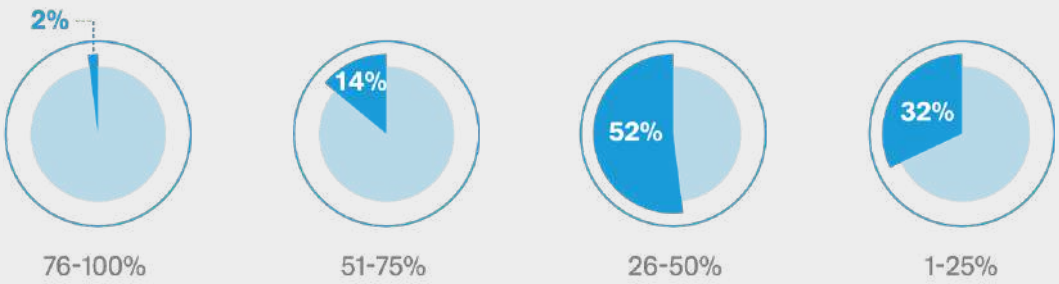
يوضح **الشكل (10)** معدلات تبنّي الذكاء الاصطناعي التوكيلي في مختلف مناطق العالم، إذ تتصدر مؤسسات أوروبا الغربية مشهد التبني وإجراء التجارب بنسبة (62%)، تليها منطقة آسيا والمحيط الهادئ بنسبة (58%)، ثم أمريكا الشمالية بنسبة (46%)، وفي المقابل، لا تتجاوز نسب التبني في أمريكا اللاتينية وجنوب أفريقيا نسبة (5%)[26]، ما يعكس تفاوتاً واضحاً في الجاهزية الرقمية بين مختلف المناطق.

الشكل (10): معدلات تبنّي الذكاء الاصطناعي التوكيلي في مختلف المناطق العالمية



إضافة إلى ما سبق، فإن تبنّي الذكاء الاصطناعي التوكيلي يتم بشكل تدريجي ومدروس. ويوضح **الشكل (11)** أن (52%) من المؤسسات تتوقع أن يسهم الذكاء الاصطناعي التوكيلي في أتمتة ما بين (26%) إلى (50%) من المهام اليومية، في حين يرى (32%) أن الأتمتة ستبقى محدودة في نطاق لا يتجاوز ربع عبء العمل. ومن الجدير بالإشارة إلى أن (2%) فقط يتوقعون بلوغ مستويات أتمتة تتجاوز نسبة (76%)، مما يشير إلى أن أغلب المؤسسات تعتمد نهجاً حذراً ومدروساً في دمج حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي مدفوعاً بتقدير للمخاطر وليس فقط برغبة في تعظيم الكفاءة[24].

الشكل (11): توقعات المؤسسات بشأن مدى أتمتة المهام اليومية عبر الذكاء الاصطناعي التوكيلي



نسبة الأعمال اليومية التي من المتوقع أتمتتها أو تعزيزها بواسطة الذكاء الاصطناعي التوكيلي

ولا يقتصر التبني على مشاريع كبرى أو منصات عامة، بل بدأت مؤسسات عديدة تتبنى ما يُعرف بالوكلاء الداخليين، وهم وكلاء مدمجين داخل أنظمة العمل اليومية مثل برامج الموارد البشرية أو إدارة المشاريع. ويميز هذا الشكل من التبني التكلفه المحدودة وسرعة الدمج، ويُعد أقل عرضة للمقاومة الداخلية. وتُظهر الشركات الرائدة توجهاً نحو توحيد الاستخدامات، أي الاعتماد على وكيل واحد متعدد الوظائف بدلاً من نشر عدة وكلاء متفرقين، ما يحسّن الكفاءة ويُقلّل الحاجة إلى إشراف بشري مستمر[24].

الجهات الفاعلة في تطوير الذكاء الاصطناعي التوكيلي

الشركات التقنية الكبرى

تُعد الشركات التقنية الكبرى المحرك الأساسي لتطور الذكاء الاصطناعي التوكيلي، إذ سخّرت مواردها السحابية الضخمة وخبراتها في بناء نماذج ذكية قادرة على أداء مهام مركبة واتخاذ قرارات ذاتية. وقد أسهمت هذه الشركات، مثل: جوجل ومايكروسوفت وأمازون، في إحداث تحول نوعي في مفهوم الوكيل الرقمي، من مجرد مساعد محدود الإمكانيات إلى وكيل ذكي قادر على التفاعل والتكامل مع أنظمة وتطبيقات متعددة.

في عام 2024م، أطلقت بعض هذه الشركات نماذج شاملة تعتمد على تقنيات متعددة الوسائط، تجمع بين النص والصوت والصورة والفيديو، ما أتاح تجربة تفاعلية أكثر عمقاً وتكاملاً بين المستخدم والنظام. هذا التطور لم يأتِ فقط نتيجة لتحسين قدرات النماذج اللغوية، بل أيضاً بفضل الدمج المباشر لتقنيات الذكاء الاصطناعي التوكيلي في منصات الخدمات السحابية التي تقدمها هذه الشركات.

وقد مكّن هذا الدمج المؤسسات من تصميم وكلاء مخصصين بسهولة، وتوظيفهم لأداء مهام مؤسسية بطريقة تلقائية وفاعلة. كما أظهرت تحليلات متخصصة أن بعض المساعدين الرقميين، الذين طورتهم هذه الشركات، أصبحوا يُستخدمون كوكلاء فعليين داخل بيئات العمل الرقمية، يسهمون في رفع الكفاءة وتقليل الاعتماد على التدخل البشري في تنفيذ الإجراءات اليومية.

فعلى سبيل المثال: دمجت شركة مايكروسوفت قدرات كوبايلوت (Copilot) في بيئة مايكروسوفت 365 (Micro-soft 365) لتمكين أداء المهام المؤسسية تلقائياً. يُبيّن **الجدول (1)** أبرز حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي المقدمة من الشركات التقنية الكبرى.

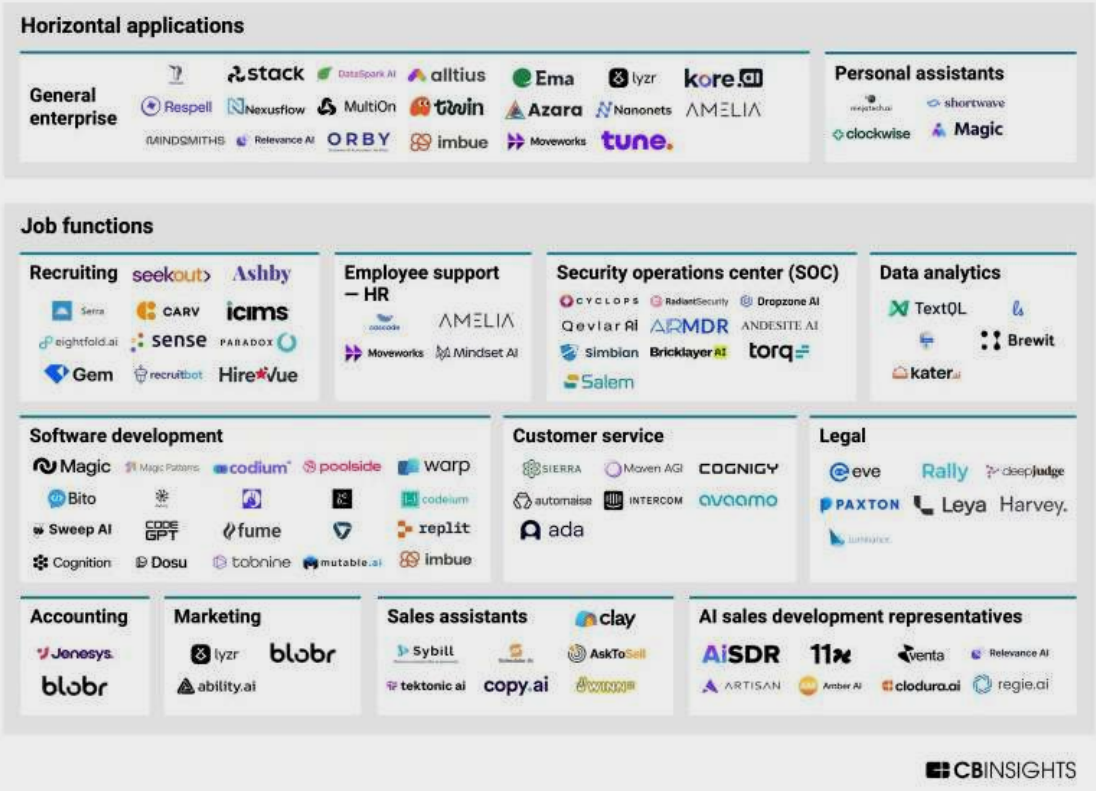
الجدول (1) أبرز حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي المقدمة من الشركات التقنية الكبرى.

الشـركة	المنتـج
Microsoft	Microsoft 365 Capilot
NVIDIA	Generative AI-Powered Visual AI Agents
amazon	Amazon Q
Google	Astra
IBM	IBM Watsonx Assistant Vitual Agent
salesforce	Agentforce
servicenow	ServiceNow AI Agents

الشركات الناشئة المتخصصة

أوضح استطلاع حديث أن أكثر من نصف الشركات الناشئة في مجال الذكاء الاصطناعي التوكيلي تأسست بعد عام 2023م[14]. وركزت كثير من هذه الشركات على تطوير وكلاء متخصصون قادرين على تنفيذ أوامر الحاسوب نيابة عن المستخدم، أو تقديم دعم شخصي معرفي، أو تسريع عمليات البرمجة بشكل تفاعلي وشبه ذاتي. كما ظهرت شركات تركز على مجالات قطاعية محددة كالمبيعات والتسويق، إذ أصبحت حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي قادرة على تنفيذ خطوات كاملة بداية من البحث عن العملاء، إلى حجز الاجتماعات والتواصل[3]. في **الشكل (12)** تُعرض أبرز حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي المقدمة من الشركات الناشئة.

الشكل (12): أبرز حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي المقدمة من الشركات الناشئة



المؤسسات الأكاديمية والبحثية

تلعب مراكز الأبحاث والجامعات دوراً محورياً في تطوير الإمكانيات التقنية للذكاء الاصطناعي التوكيلي عبر الابتكار في النماذج البرمجية، ودمج هذه التقنية مع الروبوتات المتحركة لتوسيع قدراتها التطبيقية. وتُظهر دراسات حديثة أن حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي المعتمدة على تقنيات التعلم التعزيزي (Reinforcement Learning) قد حققت تقدماً ملموساً في اكتساب مهارات تنفيذية داخل بيئات افتراضية مفتوحة، مثل الألعاب التفاعلية، وهو ما يمثل مرحلة تجريبية للتدريب على مواقف واقعية معقدة. وفي الوقت ذاته، تجري تجارب متقدمة على حلول ذكاء اصطناعي توكيلية قادرة على فهم وتنفيذ الأوامر اللغوية واقعياً باستخدام أنظمة روبوتية متنوعة. وفي السياق النظري، تواصل الأوساط البحثية دراسة التحديات المستقبلية المرتبطة بحوكمة الذكاء الاصطناعي التوكيلي ولاسيما في ما يتعلق بقضايا الأمان، والتحكم، والشفافية.

ثالثاً: الذكاء الاصطناعي التوكيلي في السياق السعودي

تسعى المملكة العربية السعودية إلى أن تكون ضمن أفضل الدول في تطوير تطبيقات الذكاء الاصطناعي بحلول عام 2030م[27]. هذا الهدف الطموح للوصول إلى مكانة عالمية رائدة في الذكاء الاصطناعي لا يمثل مجرد استراتيجية للتنويع الاقتصادي، بل هو جزء من خطة وطنية أوسع لتأمين قدرتها التنافسية الاقتصادية المستقبلية، وتعزيز قدراتها السيادية، وترسيخ مكانتها كشريك رئيسي في الاقتصاد الرقمي العالمي، ما يمكنها من التأثير في حوكمة الذكاء الاصطناعي على الصعيد الدولي ووضع معاييرها. فالمملكة العربية السعودية تؤمن أن الذكاء الاصطناعي تقنية تحويلية تسهم في تسريع الابتكار، وتعزيز الإنتاجية، وتحسين جودة الخدمات وأنها الحجر الأساس في أجندة التحول الرقمي الطموحة لها[28].

الأهداف الوطنية للذكاء الاصطناعي التوكيلي

تبنّت المملكة العربية السعودية أهدافاً طموحة في ميدان التقنية والتحول الرقمي، وقد حققت بالفعل قفزات مهمة في هذا المجال، إذ تمتلك اليوم واحدة من أحدث البنى التحتية الرقمية عالمياً، وصُنِّفت في عام 2024م في المركز الثاني بين دول مجموعة العشرين في مؤشر تطور البنية التحتية للاتصالات وتقنية المعلومات الصادر عن الاتحاد الدولي للاتصالات[29]. هذا التقدم يعكس حجم الاستثمار الحكومي في قطاع الاتصالات والتقنية، ويؤكد التزام المملكة ببناء اقتصاد رقمي مزدهر ومتنوع. وتقدّر الدراسات أنه بحلول عام 2030م سيُسهم الذكاء الاصطناعي في اقتصاد المملكة بنحو (135) مليار دولار أمريكي (أي ما يعادل 506.25 مليار ريال سعودي)، مما يجعل المملكة أكبر المستفيدين من تقنيات الذكاء الاصطناعي في الشرق الأوسط[30]. لذا، يُنظر إلى الذكاء الاصطناعي التوكيلي وغيرهم من حلول التقنية المتقدمة كفرص استراتيجية لرفع كفاءة القطاعات المختلفة وتحقيق التنمية المستدامة.

تمثل رؤية المملكة 2030 خارطة طريق طموحة للتحول الاقتصادي والاجتماعي، وتلعب تقنيات الذكاء الاصطناعي دوراً محورياً في تحقيق أهدافها. ووفقاً للهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي (سدايا) فإن (66) هدفا من أصل (96) هدفا من أهداف رؤية 2030 ترتبط بشكل مباشر أو غير مباشر بالبيانات والذكاء الاصطناعي, مما يؤكد المكانة المركزية لهذه التقنيات في مستقبل المملكة، وتشمل أبرز مواضيع رؤية 2030 المرتبطة بالذكاء الاصطناعي التوكيلي في ما يلي:

التحول الرقمي والاقتصاد المعرفي

في سياق التوجه نحو التحول الرقمي وبناء اقتصاد معرفي متقدم، تسعى المملكة العربية السعودية إلى ترسيخ نموذج اقتصادي متنوع ومستدام يعتمد على الابتكار والتقنيات الحديثة بوصفها محرّكات أساسية للنمو. وفي هذا الإطار، يُعد تبني الذكاء الاصطناعي التوكيلي خطوة محورية نحو تحقيق هذا الطموح، لما تمتلكه هذه التقنية من قدرات عالية على تعزيز الإنتاجية ورفع كفاءة الأداء وتوليد فرص نوعية في مجالات جديدة. إذ تسهم في إعادة تشكيل القطاعات التقليدية، مثل الصحة والتعليم. وفي الوقت ذاته تمهد هذه التقنيات الطريق لنشوء صناعات متقدمة قائمة على المعرفة والبيانات، بما يعزز من تنافسية الاقتصاد الوطني، ويُسهم في تنويع مصادر الدخل بعيداً عن الاعتماد على الموارد الطبيعية.

تحسين جودة الخدمات الحكومية

تسعى رؤية 2030 إلى بناء حكومة فاعلة ويمكن للذكاء الاصطناعي التوكيلي أن يسهم في تحقيق هذا الهدف من خلال أتمتة الإجراءات الحكومية وتسريعها، وتقديم خدمات استباقية للمواطنين والمقيمين، وتحسين كفاءة اتخاذ القرار وتخصيص الموارد. ويتوقع أن يعمل الذكاء الاصطناعي التوكيلي على إحداث تحولات جذرية في أداء القطاع الحكومي عبر أتمتة العمليات الإدارية المتكررة لتقليل ملايين من ساعات العمل سنوياً، وتحليل البيانات الضخمة لدعم صناعة القرار القائم على الأدلة، إضافة إلى تقديم خدمات حكومية تتنبأ باحتياجات المواطنين، وتعزيز الشفافية والمساءلة في مختلف الإجراءات الحكومية.

تطوير رأس المال البشري

تركز رؤية 2030 على بناء قدرات المواطنين وتأهيلهم للمستقبل، ويمكن للذكاء الاصطناعي التوكيلي أن يسهم في تخصيص التعليم وفق الاحتياجات الفردية، وتطوير مهارات جديدة تتماشى مع متطلبات سوق العمل المستقبلي، ودعم التعلم مدى الحياة والتدريب المستمر. كما تسهم هذه التقنية في بناء جيل جديد من الكفاءات الوطنية القادرة على قيادة الاقتصاد المعرفي، من خلال تخصيص التعليم وفق القدرات، وتطوير برامج تدريبية متقدمة في مجالات الذكاء الاصطناعي وعلوم البيانات، وإعادة تأهيل القوى العاملة للتكيف مع التحولات المستقبلية، إضافة إلى تعزيز ثقافة الابتكار والتعلم المستمر في المجتمع.

تعزيز جودة الحياة

تُعدّ جودة الحياة من الركائز الأساسية التي تُعنى بها رؤية المملكة 2030، إذ تسعى إلى توفير بيئة معيشية متكاملة تلبّي تطلعات المواطنين والمقيمين. وفي هذا السياق، يمكن للذكاء الاصطناعي التوكيلي أن يسهم بفاعلية في الارتقاء بمستوى جودة الحياة، من خلال تعزيز كفاءة الخدمات وتحسين التجربة اليومية للأفراد. وتُمكّن هذه التقنية من دعم اتخاذ القرار، وتحقيق الاستجابة الفورية للاحتياجات المتغيرة، إضافةً إلى بناء بيئات أكثر أماناً وذكاءً، بما ينعكس إيجابياً على رفاهية المجتمع واستدامة التنمية.

زيادة الناتج المحلي

تسعى المملكة العربية السعودية إلى تعزيز الناتج المحلي الإجمالي من خلال تبني التقنيات الذكية، وهو ما يعكس رؤية واضحة تربط بين الذكاء الاصطناعي والأهداف الاقتصادية القابلة للقياس، باعتباره محرك مباشر للنمو وليس مجرد تطور تقني. ويعزز هذا التوجه تبني سياسات واستثمارات استراتيجية في البنية التحتية الرقمية، مثل شبكات الجيل الخامس ومراكز البيانات، وإنشاء كيانات متخصصة في الذكاء الاصطناعي. ومن جهة أخرى، يتيح الذكاء الاصطناعي التوكيلي فرص واعدة لتطوير قطاعات اقتصادية جديدة عالية القيمة، ويسهم في بناء اقتصاد متنوع ومستدام. ووفقاً لبعض التقارير، يمكن أن تضيف هذه التقنيات إلى الناتج المحلي الإجمالي ما يعادل نحو (12.5%) من الإجمالي المستهدف بحلول عام 2030م[30].

الاستراتيجية الوطنية للذكاء الاصطناعي وعلاقتها بالذكاء الاصطناعي التوكيلي

أطلقت المملكة العربية السعودية الاستراتيجية الوطنية للبيانات والذكاء الاصطناعي بإشراف سدايا[27] التي تهدف إلى توجيه جهود المملكة للاستفادة من البيانات والذكاء الاصطناعي في دفع عجلة النمو الاقتصادي وتحسين الخدمات، وتعد الاستراتيجية الوطنية للبيانات والذكاء الاصطناعي (NSDAI) المحرك الرئيسي لجهود المملكة في هذا المجال، وتتمحور الاستراتيجية حول خمسة أبعاد رئيسية:

الطموح: الوصول إلى مصاف أفضل الدول في الذكاء الاصطناعي.

الكفاءات: تطوير القوى العاملة الوطنية من خلال تدريب واستقطاب الخبراء والمختصين في البيانات والذكاء الاصطناعي عبر برامج تعليمية متقدمة ومبادرات وطنية.

الاستثمار: جذب تمويل فاعل ومستقر للفرص الاستثمارية المتميزة في البيانات والذكاء الاصطناعي.

البحث والابتكار: تمكين المؤسسات البحثية لتكون ضمن أعلى الدول في المساهمة في المنشورات العلمية المتميزة.

التنظيمات والمنظومة: تطوير حلول تنظيمية شاملة، بما في ذلك تنفيذ مشاورات مع القطاعات ذات العلاقة وتطبيق آليات التنظيم الذاتي والمشترك.

ويبرهن النهج متعدد الأوجه للاستراتيجية الوطنية للبيانات والذكاء الاصطناعي على فهم عميق بأن القيادة في تطبيقات الذكاء الاصطناعي تتطلب أكثر من مجرد رأس مال، بل يتجاوز ذلك إلى الالتزام ببناء منظومة محلية للذكاء الاصطناعي، مما يعزز الابتكار المستدام. بالإضافة إلى ذلك تركز الاستراتيجية على عدة قطاعات ذات أولوية لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي، وهي: قطاع التعليم، والقطاع الحكومي، والقطاع الصحي، وقطاع الطاقة، وقطاع النقل والمواصلات. ويعكس التطبيق المستهدف للذكاء الاصطناعي عبر هذه القطاعات الوطنية الأساسية تحديداً استراتيجياً للأولويات، مما يزيد من تأثير الذكاء الاصطناعي التوكيلي على أهداف رؤية 2030 المتعلقة بالتنويع وتحسين جودة الحياة. هذا التركيز يسمح بتخصيص الموارد بشكل مكثف وتطوير حلول ذكاء اصطناعي توكيلي متخصصة في معالجة التحديات والفرص الوطنية المحددة، مما يضمن نشرها بشكل عملي وبتأثير عالٍ.

حالة الذكاء الاصطناعي التوكيلي في المملكة العربية السعودية

تتبنى المملكة العربية السعودية استراتيجية شاملة لتطوير تقنيات الذكاء الاصطناعي، يقودها تعاون وثيق بين الجهات الحكومية والاستثمارية، وتقوم سدايا بدور المنظم والممكن لقطاع البيانات والذكاء الاصطناعي، فهي تضع الاستراتيجيات الوطنية والسياسات وتشرف على المبادرات الكبرى، فعلى سبيل المثال، أطلقت سدايا **علّام** النموذج اللغوي العربي الكبير بحجم سبعة مليارات معامل، وأتاحته للباحثين عبر منصة هاجينغ فيس (Hugging Face) دعماً للغة العربية في تطبيقات الذكاء الاصطناعي، مما يمهد الطريق لتطوير الذكاء الاصطناعي التوكيلي أكثر فهماً للغة العربية.

كما أعلن صندوق الاستثمارات العامة (PIF) عن تخصيص ما يصل إلى (40) مليار دولار أمريكي (أي ما يعادل 150 مليار ريال سعودي) للاستثمار في الذكاء الاصطناعي محلياً وعالمياً. ومن هذا المنطلق أنشأ صندوق الاستثمارات العامة الشركة السعودية للذكاء الاصطناعي –سكاي (SCAI)– كشركة وطنية لتطوير حلول الذكاء الاصطناعي المتقدمة في المملكة وتُعد سكاي الذراع التطبيقي الذي يُنفّذ مشاريع الذكاء الاصطناعي ويدعم مختلف القطاعات بأحدث التقنيات.

بالإضافة إلى ذلك، تم إطلاق شركة هيومين (HUMAIN) في مايو 2025م بهدف تطوير وإدارة حلول وتقنيات الذكاء الاصطناعي والاستثمار في منظومة هذا القطاع على نطاق عالمي. وستعمل هيومين على تقديم نماذج ذكاء اصطناعي حديثة، وبناء الجيل الجديد من البنية التحتية للحوسبة ومراكز البيانات وتسريع تبنّي تقنيات الذكاء الاصطناعي في مختلف المجالات. وتخطط هيومن بالتعاون مع شركة أمازون ويب سيرفيسز (AWS) لإنشاء منصة موحدة للذكاء الاصطناعي التوكيلي تشمل برمجيات الذكاء الاصطناعي للاستفادة منها في القطاعين العام والخاص، وذلك ضمن منطقة حوسبة سحابية خاصة يجري تطويرها باستثمار مشترك يبلغ خمسة مليارات دولار أمريكي (أي ما يعادل 18.75 مليار ريال سعودي)[31]. هذه الخطوة المبتكرة تستهدف توفير سوق موحّد للذكاء الاصطناعي التوكيلي وتمكين الجهات الحكومية والشركات من تبنّيها بسهولة مستقبلاً.

كما برزت شركات محلية ناشئة تركز بشكل خاص على تطوير الذكاء الاصطناعي التوكيلي، وتهدف إلى تطوير منتجات ومحركات وحلول ذكاء اصطناعي توكيلي متقدمة تخدم الأسواق المحلية بالإضافة إلى الأسواق الحكومية على حد سواء. وتصف هذه الشركات نفسها بأنها منصات ابتكار سعودية المنشأ ذات توجه عالمي تسعى إلى ابتكار حلول ذكاء اصطناعي جاهزة للمستقبل للإسهام في دفع مسيرة التحول الرقمي في المملكة العربية السعودية. ويعكس ظهور مثل هذه الشركات إلى جانب الشركات المتخصصة في حلول الذكاء الاصطناعي، نمواً محلياً واعداً يمكنه تعزيز قدرة المملكة على تطوير حلول ذكاء اصطناعي توكيلي مخصصة لتلبية احتياجات السوق السعودي.

إن واقع الذكاء الاصطناعي التوكيلي في المملكة العربية السعودية يشهد انطلاقة قوية مدعومة بتجارب تشغيلية حقيقية ومبادرات وطنية تعكس تبنّياً مبكراً لهذه التقنية. فضلاً عن رؤى طموحة تهدف إلى تطوير حلول ذكاء اصطناعي توكيلي أكثر استقلالية وتكاملاً في مختلف القطاعات. ورغم أن بعض هذه المبادرات لا تزال قيد التنفيذ، إلا أنها ترسم ملامح مستقبل يُصبح فيه الذكاء الاصطناعي التوكيلي عنصراً محورياً في منظومة العمل في مجالات مثل الحكومة، والصحة، والتعليم، والطاقة.

وتتبع المملكة نهجاً متوازناً في هذا المجال، يبدأ بتجارب محدودة لاختبار جاهزية التقنية محلياً، بالتوازي مع بناء الأطر التنظيمية والاستراتيجية التي تضمن الاستخدام المسؤول والفاعل. وعند نضج هذه التجارب، يُتوقع أن يتسع نطاق التبني تدريجياً ليشمل تطبيقات أكثر تعقيداً تعتمد على حلول ذكاء اصطناعي توكيلي قادرة على أداء مهام متعددة بشكل ذاتي وفاعل.

وبهذا الأسلوب، تجمع المملكة بين التحفظ المهني وعدم التسرع في اعتماد تقنيات غير مجرّبة، وبين الجرأة الاستثمارية في بناء قدراتها الرقمية. وهو ما يظهر بوضوح في الدور المتنامي لجهات مثل سدايا، وهيئة الحكومة الرقمية، والشركات الوطنية المتخصصة، في تمكين هذه التحولات التقنية.

وفي هذا السياق، بدأت عدة جهات حكومية وشركات وطنية في إطلاق مبادرات لاختبار إمكانيات الذكاء الاصطناعي التوكيلي ضمن بيئات تجريبية مدروسة، كخطوة أولى نحو دمج هذه التقنيات في البنية المؤسسية والخدمية. ومن المتوقع أن تسهم هذه التجارب في بناء فهم محلي معمق حول قدرات الذكاء الاصطناعي التوكيلي، وتوفير نقطة بداية لتوسيع نطاق استخدامها مستقبلاً،بما يتوافق مع السياسات الوطنية والتنظيمات المعتمدة.

وضمن رؤية المملكة للمدن الذكية، مثل مدينة نيوم ومشاريع البحر الأحمر، يُتوقّع أن يلعب حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي دوراً محورياً في إدارة الطاقة والمرافق من خلال نشر حلول ذكية تتحكم في أنظمة الإنارة، والتكييف، والمياه بناءً على بيانات احتياجات السكان في الوقت الفعلي بهدف تحقيق كفاءة استهلاك الطاقة ورفع مستوى الاستدامة.

وتشير هذه المبادرات المتقدمة إلى أن المملكة العربية السعودية تمضي بخطى استراتيجية نحو بناء منظومة وطنية متكاملة للذكاء الاصطناعي التوكيلي، تُعزز الكفاءة، وتدعم اتخاذ القرار الذكي، وتواكب طموحات التحول الرقمي، بما ينسجم مع أهداف رؤية السعودية 2030 في الابتكار والاستدامة.

رابعاً: تطبيقات الذكاء الاصطناعي التوكيلي في القطاعات المختلفة

يشهد العالم تطوراً متسارعاً نحو الذكاء الاصطناعي التوكيلي إذ تمثل هذه الأنظمة حقبة جديدة في مجال الذكاء الاصطناعي التوليدي، إذ لم تعد تقتصر على تقديم المعلومات أو الاستجابات فحسب، بل باتت قادرة على اتخاذ إجراءات ذاتية ومعالجة مهام معقدة دون تدخل بشري مباشر.

كما تُظهر الاستطلاعات تبني واسع من قبل صناع القرار حيال هذه التطورات المتسارعة؛ إذ يتوقع أن تُنجز حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي (56%) من تفاعلاتهم مع المؤسسات خلال (12) شهراً فقط، لترتفع النسبة إلى (68%) في غضون ثلاث سنوات، مما يدل على السرعة الكبيرة التي يُتوقع أن ينتشر بها الاعتماد على هذه الحلول[32]. كل ذلك دفع الدول حول العالم –بما فيها المملكة العربية السعودية– إلى الاهتمام المتزايد بهذه التقنية واستشراف تطبيقاتها عبر القطاعات المختلفة لتعظيم الاستفادة منها في تعزيز الكفاءة والمرونة.

يستعرض هذا القسم حالات الاستخدام القطاعية للذكاء الاصطناعي التوكيلي. ويشمل ذلك التطبيقات الفعلية والمتوقعة مع تحليل الأثر المحتمل على كل قطاع وذلك بالاعتماد على نظام التصنيف السعودي الموحد للأنشطة الاقتصادية[33] الذي يمثل النسخة الوطنية المعدّلة من التصنيف الصناعي الدولي الموحد لجميع الأنشطة الاقتصادية (ISIC) المعتمد من الأمم المتحدة[34]، حيث يُعد دليلاً مرجعاً تنظيمياً يُستخدم لتوحيد تصنيف الأنشطة الاقتصادية في المملكة العربية السعودية، ويُسهم في تسهيل جمع وتحليل البيانات بطريقة منهجية وموثوقة.

الخدمات الصحية

قطاع الصحة من أكثر القطاعات ارتباطاً بالبشر وحاجاتهم الحرجة وهو غني ببيانات معقدة ويستلزم دقة عالية وسرعة في الأداء, ما يجعله ميداناً مثالياً لتطبيق حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي بحرص وحكمة. يشمل هذا القطاع الخدمات الطبية بمختلف أنواعها مثل التشخيص والعلاج والرعاية صحية، إضافة إلى خدمات كالرعاية المجتمعية والإرشاد الاجتماعي. ومع تطور حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي، يُرتقب أن ينتقل النظام الصحي إلى مستوى أعلى من الأتمتة المتناغمة التي تحافظ على العنصر البشري وترفع كفاءة الرعاية في الوقت ذاته.

وفي المملكة العربية السعودية، يمثل تبني التقنيات الصحية المتقدمة جزءاً من استراتيجية تحسين جودة الحياة؛ وقد بدأت بالفعل مستشفيات ومراكز طبية في استخدام حلول الذكاء الاصطناعي لأغراض التشخيص وإدارة المرضى[35]، ومن المتوقع أن تتسع هذه التطبيقات مدعومةً بسياسات التحول الرقمي في الصحة كمنصة صحة، والسجل الصحي الموحد.

حالات الاستخدام

- **مساعدة الأطباء في التشخيص والعلاج:** نظام ذكاء اصطناعي توكيلي يشبه المستشار الطبي الملم بملايين الحالات الطبية والمراجع العلمية. عند إدخال معلومات المريض كالأعراض، ونتائج التحاليل يقوم النظام بتحليلها سريعاً بمقارنتها مع أنماط معروفة، ويقترح على الطبيب قائمة تشخيصات محتملة مرتبة حسب الاحتمالية مع تبرير لكل منها، وكذلك يقترح خططاً علاجية قياسية لكل احتمال. على سبيل المثال، لو أدخل طبيب أشعة سينية لصدر مريض مع بياناته كالعمر، والتاريخ المرضي، ينبه النظام إلى وجود نمط في الصورة يشير إلى بداية التهاب رئوي في منطقة قد يغفلها الطبيب، وفي قسم الطوارئ، قد يشير النظام إلى احتمال جلطة قلبية بعد إدخال العلامات الحيوية وتخطيط القلب، ويطلب تجهيز الرعاية الفورية حتى قبل وصول الطبيب. هذا التكامل لا يهدف لاستبدال قرار الطبيب، بل لدعمه وتسريع وصوله للتشخيص الصحيح خاصة في الحالات المعقدة أو الطارئة.

- **الرعاية الصحية الافتراضية:** مع تصاعد استخدام الطب الاتصالي عالمياً، يمكن للذكاء الاصطناعي التوكيلي تحسين هذه التجربة، فعند تواصل المريض مع خدمة الاستشارة الطبية عبر نظام ذكاء اصطناعي توكيلي يجمع منه المعلومات الأولية بشكل محادثة سلسة، وربما يطلب منه رفع صور لجروح أو نتائج تحليل. ثم يحلل هذه المعطيات ويقرر ما إذا كانت الحالة بسيطة يمكنه إعطاء نصائح عامة بشأنها، أو أنها جديّة تتطلب تحويلاً فورياً لاستشارة طبيب بشري متخصص. وبالتالي، يساعد النظام في توجيه الطبيب بجمع المعلومات وترتيبها لتوفير ملخص ذكي لحالة المريض واستبعادات مبدئية قبل أن يبدأ الطبيب الاستشارة الفعلية.

- **إدارة سجلات وعمليات المستشفيات:** يعمل نظام ذكاء اصطناعي توكيلي كمدير نظم صحية في المستشفى، فهو يتابع تدفق المرضى في المستشفى وعدد المرضى في غرف الطوارئ، والأسرّة المشغولة في الأقسام الداخلية، وقائمة انتظار العمليات الجراحية. فإذا رصد النظام زيادة غير متوقعة في عدد المرضى في قسم الطوارئ، يقوم بتنبيه الإدارة وربما يقترح إجراءات تخفيفية كاستدعاء طاقم إضافي سريعاً أو تأجيل بعض العمليات غير الطارئة لتحويل طاقم التخدير لمساندة الطوارئ. كما يتابع النظام مخزون الأدوية والمستلزمات، فيصدر أوامر إعادة التخزين تلقائياً عند وصول المخزون لمستوى منخفض. بل ويمكنه أيضاً مراقبة معايير الجودة، فمثلاً إذا لاحظ ارتفاعاً في وقت الانتظار لأشعة الرنين المغناطيسي عن المعدل المقبول، ينبه رئيس القسم لإعادة توزيع الجهود أو فتح مواعيد إضافية. هذه الإدارة الذكية توفر على المستشفى تكاليف، وترفع مستوى خدماتها.

الأثر على القطاع

يمثل تبني الذكاء الاصطناعي التوكيلي في قطاع الصحة نقلة لرعاية صحية أكثر دقة وسرعة وشمولية، فعندما يحصل الأطباء على دعم تحليلي ذكي، تقل احتمالية التشخيصات الخاطئة أو إغفال نتائج حرجة، وبالتالي يحصل المرضى على العلاج المناسب بشكل أسرع وأكثر دقة. وتشير إحدى التجارب في قطاع الصحة الإلكترونية إلى أن أتمتة عمليات التحقق والدمج بين الأنظمة قللت تكلفة التفاعل الواحد بحوالي دولارين أمريكيين (نحو 7.5 ريال سعودي)[36]، وهو توفير ضخم عند تطبيقه على آلاف العمليات. هذا يعني أن حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي لا توفر الوقت فقط بل المال أيضاً من خلال تقليص الحاجة لموظفين إداريين أو فنيين للقيام بمهام روتينية، مثل إدخال البيانات أو تنسيق الجداول.

من جهة المرضى، يُسهم وجود حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي في تعزيز تجربة المريض، فالتنبيهات الآلية بمواعيد الدواء أو الفحص، وخدمات الاستشارة السريعة، كلها تزيد من رضا المرضى و التزامهم بالعلاج. كذلك فإن الخدمات الافتراضية تقلل من زيارات المستشفى غير الضرورية[36]، مما يفيد المرضى خاصة من ذوي الحركة المحدودة أو الذين يعيشون في المناطق النائية، وهذا يحقق قدراً أكبر من شمول الرعاية الصحية للمجتمع.

وعلى صعيد المرونة والاستجابة للأزمات، فإن وجود الذكاء الاصطناعي التوكيلي يمكّن من إعادة توجيه الموارد الصحية بسرعة عند حصول ارتفاع مفاجئ في مرض معدٍ، من خلال رصد الأنماط غير المعتادة في بيانات المستشفيات. أيضاً يعزّز هذا النهج استدامة النظام الصحي وخفض الهدر الإداري، وتحسين إدارة المخزون الطبي، وتقليل إرهاق الكوادر البشرية عبر أتمتة المهام الشاقة ذهنياً كالتوثيق وتحديث السجلات.

ورغم هذه الفوائد، يبقى العنصر الإنساني مهماً خاصة في الرعاية الصحية المباشرة، إذ أن التواصل العاطفي والتعاطف جزء لا يتجزأ من عملية الشفاء. لذا فإن الحل المثالي هو أن يحل نظام الذكاء الاصطناعي التوكيلي محل المساعد الإداري أو التحليلي في الفريق الطبي، بينما يستمر الأطباء والممرضون في أداء دورهم الجوهري في رعاية المرضى مدعومين بأفضل الأدوات. وقد لخّص أحد التقارير هذه العلاقة التكاملية بالقول إن الذكاء الاصطناعي التوكيلي يمكنه توفير كفاءة غير مسبوقة، لكن اللمسة الإنسانية ستظل على الأقل في المستقبل القريب[32].

التصنيع

يعتبر قطاع التصنيع من أكثر القطاعات التي يمكنها الاستفادة من الذكاء الاصطناعي التوكيلي ، خاصة في ظل التوجهات نحو أتمتة المصانع وتطبيق مفاهيم الصناعة الرابعة (Industry 4.0). ويُعد الذكاء الاصطناعي التوكيلي عنصراً محورياً في هذا التحول عبر إضافة مستويات جديدة من المرونة والذاتية إلى خطوط الإنتاج وأنظمة الإدارة الصناعية، بما يعزّز الكفاءة ويُحسن القدرة على اتخاذ القرارات في الوقت الفعلي.

وتتسم بيئات التصنيع بطبيعتها بدرجة عالية من التعقيد والتغيّر، نتيجة الحاجة إلى إدارة آلات عديدة، والتعامل مع سلاسل توريد عالمية وطلبات متغيرة، مما يجعلها بيئة مثالية لتوظيف حلول ذكاء اصطناعي توكيلي قادرة على مراقبة مختلف عناصر منظومة الإنتاج، واتخاذ قرارات فورية لضبط العمليات، وإدارة الصيانة، وتحسين سلسلة التوريد بمرونة واستباقية. وفي هذا السياق، أظهرت دراسات حديثة أن كثير من الشركات التقنية الكبرى بدأت في تطوير حلول ذكاء اصطناعي توكيلي مخصصة للصناعة، صُمموا ليتكاملوا بسلاسة مع بيئات الإنتاج المتقدمة، بما يسهم في تسريع تبنّي التحول الرقمي في المصانع، وتقليل المخاطر التشغيلية المرتبطة بالأتمتة التقليدية.

وفي المملكة العربية السعودية، يعكس التوجه نحو تعزيز قدرات الصناعة الرقمية التزاماً استراتيجياً بتعزيز المحتوى التقني في الإنتاج الصناعي. إذ تدعم بعض البرامج مثل برنامج تطوير الصناعة الوطنية والخدمات اللوجستية (NIDLP) رؤية 2030 عبر تشجيع تبني تقنيات الصناعة الرابعة والذكاء الاصطناعي في خطوط الإنتاج، بما يعزز تنافسية المنتجات السعودية وينوّع مصادر الدخل.

حالات الاستخدام

- **سلاسل الإمداد والشراء الذكي:** تعتبر المشتريات وإدارة الموردين من أهم وظائف الصناعة التحويلية، ويمكن لحلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي تحليل بيانات الأسعار والعروض ومواعيد التوريد لمئات الموردين، وإجراء مناقصات ذاتية لاختيار أفضل العروض وتأمين المواد الخام بناءً على الأسعار. وتشير إحدى الدراسات الاستطلاعية إلى أن نسبة عالية من قادة المشتريات عالمياً يخططون أو بدأوا بالفعل باستخدام حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي لتحسين العمليات التشغيلية[24]، ما يعكس الثقة العالية بقدرة هذه التقنية على توفير التكلفة والوقت بشكل كبير.

- **الصيانة التنبؤية وإدارة المصانع:** تلعب حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي دور المشرف الآلي على خطوط الإنتاج، فهي تجمع باستمرار بيانات أداء الآلات –مثل: درجة الحرارة والاهتزاز ومعدلات الإنتاج– وتستخدم خوارزميات تنبؤية لاكتشاف الأعطال قبل حدوثها. وفي حال رصد إشارة لخطر ما، تبادر بجدولة صيانة وقائية في الوقت المناسب وإبلاغ فرق الصيانة أو طلب قطع غيار تلقائياً. وبالتالي التقليل من مدة توقف الآلات غير المخطط لها ويحسن من عمرها التشغيلي. كما يمكن لهذه الحلول إعادة ضبط جداول الإنتاج فورياً عند تعطل آلة ما يعيد توزيع المهام على آلات أخرى لتفادي أي تأخير في تلبية الطلبات.

- **التحكم المرن في خطوط الإنتاج:** في المصانع ذات الإنتاج المتنوع –إلكترونيات أو منتجات استهلاكية– تعمل حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي دور المراقب والمنسق الذي يضبط إعدادات الآلات وتسلسل خطوات التصنيع وفقا لتغير الطلبات أو تصميمات المنتجات. فعلى سبيل المثال، يمكن لهذه الحلول قراءة أوامر التوريد الجديدة الواردة من العملاء أو من وكيل مسؤول عن المبيعات، ومن ثم إعادة برمجة الروبوتات وخطوط التجميع لتصنيع منتج بتشكيلة مختلفة أو مواصفات خاصة بسرعة ودون الحاجة لتدخل بشري. ويساعد هذا النوع من المرونة في الإنتاج زيادة القدرة التنافسية وتقليل الهدر بسبب تخصيص الموارد لتلبية الاحتياجات الفعلية لحظة بلحظة.

الأثر على القطاع

يُعد اعتماد الذكاء الاصطناعي التوكيلي في قطاع الصناعة خطوة نوعية نحو رفع الكفاءة التشغيلية، إذ تسهم هذه الأنظمة في أتمتة كثير من المهام، بدءاً من مراقبة خطوط الإنتاج ووصولاً إلى اتخاذ قرارات تشغيلية دقيقة دون الحاجة إلى تدخل بشري، ما يؤدي إلى تقليل فترات التوقف، ورفع كفاءة المعدات الإجمالية بفضل التحسين المستمر المعتمد على التحليل الفوري للبيانات. وتكمن القيمة الأساسية لهذه التقنية في قدرتها على العمل المتواصل دون انقطاع، الأمر الذي يُعزز جودة المنتج ويُقلل معدلات الهدر الناتجة عن الأخطاء البشرية أو الأعطال غير المتوقعة.

من جهة أخرى، تمنح هذه التقنية المصانع مرونة تشغيلية غير مسبوقة، إذ أصبح بالإمكان تعديل جداول الإنتاج وسلاسل الإمداد ذاتياً استجابةً لتغيرات السوق أو اضطرابات سلاسل التوريد. ويُعد هذا المستوى من التكيّف اللحظي أحد الركائز الرئيسة لما يُعرف بالتصنيع المعرفي الذي تُتخذ فيه القرارات التشغيلية بناءً على تحليل البيانات مباشرة، ما يمكن من التفاعل الفوري مع المتغيرات ويعكس انتقال الصناعة من بيئة تقليدية إلى منظومة إنتاجية ذكية قائمة على البيانات والقرارات المؤتمتة.

ولا يقتصر الأثر الإيجابي للذكاء الاصطناعي التوكيلي على الكفاءة والمرونة فقط بل يمتد أيضاً إلى دعم أهداف الاستدامة الصناعية. فعند دمج هذه التقنية مع تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) وأنظمة تخطيط الموارد المؤسسية (ERP)، تُسهم في تحسين إدارة الموارد وتقليل استهلاك الطاقة عن طريق رفع كفاءة تتبع سلاسل الإمداد، وتقليص المفقود من المواد الخام. تُعد هذه التأثيرات دليلاً واضحاً على أن التحول نحو الذكاء الاصطناعي التوكيلي في الصناعة عبارة عن تحولاً استراتيجياً يعيد تعريف الكفاءة والاستدامة في بيئات الإنتاج.

التعليم

تُعد العملية التعليمية بطبيعتها عملية تواصلية تهدف إلى نقل المعرفة وتبادلها على المستويين الفردي والجماعي. ومع التقدم المتسارع في تقنيات التعليم الإلكتروني وظهور أدوات الذكاء الاصطناعي، أصبح من الممكن تخصيص المحتوى التعليمي بما يتناسب مع قدرات كل طالب وسرعة استيعابه، وهو ما يصعب تحقيقه في البيئات التعليمية التقليدية ذات كثافة طلابية مرتفعة.

وفي هذا الإطار، تبرز أهمية الذكاء الاصطناعي التوكيلي باعتبارها أداة مساعدة شبه شخصية توفر دعماً مستمراً لكل من الطلاب والمعلمين عبر تقديم محتوى تعليمي مخصص، وتعزيز المتابعة الفردية، وتحفيز التفاعل في العملية التعليمية. وفي المملكة العربية السعودية التي تشهد جهوداً متسارعة لتطوير منظومة التعليم ضمن استراتيجيات وطنية منها استراتيجية تطوير التعليم العام، ومبادرات رقمنة المناهج الدراسية، يُمثّل توظيف الذكاء الاصطناعي التوكيلي خطوة محورية لتعزيز جودة المخرجات التعليمية وتحسين تجربة التعلّم، بما يواكب التوجهات المستقبلية للتعليم.

حالات الاستخدام

- **المساعد الخصوصي الافتراضي:** نظام ذكاء اصطناعي توكيلي يتفاعل مع الطالب عبر المنصات التعليمية الرقمية، ويؤدي دور المدرس المساعد في تقديم الشروحات المبسّطة والإجابة على الاستفسارات الفردية في أي وقت. فعلى سبيل المثال، إذا أخفق الطالب في حل مسألة رياضية، يمكن للنظام تحليل خطواته وتحديد مواضع الخطأ، ومن ثم تقديم تلميحات موجهة أو يشرح الحل صوتياً أو كتابياً. ويتميّز النظام بقدرته على تكييف الشرح بما يتناسب مع مستوى فهم الطالب، وإعادة الشرح عند الحاجة قبل الانتقال إلى موضوعات أكثر تقدّماً. إضافة إلى ذلك، يتميز النظام بقدرته على الرصد المستمر لأداء الطالب وقياس نقاط قوته وضعفه وتخصيص مساراً تعليمياً يتناسب معه.

- **مستشار شؤون الطلاب:** نظام ذكاء اصطناعي توكيلي مخصص لإرشاد الطالب في المسار التعليمي والمهني في المراحل الثانوية أو الجامعية، إذ يواجه الطلاب تحديات عند اختيار التخصصات أو المواد الدراسية التي يمكن المساعدة بها عبر تحليل أداء الطالب الأكاديمية وميوله –مثل: بيانات الدرجات، والاهتمامات الشخصية، والأنشطة التي يشارك فيها– ومن ثم مقارنتها مع قواعد بيانات سوق العمل ومتطلبات المهارات المستقبلية للتقديم مقترحات بالمسار الأنسب للطالب. فعلى سبيل المثال، قد يوصي النظام طالباً متفوقاً في الرياضيات ولديه اهتمامات برمجية بالتخصص في علوم البيانات. كما يتيح تنبيه للطالب لفرص التدريب أو المنح الدراسية الملائمة لملفه الشخصي، ويقدّم المساعدة المؤتمتة في إجراءات التقديم. وعليه يمكن أن يُسهم هذا النمط في تقليل الفجوة بين مخرجات التعليم واحتياجات سوق العمل.

- **إدارة المهام التعليمية:** نظام ذكاء اصطناعي توكيلي يساعد على تخفيف الأعباء الإدارية عن المعلمين والإداريين في المدارس عن طريق أداء المهام التنظيمية كإعداد الجداول الدراسية أو تنسيق مواعيد الاختبارات. فمثلاً يمكن للنظام جمع تفضيلات المعلمين والطلاب المتعلقة بجداول الحصص لإنتاج جدول دراسي أسبوعي محسّن يراعي تلك التفضيلات قدر الإمكان، مع ضمان عدم تعارض جداول المعلمين وتوزيع الحصص الصعبة بشكل متوازن في اليوم الواحد. كما يمكنه الاستجابة بسرعة للظروف الطارئة كغياب أحد المعلمين بشكل طارئ، إذ يعيد ترتيب الجدول تلقائياً أو يكلّف معلماً بديلاً لتغطية الحصص.

الأثر على القطاع

يُعد إدخال حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي في التعليم خطوة محورية نحو تعزيز جودة العملية التعليمية وتحسين مخرجاتها. إذ تسهم في توفير دعم شخصي مستمر لتعميق فهم الطالب للمحتوى الدراسي، ومعالجة الفجوات المعرفية بفاعلية، الأمر الذي يساعد في رفع مستوى التحصيل الأكاديمي ويُقلّص الفوارق الفردية بين الطلاب. كما تضيف التغذية الراجعة الفورية التي تقدمها حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي بعداً تفاعلياً ويجعل تجربة التعليم ملاءماً لجيل اعتاد على الاستجابة السريعة في البيئات الرقمية.

أما بالنسبة للمعلمين، فإن أتمتة المهام الإدارية والروتينية تُمكّنهم من تخصيص وقتهم وجهودهم للتركيز على الجوانب التربوية أسمى كابتكار أساليب شرح جديدة، أو متابعة الحالات التعليمية الفردية التي تتطلب تدخلاً بشرياً خاصاً. ومن منظور المرونة، أثبتت جائحة كورونا الحاجة إلى أنظمة تعليمية متكاملة قادرة على التكيف مع الظروف الطارئة، وهنا تبرز أهمية الذكاء الاصطناعي التوكيلي كعنصر يضمن استمرار الدعم التعليمي للطلاب، سواء في بيئات الحضور المباشر أو التعليم عن بُعد.

وعلى صعيد الاستدامة، تُسهم هذه التقنيات في الحد من استنزاف الموارد الموارد عبر التحول نحو التعليم الرقمي –مثل: تقليل الأوراق المطبوعة بالواجبات والامتحانات من خلال التصحيح الإلكتروني الذكي. وفيما يتعلق بالتحول الرقمي، فإن تبني الذكاء الاصطناعي التوكيلي يعزز من اعتماد التعليم على البيانات والتحليلات الدقيقة في اتخاذ القرارات التربوية، بدءاً من المستوى الصفي كدعم المعلمين في فهم احتياجات الطلاب ومتابعة أدائهم، ووصولاً إلى المستوى التنظيمي عبر تمكين صناع القرار من تطوير سياسات تعليمية بناءً على رؤى واضحة حول أساليب التعلم الأكثر فاعلية.

ورغم ما سبق، يظل دور المعلم البشري أساسياً في المنظومة التربوية لما يتطلبه التعليم من تفهّم إنساني وقدرة على الإلهام والتوجيه. غير أن وجود حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي كأدوات مساعدة سيعيد تشكيل دور المعلم ليصبح أشبه بالمرشد والمنسق الذي يستفيد من قدرات الذكاء الاصطناعي لتقديم تجربة تعليمية أكثر عمقاً وإثراءً للطلاب[9].

الطاقة

يعتبر قطاع الطاقة بيئة مثالية لتوظيف الذكاء الاصطناعي التوكيلي، نظراً لتعقيد عملياته وتنوع مصادره. إذ يمكن لهذه التقنية تحليل البيانات التشغيلية مثل أنماط الاستهلاك والأحمال على الشبكات، واتخاذ قرارات لحظية لضبط التوازن بين الإنتاج والطلب، أو التعامل تلقائياً مع الحالات الطارئة. وفي المملكة العربية السعودية، ومع استمرار الجهود لتحسين كفاءة قطاع الطاقة وخفض الاستهلاك ضمن برامج مثل برنامج تطوير قطاع الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، فإنه يُمكن للذكاء الاصطناعي التوكيلي دعم هذه الجهود وتحسين كفاءة الشبكات، وخفض التكاليف التشغيلية، وتعزيز تكامل مصادر الطاقة التقليدية والمتجددة.

حالات الاستخدام

- **إدارة الشبكات الذكية للطاقة:** تعمل حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي على مراقبة الشبكة الكهربائية لحظياً، فيقومون بتحليل بيانات الاستهلاك من ملايين العدادات الذكية وأيضاً بيانات التوليد من محطات الطاقة أو الخلايا الشمسية. وعندما تكتشف تغيرات مفاجئة كارتفاع حاد في الطلب في منطقة ما، تبادر بإعادة توزيع الحمل على الشبكة أو تشغيل وحدات توليد احتياطية لتحقيق التوازن ومنع الانقطاعات. وبالمثل، إذا رصدت فائضاً في التوليد، فستعمل على توجيه هذا الفائض إلى أنظمة التخزين أو إلى منشآت صناعية قادرة على استيعاب الزيادة في الاستهلاك، مما يقلل الهدر ويحافظ على استقرار التردد الكهربائي.

- **الصيانة التنبؤية لشبكات المرافق:** تعمل حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي كمراقب دائم للبنية التحتية التي تتضمن: محطات التوليد، وشبكات توزيع الكهرباء وأنظمة إمدادات الغاز. إذ تعمل على تحليل بيانات أجهزة الاستشعار كالاهتزاز والضغط ودرجات الحرارة، للكشف المبكر عن الأنماط التي تشير إلى احتمالية حدوث أعطال. فعلى سبيل المثال، عند رصد ارتفاع غير معتاد في اهتزازات أحد التوربينات الغازية تعمل هذه الحلول على إرسال أمر لإجراء فحص عاجل، وقد تتخذ إجراءً بإعادة توزيع الأحمال على وحدات أخرى لتخفيف الضغط عن التوربين المعني. ويسهم هذا النمط من الصيانة الاستباقية في تقليل حالات الانقطاع المفاجئ، ورفع مستوى موثوقية الخدمة المقدّمة للمستهلكين.

- **إدارة الطلب وضبط الأحمال:** يمكن نشر الذكاء الاصطناعي التوكيلي لدى المستهلكين الرئيسيين كالمصانع أو المجمعات التجارية لتمكينهم من إدارة أحمالهم بالتنسيق المباشر مع مزوّدي الكهرباء. فعلى سبيل المثال، تقوم حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي داخل المصنع على تحليل أنماط الإنتاج والاحتياجات الفعلية، والمتابعة عن حالة الشبكة لرصد حالات الطلب المتزايد على الشبكة التي عند حدوثها تعمل على تأجيل تشغيل المعدات غير أساسية لفترة قصيرة لتخفيف الحمل –ضمن إطار اتفاقيات إدارة الطلب. هذه العملية تتم تلقائياً وبشكل تفاعلي وفوري بين الوكلاء المتخصصين، ما يسهم في استقرار الشبكة، ويوفّر تكاليف إضافية على المستهلك مقابل التزامه بالتعاون في ضبط الأحمال.

الأثر على القطاع

يُعد تحسين الكفاءة التشغيلية ورفع موثوقية الخدمات من أبرز آثار تبنّي الذكاء الاصطناعي التوكيلي في قطاع الطاقة، فهي تُمكّن من المعالجة الفورية للقرارات دون تدخل بشري، ما يُسهم في تسريع الاستجابة للأعطال أو لتغيرات الطلب، وبالتالي تقليل فترات انقطاع الطاقة وتحسين استمرارية الخدمة. كما تتيح التوازن الديناميكي بين الإنتاج والاستهلاك، ما يقلل هدر الطاقة في الشبكات في خطوط النقل أو تسربات الغاز غير المكتسبة فضل قدرات الرصد المبكر والمعالجة السريعة.

ومن جانب آخر، يُعزز تبني الذكاء الاصطناعي التوكيلي قدرة الشبكات على دمج مصادر الطاقة المتجددة، نظراً لما تتيحه هذه التقنيات من مرونة في التعامل مع الطبيعة المتقلبة لتوليد الطاقة كالشمس أو الرياح عبر تنسيق عمليات التخزين أو تفعيل مصادر احتياطية بشكل فوري للضمان استقرار الإمدادات.

أما على صعيد المرونة التشغيلية، توفّر هذه التقنية لشركات المرافق قدرة على التكيّف مع أحوال التشغيل المختلفة عن طريق تطبيق إجراءات معدّة مسبقاً لكن تُنفّذ بذكاء سياقي حسب الحالة. وتُسهم هذه التقنية كذلك في تحقيق أهداف الاستدامة، سواء عبر خفض الانبعاثات عن طريق رفع كفاءة تشغيل المحطات، أو بتمكين مشاركة المستهلك في جهود ترشيد استهلاك الطاقة عبر أنظمة إدارة الطلب المؤتمتة. وفي سياق التحول الرقمي، يُرسّخ تبنّي الذكاء الاصطناعي التوكيلي ثقافة اتخاذ القرار القائم على البيانات، ويدفع إلى تطوير البنية التحتية الرقمية داعمة كالعدادات الذكية وشبكات الاتصال عالية الاعتمادية، لتتوافق مع متطلبات الأتمتة المتقدمة.

وعموماً، يتوقّع خبراء القطاع أن يصبح الذكاء الاصطناعي التوكيلي عنصراً محورياً في بناء الشبكات الذكية المستقبلية القادرة على التعلم والتكيف الذاتي، بما ينعكس إيجاباً على مستوى الخدمة، ويُحقق فوائد مشتركة لمزوّدي الطاقة والمستهلكين على حدّ سواء.

الثروة النباتية والحيوانية

يُعد قطاع الثروة النباتية والحيوانية من المجالات الواعدة لتوظيف الذكاء الاصطناعي التوكيلي نظراً لما يواجهه هذا القطاع من تحديات تتعلق بتعزيز الإنتاجية وضمان الاستدامة. ويشمل هذا القطاع ما يُعرف بالأعمال الزراعية، أحد المجالات الرئيسية التي يتوقع أن تشهد تحولاً جذرياً بسبب قدرات الذكاء الاصطناعي التوكيلي. وتكمن أهمية هذه التقنية في قدرتهم على تحليل البيانات البيئية واتخاذ قرارات فورية داخل المزارع، والمراعي، ومصائد الأسماك، ما يُسهم في تحسين إدارة الموارد الطبيعية ورفع كفاءة العمليات الزراعية. وتكمن أهمية هذه التقنية في قدرتهم على تحليل البيانات البيئية واتخاذ قرارات فورية داخل المزارع، والمراعي، ومصائد الأسماك، ما يُسهم في تحسين إدارة الموارد الطبيعية ورفع كفاءة العمليات الزراعية.

وفي المملكة العربية السعودية، ومع الجهود المبذولة ضمن رؤية 2030 لتعزيز الأمن الغذائي وتنمية التقنيات الزراعية، يمكن للذكاء الاصطناعي التوكيلي أن يُقدّم حلولاً دقيقة وفاعلة لمواجهة التحديات التقليدية في القطاع، خاصة تلك المتعلقة بتقلبات المناخ وندرة الموارد المائية.

حالات الاستخدام

- **إدارة المحاصيل الذكية:** حلول ذكاء اصطناعي توكيلي تراقب حالة التربة والمحاصيل باستخدام مجسات أرضية وصور الأقمار الصناعية، وتنخذ قرارات فورية متعلقة عمليات الري والتسميد ومكافحة الآفات. تقوم هذه الحلول بتحليل كميات ضخمة من البيانات المناخية والزراعية لضبط أنظمة الري بدقة وفق احتياجات النبات الفعلية، ما يعزز كفاءة استخدام المياه ويرفع إنتاجية المحاصيل. ويمكّن التعلم المستمر والتكيف الدقيق لهذه الحلول، التعامل مع التحديات بشكل استباقي كالتنبؤ بظهور الآفات أو التقلبات المفاجئة في الطقس، واتخاذ الإجراءات الوقائية في الوقت المناسب.

- **إدارة الثروة الحيوانية:** استخدام حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي لمراقبة صحة الماشية وسلوكها عبر أجهزة الاستشعار وكاميرات المراقبة، إذ تقوم بتحليل بيانات مثل معدلات الحركة ودرجات الحرارة لاكتشاف أي مؤشرات مبكرة على الأمراض أو حالات الإجهاد. كما يمكنها إدارة عمليات التغذية تلقائياً وضبط بيئة الحظائر، بما في ذلك التحكم في التهوية والظروف المناخية الداخلية، بما يضمن توفير بيئة صحية ومستقرة تسهم في الحفاظ على صحة الحيوان وزيادة الإنتاجية.

- **الصيد المستدام وإدارة المحميات**: استخدام حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي في دعم الصيد المستدام وحماية التنوع البيولوجي عبر التكامل مع أنظمة الاستشعار عن بعد وتقنيات تتبع الأقمار الصناعية. فعند دمجها في منصات مراقبة الحياة البحرية أو البرية، يصبح بالإمكان تحليل أنماط الهجرة، ومواسم التكاثر، وتغيرات البيئة في الوقت الفعلي. كما يمكنها التنبؤ بتأثيرات التغير المناخي والأنشطة البشرية على المواطن البيئية الحساسة، واقتراح إجراءات وقائية كإعادة توزيع جهود الحماية أو تعديل حدود المناطق المحمية. وبالتالي يصبح القرار البيئي أكثر دقة واستباقية ويُسهم في الحفاظ على التوازن البيئي دون الإضرار بالعوائد الاقتصادية للقطاعات المعنية.

الأثر على القطاع

يسهم اعتماد الذكاء الاصطناعي التوكيلي في رفع كفاءة الإنتاج الزراعي والحيواني عبر أتمتة المهام التشغيلية ومراقبة الظروف البيئية والصحية في الوقت الفعلي. ففي القطاع الزراعي، تُوظَّف هذه التقنية لتحديد مواعيد الزراعة والحصاد المثلى وضبط استهلاك المياه والأسمدة بدقة، ما يقلّل من الهدر ويُحسن الإنتاجية. وفي الثروة الحيوانية، تُحلّل هذه التقنية بيانات التغذية والنشاط البدني، وتُراقب المؤشرات الصحية للقطيع، ما يُتيح التدخّل المبكر في حالات المرض أو الإجهاد، ويُحسّن جودة وسلامة المنتجات الحيوانية. وبالتالي تقليل التكاليف التشغيلية، وتحسين جودة المنتجات النباتية والحيوانية، وضمان سلامتها، مع تقليل الاعتماد على العمالة التقليدية.

كما توفّر هذه التقنية أدوات متقدّمة لرصد التغيرات البيئية والتكيّف مع تحديات المناخ والصحة، مثل التنبؤ بموجات الجفاف أو تفشي الآفات، واقتراح إجراءات استباقية للحد من الخسائر. وفي قطاع الثروة الحيوانية، يُساعد الذكاء الاصطناعي التوكيلي على اكتشاف العدوى أو الاختلالات الغذائية قبل ظهور الأعراض، ما يُعزز من صحة القطيع ويُقلّل الهدر في الموارد.

ويمتد أثر هذه التقنيات إلى دعم التحول الرقمي في المناطق الريفية من خلال ربط المنتجين بالأسواق، ومزوّدي الخدمات، والجهات الحكومية، ضمن منظومة متكاملة تُسهّل اتخاذ قرارات فورية قائمة على بيانات دقيقة حول الإنتاج وسلاسل التوريد. كما يُسهم الذكاء الاصطناعي التوكيلي في أتمتة التوثيق، والتنبؤ بالطلب، وتقديم توصيات لتحسين الكفاءة التشغيلية، بما يُمكّن صغار المزارعين والمربين من الوصول إلى حلول متقدّمة ويُقلّص الفجوة الرقمية بين المجتمع الريفي والحضري. ويُؤكد خبراء التنمية الريفية على أن الذكاء الاصطناعي التوكيلي يمكنه إعادة تشكيل مستقبل قطاع الزراعة والثروة الحيوانية ليُصبح أكثر مرونة واستدامة وتنافسية محلياً ودولياً.

المياه والصرف

يُعتبر قطاع الخدمات العامة، الذي يشمل المياه والصرف الصحي وإدارة النفايات، من القطاعات الحيوية التي تنعكس تطبيقات الذكاء الاصطناعي التوكيلي فيها بشكل مباشر على حياة الأفراد وجودة البيئة. وتشمل إدارة موارد المياه، ومعالجة مياه الصرف، والتعامل مع النفايات الصلبة وإعادة التدوير، عمليات معقدة تتطلب مراقبة دقيقة وتحكماً مستمراً لضمان الصحة العامة وتحقيق الاستدامة البيئية.

وتواجه مرافق المياه والصرف تحديات متعدّدة، مثل تسربات المياه، والتلوث، وتفاوت أنماط الاستهلاك، إلى جانب الحاجة إلى تحسين عمليات الفرز وإعادة التدوير وتقليل كميات النفايات المرسلة إلى المكبات. وهنا يأتي دور الذكاء الاصطناعي التوكيلي في أتمتة عمليات المراقبة والتحليل واتخاذ القرارات على مدار الساعة، بما يُسهم في رفع كفاءة التشغيل وتحسين جودة الخدمة.

وفي المملكة العربية السعودية, التي يُشكل الأمن المائي وتطوير قطاع المياه والصرف الصحي جزءاً رئيسياً من مستهدفات رؤية 2030، تبرز أهمية تبنّي الذكاء الاصطناعي التوكيلي كأداة داعمة لتحقيق الكفاءة التشغيلية والاستدامة في هذا القطاع الحيوي.

حالات الاستخدام

- **كشف التسربات وإدارة الشبكات المائية:** إشراف نظام الذكاء الاصطناعي التوكيلي على شبكة توزيع المياه عبر تحليل بيانات الضغط والتدفق الصادرة عن آلاف المجسات المنتشرة على الأنابيب. وعند رصد انخفاض مفاجئ في الضغط في منطقة معينة، يستنتج النظام احتمالية وجود تسرب أو كسر في إحدى أنابيب الشبكة. فيبادر بإشعار فرق الصيانة وتحديد الموقع المحتمل للعطل، كما يمكنه إعادة توجيه المياه عبر خطوط بديلة لضمان استمرارية الخدمة حتى إصلاح الخلل. ويُسهم هذا التدخل السريع في تقليل هدر المياه العذبة، ويُحدّ من الأضرار التي قد تلحق بالبنية التحتية نتيجة التأخر في معالجة التسربات.

- **التحكم الآلي في محطات معالجة الصرف:** مراقبة نظام الذكاء الاصطناعي التوكيلي على عمليات محطات معالجة الصرف الصحي عبر مراقبة المؤشرات البيولوجية والكيميائية الحساسة، مثل مستويات الأس الهيدروجيني، الأكسجين المذاب، وجرعات المواد المعالجة وتشغيل الصمامات والمضخات وفق الحاجة، وعند اكتشاف تغيّرات، كارتفاع تدفق المياه بسبب الأمطار، يقوم النظام تلقائياً بتعديل سرعات المضخات، وتوزيع المياه على الأحواض لتجنّب فيضان المحطة، وقد يوجّه الفائض نحو أحواض الطوارئ عند الحاجة. كما يضبط جرعات المواد الكيميائية بدقة استجابة لتغيّرات تركيبة المياه الداخلة، لضمان استقرار وكفاءة عمليات المعالجة.

- **وكلاء إدارة النفايات وإعادة التدوير:** إدارة نظام الذكاء الاصطناعي التوكيلي لمنظومات جمع وفرز النفايات في المدن عبر تحليل بيانات مستوى امتلاء الحاويات عن طريق أجهزة الاستشعار، إضافة إلى تنسيق جداول حركة الشاحنات لضمان تفريغ الحاويات عند الحاجة فقط، مما يقلل الرحلات غير الضرورية، ويُخفض التكاليف والانبعاثات. وفي مراكز الفرز الآلي، يوجه هذا النظام أذرع الروبوتات أو أنظمة الفرز الهوائي، بالاستعانة بتقنيات رؤية الحاسوب لتمييز محتوى النفايات كالمعادن والبلاستيك والزجاج، ما يُحسّن كفاءة إعادة التدوير ويُقلل من حجم النفايات المرسلة إلى المكبات، دعماً لأهداف الاستدامة البيئية وخفض التلوث.

الأثر على القطاع

يسهم إدخال الذكاء الاصطناعي التوكيلي في قطاع المياه والصرف الصحي وإدارة النفايات في رفع كفاءة الخدمات الحيوية وتحسين موثوقيتها التي تمس حياة السكان يومياً. فمن خلال تحليل البيانات البيئية والتشغيلية في الوقت الفعلي، يمكن لهذه التقنية التنبؤ بالأعطال، وكشف التسريبات مبكراً، وضبط مستويات الضغط وتوزيع الموارد بناءً على الطلب الفعلي، مما يقلل الهدر ويعزز استدامة الإمدادات، ولاسيما في المناطق التي تعاني شحاً مائياً. وإلى جانب ذلك، يمكّن الذكاء الاصطناعي التوكيلي من مراقبة دقيقة لجودة المياه في محطات المعالجة، مع ضبط العمليات تلقائياً لضمان التوافق مع المعايير البيئية والحد من المخاطر على الموارد المائية.

أما في إدارة النفايات، يُمكن الذكاء الاصطناعي التوكيلي من جدولة جمع المخلفات ديناميكياً بناءً على معدلات الامتلاء الفعلية، ما يقلل استهلاك الوقود والانبعاثات ويخفض التكاليف. كما تُسهم هذه التقنية الفرز الذكي في رفع كفاءة الاسترجاع وتقليل المرفوضات عبر تصنيف المواد بدقة أعلى.ويتكامل هذا التوجه مع منظومات المدن الذكية، إذ يتيح الذكاء الاصطناعي التوكيلي اتخاذ قرارات لحظية استناداً إلى بيانات المستشعرات والبنية التحتية، مع تسجيل وتتبع العمليات لتعزيز الشفافية ودعم صناع القرار ببيانات دقيقة للتخطيط المستقبلي. بهذا، يتحول قطاع المرافق البيئية إلى منظومة رقمية متكاملة تعزز الاستدامة، وترفع جودة الحياة، وتواكب متطلبات التنمية الحديثة.

التجارة

يواجه قطاع التجارة اليوم تحولات جذرية مدفوعة بانتشار التجارة الإلكترونية وتزايد توقعات المستهلكين نحو تجارب أكثر تخصيصاً وسرعة. وفي هذا الإطار، يُعد الذكاء الاصطناعي التوكيلي بمثابة موظفين رقميين دائمين لشركات التجارة، يعملون على مدار الساعة لخدمة العملاء، وإدارة المخزون، وتحليل توجهات السوق. إذ يستطيع الذكاء الاصطناعي التوكيلي لتفاعل في متاجر التجزئة مع آلاف العملاء في الوقت ذاته، وتقديم توصيات شخصية مبنية على تفضيلاتهم وسلوكهم الشرائي[17]. ويتوقع المنتدى الاقتصادي العالمي أن يُحدث الذكاء الاصطناعي التوكيلي نقلة نوعية في قطاعات السلع الاستهلاكية والتجزئة، عبر رفع الكفاءة التشغيلية وتحقيق مستويات متقدمة من تخصيص تجربة العميل.

وفي المملكة العربية السعودية، يواكب قطاع التجزئة هذا التوجه من خلال النمو المتسارع في منصات التجارة الرقمية وظهور المنافذ الذكية، ما يجعل توظيف الذكاء الاصطناعي التوكيلي ركيزة أساسية لتقديم خدمات تسوق أكثر ذكاءً وكفاءة في المرحلة القادمة.

حالات الاستخدام

- **المساعد التسويقي الشخصي:** نظام ذكاء اصطناعي توكيلي يعمل كموظف مبيعات رقمي يتفاعل مع العملاء عبر المواقع الإلكترونية أو التطبيقات، إذ يحلل سجل التصفح والشراء لكل عميل لتقديم توصيات مخصصة للمنتجات، كاقتراح منتجات تكميلية أو عروض مرتبطة بمناسبات قريبة. كما يمكنه الإجابة عن استفسارات العملاء حول المواصفات وسياسات الإرجاع، بل والتفاوض على عروض خاصة لتحفيز إتمام عملية الشراء. هذا المستوى من التفاعل الشخصي يعزز رضا العملاء ويزيد معدلات المبيعات، خاصة مع تزايد توقعات المستهلكين لاستجابات فورية وملائمة من الأنظمة الذكية.

- **التسوق الآلي:** استخدام نظام ذكاء اصطناعي توكيلي كمساعد شخصي من قبل المستهلكين يتولى عمليات الشراء الروتينية بالكامل كشراء المستلزمات المنزلية الدورية بأفضل الأسعار وفي التوقيت المناسب. يقوم النظام بمسح مجموعة من المتاجر الإلكترونية، واختيار أفضل العروض، وإتمام عمليات الدفع تلقائياً دون تدخل بشري. وتشير التوقعات إلى أنه بحلول عام 2028م سوف ينفق المستهلكون في منطقة آسيا والمحيط الهادئ ما يصل إلى (32) مليار دولار (أي بنحو 120 مليار ريال سعودي) عبر وكلاء التسوق الذاتيين على الهواتف الذكية تتولى شراء السلع والخدمات آلياً[37]. هذا التوجه يستدعي من شركات التجزئة تطوير استراتيجيات تنافسية لاجتذاب وكلاء التسوق تماماً كما تستهدف العملاء التقليديين.

- **إدارة المخزون وسلسلة الإمداد:** استخدام نظام ذكاء اصطناعي توكيلي لمتابعة المخزون عبر المستودعات والفروع، وتحليل معدلات البيع وتوقعات الطلب الموسمية. وبالتالي عند اقتراب نفاذ مخزون منتج معين، يصدر النظام أوامر توريد تلقائية لإعادة التوريد من المورد أو من المستودع المركزي، بل وقد يختار مورداً بديلاً إذا دعت الحاجة لذلك. إضافة إلى ذلك قد يتدخل لتقليل الإنتاج عند تراجع الطلب لتجنب تراكم السلع الراكدة. ويسهم هذا التفاعل الذكي في تقليل حالات نفاد المنتجات، وخفض تكاليف التخزين، وتنظيم شحن البضائع بين الفروع بكفاءة أعلى، ما يعزز مرونة إدارة المخزون واستجابة سلسلة الإمداد في الوقت الفعلي.

الأثر على القطاع

يُحدث تبني الذكاء الاصطناعي التوكيلي في قطاع التجارة تحولاً جوهرياً في الكفاءة التشغيلية وتجربة المستهلك على حد سواء عبر أتمتة المهام الحيوية في البيع بالتجزئة، وإدارة المخزون، وخدمة العملاء، بما يقلل التكاليف التشغيلية ويُحد من الأخطاء. وتشير التقديرات إلى أن استخدام الذكاء الاصطناعي التوكيلي في خدمة العملاء يمكن أن يخفض زمن الاستجابة للشكاوى والاستفسارات بشكل ملموس، إذ تتوقع (55%) من الشركات تحسناً كبيراً في زمن الاستجابة بعد استخدام هذه التقنية في مراكز الدعم[32]، ما ينعكس على تقديم خدمات أسرع وتجربة أكثر سلاسة للعملاء.

أما على المستوى التشغيلي، يمكّن الذكاء الاصطناعي التوكيلي المؤسسات من أتمتة المهام الحيوية كإدارة المخزون، وضبط الأسعار ديناميكياً، وتحليل أنماط الطلب في الزمن الفعلي، مما يُعزز قدرة المؤسسات على التفاعل السريع مع تغيّرات السوق ويقلل الهدر. كما يتيح قدرات التحليل التنبؤي دعماً أكثر دقة للتخطيط اللوجستي، من خلال تقليل فترات التوريد وتحسين توافر المنتجات، وهو ما يسهم في خفض التكاليف وتعزيز كفاءة سلاسل الإمداد.

أما على مستوى تجربة المستهلك، فيُعيد الذكاء الاصطناعي التوكيلي تعريف العلاقة بين البائع والعميل عن طريق توصيات تسويقية فائقة التخصيص مبنية على تحليل السلوك والتفضيلات الفردية، ما يزيد من رضا العميل وولائه ويرفع من القيمة الدائمة له بالنسبة للمنشآت التجارية. وبالإضافة إلى ذلك، تُمكّن هذه التقنية الشركات من تقديم خدمة عملاء في الوقت الفعلي وعلى مدار الساعة دون الحاجة إلى تدخل بشري مباشر، مما يعزز التفاعل ويحسّن تجربة الشراء بجميع مراحلها.

القطاعات الأخرى

لا يقتصر توظيف الذكاء الاصطناعي التوكيلي على القطاعات الحيوية الرئيسة، بل يمتد ليشمل مجموعة واسعة من القطاعات المساندة والمكملة التي تُسهم بدور محوري في دعم الأداء الاقتصادي وتحسين جودة الحياة. وتتيح هذه القطاعات فرصاً واعدة للاستفادة من قدرات الذكاء الاصطناعي التوكيلي في تحسين الكفاءة، وتعزيز جودة الخدمات، وتسهيل العمليات التشغيلية. وفيما يلي، استعراض لعدد من حالات الاستخدام في قطاعات متنوعة، يُبرز حجم تنوّع تطبيقات الذكاء الاصطناعي التوكيلي واتساع نطاق تأثيره:

- **قطاع الإنشاءات:** يُعد قطاع الإنشاءات من القطاعات التقليدية التي بدأت تشهد تحوّلاً متزايداً نحو التقنيات الرقمية بهدف رفع الإنتاجية وتحسين مستويات السلامة، ويُمثّل توظيف الذكاء الاصطناعي التوكيلي امتداداً لهذا التوجه. فالنظر إلى طبيعة مشاريع التشييد التي تتسم بالتغيّر المستمر، والجداول الزمنية المعقّدة، وتعدد الأطراف المعنية من مهندسين، ومقاولين، وموّردين، تصبح إدارة العمليات بكفاءة تحدّياً يصعب تحقيقه بالأساليب التقليدية. ولذا يأتي دور الذكاء الاصطناعي التوكيلي للعمل كمنسّق رقمي يُتابع سير العمل، ويتنبؤ بالتأخيرات أو المشكلات المحتملة قبل وقوعها، ويُنسق بين الفرق المختلفة بشكل استباقي. وفي المملكة العربية السعودية التي تشهد طفرة في المشاريع الإنشائية العملاقة، تُعدّ الإدارة الفاعلة للمشاريع أمراً حاسماً، وعليه يُمكن للذكاء الاصطناعي التوكيلي أن يُسهم في ضمان تسليم المشاريع في الوقت المحدد وبالتكلفة المخططة من خلال تحسين التنسيق والكفاءة التشغيلية.

- **قطاع النقل والتخزين:** يُعد قطاع النقل والتخزين ركيزة أساسية للتجارة والاقتصاد، إذ يشمل نقل البضائع والأفراد، وتخزين السلع ضمن سلاسل الإمداد المحلية والدولية. ويواجه هذا القطاع تحديات مستمرة تتعلق بتحسين مسارات الشحن، وإدارة الأساطيل بكفاءة، وضمان وصول المنتجات في الوقت المحدد بأقل تكلفة. ومع تزايد تعقيد الشبكات اللوجستية، خاصة مع نمو التجارة الإلكترونية التي تتطلب توصيل الطلبيات بسرعة ودقّة، ظهرت الحاجة إلى حلول ذكية قادرة على التعامل مع هذا التعقيد والتقلب. ومن هنا يأتي دور الذكاء الاصطناعي التوكيلي، إذ بإمكانه مراقبة آلاف الشحنات في وقت واحد، والتفاعل مع المتغيرات الفورية، مثل الازدحام المروري أو التأخيرات في الموانئ أو الطلبات المفاجئة، واتخاذ قرارات تشغيلية سريعة لضمان استمرارية حركة البضائع بكفاءة. ومن المتوقع أن تُحدث هذه التقنية نقلة نوعية في أتمتة العمليات اللوجستية، وتعزيز مرونتها واستقلاليتها خلال السنوات القادمة. وفي المملكة العربية السعودية، ومع التوجّه نحو التحوّل إلى مركز لوجستي إقليمي ضمن رؤية 2030 لتنفيذ مبادرات كمبادرة برنامج تطوير الصناعة الوطنية والخدمات اللوجستية، فإن تبني الذكاء الاصطناعي التوكيلي في النقل والتخزين سيمنحها ميزة تنافسية في كفاءة الخدمات ودقتها.

- **قطاع الخدمات المالية والتأمين:** يُعد قطاع الخدمات المالية والتأمين، الذي يضم المصارف وشركات التمويل والتأمين وأسواق المال، من القطاعات الأكثر اعتماداً على المعلومات والقرارات المعقدة. ورغم استخدام المؤسسات المالية للخوارزميات لتسريع بعض العمليات، يُوفّر الذكاء الاصطناعي التوكيلي فرصة لتوسيع الأتمتة نحو قرارات أكثر تعقيداً، مع إمكانية التفاعل المباشر مع العملاء لتقديم خدمات استشارية وشخصية على مدار الساعة. إضافة إلى ذلك، تعزز قدراته على تحليل كميات ضخمة من البيانات المتداخلة بسرعة ودقّة، والتعلم المستمر، إمكانية رفع كفاءة الخدمات المالية مع الحد من الأخطاء، رغم الطبيعة التنظيمية الصارمة لهذا القطاع. وفي المملكة العربية السعودية، ومع جهود الجهات التنظيمية مثل البنك المركزي لدعم التحول الرقمي في قطاع التقنية المالية (FinTech) وتعزيز الشمول المالي، من المتوقع أن يلعب الذكاء الاصطناعي التوكيلي دوراً مهماً في السنوات القادمة.

- **قطاع الأنشطة العقارية:** يشمل قطاع الأنشطة العقارية مجالات التطوير، والبيع، والتأجير، وإدارة العقارات السكنية والتجارية، وهو قطاع تقليدي يعتمد على التفاعل المباشر بين الوسطاء والعملاء. ومع التوسع العالمي في الرقمنة، برزت خدمات إلكترونية متقدّمة، من منصات إدراج العقارات على الإنترنت إلى الجولات العقارية الافتراضية. ويمكن الذكاء الاصطناعي التوكيلي بعداً جديداً من الذكاء التفاعلي في هذا القطاع، سواء بمساعدة المشترين والمستأجرين في العثور على العقار الأنسب، أو بدعم المطورين في تحليل السوق واتخاذ قرارات استثمارية دقيقة، أو بمساعدة مديري الممتلكات على تحسين كفاءة تشغيل المباني. وفي المملكة العربية السعودية، ومع الطفرة العمرانية والنمو السريع للسوق العقارية، تبرز أهمية الذكاء الاصطناعي التوكيلي في دعم جهود تنظيم القطاع، وتحسين الشفافية عبر أتمتة جوانب التسويق، وإدارة العقود، وتقديم خدمات عملاء أكثر كفاءة ضمن البيئة العقارية المتطورة.

- **قطاع الفنون والترفيه:** يشمل قطاع الفنون والترفيه صناعات إبداعية متنوعة كالإنتاج الإعلامي، والألعاب الإلكترونية، والمتاحف، والمعارض الفنية، والفعاليات الحيّة، والسياحة الترفيهية. ويعتمد هذا القطاع على الإبداع والتفاعل مع الجمهور. ويستعين هذا القطاع بتقنيات الذكاء الاصطناعي في مهام عدة منها: إنتاج المحتوى عبر الذكاء الاصطناعي التوليدي، وتخصيص تجارب الجمهور. ومع تطوّر الذكاء الاصطناعي التوكيلي، يُتوقّع أن تتجاوز هذه التطبيقات حدود المحتوى لتشمل إدارة وتنسيق التجربة الترفيهية بالكامل بشكل تفاعلي، سواء عن طريق استخدام هذه التقنية لتقديم شخصيات افتراضية تتفاعل مع الجمهور، أو عبر إدارة العمليات الخلفية لتحسين كفاءة المرافق والفعاليات. وفي المملكة العربية السعودية، ومع النمو المتسارع في قطاع الترفيه والفنون، سيكون تبنّي الذكاء الاصطناعي التوكيلي عاملاً مساعداً لتحقيق قفزة نوعية في جودة الإنتاجات الفنية وتجربة الجمهور.

يتضح مما سبق أن الذكاء الاصطناعي التوكيلي يمثل تحولاً جوهرياً سيُعيد تشكيل طريقة عمل القطاعات الاقتصادية المختلفة، بدءاً من الزراعة والصناعة ووصولاً إلى القطاعات الخدمية والثقافية. ورغم اختلاف طبيعة كل قطاع، إلا أن حالات الاستخدام كشفت عن خيوط مشتركة، أبرزها قدرة الذكاء الاصطناعي التوكيلي على رفع الكفاءة التشغيلية عبر الأتمتة المتقدّمة للمهام الروتينية والمعقّدة، وتعزيز المرونة عبر التكيّف اللحظي مع المتغيرات في الطلب أو الظروف أو البيانات، بالإضافة إلى تحسين الاستدامة عبر خفض الهدر ودعم القرارات المسؤولة بيئياً واجتماعياً، ودفع التحول الرقمي عن طريق تمكين القرارات المبنية على البيانات في كل مرحلة.

وفي هذا السياق، يمكن النظر إلى الذكاء الاصطناعي التوكيلي بأنه الجيل الجديد من أتمتة المهام وذكاء الأعمال الذي يجعل الأنظمة الاقتصادية أكثر ذكاءً ومرونة من أي وقت مضى. وكما شكّلت تحليلات البيانات ثورة خلال العقد الماضي، تمثل الأعوام القادمة بداية لما يُعرف بثورة **نظام الوكيل الذكي** القادر على استخدام البيانات واتخاذ قرارات وإجراءات ذاتية في الزمن الفعلي. وقد بدأت عدد من المؤسسات الرائدة حول العالم في تحقيق مكاسب ملموسة من هذه التقنية، سواء من حيث رفع العائد على الاستثمار أو تقليل التكاليف التشغيلية من بعض حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي[32]، ومع نضج هذه الحلول وتراجع تكلفتها، ستصبح متاحة على نطاق أوسع كما حدث مع انتشار الهواتف الذكية والحوسبة السحابية. وبالتالي لم يعد السؤال المطروح ما إذا كان الذكاء الاصطناعي التوكيلي سيغيّر مستقبل القطاعات الاقتصادية، بل كيف يمكن لكل قطاع ولكل منظمة التكيف والاستفادة القصوى من هذه الفرصة التحولية.

خامساً: التحديات والمخاطر

بالرغم من الإمكانيات الهائلة التي يقدمها الذكاء الاصطناعي التوكيلي بداية من تسريع أداء الأعمال وحتى تنفيذ العمليات المعقدة وتمكين التحكم الذاتي للأنظمة، إلا أنها تثير عدداً من التحديات والمخاطر. يستعرض هذا القسم التحديات والمخاطر المصاحبة لتطوير الذكاء الاصطناعي التوكيلي وتبنيه بشكل عام مع تسليط الضوء على سياق القيم الأخلاقية والثقافية للمملكة العربية السعودية. إضافة إلى ذلك، يقدم هذا القسم مجموعة من التوجيهات الاستراتيجية للحد من هذه التحديات والمخاطر أو معالجتها.

التحديات

يناقش هذا القسم التحديات التقنية الأساسية الناتجة عن طبيعتها التقنية وإمكانياتها الأساسية فضلاً عن التحديات والمخاوف التي تواجهها الجهات عند تطوير الذكاء الاصطناعي التوكيلي[7,38].

التحديات التقنية

- **محدودية مهارات الاستدلال السببي:** يعتمد الذكاء الاصطناعي التوكيلي حالياً على النماذج اللغوية الكبيرة التي لا تزال محدودة في قدراتها في استنتاج العلاقات السببية. وبالنظر في طبيعة الأنظمة القائمة على الوكلاء المتخصصين التي تمتاز بتفاعلات تعاونية عالية وتوزيع معقد للمهام، فقد يؤدي غياب قدرات الفهم السببي إلى ضعف التفاعل بين هؤلاء الوكلاء، وبالتالي التأثير سلباً على النتائج النهائية لهذه الأنظمة.

- **نقص الشفافية وصعوبة تفسير النتائج:** تعمل حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي كصناديق سوداء (Black-Box) نتيجةً لطبيعة عملها المستقلة وقدراتها الذاتية في تحديد الأدوات الملائمة واختيار الإجراءات اللازمة لتنفيذ المهام الموكلة إليها، الأمر الذي أدى إلى صعوبة تفسير سلوكياتها الداخلية أو فهم منطقها أو تتبع سلسلة تفاعلاتها وفهم أسبابها في اتخاذها لقرار معين أو وصولها إلى نتيجة ما، وعليه يصبح من الصعب تحليل أداء الوكلاء المتخصصين وتحديد أخطاءهم لتحسين سلوكهم المستقبلي.

- **تعقيد التواصل والتنسيق بين الوكلاء المتخصصين:** يتطلب الذكاء الاصطناعي التوكيلي تواصلاً وتنسيقاً دقيقاً ومتزامناً بين الوكلاء المتخصصين لتحقيق الأهداف المشتركة، مما يستلزم توفر بروتوكولات اتصال موحدة، وقدرة عالية على فهم السياق وتفسير التعليمات بشكل متسق بين جميع الوكلاء. لكن لا يزال هناك افتقار إلى توحيد المفاهيم والمعاني للمصطلحات المستخدمة بين الوكلاء المتخصصين خاصة وأنهم يعتمدون على اللغات الطبيعية للتواصل فيما بينهم، وبالتالي قد يؤدي ذلك إلى إساءة فهم الأوامر وتفسيرها، مما قد يصل إلى فشل المهمة.

- **صعوبة إدارة سلوكيات الوكلاء المتخصصين:** تعمل حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي ضمن منظومة بيئية تحتوي على وكلاء متخصصين ونماذج ذكاء اصطناعي متنوعة، بالإضافة إلى قواعد بيانات ومجموعة من الأدوات، مما يضيف قيوداً في ضمان السلوكيات الناشئة والتنبؤ بنتائجها، ومع زيادة عدد الوكلاء قد يؤدي إلى عدم استقرار النتائج أو التوقف في تنفيذ العمليات، أو حتى الحصول على سلوكيات متضاربة خاصة مع عدم وجود آليات لحل النزاع أو التنسيق فيما بينهم، مما يجعل هذه الحلول هشة وغير موثوقة بشكل كامل.

- **ضعف قابلية التوسع والتعقيد:** يؤدي زيادة حجم حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي من حيث العدد أو الأدوار المتخصصة إلى زيادة تعقيد هذه الأنظمة، إذ أن معالجة الوكيل الواحد للمدخلات تتم عبر استخدام منطق معين واستدعاء أدوات خارجية وحتى التواصل مع وكلاء متخصصين آخرين، الأمر الذي قد يؤدي إلى زيادة العبء المعرفي وأيضاً عمليات تفويض المهام بين الوكلاء والتنسيق فيما بينهم، وبالتالي الحاجة إلى وجود أطر وضوابط ممنهجة لضمان التنسيق والتواصل بين الوكلاء بطريقة فاعلة ومنظمة.

التحديات التطويرية

- **نقص المهارات والكفاءات:** تواجه المؤسسات نقصاً حاداً في عدد الخبراء والمتخصصين الذين يمتلكون مهارات في تطوير حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي وإدارتها مثل: الذكاء الاصطناعي التوليدي، وهندسة التعليمات، وحوكمة الذكاء الاصطناعي. وقد أكدت شركة ديلويت (Deloitte) أن نقص الكفاءات يُعد من أكبر التحديات المعيقة لتوسع مبادرات الذكاء الاصطناعي[39].

- **ارتفاع تكاليف التطوير والنشر:** يتطلب تطوير حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي استثمارات كبيرة في البحث والتطوير، وتوفير البنية التحتية، إلى جانب جهود مكثفة في تصميم الأنظمة واختبارها. ونظراً لأن هذه الحلول تعتمد بشكل كبير على النماذج اللغوية الكبيرة وتقنيات أخرى تعاني من الأساس من قيود في إنتاج معلومات غير دقيقة، وصعوبة فهم السياقات المعقدة، وضعف الأداء في العمليات المنطقية المتقدمة، مما يؤثر في زيادة تعقيد عملية تطوير حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي ورفع تكاليفها.

- **غياب الأطر التنظيمية الواضحة:** يمثل غياب الأطر التنظيمية تحدياً أمام تبني الذكاء الاصطناعي التوكيلي، إذ أن المؤسسات تتساءل عن مدى توافر معايير دقيقة للامتثال والحوكمة تنظم استخدام هذه الأنظمة في بيئات العمل خاصة في تحديد صلاحيات الوكلاء المتخصصين، وكيفية مراقبة القرارات، وتحديد المسؤول عند ارتكاب خطأ ما. وبالرغم من وجود تنظيمات عالمية ومحلية، إلا أنها لا تزال في مراحل التطوير وتفتقر إلى وجود توجيه قانوني فيما يخص الذكاء الاصطناعي التوكيلي، مما يخلق حالة من انعدام الثقة فيما يتعلق بذاتية وكيل الذكاء الاصطناعي[28].

- **توفير بيانات عالية الجودة وبنى تحتية متينة:** يواجه تطوير حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي ونشرها تحدياً كبيراً متمثلاً في الحاجة إلى موارد حوسبية ضخمة وبنية بيانات قوية، إذ أن هذه الأنظمة تتطلب قدرات معالجة متقدمة ووحدات معالجة رسومية عالية لتنفيذ عمليات الاستدلال (Inference) في الوقت الفعلي. إضافة إلى ذلك، يعتمد نجاح هذه الحلول على تدريب نماذج الوكلاء المتخصصين وضبطها باستخدام بيانات ضخمة ومتنوعة وعالية الجودة ومهيئة للتكامل مع مصادر بيانات متدفقة وأدوات مختلفة، إلا أن توفير هذه البيانات يُعد تحدياً في بعض الأنظمة لضعف بنيتها الأساسية، أو لمحدودية توفرها كما هو الحال في البيانات العربية.

- **مقاومة التغيير التنظيمي:** تواجه كثير من المؤسسات تحديات كبيرة في دمج حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي في بيئات العمل ضمن العمليات المؤسسية القائمة بسبب مقاومة التغيير التنظيمي، إذ غالباً ما تحتاج المؤسسات إلى إعادة ابتكار عملياتها لتتلاءم مع نماذج العمل المعززة بالذكاء الاصطناعي التوكيلي. وعندما لا تمتلك المؤسسات الخبرة أو الإجراءات المناسبة لإدارة عمل هذه الحلول جنباً إلى جنب مع البشر، أو أنها تفتقر إلى أطر عمل داخلية قوية لمراقبة، ومراجعة، وتنظيم السلوك الذاتي للذكاء الاصطناعي التوكيلي، فستواجه المؤسسات صعوبات في فهم الإمكانيات التحويلية الكامنة لهذه التقنية وتحديد نطاق وأولويات استخدامها وبالتالي مقاومة تبنيها.

- **ضعف التكامل مع الأنظمة القائمة:** يُعد دمج حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي مع البنية التحتية التقنية والأنظمة والعمليات القائمة داخل المؤسسات تحدياً كبيراً، نظراً لاعتماد هذه المؤسسات على هياكل بيانات مختلفة، ولغات برمجة متعددة، وبروتوكولات اتصال محددة قد لا تكون مصممة من الأساس للتكامل مع تقنيات الذكاء الاصطناعي التوكيلي. ونتيجةً لذلك، ستتطلب عملية التكامل مع هذه الحلول استثمارات كبيرة وجهوداً مكثفة من قبل المؤسسة لضمان التوافق الكامل وتفادي أي تعطيل محتمل لسير الأعمال اليومية.

المخاطر

يناقش هذا القسم المخاطر المحتملة للذكاء الاصطناعي التوكيلي بشكل عام مع تسليط الضوء على تلك المخاطر المتعلقة بالسياق المحلي في المملكة العربية السعودية، وقد صنفت المخاطر في هذا القسم حسب نوعيتها إلى مخاطر تقنية، واجتماعية، واقتصادية، وأخلاقية، وتنظيمية[40،7،3،18].

المخاطر التقنية

- **قرارات خاطئة والفشل في تنفيذ الهدف:** يُعد فشل الذكاء الاصطناعي التوكيلي في أداء المهام والأعمال التي صُمم من أجلها من أبرز المخاطر، إذ ينتج عنه نتائج خاطئة أو ضارة. فعلى سبيل المثال، قد يتسبب قرار خاطئ من نظام ذكاء اصطناعي توكيلي في إدارة المخزون بإيقاف خط الإنتاج أو طلب كمية غير ضرورية من المواد الخام، مما ينتج عن ذلك أضرار تشغيلية ومادية تضر بالأعمال والمؤسسات. وتعود أسباب هذه النتائج إلى قيود قدرات هذه التقنية في الفهم أو المعالجة عند تنفيذ الإجراءات المطلوبة في البيئات المعقدة أو عند التعرض لسيناريوهات غير مألوفة.

- **الهجمات السيبرانية:** يمثل اختراق الأمن السيبراني وسرية المعلومات خطراً أساسياً في الذكاء الاصطناعي التوكيلي. فعلى عكس تطبيقات الذكاء الاصطناعي التقليدية التي تعمل ضمن بيئات محوكمة إلى حد ما، تتفاعل حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي مع أنظمة متعددة ومصادر بيانات خارجية واسعة النطاق، ويؤدي هذا التفاعل الواسع إلى توسيع إمكانية الهجوم بشكل كبير، وبالتالي توسيع مخاطر الوصول غير المصرح به. وعلى الجانب الآخر، يمكن أن تُستخدم هذه الأنظمة في أغراض الاحتيال، أو الخداع، أو تنفيذ هجمات سيبرانية مؤتمتة تهدف إلى سرقة البيانات أو تعطيل الأنظمة.

- **تسريب البيانات السرية:** تتطلب حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي في الغالب صلاحيات واسعة للوصول إلى أنظمة داخلية وخارجية، بما في ذلك قواعد بيانات ومصادر معلومات حساسة –سرية أو شخصية– لأداء مهامها بكفاءة. وفي حال غياب الضوابط الدقيقة أو ضعف إدارة الصلاحيات، قد ينشأ خطر فعلي يتمثل في وصول الوكلاء المتخصصين إلى الموارد المؤسسية والمعلومات الحساسة التي تتجاوز نطاق استخدامهم الوظيفي، مما يرفع احتمالية تسريب البيانات السرية، سواءً عن طريق المشاركة غير المقصودة مع وكلاء آخرين، أو مع مستخدمي هذه الحلول[28].

المخاطر الاجتماعية

- **التأثير على القيم المجتمعية أو التعارض معها:** تعتمد حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي على نماذج لغوية وتفاعلية دُرِّبت غالباً على بيانات عالمية تفتقر إلى التمثيل الكافي للقيم والأعراف الثقافية واللغوية المحلية، مما قد يؤدي إلى مخرجات أو توصيات تفتقر إلى التوافق مع السياق السعودي أو تتجاهل القيم الثقافية والدينية والاجتماعية أو تتعارض معها. ويزداد الخطر عندما تتخذ هذه الأنظمة قرارات أو تنتج محتوى تعليمياً أو ترفيهياً –كنصوص أو صور– لا يتناسب مع الأعراف الثقافية أو القيم الأخلاقية الراسخة في المجتمع، فيشعر المستخدمون بالاغتراب الثقافي، ويقل تبني التقنية، كما قد يثير مخاوف مجتمعية حول الهوية واللغة.

- **الاعتماد المفرط وفقدان المهارات:** قد يؤدي الاعتماد المفرط في استخدام حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي إلى تراجع القدرات المعرفية وفقدان المهارات الأساسية لدى المستخدمين خاصة في مجالات التفكير النقدي، وحل المشكلات، والتواصل. فقد أظهرت إحدى الدراسات عن وجود علاقة سلبية واضحة بين كثرة استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي وقدرات التفكير النقدي وذلك نتيجةً لما أطلق عليه بالتفريغ المعرفي[41] (Cognitive Offloading). وأكدت ذلك دراسة أخرى أجرتها مايكروسوفت (Micro-soft) وجامعة كارنيجي ميلون (Carnegie Mellon University)، إذ توصلت إلى أن اعتماد المستخدمين على التفكير النقدي يقل مع الاعتماد على أدوات الذكاء الاصطناعي[42].

المخاطر الاقتصادية

- **أتمتة الوظائف أو استبدالها:** يمثل خطر أتمتة الوظائف أو استبدالها أحد أبرز التحديات الاقتصادية المرتبطة بتبني حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي ولاسيما في القطاعات التي تعتمد على المهام المتكررة أو المعقدة القابلة للأتمتة، إذ تسعى المؤسسات عبر هذه الأنظمة إلى خفض التكاليف وتعزيز الإنتاجية، إلا أن ذلك قد يؤدي إلى فقدان بعض الوظائف أو استبدالها بالكامل، مما يؤدي إلى ارتفاع معدلات البطالة خاصة في الوظائف ذوات المهارة المنخفضة. ويتفاقم هذا الأثر في حال غياب سياسات فاعلة لإعادة تأهيل القوى العاملة، وتزويدهم بالمهارات التقنية المتناسبة مع متطلبات الوظائف المستقبلية والتغيرات التقنية المتسارعة[6].

- **عدم اليقين بشأن العائد الاقتصادي:** تتجسد إحدى المخاطر الرئيسية في الذكاء الاصطناعي التوكيلي في عدم تحقيق عوائد فورية أو واضحة مقابل التكاليف الاستثمارية العالية. فقد أشار تقرير بي سي جي (BCG) إلى أن (74%) من المؤسسات لم تتمكن بعد من تحقيق قيمة ملموسة من استثماراتها في الذكاء الاصطناعي[43]، مما يشير إلى وجود فجوة بين التبني والتأثير. ومن الجدير بالذكر أن هذه الفجوة تزداد في بيئات العمل المعتمدة على دورات تمويل قصيرة أو تتطلب مبررات مالية دقيقة قبيل التوسع في النشر.

- **زيادة الفجوة الاقتصادية بين الدول:** تؤدي تقنيات الذكاء الاصطناعي ولاسيما الذكاء الاصطناعي التوكيلي، في زيادة الفجوة الاقتصادية على المستوى العالمي بين الدول، إذ إن المكاسب في الإنتاجية ستتركز لدى الاقتصادات المتقدمة التي تمتلك البنية التحتية الرقمية والكفاءات المتخصصة والقدرة على التبني السريع، بينما ستتخلف الدول والكيانات الأخرى الأقل جاهزية رقمياً.

المخاطر الأخلاقية

- **انتهاكات الخصوصية والمراقبة:** تعتمد حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي على الوصول إلى كميات ضخمة من البيانات —بما في ذلك البيانات الشخصية— لتقديم أداء فاعل ودقيق، مما يثير مخاوف متزايدة تتعلق بجمع البيانات الشخصية المفرط دون رقابة كافية، أو استخدامها دون الحصول على موافقة المستخدمين. ويزداد الأمر تعقيداً مع قدرات هذه الحلول على التشغيل المستمر والتكامل مع واجهات متعددة ، ما يمكنها من تتبع الأنشطة وتحليل سلوكيات المستخدمين بطرق يصعب ملاحظتها أو السيطرة عليها.

- **مخاطر التحيزات والتمييز:** يمثل التحيز في حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي أحد أبرز المخاطر الأخلاقية التي تهدد العدالة والموثوقية، إذ يمكن أن تنشأ هذه التحيزات من البيانات المستخدمة في تدريب النماذج، أو من آليات اتخاذ القرار ات بحد ذاتها. فعند بناء حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي على بيانات غير متوازنة —سواء في الجنس أو العرق أو الموقع الجغرافي— فإنها تعيد توليد تلك التحيزات في قراراتها ومخرجاتها.

- **التعقيد الأخلاقي في القرارات الذاتية:** يثير تمكين حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي على اتخاذ قرارات ذاتية دون إشراف بشري تساؤلات أخلاقية، إذ إن هذه الحلول تفتقر إلى إدراك القيم والسياقات الإنسانية وبالتالي قد تتخذ قرارات حساسة تؤثر بشكل مباشر على حياة الأفراد والمجتمعات كالقبول الوظيفي أو التشخيص الطبي، وقد لا تتوافق هذه القرارات مع السياقات الانسانية مما قد يهدد الحقوق الأساسية للأفراد.

المخاطر التنظيمية

- **المساءلة والمسؤولية القانونية:** نظراً لما تتمتع به حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي من ذاتية في اتخاذ القرارات فإن الغموض في تحديد المسؤول قانونياً عند ارتكاب الوكيل لخطأ ما أو إحداث ضرر الذي يزداد صعوبة في البيئات المعقدة، فإن ذلك يؤدي إلى إثارة التساؤلات حول من يتحمل المسؤولية؟ هل هو المطور أم مزود الخدمة أم المستخدم النهائي؟ مما يثير ثغرات قانونية قد تُستغل بطريقة سلبية ويُعرّض المؤسسات لمخاطر قانونية محتملة.
- **ضمان الامتثال التنظيمي:** يمثل غياب قدرة حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي على الامتثال الفعلي للتشريعات المعقدة، أو عدم تجهيز المؤسسات بالأدوات والسياسات اللازمة للحوكمة والامتثال خطراً مباشراً على الامتثال القانوني، والسمعة المؤسسية، وفرص التوسع المحلي والدولي. ويزداد هذا التحدي مع سرعة تطور التقنية مقابل بطء استجابة الأطر التنظيمية[28].

استراتيجيات معالجة التحديات والمخاطر

يقدم هذا القسم الأساليب المقترحة لمواجهة التحديات والمخاطر المتعلقة بالذكاء الاصطناعي التوكيلي:

- **وضع إطار حوكمة متكامل**: يُعد تطوير إطار حوكمة متكامل يدمج بين حوكمة البيانات والذكاء الاصطناعي أحد أهم المتطلبات المؤسسية لضمان استخدام الذكاء الاصطناعي التوكيلي بشكل آمن، وموثوق، ومتوافق مع الأهداف التنظيمية والمعايير الأخلاقية[44]. ومن المهم أن يحتوي الإطار على ما يلي:
  - **نمذجة شاملة للتهديدات (Threat Modelling):** نموذج يهدف إلى تحديد أنواع المخاطر المرتبطة بعمليات التطوير والنشر المختلفة للوكلاء المتخصصين، بما في ذلك مخاطر الخصوصية، وتحيزات القرارات، والهجمات السيبرانية.
  - **ضوابط معمارية دقيقة:** يتضمن ذلك تطبيق مبدأ الحد الأدنى من الامتيازات، بحيث يتم ضمان أن الوكلاء المتخصصين لا يمتلكون صلاحيات أو قدرة تنفيذية تتجاوز نطاقهم الوظيفي المحدد. كما يشمل استخدام آليات تحويل ديناميكي للقدرات (Capability Transformation) لتقييد ما يمكن للنموذج فعله في سياقات مختلفة، وذلك لتقليل قابلية الاستغلال أو إساءة الاستخدام أو السلوكيات غير المصرح لها.
  - **تفعيل المراقبة المستمرة:** تشمل هذه الخطوة تطوير آليات لمراقبة سلوكيات حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي في الوقت الفعلي، وتنفيذ اختبارات أمان دورية (Security Audits) وعمليات محاكاة للهجمات (AI Red Teaming) للكشف عن الثغرات والسلوكيات غير المتوقعة أو الخارجة عن السياق.
  - **التوثيق الدقيق:** تُعنى بتوثيق جميع عمليات التطوير والتشغيل وتقارير المراقبة، فوفقا لمعايير أيزو (ISO/IEC 42001:2023) فإنه من المهم الاحتفاظ بسجلات دقيقة بجميع المعلومات والسلوكيات لضمان الشفافية والمساءلة وتسهيل التحقيقات في حال وقوع الحوادث[45].

- **تطوير المهارات والقدرات الرقمية:** يشكّل التحول نحو الذكاء الاصطناعي التوكيلي نقلة استراتيجية في طبيعة العمل المؤسسي. هذا الواقع الجديد يتطلب من المؤسسات إعادة تأهيل قدراتها البشرية لمواكبة التغيرات التقنية وضمان التكامل الفاعل بين الإنسان والآلة، بما يحقق أقصى استفادة من الإمكانيات التشغيلية والتقنية لهذه التقنية. ومن المهارات المحورية ما يلي:

- **هندسة المدخلات (Prompt Engineering):** مهارة هامة لضمان تفاعل الموظفين مع نماذج اللغة الكبيرة بطريقة فاعلة يمكن من خلالها التأكد من توليد استجابات دقيقة ومخصصة، مما يحسن من إنتاجية القوى العاملة ويوسع قدرتها التحليلية دون الحاجة لتدخل تقني مباشر.
- **التعاون مع حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي:** تركز هذه المهارة على فهم كيفية استخدام حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي في أتمتة التقارير، وتقديم التوصيات، أو حتى دعم اتخاذ القرار، بطريقة تعزز من كفاءة العمليات دون التخلي عن الرقابة البشرية على النتائج والقرارات.
- **الوعي بقضايا الخصوصية والأخلاقيات والأمان:** يتطلب التعامل المسؤول مع حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي وعياً عميقاً بمخاطر التحيز، وانتهاك الخصوصية، والاستخدام الأخلاقي، مما يستدعي تصميم برامج توعوية مستمرة ومتعددة المستويات.
- **اتباع مبدأ الأخلاق من التصميم**: يُعد مبدأ الأخلاق من التصميم[46] (Ethics by Design) من الركائز الأساسية في تطوير حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي الموثوقة والمسؤولة، إذ يقوم هذا النهج على أن الحوكمة الفاعلة تُدمج في منذ المراحل الأولى للتطوير. ويؤكد ذلك توصيات فورستر[47] (Forrester) التي تشير إلى أهمية دمج الاعتبارات الأخلاقية والتنظيمية أثناء التطوير جنباً إلى جنب مع إشراك أصحاب المصلحة الرئيسيين لضمان عدم اقتصار مشاريع الذكاء الاصطناعي التوكيلي على تحقيق أهداف المؤسسة والموائمة مع معاييرها وثقافتها.
- **تعزيز الإشراف البشري والتصعيد المنهجي:** من المهم مراعاة نشر حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي في بيئات تسمح لهم بالتعاون مع البشر بطريقة يكون فيها القرار النهائي في العمليات الحساسة بإشراف بشري. إضافة إلى ذلك، من المهم تحديد مسارات تصعيد واضحة للقرارات التي تتطلب تدخلاً بشرياً، وإجراء مقارنات دورية بين قرارات البشر وهذه الحلول لتحديد مدى الدقة والتوافق، وضبط مستويات التدخل المطلوبة لتحقيق توازن فاعل بين الأتمتة والرقابة البشرية[48].

سادساً: التوقعات المستقبلية

يناقش هذا القسم التوقعات العالمية والمحلية المستقبلية في الذكاء الاصطناعي التوكيلي من جوانب مختلفة تشمل: حجم السوق ونموه، والتبني والاستخدام، والتأثيرات الاقتصادية والاجتماعية كالتأثيرات في الإنتاجية والناتج المحلي، والتأثيرات في سوق العمل والطلب على المهارات.

التوقعات العالمية

يستعرض هذا القسم التوقعات المستقبلية العالمية في الذكاء الاصطناعي التوكيلي من جوانب عدة وهي: حجم السوق ونموه، والتبني والاستخدام، والتأثيرات الاقتصادية والاجتماعية.

حجم السوق ونموه

وفقًا لتقارير جراند فيو ريسيرش (Grand View Research)، فإن حجم سوق الذكاء الاصطناعي التوكيلي سيشهد نمواً سريعاً، ففي حين أن حجم السوق في عام 2024م يقدر بـ(5.3) مليار دولار أمريكي (أي ما يعادل نحو 19.9 مليار ريال سعودي) من المتوقع أن ينمو ليصل إلى (50.31) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 188.7 مليار ريال سعودي) بحلول عام 2030م، وذلك بمعدل نمو سنوي مركب (CAGR) يبلغ (45.8%) خلال الفترة من عام 2025م حتى عام 2030م[49]. فيما توقعت دراسة أخرى أن ينمو إجمالي قيمة سوق الذكاء الاصطناعي التوكيلي من حوالي خمس مليارات دولار أمريكي (ما يعادل 18.75 مليار ريال سعودي) في عام 2024م إلى أكثر من (50) مليار دولار أمريكي (ما يعادل 187.5 مليار ريال سعودي) بحلول عام 2028م، بمعدل نمو سنوي مقدر بـ(78%)، وحسب هذه الدراسة فإن هذا النمو يُعزى إلى الطلب المتزايد على الأتمتة عالية الكفاءة في قطاعات مثل الرعاية الصحية والخدمات المالية وتجارة التجزئة[36].

وبالنظر إلى الوضع الدولي، فقد قُدِّرت قيمة سوق الولايات المتحدة الأمريكية — التي تُعَدّ رائدةً في مجال الذكاء الاصطناعي التوكيلي — بنحو (1.6) مليار دولار أمريكي (ما يعادل نحو 6 مليارات ريال سعودي) في عام 2024م[49]، ومن المتوقع أن ينمو هذا السوق بمعدل نمو سنوي مركب يُقدَّر بـ(43.3%) ليصل إلى نحو (13.5) مليار دولار أمريكي (ما يعادل نحو 50.6 مليار ريال سعودي)، كما هو موضح في **الشكل (13)** الذي يستعرض كذلك التوقعات في كلٍ من المملكة المتحدة وجمهورية الصين الشعبية ودولة الإمارات العربية المتحدة. وتُعزى هذه الريادة إلى البنية التحتية التقنية المتقدمة، والاستثمارات الكبيرة في أبحاث وتطوير الذكاء الاصطناعي، ووجود شركات رائدة في تقنيات الذكاء الاصطناعي.

الشكل (13): حجم السوق المتوقع للذكاء الاصطناعي التوكيلي في الدول العالمية

الدولة/ المنطقة	حجم السوق 2024م	حجم السوق المتوقع 2030م	معدل النمو السنوي المركب CAGR
الولايات المتحدة الأمريكية	1.6 مليار دولار أمريكي	13.5 مليار دولار أمريكي	43.3%
الجمهورية الصينية الشعبية	0.4 مليار دولار أمريكي	4 مليار دولار أمريكي	47.1%
الإمارات العربية المتحدة	0.068 مليار دولار أمريكي	0.8 مليار دولار أمريكي	49.4%
المملكة المتحدة	0.33 مليار دولار أمريكي	2.8 مليار دولار أمريكي	43.6%
أوروبا	1.3 مليار دولار أمريكي	11.5 مليار دولار أمريكي	44.1%
عالمياً	5.3 مليار دولار أمريكي	50.31 مليار دولار أمريكي	45.8%

جراند فيو ريسيرش، 2025م

التبني والاستخدام

تشير التوقعات إلى زيادة تبني الذكاء الاصطناعي التوكيلي في السنوات القادمة، فوفقاً إلى توقعات شركة ديلويت أن (25%) من الشركات التي تستخدم حالياً الذكاء الاصطناعي التوليدي ستطلق تطبيقات ذكاء اصطناعي توكيلي تجريبية أو نماذج أولية (PoC) وستصل هذه النسبة إلى (50%) بحلول عام 2027م[39]. أما شركة آي بي إم (IBM) فقد ذكرت من خلال دراستها الاستقصائية أن (76%) من المديرين التنفيذيين أشاروا إلى أن مؤسساتهم تعمل على تطوير أو تنفيذ أو توسيع نماذج أولية تُمكِّن الأتمتة الذاتية لسير العمليات باستخدام الذكاء الاصطناعي التوكيلي. وبحلول عام 2027م يتوقع (83%) منهم أن حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي ستقدم توصيات استباقية بناءً على التعلم من المقاييس التشغيلية وسجل المعاملات ومصادر البيانات الخارجية، فيما يتوقع (84%) منهم أن حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي ستتعاون بسلاسة مع البشر[9]. وحسب الدراسة الاستقصائية لشركة بي دبليو سي (PwC) في عام 2025م فإن (88%) من المديرين التنفيذيين يخططون إلى زيادة ميزانيات الذكاء الاصطناعي خلال السنة القادمة بسبب الذكاء الاصطناعي التوكيلي[50].

وفي الإطار نفسه، رصدت شركة كامبيجيني (Capgemini) اهتماماً واسعاً في الذكاء الاصطناعي التوكيلي خاصة في كل من الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا عبر دراستها الاستقصائية[51]، إذ ذكرت أن (90%) من المؤسسات تخطط لاستكشاف حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي أو تجربتها أو تطبيقها خلال العامين أو الثلاثة أعوام القادمة. وعلى وجه التحديد، فإن (84%) من هذه المؤسسات تخطط لتقييم التقنية أو استكشاف مشاريع تجريبية، بينما تتوقع (6%) منها توسيع النطاق خلال الفترة ذاتها. إضافة إلى ذلك، فقد ذكرت الدراسة أن هناك تشابهاً في التوجهات في مختلف القطاعات والمستويات الحكومية والمؤسسات من الأحجام المختلفة، إلا أن قطاع الدفاع كان الرائد فيما بينها، إذ تخطط (68%) من المؤسسات للانتقال إلى مرحلة التجارب خلال الإطار الزمني نفسه. فعلى سبيل المثال، عملت وزارة الدفاع الأمريكية على دمج الذكاء الاصطناعي التوكيلي في التخطيط الاستراتيجي والعمليات العسكرية من خلال برنامج ثندر فورج (Thunderforge) الذي تقوده وحدة الابتكار الدفاعي.

أما في قطاع البرمجيات، فتتوقع جارتنر (Gartner) أن تحتوي (33%) من البرمجيات الخاصة بالمؤسسات على وكيل ذكاء اصطناعي بحلول 2028م –مقارنة بأقل من (1%) في عام 2024م، وبالتالي سيساعد على اتخاذ (15%) من القرارات اليومية بطريقة ذاتية ودون تدخل بشري[52]. فيما تتوقع شركة آي دي سي (IDC) أن الذكاء الاصطناعي التوكيلي سيُحدث نقلة نوعية في التطبيقات المؤسسية خلال السنوات القليلة المقبلة، إذ أنها تتوقع أن تقنيات الذكاء التوليدي الاصطناعي ووكلاءه ستتطور بشكل كبير على مدى ثلاث إلى أربع سنوات القادمة فقط، مما يمكن من تعزيز معظم البرمجيات بقدرات مدعومة بالذكاء الاصطناعي التوكيلي. كما تتوقع أنه بحلول العقد الأول من عام 2030م ستدار التطبيقات بشكل أساسي عبر تقنيات الذكاء الاصطناعي التوكيلي. كما تتنبأ آي دي سي أن تبدأ حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي باستبدال التطبيقات بأكملها – فبدلاً من شراء برنامج لإدارة سلسلة الإمداد مثلاً، قد تستعين الشركات بمجموعة كبيرة من هذه الحلول للقيام بكل تلك المهام[53]. وبالنسبة إلى مجال تحليل البيانات بالتحديد، فوفقاً لدراسة أي بي إم، فإن المديرين التنفيذيين يرون أن أكثر من (31%) من الموظفين سيتخذون قرارات قائمة على البيانات بناءً على توصيات الحلول المدعومة بوكلاء الذكاء الاصطناعي، وأن (27%) منهم سيعملون مع الوكلاء المتخصصين لتنفيذ الاجراءات بسلاسة، فيما سيستعين (25%) منهم بحلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي لتحليل البيانات ومعالجة المشكلات المعقدة[9].

وفي قطاع سلاسل الإمداد، تتوقع جارتنر أن تستخدم (50%) من حلول إدارة سلاسل الإمداد والتوريد حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي لاتخاذ القرارات بصورة ذاتية بحلول عام 2030م، مما يعني أن نصف عمليات سلسلة الإمداد والتوريد قد تُدار عبر هذه الحلول، مما سيرفع من أتمتة وكفاءة العمليات بشكل غير مسبوق[54].

الآثار الاقتصادية والاجتماعية

تؤدي الامتيازات التي تمتلكها تقنيات الذكاء الاصطناعي التوكيلي المتمثلة في إمكانياتها للتعلم المستمر والتكيف مع المتغيرات، إلى إحداث تغييرات كبيرة في أساليب العمل والإنتاجية. كما أنه يثير تساؤلات عدة حول مدى تأثيراتها في المستقبل على القوى العاملة والمهارات. ومن هذا المنطلق، يستعرض هذا القسم أبرز الأثار الاقتصادية والاجتماعية لتقنيات الذكاء الاصطناعي التوكيلي في محورين أساسيين، هما: الإنتاجية والناتج المحلي الإجمالي، وسوق العمل والمهارات.

الإنتاجية والناتج المحلي الإجمالي

تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي التوكيلي على تعزيز الإنتاجية بصورة غير مسبوقة بسبب قدراتها في أتمتة المهام المتكررة وتحسين أداء العمليات فضلاً عن العمل دون انقطاع وعلى مدار الساعة. وقد رصدت بعض الدراسات هذه المكاسب على المستوى المؤسسي بشكل ملموس، فعلى سبيل المثال، استطاع وكيل الذكاء الاصطناعي إدارة الحملات التسويقية حول العالم في إحدى الشركات العالمية في قطاع السلع الاستهلاكية، والعمل على إنجاز مهام تحليل البيانات والتقارير خلال ساعة واحدة، وهي مهمة عادةً ما كانت تستغرق أسبوعاً كاملاً من عمل خمسة محللين بشريين في الشركة[55]. كما استطاعت حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي من معالجة مليارات من المعاملات لحظياً في القطاع المالي لأهداف رصد الاحتيال واتخاذ قرارات فورية، مما وفر مبالغ ضخمة كانت قد تهدر لأسباب تتعلق بالتأخير والأخطاء البشرية[56].

ومن هذا المنطلق، تعتبر تقنيات الذكاء الاصطناعي التوكيلي من المحفزات القوية للنمو الاقتصادي نتيجةً لما تحققه من أتمتة للمهام وتحسين أدائها، فضلاً عن رفع إنتاجية الموظفين وتخفيض التكاليف وزيادة الإيرادات وابتكار خدمات جديدة، ما يؤثر في تحقيق زيادات كبيرة في الناتج المحلي الإجمالي على المستوى العالمي. وقد أشارت توقعات شركة بي دبليو سيتي التي تعتبر الذكاء الاصطناعي التوكيلي كمستقبل للذكاء الاصطناعي التوليدي، أن الذكاء الاصطناعي التوليدي سيسهم بما يتراوح بين (2.6) تريليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 9.75 تريليون ريال سعودي) و(4.4) تريليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 16.5 تريليون ريال سعودي) سنوياً في الناتج المحلي الإجمالي العالمي بحلول عام 2030م[11]. وهو ما يمثل زيادة تتراوح بين (15%) و(40%) في الأثر الاقتصادي الكلي للذكاء الاصطناعي مقارنة بالتقديرات السابقة[11] –قبل عام 2023م.

سوق العمل والمهارات

يُحدث الذكاء الاصطناعي التوكيلي تحولات عميقة في مشهد العمل والمهارات المطلوبة، فمن المتوقع أن يعيد رسم حدود الأدوار الوظيفية وطريقة تنفيذ المهام والإجراءات داخل المؤسسات، ويؤكد ذلك توقعات شركة آي دي سي (IDC) التي ذكرت أن أنظمة العمل القائمة على الذكاء الاصطناعي التوكيلي ستحدث تغيرات جذرية في طريقة تنفيذ المهام داخل المؤسسات، مما سيؤثر عما لا يقل عن (40%) من الأعمال ذات الطابع المعرفي بحلول عام 2027م[57]. ومن المتوقع كذلك أن يعاد تصميم الوظائف الحالية لتصبح هجينة –يتعاون فيها الإنسان مع الآلة في أداء المهام– بسبب الذكاء الاصطناعي التوكيلي، فعلى سبيل المثال يمكن لحلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي أن تتولى استخراج البيانات من مصادر متعددة وتحليلها، بينما يركز الموظف البشري على تفسير النتائج وصياغة القرارات النهائية.

ووفقاً إلى تقديرات المنتدى الاقتصادي العالمي (WEF) ومراكز أبحاث كبرى فإن تأثير الذكاء الاصطناعي الذي يتضمن الذكاء الاصطناعي التوكيلي سيكون مزدوجاً، حيث سيساعد على خلق وظائف جديدة من جهة واستبدال أخرى من جهة أخرى. وبحسب تقرير مستقبل الوظائف الصادر في عام 2025م عن المنتدى الاقتصادي العالمي[58]، يتوقع قادة الأعمال عالمياً بخلق وظائف جديدة تعادل (14%) من إجمالي وظائف اليوم (حوالي 170 مليون وظيفة) في مقابل اختفاء ما يعادل (8%) من الوظائف الحالية (حوالي 92 مليون وظيفة) بسبب الأتمتة والتحول الهيكلي بحلول 2030م. وبالتالي، فإن صافي النمو المتوقع للزيادة الإجمالية للوظائف على المستوى العالمي تقدر بـ(7%) (حوالي 78 مليون وظيفة) بحلول 2030م.

أما بالنسبة للمهارات المطلوبة في سوق العمل فنتيجةً للواقع الجديد الذي سيفرضه الذكاء الاصطناعي التوكيلي المتمثل في المزج بين مهام القوى البشرية العاملة والوكلاء المتخصصين، فستشهد تحولات كبيرة تتطلب اكتساب مهارات جديدة والتخلي عن بعض المهارات التقليدية، وعليه سيكون التركيز على المهارات الإشرافية والتحليلية، كفهم حدود أنظمة الذكاء الاصطناعي، وتقييم مخرجاتها، وتوجيهها نحو الأهداف التنظيمية والتشغيلية المستهدفة، وآليات الحوكمة التقنية، وأخلاقيات التعامل مع الأنظمة الذاتية، بدلاً من التركيز على المهارات التنفيذية المباشرة. وقد أشار تقرير المنتدى الاقتصادي العالمي إلى أن (39%) من المهارات الحالية للقوى العاملة ستصبح متقادمة أو بحاجة لإعادة التأهيل نتيجةً لتبني التقنيات الجديدة. وفي دراسة لشركة ماكينزي (McKinsey) قدّرت أنه بحلول 2030م يمكن أتمتة ما يقارب (30%) من ساعات العمل الحالية بفضل تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي الممكنة للذكاء الاصطناعي التوكيلي حالياً. وهذا التسارع يعني الحاجة إلى إعادة تأهيل وتطوير مهارات الملايين من العاملين لتتناسب مع متطلبات الوظائف الجديدة الناشئة في سوق العمل[59].

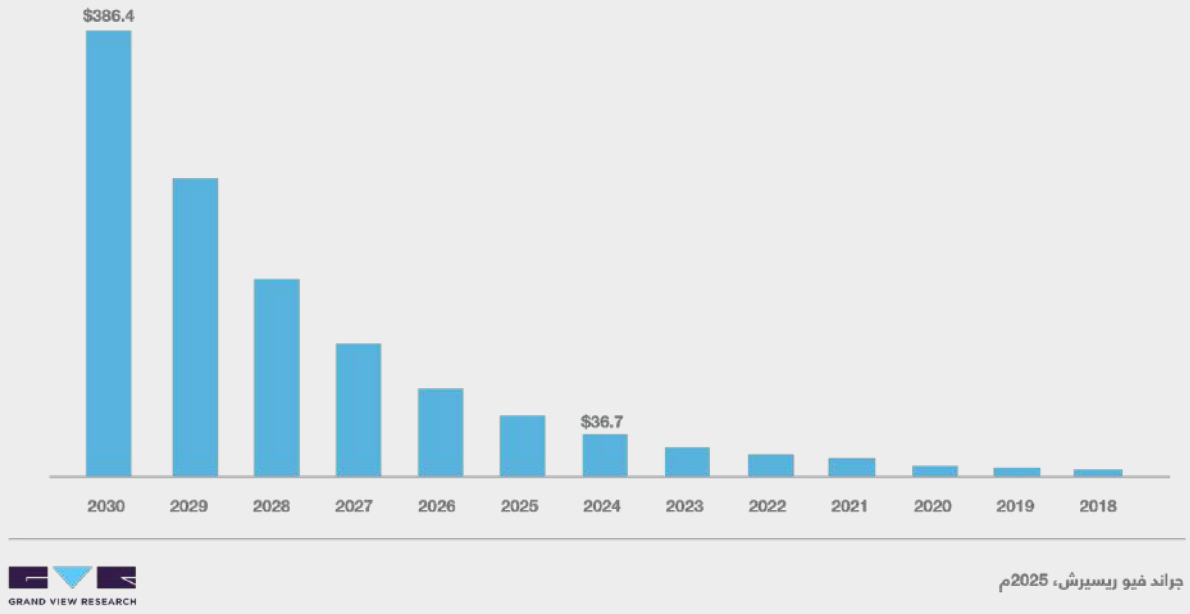
التوقعات المحلية

تنظر المملكة العربية السعودية إلى تقنيات الذكاء الاصطناعي عموماً كركيزة استراتيجية لتحقيق رؤيتها المستقبلية وخطط التنويع الاقتصادي ضمن رؤية 2030، إذ تبنّت المملكة الاستراتيجية الوطنية للبيانات والذكاء الاصطناعي (NSDAI) التي تستهدف تحقيق الريادة الدولية في تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي بحلول عام 2030م[27].

حجم السوق

قدَّرت شركة جراند فيو ريسيرش بأن إيرادات سوق الذكاء الاصطناعي التوكيلي في المملكة العربية السعودية في عام 2024م بلغت (36.7) مليون دولار أمريكي (ما يعادل نحو 137.6 مليون ريال سعودي)، وتتوقع الشركة أن حجم السوق سينمو ليصل إلى (386.4) مليون دولار أمريكي (ما يعادل نحو 1.45 مليار ريال سعودي) بحلول عام 2030م بمعدل نمو سنوي مركب قدره (48.8%) من عام 2025م إلى عام 2030م، كما هو موضح في **الشكل (14)**[60].

الشكل (14): حجم سوق الذكاء الاصطناعي التوكيلي في المملكة العربية السعودية (2018م-2030م)



جراند فيو ريسيرش، 2025م

التبني والاستخدام

تسعى المملكة العربية السعودية منذ إطلاق رؤيتها 2030 إلى تعزيز وتشجيع تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي والاستفادة القصوى من التقنية، وحسب الدراسات الاستقصائية، فإنها تشير إلى زيادة وتيرة تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي بشكل عام في القطاعات الحكومية والخاصة، فبالنظر إلى القطاع الحكومي، أشار تقرير حالة الذكاء الاصطناعي في المملكة في عام 2024م[61] بأن (43%) من الجهات الحكومية تخطط لتخصيص ميزانية لمشاريع الذكاء الاصطناعي خلال عام 2025م بهدف تطوير حلول الذكاء الاصطناعي الخاصة بها أو لشراء حلول جاهزة أو لدمج الذكاء الاصطناعي في أنظمتها الحالية، مما يشير إلى توجهات قوية في القطاع العام لدفع عجلة التحول الرقمي القائم على تقنيات الذكاء الاصطناعي.

وعلى صعيد القطاع الخاص، فقد ذكر تقرير لشركة بي دبليو سي أن (57%) من الرؤساء التنفيذيين في المملكة العربية السعودية قد أعربوا عن مدى ثقتهم العالية في دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي –الأساس للذكاء الاصطناعي التوكيلي– في أعمالهم الأساسية. ومن الجدير بالذكر أن هذه النسبة قد تجاوزت المتوسط العالمي البالغ (33%). كما أن التوجهات الحالية في المملكة تشير إلى الاهتمام الكبير ببناء القدرات التقنية محلياً وجذب الاستثمارات العالمية في هذا المجال وذلك عبر إطلاق عدد من الشركات المتخصصة منها شركتي هيوماين وعمق في مطلع عام 2025م، وبناء الشراكات الاستراتيجية مع شركات تقنية عالمية مثل إنفيديا وأمازون ويب سيرفيسز .

الآثار الاقتصادية والاجتماعية

تتواءم إمكانيات الذكاء الاصطناعي التوكيلي مع رؤية المملكة العربية السعودية 2030 التي تركز على التحول الرقمي وتنويع الاقتصاد، فمع التغيرات التي تحدثها هذه الأنظمة في أساليب العمل والإنتاجية يمكن للقطاعات الرئيسية الاستفادة من هذه التقنيات. يناقش هذا القسم التأثيرات المحلية للذكاء الاصطناعي التوكيلي في كل من الإنتاجية والناتج المحلي وسوق العمل المحلي والمهارات المطلوبة.

الإنتاجية والناتج المحلي الإجمالي

تعمل المملكة العربية السعودية على تشجيع قطاعاتها العامة والخاصة لتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي المتقدمة بما تتضمن الذكاء الاصطناعي التوكيلي، وذلك عبر ضخ استثماراتها في هذا المجال وإطلاق المبادرات الداعمة لتطوير التقنيات الرقمية المتقدمة، مما يساعدها في تحقيق مستهدفاتها ورؤيتها في زيادة الإنتاجية الكلية ورفع قيمة الناتج المحلي الإجمالي للدولة.

وعلى نظير مماثل للتأثير العالمي لتقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي التي تمثل الأساس للذكاء الاصطناعي التوكيلي، فمن المتوقع أن تساعد هذه التقنيات في رفع قيمة الناتج المحلي الإجمالي المحلي كذلك. ووفقاً لدراسة شركة ماكينزي، فإن الذكاء الاصطناعي التوليدي يمكن أن يحقق إيرادات هائلة تتراوح بين (9.3) مليار دولار أمريكي (ما يعادل نحو 34.88 مليار ريال سعودي) و(15.4) مليار دولار أمريكي (ما يعادل نحو 57.75 مليار ريال سعودي) سنوياً[62].

سوق العمل والمهارات

يشير تقرير المنتدى الاقتصادي العالمي إلى أنه بحلول عام 2030م يمكن أن تؤتمت (45%) من المهام الوظيفية في المملكة العربية السعودية[58]. في حين أن تقديرات أوليفر وايمن (OliverWyman) ذكرت أن الذكاء الاصطناعي التوليدي سيؤثر في وظائف المملكة العربية السعودي وسيتراوح هذا التأثير بين (35) ألف وظيفة و (50) ألف وظيفة بحلول عام 2030م[47]. وعلى الصعيد نفسه، ذكرت دراسة أكسنتشر (Accenture) أن ثلث الوظائف في المملكة العربية السعودية يمكن أن تتأثر بالأتمتة أو التعزيز بسبب تقنيات الذكاء الاصطناعي[63].

أما فيما يخص المهارات، فوفقاً لتقرير المنتدى الاقتصادي العالمي فمن المتوقع أن تتغير (46%) من المهارات الوظيفية مع تسارع نمو وتيرة الأتمتة في المملكة العربية السعودية، كما يتوقع التقرير أن يشهد سوق العمل نمو بنسبة (35%) في الوظائف المتخصصة في الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة[58].

سابعاً: خارطة طريق لتبني الذكاء الاصطناعي التوكيلي

يتطلب تبنّي الذكاء الاصطناعي التوكيلي بنجاح خارطة طريق واضحة تراعي تحقيق القيمة المرجوّة من هذه التقنية، وتأخذ في الاعتبار الاستخدام المسؤول والأخلاقي لها. وهذا ما حرصت عليه سدايا عند إطلاقها إطار تبنّي الذكاء الاصطناعي في عام 2024م[64]. وانطلاقاً من ذلك، يقدم هذا القسم خارطة طريق لتبنّي الذكاء الاصطناعي التوكيلي في أربعة مراحل تحتوي كل مرحلة منها على توضيح للهدف من المرحلة بحد ذاتها واستعراض للأنشطة الأساسية فيها.

المرحلة الأولى: تحديد الرؤية والتخطيط

تهدف هذه المرحلة إلى وضع رؤية استراتيجية مؤسسية لتبنّي الذكاء الاصطناعي التوكيلي تتماشى مع أهداف المؤسسة، وتتضمن فهم الوضع الحالي للمؤسسة والتحديات المرتبطة بالتقنية، بما يضمن انطلاقة مسؤولة وناجحة في تبنّي هذه التقنية [11،6].

الأنشطة الأساسية

- **تقييم الجاهزية وتحديد الفجوات:** إجراء تقييم شامل لمستوى جاهزية المؤسسة لتبني الذكاء الاصطناعي التوكيلي في أبعاد مختلفة كالاستراتيجية الرقمية، وجودة البيانات، والبنى التحتية التقنية، ومهارات القوى العاملة، وأطر الحوكمة والأمان لتحديد نقاط الضعف والفجوات الحالية.
- **تحديد الأهداف الاستراتيجية:** تحديد أهداف استخدام حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي العامة والقيم المتوقعة منها على المستوى المؤسسي كتحسين الكفاءة التشغيلية أو تعزيز رضا العملاء أو إطلاق خدمات جديدة، مع مراعاة التحقق من موائمة هذه الأهداف والمبادرات مع الأهداف المؤسسية العامة.
- **الحصول على دعم الإدارة التنفيذية:** إشراك الإدارة العليا –الرئيس التنفيذي والمديرين التنفيذيين– للحصول على الموافقات والدعم حول مبادرات التحول وتبني الذكاء الاصطناعي التوكيلي، مما يضمن الموائمة الاستراتيجية وإدارة التوقعات وتوفير الموارد اللازمة وإزالة العقبات أمام التغيير.
- **تشكيل فريق عمل توجيهي متخصص:** وضع لجنة توجيهية متعددة الخبرات والتخصصات كالمطورين، وخبراء الأخلاقيات، وصانعي السياسات، وخبراء المجال، لتعزيز التعاون على مستوى المؤسسة وتقديم الاستشارات الأخلاقية والتقنية، فضلاً عن وضع سياسات الحوكمة ومتابعة تنفيذها.
- **إشراك القوى العاملة والتخطيط للتغيير:** التواصل المبكر مع الموظفين حول خطة تبني الذكاء الاصطناعي التوكيلي لتقليل المخاوف وبناء ثقافة تؤيد الابتكار مع الحرص على تدريب الموظفين ورفع وعيهم بالمخاطر والفوائد المحتملة. كما يمكن إعداد فرق عمل تجريبية تجمع بين الخبرات التقنية والقطاعية لتوضيح كيفية دمج هذه التقنية في بيئة العمل.

المرحلة الثانية: التجربة وإثبات الجدوى

تهدف هذه المرحلة إلى إثبات جدوى تبني الذكاء الاصطناعي التوكيلي عبر إطلاق مشاريع تجريبية (Pilot Projects) والوصول إلى قيمة ملموسة، وبالتالي بناء الثقة لدى أصحاب المصلحة والخروج بدروس مستفادة عملية على المستوى التقني والتنظيمي والتنفيذي[65،6،11].

الأنشطة الأساسية

- **تحديد حالات الاستخدام ذوات الأولوية:** تحليل جميع حالات الاستخدام الممكنة ومن ثم ترتيبها حسب الأولوية بناءً على مستوى الأثر والمخاطر المتوقعة منها، ومن ثم اختيار حالتين إلى ثلاثة حالات استخدام واعدة تقدم قيمة واضحة ومنخفضة الخطورة وتحل مشكلة قائمة ويمكن تنفيذها بسرعة.
- **تحديد معايير النجاح:** تعريف معايير نجاح واضحة لكل حالة استخدام مثل: زمن الاستجابة، أو نسبة حل المشكلات من أول محاولة، أو معدل تخفيض التكلفة أو الجهد البشري، وذلك للتأكد من جودة أداء حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي والتحقق من صحة مخرجاتها. ويجدر الإشارة إلى أهمية إشراك أصحاب المصلحة عند اختيار هذه المعايير.
- **التطوير التجريبي وفق منهجيات مرنة:** اتباع منهجيات مرنة (Agile) في التطوير لتنفيذ دورات تطوير سريعة تسمح بالتعلم والتعديل باستمرار. وتشمل هذه الخطوة دراسة الخيارات التقنية كاختيار المنصات وواجهات برمجة التطبيقات المناسبة، والمفاضلة بين البناء داخلياً أو شراء حلول جاهزة، مع أهمية استشارة الخبراء لضمان اتخاذ قرارات مدروسة.
- **اختبار حالة الاستخدام:** اختبار جودة مخرجات حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي والتحقق من مدى التزامها لضوابط الحوكمة بشكل عملي عبر إشراك الموظفين المتأثرين بنتائجها، مما يساعد على التحقق من فاعلية الأنظمة والكشف عن الأخطاء والتحيزات، والتأكد من مدى التزام هذه الأنظمة لسياسات خصوصية البيانات والأمن السيبراني.
- **القياس وجمع التغذية الراجعة:** مراقبة أداء حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي وجمع البيانات والتغذية الراجعة من الموظفين وقاعدة المستخدمين الأوليين حول جودة المخرجات ودقتها، ومستوى رضاهم بهذه المخرجات، ومن ثم تحليل هذه البيانات لفهم أعمق بالمشكلات الحالية وإجراء التحسينات اللازمة.
- **توثيق الدروس المستفادة:** تسجيل جميع الممارسات الناجحة وتلك التي تحتاج إلى التحسين على المستوى التقني أو العملي أو الإداري مثل الحاجة إلى بيانات إضافية، أوإعادة تصميم إجراء معين ليتوافق مع وجود حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي، أو الحاجة إلى تدريب الموظفين بما يساعد المؤسسة من الاستفادة منها لاحقاً عند توسيع نطاق تطبيق هذه التقنية.

المرحلة الثالثة: التوسع والتكامل

تهدف هذه المرحلة إلى نقل حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي من البيئات التجريبية المحدودة إلى نطاق التطبيق الواسع عبر المنظمة بأكملها، مما يعني توسيع النطاق ليشمل عمليات إضافية أو وحدات عمل أخرى، ودمج هذه الحلول في البنية التنظيمية والتقنية القائمة داخل المؤسسة[6،11،9،66،65].

الأنشطة الأساسية

- **وضع خطة التوسع التدريجي:** وضع خطة لتوسيع نطاق تشغيل حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي الناجحة في مزيد من العمليات والأقسام مع مراعاة توفير الموارد والدعم لكل توسع. بالإضافة إلى تحديد الأولويات في التوسع لحالات الاستخدام التي تحقق أعلى قيمة مضافة وذات متطلبات وخطورة أقل من غيرها.
- **بناء هيكل تشغيلي شامل:** تطوير هيكل تنظيمي وإداري شامل كوحدة أو مركز تميز مسؤول عن الذكاء الاصطناعي التوكيلي داخل المؤسسة لضمان استدامة الجهود وقابليتها للتكرار، ويكون هذا الهيكل مسؤول عن إدارة حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي ومراقبتها وتحديثها باستمرار، إضافة إلى إدارة التعاون بين الفرق البشرية والوكلاء المتخصصين.
- **إعادة هندسة العمليات:** إعادة النظر في تسلسل الإجراءات والعمليات وتصميمها لضمان التكامل بفاعلية. وتتطلب تجزئة العمليات المعقدة إلى مهام أصغر وتحديد المسؤول عن أداءها سواءً الوكيل أو الموظف البشري، مما يضمن التعاون بفاعلية بين الوكلاء المتخصصين المختلفين وكذلك بينها وبين البشر دون تداخل أو إرباك.
- **تعزيز البنى التحتية والبيانات:** إعادة تقييم مستوى القدرات في البنى التحتية على تحمل أعباء تشغيل حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي على نطاق أوسع وإمكانية تشغيلها بكفاءة، وبالتالي تحديث المنصات التقنية أو تبني أدوات برمجية أكثر قوة، وبناء معماريات قابلة للتكرار، فضلاً عن تحسين إدارة مصادر البيانات وجودتها.
- **توسيع نطاق التدريب وإعادة تأهيل الموظفين:** مع توسع انتشار الذكاء الاصطناعي التوكيلي داخل المؤسسة، من المهم توسيع نطاق التدريب والتأهيل كذلك حتى يفهم الموظف كيفية عمل هذه التقنية وكيفية الاستفادة منها بفاعلية. إضافة إلى ذلك من المهم الأخذ بعين الاعتبار الأدوار الوظيفية الجديدة التي تظهر نتيجةً لتبني هذه التقنية والحرص على إعادة تأهيل الموظفين لتلك الأدوار.
- **ضبط الحوكمة وإدارة المخاطر:** تحديث سياسات الحوكمة لتشمل سيناريوهات جديدة مع تعزيز آليات مراقبة الأداء والتحيزات، وإدارة منح الصلاحيات لتحديد دور وكيل الذكاء الاصطناعي. إضافة إلى التأكد من الامتثال للمعايير العالمية، والوطنية كسياسات الهيئة الوطنية للأمن السيبراني، وقانون خصوصية البيانات في المملكة العربية السعودية.
- **مراقبة وتحسين الأداء:** الاستمرار في مراقبة أداء حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي وقياس مدى جودتها وتحسينها عبر أخذ التغذية الراجعة من المستخدمين لتحديد جوانب التطوير، كما يشمل قياس المؤشرات الفعلية للتأثيرات المتحققة نتيجةً لهذه التقنية في الإنتاجية وخفض التكاليف والعائد من الاستثمار للمؤسسة.

المرحلة الرابعة: الابتكار المستمر وتعظيم القيمة

تهدف هذه المرحلة إلى استشراف المستقبل وابتكار نماذج أعمال جديدة قائمة على قدرات الذكاء الاصطناعي التوكيلي وتطوراتها الجديدة، وفي هذه المرحلة تركز المؤسسة على تحسين ابتكاراتها القائمة واستكشاف فرص جديدة للنمو[66,11].

الأنشطة الأساسية

- **اختبار مبادرات ابتكارية ونماذج أعمال جديدة:** تشجيع ثقافة الابتكار داخل المؤسسة لإيجاد استخدامات غير مسبوقة للذكاء الاصطناعي التوكيلي من خلال إجراء التجارب والتعاون بين الوحدات المؤسسية، مما يمكن من فتح أسواقاً جديدة أو تغير أسلوب تقديم الخدمات بشكل جذري.
- **متابعة الاتجاهات والتطورات التقنية:** رصد الاتجاهات التقنية والتنظيمية والأسواق الناشئة المتعلقة بالذكاء الاصطناعي والذكاء الاصطناعي التوكيلي على وجه الخصوص من خلال التقارير الاستشارية أو المناقشة مع الخبراء وحضور الفعاليات المتخصصة، ومن ثم تحليل السيناريوهات المستقبلية المحتملة لاتخاذ قرارات استراتيجية استباقية.
- **تعزيز الشراكات الخارجية:** بناء شراكات مع جهات خارجية ومحلية وخبراء التقنية والشركات الناشئة والجهات الأكاديمية والبحثية بهدف الاستفادة من الخبرات والتقنيات المتقدمة وتبادل الأفكار، مما يسهم في تسريع عمليات الابتكار داخل المؤسسة فضلاً عن نقل المعرفة وبناء كوادر مؤهلة.
- **الصيانة التشغيلية والتطوير الدوري:** تعزيز التحسين المستمر والتحديث الدوري لحلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي عبر اتباع آليات مراجعة دورية للقدرات التوكيلية الحالية ومقارنتها بأحدث التطورات التقنية والحلول المتاحة في السوق. كما تشمل المراقبة المستمرة للمشكلات التشغيلية ومعالجتها بشكل استباقي لضمان استدامة وفاعلية هذه الحلول.
- **مواكبة التشريعات وتعزيز الحوكمة المستدامة:** المحافظة على التوافق وتحقيق الامتثال مع أي أطر تنظيمية أو تشريعات أو معايير جديدة للذكاء الاصطناعي التوكيلي سواءً محلياً أو دولياً بمجرد إطلاقها لضمان المحافظة على ثقة المستخدمين وتجنب التعرض لعواقب عدم الامتثال.

ثامناً: الخلاصة والتوصيات

الخلاصة

تُمثّل تقنيات الذكاء الاصطناعي التوكيلي نقلة نوعية في مجال التحول الرقمي، إذ تُمكّن هذه الأنظمة الذكية من التخطيط والتنفيذ الذاتي للمهام دون تدخل بشري مباشر. ويُعد الذكاء الاصطناعي التوكيلي تطوراً بارزاً يتجاوز القدرات التقليدية للنماذج اللغوية أو الخوارزميات المحدودة، إذ يتميز بقدرته على فهم الأهداف المعقدة، وصياغة إجراءات متعددة الخطوات، والتكيّف مع التغيرات السياقية المحيطة بها. وقد بينت حالات الاستخدام في القطاعات قدرات هذه التقنية على إحداث قفزات نوعية في الرعاية الصحية عبر الإرشاد العلاجي الشخصي، وفي التعليم عبر تصميم تجارب تعليمية تتكيف مع احتياجات المتعلّم، فضلاً عن أدوارها الواعدة في الصناعة، والطاقة، وغيرها من القطاعات.

وعلى الصعيد العالمي، تزايد الاهتمام بالذكاء الاصطناعي التوكيلي نظراً لما يقدمه من إمكانيات ذاتية ولقدراته في تحسين أداء الأعمال ورفع الإنتاجية وتعزيز كفاءة الخدمات، وقد لوحظ في السنوات الأخيرة تسارعاً ملحوظاً في الأبحاث والاستثمارات الموجَّهة لهذه التقنيات، وتحولات في مسار الابتكار من التركيز على الأتمتة البسيطة إلى تنسيقٍ بين وكلاء متخصّصين يتشاركون التخطيط والتنفيذ للمهام المعقدة. وقد أطلقت الشركات التقنية الكبرى كشركة جوجل ومايكروسوفت وأمازون حلولاً تجارية مدعومة بتقنيات الذكاء الاصطناعي التوكيلي، في حين تصاعد النقاش العالمي حول وضع أطر تنظيمية مرنة توازن بين الابتكار والمساءلة، ما يعكس القناعة المتنامية عالمياً بفاعلية هذه التقنية في التحوّل الرقمي.

أما في السياق السعودي، فيحمل الذكاء الاصطناعي التوكيلي إمكانيات واعدة لرفع الإنتاجية وتحسين الأداء ورفع كفاءة تقديم الخدمات في مختلف القطاعات، ومن المتوقع أن تسهم هذه التقنية في رفع الناتج المحلي الإجمالي سنوياً. وتقود **سدايا** الجهود الوطنية لتمكين التطوير المسؤول والتبني المدروس لهذه التقنيات عبر إطلاق نماذج لغويّة عربيّة، وإقامة برامج التدريب والتأهيل، وعقد الشراكات الاستراتيجية، ودعم الشركات الناشئة، بما يسهم في تسريع توطين التقنية، وتمكين إطلاق مشاريع تجريبية، سعياً نحو تحقيق مستهدفات المملكة ورؤيتها.

وبالرغم من الفرص التي يقدمها الذكاء الاصطناعي التوكيلي، فإن هذه التقنية يصاحبها تحديات ومخاطر متعددة، من أبرزها: المخاطر التقنية كمخاطر الأمن السيبراني، والمخاطر الاجتماعية كمخاطر فقدان الوظائف والبطالة، والمخاطر الأخلاقية المرتبطة بالتحيزات، والتحديات التنظيمية ذات العلاقة بمخاطر الحوكمة والمساءلة القانونية. وتتطلب معالجة هذه التحديات والمخاطر وضع إطار حوكمي متكامل يراعي الخصائص المتميزة في تقنيات الذكاء الاصطناعي التوكيلي، وتطوير المهارات والقدرات الرقمية لضمان التعامل الفاعل بين القوى العاملة وهذه التقنيات، والأخذ بعين الاعتبار دمج الاعتبارات الأخلاقية والتنظيمية من مراحل التصميم والتطوير، بما يضمن الشفافية والمساءلة.

وتشير التوقعات العالمية والمحلية إلى توجهات مستقبلية لتحويل الخدمات الحكومية والخاصّة إلى منظومات أكثر ذكاء واستباقيّة. وعليه يمثل الذكاء الاصطناعي التوكيلي فرصة استراتيجية واعدة خاصةً إذا ما توفرت عوامل التمكين اللازمة المتمثلة في الاستثمار في البيانات والبنى التحتية، وترسيخ الحَوْكمة الأخلاقية، وبناء الكفاءات الوطنية القادرة على توظيف هذه التقنيات بما يتوافق مع قيم المجتمع وأهدافه التنموية.

التوصيات

لضمان الاستفادة القصوى من الإمكانيات التحولية للذكاء الاصطناعي التوكيلي وتوجيه هذا التقدم بشكل مسؤول، فقد خلصت الدراسة إلى التوصيات الآتية:

- **اتباع طريقة منهجية لتبني الذكاء الاصطناعي التوكيلي:** العمل على اعتماد خارطة طريق ممنهجة لتبني الذكاء الاصطناعي التوكيلي تعتمد على أفضل الممارسات العالمية، وتتناسب مع المستهدفات الوطنية من حيث الأطر التنظيمية والقدرات التقنية والاحتياجات القطاعية، بما يضمن جاهزية الجهات وتسريع الأثر التنموي عبر مسار تطبيقي منضبط وفاعل.
- **تعزيز الوعي العام بالذكاء الاصطناعي التوكيلي:** إطلاق برامج توعوية شاملة لتعريف العامة بهذه التقنية وفوائدها وطريقة عملها، وتنفيذ حملات إعلامية لشرح الاستخدامات النافعة للذكاء الاصطناعي التوكيلي، مما يعزز تقبّل العامة للتقنيات الجديدة ويساعد في تحقيق الاستفادة القصوى منها ضمن الخدمات الوطنية.
- **التركيز على تطبيقات القطاعات ذوات الأولوية الوطنية:** البدء في تبنّي الذكاء الاصطناعي التوكيلي بالتركيز على المجالات الأكثر أهمية في التنمية والخدمات العامة لتحقيق أثر سريع وملموس عبر تحديد مشاريع ريادية في القطاعات الحيوية وتمثل أولوية استراتيجية وطنياً، مما يضمن تعظيم الأثر الإيجابي لهذه التقنية على الاقتصاد والمجتمع السعودي.
- **الاستثمار في تطوير حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي باللغة العربية:** بناء حلول **ذكاء اصطناعي توكيل**ي تدعم لغة وثقافة المستخدم السعودي، بحيث تتمكن من فهم السياق اللغوي والثقافي السعودي والتفاعل مع المواطنين بطلاقة وفاعلية، وتقديم الخدمات وتعزيز السيادة التقنية الوطنية.
- **الاستثمار في البنية التحتية والبيانات:** مراجعة أصول البيانات الحالية وتوحيدها وتأمينها لضمان جودتها وقابليتها للاستخدام في تدريب وتشغيل حلول الذكاء الاصطناعي التوكيلي، إضافة إلى الاستثمار في مراكز البيانات والقدرات الحوسبية عالية الأداء والبنية السحابية المتقدمة لتوفير دعائم تقنية قوية لإطلاق الإمكانيات الكاملة للذكاء الاصطناعي التوكيلي.
- **بناء القدرات وإعادة تأهيل المهارات:** إطلاق برامج شاملة لإعادة التأهيل والتدريب المتقدم لتمكين القوى العاملة من أداء أدوار جديدة مدعومة بلذكاء الاصطناعي التوكيلي، ومن المهم أن تراعي هذه البرامج **نهج المهارات أولاً** الذي يركز على إشراك العنصر البشري في الإشراف، واتخاذ القرارات الاستراتيجية، وحل المشكلات الإبداعي، مما يضمن علاقة تكاملية بين الإنسان والآلة في بيئات العمل المستقبلية.
- **تعزيز الشراكات الاستراتيجية:** التعاون مع الشركات الرائدة في مجال الذكاء الاصطناعي التوكيلي، والمؤسسات البحثية، والمبادرات الحكومية لتسريع التطوير والتبني، مما يتيح الوصول إلى تقنيات متقدمة، وكفاءات بشرية عالية، وإرشادات تنظيمية متخصصة تدعم التطوير والابتكار والاستخدام المسؤول في كافة القطاعات.
- **الموازنة بين التنظيم والابتكار:** اعتماد نهج مرن متدرج في صياغة السياسات التنظيمية بما يعزز الامتثال والاستخدام المسؤول ولا يعيق التطوير والابتكار، والانخراط الفاعل في النقاشات العالمية لتنظيم تقنية الذكاء الاصطناعي التوكيلي والمشاركة في صياغتها، ومتابعة التطورات التقنية والتنظيمية إقليمياً وعالمياً.

المراجع

1. IBM Institute for Business Value. The Ingenuity of Generative AI at Scale. https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/en-us/report/scale-generative-ai (2024).

2. IDC & PagerDuty Inc. The Rise of Agentic AI: Transforming Business Processes and Decision Making. (2025).

3. Yee, L., Chui, M., Roberts, R. & Xu, S. Why Agents Are the Next Frontier of Generative AI. https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/why-agents-are-the-next-frontier-of-generative-ai (2024).

4. Le Clair, Craig. Agentic AI: Agents Are A Rare Sighting. https://www.forrester.com/report/agentic-ai-agents-are-a-rare-sighting/RES182331 (2025).

5. Joseph, L. et al. With Agentic AI, Generative AI Is Evolving From Words To Actions. https://www.forrester.com/report/with-agentic-ai-generative-ai-is-evolving-from-words-to-actions/RES181290 (2024).

6. Muir, D., Saleh, A., Bostak, S., Gillies, S. & US, K. Creating value with AI agents. (2025).

7. Sapkota, R., Roumeliotis, K. I. & Karkee, M. AI Agents vs. Agentic AI: A Conceptual Taxonomy, Applications and Challenges. ArXiv Prepr. ArXiv250504769 (2025).

8. Deloitte. Generative AI Multi-Agent POV. (2025).

9. Payraudeau, J.-S., Manik, N., Siddiqui, K. & Butner, K. Orchestrating Agentic AI for Intelligent Business Operations. https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/en-us/report/agentic-process-automation (2025).

10. Forrester. The State of AI Agents 2024. https://www.forrester.com/report/the-state-of-ai-agents-2024/RES181564 (2024).

11. Kamal, A., Ansari, M. T. & Chapaneri, K. Agentic AI: The New Frontier in GenAI - An Executive Playbook. (2025).

12. CB Insights. Future of the Workforce: How AI Agents Will Transform Enterprise Workflows. https://www.cbinsights.com/research-future-workforce-ai-agents (2024).

13. IBM. AI Agents vs. AI Assistants. IBM Think (2025).

14. National Security Council. Fact Sheet: Biden-Harris Administration Unveils New Actions to Advance Safe, Secure, and Trustworthy AI for National Security. (2024).

15. DHS. Mitigating Artificial Intilligence (AI) Risk: Safety and Security Guidelines for Critical Infrastructure Owners and Operators. (2024).

16. Government Digital Service. The UK Government's AI Playbook: A Guide for Public Sector Leaders. (UK Cabinet Office, 2025).

17. Shavit, Y. et al. Practices for Governing Agentic AI Systems.

18. Espinosa, M. F. et al. Transforming Consumer Industries in the Age of AI. https://reports.weforum.org/docs/WEF_Transforming_Consumer_Industries_in_the_Age_of_AI_2025.pdf (2025).

19. Stanford HAI. Artificial Intelligence Index Report 2025. https://hai.stanford.edu/ai-index/2025-ai-index-report (2025).

20. CB Insights. What's next for AI agents? 4 trends to watch in 2025. (2025).

21.OECD. Skill Needs and Policies in the Age of Artificial. https://doi.org/10.1787/08785bba-en (2021).

22. UNESCO. Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence - UNESCO Digital Library. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137/PDF/381137eng.pdf.multi (2022).

23. KPMG. AI Agents: Shaping the Future of Workforce Strategy. https://kpmg.com/us/en/articles/2025/ai-agents-shaping-talent-strategy.html?utm_source=chatgpt.com (2025).

24. PagerDuty. The next generation of AI: More than half of companies (51%) already deployed AI agents. (2025).

25. Amy Loomis et al. The Evolving Impact of Agentic AI on the Future of Work: Regional Comparisons 2025. IDC. (2025).

26. IDC. Future Enterprise Resiliency and Spending Survey. (2024).

27. SDAIA. National Strategy for Data and Artificial Intelligence (NSDAI). (2020).

28. Digital Government Authority. Artificial Intelligence Agents & Large Action Models in Digital Government. https://dga.gov.sa/en/digital-knowledge/AI-agents-large-action-models-digital-government (2025).

29. Saudi Press Agency (SPA). Saudi Arabia Ranks Second Among G20 Countries in ITU's 2024 ICT Regulatory Tracker Index. (2025).

30. PwC Middle East. The Potential Impact of Artificial Intelligence in the Middle East. https://www.pwc.com/m1/en/publications/potential-impact-artificial-intelligence-middle-east.html (2020).

31. Amazon Web Services (AWS) and HUMAIN. AWS and HUMAIN Invest over $5 Billion to Build an "AI Zone" in Saudi Arabia. (2025).

32. Cisco Systems, Inc. The Race to an Agentic Future: How Agentic AI Will Transform Customer Experience. https://newsroom.cisco.com/c/dam/r/newsroom/pdfs/Cisco-CX-Agentic-AI-Research.pdf (2025).

33. General Authority for Statistics (Saudi Arabia). National Classification of Economic Activities. (2021).

34. United Nations Statistics Division. International Standard Industrial Classification of All Economic Activities, Revision 4. (2008).

35. King Faisal Specialist Hospital & Research Centre (KFSHRC). Centre for Healthcare Intelligence Leads the Transformation toward Greater AI Adoption in Healthcare. https://www.kfshrc.edu.sa/en/news/2024/09/kfshrc-centre-for-healthcare-intelligence-leads-the-transformation-towards (2024).

36. Hinchcliffe, D. & Patience, N. Maximizing ROI with Agentic AI: Why Agentforce Is the Fast Path to Enterprise Value. https://www.salesforce.com/es-es/wp-content/uploads/sites/22/documents/form/futurum-maximizing-roi-with-agentic-ai.pdf (2025).

37.International Data Corporation (IDC). Consumers in Asia/Pacific to Spend $32 Billion on Programmatic and AI-Driven Shopping Experiences by 2028. (2025).

38. Sharma, P. et al. The Cognitive Leap: How to Reimagine Work with AI Agents. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/consulting/us-state-of-gen-ai-q3.pdf (2024).

39. Deloitte Insights. Autonomous generative AI agents: Under development. Deloitte Insights (2024).

40. Montgomery, C. et al. AI Agents: Opportunities, Risks, and Mitigations. https://www.ibm.com/granite/docs/resources/ai-agents-opportunities-risks-and-mitigations.pdf (2025).

41. Gerlich, M. AI Tools in Society: Impacts on Cognitive Offloading and the Future of Critical Thinking. Societies 15, (2025).

42. Lee, H.-P. (Hank) et al. The Impact of Generative AI on Critical Thinking: Self-Reported Reductions in Cognitive Effort and Confidence Effects From a Survey of Knowledge Workers. in Proceedings of the 2025 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '25) 1–22 (Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2025). doi:10.1145/3706598.3713778.

43.Where's the Value in AI? https://web-assets.bcg.com/a5/37/be4ddf26420e95aa7107a35aae8d/bcg-wheres-the-value-in-ai.pdf. (2024).

44. UK Government Digital Service. AI Insights: Integrated Agents. (2024).

45. AWS Security Blog. AI lifecycle risk management: ISO/IEC 42001:2023 for AI governance. AWS Secur. Blog (2025).

46. Dainow, B. & Brey, P. Ethics By Design and Ethics of Use Approaches for Artificial Intelligence. (European Commission, DG Research & Innovation, 2021).

47. Saudi Data and Artificial Intelligence Authority (SDAIA). Innovation Oasis: The Generative AI Landscape in Saudi Arabia. https://sdaia.gov.sa/en/MediaCenter/KnowledgeCenter/ResearchLibrary/Innovation-Oasis-0909.pdf (2023).

48. PwC. Unlocking value with AI agents: A responsible approach. (2025).

49. Grand View Research. AI Agents Market Size, Share & Trends Analysis Report By Type (Machine Learning, Natural Language Processing, Computer Vision), By Application (BFSI, Healthcare & Life Sciences, Retail & E-commerce, IT & Telecom, Automotive & Transportation, Others), By Region, And Segment Forecasts, 2024 - 2030. https://www.grandviewresearch.com/horizon/outlook/ai-agents-market-size/global (2024).

50. PwC. AI Agent Survey Report. (2025).

51. Capgemini Research Institute. Data Foundations for Government: From AI Ambition to Execution. https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2025/05/05_20_Capgemini-news-alert_-Data-and-AI-in-Government-CRI-report.pdf (2025).

52. Coshow, T. Intelligent Agents in AI Really Can Work Alone. Here's How. Gartner (2024).

53. IDC Blogs. The Agentic Evolution of Enterprise Applications. (2025).

54. Gartner. Gartner Predicts Half of Supply Chain Management Solutions Will Include Agentic AI Capabilities by 2030. (2025).

55. Boston Consulting Group. AI Agents: What They Are and Their Business Impact. https://www.bcg.com/capabilities/artificial-intelligence/ai-agents (2025).

56. Mastercard supercharges consumer protection with gen AI. https://newsroom.mastercard.com/news/press/2024/february/mastercard-supercharges-consumer-protection-with-gen-ai/. (2024).

57. Europe, I. D. C. AI and the Future of Work in Europe: The Three Most Impactful Work Culture Trends for 2025. IDC Europe Blog https://blog-idceurope.com/ai-and-the-future-of-work-in-europe/ (2025).

58. The Future of Jobs Report 2025 | World Economic Forum. https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/.

59. Generative AI and the future of work in America | McKinsey. https://www.mckinsey.com/mgi/our-research/generative-ai-and-the-future-of-work-in-america. (2023).

60. Grand View Research. Saudi Arabia Enterprise Agentic AI Market Size & Outlook, 2030. https://www.grandviewresearch.com/horizon/outlook/enterprise-agentic-ai-market/saudi-arabia (2024).

61. Global AI Summit. State of AI in Saudi Arabia. https://globalaisummit.org/Documents/StateofAIinSaudi-Arabia.pdf (2024).

62. GCC Board on Digital Innovation. The State of Gen-AI in the Middle East's GCC Countries: A 2024 Report Card. https://gccbdi.org/sites/default/files/2024-11/the-state-of-gen-ai-in-the-middle-easts-gcc-countries-a-2024-report-card_final.pdf (2024).

63. The New Growth Algebra Saudi Arabia's Generative AI Opportunity. https://sdaia.gov.sa/en/MediaCenter/KnowledgeCenter/ResearchLibrary/GrowthAlgebra.pdf.

64. Saudi Data & Artificial Intelligence Authority (SDAIA). AI Adoption Framework. (2024).

65. Deloitte AI Institute and Deloitte Consulting LLP. The State of Generative AI in the Enterprise, Q4 2024: Now Decides Next – Generating a New Future. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/consulting/us-state-of-gen-ai-q4

66. BCG. How AI Agents Are Opening the Golden Era of Customer Experience. https://www.bcg.com/publications/2025/how-ai-agents-opening-golden-era-customer-experience. (2025).

SDAIA
الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي
Saudi Data & AI Authority

SDAIA.GOV.SA SDAIA_SA SDAIA.SAUDI SDAIA-KSA

تـــاريخ الوثيقـة | يوليو 2025
نـــــوع الوثيقـة | دراسات وتقارير
تصنيف الوثيقـة | عـــــام
رقـــم الوثيقـة | SDAIA-P126
رقـــم الإصـدار | 1.0