SDAIA
الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي
Saudi Data & AI Authority

الذكاء الاصطناعي التوليدي

آفاق واعدة لمستقبل أفضل

مارس 2025م

منقول عبر afaqb.co

محتويات

ملخص تنفيذي 6
مقدمة 8
نبذة تعريفية 10
المقصود بالذكاء الاصطناعي التوليدي 12
الخصائص 13
مراحل التطور 14
آلية البناء والعمل 18
أنواع الذكاء الاصطناعي التوليدي 24
أبرز النماذج التوليدية 26
الفرص الاستثمارية 28
حجم السوق العالمي 30
الاستثمار الدولي 31
الاستثمار في الشركات الناشئة 31
التبني وحالات الاستخدام 40
حالة التبني عالمياً 42
حالات الاستخدام 43
الفرص والآثار الاقتصادية 54
فوائد الذكاء الاصطناعي التوليدي 56
الآثار الاقتصادية 56
التحديات والمخاطر 70
التحديات 72
المخاطر 74
السياسات والجهود التنظيمية 80
الاعتبارات العامة 82
الجهود الدولية 84
مستقبل الذكاء الاصطناعي التوليدي 92
سوق الذكاء الاصطناعي التوليدي في المستقبل 94
توقعات وأرقام 95
جهود سدايا في الذكاء الاصطناعي التوليدي 100
جهود ابتكارية 102
جهود تنظيمية 103
جهود بناء القدرات 104
جهود معرفية 105
خلاصة 107
مراجع 108

ملخص تنفيذي

مع تنامي الاهتمام العالمي في العقد الماضي بالتطور المتسارع للتقنيات الحديثة، وخاصة الذكاء الاصطناعي، شهد عام 2022م ثورة تقنية جديدة تمثلت في ظهور تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي التي تتيح إنشاء محتوى إبداعي كالنصوص والمقاطع المرئية والصوتية. وانتشرت هذه التقنيات بشكل واسع نظراً لما تقدمه من إمكانيات وآفاقاً واسعة للاستخدام والابتكار في شتى المجالات.

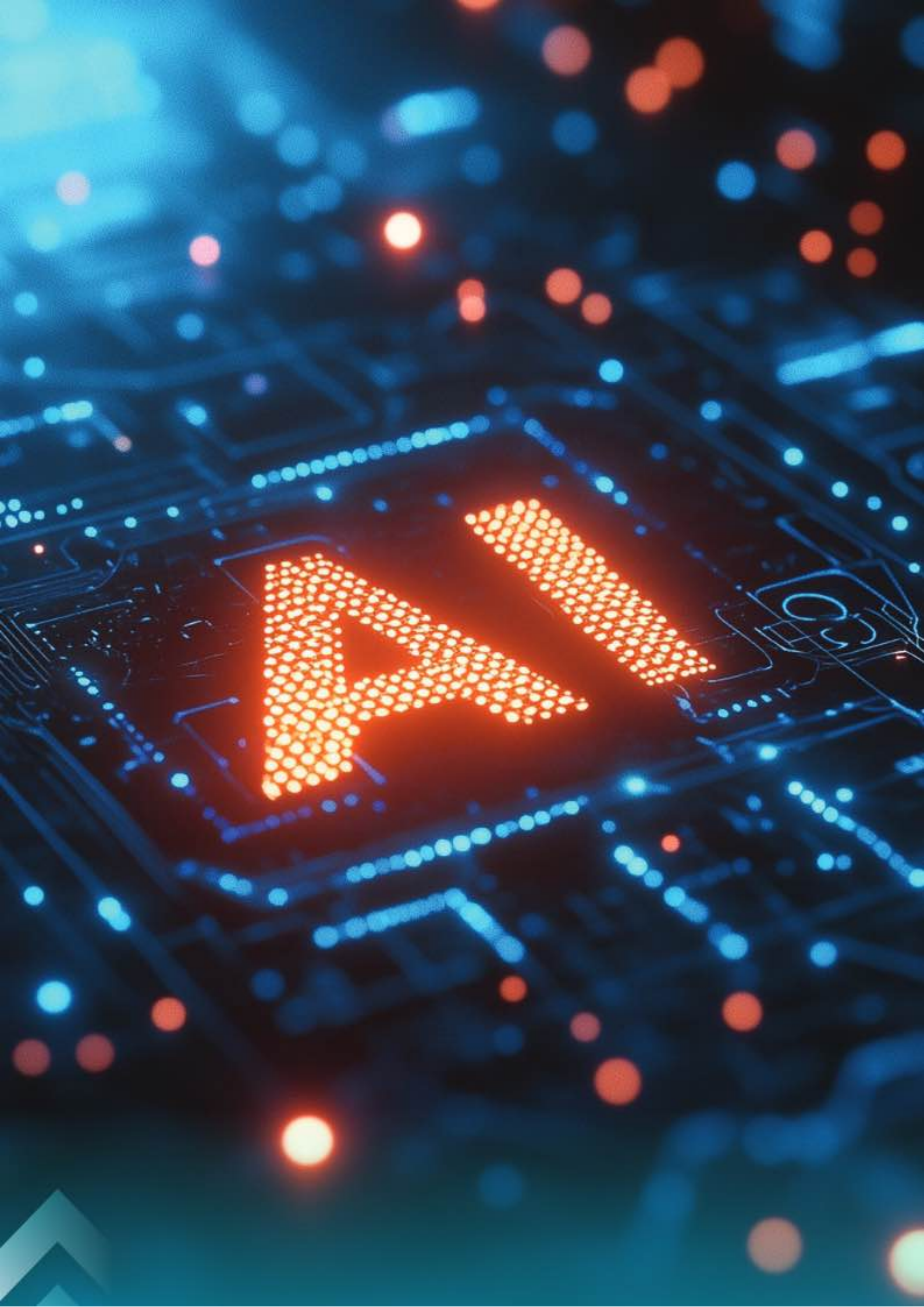
تهدف هذه الدراسة إلى إعطاء نظرة متكاملة حول مشهد الذكاء الاصطناعي التوليدي من جوانب عدة، منها: الفرص الاستثمارية وحالة تبني الشركات له عالمياً، ومجالات استخدامه، وآثاره وتحدياته ومخاطره والجهود التنظيمية العالمية لحوكمة هذه التقنية، فضلاً عن جهود الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي (سدايا) في المجال.

يُعد الذكاء الاصطناعي التوليدي مجالاً استثمارياً واعداً ذو إمكانات اقتصادية كبيرة، إذ تشير التوقعات إلى أن حجم السوق العالمي لهذه التقنية سيصل إلى (1.3) تريليون دولار أمريكي (ما يعادل 4.88 تريليونات ريال سعودي) في عام 2032م. ويعكس هذا النمو تزايد استثمار الدول والشركات العالمية في تطوير البنية التحتية والتطبيقات والمنصات المتخصصة لدعم الابتكار في هذا المجال، فضلاً عن ازدهار سوق الذكاء الاصطناعي التوليدي عالمياً بأكثر من (430) شركة ناشئة حتى مايو من عام 2024م.

سيؤثر الذكاء الاصطناعي التوليدي بصورة واضحة في سوق العمل، إذ سيساعد في تقليل التكاليف وزيادة الإيرادات وتحسين الإنتاجية في مختلف القطاعات. وحسب التقديرات فإنه سيؤثر على المهن بشكل متفاوت حسب نوعية المهام والمهارات المطلوبة في كل مهنة، إذ من المتوقع أن يعمل على أتمتة المهن المكتبية والروتينية بشكل كامل، فيما سيسهم في تعزيز غالبية المهن خاصة تلك التي تتطلب مهارات للتفكير المنطقي وحل المشكلات المعقدة، وسيكون تأثيره ضئيلاً على تلك المهن اليدوية التي تتطلب مهارات منخفضة.

وبالرغم من ذلك، تواجه هذه التقنية تحديات ومخاطر عدة منها تحيز النتائج وعدم دقتها، ومخاوف انتهاك الملكية الفكرية، وخصوصية البيانات الشخصية، مما يشير إلى أهمية تبني سياسات وإجراءات حوكمة مناسبة للتعامل مع هذه التحديات وضمان الاستخدام المسؤول للذكاء الاصطناعي التوليدي.

وقد خلصت الدراسة إلى **أهمية تعزيز تكامل منظومة الذكاء الاصطناعي التوليدي التي تشمل خمسة أبعاد أساسية، وهي: البنى التحتية والبيانات، والبحوث والابتكارات، والتمويل والاستثمار، والمهارات والقدرات البشرية، واللوائح والجهود التنظيمية؛** لإطلاق القوة الكامنة لهذه التقنية وضمان الاستفادة منها على مستوى الأفراد والمؤسسات الحكومية والخاصة.



مقدمة

شهد العالم في العقد الأخير تطورات غير مسبوقة في المجال التقني ساعدت على ظهور عدد من الابتكارات الجديدة التي غيرت طريقة أداء الأعمال، ويُعد الذكاء الاصطناعي أحد أبرز هذه الابتكارات التي أصبحت محط اهتمام الجميع على مستوى الأفراد والمؤسسات وحتى الدول، فقد أصبح جزءاً أساسياً من ممارساتنا اليومية نتيجةً لقدراته في محاكاة الذكاء البشري وتنفيذ بعض المهام الروتينية والمعقدة، بدءاً من أتمتة المهام والتحقق من جودة المنتجات وحتى المساعدة في تعزيز بعض الوظائف والأعمال.

ومع استمرار التطور في تقنيات الذكاء الاصطناعي في السنوات الأخيرة، برزت تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي التي مكنت من توليد محتوى جديد -مثل النصوص ومقاطع الفيديو والمقاطع الصوتية والأكواد البرمجية وعمليات المحاكاة وحتى تسلسلات البروتين- بناءً على بيانات التدريب، وساعد على انتشار هذه التقنيات بصورة واسعة إمكانية استخدامها في مجموعة متنوعة من المهام كالتلخيص والتصنيف وإعادة الصياغة بعكس النماذج السابقة التي كانت تؤدي مهمة واحدة فقط، مما أسهم في تحسين الخدمات ورفع الإنتاجية وزيادة الإيرادات.

وقد بلغ حجم السوق العالمي للذكاء الاصطناعي التوليدي في عام 2022م (40) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 150 مليار ريال سعودي)[1] خاصة بعد إطلاق شركة أوبن أيه آي (OpenAI) نموذجها جي بي تي 3.5 (GPT 3.5) في نوفمبر من العام نفسه ووصل عدد المستخدمين إلى مليون مستخدم في غضون خمسة أيام فقط منذ إطلاقه، وقد قدر حجم السوق العالمي في عام 2023م بـ(67) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 251.7 مليار ريال سعودي)، ومن المتوقع استمرار نمو حجم السوق بمعدل نمو سنوي مركب (CAGR) ليصل إلى (42.5%) التي تقدر بـ(1.3) تريليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 4.88 تريليونات ريال سعودي) خلال عام 2032م[1].

تهدف هذه الدراسة إلى إعطاء نظرة متكاملة حول مشهد الذكاء الاصطناعي التوليدي من عدة جوانب، ابتداءً من تقديم نبذة تعريفية حول تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي، ثم تسليط الضوء على وضع الاستثمار من قبل الشركات الناشئة والكبيرة، إضافة إلى استعراض أبرز حالات الاستخدام في بعض القطاعات، وتناقش الدراسة أيضاً الفرص والآثار السلبية المتوقعة من تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي والتحديات والمخاطر التي تواجه تطويرها وتبنيها، كما تستعرض أهم الجهود العالمية في سن السياسات وتنظيم تطوير هذه التقنيات واستخدامها، وتقدم نظرة حول بعض التوقعات والتوجهات المستقبلية، وتتطرق إلى أهم الجهود التي قدمتها الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي (سدايا).

02

نبـــــذة تعريفية

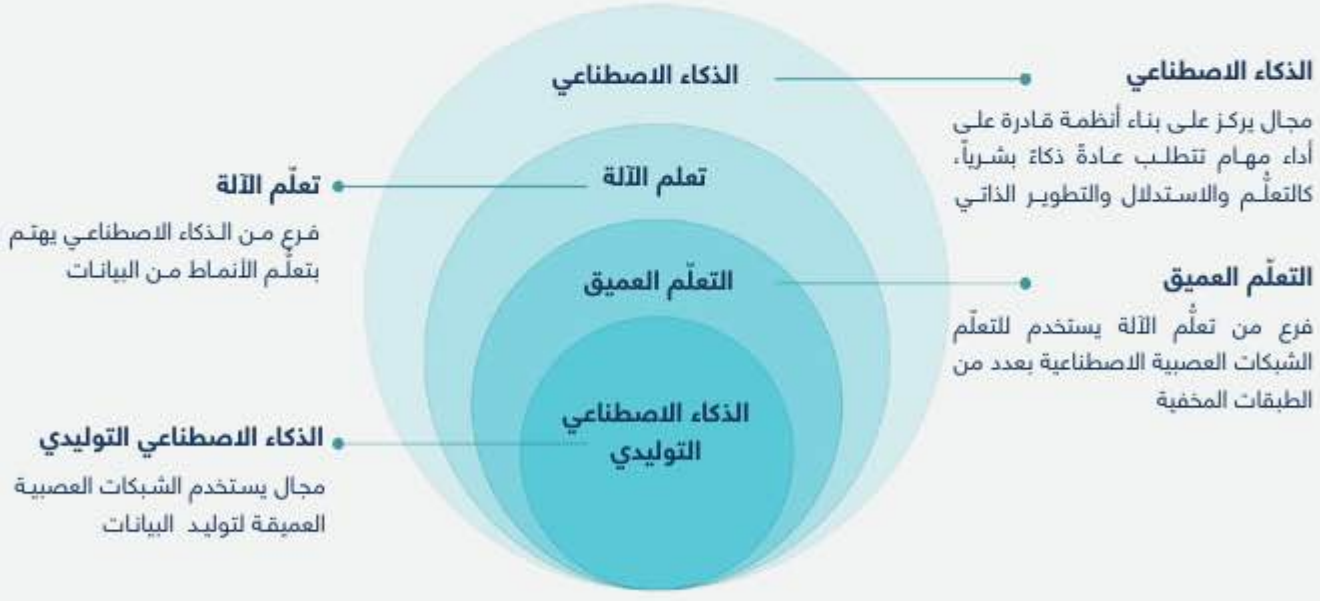
- المقصود بالذكاء الاصطناعي التوليدي
- الخصائص
- مراحل التطور
- آلية البناء والعمل
- أنواع الذكاء الاصطناعي التوليدي
- أبرز النماذج التوليدية

يقدم هذا القسم نبذة تعريفية حول الذكاء الاصطناعي التوليدي تتضمن عدة جوانب: المقصود بالذكاء الاصطناعي التوليدي، والخصائص المميزة، ومراحل التطور، وآلية بناء النماذج التوليدية، بالإضافة إلى أنواع الذكاء الاصطناعي التوليدي، وأبرز النماذج المشهورة مع توضيح أهم الاختلافات بينها.

المقصود بالذكاء الاصطناعي التوليدي

يشير الذكاء الاصطناعي التوليدي (Generative AI) أو بالمختصر (GenAI) إلى **تقنيات الذكاء الاصطناعي التي تركز على تعلّم الأنماط وأساليب التمثيل الموجودة في بيانات التدريب، بهدف توليد محتوى جديد ومبتكر بأنواع مختلفة تشمل: النصوص والصور والمقاطع الصوتية والمرئية والأكواد البرمجية وحتى عمليات المحاكاة وتسلسلات البروتين**[2]. يوضح الشكل (1) علاقة الذكاء الاصطناعي التوليدي بمجال الذكاء الاصطناعي وتقنياته المختلفة.

الشكل (1): علاقة الذكاء الاصطناعي التوليدي بالذكاء الاصطناعي ومجالاته الفرعية



يختلف الذكاء الاصطناعي التوليدي عن الذكاء الاصطناعي التقليدي في جوانب متعددة، من أهمها قدرة الذكاء الاصطناعي التوليدي على تنفيذ مهام أكثر تعقيداً مثل توليد المحتوى بصور مختلفة وإبداعية، بينما تقتصر قدرات الذكاء الاصطناعي التقليدي على تنفيذ مهام التنبؤ والتصنيف والتوصيات[3]. الشكل (2) يوضح أهم الاختلافات بين الذكاء الاصطناعي التوليدي والذكاء الاصطناعي التقليدي في التدريب، والمخرجات، والتطبيقات.

الشكل (2): أوجه التشابه والاختلاف بين الذكاء الاصطناعي التقليدي والذكاء الاصطناعي التوليدي

الخصائص

تتميز تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي بمجموعة من الخصائص التي يمكن تلخيصها في النقاط الآتية[3]:

تعدد الإمكانيات
إمكانية أداء مجموعة كبيرة ومتنوعة من المهام المختلفة تشمل مجالات عدة.

الإبداع
القدرة على توليد محتوى جديد كلياً قد تشبه البيانات الأصلية لكن لا تكررها.

التخصيص
إمكانية تخصيص النماذج لأداء مهام معينة حسب الحاجة عبر آليات معينة.

المحاكاة
القدرة على توليد محتوى مبتكر وإبداعي يحاكي المخرجات البشرية.

سهولة الاستخدام
إمكانية استخدام النماذج عبر واجهات تفاعلية واللغات الطبيعية.

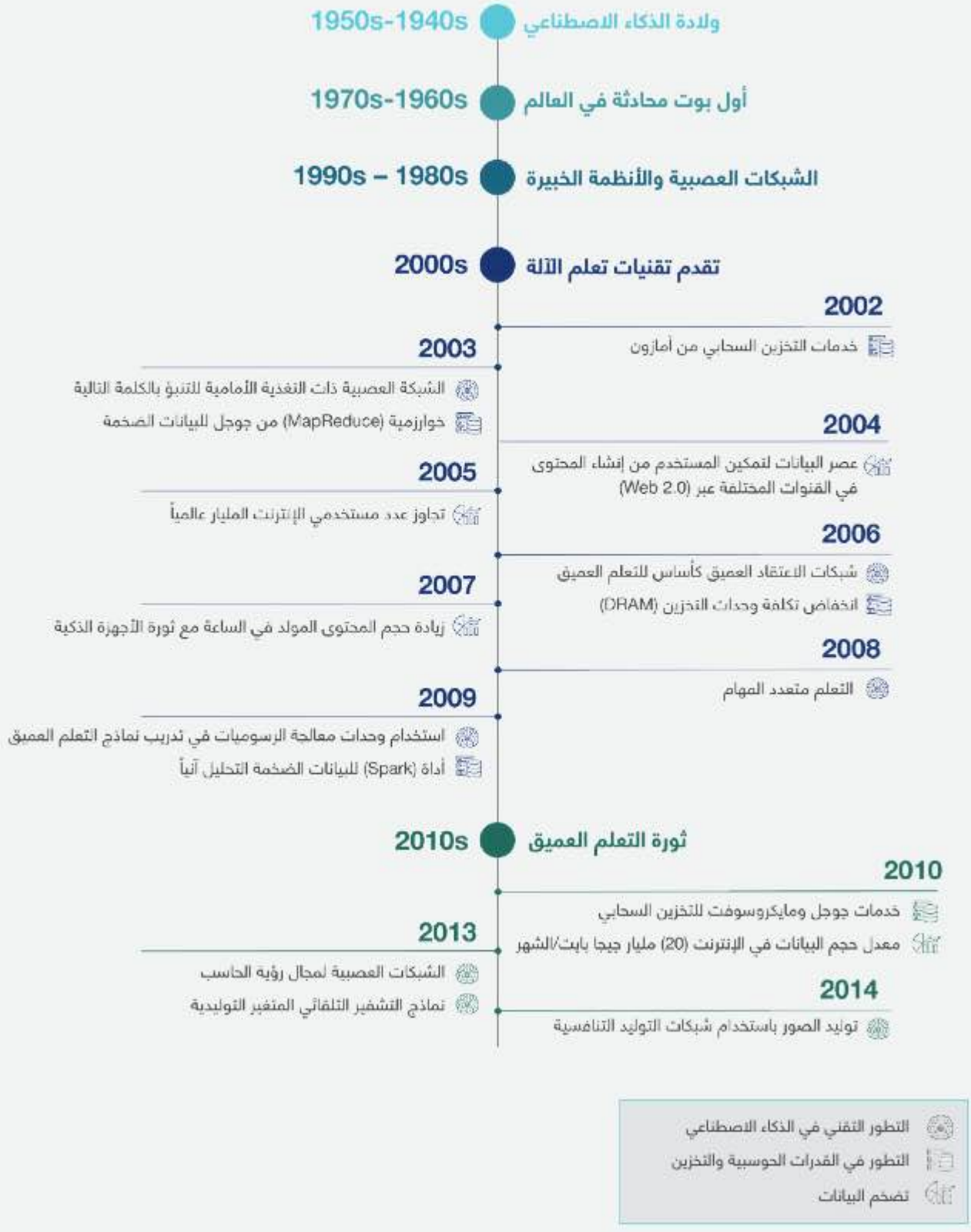
مراحل التطور

تعود البداية الفعلية لنشأة الذكاء الاصطناعي إلى بداية الخمسينات من القرن الماضي[4]، ومع ازدياد القدرات الحوسبية في التخزين والمعالجة وانخفاض أسعار الأجهزة وسهولة الوصول إليها تحسّنت خوارزميات الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة وطُوّر أول نموذج ذاتي التعلّم (Self-learning Algorithm) باستخدام خوارزمية بيرسبترون (Perceptron Algorithm) التي تعد أحد أقدم أنواع الشبكات العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Network - ANN) عام 1958م[5]. وتوالت التطورات بعد ذلك حتى ظهر نظام إليزا (ELIZA) كأول بوت محادثة بدائي قائم على الذكاء الاصطناعي في عام 1966م[6] طوره معهد ماساتشوستس للتقنية (MIT) باستخدام تقنيات معالجة اللغات الطبيعية (Natural Language Processing - NLP) لإجراء المحادثات باللغة الإنجليزية بهدف المعالجة النفسية، وقد اتبع النظام أسلوباً بسيطاً للتعرف على الكلمات الرئيسية في النص لتوليد استجابات عامة مبرمجة.

ومع زيادة الإنفاق المالي في المجال والتوسع في الأدوات الخوارزمية مع بداية ثمانينات القرن العشرين، عمل الباحثون على إعادة تنشيط عدد من تقنيات الذكاء الاصطناعي وعلى رأسها تقنيات التعلّم العميق لبناء أنظمة خبيرة تساعد في عمليات اتخاذ القرار[7]، وتطوير نماذج لغوية قادرة على محاكاة اللغات البشرية واستيعابها وفهمها إلى أن ظهرت في أواخر الثمانينات النماذج اللغوية الإحصائية (Statistical Language Models) .

واستمر التطور في الذكاء الاصطناعي حتى بدايات القرن الواحد والعشرين، إذ شهد نمواً هائلاً نتيجةً لظهور البيانات الضخمة (Big Data) في العقد الأول من هذا القرن، وهي مجموعات بيانات كبيرة جداً تتضمن أنواعاً مختلفة من البيانات، إضافةً إلى زيادة اهتمام الشركات التقنية الكبرى كشركة أمازون (Amazon) وجوجل (Google) وأبل (Apple) بمجال الذكاء الاصطناعي، وأسهم ذلك في تطور تقنيات التعلّم العميق والشبكات العصبية[6]. وفي عام 2014م ظهرت شبكات التوليد التنافسية (Generative Adversarial Network - GAN) التي أصبحت من أكثر النماذج التوليدية نجاحاً وأُستخدمت في بناء عدد من التطبيقات، وفي عام 2017م ظهرت بُنية المحولات (Transformers) التي تعتمد على آليات الانتباه (Attention Mechanism) وأحدثت ثورة كبيرة في تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي[4]. يوضح الشكل (3) أهم التطورات التقنية التي أسهمت في انتشار نماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي بصورة واسعة النطاق منذ عام 2000م[5-5,6,8,10].

الشكل (3): مراحل تطور الذكاء الاصطناعي التوليدي



2015

- التعلم التعزيزي العميق
- آلية الانتباه لتحسين استخلاص المعلومات ذوات الصلة
- نماذج الانتشار لتوليد الصور
- طرح أداة البرمجة (TensorFlow) لنماذج التعلم العميق

2016

- وحدة معالجة (TPU) بسرعة أكبر من وحدات معالجة الرسوميات ووحدات المعالجة المركزية

2017

- المحولات للتدريب السريع
- آلية الانتباه متعددة الرؤوس
- استراتيجيات التوازي للنموذج
- وحدات معالجة (TPU) بسرعة (180) مليون تيرافلوبس
- توليد بيانات بما يقارب (2.5) كوينتيليون بايت/اليوم

2018

- المحولات المدربة مسبقاً المعتمدة على التعلم غير الموجه
- نموذج (BERT) لتوليد النصوص
- نموذج (StyleGan) لتوليد وجوه حقيقية
- معالج إنفيديا (Quadro RTX 8000) بسرعة (1396) ميجا هيرتز
- معالج إنفيديا (V100) المدعوم بوحدات (TPU)

2019

- نموذج (GPT-2)
- نموذج (ERNIE 2.0)
- معالج إنفيديا (GeForce RTX 3090) بسرعة (1.70) جيجا هرتز
- معالج إنفيديا (GeForce RTX 4090) بسرعة (2.52) جيجا هرتز

2020s ثورة الذكاء الاصطناعي التوليدي

2020

- نموذج (GPT-3)
- معالجات إنفيديا (A100) بسعة (40) و(80) جيجا بايت

2021

- نظام (DALL-E) متعدد الصيغ
- أداة (GitHub Copilot) للبرمجة

2022

- نموذج (PaLM)
- نموذج (Stable Diffusion)
- نموذج (Imagen Video)
- نظام (ChatGPT) المعتمد على نموذج (GPT 3.5)
- معالج إنفيديا (H100) بسعة (80) جيجا بايت

2023

- نموذج (GPT 4.0)
- نموذج (Bard)
- الإعلانات المولدة بالذكاء الاصطناعي من ميتا
- نموذج (Claude 2)
- نموذج (Llama 2.0)
- معالج إنفيديا (HGX H20) بسعة (96) جيجا بايت

2024

- نموذج (Gemini)
- نموذج (GPT-4o)
- نموذج (o1)
- معالج (AMD Instinct MI325X) بسعة (265) جيجا بايت

التطور التقني في الذكاء الاصطناعي
التطور في القدرات الحوسبية والتخزين
تضخم البيانات

آلية البناء والعمل

يسلط هذا القسم الضوء على بعض التقنيات الأساسية التي تعتمد عليها نماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي ودورة حياة تطوير هذه النماذج وطرق تخصيصها، بالإضافة إلى طريقة عملها للحصول على النتائج المطلوبة.

تقنيات أساسية

تعتمد نماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي على تقنيات التعلّم العميق والشبكات العصبية المتقدمة لتحليل الأنماط والعلاقات في مجموعات البيانات وتوليد محتوى جديد، ومن أبرز هذه التقنيات ما يلي:

الشبكات التوليدية التنافسية (Generative Adversarial Networks - GANs)

نوع من الشبكات العصبية تتكون من شبكتين: إحداهما توليدية لإنشاء عينة بيانات جديدة والأخرى تمييزية تركز على التحقق من هذه العينة وتحديد ما إذا كانت حقيقية أم مولدة[11].

المُرمز التلقائي المتغير (Variational Autoencoders - VAEs)

شبكات عصبية تعتمد على مبادئ الاحتمال والإحصاءات وتوزيع بيانات التدريب في عملية التعلّم والتوليد[11].

المحولات (Transformers)

نوع من الشبكات العصبية المتقدمة تعتمد على آليات الانتباه الذاتي التي تركز على جوانب معينة من المدخلات لتوليد بيانات جديدة عبر تحديد أوزان لكل جزء من المدخلات بالتوازي[12].

وتُعد المحولات اللّبِنة الأساسية التي مكنت من تسريع عجلة الابتكار في النماذج الاصطناعية التوليدية وبناء عدد من النماذج المتطورة باستخدام كميات هائلة من البيانات غير المهيكلة (Unstructured Data) منها نماذج الأساس (Foundation Models) والنماذج اللغوية الكبيرة (Large Language Models - LLMs). وتُعرف نماذج الأساس على أنها عبارة عن نماذج مدربة مسبقاً على أنواع مختلفة من مجموعات البيانات غير المسماة بطريقة التعلم ذاتي التوجيه وتتميز بامكانية استخدامها في أداء مجموعة واسعة من المهام العامة والتخصيص لبناء نماذج أخرى أو أداء مهام محددة عن طريق آليات الضبط والتحسين[13,14]. يوضح الشكل (4) طريقة عمل النماذج الأساسية.

الشكل (4): طريقة عمل نماذج الأساس

المصدر: أمازون (Amazon - Getting Started with Generative AI and Foundation Models)[15]

دورة حياة تطوير نماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي

تشبه دورة حياة تطوير نماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي دورة حياة تطوير نماذج الذكاء الاصطناعي التقليدية إلى حد ما، إلا أنها تختلف في بعض الجوانب، وفيما يلي ملخص لأهم المراحل:

التصميم

تحديد التصميم المناسب لبنية النموذج، والمستهدفات من حيث المدخلات والمخرجات، وحجم النموذج المُتمثل بعدد المعاملات (Parameters) وهو العدد الذي يحدد حجم المعرفة التي قد يتعلمها النموذج[16].

جمع البيانات وتهيئتها

تجهيز بيانات التدريب عن طريق جمعها من المصادر المختلفة ومعالجتها وتهيئتها لإزالة البيانات غير المناسبة وتحويلها إلى السياق المناسب لاستخدامها في عملية التدريب[16].

التدريب المسبق

تدريب نموذج تعلّم الآلة على بيانات عامة ومتنوعة بأحجام كبيرة جداً تصل إلى الملايين أو المليارات من العينات لبناء المعرفة العامة للنموذج، وفهم العلاقات الموجودة في بيانات التدريب[17].

في الغالب يعتمد المطورون لتدريب نماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي على المصادر المفتوحة ، أو جمع البيانات من صفحات الويب عن طريق عملية التجريف (Web Scraping) أو باستخدام مصادر خاصة، ومن أبرز مجموعات البيانات المفتوحة ما يلي[18]:

سي فور (C4) مجموعة بيانات باللغة الإنجليزية معدة من قبل شركة ألين أيه آي (AllenAI)، وتحتوي على حوالي (750) جيجابايت من بيانات شبكة الويب خلال (12) عاماً.

ذا بيل (The Pile) مجموعة بيانات تتكون من (22) مجموعة فرعية ذات جودة عالية أعدت من قبل شركة إليوثر أيه آي (EleutherAI)، وتشمل مصادر عدة منها جيت هب (GitHub) وبوب ميد (PubMed).

جوتنبرج كوربوس (Gutenberg Corpus) مجموعة بيانات تضم أكثر من (50) ألف كتاب متاح للعامة، قدّمها مجموعة من الباحثين كمجموعة موحدة للتحليل الإحصائي للغات الطبيعية واللسانيات الكمية.

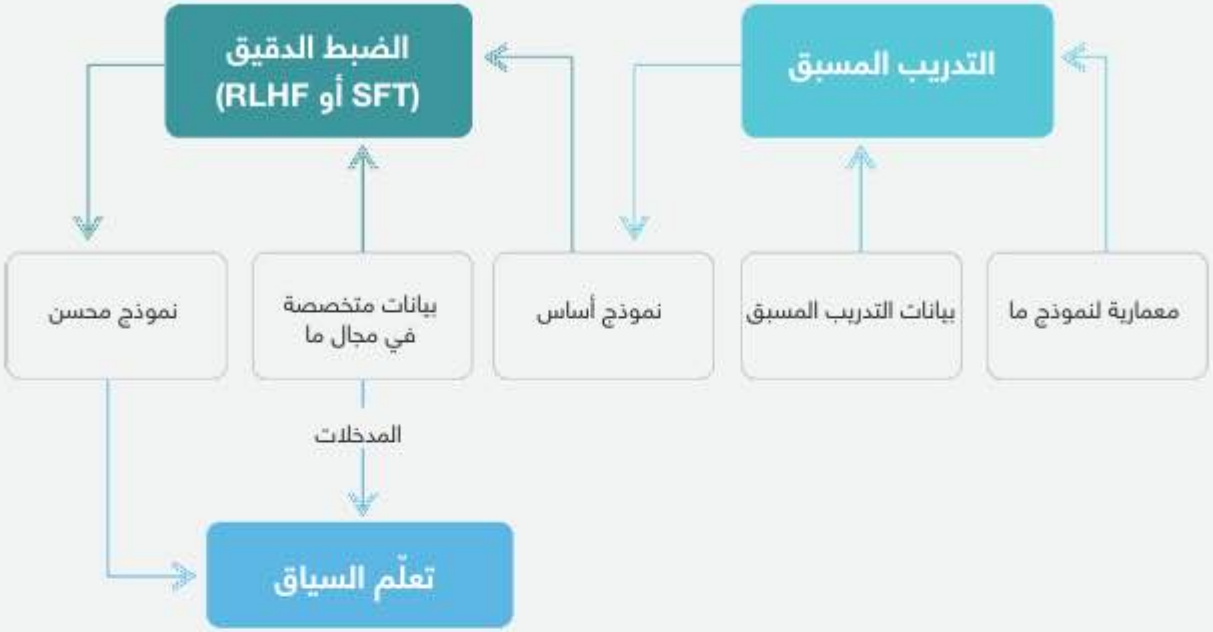
لايون (LAION-400M) مجموعة بيانات تستند إلى موقع كومن كراول (Common Crawl)، ومكونة من (400) مليون صورة مع نصوص وصفية، جمعت بواسطة منظمة لايون (LAION) غير الربحية.

لايون فايف بي (LAION5B) مجموعة بيانات مكونة من (5.85) مليارات صورة مع نصوص وتسميات، جمعت من قبل منظمة لايون (LAION).

الضبط والتحسين

عملية اختيارية لضبط أداء النموذج المدرب مسبقاً بغرض إضافة بعض الإمكانيات أو أداء مهمة محددة أو تحسين سلوك النموذج ومخرجاته مثل: المحادثة البشرية، والإجابة عن الاستفسارات، ويمكن إجراء هذه الخطوة عبر إضافة مجموعات جديدة من بيانات التدريب أو تنظيف بيانات التدريب من المحتويات غير اللائقة، أو استخدام تقنية الضبط الدقيق الموجه (Supervised Fine-Tuning - SFT) –إعادة تدريب النموذج باستخدام أزواج من الاستعلامات وإجاباتها[19]– أو تقنيات التعلم التعزيزي من المراجعة البشرية (Reinforcement Learning From Human Feedback - RLHF)[16]. يوضح الشكل (5) الفرق بين عمليتي التدريب المسبق والضبط.

الشكل (5): شرح توضيحي لعمليتي التدريب المسبق والضبط الدقيق



التقييم

عملية دورية تُجرى طوال مرحلة التطوير وحتى مرحلة نشر وإطلاق النموذج بهدف اختبار أداء النموذج وفقاً لمقاييس كمية أو نوعية تكون متلائمة مع متطلبات المهام المحددة مسبقاً أو مجال عمل النموذج وذلك للتأكد من فاعلية أدائه. وتشمل طرق التقييم: اختبار أداء النموذج على مجموعات بيانات مختلفة، أو مقارنة أداء نموذج بأداء نماذج أخرى، أو الاستعانة بمقيّمين بشريين[16].

معايير التقييم

هناك ثلاثة معايير هامة من المهم مراعاتها عند تقييم النماذج التوليدية وهي[20]:

الجودة: التأكد من الحصول على نتائج صحيحة ذات جودة عالية، مثلاً: أن يكون الكلام مشابهاً للكلام البشري، والصور طبيعية وعالية الدقة.

التنوع: شمولية النموذج وقدرته على التعرف على الأنماط المختلفة وخاصة الأقلية منها في توزيع البيانات دون الإضرار بجودة التوليد.

السرعة: الوقت المستغرق لتوليد المخرجات المطلوبة، وخاصة في التطبيقات التي تتطلب الحصول على النتائج في الوقت الفعلي.

النشر

إطلاق نموذج الذكاء الاصطناعي في البيئة التشغيلية المستهدفة وإتاحته للمستخدمين لتوليد المخرجات وتنفيذ المهام المطلوبة.

استراتيجيات النشر

هناك استراتيجيتان معروفتان لنشر النماذج التوليدية وتتمثل في الآتي[16]:

مفتوح المصدر

إتاحة النموذج بصورة مفتوحة مجاناً بتراخيص معينة للمطورين، وقد يكون النموذج متاحاً بالكامل (أي البنية التقنية وبيانات التدريب والأكواد البرمجية)، وقد يقتصر على أوزان النموذج (أي المعاملات).

مغلق المصدر

عدم إتاحة النموذج بصورة مفتوحة للمطورين، وقد ينشر النموذج للأطراف الخارجية بصورة محدودة لاستخدامه كمنتج نهائي أو عن طريق واجهة برمجة التطبيقات (API).

المراقبة والصيانة

مراقبة أداء النموذج في البيئة التشغيلية وكيفية تفاعل المستخدمين معه بصورة مستمرة للأخذ بعين الاعتبار ملاحظاتهم وتجاربهم والكشف عن الأخطاء أو المخرجات غير المناسبة ومعالجتها، إضافة إلى إجراء الصيانة الدورية لتحديث مجموعات البيانات أو إعادة تدريب النموذج بما يضمن المحافظة على كفاءة أدائه.

طرق تخصيص النماذج

بالرغم من أن تطوير النماذج التوليدية الخاصة من الصفر يمتاز بالمرونة، إلا أنه مكلف ويتطلب كميات هائلة من البيانات والقدرات الحوسبية ولذا يوجد ثلاثة طرق رئيسية لتخصيص نماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي وتمكينها من أداء مهام معينة وهي:

الضبط الدقيق (Fine-Tune)

تحسين مخرجات النماذج المدربة مسبقاً عن طريق إعادة تدريبها باستخدام مجموعات من البيانات المتخصصة في مجال معين، وتتضمن هذه الطريقة تحديث معاملات النماذج وأوزانها[21].

التوليد المعزز بالاسترجاع (Retrieval Augmented Generation - RAG)

تحسين مخرجات النماذج بنهج البحث والاسترجاع، إذ يمكن النموذج من الوصول الفوري أثناء عملية الاسترجاع إلى قاعدة معرفية إضافية موثوقة غير متضمنة كمصادر في بيانات التدريب دون إعادة تدريب النماذج[22].

ضبط الأوامر (Prompt-Tune)

ضبط مخرجات النماذج المدربة مسبقاً وتكييفها لأداء مهام محددة دون إعادة تدريبها، وذلك عن طريق استخدام أساليب هندسة الأوامر (Prompt Engineering) لتوجيه النماذج إلى المخرجات المطلوبة ومجموعات من البيانات كمدخلات[23].

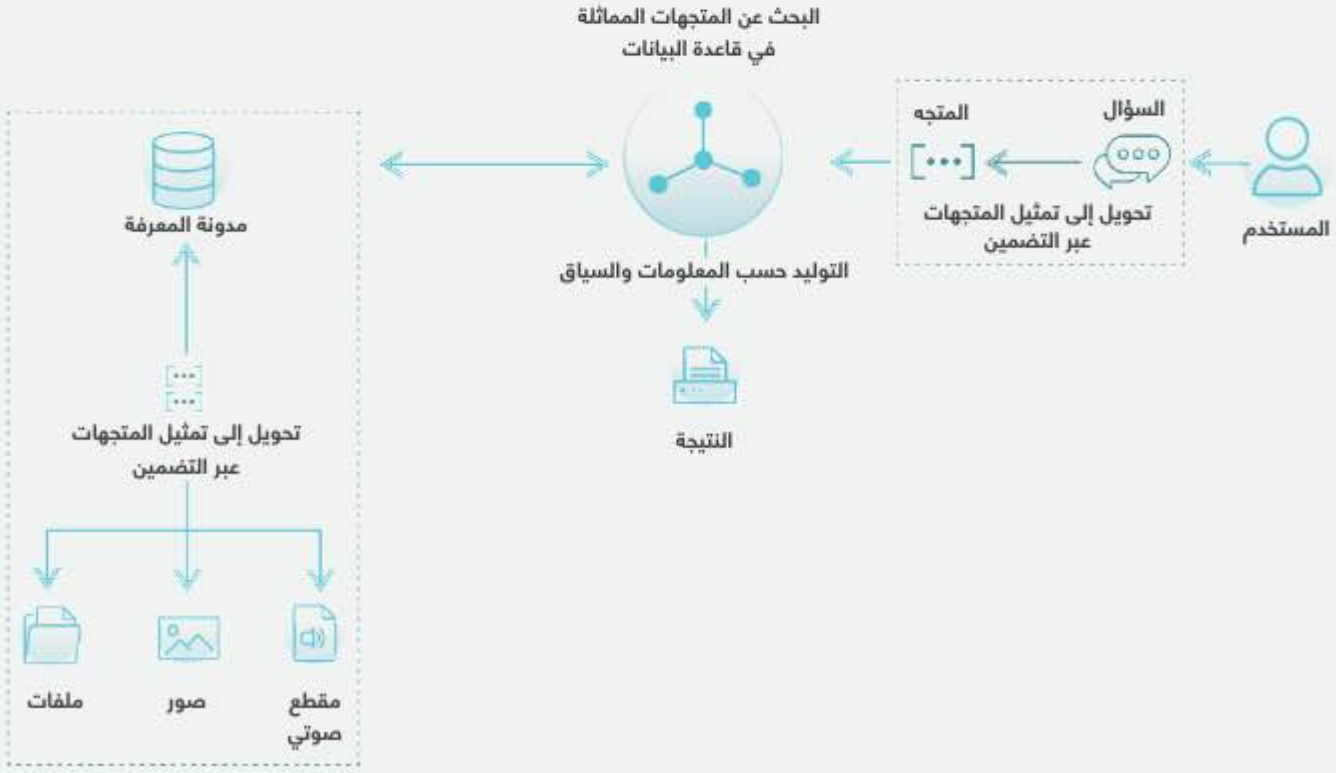
آلية العمل

غالباً ما تتاح نماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي عن طريق واجهات الويب أو الجوال، وتعتمد جودة مخرجات هذه النماذج بصورة كبيرة على جودة مدخلات المستخدم؛ ولذلك من المهم معرفة كيفية صياغة المدخلات لتوجيه النماذج بطريقة صحيحة وواضحة، واتباع أفضل الممارسات في تصميم المدخلات والاستفادة من أساليب وتقنيات هندسة المدخلات، حتى يتمكن النموذج من فهم السياق وتقديم مخرجات مناسبة، ولذا ينبغي مراعاة ما يلي في هندسة الأوامر[24]:

- وضوح اللغة ووصف الهدف أو المخرج المطلوب بدقة
- قابلية تحقيق الهدف أو المهمة المراد تنفيذها
- تحديد السياق والفئة المستهدفة

ويُطلق على عملية توليد المخرجات عملية الاستنتاج (Inference)، وتشمل تحليل المدخلات الاستعانة بالأوزان والانحيازات التي تمثل المعرفة التي تعلمها النموذج مسبقاً لإيجاد أقرب المخرجات المناسبة وأكثرها احتمالاً، فمثلاً في النماذج اللغوية يعمل النموذج على التنبؤ بالكلمة التالية بناء على احتمالية ظهورها في تسلسل الكلمات وسياق الكلام، أما في النماذج المولدة للصور فيعمل النموذج على التنبؤ بالأنماط الشائعة بناء على بيانات التدريب المشابهة للمطلوب. يمثل الشكل (6) آلية عمل النماذج التوليدية.

الشكل (5): توضيح مبسط لآلية عمل النموذج التوليدي



أنواع الذكاء الاصطناعي التوليدي

هناك نوعان من نماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي بناءً على نوع البيانات التي تتعامل معها، ولكل منهما قدرات مختلفة في طرق معالجة البيانات وأيضاً في التطبيقات الممكنة لها، وهما ما يلي[25]:

النماذج أحادية الصيغة (Unimodal Models)

نماذج يمكنها التعامل مع نوع واحد من البيانات، سواء كانت نصوصاً أو صوراً أو مقاطع صوتية، ولذلك يمكنها معالجة المدخلات من نفس النوع وأيضاً توليد المخرجات من نفس نوع المدخلات، كما هو موضح في الشكل (7).

الشكل (7): النماذج الأحادية

النماذج المتعددة الصيغ (Multimodal Models)

نماذج يمكنها التعامل مع أكثر من نوع واحد من البيانات، ولذلك يمكنها قبول مدخلات بصيغ متنوعة وأيضاً توليد مخرجات بصيغ متنوعة، كما هو موضح في الشكل (8).

الشكل (8): النماذج متعددة الصيغ

وبالنظر إلى المخرجات المولدة من نماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي، فيمكن تقسيم هذه النماذج وفقاً لأنواع البيانات المخرجة كما يلي:

نصوص

نماذج مدربة على مجموعة كبيرة من الكلمات من لغة أو أكثر بهدف فهم العلاقات بينها وتوليد محتوى نصي جديد ومبتكر، ومن أمثلة استخدامات هذه النماذج: الترجمة الآلية، وإجراء المحادثات، والإجابة عن الاستفسارات، وتقديم وصف للصور، والبحث، وتتعامل هذه النماذج مع أنواع متنوعة من المدخلات، مثل: النصوص (Text-to-Text)، والصور (Image-to-Text).

صور

نماذج مدربة على مجموعة كبيرة من الصور لفهم الأنماط الموجودة فيها، وقد تضاف إليها تسميات أو أوصاف نصية، ومن الأمثلة على استخداماتها: توليد الصور، ورفع جودة الصور، وتعديل الصور، والتصميم والرسم، ويمكن لهذه النماذج التعامل مع أنواع مختلفة من المدخلات، مثل: النصوص (Text-to-Image) والصور (Image-to-Image).

مقاطع فيديو

نماذج مدربة على مجموعة كبيرة من مقاطع الفيديو لفهم أنماط الصورة الموجودة في الفيديو، وقد تضاف إليها أوصاف نصية، ومن أبرز الأمثلة على استخداماتها: توليد مقاطع الفيديو، وتوليد الرسوم المتحركة، واختصار مقاطع الفيديو الطويلة، وترجمة المقاطع إلى لغات أخرى، ويمكن لهذه النماذج التعامل مع أنواع مختلفة من المدخلات، مثل: النصوص (Text-to-Video)، والصور (Image-to-Video).

مقاطع صوتية

نماذج مدربة على مجموعة كبيرة من المقاطع الصوتية للتعرف على أشكال الموجات الصوتية وأنماطها كحدة الصوت ودرجته، ويمكن استخدامها في: توليد الكلام، وتوليد الموسيقى، وتعديل الأصوات، ويمكنها التعامل مع أنواع مختلفة من المدخلات مثل: النصوص (Text-to-Audio)، والأصوات (Audio-to-Audio).

أكواد برمجية

نماذج مدربة على مجموعة كبيرة من الأكواد البرمجية من لغات برمجية مختلفة، مثل بايثون (Python) وجافا سكريبت (JavaScript)، ويمكن استخدامها في عدد من الحالات، مثل: الإكمال التلقائي للأكواد البرمجية، وتوليد الأكواد البرمجية، والتوثيق، وتحويل الأكواد من لغة برمجية إلى أخرى.

أنواع أخرى

يمكن لنماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي توليد أنواع أخرى من المخرجات، مثل: الأشكال الثلاثية الأبعاد (3D Objects)، وتسلسلات البروتين، والتركيبات الكيميائية.

أبرز النماذج التوليدية

يستعرض هذا القسم أبرز نماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي حتى نهاية عام 2024م مع توضيح بعض المميزات كنطاق التوليد وحجم النموذج ونوعية التراخيص لها، فضلاً عن الجهات المطورة لهذه النماذج

الجدول (1): أبرز النماذج التوليدية حتى عام 2024م

النموذج	المطور	نطاق التوليد	حجم النموذج	الترخيص
DeepSeek-V3	deepseek	نصوص	671 مليار معامل	مفتوح المصدر (للأوزان) عبر ترخيص (MIT)
o1	OpenAI	النصوص والمقاطع المرئية والصوتية والصور	-	متاح عبر (APIs)
GPT-4o		النصوص والمقاطع المرئية والصوتية والصور والتعرف على الكلام	-	متاح عبر (APIs)
Gemini 2.0	DeepMind	النصوص والأكواد البرمجية من النصوص والصور والمقاطع المرئية والصوتية	-	متاح عبر (APIs)
Veo 2		مقاطع الفيديو من النصوص	-	متاح عبر (APIs)
Llama 3.1 405B	Meta	النصوص	405 مليارات مُعامل	متاح عبر (APIs)
Claude 3.5 Haiku	ANTHROP\C	النصوص والأكواد البرمجية والصور	-	متاح عبر (APIs)
Firefly Vector	Adobe	مقاطع الفيديو	-	مغلق المصدر
Phi-3.5-MoE	Microsoft	النصوص	61 مليار مُعامل	مفتوح المصدر عبر ترخيص (MIT)
Stable Video 4D	stability.ai	مقاطع فيديو متعدد الأبعاد	-	مفتوح المصدر
Stable Audio 2.0		المقاطع الصوتية	-	مفتوح المصدر
ESM3	EvolutionaryScale UC Berkeley	تسلسلات البروتين	98 مليار مُعامل	-

المصدر: ستانفورد إيكوسيستيم جراف (Stanford ecosystem graphs)[26] ، إيبوك أي آي (Epochai)[27]

03

الفـــــرص الاستثمارية

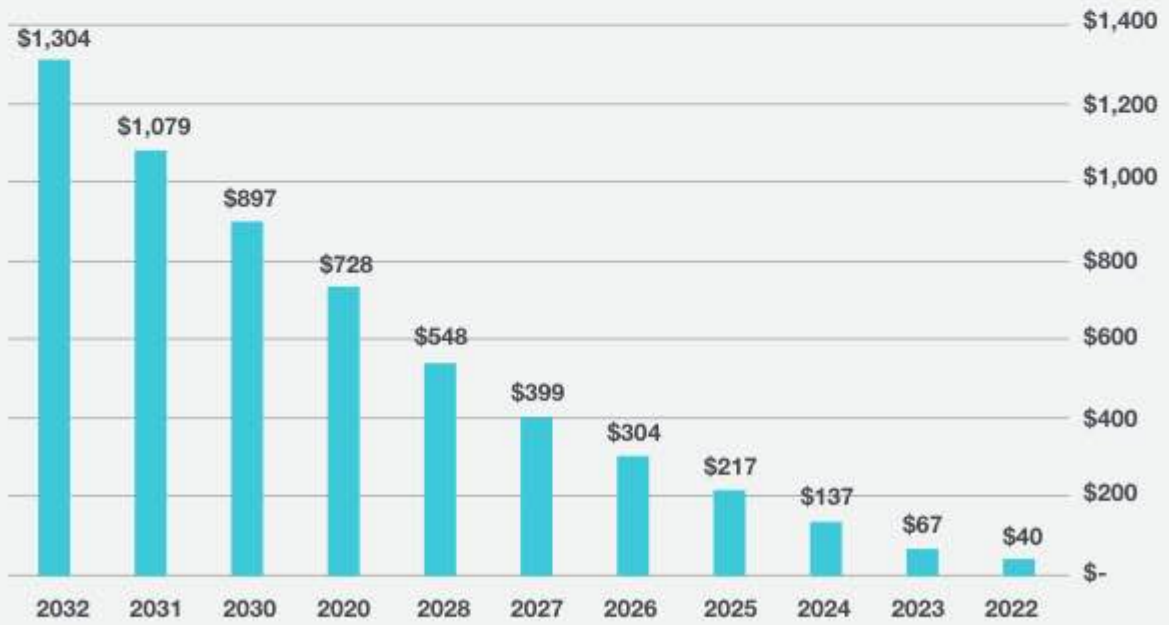
- حجم السوق العالمي
- الاستثمار الدولي
- الاستثمار في الشركات الناشئة

تتنافس كثير من الدول والشركات في جميع أنحاء العالم للاستثمار في الذكاء الاصطناعي التوليدي واستغلال الفرص الجديدة في مجالات التطبيق والتطوير. ويستعرض هذا القسم جانب الاستثمار في الذكاء الاصطناعي التوليدي ويتضمن حجم السوق العالمي، ومقدار الإنفاق الدولي وتوجهاته، والاستثمار في الشركات الناشئة.

حجم السوق العالمي

مع الإمكانيات التي أتاحها الذكاء الاصطناعي التوليدي في تخفيض التكاليف المالية وتسهيل أداء الأعمال، جذب كثير من الاستثمارات وزاد الطلب على أدواته المبتكرة، مما أدى إلى نمو حجم سوق الذكاء الاصطناعي التوليدي بصورة كبيرة. وحسب ما نشره معهد أبحاث بلومبرج إنتليجنس (Bloomberg Intelligence - BI) أن حجم سوق الذكاء الاصطناعي التوليدي سيصل إلى (1.3) تريليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 4.88 تريليونات ريال سعودي) بحلول عام 2032م –كما هو موضح في الشكل (9)– بمعدل نمو سنوي مركب (CAGR) يصل إلى (42%)، وذلك مقارنة بحجم السوق في عام 2022م المقدر بـ(40) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 150 مليار ريال سعودي)[1]. ويرجع هذا النمو إلى التوجهات في مجالات كالبنية التحتية، وأجهزة الاستنتاج لنماذج اللغة الكبيرة، والإعلانات الرقمية، والبرامج والخدمات المتخصصة القائمة على الذكاء الاصطناعي التوليدي.

الشكل (9): إيرادات الذكاء الاصطناعي التوليدي المتوقعة 2022م-2032م



المصدر: بلومبرج، 2023م

الاستثمار الدولي

أشار تقرير من شركة آي دي سي (IDC) في عام 2024م إلى أن هناك نمواً سريعاً في الاستثمار العالمي في الذكاء الاصطناعي التوليدي وقد يتجاوز معدل النمو الكلي لسوق الذكاء الاصطناعي بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ (59.2%)[28]. كما تتوقع الشركة أن يصل الإنفاق على هذه التقنية إلى (202) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 758.7 مليار ريال سعودي) في عام 2028م والذي يمثل نسبة (32%) من إجمالي إنفاق الذكاء الاصطناعي المقدر بـ(632) مليار دولار أمريكي (أي حوالي 2.4 تريليون ريال سعودي).

وبالنظر إلى الإنفاق على تنفيذ الذكاء الاصطناعي التوليدي حسب المناطق الكبرى، فوفقاً لتقديرات شركة آي دي سي في 2023م، فإن القارتين الأمريكيتين –الولايات المتحدة وكندا وأمريكا اللاتينية– تشكلان الحصة الأكبر من إجمالي الاستثمار على تطبيقات الذكاء الاصطناعي التوليدي خلال الفترة من 2023م2027-م، إذ تمثل النسبة (59.4%) من الاستثمار في عام 2023م ومن المتوقع أن تمثل (58%) في عام 2027م[29]. وذكر تقرير حديث للشركة أنه من المتوقع أن يصل الإنفاق على الذكاء الاصطناعي التوليدي في المنطقة إلى (108) دولار أمريكي (أي ما يقارب 405.7 مليارات ريال سعودي) بحلول عام 2028م[28].

أما في منطقة أوروبا والشرق الأوسط وإفريقيا فتتوقع الشركة زيادة الإنفاق على تطبيقات الذكاء الاصطناعي التوليدي لتصل إلى (24.4%) في عام 2027م، وسيكون الإنفاق في المنطقة على برمجيات المنصات والتطبيقات بنسبة أعلى بكثير مقارنةً بأي منطقة أخرى[29].

وأوضحت الشركة أن منطقة آسيا والمحيط الهادئ –بما في ذلك اليابان– ستكون الأسرع نمواً في تطبيقات الذكاء الاصطناعي التوليدي بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ (95.5%) للفترة 2022م2027-م[29]، إذ إن القيود التي فرضتها الولايات المتحدة على الوصول إلى تقنيات السيليكون المرتبطة بمعالجة الذكاء الاصطناعي أدت إلى ارتفاع كبير في الأسعار وتسارع في شراء المكونات من قبل الجهات في الصين خلال عام 2023م. وعلى المدى الطويل تتوقع الشركة أن تكون حصة الإنفاق على الخدمات في منطقة آسيا والمحيط الهادئ –بما في ذلك اليابان– أعلى من أي منطقة أخرى، بينما سيكون الإنفاق على البرمجيات في المنطقة أقل، ويرجع انخفاض توقعات الإنفاق على البرمجيات بسبب التوجهات الكبيرة لاستخدام البيانات المفتوحة المصدر ونماذج اللغة الكبيرة والبرمجيات من قبل المؤسسات في الصين وفي جميع أنحاء المنطقة.

الاستثمار في الشركات الناشئة

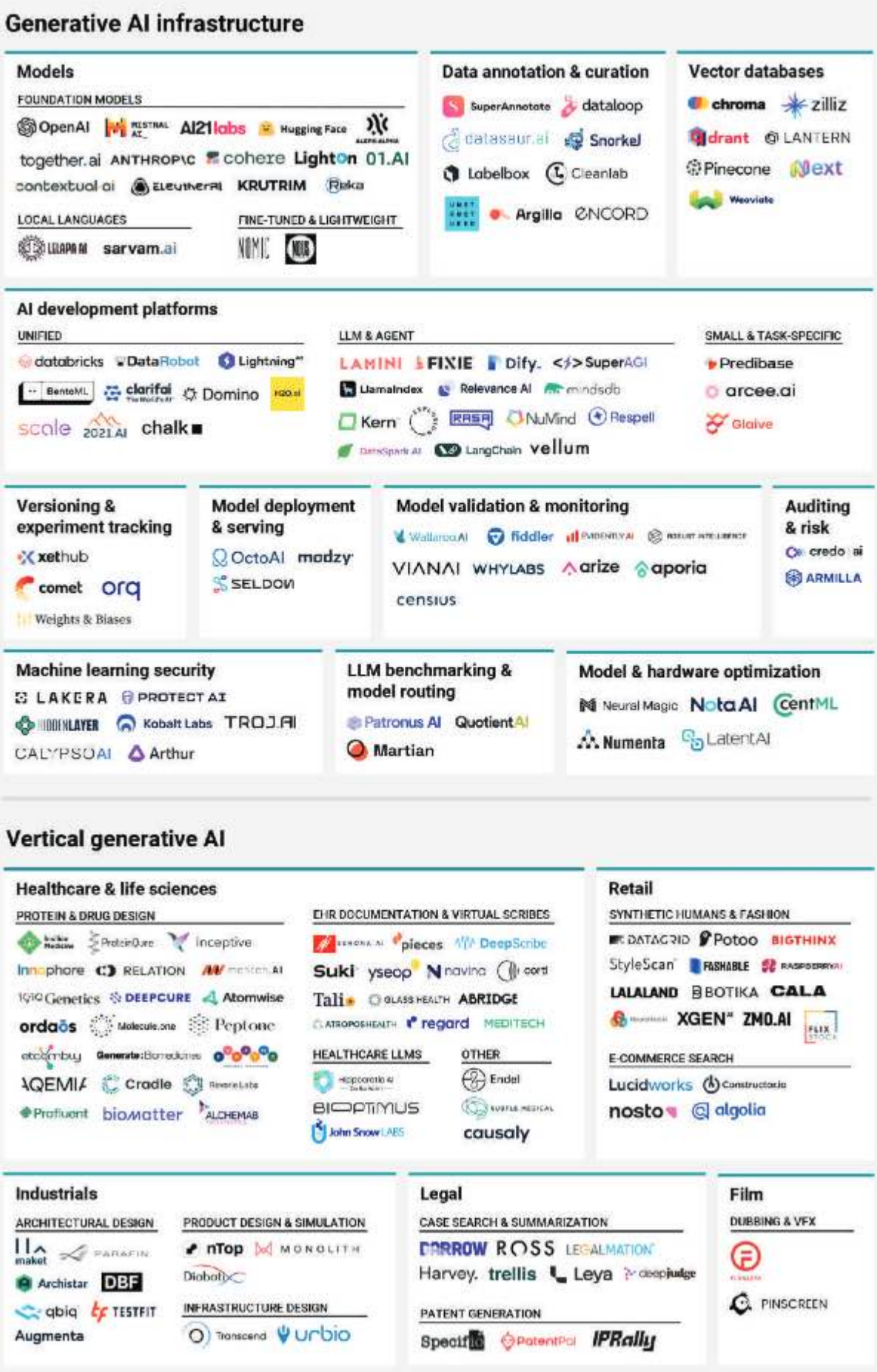
ازدهر الاستثمار في مجال الذكاء الاصطناعي التوليدي بصورة كبيرة في السنوات الأخيرة، ولم يقتصر الاستثمار فقط في الشركات التقنية الكبيرة التي تتنافس على تطوير قدراتها في المجال، بل شهدت الشركات التقنية الناشئة نمواً متسارعاً على المستوى العالمي، وبصورة عامة يتركز الاستثمار سواء في الشركات التقنية الكبيرة أو الناشئة في أربع طبقات تقنية، وهي: البنية التحتية، والنماذج، وأدوات هندسة الذكاء الاصطناعي، وأخيراً التطبيقات[30]. يعرض الشكل (10) أمثلة على أبرز المجالات والشركات التقنية المطورة.

الشكل (10): المجالات الأربع في سوق الذكاء الاصطناعي التوليدي مع أمثلة للشركات المطورة

المصدر: جارتنر

وحسب إحصائيات شركة سي بي إنسايتس (CBInsights) في مايو من عام 2024م، فقد تم إطلاق أكثر من (430) شركة ناشئة في مجال الذكاء الاصطناعي التوليدي كما هو موضح في الشكل (11) مصنفة إلى (60) فئة فرعية وثلاث فئات رئيسية تشمل: البنى التحتية للذكاء الاصطناعي التوليدي، وتطبيقات الذكاء الاصطناعي التوليدي العامة (Horizontal)، وتطبيقات الذكاء الاصطناعي التوليدي القطاعية (Vertical)[31] . وذكرت الشركة أن الفئة الأكثر استثماراً هي البنى التحتية للذكاء الاصطناعي التوليدي، إذ جمعت ما يقارب (4.8) مليار دولار أمريكي (أي حوالي 18 مليار ريال سعودي) حتى الربع الأول من عام 2024م نتيجةً لاهتمام المستثمرين في الشركات الناشئة المتخصصة في تطوير النماذج خاصة اللغوية والصغيرة منها، فعلى سبيل المثل، حصلت شركة أوبن أي آي على تمويل بمبلغ عشر مليارات دولار أمريكي (أي حوالي 37.5 مليار ريال سعودي). أما بالنسبة للشركات الناشئة في مجال التطبيقات، فقد مثلت الشركات الناشئة في مجال التطبيقات العامة نصف سوق الذكاء الاصطناعي التوليدي، فيما كان عدد الشركات الناشئة في مجال التطبيقات القطاعية في مجالي الرعاية الصحية وعلوم الحياة أكثر كثافة مع وجود توسع كبير في مجال التطبيقات المالية.

الشكل (11): الشركات الناشئة في الذكاء الاصطناعي التوليدي 2024م



Financial services

INVESTMENT RESEARCH
BoostedAI metal. Theia Insights Hudson Labs

FINANCIAL LLMS
OnFinance Kasisto SUPERSIGHT

OTHER
Powder greenboard Invagonia lombard standard SuperFocus

Education

PERSONAL STUDY & TEST GENERATION
Explainpaper praktika.ai Shepherd Friday Ello Mindsmith Atypical AI martest NeoChat kinnu PrepAI Questgen

Gaming

VIRTUAL WORLD & GAME ASSETS
Trippy Leonardo.Ai CSM PROCEDURAL WORLDS ParadigmAI XTERMITY 2UP GAMES LUMA AI OPUS Kinkaku Rosebud AI PROMETHEAN AI BIFROST

TEXT ADVENTURES
hidden door latitude NovelAI CIRCLE LABS

NPCs
inworld rct.ai convai FABLE NPCX

Horizontal generative AI

Visual media generation

Image generation

Booth.ai OpenArt getimg.ai WOMBO starryai Picsart PIXEL2 runway Facet NightCafe lexica abyssale Nyx gallery

Photo & video editing tools

fotor PRISMA LABS VIDEOVERSE Photoroom Pika Perfection 42 Peech JumpStory VOYAGER X Topaz Labs Lightricks alpaca

Product & graphic design

Galileo AI uizard VIZCOM Diagram Poly

Enterprise avatars

AI FOUNDATION DEEPBRAIN AI kleon Colossyan synthesia UNREEQ Hour One D-ID POCKET RD

3D asset generation

MASTERPIECE X 3DFY.ai Alpha3D Sloyd KAEDIM

Motion capture animation

DEEPMOTION plask algoface MOVE YOOM RADICAL

Enterprise video personalization

tavus BLANC

Hyper-real deepfakes

HYPERREAL DEEPFAKES METAPHYSIC dobstudio

Consumer social apps

FaceApp reface AVATARIFY EmbodyMe

Text & code generation

Marketing copy generation

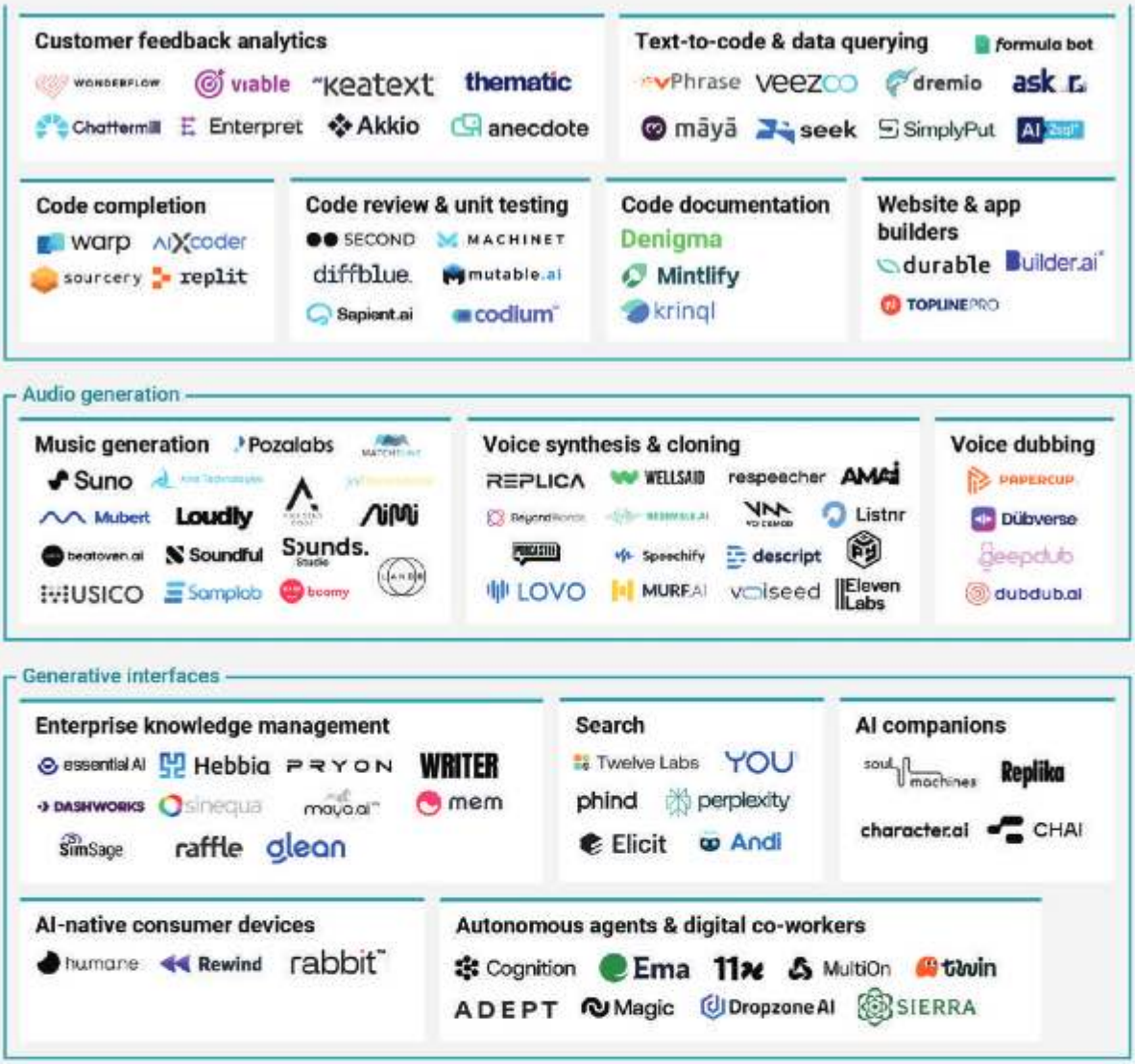
Typeface anyword Mutiny Narrativa PERSADO NOVUS WRITER Jasper sylabs peppercontent copysmith Linguix copy.ai Scalenut

Personal writing & storytelling tools

ParagraphAI grammarly LAIKA GINGER sudowrite COMPOSE AI HyperWrite Oasis

Meeting assistants & transcription

verbit rev ai symbl.ai JUST: Access SPEECHMATICS Otter.ai AVOMA AssemblyAI Deepgram SPIKY.AI SEMBLY ATLAS labs cogram MeetGeek



المصدر: سي بي إنسايتس، مايو 2024م

وبشكل عام، نشرت شركة بيتش بوك (PitchBook) أن مقدار الاستثمار الكلي في الشركات الناشئة في مجال الذكاء الاصطناعي التوليدي خلال الربع الثالث من عام 2024م قد بلغ (23.9) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 89.8 مليار ريال سعودي) عبر (508) صفقات، كما هو موضح في الشكل (12)[32]. وأكدت الشركة ارتفاع الطلب على الشركات المتخصصة في مجال البنية التحتية لتقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي كمجالات أشباه الموصلات ومختبرات تطوير النماذج ومزودي خدمات الحوسبة السحابية، إذ نجحت (25) شركة من أصل (39) شركة في الحصول على لقب يونيكورن (Unicorn)، وهو مصطلح يُستخدم للإشارة إلى الشركات الناشئة التي تجاوزت قيمتها السوقية مليار دولار (أي ما يقارب 3.75 مليارات ريال سعودي).

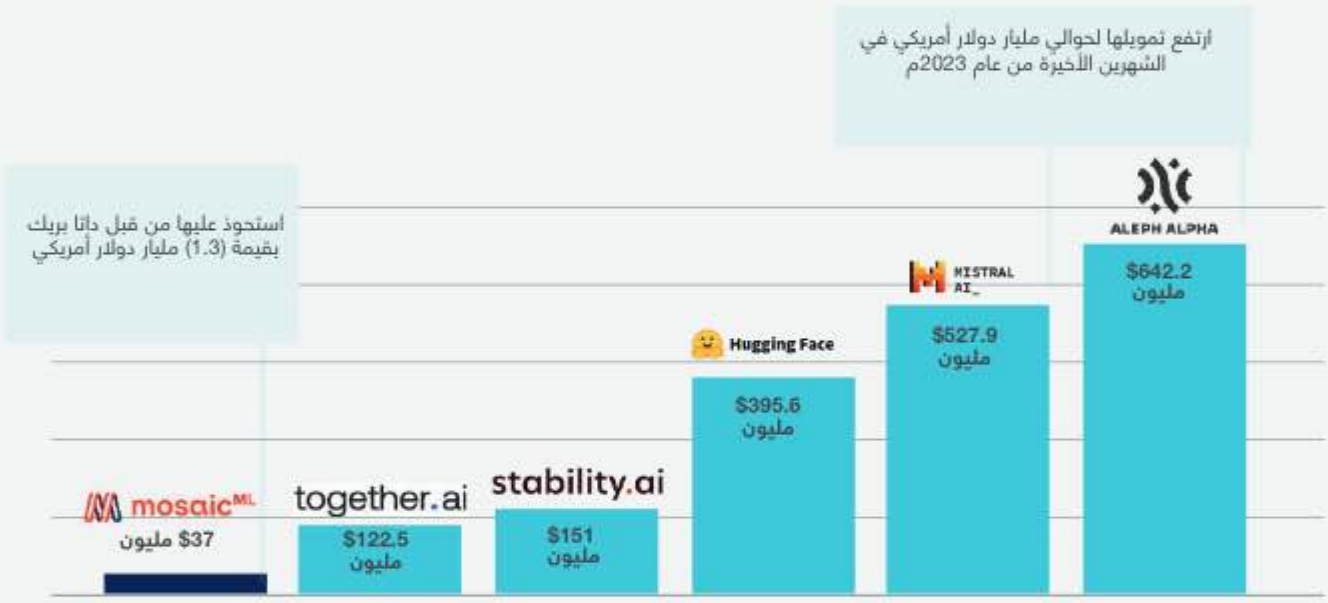
الشكل (12): عدد صفقات الذكاء الاصطناعي التوليدي وقيمتها الكلية

المصدر: بيتش بوك، أغسطس 2024م

وذكرت سي بي انسايتس أن النصف الأول من عام 2024م شهد نشاطاً متزايداً في عمليات الاندماج والاستحواذ في مجال الذكاء الاصطناعي التوليدي مدفوعاً برغبة الشركات في اكتساب ميزة تنافسية في الذكاء الاصطناعي، إذ ارتفعت عمليات الاندماج والاستحواذ لتصل إلى (119) صفقة خلال الربع الثاني من عام 2024م[33]. ومن أبرز هذه الصفقات استحواذ شركة سنوفليك (Snowflake) على ترو إيرا (TruEra)، واستحواذ شركة إنفيديا على رن أي آي (Run:ai). وخلال العامين المقبلين تتوقع سي بي إنسايقت طرح أسهم (50) شركة ناشئة في الذكاء الاصطناعي التوليدي لاكتتاب العام الأولي أو للاندماج والاستحواذ[34]. وستتركز هذه الشركات في ثلاثة فئات، وهي: نماذج اللغة الكبيرة مثل شركتي مون شوت أي آي (Moonshot AI) وأنثروبيك (Anthropic)، ووكلاء الذكاء الاصطناعي والمساعدين الافتراضيين (AI Agents and Copilots) –مساعدين مدعومين بالذكاء الاصطناعي يعملون مع البشر لتسريع أعمالهم أو لمعالجة المهام المعقدة نيابة عنهم– مثل شركة وارب (Warp)، ومنصات تطوير الذكاء الاصطناعي المعنية بإدارة جميع جوانب دورة حياة الذكاء الاصطناعي كتصنيف البيانات، ونشر النماذج، والمراقبة المستمرة. ومن أبرز الشركات الناشئة من هذه الفئة شركة سكيل (Scale) التي قيمت بـ(13.8) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 51.8 مليار ريال سعودي) في مايو 2024م. وذكرت الشركة أن هذه التوقعات كانت نتيجةً للارتفاع الهائل في إيرادات هذه الشركات، فعلى سبيل المثال وصلت إيرادات الشركات الناشئة في مجال تطوير النماذج اللغوية إلى (20) ضعف أو أكثر.

إضافة إلى ما سبق أشارت سي بي انسايتس إلى ارتفاع التوجهات نحو النماذج اللغوية الكبيرة مفتوحة المصدر من قبل المستثمرين والشركات على حد سواء، فعلى سبيل المثال حصلت ألِف ألفا (ALEPH ALPHA) على مجموع استثمار كلي بمبلغ يقدر بحوالي مليار دولار أمريكي في أواخر عام 2023م[35]، في حين استحوذت شركة داتا بريكس (DataBricks) على موزايك إم إل (Mosaic ML) بمقابل مادي وصل إلى (1.3) مليار دولار أمريكي (أي حوالي 4.9 مليارات ريال سعودي) كما هو موضح في الشكل (13).

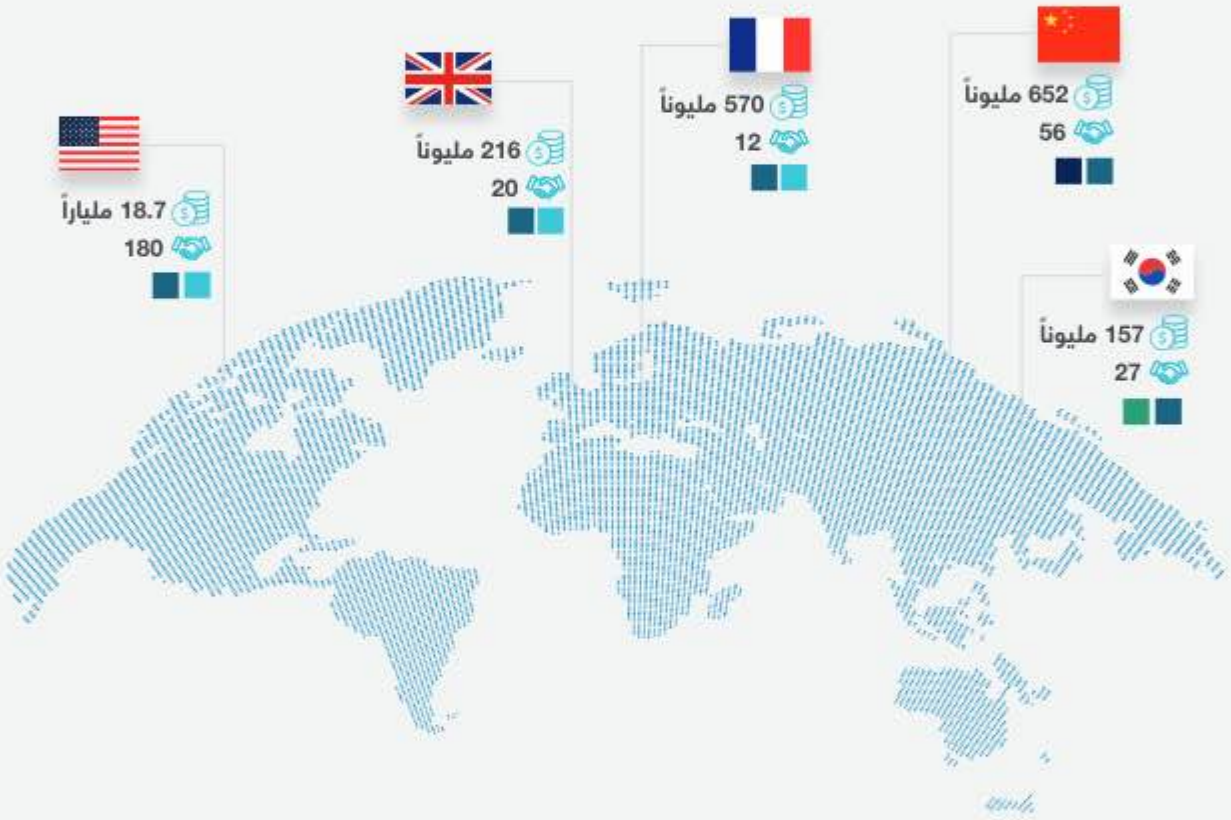
الشكل (13): مجموع التمويل لمطوري النماذج مفتوحة المصدر



المصدر: سي بي إنسايتس، 2024م

أما فيما يخص حجم استثمار رأس المال الجريء على مستوى الدول، أوضحت بيانات منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) حتى بداية الربع الرابع (Q4) من عام 2024م أن الولايات المتحدة الأمريكية تصدرت في كل من عدد الصفقات ومجموع الاستثمارات، إذ وصل حجم استثمارات رأس المال الجريء في الشركات الناشئة إلى (18.7) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 70 مليار ريال سعودي)[36] كما هو موضح في الشكل (14).

الشكل (14): حجم استثمار رأس المال الجرئ على مستوى الدولي حتى بداية الربع الرابع من 2024م



المصدر: منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، نوفمبر 2024م

04

التبني وحالات الاستخدام

- حالة التبني عالمياً
- حالات الاستخدام

يدرس هذا القسم وضع تبني أدوات الذكاء الاصطناعي التوليدي وتطويرها واستخدامها في المؤسسات، كما يوضح الإمكانيات الأساسية لهذه الأدوات، ويستعرض أهم حالات الاستخدام على مستوى القطاعات المختلفة.

حالة التبني عالمياً

انتشرت أدوات الذكاء الاصطناعي التوليدي بصورة واسعة منذ إطلاق شركة أوبن أي آي تطبيق المحادثة شات جي بي تي عام 2022م الذي وصل عدد مستخدميه إلى (100) مليون مستخدم في غضون شهرين من إطلاقه، وازداد اهتمام الدول والشركات في شتى المجالات بتقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي وفهم كيفية الاستفادة منها خاصة مع سهولة استخدامها وإمكانية تطبيقها على نطاق واسع؛ فحسب دراسة استطلاعية أجرتها شركة ماكنزي (Mckinsey) شملت أكثر من (1.3) ألف شركة من مجالات مختلفة أوضحت نتائجها أن (33%) من الشركات استخدمت تقنية الذكاء الاصطناعي التوليدي في مجال واحد على الأقل خلال عام 2023م، وقد زادت هذه النسبة في عام 2024م بمقدار الثلث لتصل إلى (65%)[37]. وقد أكدت دراسة أخرى لشركة كابجيميني (Capgemini) في عام 2024م شملت أكثر من ألف شركة على زيادة متوسط معدل الشركات التي بدأت بتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي بنحو (18%) مقارنة بعام 2023م، وذكرت أن (49%) من هذه الشركات بدأت بمرحلة إجراء تجارب أولية لعدد من المبادرات الخاصة بتقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي، فيما لا تزال (27%) منها في مرحلة اختبار إمكانيات هذه التقنيات[38].

أما فيما يخص المجالات الوظيفية الأكثر استخداماً لتقنية الذكاء الاصطناعي التوليدي، فقد أوضحت دراسة شركة ماكنزي أن مجالات التسويق والمبيعات، وتطوير المنتجات والخدمات، وتقنية المعلومات هي الأكثر استخداماً لهذه التقنية. كما ذكرت أن غالبية الشركات في مختلف القطاعات قد تستثمر ما يقارب (5%) من ميزانيتها التقنية في الذكاء الاصطناعي التوليدي، وتخطط (67%) من هذه الشركات إلى زيادة نسبة الاستثمار في هذه التقنية خلال السنوات الثلاث القادمة[38].

وعلى مستوى دول مجلس التعاون الخليجي، فقد أظهرت نتائج الدراسة الاستطلاعية لشركة ماكنزي في عام 2024م شملت (140) جهة حكومية وخاصة[39]، أن ثلاثة أرباع الجهات المشاركة تستخدم الذكاء الاصطناعي التوليدي في مجال واحد على الأقل وخاصة في مجالات البيع والتسويق، والتقنية وهندسة البرمجيات لما قد تحققه هذه التقنيات من قيمة عالية في هذه المجالات. كما أوضحت النتائج أن (57%) من الجهات المشاركة تستثمر بنسبة (5%) من الميزانية الرقمية للشركة في الذكاء الاصطناعي التوليدي، وأن (50%) منهم قد وضعوا خارطة طريق لتنفيذ حالات الاستخدام ذوات الأولوية على نطاق واسع، ووفقاً للإجابات ذكرت الدراسة أن نسبة الجهات التي تعمل على تخصيص النماذج أو تطوير نماذج خاصة في دول مجلس التعاون الخليجي تُعد أعلى مقارنة بنسبة الشركات العالمية المشاركة في دراسة سابقة لها.

حالات الاستخدام

يتميز الذكاء الاصطناعي التوليدي بتنوع حالات استخدامه، وبصورة عامة يمكن الاستفادة منه في الحالات العامة الآتية:

الدعم والاستشارات

تقديم المساعدة الشخصية للأفراد في خدمة العملاء والمبيعات، والبحث العلمي والطبي.

تولید المحتوى

إنتاج المحتوى النصي والمرئي والسمعي، وتخصيص المحتوى وفقاً للمستخدمين.

التطوير والبرمجة

بناء التطبيقات، والتحويل من لغة برمجية إلى أخرى، واكتشاف المشكلات البرمجية وحلها.

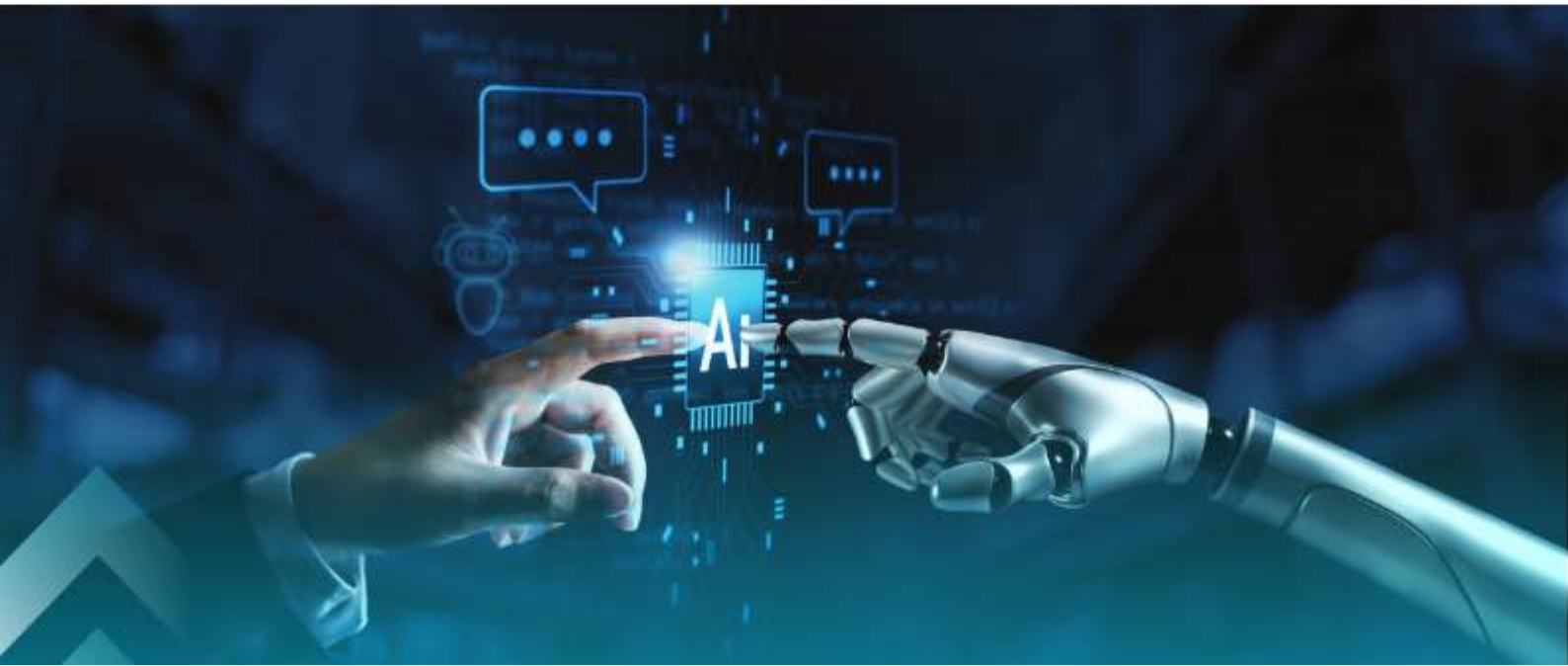
الأتمتة

أتمتة العمليات ودعم اتخاذ القرارات، وتلخيص المحتوى، وإدارة رسائل البريد الإلكتروني.

الحماية

محاكاة الهجمات المحتملة، وتحسين كفاءة الأنظمة الأمنية، والتحليل الأمني، وتطوير الاستراتيجيات الدفاعية.

وبشكل عام يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي في كثير من القطاعات، منها: الصحة، والتعليم، والبيع بالتجزئة والتجارة الإلكترونية، والنقل والمواصلات، والصناعة والتصنيع، والاتصالات وتقنية المعلومات، والأمن والسلامة، والحكومة والخدمات العامة، والبنوك والخدمات المالية.



الصحة

يستخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي في مؤسسات الرعاية الصحية في أغراض عدة تبدأ من تعزيز الوظائف الإدارية وحتى دعم الرعاية السريرية[40,41]، ومن أبرز حالات الاستخدام في قطاع الصحة ما يلي:

التشخيص الفوري

استخدام بوتات المحادثة للفحص الأولي على الأعراض، والإجابة عن أسئلة الرعاية الصحية وتوجيه المرضى نحو إجراءات الرعاية الطبية المناسبة.

تحسين التصوير الطبي

إنشاء صور طبية ورفع دقتها، مثل: الأشعة السينية والتصوير المقطعي المحوسب وفحوصات التصوير بالرنين المغناطيسي.

اكتشاف الأدوية وتطويرها

تسريع اكتشاف الأدوية، وتحسين تخطيط التجارب السريرية وتنفيذها لإنتاج علاجات شخصية ودقيقة.

تحليل البيانات الطبية

إنشاء تحليلات للسجلات الطبية للمرضى والصور لفهم الاتجاهات بها والتنبؤ بالمخاطر الصحية المحتملة.

دعم القرارات الطبية

تقديم توصيات للمرضى حول المخاطر المحتملة، وخطط علاجية بناءً على التاريخ الطبي، والمعلومات الطبية المتوفرة.

تطوير التقنيات الطبية

تطوير أجهزة وتقنيات مخصصة حسب احتياجات المرضى، بالإضافة إلى تطوير البرمجيات التي تدعم الصيانة الوقائية.

التفاعل بلغات مختلفة

ترجمة لغة المرضى من وإلى اللغات المختلفة لتمكين التفاعل مع العاملين في مؤسسات الرعاية الصحية وفق الاحتياجات المختلفة.

التعليم

يقدم الذكاء الاصطناعي التوليدي حلولاً مبتكرة لتعزيز عمليات التدريس والتعلم والعمليات الإدارية[42]، ومن أبرز حالات الاستخدام في قطاع التعليم ما يلي:

تخصيص المحتوى التعليمي

ترجمة الدروس وتكييفها بما يتناسب مع المتعلمين من ثقافات مختلفة، وتمكين الوصول إلى تلك الدروس عبر الوسائط المختلفة كمقاطع الفيديو والمقالات.

إنشاء المحتوى التعليمي والتلخيص

إنشاء مواد تعليمية جديدة، مثل: مقاطع الفيديو والصور والعروض التقديمية، بالإضافة إلى ملخصات للدروس التعليمية.

التعليم الشخصي

توفير معلم افتراضي لدعم الطلاب في الوقت الآني عبر شرح المفاهيم، وتوفير موارد إضافية لتحسين العملية التعليمية.

المساعدة في البحوث العلمية

تلخيص محتوى الأوراق البحثية، وتحليل البيانات واختيار منهجيات البحث المناسبة وتوليد الفرضيات بالإضافة إلى تسريع عملية المراجعة الأدبية.

التحقق من السرقات الأدبية

الكشف عن انتحال الملكية الأدبية، وتقييم أصالة النصوص والتأكد من عدم انتهاك حقوق الطبع والنشر.

التعليم التفاعلي والفوري

توفير أدوات تعليمية تفاعلية ودعم الطلاب عبر إعطاء الملاحظات الفورية والإجابة عن استفسارات الطلاب، وتصحيح الواجبات والامتحانات في الوقت الآني.

مراقبة الصحة النفسية للطلاب

تحليل أنماط الطلاب وحالتهم الصحية ومصادر قلقهم، وتوفير الدعم اللازم حسب الحاجة.

البيع بالتجزئة والتجارة الإلكترونية

يستفيد قطاع البيع بالتجزئة والتجارة الإلكترونية من الذكاء الاصطناعي التوليدي في جوانب مختلفة لتحسين تجربة التسوق وتبسيط العمليات، مثل: إنشاء المحتوى والتصاميم، وابتكار أفكار جديدة[43,44]، وفيما يلي بعض أبرز حالات الاستخدام في القطاع:

دعم سلاسل التوريد

تحليل كميات ضخمة من البيانات وتوليد رؤى قيمة لدعم اتخاذ القرارات، بالإضافة إلى تحديد الأنماط الشاذة في العمليات لاكتشاف المشكلات ومعالجتها.

إنشاء المحتوى

المساعدة في إنشاء محتوى نصي ومرئي مبتكر لأنشطة البيع والتسويق، مما يقلل الوقت والجهد المطلوب في صياغة المحتوى.

تقديم تجربة تسوق شخصية

تحليل بيانات العملاء وتفضيلاتهم وسجلهم الشرائي وبالتالي تخصيص عرض المنتجات لتحسين المبيعات في التجارة الإلكترونية.

إدارة الأسعار

تحسين إدارة أسعار المنتجات والخدمات المقدمة للعملاء وتحديدها أو تعديلها في الوقت الآني بما يتناسب مع بياناتهم.

دعم العملاء المستمر

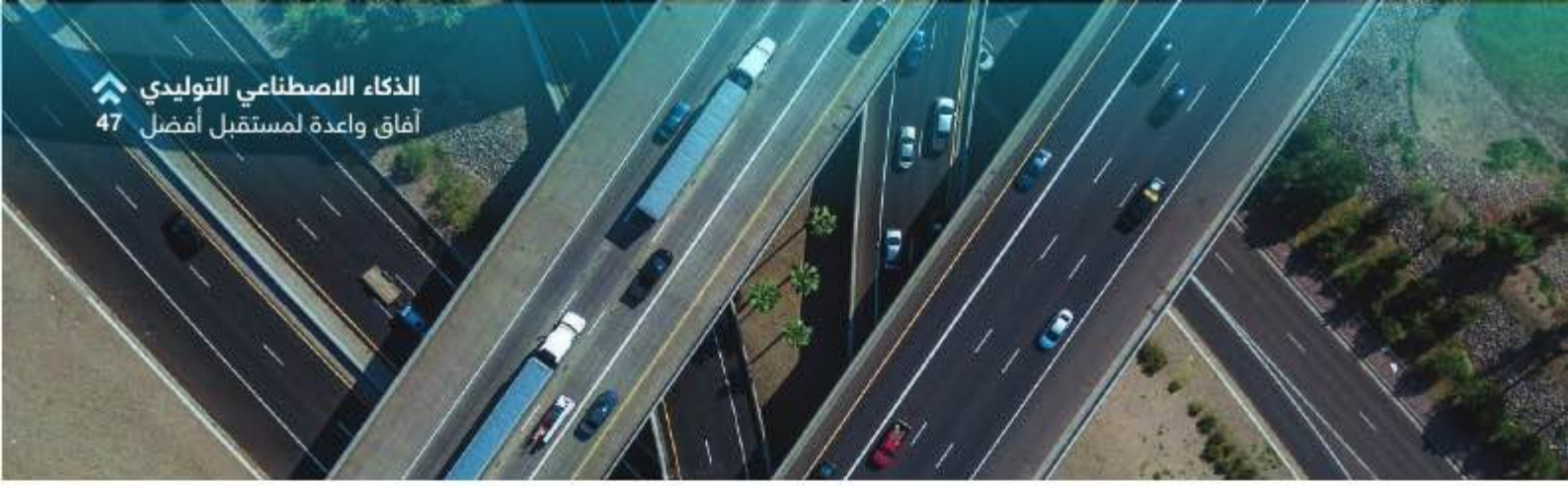
تعزيز مشاركة العملاء وتحاورهم وتسهيل عملية الشراء على مدار الساعة لتوفير معلومات عن المخزون والعروض الترويجية وغيرها.

ترجمة المحتوى

ترجمة أوصاف المنتج إلى لغات متعددة، مما يوسع نطاق الوصول العالمي إلى المتاجر والمنتجات.

تصميم المنتجات والخدمات

توليد أفكار مبتكرة لتطوير منتجات وخدمات جديدة عبر فهم الاتجاهات الناشئة في السوق واحتياجات العملاء وتفضيلاتهم.



النقل والمواصلات

يخدم الذكاء الاصطناعي التوليدي قطاع النقل والمواصلات بصورة كبيرة عن طريق تحليل كميات كبيرة من البيانات في الوقت الآني، وإنشاء حلول مثالية، مثل: التنبؤ بالطرق الأسرع، وتعزيز السلامة والكفاءة والاستدامة[45]، ويمكن تلخيص أهم حالات الاستخدام في القطاع كالآتي:

تخطيط السفر

تحسين وضع خطط السفر عن طريق التفاعل مع بوتات المحادثة لحجز رحلات الطيران والفنادق، والحصول على التوصيات لوجهات السفر ومسارات الرحلات.

تعزيز النمذجة المتقدمة للنقل

تحسين جودة بيانات النقل المدخلة على نماذج التوائم الرقمية (Digital Twins) لبناء سيناريوهات دقيقة وواقعية وبالتالي رفع كفاءة تخطيط النقل.

الصيانة التنبؤية

توليد تنبؤات حول الأعطال المحتملة في المركبات وأجزائها وتقديم تعليمات إرشادية استباقية للصيانة والتعامل مع هذه الأعطال.

دعم أنظمة القيادة الذاتية

تحسين خوارزميات إدارة المركبات ذاتية القيادة عبر توليد بيانات مصطنعة وسيناريوهات واقعية معقدة تساعد في تدريب نماذج الذكاء الاصطناعي.

تعزيز النقل المستدام

تحليل بيانات استهلاك الوقود والغازات للتنبؤ بالتلوث المروري واقتراح تصميمات صديقة للبيئة وتقنيات مبتكرة لتقليل الانبعاثات الكربونية، ودعم استراتيجيات النقل المستدام.

ضمان السلامة والأمان

تحليل بيانات حالة الطرق والمركبات والأنماط السلوكية للسائقين، واقتراح حلول لتحسين سلامة الطرق أو التنويه عن مشكلات المركبات أو معالجة سلوك السائقين.

إدارة المرور

مراقبة حركة المرور والمخالفات والأنماط الشاذة في الطرق والمواصلات، وتطوير استراتيجيات فاعلة في إدارة المرور وتوزيع حركة المركبات وتخفيف الازدحام.

الصناعة والتصنيع

يؤدي الذكاء الاصطناعي التوليدي دوراً رئيسياً في تحسين العمليات الصناعية من خلال تقديم الرؤى والتوصيات بناءً على البيانات التشغيلية، وتعزيز تصميم المنتجات، وتقديم الصيانة التنبؤية، وتحسين سلاسل التوريد[46]، ويمكن تلخيص أشهر حالات الاستخدام في هذا القطاع كما يلي:

تصميم المنتجات

تسريع عملية تصميم المنتجات وإنشاء نماذج أولية كصور ثلاثية الأبعاد لاستخدامها في التحليل والمحاكاة، مما يوفر الوقت والموارد.

تحسين سلاسل التوريد

توليد استراتيجيات جديدة لرفع كفاءة عمليات سلاسل التوريد عبر تقييم مخاطر الموردين، والكشف عن الأنماط الشاذة في العمليات وتحسين النقل.

إنشاء تعليمات الصيانة

إنشاء تعليمات تشغيل الأجهزة وصيانتها بلغات متعددة لخدمة العاملين غير المختصين في مجال الهندسة والصيانة.

دعم تطوير المنتجات

تطوير المنتجات من خلال تحليل الاتجاهات في السوق حول المنتجات الحالية لتقديم اقتراحات تصميمية جديدة وتطوير مميزات لتحسين جودة المنتجات.

إنشاء البيانات المصطنعة للمنتجات

إنشاء بيانات مصطنعة لأغراض محاكاة الأجهزة المختلفة في المصانع واختبار جميع المتغيرات لتسريع تدريب النماذج وتحسين دقتها.

تعزيز الخدمة الذاتية للعملاء

تحسين خدمة العملاء عبر توفير الترجمة الآنية للغات عدة، مما يؤدي إلى زيادة المبيعات وتحسين تجربة العميل والاحتفاظ به.

إدارة ذكية للأصول

تحسين كفاءة إدارة أصول المصانع عبر تحليل العمليات وتحديد مجالات التحسين لرفع جودة المنتجات وتقليل هدر الموارد.

الاتصالات وتقنية المعلومات

يدعم الذكاء الاصطناعي التوليدي قطاع خدمات الاتصالات وتقنية المعلومات في عدة مجالات مثل: تحسين العمليات وتجارب العملاء، وتحسين البنية التحتية الشبكية وتحفيز الابتكار[47,48]، وفي ما يلي بعض أبرز حالات الاستخدام:

البرمجة وتطوير البرمجيات

كتابة الأكواد البرمجية وتلخيصها وتوثيقها تلقائياً، مما يساعد في رفع كفاءة تطوير تطوير البرمجيات وصيانتها.

إنشاء بوتات محادثة ذكية

دعم تطوير بوتات محادثة توليدية تقدم ردوداً فورية وشخصية، مما يحسن تجربة العملاء ويخفف أعباء العمل عن فرق خدمة العملاء.

توليد البيانات المصطنعة

إنشاء بيانات مصطنعة تحاكي بيانات التشغيل والإنتاج للمساعدة في تدريب واختبار نماذج تعلم الآلة.

تصميم النماذج الأولية

تسريع تصميم النماذج الأولية لمنتجات خدمات الاتصالات أو تحسينها، مثل: الشبكات، وأجهزة الجوال، وأجهزة الواي فاي (Wi-Fi).

تحسين شبكات الاتصالات

مراقبة أداء شبكات الاتصالات لرصد المشكلات، واقتراح التحسينات بناءً على البيانات، وتوليد تنبؤات للصيانة الوقائية وتحسين الأداء المستقبلي.

تحسين استراتيجيات التسعير

توليد رؤى تسعيرية بناءً على تحليل مصادر بيانات مختلفة للسوق وتفاعل العملاء وبالتالي دعم قرارات تحديد أسعار المنتجات وحلول الاتصالات بفاعلية.

إنشاء محتوى الألعاب الرقمية

توليد محتوى مبتكر للألعاب الرقمية كالسيناريوهات والشخصيات والمستويات، مما يُسهم في تسريع عملية تطوير الألعاب وتحسين كفاءتها.

الأمن والسلامة العامة

يُسهم الذكاء الاصطناعي التوليدي في تطوير قطاع الأمن والسلامة العامة بشكل ملحوظ عبر تعزيز الاستجابة للطوارئ، وتطوير خطط السلامة، وتحسين عمليات المراقبة والتحليل، وتدريب العاملين على مواجهة التهديدات[49]. وفيما يلي بعض أبرز حالات الاستخدام:

إدارة وتوجيه البلاغات غير العاجلة

استخدام بوتات المحادثة للرد على البلاغات غير العاجلة والاستفسار عن المعلومات الهامة وتقديم التوجيهات، مما يخفف الضغط ويحسن من أداء مراكز الاتصال.

الفرز المسبق لمكالمات الطوارئ

تحليل محتوى المكالمات الصوتية والمرئية لتوليد تقييم فوري لمستوى الأولوية، وقائمة بالأسئلة الهامة وملخص للحالة لتسريع الاستجابة للحالات الطارئة.

تلخيص مكالمات الطوارئ

استخراج النقاط المهمة من مكالمات الطوارئ والتسجيلات الصوتية، وتوليد ملاحظات ومسودات تلقائية.

التخطيط الأمني للفعاليات

توليد سيناريوهات تحاكي الخطط الأمنية في الفعاليات الكبرى كتوزيع الموارد والإجراءات الاحترازية لتغطية جميع جوانب السلامة واتخاذ قرارات فاعلة.

التدريب على السلامة العامة

إنشاء سيناريوهات تدريب واقعية للحوادث، ومحتوى تدريبي تفاعلي للواقع الافتراضي يتناسب مع مستوى المتدربين ويرفع من مهاراتهم في الاستجابة للحوداث.

تعزيز الأمن السيبراني

تطوير الخطط والأساليب المضادة للحماية من الهجمات السيبرانية وللاستجابة من الحوادث السيبرانية المحتملة.

إنشاء محتوى الحملات التوعوية

إنشاء رسائل إرشادية وحملات أمنية حسب المناسبات والمواسم لأهداف التثقيف ورفع الوعي بما يتناسب مع مختلف شرائح المجتمع.

الحكومة والخدمات العامة

يساعد الذكاء الاصطناعي التوليدي في تحسين تجربة المواطنين في التعامل مع الخدمات الحكومية بشكل كبير، وذلك من خلال توفير قنوات تفاعلية، وتوليد تقارير وتحليلات دقيقة، وتخصيص الخدمات لكل مواطن[50,51]. ومن أبرز حالات الاستخدام في قطاع الحكومة والخدمات العامة ما يلي:

التفاعل الحكومي

استخدام المساعدين الافتراضيين للتفاعل مع المواطنين والرد على استفساراتهم بصياغة حكومية مناسبة ومتسقة مع ردود قنوات التواصل وفقاً للاعتبارات الثقافية.

تلخيص الملفات الشخصية

إنشاء ملخصات للملفات الشخصية للأفراد والمنشآت لبياناتهم الحالية أو التاريخية والمصادر المختلفة وتحديد المعلومات الحرجة من هذه البيانات.

مساعد مدير رقمي

مراقبة البريد الإلكتروني والمكالمات الخاصة بالمدراء وتوليد استجابات مخصصة بناءً على كل حالة.

التخطيط الحضري

توليد نماذج لتخطيط المدن وتطويرها، والمساعدة في اتخاذ القرارات بما يتناسب مع احتياجات السكان عبر التنبؤ بتوزيعهم وفهم البنية التحتية والاحتياجات لكل منطقة.

دعم التحقق من الامتثال

دعم عمليات التحقق من الامتثال للتنظيمات عبر تحليل وتصنيف الأنماط والعلاقات في مختلف المصادر كالتقارير المالية والتسجيلات الصوتية والمرئية وتوليد ملخصات دقيقة.

الشرح المخصص للإجراءات

إنشاء مواد تبسيطية ومخصصة لشرح العمليات التنظيمية للأفراد والمؤسسات مع توليد الأمثلة والسيناريوهات التوضيحية حسب الحاجة.

ترجمة الوثائق الرسمية

توفير تراجم للوثائق والمستندات الحكومية الرسمية بلغات عدة حسب الحاجة.

البنوك والخدمات المالية

يمكن للذكاء الاصطناعي التوليدي تحسين كفاءة البنوك والخدمات المالية المقدمة ورفع مستوى الأمان وتجربة العملاء[48,52]، وفيما يلي بعض حالات الاستخدام في قطاع البنوك والخدمات المالية:

توليد بيانات ائتمانية اصطناعية

إنشاء قواعد بيانات اصطناعية تحاكي البيانات الائتمانية الحقيقة حفاظاً على الخصوصية، وتحسيناً لدقة نماذج التصنيف، مما يعزز خدمة العملاء ذوي البيانات المحدودة.

المساعد الذكي لموظفي البنك

مساعدة موظفي البنك في البحث واسترجاع المعلومات المالية حول المنتجات والخدمات المالية وأنماط العملاء في تعاملاتهم المالية، فضلاً عن توليد الملخصات والتوصيات.

رصد السلوك المالي

مراقبة التغيرات في سلوك العملاء ورغبتهم في المخاطرة المالية لفهم الفرص للبنك وتوليد توصيات ونماذج تسعير مختلفة للمنتجات والخدمات المصرفية.

المستشار المالي

تقديم الاستشارات المالية المخصصة للاحتياجات الفردية والمساعدة في التخطيط المالي للاستثمار والادخار وإدارة الثروات، مما يعزز من التجربة الشخصية لكل عميل.

تحليل السوق المالي والتنبؤ

تحليل البيانات المالية التاريخية واتجاهات السوق والمؤشرات الاقتصادية العالمية والمحلية للتنبؤ بتحركات وتقلبات السوق وإعداد استراتيجيات للاستثمار الآمن وإدارة المخاطر.

تحسين العمليات المصرفية

استخدام المساعد الافتراضي لتفسير المصطلحات وتوجيه الموظفين خلال طلبات القروض،ودعم العملاء والرد على استفساراتهم حول إجراءات البداية وطلبات التحويل.

مكافحة الاحتيال المصرفي

توليد حالات احتيال اصطناعية لتدريب نماذج الكشف عن الاحتيال، والمساعدة في التعرف على الأنماط المشبوهة في المعاملات المالية للكشف المبكر عن الاحتيال.

AI
50%

05

الفرص والآثار الاقتصاديـــة

- فوائد الذكاء الاصطناعي التوليدي
- الآثار الاقتصادية

12600.92
56.28
13.48

أدى تطور تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي في توسيع قدراتها وإمكانياتها لتكون مشابهة بصورة أكبر للقدرات البشرية، مما دفع الحكومات والشركات للبحث عن الفرص التي قد توفرها هذه التقنيات للاستفادة منها. يناقش هذا القسم الفوائد والقيم المضافة التي يقدمها الذكاء الاصطناعي التوليدي، كما يسلط الضوء على الآثار الاقتصادية المترتبة من هذه التقنيات على الجانبين الإيجابي والسلبي، وتقديم تحليل متعمق لتأثيرها في السوق التقنية.

فوائد الذكاء الاصطناعي التوليدي

هناك ستة فوائد عامة تضيفها تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي عند استخدامها في الأعمال المختلفة، وهي كالآتي[48]:

تعزيز الابتكار

المساعدة في توليد منتجات أو خدمات جديدة وتسريع عجلة التطوير والابتكار.

رفع الكفاءة

تحسين كفاءة أداء العمليات عبر أتمتة المهام الروتينية وتقليل التدخلات اليدوية.

خلق الأفكار الجديدة

إطلاق العنان للإبداع عبر اكتشاف أفكار وحلول ورؤى وإجابات جديدة.

النمو والتوسع

زيادة قابلية نمو الشركات وتوسعها عبر تخصيص الخدمات والمنتجات.

تحسين الخدمات

تقديم حلول وخدمات أكثر دقة في تلبية احتياجات العملاء.

تعزيز الشفافية

تسهيل الوصول إلى المعلومات والحصول على الإجابات عن التساؤلات.

الآثار الاقتصادية

أتاح الذكاء الاصطناعي التوليدي إمكانيات واسعة النطاق، مما أسهم في تغيير الأدوار وتعزيز كفاءة أداء كثير من المهام، وبالتالي التأثير على الأعمال والاقتصاد بصورة عامة. ومع الإقبال المتزايد على تبني هذه التقنية واستخدامها في القطاعات العامة والخاصة، فمن المتوقع أن يُسهم الذكاء الاصطناعي التوليدي في تقديم قيمة اقتصادية عالية على المستويين المحلي والعالمي. يناقش هذا القسم التأثير الاقتصادي من عدة جوانب تتضمن التأثير في الأعمال والمهن وعلاقتها بإنتاجية القطاعات المختلفة والنمو الاقتصادي والتي تتضمن الإشارة إلى التأثيرات السلبية الاقتصادية نتيجةً لأتمتة عدد من الوظائف أو استبدالها.

المهن وأتمتة المهام

من المتوقع أن يؤدي دمج الذكاء الاصطناعي التوليدي وأدواته في العمليات اليومية للشركات والمؤسسات إلى إعادة تشكيل القوى العاملة عالمياً والتأثير في معظم المهن في قطاعات الأعمال المختلفة. وحسب الدراسات فإن نسبة التأثير في المهن قد تكون متفاوتة ويرجع ذلك لاختلاف طبيعة المهام في كل مهنة. فحسب تحليلات المنتدى الاقتصادي العالمي (WEF)[53] يمكن للذكاء الاصطناعي التوليدي التأثير في (62%) من إجمالي وقت العمل في جميع المهن ذات مهام تعتمد على اللغة، إذ سيعمل على أتمتة بعض المهام بالكامل، وتعزيز مهام أخرى، في حين أن هناك عدداً من المهام لها قابلية للأتمتة والتعزيز بدرجات منخفضة، والبعض الآخر قد لا يتأثر بشكل نهائي بقدرات هذه التقنية. ومن هذا المنطلق، تُصنف المهن حسب درجة تأثرها بالذكاء الاصطناعي التوليدي إلى ثلاث فئات[53,54]، وهي:

عالية التأثر

المهن التي يمكن أتمتة مهامها بصورة كاملة وتعتمد على مهام متكررة. مثل: العاملين في مجال التسويق والإعلان، وخدمة العملاء.

متوسطة التأثر

المهن التي يمكن أتمتة بعض مهامها وتساعد التقنية في تعزيز وتحسين أداء مهامها الأخرى بدرجة عالية. مثل: العاملين في المجال المالي والمصرفي، ومحللي البيانات.

منخفضة التأثر

المهن التي تعتمد على مهام يدوية أو تفاعلية ومن الصعب أن تتأثر بالكامل بسبب التقنية لكن يمكنها الاستفادة منها بصورة محدودة. مثل: العاملين في الخدمات الاجتماعية، وعمّال البناء.

وبالنظر إلى تحليلات المنتدى الاقتصادي العالمي[53]، فإن المهن التي لها قابلية عالية للأتمتة نتيجةً للذكاء الاصطناعي التوليدي وخاصة النماذج اللغوية تتضمن مهام روتينية ومتكررة ولا تتطلب في الغالب مهارات عالية للتواصل البشري، إذ أظهرت النتائج أن المهن المكتبية لها قابلية أعلى للأتمتة، ومن أبرزها: مختصي الطلبات الائتمانية بنسبة (81%)، والمحللين الإداريين بنسبة (70%)، والمسوقين عبر الهاتف بنسبة (68%) كما هو موضح في الشكل (15).

الشكل (15): أعلى ستة مهن قابلية للأتمتة بالذكاء الاصطناعي التوليدي

المصدر: المنتدى الاقتصادي العالمي، 2023م

أما بالنسبة للمهن الأكثر عرضة للتعزيز نتيجةً للذكاء الاصطناعي التوليدي والنماذج اللغوية فهي تلك المهن التي تتطلب مهارات التفكير المنطقي وحل المشكلات المعقدة خاصة في مجالات العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM)، وتتميز هذه المهن أنها تتضمن مزيجاً من المهام المتخصصة للغاية التي تتطلب مؤهلات علمية عالية وتلك التي تتطلب التدقيق والتحقق من قبل الإنسان. وقد أظهرت النتائج أن المهن الأكثر عرضة للتعزيز هي: وكلاء التأمين بنسبة (100%)، وتليها مهنة مهندسي الهندسة الحيوية والطب الحيوي بنسبة (84%)، وعلماء الرياضيات بنسبة (80%)، والمحررين بنسبة (72%) كما هو موضح في الشكل (16).

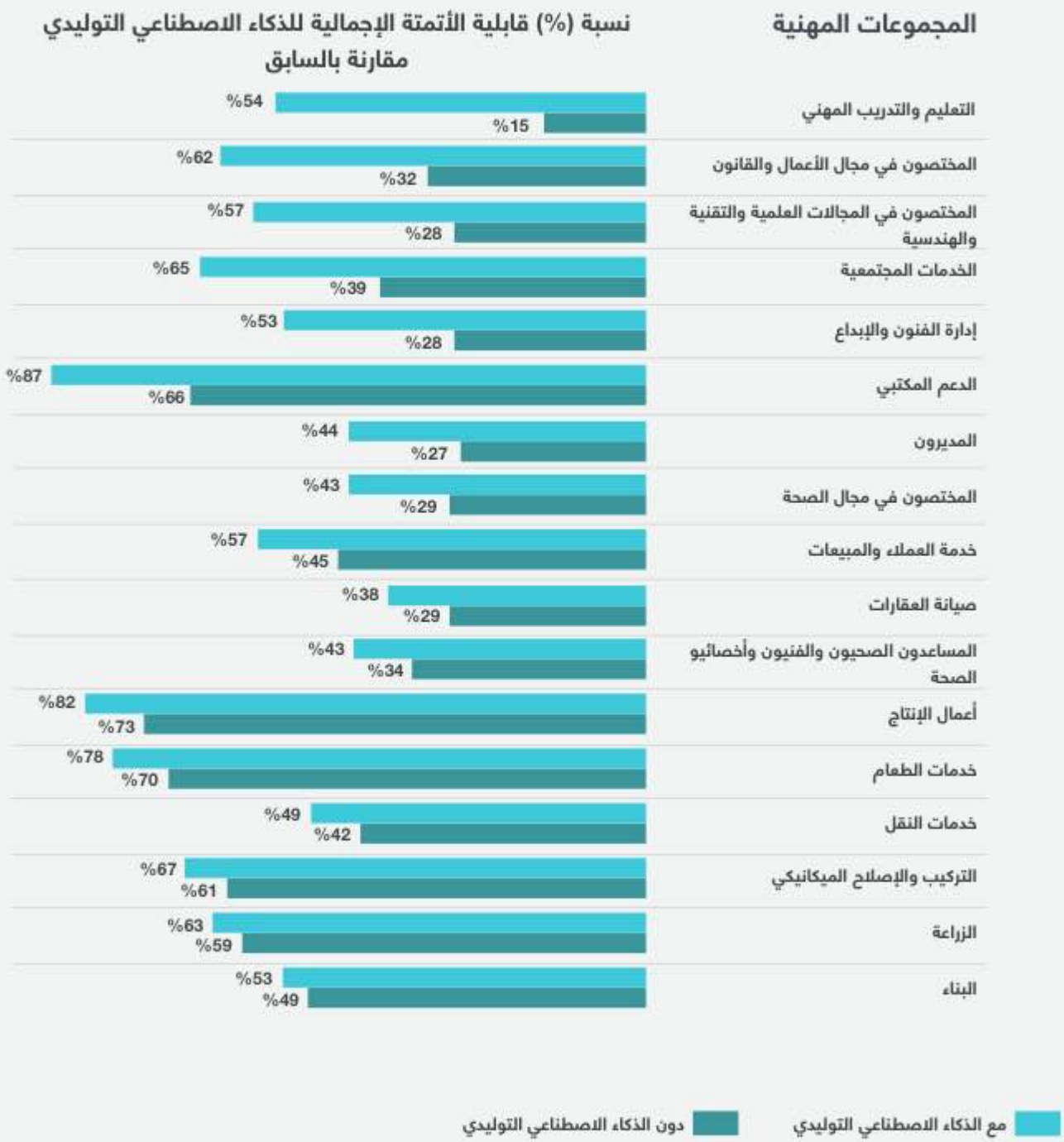
الشكل (16): أعلى ستة مهن قابلية للتعزيز بالذكاء الاصطناعي التوليدي

المصدر: المنتدى الاقتصادي العالمي، 2023م

وعلى الصعيد الآخر، ذكر المنتدى الاقتصادي العالمي أن المهن التي تعتمد بشكل كبير على التفاعل المباشر وتلك التي تتضمن مهام لا تعتمد على اللغة كالأعمال اليدوية، قد تتأثر بدرجة منخفضة وقد لا تتأثر أبداً بالذكاء الاصطناعي التوليدي. ومن أمثلة هذه المهن الرياضيين، ومقاولي العمالة الزراعية، والمرشدين التربويين والمهنيين.

فيما أوضحت دراسة أجرتها شركة ماكنزي[44]، أن (75%) من القيمة التي يمكن للذكاء الاصطناعي التوليدي أن يحققها ستكون في أربعة مجالات أعمال عالمية من أصل (16) مجالاً وعبر (63) حالة استخدام، وهذه المجالات هي: إدارة العملاء، والتسويق والمبيعات، وهندسة البرمجيات، والبحث والتطوير. وتوقعت الدراسة أن يُحدث الذكاء الاصطناعي التوليدي ثورة في أنظمة إدارة المعرفة الداخلية في المؤسسات، إذ إن إتقان التقنية للغات الطبيعية يُمكّن الموظفين من استخراج المعلومات المخزنة داخلياً بسرعة عبر التحاور مع هذه الأنظمة وطرح الأسئلة كما في المحادثات البشرية، وبالتالي اتخاذ قرارات مستنيرة في وقت قياسي ووضع استراتيجيات فاعلة. كما أشارت الدراسة إلى أن هذه التقنيات يمكنها زيادة نسبة عدد الساعات المؤتمتة من (50%) إلى (60-70%)، ورجحت أن الذكاء الاصطناعي سيؤثر في الأعمال المعرفية بدرجة عالية ليس كما في السابق، إذ كان التركيز في تأثير التقنيات السابقة على الأعمال العملية والبدنية. ولذا فإن تلك الأنشطة التي تركز على صنع القرار والتعاون كتطبيق الخبرات والإدارة ستكون أكثر عرضة للأتمتة بهذه التقنية. وعليه من المرجح أن يشهد العاملون في مجالات كالتعليم والتقنية والقانون والفنون التي تتضمن مهنهم مزيجاً من مهارات التواصل والإشراف والتوثيق والتفاعل مع الأفراد أتمتة لبعض مهامهم بواسطة الذكاء الاصطناعي التوليدي. فعلى سبيل المثال، أشارت التوقعات إلى إمكانية أتمتة مهام المعلمين والمدربين المهنيين بما يصل إلى (39%) في 2023م نتيجةً للذكاء الاصطناعي التوليدي مقارنة بما كانت سابقاً في عام 2017م والمقدرة بـ(15%)، كما هو موضح في الشكل (17).

الشـكل (17): تأثيـر قـدرات الـذكاء الاصطناعي التوليـدي في أتمتـة المجموعـات المهنية المختلفـة مقارنة بقـدرات الذكاء الاصطناعي السـابقة

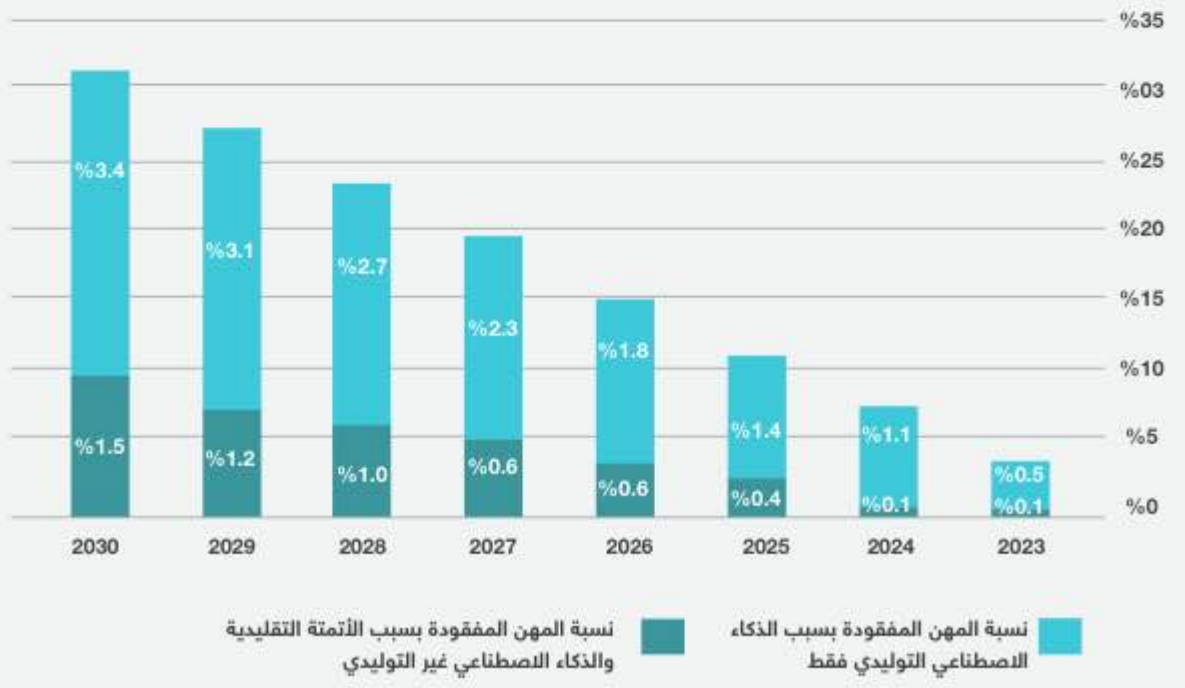


المصدر: ماكنزي، 2023م

إضافة إلى ذلك، وجدت الدراسة أن الذكاء الاصطناعي التوليدي يؤثر بدرجة مختلفة في المهن حسب مستوى المهارات والتحصيل العلمي المطلوب لكل مهنة مقارنة بتقنيات الأتمتة الأخرى، إذ تؤثر الأخيرة في المهن التي تتطلب شهادات تعليمية متدنية بدرجة عالية على عكس الذكاء الاصطناعي التوليدي الذي يؤثر بصورة كبيرة في أتمتة المهن التي تتطلب شهادات تعليمية عالية. وعلى الصعيد ذاته، أكدت دراسة لشركة لينكد إن (LinkedIn) على تفاوت نسبة تأثير الذكاء الاصطناعي التوليدي في تعزيز المهن حسب نوعية المهام والمهارات المطلوبة في كل منها، وذكرت أن الذكاء الاصطناعي التوليدي سيؤدي إلى خلق توجهات جديدة في سوق العمل تتطلب مهارات أخرى مختلفة كلياً في المهارات البشرية والمتخصصة[55].

ونتيجةً لتأثير الذكاء الاصطناعي التوليدي في مهن وطبيعة أعمال محددة في سوق العمل نتيجةً للأتمتة أو التعزيز فمن المرجح أن يشهد السوق خفضاً للقوى العاملة أو استبدلاً لبعض المهن. وحسب نتائج دراسة أجرتها شركة فوريستر (Forrester)[56] فإنها تتوقع استبدال ما يقارب (3.4%) من المهن في الولايات المتحدة الأمريكية في عام 2030م نتيجةً للأتمتة والذكاء الاصطناعي بصورة عامة وما يقدر بـ(1.5%) منها –أي ما يقارب أكثر من (2.4) مليون مهنة– نتيجةً للذكاء الاصطناعي التوليدي. يوضح الشكل (18) توقعات الشركة لتأثير الذكاء الاصطناعي التوليدي في فقدان المهن. وعلى الصعيد نفسه، ذكرت دراسة لمنظمة العمل الدولية (ILO) على أن (2%) إلى (5%) من المهن معرضة لخطر الأتمتة بالكامل في منطقة أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي بسبب الذكاء الاصطناعي التوليدي[57]، كما أوضحت أن نسبة التأثير تتغير حسب مستوى دخل الدول، إذ حسب تحليلها سيكون التأثير مرتفعاً في الدول ذات الدخل المرتفع، فيما سينخفض التأثير في الدول ذات الدخل المنخفض نظراً لأن نسبة القوى العاملة التي تشغل المهن غير المتأثرة بالذكاء الاصطناعي التوليدي –مثل الزراعة أو النقل أو بيع المواد الغذائية– فيها مرتفعة.

الشكل (18): تأثير الأتمتة والذكاء الاصطناعي في فقدان المهن في الولايات المتحدة الأمريكية



المصدر: فورستر، 2023م

وبالرغم من وجود نسبة متوقعة لفقدان بعض المهن، إلا أنه حسب تنبؤات فورستر فإنه بحلول عام 2030م، سيؤثر الذكاء الاصطناعي التوليدي بطريقة إيجابية في (6.9%) من المهن والمقدرة بأكثر من (11) مليون مهنة في الولايات المتحدة، كما هو موضح في الشكل (19)، أي (4.5) أضعاف عدد المهن التي سيحل محلها في نفس الفترة[56]. وقد أكدت تحليلات منظمة العمل الدولية ارتفاع نسبة التأثير الإيجابي في المهن بسبب الذكاء الاصطناعي التوليدي مقارنة بالأتمتة الكلية،إذ قدرت أنها ستعزز إنتاجية (8%) إلى (14%) من المهن[57].

الشكل (19): التأثيرالمتوقع للذكاء الاصطناعي التوليدي في المهن في الولايات المتحدة الأمريكية

المصدر: فورستر، 2023م

وعلى الصعيد الآخر، توقع المنتدى الاقتصادي العالمي استحداث خمس مهن جديدة في سوق العمل[53]، وهي: مهندسو الأوامر ونماذج الذكاء الاصطناعي المتخصصون في تطوير النماذج اللغوية الكبيرة من البنية التحتية وحتى الخوارزميات وأيضاً في تحسين المدخلات للحصول على أفضل النتائج، ومصممو واجهات المستخدم وتفاعلاته الذين يعملون على جعل النماذج اللغوية الكبيرة سهلة الاستخدام للعامة، ومنشئو محتوى الذكاء الاصطناعي الذين يستخدمون النماذج لإنتاج محتوى دقيق وسريع في مختلف المجالات، وأمناء ومدربو البيانات المسؤولون عن ضمان جودة وسلامة البيانات المستخدمة في تدريب النماذج، ومتخصصو الأخلاق والحوكمة المسؤولون عن اختبار النماذج للتأكد من خلوها من التحيز والمحتوى الضار.

رفع الإنتاجية

تُعتبر الإنتاجية المحرك الأساسي للنمو الاقتصادي منذ عام 1992م، وتؤثر في الأداء الاقتصادي وفاعلية الجهد الإنتاجي المتمثل بمعدل الناتج بالمدخلات أي علاقة كمية الخدمات والمنتجات (المخرجات) بكمية العمل ورأس المال والموارد الأخرى (المدخلات). وحسب دراسة لشركة ماكنزي فإن انتشار تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي سيخلق فرصاً لرفع نمو إنتاجية العمل في جميع القطاعات عبر التعويض نسبياً عن انخفاض معدلات التوظيف أو أتمتة الأعمال وتسريع أداءها ورفع جودتها. وعليه قدرت الشركة نسبة مساهمة الذكاء الاصطناعي التوليدي في معدل النمو السنوي للإنتاجية بزيادة تتراوح من (0.1%) إلى (0.6%) بين عامي 2022م و2040م[44]، وبالدمج مع تقنيات أخرى ستتراوح الزيادة بين (0.2%) إلى (3.3%) في الفترة ذاتها في حال جرى الاستثمار في دعم الموظفين لتعلم مهارات جديدة. وذكرت ماكنزي أن تأثير الذكاء الاصطناعي التوليدي في مجالات العمل يختلف بحسب القطاع كما هو موضح في الشكل (20). فعلى سبيل المثال سيؤثر الذكاء الاصطناعي التوليدي في تعزيز أداء مهام التسويق والتفاعل مع العملاء بصورة كبيرة في قطاع التجزئة، فيما سيكون تأثيره في زيادة سرعة عمليات هندسة البرمجيات عالياً في قطاع التقنيات المتقدمة مقارنة بقطاع التجزئة. وأكدت نتائج الدراسة الاستقصائية الحديثة لشركة كامبيجيني في عام 2024م[38] قدرة الذكاء الاصطناعي التوليدي في رفع الإنتاجية، إذ ذكرت أنه في المتوسط حققت الشركات تحسناً بنسبة (7.8%) في الإنتاجية خلال عام 2023م، فيما ذكرت دراسة أخرى[58] أن أداة جي بي تي ساعدت في رفع إنتاجية الكتابة لدى المستخدمين بنسبة (59%).

الشكل (20): تأثيرات الذكاء الاصطناعي التوليدي في القطاعات المختلفة

المصدر: ماكنزي، 2023م

خفض التكاليف وزيادة الإيرادات

يساعد الذكاء الاصطناعي التوليدي على خفض التكاليف بما يقدر بـ(30%) أو أكثر حسب تقديرات شركة ديلويت (Deloitte) نتيجةً لأتمتة المهن[48]. وأشارت دراسة استقصائية أجرتها شركة ماكنزي على مجموعة من الشركات بلغ عددها أكثر من (1.3) ألف شركة إلى أنهم لاحظوا انخفاضاً في التكاليف نتيجةً للذكاء الاصطناعي التوليدي في إدارة الموارد البشرية أكثر من بقية الإدارات بنسب تتراوح من (10%) إلى (20%)[37]، فيما زادت أرباح إدارة سلاسل الإمداد بنسب أعلى مقارنة ببقية الإدارات، إذ تراوحت من (6%) إلى أكثر من (10%). فيما قدرت شركة ماكنزي قيمة الأرباح السنوية للشركات العالمية نتيجةً للذكاء الاصطناعي التوليدي بقيمة تتراوح بين (2.6) تريليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 9.77 تريليونات ريال سعودي) و(4.4) تريليونات دولار أمريكي (أي ما يقارب 16.5 ترليون ريال سعودي) وذلك نتيجةً لرفع الإنتاجية وتحسين الإيرادات والتكاليف في القطاعات المختلفة[44]. كما ذكرت أن زيادة إنتاجية المهن نتيجةً لأتمتتها أو تعزيزها ستؤدي إلى رفع عائد الإيرادات على القطاعات بصورة عامة. وبالنظر إلى أعلى ثلاثة عائدات متوقعة على المستوى العالمي، فقد احتل قطاع التقنيات المتقدمة بمبلغ (350) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 1.3 تريليون ريال سعودي)، ويليه قطاع التجزئة بنحو (310) مليارات دولار أمريكي (أي ما يقارب 1.2 تريليون ريال سعودي)، ثم القطاع البنكي بنحو (270) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب تريليون ريال سعودي).

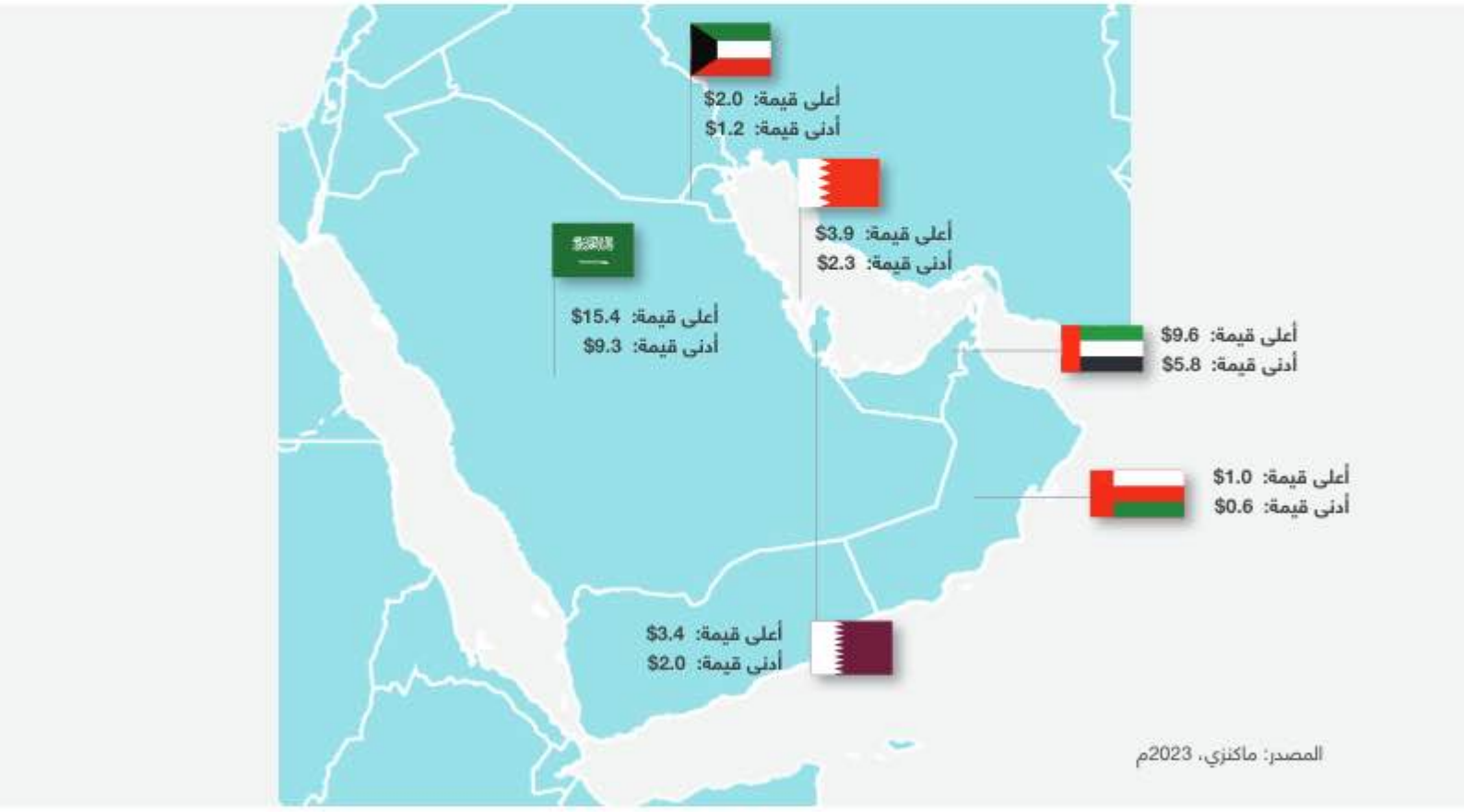
أما على مستوى دول مجلس التعاون الخليجي، فقد أوضحت دراسة أخرى لشركة ماكنزي في عام 2024م[39]، أن قطاع الطاقة سيمثل القطاع الأعلى إيراداً، إذ من الممكن أن يحقق مكاسب تتراوح بين خمس مليارات دولار أمريكي (أي ما يقارب 18.8 مليار ريال سعودي) وثمانية مليارات دولار أمريكي (أي ما يقارب 30 مليار ريال سعودي)، ثم يأتي قطاعا المشاريع الرأسمالية والبنية التحتية، والخدمات المالية بقيمة تتراوح بين ثلاثة مليارات دولار أمريكي (أي ما يقارب 11.7 مليار ريال سعودي) وخمسة مليارات دولار أمريكي (أي ما يقارب 18.8 مليار ريال سعودي).

النمو الاقتصادي

تتوقع شركة ماكنزي أنه من الممكن أن يضيف الذكاء الاصطناعي التوليدي تريليونات الدولارات الأمريكية للاقتصاد العالمي نتيجة لتأثيراته في تحسين الإنتاجية وخفض التكاليف، وقد تصل القيمة الإجمالية للعوائد الاقتصادية السنوية من (6.1) تريليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 22.88 تريليون ريال سعودي) إلى (7.9) تريليونات دولار أمريكي (أي ما يقارب 29.63 تريليون ريال سعودي)[44]. كما تتوقع أن يؤدي تبني الذكاء الاصطناعي التوليدي إلى زيادة النمو الاقتصادي عموماً بنسبة تتراوح بين (15%) إلى (40%) إلى القيمة الاقتصادية التي تتراوح بين (11) تريليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 41.25 تريليون ريال سعودي) و(17.7) تريليون دولار أمريكي (أي ما يقارب 66.38 تريليون ريال سعودي). وفي تقرير صادر لشركة جولدمان ساكس للأبحاث (Goldman Sachs) ذكر أن الذكاء الاصطناعي التوليدي لديه القدرة على زيادة الناتج المحلي الإجمالي العالمي (GDP) بنسبة تصل إلى (7%) –أي حوالي سبعة تريليونات دولار أمريكي (أي ما يقارب 26.3 تريليون ريال سعودي)– على مدى عشر سنوات[59].

وبالنظر إلى تأثير الذكاء الاصطناعي التوليدي في اقتصادات دول مجلس التعاون الخليجي بالتحديد، فإن تقديرات شركة ماكنزي تشير إلى أن إجمالي النمو الاقتصادي قد يصل إلى قيمة تتراوح بين (21) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 87.9 مليار ريال سعودي) و(35) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 131.5 مليار ريال سعودي) سنوياً[39]، والتي تمثل ما يقارب (1.7%) إلى (2.8%) من الناتج المحلي الإجمالي غير النفطي السنوي لاقتصادات دول مجلس التعاون الخليجي الحالية. ورجحت التقديرات أن المملكة العربية السعودية ودولة الإمارات العربية قد تستحوذان على التأثيرات الكبرى في الذكاء الاصطناعي التوليدي بتأثير سنوي يتراوح بين (9.3) مليارات دولار أمريكي (أي ما يقارب 34.9 مليار ريال سعودي) و(15.4) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 57.8 مليار ريال سعودي)، و(5.8) مليارات دولار أمريكي (أي ما يقارب 21.8 مليار ريال سعودي) و(9.6) مليارات دولار أمريكي (أي ما يقارب 36 مليار ريال سعودي)، على التوالي، كما هو موضح في الشكل (21).

الشكل (21): تأثير الذكاء الاصطناعي التوليدي المتوقع على النمو الاقتصادي في دول مجلس التعاون الخليجي



نظرة متعمقة: تعزيز السوق التقني وعملياته

يُعد قطاع تقنية المعلومات أحد أكثر القطاعات المهتمة بتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي حسب الدراسة الاستطلاعية لشركة كي بي إم جي (KPMG)، إذ وصلت نسبة التبني إلى (56%) في عينة الدراسة البالغ عددها (300) شركة[60]. يسلط هذا القسم الضوء على أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي في تسهيل تطوير البرمجيات من جهة، ورفع قيمة سوق البرمجيات وتقنية المعلومات من جهة أخرى.

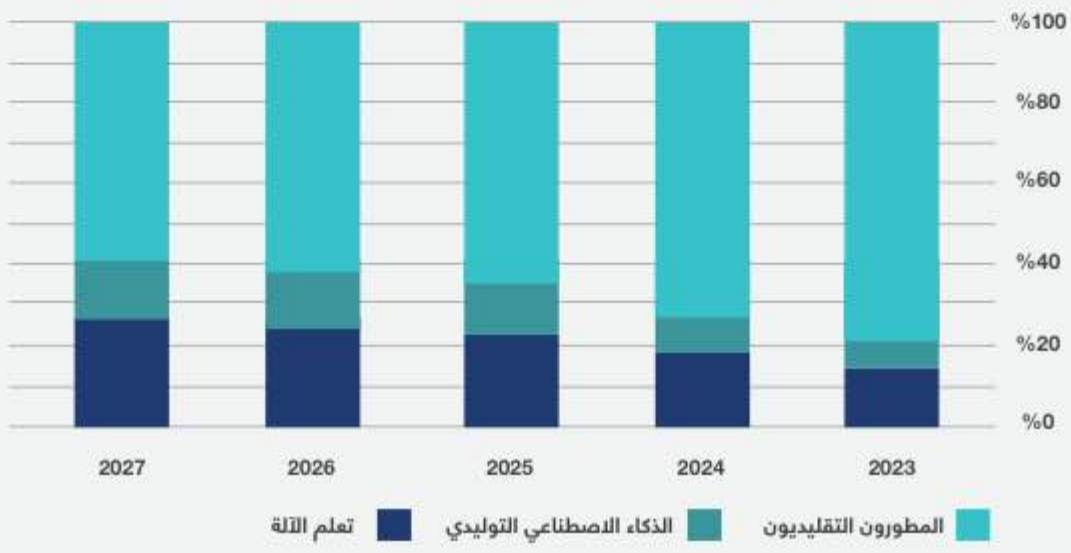
تسهيل تطوير البرمجيات

تُساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي على تسريع عجلة تطوير البرمجيات ورفع كفاءتها عبر زيادة سرعة أداء مهام المطورين، مثل: كتابة الأكواد البرمجية منذ البداية، وإعادة بنائها وتحسينها، فضلاً عن إكمال عمليات التوثيق للأكواد البرمجية لأهداف الصيانة المستقبلية وتسهيل عمليات التحسين وتنفيذها في وقت قياسي، وحسب دراسة لشركة ماكنزي فإن الذكاء الاصطناعي التوليدي يؤثر بنسب مختلفة من ناحية تقليل الوقت بناءً على نوعية المهمة ومستوى تعقيدها، فمثلاً يمكن تقليل مدة كتابة الأكواد البرمجية بنسبة تتراوح بين (35%) و(45%)، بينما سيقلل مدة أداء المهام البرمجية العالية التعقيد بنسبة تصل إلى أقل من (10%) فقط[61].

ومن المتوقع أن تسهم تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي في تحسين تجربة المطورين بصورة عامة وبالتالي زيادة احتمالية احتفاظ الشركات والمؤسسات بأفضل المواهب التقنية وتحفيزها والتخفيف من تحديات فقدانهم، وقد أشارت نتائج استطلاعات شركة ماكنزي إلى أن المطورين الذين يستخدمون أدوات تعتمد على تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي أكثر سعادة وإنجازاً بمعدل يصل إلى الضعف من غيرهم[61]، كما أن هذه التقنيات ساعدتهم على زيادة التركيز والاستمتاع بأداء المهام نتيجةً لأتمتة الأعمال الشاقة وتوفير المعلومات اللازمة في وقت قصير، مقارنة بالوقت المستغرق للبحث عن الحلول على شبكة الإنترنت.

وأشارت شركة آي دي سي إلى أن الذكاء الاصطناعي التوليدي سيؤدي إلى زيادة الطلب على المطورين المتخصصين في مجالات تعلم الآلة والذكاء الاصطناعي التوليدي ليصل إلى أكثر من (40%) في عام 2027م[62]، كما هو موضح في الشكل (22).

الشكل (22): تأثير الذكاء الاصطناعي التوليدي المتوقع على الطلب على المطورين في سوق العمل 2023م-2027م



المصدر: آي دي سي، 2023م

رفع قيمة سوق البرمجيات وتقنية المعلومات

يتوقع معهد أبحاث بلومبرج إنتليجنس (Bloomberg Intelligence) أن زيادة الطلب على منتجات الذكاء الاصطناعي التوليدي سيضيف قيمة اقتصادية كبيرة، إذ من المتوقع أن يزيد من إيرادات سوق البرمجيات بحوالي (280) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 1.1 تريليون ريال سعودي)[1]، وذلك بفضل ظهور منتجات كالمساعدين المتخصصين، وبرمجيات البنية التحتية وأدوات البرمجة المساعدة. كما أن هذا الطلب سيؤثر على الإنفاق في سوق أجهزة تقنية المعلومات، وخدمات البرمجيات، والإعلانات، والألعاب بنسبة قد تصل إلى (10%) في عام 2032م مقارنة بالنسبة السابقة المقدرة بـ(1%). كما ذكر المعهد أن أكبر المحركات لهذه الإيرادات ستكون لمقدمي خدمات البنى التحتية للذكاء الاصطناعي التوليدي بنحو (247) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 9.3 مليارات ريال سعودي)، والإعلانات الرقمية المعتمدة على تقنية الذكاء الاصطناعي التوليدي بنحو (192) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 7.2 مليارات ريال سعودي)، ومساعدي الذكاء الاصطناعي بنحو (89) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 3.33 مليارات ريال سعودي).

وفي دراسة لشركة ماكنزي عن تأثير الذكاء الاصطناعي التوليدي في المؤسسات التقنية، ذكرت أنها تتوقع أن تسهم التقنية في زيادة قيمة سوق التقنية بأكثر من (200) مليار دولار أمريكي (أي ما يقارب 751 مليار ريال سعودي) بحلول عام 2029م[63]، كما أن تبني الشركات لهذه التقنيات المتقدمة سيسهم في الحفاظ على معدل النمو في السوق التقني البالغ (3%-5%)، وسيزيد في إيرادات الشركات بنسبة تتراوح بين (2%) و(4%)، كما سيمكنها من تحقيق أرباح بنسبة (30%).

06

التحديات والمخاطر

- التحديات
- المخاطر

بالرغم من الإمكانات والعوائد الهائلة التي تقدمها تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي في كثير من المجالات، إلا أن هذه التقنيات يصاحبها عدد من التحديات والمخاطر على عدة أصعدة ترتبط بصورة وثيقة بمدى تعقيد خوارزمياتها وقوة تأثيرها، ووفقا لدراسة استطلاعية أجرتها شركة كي بي إم جي يعتقد (92%) من المديرين التنفيذيين في أكثر من (400) شركة من قطاعات عدة أن تنفيذ الذكاء الاصطناعي التوليدي سيولد مجموعة من المخاوف ذات مستويات مختلفة من التأثير[60]. يستعرض هذا القسم أبرز التحديات المصاحبة لتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي وتطويرها واستخدامها، بالإضافة إلى أبرز المخاطر المتوقعة من استخدام هذه التقنيات.

التحديات

هناك عدد من التحديات التي يمكن مواجهتها عند تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي، وفي ما يلي ذكر لأبرز هذه التحديات مع بعض الطرق المقترحة لمعالجتها[64]:

توفر البيانات

تعتمد نماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي على التدريب باستخدام كميات هائلة من البيانات المهيأة بطريقة صحيحة، ومن الصعب الحصول على هذه البيانات وتخزينها ومعالجتها.

الحلول المقترحة

- الاستثمار في الموارد الحوسبية اللازمة لجمع البيانات ومعالجتها وتخزينها.
- استقطاب الكفاءات المختصة في مجال هندسة البيانات.

جودة البيانات

تعتمد دقة نماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي على بيانات التدريب ذوات الجودة العالية، إذ يؤدي وجود الأخطاء والتحيزات وعدم توازن أو اكتمال بيانات التدريب إلى تقليل فاعلية أداء النماذج وصحة مخرجاتها.

الحلول المقترحة

- تنظيف بيانات التدريب ومعالجتها.
- استخدام بيانات تدريب اصطناعية عند الحاجة بما يضمن تنوع البيانات ومعالجة التحيزات.

جاهزية البنية التحتية

تُعد البنية التحتية أحد أهم الممكنات الرئيسية للذكاء الاصطناعي التوليدي، إذ تتطلب موارد حوسبية عالية الأداء لمعالجة البيانات وتخزينها، فضلاً عن تدريب النماذج وتشغيلها.

الحلول المقترحة

- الاستثمار في تطوير البنية التحتية وتحسينها.
- الاستفادة من الخدمات السحابية الموثوقة حسب حساسية البيانات والنماذج.

التكاليف المادية

يتطلب تدريب نماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي وتطويرها وتشغيلها تكاليف مالية مرتفعة تتمثل في تجهيز البنية التحتية اللازمة وإدارتها وصيانتها، وتخزين البيانات، وتوفير المتخصصين في مجالات البيانات والذكاء الاصطناعي التوليدي.

الحلول المقترحة

- الاستفادة من فرص التمويل والدعم الوطنية.
- جذب الاستثمارات الجريئة والشراكات من القطاع الخاص.

السياسات التنظيمية

عدم وجود سياسات ولوائح تنظيمية لتطوير الذكاء الاصطناعي التوليدي واستخدامه يثير مخاوف حول الاستخدام الأخلاقي والمسؤولي، مما قد يؤخر من تبني هذه التقنية من قبل المؤسسات والأفراد.

الحلول المقترحة

- التعاون بين الحكومات والخبراء وأصحاب المصلحة لفهم المخاطر وتطوير الأطر التنظيمية.
- العمل مع المنظمات الدولية في تطوير المعايير العالمية.

شفافية النماذج

تفتقر نماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي للشفافية في تفسير النتائج، مما يزيد من صعوبة اكتشاف الأخطاء وقد يؤثر في الثقة في تبنيها واستخدامها، إضافة إلى صعوبة تحديد المسؤوليات عند حدوث الأخطاء.

الحلول المقترحة

- تطوير تقنيات الذكاء الاصطناعي القابلة للتفسير (XAI) واستخدامها.
- تشجيع المطورين على مراعاة أفضل الممارسات المتعلقة بالشفافية.

المهارات المتخصصة

يتطلب تطوير نماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي واستخدامها مهارات تقنية متخصصة، وهذه المهارات تتغير بصورة متسارعة مع تطور المجال وظهور تقنيات جديدة.

الحلول المقترحة

- دعم البرامج التعليمية الأكاديمية والتدريبية المتخصصة.
- التعاون مع الشركات العالمية المتخصصة لتوفير التدريب المهني وإكتساب الخبرات العملية.

المخاطر

يرافق تبني الذكاء الاصطناعي التوليدي عدة مخاطر من نواحي مختلفة صنفت حسب منهجية بيستل (PESTLE) تشمل النواحي السياسية، والاقتصادية، والاجتماعية، والتقنية، والقانونية، والبيئية[16,64,66]. وفيما يلي ملخص لأبرز هذه المخاطر مع الإشارة إلى بعض الحلول المقترحة:

مخاطر سياسية

التلاعب بالرأي العام

إنتاج معلومات وحملات معلوماتية باستخدام القدرات التوليدية وتقنيات التزييف العميق (Deepfakes)، مما يؤثر في الرأي العام والعمليات الديموقراطية.

الحلول المقترحة

- تطوير أطر قانونية وتنظيمية تركز على الشفافية وتنظيم استخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي.
- مراقبة المحتوى السياسي باستمرار وتطوير أدوات لفحص الأخبار السياسية.
- تشجيع التعاون بين وسائل الإعلام والباحثين والشركات التقنية لمكافحة انتشار المعلومات الخاطئة.

مخاطر اقتصادية

فقدان المهن أو استبدالها

أتمتة كثير من المهن في سوق العمل نتيجةً لاستبدالها بتقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي، مما يزيد احتمالية فقدان بعض المهن ورفع نسبة البطالة.

الحلول المقترحة

- تدريب القوى العاملة وإعادة تأهيلهم وتطوير مهاراتهم عبر برامج تدريبية متخصصة تواكب التغييرات في السوق.
- مراعاة إدارة التغيير، وإعادة النظر في آلية دمج التقنية مع مختلف المهن بطريقة تضمن رفع الإنتاجية وتحسن الأداء.

هيمنة الشركات الكبرى

احتكار الشركات الكبرى لتقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي والموارد الخاصة بتطويره، مما يقلل فرص الشركات الصغيرة والمتوسطة للمنافسة ويقلص التنوع في السوق.

الحلول المقترحة

- دعم الشركات الصغيرة والمتوسطة لتطوير تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي عبر برامج التمويل.
- وضع قوانين وسياسات تشجع على المنافسة العادلة وتحظر ممارسات الاحتكار.
- توفير أدوات مفتوحة المصدر لتمكين الوصول إلى التقنيات والبنية التحتية المتقدمة بتكلفة أقل.

مخاطر اجتماعية

المحتوى الخاطئ أو الضار

قد تولد بعض أنظمة الذكاء الاصطناعي التوليدي محتوى ضاراً أو غير مناسب، مثل: المحتوى الذي يتضمن عنفاً أو تجريحاً أو معلومات مضللة أو غير لائقة.

الحلول المقترحة

- التأكد من خلو بيانات التدريب من البيانات الخاطئة أو المحتوى الضار وغير المناسب.
- استخدام تقنيات وأساليب هندسة المدخلات ومرشحات لتصفية المخرجات.
- وضع اللوائح والسياسات لمحاسبة عرض أي محتوى مغلوط أو غير مرغوب فيه.

إساءة الاستخدام

استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي بطريقة متعمدة لأهداف غير أخلاقية أو غير مشروعة، مثل السرقات الأدبية، والغش في الامتحانات، والتزييف العميق.

الحلول المقترحة

- استخدام أدوات للكشف عن المحتوى المولد بواسطة الذكاء الاصطناعي التوليدي.
- وضع سياسات تنظيمية لحوكمة الاستخدام والتعامل مع حالات إساءة الاستخدام.
- تثقيف الأفراد والمجتمع حول العواقب المحتملة لسوء الاستخدام.

فرط الاعتماد

قد يؤدي الاعتماد المفرط على تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي إلى إعاقة تطور بعض المهارات البشرية كالإبداع والتفكير الناقد وحل المشكلات.

الحلول المقترحة

- تطوير برامج تعزز المهارات البشرية والاجتماعية والتفكير النقدي والإبداع وحل المشكلات.
- التشجيع على الابتكار ورفع الوعي لتعزيز التفاعل بين الإنسان والآلة بطريقة مسؤولة.
- وضع آليات لقياس أثر أنظمة الذكاء الاصطناعي التوليدي في المهارات باستمرار.

هجمات الهندسة الاجتماعية

زيادة الهجمات الاجتماعية للوصول إلى البيانات الحساسة أو الموارد الخاصة عبر توليد رسائل وسيناريوهات للتلاعب بالضحايا والتأثير على تصرفاتهم ضد مصلحتهم الخاصة.

الحلول المقترحة

- رفع الوعي والتدريب حول أساليب الذكاء الاصطناعي التوليدي في الهجمات الاجتماعية.
- الاستثمار في البحث والابتكار المستمر لتطوير أدوات للكشف عن الهجمات الاجتماعية أو التخفيف منها.
- وضع آليات للإبلاغ عن الهجمات المحتملة أو الأنشطة المشبوهة، وأخرى للاستجابة لها بسرعة وفاعلية.

إضعاف الثقة في المعلومات

قد يسبب انتشار المعلومات الخاطئة والمضللة إلى انعدام القدرة في التمييز بين المحتوى المولد والحقيقي، وبالتالي ضعف الثقة في وسائل الإعلام والمؤسسات العامة.

الحلول المقترحة

- تطوير أدوات للتحقق من المحتوى المولد من الذكاء الاصطناعي أو توثيقه مثل العلامات المائية.
- تعزيز الوعي الرقمي في المجتمع لتمكين الأفراد من التمييز بين المحتوى الموثوق وغير الموثوق.

الفجوة الرقمية

توسيع الفجوة الرقمية بين شرائح المجتمع والفئات نظراً لعدم إمكانية الوصول أو استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي التوليدي نتيجةً لنقص المهارات اللازمة للتعامل معها.

الحلول المقترحة

- دعم التعليم وتطوير البرامج التدريبية المتخصصة في الذكاء الاصطناعي التوليدي.
- الاستثمار في البنية التحتية لتوفير الإنترنت والموارد الحوسبية الضرورية في المناطق المختلفة.
- تعزيز الابتكار وريادة الأعمال ودعم الشركات الناشئة لتوسيع سوق تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي.

مخاطر تقنية

الهلوسة

توليد نماذج الذكاء الاصطناعي محتوى محاكياً للاستجابات البشرية دون فهم معناها، مما قد يعطي معلومات غير منطقية أو غير دقيقة دون وجود مصادر أو بيانات حقيقية داعمة.

الحلول المقترحة

- الاختبار الدوري لأداء أنظمة الذكاء الاصطناعي لتحسين الخوارزميات وتخفيف هلوسة النماذج.
- تثقيف المستخدمين والمطورين وصناع القرار حول قدرات وقيود ومخاطر التقنية المحتملة.
- رفع مهارات هندسة المدخلات لتوجيه النموذج نحو السياق الصحيح وتوليد مخرجات دقيقة.

التحيز

توليد أنظمة الذكاء الاصطناعي التوليدي لمحتوى متحيز لصالح أو ضد مجموعة من الأفراد أو المجتمعات أو الأديان أو العادات.

الحلول المقترحة

- التحقق من تنوع بيانات التدريب لضمان العدل وتجنب التحيز.
- استخدام البيانات الاصطناعية لزيادة تنوع مجموعة البيانات وتقليل التحيزات.
- الاستعانة بتقنيات الذكاء الاصطناعي القابلة للتفسير لفهم التحيزات ومعالجتها.

زيادة الهجمات السيبرانية

ظهور ثغرات أمنية جديدة نتيجةً لاستخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي في تطوير الأنظمة الرقمية، فضلاً عن تسهيل تطوير البرمجيات الخبيثة والهجمات الإلكترونية.

الحلول المقترحة

- الفحص الدوري لأنظمة الذكاء الاصطناعي لضمان أنها غير قابلة للاستخدام في الهجمات الإلكترونية.
- تطوير أنظمة دفاعية ذكية للكشف عن الهجمات والتهديدات الأمنية بشكل مبكر.
- تعزيز الأمن السيبراني من خلال تقنيات مثل التشفير والتحقق من هوية المستخدمين.

مخاطر قانونية

انتهاك الملكية الفكرية

استخدام نماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي بيانات تدريب قد تكون محمية بقوانين ولوائح حقوق النشر، مما يجعلها تولد محتوى مطابقاً أو مشابهاً للأعمال الأصلية.

الحلول المقترحة

- التأكد من الحصول على الأذونات اللازمة لاستخدام المحتوى المحمي بملكية فكرية.
- وضع سياسات تنظيمية وقانونية لحقوق الملكية الفكرية في سياق الذكاء الاصطناعي التوليدي.
- الاستفادة من التقنيات المساعدة في تتبع أصول الملكية الفكرية كالبيانات الوصفية.

الإضرار بالخصوصية

الكشف عن بعض المعلومات الشخصية أو السرية التي قد تكون مضمنة في بيانات تدريب نماذج الذكاء الاصطناعي، مما يسبب انتهاكاً لقوانين خصوصية البيانات الشخصية.

الحلول المقترحة

- التأكد من عدم وجود بيانات شخصية أو سرية في بيانات التدريب.
- وضع اللوائح والسياسات لحماية خصوصية البيانات الشخصية وضمان أمنها وسريتها.
- استخدام أدوات الحماية والأساليب الأمنية للتحكم بعمليات الوصول وكشف الاختراقات.

مخاطر بيئية

زيادة انبعاثات الكربون

يتطلب تطوير نماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي موارد حاسوبية كبيرة ومعالجة لبيانات ضخمة أثناء التدريب والاستنتاج، مما يزيد حجم الطاقة المستهلكة والانبعاثات الكربونية.

- مراكز البيانات مسؤولة عن (2-3%) من انبعاثات الغازات الدفيئة عالمياً، ويتضاعف حجم البيانات كل عامين في جميع أنحاء العالم، مما يزيد من الطلب على كميات هائلة من الطاقة والمياه –التي تستخدم لأغراض التبريد بصورة مباشرة ولتوليد الكهرباء غير المتجددة بصورة غير مباشرة– لتشغيل الخوادم والمعدات وأنظمة التبريد[67].
- تدريب نموذج لغوي كبير قد يؤدي إلى انبعاثات تعادل الانبعاثات الناتجة لثلاث رحلات طيران ذهاباً وإياباً بين ولايتي سان فرانسيسكو ونيويورك، وفقاً لنتائج دراسة جامعة كورنيل (Cornell University) الأمريكية[68].

الحلول المقترحة

- اختيار بائعين يراعون حجم الطاقة المستهلكة ويستخدمون الطاقة المتجددة عالية الجودة أو موارد الطاقة الصديقة للبيئة.
- الاستعانة بتقنيات ضبط النماذج التوليدية وتحسينها لغرض التخصيص بدلاً من البناء من الصفر.
- الاستعانة بالأساليب الحوسبية المساعدة على الحفاظ على الطاقة وتقليل استهلاكها.
- وضع ممارسات لمراقبة مقدار انبعاثات الكربون في مراكز البيانات والخدمات السحابية.

أمثلة لأساليب حوسبية لتحسين استهلاك الموارد والطاقة

- **تيني إم إل (TinyML):** فرع في تعلم الآلة يركز على معالجة البيانات وتشغيل النماذج على أجهزة طرفية منخفضة الطاقة، إذ تستهلك وحدات التحكم الطرفية بضع مئات من الميكرو واط –طاقة أقل بألف مرة مقارنة بمقدار الطاقة المستهلكة في وحدات المعالجة المركزية العامة المقدرة بـ(70) واط– لمعالجة البيانات محلياً دون إرسالها إلى خوادم البيانات[67].
- **مزيج الخبراء (Mixture of Experts - MoEs):** أسلوب في مجال تعلم الآلة لتقسيم نموذج الذكاء الاصطناعي إلى شبكات فرعية أو ما يطلق عليه بـ(خبراء)، كل منها متخصص في مجموعة فرعية من البيانات المدخلة تعمل مع بعضها لأداء المهام المطلوبة، مما تمكن من الموازنة بين زيادة حجم النماذج وتقليل تكاليف الحوسبة أثناء التدرب وتحسن من سرعة أداء الاستنتاج[69].

07

السياسات والجهود التنظيمية

- الاعتبارات العامة
- الجهود الدولية

يُعد النقاش حول مخاوف الذكاء الاصطناعي بصورة عامة محط اهتمام الحكومات عالمياً في السنوات الأخيرة، وبالرغم من وجود جهود كثيرة لتوثيق المبادئ الأخلاقية وأفضل الممارسات المساعدة في حوكمة أنظمة الذكاء الاصطناعي، إلا أن أغلبها غير مُلزمة قانونياً، وقد نُشر منذ عام 2016م أكثر من (634) مبادرة لحوكمة الذكاء الاصطناعي في دول متعددة كالولايات المتحدة الأمريكية والمملكة المتحدة والاتحاد الأوروبي[70].

ومع ظهور الذكاء الاصطناعي التوليدي وتطوره السريع خاصة بعد إطلاق تطبيق شات جي بي تي (ChatGPT) في نوفمبر من عام 2022م، ازدادت النقاشات الدولية حول وضع السياسات وتنظيم استخدام الذكاء الاصطناعي بصفة عامة والتوليدي بصفة خاصة. يستعرض هذا القسم أبرز الجهود الدولية في وضع السياسات والتنظيمات المساعدة في حوكمة الذكاء الاصطناعي التوليدي.

بشكل عام تركز الجهود التنظيمية للذكاء الاصطناعي التوليدي على تطوير السياسات واللوائح والأطر التنظيمية ووضع المعايير والقواعد والإرشادات والتدابير اللازمة لحوكمة تطوير الذكاء الاصطناعي التوليدي واستخدامه ونشره بطريقة مسؤولة، بما يساعد في تنظيم تأثيره على الأفراد والمؤسسات والمجتمعات وحمايتهم من مخاطر سوء استخدامه أو تخفيفها أو منعها، وتكمن أهمية وجود السياسات والجهود التنظيمية في معالجة كثير من تحديات الذكاء الاصطناعي التوليدي ومخاطره لضمان ما يلي:

- الامتثال للسياسات والمعايير واللوائح ذات العلاقة.
- استخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي ضمن الحدود الأخلاقية.
- تجنب المخاطر والعقوبات القانونية أو التخفيف من تبعاتها.
- توضيح الخطوات التصحيحية عند حدوث أي مخاطر.

وحسب الدراسات الاستقصائية التي أجرتها شركتي بي سي جي (BCG)[71] وكي بي إم جي[72]، بين فيها أصحاب الشركات ضرورة وجود سياسات تنظيمية لمعالجة عدد من القضايا الهامة كخصوصية البيانات، والملكية الفكرية وغيرها. إذ يعتقد (79%) من المشاركين في دراسة بي سي جي بضرورة اللوائح التنظيمية الخاصة بالذكاء الاصطناعي الذي يتضمن الذكاء الاصطناعي التوليدي. فيما وضحت دراسة كي بي إم جي أن (45%) من قادة الأعمال بدأوا بتوظيف الخبراء، و(41%) منهم يعملون على إنشاء أدوار جديدة ذات علاقة بالامتثال باللوائح، و(37%) بدأوا بعقد شراكات استراتيجية استعداداً للتغيرات المتوقعة في اللوائح بسبب الذكاء الاصطناعي التوليدي. يناقش هذا القسم الاعتبارات العامة لسياسات وتنظيمات الذكاء الاصطناعي التوليدي والجهود الدولية في تنظيم هذه التقنية.

الاعتبارات العامة

غالباً ما تشمل سياسات وتنظيمات الذكاء الاصطناعي العامة الذكاء الاصطناعي التوليدي، ولكن هناك عدد من الجوانب التنظيمية المتعلقة بالذكاء الاصطناعي التوليدي ينبغي مراعاتها عند صياغة السياسات واللوائح التنظيمية، مع ضرورة الموازنة بين هذه الجوانب والاستمرارية دعم عجلة الابتكار التقني في المجال، ويمكن تلخيص أهم الجوانب التنظيمية في النقاط الآتية:

الملكية الفكرية وحقوق النشر

أثار الذكاء الاصطناعي التوليدي عدداً من القضايا تتعلق بحماية الملكية الفكرية للمحتويات المولدة ومدى استحقاقها لبراءة الاختراع فضلاً عن حقوق الطبع والنشر ومخاوف الانتهاك في استخدام البيانات المحمية بهذه الحقوق في عمليات تدريب النماذج، أو إعادة استخدام مخرجات النماذج لأغراض تجارية.

خصوصية البيانات

يتضمن استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي التوليدي في الغالب مشاركة المستخدمين لبعض بياناتهم الشخصية أو الخاصة للحصول على نتائج معينة، وقد تخزن هذه البيانات أو تستخدم في إعادة تدريب النماذج، ولذا من المهم صياغة قوانين لحماية البيانات الشخصية وحوكمة آليات تخزينها وتوصيفها ومشاركتها.

الجوانب الأخلاقية

ازدادت المخاوف الأخلاقية مع انتشار تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي خاصة فيما يتعلق بتحقيق العدالة وعدم التحيز، والشفافية وقابلية التفسير، والمسؤولية والمساءلة، ولهذا ينبغي أن تراعي السياسات التنظيمية الأطر والمبادئ الأخلاقية لضمان التطوير والاستخدام المسؤول.

الامتثال والتعاون الدولي

قد يتجاوز تأثير أدوات الذكاء الاصطناعي التوليدي الحدود الوطنية، ولذلك من المهم مراعاة القوانين واللوائح والالتزامات الدولية، وتعزيز التعاون بين الدول لمواجهة التحديات المشتركة، ومشاركة أفضل الممارسات، وتقييم مدى ملاءمة القوانين واللوائح الحالية وتطويرها، وتعزيز النهج العالمي لحوكمة الذكاء الاصطناعي التوليدي.

النظر في طبيعة الاستخدام

يُمكن استخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي في عدد من الأغراض والسيناريوهات، وقد تكون بعضها أكثر خطورة من غيرها، ونتيجةً لذلك، ينبغي فهم الإمكانيات وطرق الاستخدام المختلفة لأنظمة الذكاء الاصطناعي التوليدي، ووضع القواعد والسياسات والقيود بما يتلاءم مع طبيعة الاستخدام ومستويات المخاطر والآثار المحتملة.

ملاءمة القيود العمرية

تستهدف تطبيقات الذكاء الاصطناعي التوليدي في الغالب فئات محددة من المستخدمين، وبالتالي قد يترتب على استخدامها من فئات أخرى كالأطفال والمراهقين بعض المخاطر كالتلاعب أو التعرض لمحتوى غير مناسب، ولذا من الجدير فرض سياسات لتوضيح القيود العمرية المناسبة لاستخدام هذه التطبيقات.

النزاهة والشفافية

نظراً إلى أن الذكاء الاصطناعي التوليدي يُسهم في توليد المحتوى، فمن المهم وضع السياسات المناسبة للإفصاح عن مساهمة الآلة في إنجاز المهام أو تطوير المنتجات أو توليد المحتوى، مثل: الأوراق العلمية والتقارير والصور ومقاطع الفيديو، بالإضافة إلى الشفافية حول كيفية استخدام المخرجات المولدة.

الجهود الدولية

يستعرض هذا القسم الجهود التنظيمية لأبرز ستة دول عالمية متقدمة في مجال الذكاء الاصطناعي، وهي: الاتحاد الأوروبي، والولايات المتحدة الأمريكية، والصين، والمملكة المتحدة، وكندا، وسنغافورة. الشكل (23) يلخص الخط الزمني لأهم الجهود التنظيمية في هذه الدول[73,74].

الشكل (23): الخط الزمني لأهم الجهود التنظيمية الدولية

الاتحاد الأوروبي

قانون الذكاء الاصطناعي

اضغط هنا

أصدر الاتحاد الأوروبي في إبريل 2021م مقترحاً موسعاً لتقنين الذكاء الاصطناعي أُطلق عليه"قانون الذكاء الاصطناعي" (AI Act)، يهدف إلى ضمان السلامة والأمان في تطوير الذكاء الاصطناعي واستخدامه بما يتماشى مع القيم والحقوق الأخلاقية في الاتحاد الأوروبي، بالإضافة إلى تعزيز المبادئ الأخلاقية كالخصوصية والشفافية وقابلية التفسير والعدالة وعدم التمييز والاستدامة والرفاهية الاجتماعية والبيئية واستمرار الإشراف البشري على أنظمة الذكاء الاصطناعي، ويشمل القانون إلزامات مختلفة لكل من مزودي أنظمة الذكاء الاصطناعي ومورديها ومستورديها ومستخدميها، وقد اعتمد القانون في يونيو 2023م من أعضاء البرلمان الأوروبي، وتم التوقيع عليه من قبل القانونيين في يونيو 2024م، وتم نشره في يوليو 2024م، فيما دخل حيز التنفيذ في أغسطس 2024م[75].

قانون توجيه مسؤولية الذكاء الاصطناعي

اضغط هنا

اقترحت المفوضية الأوروبية قانوناً جديداً في سبتمبر 2022م، عرف باسم "توجيه مسؤولية الذكاء الاصطناعي" (AI Liability Directive)، وهو قانون مرتبط بـ"قانون الذكاء الاصطناعي" يهدف إلى وضع قواعد موحدة لجوانب معينة من المسؤولية المدنية غير التعاقدية عن الأضرار الناجمة عن أنظمة الذكاء الاصطناعي، ويشمل ذلك تحديد حالات المسؤولية المدنية في حالة عدم وجود صفة تعاقدية بين المسؤول والمتضرر، كما يساعد على معالجة بعض التحديات التي تواجهها المحاكم الوطنية في طلب الأدلة ذات الصلة بمخاطر هذه الأنظمة، إضافة إلى ذلك يساعد مطوري الذكاء الاصطناعي ومستخدميه في توضيح مواطن المساءلة والتعويضات في حال فشل نظام الذكاء الاصطناعي.

قانون الخدمات الرقمية

اضغط هنا

اعتمد الاتحاد الأوروبي في أكتوبر 2022م "قانون الخدمات الرقمية" (Digital Services Act) بهدف تنظيم التقنيات الرقمية وتوفير مساحة رقمية آمنة تضمن حماية حقوق المستخدمين الأساسية، فضلاً عن إنشاء فرص متكافئة للشركات لتعزيز الابتكار والنمو والقدرة التنافسية في الأسواق الأوروبية والعالمية، ويشمل هذا القانون تقنيات الذكاء الاصطناعي خصوصاً تلك التي تُعنى بتقديم التوصيات وإدارة المحتوى، ويضم مجموعة من القواعد القانونية التي تجبر الشركات على تقييم المخاطر والإبلاغ عنها مع تحديد أوجه تخفيفها، وأن تكون أكثر شفافية لا سيما فيما يخص المساءلة عن نتائج الخوارزميات والإشراف على المحتوى، وقد دخل هذا القانون حيز التنفيذ في فبراير 2024م.

الولايات المتحدة الأمريكية

مخطط لميثاق حقوق الذكاء الاصطناعي

اضغط هنا

أصدر مكتب سياسة العلوم والتقنية في البيت الأبيض في أكتوبر 2022م "مخطط لميثاق حقوق الذكاء الاصطناعي" (Blueprint for an AI Bill of Rights)، وهو إطار غير إلزامي يضم خمسة مبادئ تهدف إلى توجيه بناء أنظمة الذكاء الاصطناعي واستخدامها ونشرها بما يضمن حماية الحقوق والحريات المدنية والخصوصية؛ وتؤكد هذه المبادئ على أن تكون الأنظمة آمنة وفاعلة وشفافة وغير تمييزية وتحمي خصوصية الأفراد، كما أنه من المهم إخطار الأفراد عند استخدام نظام آلي في اتخاذ قرارات بشأنهم، إضافة إلى توضيح كيفية عمله، وتمكين التدخل البشري في حال حدوث خطأ ما، وينطبق هذا الإطار على جميع الأنظمة الآلية التي تؤثر في ممارسة الأفراد أو المجتمعات لضمان: الحقوق المدنية كحرية التعبير والتصويت وعدم انتهاك الخصوصية في القطاعين العام والخاص، وتكافؤ الفرص للوصول العادل إلى التعليم والتوظيف والإسكان وغيرها، والوصول إلى الموارد أو الخدمات الحيوية كالرعاية الصحية والخدمات المالية والاجتماعية. بالإضافة إلى ذلك، يرافق هذا الإطار دليل توجيهي باسم "من المبادئ إلى الممارسة" (From Principles to Practice) يوضح الإجراءات اللازمة لتحقيق المبادئ الخمسة في السياسات والممارسات، ويشمل خطوات تفصيلية قابلة للتطبيق عند تصميم أنظمة الذكاء الاصطناعي وبنائها ونشرها.

إطار عمل إدارة مخاطر الذكاء الاصطناعي

اضغط هنا

أصدر المعهد الوطني للمعايير والتقنية (NIST) التابع لوزارة التجارة الأمريكية في يناير 2023م إطار عمل إدارة مخاطر الذكاء الاصطناعي (AI Risk Management Framework - AI RMF) للمنظمات التي تقوم بتصميم أو نشر أنظمة الذكاء الاصطناعي، بهدف تعزيز تطوير الذكاء الاصطناعي "الجدير بالثقة والمسؤول". كما أطلق المعهد مجموعة عمل عامة حول الذكاء الاصطناعي التوليدي في يوليو 2023م للتأكد من نجاح إطار عمل إدارة مخاطر الذكاء الاصطناعي وتطوير إرشادات بشأن المخاطر المحددة للذكاء الاصطناعي التوليدي.

اضغط هنا

قانون المساءلة الخوارزمية

قدم مجموعة من أعضاء مجلس الشيوخ الأمريكي مقترحاً لـ"قانون المساءلة الخوارزمية" (Algorithmic Accountability Act) في سبتمبر 2023م بهدف تنظيم استخدام الذكاء الاصطناعي في اتخاذ بعض القرارات عالية التأثير في حياة المستهلك سواءً قانونياً أو مادياً مثل الإسكان والتوظيف والتعليم، ويتطلب القانون من الشركات التقييم المستمر لتأثيرات أنظمة الذكاء الاصطناعي التي تستخدمها أو تبيعها، وأن تكون شفافة حول كيفية استخدامها لهذه الأنظمة، ويشمل القانون أنواع الذكاء الاصطناعي المختلفة كأنظمة الأتمتة البسيطة القائمة على القواعد وحتى أنظمة الذكاء الاصطناعي التوليدي، كما يتطلب القانون من لجنة التجارة الفيدرالية (FTC) إنشاء لوائح لتزويد الشركات بتعليمات وإجراءات منظمة للتقييم المستمر وإعداد التقارير.

اضغط هنا

الأمر التنفيذي بشأن الذكاء الاصطناعي

أصدر البيت الأبيض في أكتوبر 2023م أمراً تنفيذياً بشأن الذكاء الاصطناعي (AI Executive Order) يتضمن معايير جديدة لسلامة الذكاء الاصطناعي وأمنه، والخصوصية وحماية المستهلك، واعتبارات المساواة والحقوق المدنية، وتنمية القوى العاملة، ومحركات الابتكار والمنافسة، والاستخدام الحكومي المسؤول للذكاء الاصطناعي.

الصين

اضغط هنا

مستند بنود التوصية الخوارزمية

أصدرت إدارة الفضاء الإلكتروني الصينية مستند بنود التوصية الخوارزمية لخدمات المعلومات عبر الإنترنت (Administrative Provisions on Algorithm Recommendation for Internet Information Services - Algorithm Provisions) الذي حصل على الاعتماد في الاجتماع التنفيذي العشرين لعام 2021م ودخل حيز التنفيذ في مارس 2022م، ويتضمن مجموعة من اللوائح التي تهدف إلى تنظيم استخدام خوارزميات التوصيات مثل: تقنيات التوليد، والفرز والاختيار والتصفية والإشعارات المخصصة (Personalized Push) المستخدمة في تقديم الخدمات عبر الإنترنت لتوجيه المستخدمين وتحسين تجربتهم، وتهدف إلى ضمان استخدام آمن وشفاف للتقنيات الخوارزمية في الصين، مع حماية حقوق المستخدمين والحفاظ على الاستقرار الاجتماعي، إضافة إلى منع الشركات من استخدام الخوارزميات بشكل غير عادل للتلاعب بالمستخدمين أو نشر محتوى ضار.

اضغط هنا

مستند بنود التوليف العميق

أطلقت إدارة الفضاء الإلكتروني الصينية مستند بنود التوليف العميق لخدمات المعلومات عبر الإنترنت (Administrative Provisions on Deep Synthesis of Internet Information Services - Deep Synthesis Provisions) الذي اعتمد في الاجتماع التنفيذي العشرين لعام 2022م ودخل حيز التنفيذ في يناير 2023م. ويهدف إلى تنظيم خدمات معلومات الإنترنت في الصين باستخدام تقنيات التوليد العميق، مثل: التعلم العميق والواقع الافتراضي لإنشاء النصوص والصور والأصوات ومقاطع الفيديو والمشاهد الافتراضية، ويتضمن مجموعة من المسؤوليات لمقدمي خدمات التعلم العميق والداعمين الفنيين فيما يتعلق بأمن البيانات وحماية المعلومات الشخصية، والشفافية وإدارة المحتوى وغيرها.

اضغط هنا

ترتيبات إدارية مؤقتة لخدمات الذكاء الاصطناعي التوليدي

أصدرت إدارة الفضاء الإلكتروني الصينية (Cyberspace Administration of China) في يوليو 2023م النسخة النهائية من الترتيبات الإدارية المؤقتة لخدمات الذكاء الاصطناعي التوليدي (Interim Administrative Measures for Generative Artificial Intelligence Service) التي تحتوي مجموعة من اللوائح لتنظيم استخدام تقنية الذكاء الاصطناعي التوليدي لمقدمي خدمات هذه التقنية داخل الأراضي الصينية وشاملة لمستندات بنود التوصية الخوارزمية وبنود التوليف العميق. وتهدف هذه اللوائح إلى وضع إطار عمل مسؤول وشفاف لاستخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي، مع التركيز على حماية البيانات الشخصية ومعلومات المستخدمين الخاصة، وفي نفس الوقت تشجيع الابتكار في مجالات الذكاء الاصطناعي. كما تلزم مقدمي الخدمات بمراقبة المحتوى المولد والتحكم به مع ضرورة إزالة أي محتوى غير قانوني، واتخاذ إجراءات ضد المستخدمين المشاركين في أنشطة غير قانونية والإبلاغ عنهم، بالإضافة إلى ذلك، تلزم مقدمي الخدمات بالإفصاح عن المحتويات المنشأة بواسطة الذكاء الاصطناعي التوليدي، واستخدام مصادر بيانات المتاحة لتدريب النماذج مع المحافظة على حقوق الملكية الفكرية والتأكد من الحصول على الموافقات لمعالجة البيانات الشخصية، كما نصت اللوائح على حماية البيانات الشخصية ومنع جمع أو مشاركة المعلومات التعريفية بالأفراد بصورة غير قانونية.

المملكة المتحدة

اضغط هنا

لائحة الذكاء الاصطناعي: نهج مؤيد للابتكار

أصدرت حكومة المملكة المتحدة في مارس 2023م ورقة تحت عنوان "لائحة الذكاء الاصطناعي: نهج مؤيد للابتكار" (AI Regulation: A Pro-innovation Approach) تصف نهجاً لتنظيم الذكاء الاصطناعي بطريقة تعزز الابتكار، وتشير الورقة إلى أهمية دعم الحكومة للجهات المنظمة للذكاء الاصطناعي وتجنب التشريعات الصارمة التي قد تعيق الابتكار. كما اقترحت الورقة إطاراً لتنظيم تطوير واستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي. وقد شمل الإطار خمسة مبادئ رئيسية، وهي: السلامة والأمن والمتانة، والشفافية وقابلية التفسير، والعدالة، والمسؤولية والحوكمة، والقدرة على المنافسة والإنصاف، وتجدر الإشارة إلى أنها وضعت هذه المبادئ بناءً على المبادئ الأخلاقية التي تبنتها منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD). وعليه؛ فإن الحكومة تخطط على إنشاء وظائف لدعم الهيئات التنظيمية في أدوارها الرقابية في مجال الذكاء الاصطناعي والتحقق من مناسبة الإطار المقترح ودعمه للابتكار، إضافة إلى دعم الهيئات التنظيمية في تطبيق المبادئ على مختلف القطاعات.

كندا

اضغط هنا

قواعد متعلقة بالذكاء الاصطناعي التوليدي

أصدرت الحكومة الفيدرالية الكندية في سبتمبر 2023م مجموعة من القواعد المتعلقة بالذكاء الاصطناعي التوليدي[76] (Code of Practice) تحدد عدداً من المقاييس التي ينبغي للمؤسسات تطبيقها عند تطوير أنظمة الذكاء الاصطناعي بما في ذلك الأنظمة التوليدية التي تُستخدم للأغراض العامة أو على نطاق واسع، وتتوافق هذه المقاييس مع ستة مبادئ أساسية هي: المساءلة، والسلامة، والعدالة والإنصاف، والشفافية، والمراقبة والإشراف البشري، والصلاحية والمتانة. وتشجع الحكومة المؤسسات على تطبيق هذه المقاييس قبل اعتماد التنظيم الإلزامي في "قانون الذكاء الاصطناعي والبيانات" (Artificial Intelligence and Data Act - AIDA) الذي يُعد جزءاً من مشروع "قانون سي 27" (Bill C-27) الذي نُشر في يونيو 2022م ولا يزال قيد الاعتماد، ويتضمن مجموعة من الالتزامات المتعلقة بتصميم أنظمة الذكاء الاصطناعي وتطويرها ونشرها في القطاع الخاص، فضلاً عن العقوبات المفروضة في حال عدم الامتثال، ويركز القانون على تقييم درجة تأثير نظام الذكاء الاصطناعي وتحديد إذا كان "عالي التأثير"، وتوضيح أضراره المحتملة التي تشمل: الأضرار الجسدية أو النفسية، أو الأضرار المتعلقة بالممتلكات، أو الخسائر الاقتصادية، ووضع التدابير اللازمة لتخفيف هذه الأضرار.

سنغافورة

اضغط هنا

إطار حوكمة الذكاء الاصطناعي النموذجي للذكاء الاصطناعي التوليدي

أصدرت سنغافورة في يناير 2024م إطار حوكمة الذكاء الاصطناعي النموذجي للذكاء الاصطناعي التوليدي (Model AI Governance Framework for Gen-erative AI - MGF for GenAI) الذي يقدم نهجاً منظماً لضمان الاستخدام المسؤول والموثوق لتقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي. ويشمل الإطار تسعة أبعاد أساسية لخلق بيئة آمنة ومبتكرة للمستخدمين تمكنهم من استخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي بثقة وأمان، وتقليل المخاطر، مثل: التحيز والإساءة والمخاوف الأخلاقية مع السماح بمساحة للابتكار والتطوير، وتشمل الأبعاد ما يلي: المساءلة، وجودة البيانات، والتطوير والنشر الموثوق، والإبلاغ عن الحوادث، والاختبار والضمان، والأمان، ومصدر المحتوى، والبحث في السلامة والمحاذاة، والذكاء الاصطناعي من أجل الصالح العام. كما يركز الإطار على التعاون الدولي ويقدم إرشادات عملية لضمان تمكين نهج متوازن لحوكمة الذكاء الاصطناعي.

08

مستقبل الذكاء الاصطناعي التوليدي

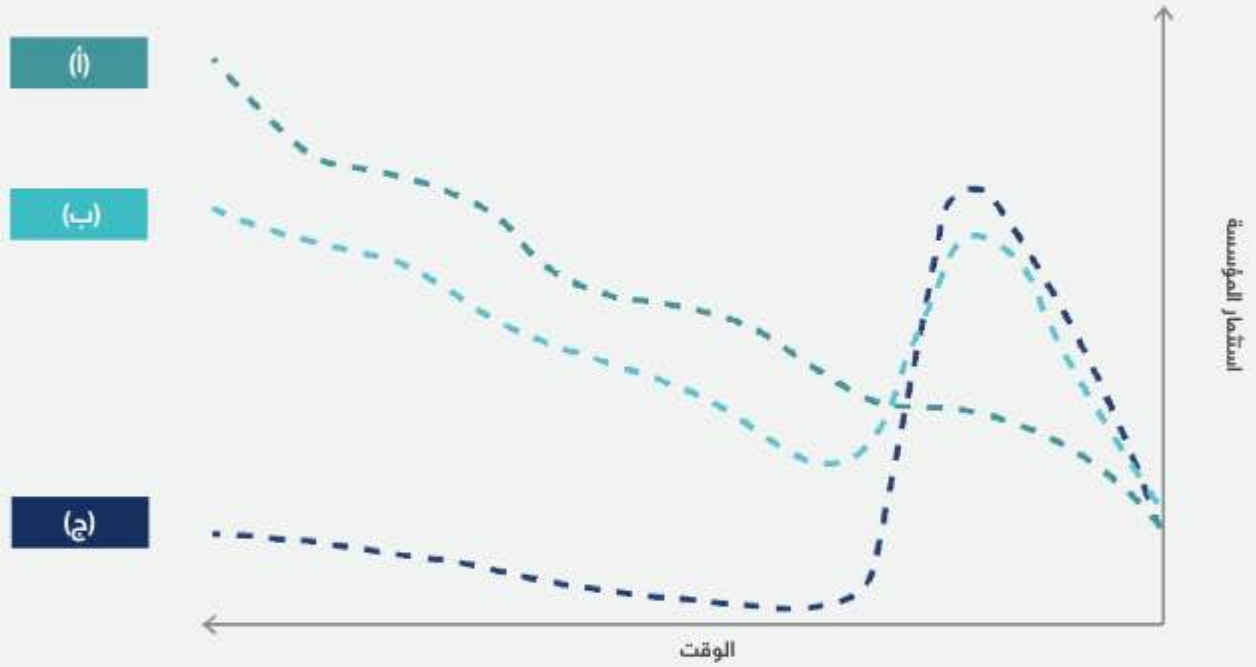
- سوق الذكاء الاصطناعي التوليدي في المستقبل
- توقعات وأرقام

من المتوقع أن يحدث الذكاء الاصطناعي التوليدي تحولاً كبيراً على مستوى الأعمال والاقتصاد المحلي والعالمي لكن هذه التحولات تعتمد بشكل كبير على مستوى التبني لهذه التقنيات من قبل المؤسسات والحكومات، وعليه؛ يركز هذا القسم على توضيح السيناريوهات المتوقعة للذكاء الاصطناعي التوليدي في المستقبل، مع الإشارة إلى أبرز التوقعات والتنبؤات حول هذه التقنية.

سوق الذكاء الاصطناعي التوليدي في المستقبل

حسب ما نشرته شركة آي دي سي حول الذكاء الاصطناعي التوليدي في أوروبا والشرق الأوسط وإفريقيا، هناك عدة سيناريوهات محتملة لسوق الذكاء الاصطناعي التوليدي خاصة عند الأخذ بعين الاعتبار المخاطر والتحديات والضغوطات السياسية والتنظيمية المتغيرة، الشكل (24) يوضح السيناريوهات الثلاثة[77].

الشكل (24): السيناريوهات المستقبلية لنمو سوق الذكاء الاصطناعي التوليدي



أ. نمو مستقر ومتوازن

نمو مستقر للذكاء الاصطناعي التوليدي مدفوعاً بتنفيذ تطبيقات متنوعة سواءً من العامة وحتى المتخصصة، ويتزامن معه وضع اللوائح التنظيمية، والتركيز على نتائج إيجابية ملموسة.

ب. نمو متقلب

نمو سريع للذكاء الاصطناعي التوليدي نتيجة انتشار تطبيقاته، لكن يتباطأ بسبب المخاوف من مخاطره وتحدياته، ثم عودة النمو تدريجياً بفضل التركيز على تطبيقات محددة ومراقبة استخداماته في الصناعات.

ج. نمو غير مستدام

نمو سريع للذكاء الاصطناعي التوليدي في البداية بسبب التجارب غير المنظمة، ، لكنه يتراجع بسبب النتائج السلبية أو ضعف التنفيذ، مما يقلل الاهتمام والتطوير ويؤدي إلى تراجع حاد في نمو السوق.

المصدر: آي دي سي

توقعات وأرقام

واكب انتشار تقنيات الذكاء الاصطناعي بشكل واسع عدداً من التوقعات المستقبلية بعضها يتعلق بتأثيرات هذه التقنية والآخر يتعلق بالتبني والاستخدام في القطاعات المختلفة، ويمكن تلخيصها كالآتي:

التبني والاستخدام في القطاعات

عامة

%90

نسبة المؤسسات حول العالم التي ستتبنى الذكاء الاصطناعي التوليدي كشريك للقوى العاملة فيها بحلول عام 2025م[78].

%80

من المؤسسات ستستخدم واجهات برمجة التطبيقات (API) للذكاء الاصطناعي التوليدي أو ستنشر تطبيقات معززة بالذكاء الاصطناعي التوليدي بحلول عام 2026م[81].

%75

من المؤسسات ستستخدم الذكاء الاصطناعي التوليدي لإنشاء بيانات اصطناعية عن العملاء بحلول عام 2026م، إذ كانت النسبة بأقل من (5%) في عام 2023م[80].

%50

من نماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي التي ستستخدمها المؤسسات ستكون مخصصة لمجال أو مهمة محددة بحلول عام 2027م، مقارنة بـ(1%) في عام 2023م[80].

%30

نسبة المؤسسات التي ستنفذ استراتيجية تطوير واختبار معززة بالذكاء الاصطناعي التوليدي بحلول عام 2025م، مقارنة بـ(5%) في عام 2021م[79].

+100 مليون

إنسان سيستخدم الروبوتات كزملاء للمساعدة في أعمالهم بحلول عام 2026م[79].

التقنية

%50

من الأصول والأدوات البرمجية في الأسواق التقنية سيتم اختيارها وتنسيقها في المؤسسات عبر الذكاء الاصطناعي التوليدي بحلول عام 2027م[80].

%40

من أنشطة تشغيل الأعمال الرقمية باستخدام أدوات إدارة معززة بالذكاء الاصطناعي التوليدي بحلول عام 2027م[80].

%15

من التطبيقات الجديدة ستُنشأ تلقائياً دون تدخل بشري بواسطة الذكاء الاصطناعي التوليدي بحلول عام 2027م[79].

صناعة الأدوية

%30

من الأدوية والمواد الجديدة ستُكتشف بشكل منهجي باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي بحلول عام 2025م، مقارنة بـ(0%) في عام 2023م[79].

التسويق

%30

من الرسائل التسويقية الصادرة عن المؤسسات الكبيرة ستخصص حسب الفئات المستهدفة باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي التوليدي بحلول عام 2025م[82].

التجارة الإلكترونية

%20

من الصور ومقاطع الفيديو المستخدمة في التجارة الإلكترونية ستُنشأ باستخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي من خلال ادخال الأوامر النصية بحلول عام 2025م[83].

التأثير الاقتصادي والأمني

الاقتصاد

%80

من مهارات القوى العاملة في القطاع التقني ستحتاج إلى تطوير بحلول عام 2027م، نتيجةً للذكاء الاصطناعي التوليدي الذي سيستحدث وظائف جديدة في مجالي هندسة البرمجيات وتشغيلها [85].

%60

من جهود تصميم مواقع الويب وتطبيقات الأجهزة المحمولة الجديدة ستكون مؤتمتة بالذكاء الاصطناعي التوليدي بحلول عام 2026م[79].

%60

من خدمات تقنية المعلومات سيتم تشغيلها عبر مجموعة من التقنيات المتكاملة تشمل: الذكاء الاصطناعي التوليدي، والأتمتة المتقدمة، والواقع الافتراضي، مما سيغير شهد شراء الخدمات بحلول عام 2028م[80].

%50

نسبة تقليل الجهود اليدوية بحلول عام 2026م، إذ سيستخدم (40%) من بيئات السحابة المتعددة الذكاء الاصطناعي التوليدي لتبسيط الأمن وإدارة صلاحيات الوصول[84].

%10

من المهام التشغيلية في قطاع التجارة الإلكترونية سيديرها الذكاء الاصطناعي التوليدي بصفته مساعداً افتراضياً بحلول عام 2025م، مما سيؤدي إلى تحسين الكفاءة وتسريع العمليات[83].

الأمن

%30

مـن الشـركات سـتقلل من ثقتها في حلـول التحقق من الهويـة المعتمدة على التعرف على الوجه بسـبب الهجمات السـيبرانية التي تسـتخدم تقنية "التزييف العميـق" المولدة بالذكاء الاصطناعـي التوليدي بحلول عام 2026م[80].

AI

09

جهود سدايا في الذكاء الاصطناعي التوليدي

- جهود ابتكارية
- جهود تنظيمية
- جهود بناء القدرات
- جهود معرفية

75%
Message Prompt

نظراً إلى ما أحدثته تقنية الذكاء الاصطناعي التوليدي من ثورة في المجال التقني و إلى ما أحدثته من تحول جذري في عدد من الصناعات التنموية، عملت الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي (سدايا) جاهدة على مواكبة الركب في المجال وتعزيز الجهود لتشجيع تبني الذكاء الاصطناعي التوليدي. يركز هذا القسم على استعراض جهود سدايا في مجال الذكاء الاصطناعي التوليدي في ثلاثة مسارات رئيسية، وهي الجهود الابتكارية، والتنظيمية، والمعرفية.

جهود ابتكارية

مجموعة الجهود ذات العلاقة بتطوير أدوات الذكاء الاصطناعي التوليدي أو توفير الممكنات لدعم البحث والتطوير والابتكار في المجال.

علّام

علّام (ALLaM) هو تطبيق ذكاء اصطناعي توليدي يهدف إلى التركيز على تعزيز الإمكانيات التوليدي باللغة العربية طور محلياً في المملكة العربية السعودية، وقد أُطلقت النسخة التجريبية منه في مايو من عام 2023م، ويتضمن التطبيق مجموعة من النماذج اللغوية الكبيرة ويستخدم في تدريبه مجموعات بيانات محلية تلبي الاحتياجات الوطنية في الذكاء الاصطناعي التوليدي.

مركز تميز للذكاء الاصطناعي التوليدي

مركز تميز أنشئ لتوظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي وبناء تطبيقات تخدم كافة قطاعات وشرائح المجتمع في المملكة العربية السعودية، والابتكار في مجال أبحاث الذكاء الاصطناعي التوليدي وتتضمن النماذج التوليدية اللغوية. وسعياً إلى تحقيق هذه الأهداف فقد أنشأ المركز أكاديمية تابعة له أطلق عليها أكاديمية الذكاء الاصطناعي التوليدي (GenAI Academy) بالتعاون مع شركة إنفيديا (Nvidia).

مسرعة الذكاء الاصطناعي التوليدي

أُطلقت مسرعة الذكاء الاصطناعي التوليدي "غاية" (GAIA) بالتعاون مع البرنامج الوطني لتنمية تقنية المعلومات بهدف دعم رحلة رواد الأعمال وتزويد الشركات الناشئة التقنية بأدوات وتقنيات الذكاء الاصطناعي لتطوير النماذج والحلول الأولية وتحويلها إلى منتجات جاهزة، والتوسع في نمو الشركات الناشئة في السوق. وقد شارك فيها (50) و(114) رائد أعمال من (20) دولة حول العالم ووصل عدد الشركات المتخرجة (15) شركة. وقد صاحب المسرعة إقامة أربعة هاكاثونات في المجال، طُور من خلالها (185) نموذجاً أولياً من قبل أكثر من (7) آلاف مشارك ومطور ذكاء اصطناعي.

جهود تنظيمية

مجموعة الجهود ذات العلاقة بالسياسات والتنظيمات والتوجيهات فيما يخص البيانات والاستخدام المسؤول والأخلاقي والآمن لأدوات الذكاء الاصطناعي التوليدي.

مبادئ الذكاء الاصطناعي التوليدي للعموم

وثيقة توجيهية لاستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي التوليدي موجهة للعموم من القطاع الخاص والقطاع غير الربحي والأفراد كمطوري ومستخدمي الذكاء الاصطناعي التوليدي في المملكة العربية السعودية، وذلك بهدف تخفيف الأخطار المرتبطة به من خلال تطبيق مبادئ الذكاء الاصطناعي وتبني التدابير الوقائية لتفادي الوقوع في: حالات تسرب البيانات، والتضليل، والتزييف العميق، والتحيز، أو مخالفة أنظمة الملكية الفكرية، وحقوق النشر، وضمت الوثيقة سبعة مبادئ، هي: النزاهة والإنصاف، والموثوقية والسلامة، والشفافية والقابلية للتفسير، والمساءلة والمسؤولية، والخصوصية والأمن، والإنسانية، والمنافع الاجتماعية والبيئية.

مبادئ الذكاء الاصطناعي التوليدي للجهات الحكومية

وثيقة توجيهية لاستخدام البيانات ومعالجتها في أدوات الذكاء الاصطناعي التوليدي مع أمثلة تستند إلى سيناريوهات شائعة قد تتطرق إليها الجهات، وتسلط الضوء على التحديات والاعتبارات المرتبطة باستخدام هذه التقنيات، وذلك بهدف تشجيع تطوير التقنية بما يعزز الاستخدام المسؤول والفاعل لهذه التقنيات في المملكة. وتضمنت الوثيقة سبعة مبادئ لاستخدام البيانات الحكومية في أدوات الذكاء الاصطناعي التوليدي، منها: النزاهة والإنصاف، والموثوقية والسلامة، والخصوصية والأمن. كما توجه الوثيقة الجهات الحكومية إلى توخي استخدام هذه التقنيات في عمليات اتخاذ القرارات الحاسمة، والالتزام الصارم بالقضاء على التحيزات لضمان موثوقية النتائج والحماية من أي عواقب سلبية.

نظام حماية البيانات الشخصية

نظام يبين أسس حماية البيانات الشخصية وحقوق أصحاب البيانات والتزامات جهات التحكم بهدف حماية خصوصية الأفراد. ويتضمن لوائح تنفيذية لازمة تنظم عملية جمع البيانات الشخصية ومعالجتها والإفصاح عنها والاحتفاظ بها وحتى إتلافها. ويُقدِّم هذا النظام إطاراً مفصَّلاً يشمل ضوابط معالجة البيانات، وحقوق أصحاب البيانات، والتزامات جهات التحكم عند معالجة البيانات الشخصية، والعقوبات في حالات عدم الامتثال.

جهود بناء القدرات

جهود سدايا المعنية برفع المهارات وتحسين القدرات البشرية في تخصصات البيانات والذكاء الاصطناعي التوليدي كالأكاديميات المتخصصة والمعسكرات والبرامج التدريبية.

أكاديمية الذكاء الاصطناعي التوليدي

أكاديمية تم إنشاؤها بالتعاون مع شركة إنفيديا العالمية تهدف إلى بناء القدرات الوطنية في مجال الذكاء الاصطناعي التوليدي، وتأهيل المتدربين للحصول على الشهادات الاحترافية، وتحقيق المنافسة العالمية عبر نقل وتوطين المعرفة للارتقاء بالمملكة إلى مصاف الدول الرائدة ضمن الاقتصادات القائمة على البيانات والذكاء الاصطناعي.

برنامج إنفيديا لتدريب المدربين المعتمدين

برنامج تدريبي بالتعاون بين أكاديمية سدايا وشركة إنفيديا يهدف إلى تأهيل مدربين معتمدين من قبل الشركة ويستهدف البرنامج تأهيل (4) آلاف سعودي في مجال الذكاء الاصطناعي التوليدي.

معسكر النماذج اللغوية الكبيرة

معسكرات افتراضية وورش عمل تفاعلية تهدف إلى التدريب المكثف وتطوير الكفاءات الوطنية في مجال النماذج اللغوية الكبيرة، وموضوعات أخرى متقدمة لفهم الشبكات العصبية وتطبيقها، والتعامل مع أنواع البيانات المتقدمة، مما يمكنهم من تطبيق المفاهيم النظرية على مشاريع عملية وحل مشاكل المجالات مختلفة، ويستهدف هذا المعسكر حملة البكالوريوس في التخصصات التقنية، وأصحاب الخبرة والمهتمين في المجال.

برنامج المسارات المتقدمة في الذكاء الاصطناعي

برنامج المسارات المتقدمة في الذكاء الاصطناعي هو مجموعة من الدورات المتخصصة يهدف إلى تزويد المشاركين بالمعرفة والمهارات الضرورية في مجالات تحليل البيانات وتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي المتطورة. ويقدم هذا البرنامج تدريباً شاملاً حول أحدث التقنيات، تشمل: تعلم الآلة، والذكاء الاصطناعي التوليدي، والرؤية الحاسوبية، ومعالجة اللغات الطبيعية، مما يؤهل المشاركين للدخول في سوق العمل في مجالات الذكاء الاصطناعي وعلوم البيانات بثقة وكفاءة.

البرنامج التدريبي الاحترافي في النماذج اللغوية الكبيرة

برنامج يهدف إلى بناء وتطوير قدرات وكفاءات المهتمين والمختصين في مجالات النماذج اللغوية الكبيرة بالمعارف والمهارات المتقدمة لبناء النماذج اللغوية الكبيرة واستخدامها في حل المشكلات المعقدة، فضلاً عن تأهيل الكفاءات للحصول على شهادة مهنية معتمدة.

جهود معرفية

مجموعة الجهود التي تهدف إلى رفع الوعي لدى الأفراد والعموم وحتى المدربين التنفيذيين في مجال الذكاء الاصطناعي التوليدي وتشمل: التقارير والدراسات والأدلة الإرشادية.

معادلة النمو الجديدة: فرصة الذكاء الاصطناعي التوليدي في المملكة العربية السعودية

تقرير أعد بالتعاون مع شركة أكسنتشر (Accenture) يهدف إلى توضيح كيف يمكن للذكاء الاصطناعي التوليدي تعزيز اقتصاد المملكة العربية السعودية وإحداث ثورة في القوى العاملة كما يحدد الاستراتيجيات الرئيسية لبناء نظام مسؤول للذكاء الاصطناعي يعزز الابتكار والنمو.

واحة الابتكار: مشهد الذكاء الاصطناعي التوليدي في المملكة العربية السعودية

تقرير أعد بالتعاون مع شركة أوليفر وايمن (OliverWyman) يهدف إلى استعراض مشهد الذكاء الاصطناعي التوليدي في المملكة العربية السعودية وتسليط الضوء على تأثيره الاقتصادي، وتحليل المخاطر المرتبطة به والفرص المتاحة لجعل المملكة رائدة في مجال الذكاء الاصطناعي.

+100 أداة ذكاء اصطناعي لزيادة إنتاجية الأعمال

تقرير يهدف إلى استعراض أكثر من (100) أداة ذكاء اصطناعي تتضمن أدوات توليدية تساعد على زيادة إنتاجية الموظفين، وصنفت هذه الأدوات حسب (12) مجالاً، وهم: التسويق والتصميم والبرمجة والأمن السيبراني والتعليم والبحث العلمي والطب والقانون والهندسة المعمارية وإدارة المشاريع والموارد البشرية والمحاسبة، وتم اختيار هذه الأدوات من أفضل الشركات الرائدة والناشئة.

الذكاء الاصطناعي التوليدي

دليل يهدف إلى تقديم نبذة تعريفية عن الذكاء الاصطناعي التوليدي ومكوناته الرئيسية وأنواعه المختلفة، فضلاً عن استعراض حالات استخدامه، وعرض فوائده ومخاطره والطرق الممكنة لمعالجتها، بالإضافة إلى شرح طريقة تبني هذه التقنية، والإشارة إلى بعض التوقعات المستقبلية حوله.

النماذج اللغوية الكبيرة

دليل يهدف إلى تقديم لمحة مختصرة عن النماذج اللغوية الكبيرة وحالات استخدامها، واستعراض أبرز النماذج من شركات ومؤسسات أكاديمية، إضافةً إلى ذكر بعض التحديات والمخاطر التي قد تنشأ مع انتشار هذه النماذج بصورة عامة، والإشارة إلى أفضل الممارسات في تطوير تلك النماذج، والتطرق إلى بعض التوقعات المستقبلية.

الذكاء الاصطناعي التوليدي في الترفيه

دليل يهدف إلى تقديم نبذة تعريفية عن الذكاء الاصطناعي التوليدي في مجال الترفيه، وتطور استخدامه تاريخياً، واستعراض حالات استخدامه وأدواته المختلفة، بالإضافة إلى عرض آثاره المتوقعة والمخاطر المتعلقة به، مع الإشارة إلى التوقعات المستقبلية.

الذكاء الاصطناعي التوليدي في التعليم

دليل يهدف إلى تقديم لمحة مختصرة عن الذكاء الاصطناعي التوليدي في التعليم وأدواته، بالإضافة إلى تقديم إرشادات للطلاب والأساتذة والإدارة التعليمية للاستفادة من الإمكانيات الهائلة لهذه التقنية، كما يستعرض الدليل بعضاً من التجارب الدولية في تنظيم استخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي في مجال التعليم، كما يناقش الأخلاقيات والتحديات والمخاطر والتوجهات المستقبلية للذكاء الاصطناعي التوليدي في التعليم.

النماذج اللغوية الصغيرة والمتخصصة

دليل يهدف إلى تقديم نظرة عامة عن النماذج اللغوية الصغيرة والمتخصصة، والتعريف بخصائصها ومميزاتها وتطبيقاتها المختلفة. كما يستعرض الدليل أمثلة النماذج المتاحة. ويختتم الدليل بتحديات ومخاطر هذه النماذج مع توقعات مستقبلية ومساهمات سدايا في هذا المجال.

خلاصة

يُعد الذكاء الاصطناعي التوليدي أحد أهم التقنيات التي جذبت اهتماماً عالياً على الصعيد العالمي والمحلي، إذ شهدت هذه التقنية تطورات سريعة وتطبيقات واسعة النطاق شملت شتى القطاعات، كما عززت إجراء البحوث ورفعت الاستثمارات في هذا المجال بصورة كبيرة. بالإضافة إلى ذلك، أثارت هذه التقنية جدلاً واسعاً في القضايا الأخلاقية والقانونية وغيرها نظراً إلى ما يصاحبها من مجموعة من التحديات والمخاطر على المستويات المختلفة.

ومن هذا المنطلق، تناولت هذه الدراسة بشكل شامل مختلف الجوانب المتعلقة بالذكاء الاصطناعي التوليدي، بدءاً من التعريف بهذه التقنية وخصائصها المتميزة، ووصولاً إلى دراسة حالة الاستثمار بها، واستعراض حالات استخدامها في القطاعات التنموية كالصحة والتعليم والبنوك والخدمات المالية. كما سلطت هذه الدراسة الضوء على الآثار والفرص الاقتصادية الممكنة نتيجةً للذكاء الاصطناعي التوليدي، جنباً إلى جنب مع التحديات والمخاطر المحتملة سياسياً واجتماعياً واقتصادياً وبيئياً عند تبنيهذه التقنية.

وخلصت الدراسة إلى **أهمية تعزيز تكامل منظومة الذكاء الاصطناعي التوليدي التي تشمل خمسة ممكنات أساسية، وهي: البنى التحتية والبيانات، والبحوث والابتكارات، والتمويل والاستثمار، والمهارات والقدرات البشرية، واللوائح والجهود التنظيمية؛** وذلك بهدف إطلاق القوة الكامنة لهذه التقنية وضمان الاستفادة منها على مستوى الأفراد والمؤسسات الحكومية والخاصة.

مراجع

1. Bloomberg. Generative AI to Become a $1.3 Trillion Market by 2032, Research Finds | Press | Bloomberg LP. https://www.bloomberg.com/company/press/generative-ai-to-become-a-1-3-trillion-market-by-2032-research-finds/ (2023).

2. Gartner. Definition of Generative AI - Gartner Information Technology Glossary. Gartner https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/generative-ai (2024).

3. Goldman Sach. The Potentially Large Effects of Artificial Intelligence on Economic Growth (Briggs/Kodnani). https://www.gspublishing.com/content/research/en/reports/2023/03/27/d64e052b-0f6e-45d7-967b-d7be35fabd16.html (2023).

4. World Bank. Generative Artificial Intelligence. (2023) doi:10.1596/39959.

5. McKinsey. Quick guide to AI 2.0. http://ceros.mckinsey.com/quick-guide-to-ai-12 (2020).

6. Analysis and Research Team. ChatGPT in the Public Sector – Overhyped or Overlooked? https://www.consilium.europa.eu/media/63818/art-paper-chatgpt-in-the-public-sector-overhyped-or-overlooked-24-april-2023_ext.pdf (2023).

7. Anyoha, R. The History of Artificial Intelligence. Science in the News https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence/ (2017).

8. McKinsey. What Every CEO Should Know about Generative AI. https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business functions/mckinsey digital/our insights/what every ceo should know about generative ai/what-every-ceo-should-know-about-generative-ai.pdf?shouldIndex=false (2023).

9. Goldman Sachs. Generative AI: Hype, or Truly Transformative? https://www.goldmansachs.com/intelligence/pages/top-of-mind/generative-ai-hype-or-truly-transformative/report.pdf (2023).

10. 10. Epoch AI. Data on Machine Learning Hardware. Epoch AI https://epochai.org/data/machine-learning-hardware (2024).

11. Karpathy, A. et al. Generative models. https://openai.com/index/generative-models/ (2016).

12. INDIA.ai. Impact, Opportunity and Challenges of Generative AI. https://indiaai.s3.ap-south-1.amazonaws.com/docs/generative-ai-report.pdf (2023).

13. Bommasani, R. et al. On the Opportunities and Risks of Foundation Models. https://crfm.stanford.edu/assets/report.pdf (2023).

14. AWS. What are Foundation Models? - Foundation Models in Generative AI Explained. Amazon Web Services, Inc. https://aws.amazon.com/what-is/foundation-models/ (2024).

15. Amazon. Getting Started with Generative AI and Foundation Models. https://d1.awsstatic.com/products/generative-ai/getting-started-with-generative-ai-and-foundation-models.pdf (2023).

16. GOV.UK. AI Foundation Models: Initial Report. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1185508/Full_report_.pdf (2023).

17. Google. Generative AI - FQAs. https://ai.google/static/documents/google-about-generative-ai.pdf (2023).

18. Busch, K. E. Generative Artificial Intelligence and Data Privacy: A Primer. https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R47569 (2023).

19. Microsoft. Supervised finetuning (SFT). GitHub https://github.com/microsoft/DeepSpeedExamples/blob/master/applications/DeepSpeed-Chat/training/step1_supervised_finetuning/README.md (2023).

20. NVIDIA. What is Generative AI? NVIDIA https://www.nvidia.com/en-us/glossary/generative-ai/ (2023).

21. Davenport, T. & Alavi, M. How to Train Generative AI Using Your Company's Data. Harvard Business Review (2023).

22. AWS. What is RAG? - Retrieval-Augmented Generation AI Explained. Amazon Web Services, Inc. https://aws.amazon.com/what-is/retrieval-augmented-generation/ (2024).

23. Martineau, K. What is prompt tuning? IBM Research (2021).

24. McKinsey. What Is Prompt Engineering? https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-prompt-engineering (2024).

25. Cao, Y. et al. A Comprehensive Survey of AI-Generated Content (AIGC): A History of Generative AI from GAN to ChatGPT. (2023).

26. Stanford University. Ecosystem Graphs for Foundation Models. https://crfm.stanford.edu/ecosystem-graphs/index.html?mode=table (2024).

27. 27. Epoch AI. Data on Large-Scale AI Models. Epoch AI https://epochai.org/data/large-scale-ai-models (2024).

28. IDC. Worldwide Spending on Artificial Intelligence Forecast to Reach $632 Billion in 2028, According to a New IDC Spending Guide. https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS52530724 (2024).

29. IDC. Worldwide Core IT Spending for GenAI Forecast, 2023–2027: GenAI Is Triggering Hyper-Expansion of AI Spending. https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US51539723 (2023).

30. Gartner. Innovation Guide for Generative AI Technologies. https://www.gartner.com/en/documents/4584399 (2023).

31. CB Insights Research. The generative AI market map. CB Insights Research https://www.cbinsights.com/research/generative-ai-startups-market-map/ (2024).

32. PitchBook. Q3 2024 Emerging Tech Future Report: Updating Our Generative AI Outlook. https://pitchbook.com/news/reports/q3-2024-emerging-tech-future-report-updating-our-generative-ai-outlook (2024).

33. CB Insights Research. GenAI M&A is heating up. Here are the 20+ startups that could be acquired next. CB Insights Research https://www.cbinsights.com/research/genai-ma-next-startups/ (2024).

34. CB Insights Research. The 3 Generative AI Markets Most Ripe for Exits. https://www.cbinsights.com/research/generative-ai-exit-potential/ (2024).

35. CB Insights Research. 2024 Generative AI Predictions. https://www.cbinsights.com/reports/CB-Insights_Generative-AI-Predictions-2024.pdf (2024).

36. OECD. Live data from OECD.AI. https://oecd.ai/en/data (2024).

37. McKinsey. The State of AI in Early 2024: Gen AI Adoption Spikes and Starts to Generate Value. https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai (2024).

38. Brier, P. et al. Harnessing the Value of Generative AI: 2nd Edition: Top Use Cases across Sectors. https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2024/05/Final-Web-Version-Report-Gen-AI-in-Organization-Refresh.pdf (2024).

39. McKinsey. State of Generative AI in GCC Countries. https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-gen-ai-in-the-middle-easts-gcc-countries-a-2024-report-card#/ (2024).

40. Gartner. Use-Case Prism: Generative AI for U.S. Healthcare Payers. (2023).

41. McKinsey. Generative AI in Healthcare: Emerging Use for Care. https://www.mckinsey.com/industries/healthcare/our-insights/tackling-healthcares-biggest-burdens-with-generative-ai (2023).

42. Gartner. Use-Case Prism: Generative AI for Education. (2023).

43. Gartner. Use-Case Prism: Generative AI for Retail. (2023).

44. McKinsey. Economic Potential of Generative AI. https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier (2023).

45. Gartner. Use-Case Prism: Generative AI for Transportation. (2023).

46. Gartner. Use-Case Prism: Generative AI for Manufacturing. (2023).

47. Gartner. Use-Case Prism: Generative AI for CSPs. (2023).

48. Deloitte. The Generative AI Dossier. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/th/Documents/deloitte-consulting/generative-AI-dossier.pdf (2023).

49. Gartner. Generative AI Use-Case Comparison for Public Safety. (2024).

50. Gartner. Use-Case Prism: Generative AI for Government Contact Centers. (2023).

51. Gartner. Use-Case Prism: Generative AI for Government Regulatory and Compliance. (2023).

52. Gartner. Use-Case Prism: Generative AI for Banking. (2023).

53. Di Battista, A. et al. Jobs of Tomorrow: Large Language Models and Jobs. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Jobs_of_Tomorrow_Generative_AI_2023.pdf (2023).

54. BCG. Generative AI: Implications for PE Investors Operational and Portfolio Overview. (2023).

55. LinkedIn. Future of Work Report: AI at Work. (2023).

56. Forrester. Forrester's 2023 Generative AI Jobs Impact Forecast, US. Forrester https://www.forrester.com/report/forresters-2023-generative-ai-jobs-impact-forecast-us/RES179790 (2023)

57. Buffer or Bottleneck? Employment Exposure to Generative AI and the Digital Divide in Latin America | International Labour Organization. https://www.ilo.org/sites/default/files/2024-07/WP121_web.pdf (2024).

58. Nielsen, J. ChatGPT Lifts Business Professionals' Productivity and Improves Work Quality. Nielsen Norman Group https://www.nngroup.com/articles/chatgpt-productivity/ (2023).

59. Goldman Sachs. Generative AI could raise global GDP by 7%. https://www.goldmansachs.com/insights/articles/generative-ai-could-raise-global-gdp-by-7-percent (2023).

60. Lohr, T. et al. 2023 KPMG Generative AI Survey. https://kpmg.com/us/en/articles/2023/generative-artificial-intelligence-2023.html (2023).

61. McKinsey. Unleash Developer Productivity with Generative AI. https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/unleashing-developer-productivity-with-generative-ai (2023).

62. IDC. The Impact of Generative AI on Developers and Development: Key Trends, Considerations, and Concepts. (2023).

63. McKinsey. Reinventing Tech Services with Generative AI. https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/tech-services-and-generative-ai-plotting-the-necessary-reinvention (2024).

64. Nah, F. F.-H., Zheng, R., Cai, J., Siau, K. & Chen, L. Generative AI and ChatGPT: Applications, challenges, and AI-human collaboration. J. Inf. Technol. Case Appl. Res. (2023).

65. Regan, J. State of California Benefits and Risks of Generative Artificial Intelligence Report. https://www.govops.ca.gov/wp-content/uploads/sites/11/2023/11/GenAI-EO-1-Report_FINAL.pdf (2023).

66. GOV.UK. Safety and security risks of generative artificial intelligence to 2025 (Annex B). (2023).

67. Kumar, A. & Davenport, T. How to Make Generative AI Greener. Harvard Business Review (2023).

68. Patterson, D. et al. Carbon Emissions and Large Neural Network Training. Preprint at https://doi.org/10.48550/arXiv.2104.10350 (2021).

69. IBM. What is mixture of experts? https://www.ibm.com/topics/mixture-of-experts (2024).

70. Brookings.edu. How soft law is used in AI governance. Brookings https://www.brookings.edu/articles/how-soft-law-is-used-in-ai-governance/ (2021).

71. BCG Global. AI at Work: What People Are Saying. https://web-assets.bcg.com/8c/26/b80dfaa64b1d-92bed7b64d2e19dd/ai-at-work-what-people-are-saying.pdf (2023).

72. KPMG. Where Will AI/GenAI Regulations Go? https://kpmg.com/us/en/articles/2023/where-will-ai-gen-ai-regulations-go.html (2023).

73. Australian Goverment. Rapid Response Information Report: Generative AI. https://www.chiefscientist.gov.au/GenerativeAI (2023).

74. Pillsbury Law. A Global Overview of Generative AI Regulations. Pillsbury Law https://www.pillsburylaw.com/en/news-and-insights/ai-regulations-us-eu-uk-china.html (2023).

75. Official Journal of the European Union. Artificial intelligence act. (2024).

76. Goverment of Canada. Voluntary Code of Conduct on the Responsible Development and Management of Advanced Generative AI Systems. https://ised-isde.canada.ca/site/ised/en/voluntary-code-conduct-responsible-development-and-management-advanced-generative-ai-systems (2024).

77. IDC. Generative AI in EMEA: Opportunities, Challenges, and Risks. https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=EUR151039623 (2023).

78. Heizenberg, J. Q&A: AI Is Creating New Roles and Skills in Data & Analytics. Gartner (2024).

79. Gartner. Generative AI: What Is It, Tools, Models, Applications and Use Cases. Gartner https://www.gartner.com/en/topics/generative-ai (2023).

80. Gartner. Over 100 Data, Analytics and AI Predictions Through 2030. Gartner https://www.gartner.com/en/documents/5519695 (2024).

81. Gartner. Gartner Says More Than 80% of Enterprises Will Have Used Generative AI APIs or Deployed Generative AI-Enabled Applications by 2026. (2023).

82. Gartner. Use Generative AI to Enhance Content and Customer Experience. (2022).

83. Gartner. 3 Ways Generative AI Augments Digital Commerce. https://www.gartner.com/en/documents/4870131 (2023).

84. IDC. IDC FutureScape: Worldwide Generative Artificial Intelligence 2025 Predictions. https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US52632924 (2024).

85. Gartner. Gartner Says Generative AI will Require 80% of Engineering Workforce to Upskill Through 2027. Gartner (2024).

مارس 2025
نـــوع الوثيقـة | دراسات وتقارير
تصنيف الوثيقـة | عـــام
رقـــم الوثيقـة | SDAIA-P111
رقـــم الإصدار | 1.0

SDAIA
الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي
Saudi Data & AI Authority

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