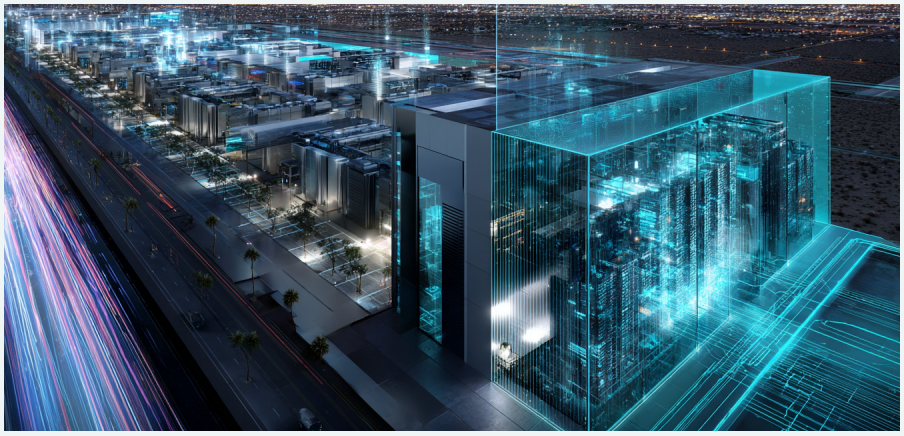
ARCAPITA

# الإمكانيات والضغوط:

## الحالة الراهنة للبنية التحتية الرقمية للذكاء الاصطناعي

يناير 2026

# مقدمة



لقد اقتضت التغييرات الثورية الناتجة عن التطورات التقنية المتسارعة، بدءًا من من السكك الحديدية ومرورًا بالشبكة العنكبوتية، توظيف استثمارات هائلة - غير أن المستثمرين كانوا في الغالب يشعرون أنهم يلقون بأنفسهم في المجهول. وعند دراسة الفرص والمخاطر التي تنطوي عليها هذه التطورات التقنية، ينبغي على المستثمرين أن يتذكروا دائمًا نصيحة بيل جيتس التي أوردها في كتابه الصادر في العام 1995 بعنوان "الطريق إلى الأمام"، حيث قال "إننا نغالي دائمًا في تقدير التغيير المتوقع حدوثه في السنتين التاليتين، بينما نستخف في تقدير التغييرات المتوقع حدوثها خلال السنوات العشر القادمة. لذا يجب أن لا تدع نفسك تركن إلى التراخي أو التقاعس عن اتخاذ الإجراءات المناسبة لمواجهتها".

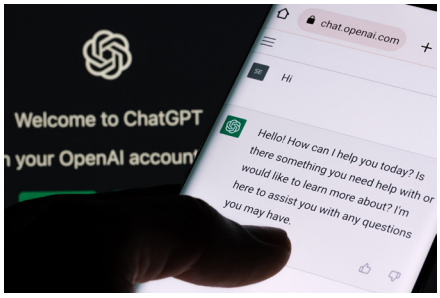
ومن المعروف أن مجال الذكاء الاصطناعي قد شهد تحقيق تقدم سريع، وهو ما أدى إلى نشوء إمكانيات لحدوث تغيير هام، وتزايدت معه الحاجة إلى توظيف استثمارات كبيرة. أضف إلى ذلك أن الوضع الراهن أوشك على الوصول إلى منعطف تلتقي فيه القوة الهائلة للطلب على الذكاء الاصطناعي مع التحدي الحقيقي جدًا الناتج عن محدودية حجم العرض، حيث إنه يتعذر بناء مراكز البيانات بسرعة كافية لتلبية احتياجات كبار مقدمي الخدمات السحابية وشركات التشغيل المتخصصة سريعة النمو المتعطشة للحصول على المزيد من الطاقة الكهربائية، على الرغم من استعداد المستثمرين لتوفير رأس المال المطلوب لهذه التكنولوجيا الجديدة. فهناك تباين في الأطر الزمنية: إننا نرغب في الحصول على مزيد من الذكاء الاصطناعي الآن، غير أن تأمين البنية التحتية المطلوبة يمكن أن يستغرق سنوات أو حتى عقود.

في هذا التقرير، نلقي نظرةً على الحالة الراهنة لمراكز بيانات الذكاء الاصطناعي آخذين في الاعتبار نصيحة بيل جيتس حول التقييم الموضوعي للتغييرات متوسطة المدى وتفادي التراخي أو التقاعس، ونتناول التحديات والفرص التي نتوقع أن تنشأ عن البنية التحتية للذكاء الاصطناعي على مدى السنوات القادمة.

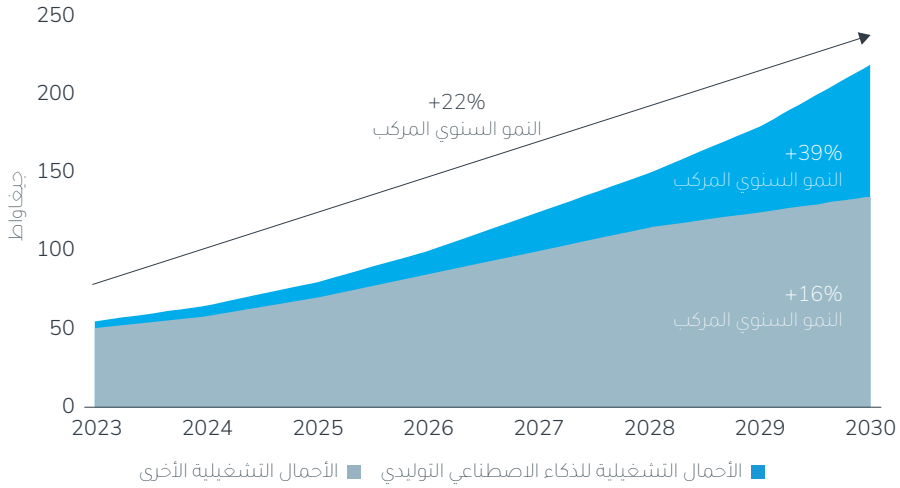
# أين أصبحنا اليوم

لقد تزايدت مساحات مراكز البيانات وأحجامها منذ أن تحوّلت الحوسبة السحابية إلى الوسيلة الفعالة لتقديم موارد تقنية المعلومات عند الطلب عبر شبكة الإنترنت. وأثبتت التعاقدات الخارجية على توفير الأجهزة الحاسوبية للحصول على مراكز بيانات قابلة للتوسعة أنها مفيدة في الوقت الحاضر بالنظر إلى الارتفاع في حجم الطلب على الخدمات الناتج عن أساليبنا المعيشية المتغيرة، كالمحافظ الرقمية والبث الحي عبر الإنترنت والتعليم عن بعد ووسائل التواصل الاجتماعي والواقع الافتراضي والاجتماعات عن بعد بالوسائل السمعية البصرية والكثير من الخدمات الأخرى.

الذكاء الاصطناعي يأخذنا إلى مستوى آخر. مراكز البيانات تتيح القدرة الحاسوبية الهائلة ومساحة التخزين الشاسعة والشبكة عالية السرعة المطلوبة لتدريب وتشغيل نماذج الذكاء الاصطناعي المتشعبة. ونحن الآن لا نزال على أعتاب فهم كيف يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي في التطبيقات العملية، وما هي الاحتياجات الحاسوبية والكهربائية التي يمكن أن تكون مطلوبة. فالناس تطرح اليوم أسئلة على تطبيقات ذكاء اصطناعي، منها على سبيل المثال تشات جي بي تي ChatGPT وكلود Claud، حول مواضيع متنوعة، من تقديم التوصيات بشأن السفر إلى تقديم النصيحة حول العلاقات الشخصية، وتلخيص الوثائق القانونية. وتنغمس الشركات غالبًا في التجارب للتوصل إلى أكثر حالات الاستخدام تأثيرًا سواء في المكاتب أو في الميدان. وقد استخلص المتفائلون المتحمسون هذا الجانب في توقعاتهم بأنها يمكن أن تحرر الكثير من العمال والموظفين من رتابة الروتين اليومي، وتعطي البشرية القدرة على الانتقال إلى حياة أكثر متعة؛ بينما يرى المتشائمون أن جعل الكثير من الناس فائضين عن الحاجة في




الحجم التقديري للطلب على القدرة الاستيعابية لمراكز البيانات العالمية




المصدر: ماكنزي

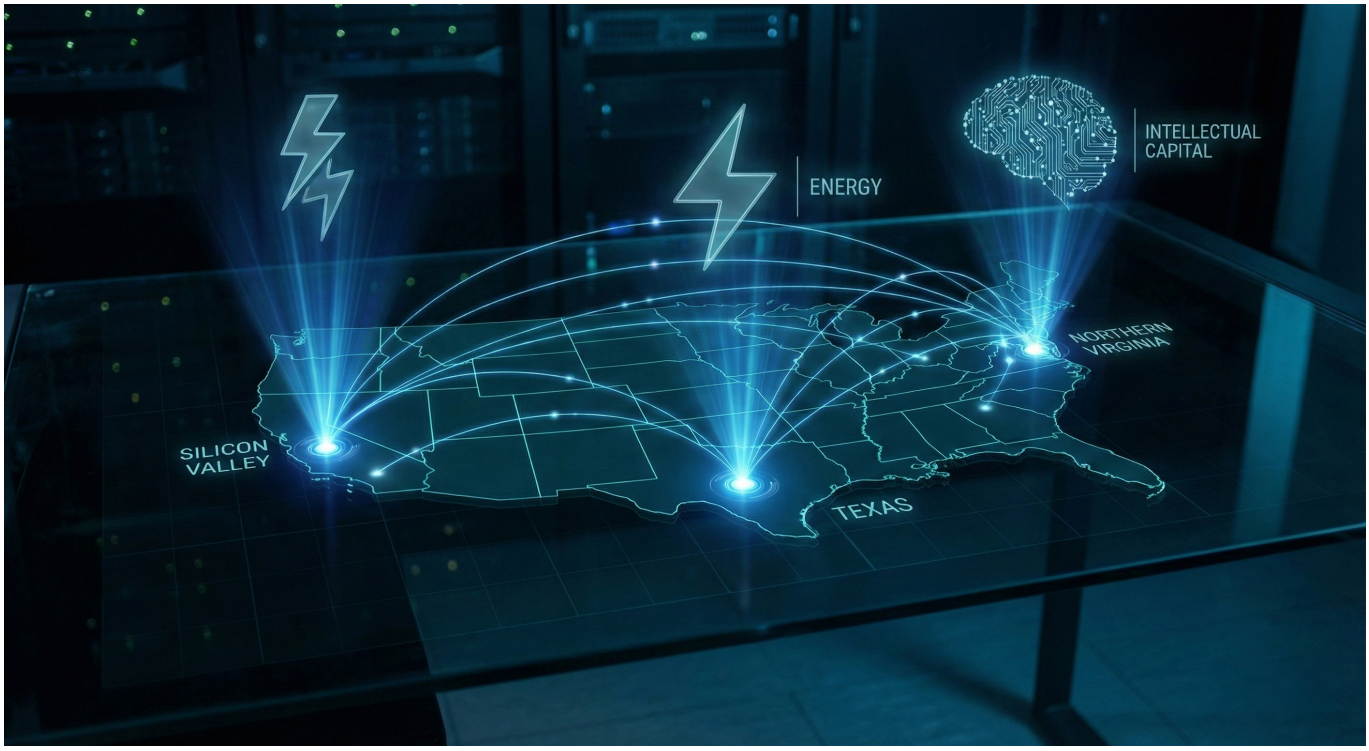
مجالات عملهم الأساسية سوف يؤدي إلى إفقارهم ويتسبب في صراعات أهلية، ويمكن أن يتساءل المشككون إلى أي مدى يمكن أن يحدث التغيير من الناحية الفعلية. غير أن الحقيقة سوف تكون بعيدة عن أي توقعات متفائلة أو متشائمة، بل أنها سوف تعكس اتجاه الذكاء الاصطناعي نحو عالم التصورات الإدراكية وليس الواقع المحسوس.

تشير الحقائق إلى أن الذكاء الاصطناعي و"الذكاء الاصطناعي المتطور" بجميع أشكاله يؤدي بوضوح إلى ارتفاع حجم الطلب على مراكز البيانات. ووفقًا لما أوردته غولدمان ساكس، فإن "المساحة الإجمالية لمشاريع تطوير مراكز البيانات تتجاوز اليوم 50 مليون قدم مربعة - أي ما يعادل ضعف ما كانت عليه قبل خمس سنوات". ولكن على الرغم من ذلك، لا يزال هناك عجز. وتظهر تقديرات ماكنزي أنه لكي يتساوى حجم العرض مع حجم الطلب بحلول العام 2030 "يجب بناء ما لا يقل عن ضعف المساحة الاستيعابية لمراكز البيانات التي تم إنشاؤها منذ العام 2000، وإنجازها في أقل من ربع الفترة الزمنية".

إلى جانب ذلك، فإن المتطلبات لا تقتصر على الطاقة الاستيعابية لمراكز البيانات فقط، بل هي تتعلق بالتكلفة. فالذكاء الاصطناعي يحتاج إلى مراكز بيانات متصلة بالشبكات ومجهزة بالطاقة الكهربائية داخل مبانٍ قوية وآمنة، كما يحتاج إلى تكلفة عالية. وتشير تقديرات غولدمان ساكس إلى أن "متوسط تكلفة تجهيز مركز بيانات ذكاء اصطناعي بقدرة 250 ميغاوط، شاملاً الأجهزة والمعدات، يبلغ حوالي 12 مليار دولار أمريكي".

لحسن الحظ، توجد حاليًا أسواق رأسمال عميقة ومتنوعة قادرة على توفير رأس المال المطلوب وترغب في استثماره، ولهذا تم توظيف الاستثمارات ولكن ليس بالسرعة الكافية. وقد بلغ الإنفاق الرأسمالي لكبار مقدمي الخدمات السحابية وحدهم حوالي 800 مليون دولار أمريكي في اليوم في العام 2024، وفقًا لما أوردته فاكتست FactSet.

إلى جانب التمويل الاستراتيجي من كبار مقدمي الخدمات السحابية لمشروع من ميزانياتهم العمومية، فإن ترتيب رأس المال المطلوب لتطوير مراكز بيانات جديدة لا يعتبر بالضرورة مسألة سهلة، وعلى الأخص إذا كانت التكلفة الأولية ضخمة وكانت التوقعات المستقبلية ضبابية على الرغم من أنها توقعات تفاؤلية، نظرًا لسرعة وتيرة التغيير في التكنولوجيا. وقد أدى هذا إلى وضع هيكليات تمويل مختلفة لأغراض احتواء وتوزيع المخاطر المحتملة. ويمكن أن تقدم البنوك قرضًا تقليديًا لتمويل أعمال الإنشاءات، ثم يتم تحويله إلى قرض استثماري أطول أجلاً حالما يبدأ تشغيل مركز البيانات؛ كذلك يمكن أن يتيح الائتمان الخاص وسيلة تمويل أكثر مرونة بعوائد أعلى على القروض؛ أضف إلى ذلك أن سوق الأوراق المالية المدعّمة بالرهن العقاري التجاري قد




أصبحت أكثر قبولاً لمراكز البيانات العاملة أو تحت الإنشاء كضمانات للقروض. كما تظهر أيضًا هيكليات جديدة على مستوى رأس المال: يدرس بعض كبار مقدمي الخدمات السحابية الدخول في مشاريع مشتركة مع شركات متخصصة في الاستثمار في أسهم الملكية الخاصة، كذلك يتزايد التوجّه نحو الدخول في مشاريع مشتركة مع شركات تشغيل متخصصة.

تعتبر الولايات المتحدة تحديدًا محورًا لنمو هذه السوق وتطورها، فهي لا تقتصر على توفير رأس المال المادي من حيث توليد الطاقة والتوصيل بشبكات البيانات، ولكنها توفر أيضًا رأس المال الفكري الناشئ عن جامعاتها ووادي السيليكون فيها، كما تتميز أسواقها المالية بعمقها وغزارة سيولتها وارتفاع أحجام التداول فيها. كذلك فإن التنوع الجغرافي للولايات المتحدة يتيح أيضًا مواقعًا تتناسب مع جميع فئات مراكز البيانات. ويجب أن يتم تدريب نماذج الذكاء الاصطناعي قبل وضعها في الاستخدام، ويمكن أن تكون مرحلة "التدريب" التي يتم خلالها استخدام مركز البيانات لمعالجة كميات هائلة من البيانات، أكثر استهلاكًا للطاقة الكهربائية مقارنةً بمرحلة "الاستدلال"، وهي المرحلة التي يتوصل فيها نموذج الذكاء الاصطناعي إلى الجواب. ففي مرحلة "التدريب"، تكون الأولوية لتوفير موارد طاقة كبيرة، وتمكين الشرائح من التبريد بعد عملها بأقصى طاقة لاستكمال عملية التدريب، بينما تعتبر سرعة التوصيل أقل أهمية. أما في عملية "الاستدلال"، فالأهمية تكمن في خفض فترة التأخير (سرعة التوصيل) لكي يتسنى توفير الإجابات بسرعة، ما يعني أن مركز البيانات يستفيد من وجوده في موقع عمراني قريب من مستخدميه والمستفيدين النهائيين من خدماته. وتستطيع الولايات المتحدة توفير مواقع لكلا المرحلتين، سواء كان مركز البيانات يستفيد من أجواء التبريد المهيأة في الجزء الشمالي من منطقة الغرب الأوسط، أو في مدينة نيويورك المليئة بالحركة والنشاط، أو في ولاية تكساس التي تتميز بالوفرة العالية للطاقة الكهربائية.

لهذا فإن إدراك كيفية عمل الذكاء الاصطناعي ومركز البيانات يمثل مجرّد نقطة انطلاق. وتؤدي سرعة إنشاء البنية التحتية وبناء القدرات إلى توليد ضغوط كبيرة وإيجاد إمكانيات جديدة. ويعتبر فهم هذه التوأمة بين الضغوط والإمكانيات ضرورةً أساسية للتعرف على مسار التكنولوجيا في المدى المتوسط. ومن الطبيعي أن يؤدي هذا إلى دراسة للتحديات والفرص التي ترافق مرحلة التوسعة هذه.

> أصبحت المساحة الإجمالية لمشاريع تطوير مراكز البيانات تتجاوز اليوم 50 مليون قدم مربعة - أي ما يعادل ضعف ما كانت عليه قبل خمس سنوات.
>
> غولدمان ساكس

# الضغوط والإمكانيات

الضغوط

## ا. التمويل

وفقًا لما أورده بنك مورغان ستانلي، من المتوقع أن تصل التزامات الإنفاق العالمية على مراكز البيانات إلى أكثر من 3 تريليون دولار أمريكي على مدى السنوات الثلاث القادمة. وتشير تقديرات جاي بي مورغان إلى أن إجمالي التزامات الإنفاق يمكن أن يتراوح بين 5 تريليون إلى 7 تريليون دولار أمريكي، شاملاً الإنفاق على بنود البنية التحتية، ومنها على سبيل المثال الشرائح ونظم التبريد والطاقة. وحتى إذا أخذنا في الاعتبار أن كبار مقدمي الخدمات السحابية يغطون جزءًا من التمويل الداخلي وإصدار السندات، يتبقى عجزٌ يقدر بما مجموعه 1,5 تريليون دولار أمريكي، يمكن أن لا يكفي التمويل الخاص وحده لتغطيته. ولأغراض المقارنة، تراوح إجمالي إصدارات سندات الشركات الأمريكية ما بين 1,5 تريليون و1,8 تريليون دولار أمريكي في العام 2024 الذي يعتبر أكثر الأعوام نشاطًا على الإطلاق.

الجدير بالذكر أن شرائح الذكاء الاصطناعي بطبيعتها هي أحدث ما توصلت إليه التكنولوجيا ويمكن أن تصبح متقادمة بالنسبة لمعظم التطبيقات التي تحتاج إليها خلال فترة زمنية قد لا تتعدى ثلاث سنوات. ويمكن مقارنة هذا التقادم السريع نسبيًا مع تقادم أجهزة الخوادم الحاسوبية التقليدية خلال أربع إلى خمس سنوات، وتقادم الأنظمة الكهربائية والميكانيكية الداخلية لمبنى مركز البيانات خلال خمس عشرة إلى عشرين سنة.

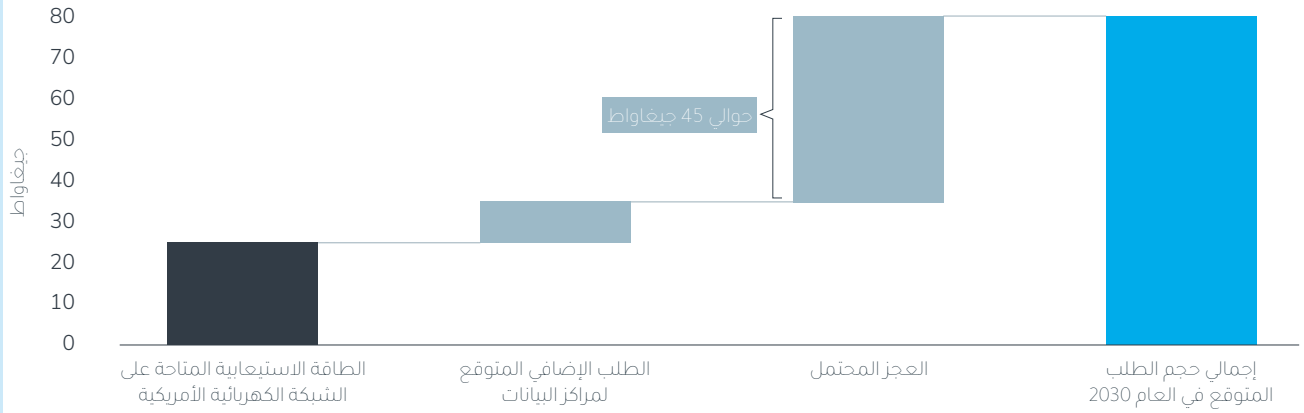
من جهة أخرى، فإن الإنفاق الضخم المطلوب لبدء تشغيل مركز البيانات قبل بدء تدفق الإيرادات لا يفسح الكثير من المجال لتحقيق ربحية في المدى القصير. وبالنظر إلى الحجم الضخم للاستثمار المطلوب توظيفه مقدمًا للحصول على تكنولوجيا جديدة نسبيًا معرّضة للتقادم والاستهلاك بفعل التقادم التقني المستمر، اشترط بعض المستثمرين اعتماد طرق تمويل بديلة لطمأنتهم عند توظيف رؤوس أموالهم.

بناءً على ذلك، يجري استخدام التمويل الخاص والمشاريع المشتركة والتسنيد والإعانات الحكومية لسد الفجوة التمويلية.

الضغوط

# ٢. الطاقة

العجز التقديري في تغذية الطاقة الكهربائية لمراكز البيانات في الولايات المتحدة بحلول العام 2030




المصدر: ماكنزي

وفقًا لما أوردته ماكنزي، فإن مراكز البيانات تستهلك الكثير من الطاقة الكهربائية، كما أن احتياجاتها تتزايد باستمرار. "قبل عشر سنوات، كان مركز البيانات المجهز بقدرة كهربائية 30 ميغاواط يعتبر ضخمًا، أما اليوم، فإن مركزًا مجهزًا بقدرة 200 ميغاواط يعتبر عاديًا".

وبناءً على معلومات الوكالة الدولية للطاقة، يقدر استهلاك الكهرباء في مراكز البيانات بنسبة 1,5% من إجمالي استهلاك الطاقة العالمي. وبينما تبدو هذه النسبة صغيرة، غير أن معدل نموها كان سريعًا، حيث بلغ 12% سنويًا على مدى السنوات الخمس الأخيرة.

لقد أدت سرعة النمو وحجمه إلى حدوث اختناقات في أعمال التطوير. وهناك عدم تطابق زمني بين الوقت الذي يجري فيه إنجاز مركز بيانات وبين إدخاله ضمن نظام طاقة أوسع. كما أن التوصيل بالشبكة الكهربائية يحتاج إلى أكثر من سنتين أو ثلاث سنوات مما يستغرقه بناء مركز البيانات، وعلى الأخص في المناطق العمرانية مع إعطاء الأولوية في الوقت الحاضر لتطوير المزيد من العقارات السكنية الأقل تأثيرًا على الشبكة الكهربائية.

هذا ويمكن أن تتفاقم هذه الاختناقات في مراكز بيانات الذكاء الاصطناعي بسبب العناصر التي تحتاج إلى قدرة كهربائية عالية:

- يحتاج تدريب النماذج الضخمة إلى آلاف وحدات المعالجة الجرافيكية والشرائح المتخصصة للاستمرار في العمل بطاقة استيعابية مرتفعة لعدة أشهر.
- يعتبر توفير الطاقة الكهربائية باستمرار ودون انقطاع أمرًا بالغ الأهمية. ويمكن أن تكون انقطاعات التيار الكهربائي باهظة التكلفة إلى حد كبير. ولهذا فإنها تحتاج إلى توفير تجهيزات احتياطية ووحدات تضمن عدم انقطاع الطاقة الكهربائية والتي يجب أن تكون بدورها قادرة على تأمين التيار الكهربائي بالكثافة العالية المطلوبة.
- نتيجةً لعمل الشرائح لفترات إضافية، فإن العناصر تصبح ساخنة جدًا. ولهذا يجب توفير أجهزة تبريد كجزء لا يتجزأ من العملية، وهي تحتاج إلى حوالي 40% من إجمالي الطاقة الكهربائية التي يستهلكها مركز البيانات.

إلى جانب المبنى الفعلي الذي يضم مركز البيانات، فإن قابليته للتشغيل تخضع لقيود أوسع على توفير الطاقة الكهربائية، منها على سبيل المثال كثافة استخدام الشبكة الكهربائية وأوقات الانتظار الطويلة للتوصيل الداخلي بالشبكة والحدين الأعلى والأدنى للطلب على الطاقة الكهربائية.

- في محاولة للتخفيف من أي تأخير، يتزايد سعي المالكين والمشغلين إلى التواجد بالقرب من مصادر تغذية الطاقة الكهربائية القوية والمستقرة. أضف إلى ذلك أن المشغلين قد عملوا على بناء شبكاتهم الكهربائية المصغّرة في مواقعهم لتفادي دفع تكلفة عدادات شركات الكهرباء وتأمين مصادر طاقة كهربائية خاصة بهم.
- بالإضافة إلى اتفاقيات شراء الطاقة التي تتيح للمشغلين الشراء المضمون للطاقة الكهربائية بأسعار ثابتة أو وفقًا لمعادلة معينة، يتزايد اتجاه المشغلين نحو بناء مفاعلات ذرية صغيرة متجانسة خاصة بهم.
- هذه القرارات لا تخلو من كونها مثيرة للجدل. ففي مشروع كولوسوس الضخم للذكاء الاصطناعي التابع لشركة أكس أيه آي xAI في مدينة ممفيس بولاية تنيسي الأمريكية، أعرب السكان عن مخاوفهم من تلوث الهواء والمياه.
- لقد أصبحت المجتمعات أيضًا تتخوف من أن طلب مراكز البيانات على شبكات الكهرباء المحلية سوف يؤدي إلى تقييد قدرتهم على الحصول على التيار الكهربائي. وتشير ماكنزي إلى أن "إيرلندا قد توقفت عن إعطاء مراكز البيانات في منطقة دبلن توصيلات جديدة بالشبكة حتى العام 2028. ووفقًا لتقديرات الشركة المشغّلة لنظام النقل الكهربائي في إيرلندا، من المتوقع أن تستهلك مراكز البيانات حوالي 28% من إجمالي استهلاك إيرلندا بأكملها للطاقة الكهربائية بحلول العام 2031".

الضغوط

## ٣. توزيع المسؤوليات

يمكن أن تملي الوتيرة السريعة للتغيرات التقنية التحديث المستمر للأجهزة واستبدال نظم تغذية أو تبريد الأجهزة الخادمة، ما يعني أن التشكيلات الهندسية المثلى لمركز البيانات يجب أن تكون قابلة للتوسعة وقادرة على التكيف مع التغيير. وحيث إن شركات التشغيل تكون في الغالب منفصلة عن المالكين - أو يمكن أن يكون هناك عدة مشغلين في مركز بيانات عائد لمالك واحد - يصبح بالتالي انعدام الكفاءة في توسعة المبنى أمرًا محتملاً، وهو ما يؤثر سلبًا على القدرة الاستيعابية لمركز البيانات.

أحد الحلول المحتملة هو توقيع اتفاقيات مستوى خدمة بين المالكين والمستأجرين، تنص على حد أدنى لمستويات الأداء التي يجب على المالكين الالتزام بها لاستيفاء المتطلبات في مجالات مختلفة، منها تغذية التيار الكهربائي والتحكم بدرجات الحرارة. غير أن هذه الاتفاقيات لا تضمن قدرتهم على استيفاء الحد الأدنى المشروط في مختلف الظروف والأحوال، ولكنها تشكل على الأقل محاولةً للتوفيق بين مصالح المالك ومصالح المشغل.

إلى جانب ذلك، تجعل هذه الاتفاقيات المالك مسؤولاً عن السلامة الإنشائية للمبنى، بما في ذلك على سبيل المثال الطاقة الكهربائية ونظم التبريد والنظم الاحتياطية المساندة الموجودة فيه، بينما يكون المستأجر مسؤولاً عن أجهزة تقنيات المعلومات العائدة له، وأرففها ومزوداتها الخادمة وتمديدات كابلاتها. غير أننا نجد أن هذا المستوى من المشاركة في تشغيل مركز البيانات لا يحظى باهتمام جميع المالكين. كذلك لا يرغب جميع المستأجرين بالضرورة بالسماح بذلك، لأسباب تشغيلية وأمنية.

لذا نجد أن جميع هذه الإجراءات لا تستطيع منع حصول عجز في تغذية الطاقة الكهربائية على مستوى أوسع، على سبيل المثال، في أحوال الطقس القاسية حيث تكون تغذية التيار الكهربائي متقطعة، أو حيث يتم تحويل التيار الكهربائي إلى أماكن أخرى. وتؤدي الخطوات العديدة المتخذة في سلسلة التوصيل بين شركة إنتاج الطاقة الكهربائية وبين المستهلك في مركز البيانات إلى نشوء ثغرات من الصعب تداركها أو التخفيف من وطأتها.

## ٤. الأمن

يشتمل مركز البيانات على تكنولوجيا متقدمة ويحتاج إلى توفير مصدر دائم ومستمر للطاقة الكهربائية يكون عمومًا عرضة لمخاطر خارجية، منها على سبيل المثال:

- أحوال الطقس أو الأحوال المناخية القاسية التي يمكن أن تؤدي إلى انقطاع التيار الكهربائي.
- سرقة الملكية الفكرية أو التخريب التجاري.
- النشاط العدائي، كهجمات القرصنة والخداع الإلكتروني.

الحماية من هذه المخاطر باهظة التكلفة، ويمكن أن تشمل ما يلي:

- الأسوار الأمنية المحيطة بالمبنى.
- مراقبة الدخول والخروج.
- الحراسة الأمنية في الموقع على مدار الأربع والعشرين ساعة.
- المناطق الأمنية الداخلية.
- أجهزة التحكم بالبيئة.
- تقسيم الشبكة الحاسوبية إلى شبكات فرعية والأمن السيبراني.
- هيكلية أمن سيبراني متشددة معدومة الثقة تشترط التحقق المستمر والحد الأدنى لصلاحيات الدخول إلى النظام.

تتضمن السياسات الشاملة للأمن المادي والسيبراني مراقبة الدخول والخروج ومراقبة الحركة وإجراءات الإشعار بخروقات أمن البيانات. ويمكن أن يتطلب هذا أيضًا التنسيق بين المستأجر والمالك.

الضغوط

## ٥. الجغرافيا السياسية

في ظل القدرة على تحقيق التقدم التقني والتغيير الجذري في الاقتصاد، أصبحت الحكومات أشد اهتمامًا أكثر من أي وقت مضى بسباق التسلح العالمي بالذكاء الاصطناعي. وقد حظيت شركات التكنولوجيا بدعم رجال السياسة، آخذةً في الاعتبار أن ما تقدمه الحكومة من إعانات وتمويل يمكن أن يشكل جزءًا حيويًا وأساسيًا من الحل الذي يمكنها من الوصول إلى الحجم المطلوب للفوز في هذا المجال.

وبعد انتشار جائحة كوفيد-19، أصبح كثير من الحكومات مثقلاً بأعباء الديون المتراكمة، ما أدى إلى إضعاف قدرتها على المناورة ماليًا. وبينما يمكن أن ترى الحكومات بوضوح تام أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يرفع معدل النمو الاقتصادي المحتمل، غير أن العجز في الموازنات الحكومية يمكن أن يمنعها من تقديم الموارد.

تتعاون الدول في هذا المجال للحصول على مساعدة إضافية. وقد أتاحت الزيارة الأخيرة التي قام بها صاحب السمو الملكي الأمير محمد بن سلمان ولي عهد ورئيس وزراء المملكة العربية السعودية للقاء الرئيس ترمب في البيت الأبيض، فرصةً للبلدين لإقامة علاقة تجارية أعمق في مجال التكنولوجيا. وسوف يتم استخدام شرائح إنفيديا Nvidia في مركز البيانات السعودي الجديد بقدرة 500 ميغاواط، وقد وعدت شركة أكس أيه آي xAI العائدة لإيلون ماسك بأن تكون أول عميل للمركز. كذلك تخطط شركة أوبن أيه آي OpenAI لإنشاء مصنع ستارجيت في الإمارات بقدرة 1 جيغاواط بالتعاون مع إنفيديا وسوفت بنك SoftBank وشركة الذكاء الاصطناعي الإماراتية G42 بمرافق مجهزة بقدرة أولية 200 ميغاواط من المقرر افتتاحها في نهاية العام 2026.

هذا وقد وصف جنسن هوانغ، الرئيس التنفيذي لشركة إنفيديا، كيف تحتاج كل دولة لاستخدام ثقافتها ومعارفها ولغتها وتاريخها لإنشاء ما أسماه بـ "الذكاء الاصطناعي السيادي". وبعد قيام الولايات المتحدة بفرض قيود على تصدير أكثر شرائح إنفيديا تطورًا إلى الدول التي ترى أنها منافسة للولايات المتحدة، ومنها على سبيل المثال الصين، أصبح من الواضح أن الذكاء الاصطناعي قد قفز إلى واجهة السياسة الدولية.

الإمكانيات

## ا. التمويل

كما أسلفنا، يبلغ العجز التقديري في الاستثمارات المطلوبة لمراكز البيانات على مدى السنوات القليلة القادمة حوالي 1,5 مليار دولار أمريكي، وهو ما يتيح فرصة مجزية لاستثمار رؤوس الأموال الخاصة. كذلك فإن طبيعة الصفقات الاستثمارية التي تحتاج إلى رؤوس الأموال هذه تكون في الغالب جذابة لمستثمري رأس المال الخاص:.

- بينما يمكن أن لا يملك كبار مقدمي الخدمات السحابية الأموال المطلوبة لتطوير بعض مراكز البيانات بأنفسهم، فإنهم لا يزالون يرغبون في استئجارها. وهذا يؤدي إلى الدخول في عقود إيجار طويلة الأمد مع أكبر الشركات المدرجة في مؤشر ستاندرد آند بورز 500، وتكون هذه العقود في الغالب مع مستأجرين يتولون مسؤولية الجوانب التشغيلية لمراكز البيانات.
- المسألة لا تقتصر فقط على كبار مقدمي الخدمات السحابية - بل هناك أيضًا المقدمون الجدد للخدمات السحابية عالية الأداء التي تلبي الاحتياجات الفريدة للذكاء الاصطناعي (ومنهم على سبيل المثال شركة كورويف CoreWeave وشركة لامبدا Lambda وشركة كور42 Core42 وشركة نيبيوس Nebius)، والتي تقدم وحدات المعالجة الجرافيكية كخدمة، ومقدمي نماذج الذكاء الاصطناعي، ومنهم أوبن أيه آي OpenAI وأنثروبيك Anthropic التي تعمل على دراسة صفقات مباشرة في سباقها نحو توسعة تواجدها بما يتجاوز احتياجات كبار مقدمي الخدمات السحابية. وهذا يدعم المنافسة بين المستأجرين ويؤدي إلى نمو أسعار الإيجارات، وعلى الأخص للأصول الأساسية في المواقع التي تشهد درجة إقبال أعلى.
- إبرام عقود إيجار مسبقة على الخريطة مع كبار مقدمي الخدمات السحابية والمقدمين الجدد للخدمات السحابية عالية الأداء أو للشركات يؤدي بشكل خاص إلى التخفيف من مخاطر مشاريع التطوير أو مشاريع القيمة المضافة، كما يتيح القدرة على تحقيق إقبال كبير في أسواق الأسهم وأسواق التمويل.
- يتسبب الحجم المادي الكبير والتكلفة المالية وتشعب عمليات تطوير مراكز البيانات الحديثة، في الحد من أعداد المستثمرين القادرين على الاستثمار في القطاع. وفي نفس الوقت، يمكن أن يتصرف بعض المستثمرين القادرين على عكس نصيحة بيل جيتس، حيث إنهم يسيئون تقدير التغييرات متوسطة الأمد ويختارون عدم اتخاذ الإجراءات المناسبة في مواجهتها. ومن المحتمل أن يسهم انعدام التوازن هذا في تحقيق عوائد أكبر بكثير من المتوقع على تلك الاستثمارات حيث يتمكن أصحاب رؤوس الأموال القادرين على الاستثمار والحريصين على مراقبة التطورات من الحصول على ربح رأسمالي نتيجة أخذهم في الاعتبار معادلة توازن المخاطر والعوائد التي غفل عنها الآخرون.
- يتزايد دعم أسواق الدين للاستثمارات في مراكز البيانات، حيث تتمكن أسواق الأوراق المالية المدعمة بالرهن العقاري التجاري وأسواق الائتمان الخاص من زيادة عوائدها التشغيلية وتدفقاتها النقدية، وتقديم قروض بمبالغ كبيرة على مدى فترة الاستثمار.

بالإضافة إلى ذلك، فإن حجم التزامات الإنفاق الرأسمالي الحالية والنامية في شريحة الذكاء الاصطناعي، إلى جانب التحديات الواضحة في جانبي الطاقة والأمن، يشير إلى أنه من المرجح أن لا يتم فعليًا تنفيذ جميع مشاريع مراكز البيانات المتوقعة. وحتى ولو جرى تنفيذها جميعًا فإنها لا يمكن أن تكون جميعها في المناطق العمرانية التي تشهد إقبالاً، وذلك بسبب التحديات الناتجة عن الطاقة الكهربائية والأمن والعوامل الجيوسياسية التي سبق ذكرها. ولهذا فإنه بالنسبة للمستثمرين الذين يستطيعون الاستفادة من الفرص الحالية في هذه المناطق العمرانية الرئيسية، يمكن أن تتيح الظروف الراهنة توفير التزامات وهيكليات عقود إيجار مشجعة للمستثمرين وعوائد مجزية، كما يمكن أن تتيح أيضًا عوامل سوق أفضل في المستقبل إذا أصبح حجم العرض المنافس محدودًا.

الإمكانيات

## ٢. معادلة المخاطر/العوائد

تتيح مراكز البيانات للمستثمرين وسيلة مثلى لتنويع محافظهم الاستثمارية من خلال الاستثمار في الذكاء الاصطناعي، بينما سادت مخاوف بشأن تقييم أسهم شركات الذكاء الاصطناعي. كذلك فإن الاستثمار في مركز بيانات يحقق للمستثمر الحماية من الانخفاض المحتمل في قيم أسهم الذكاء الاصطناعي، بالإضافة إلى تدفقات نقدية ناتجة عن الذكاء الاصطناعي مضمونة بأصول عقارية، مقارنةً بتقديم الائتمان الخاص لشركات الذكاء الاصطناعي نفسها. ومن خلال الجمع بين الارتفاع المحتمل في قيمة الاستثمار في الذكاء الاصطناعي والتدفقات النقدية وحماية الأصل العقاري من التضخم، تستطيع مراكز البيانات تحقيق القيمة المثلى في حساب المخاطر/العوائد.

بالإضافة إلى ذلك، فإن البيئة الحالية تسمح بالهيكلة لتغيير معادلة المخاطر/العوائد على مستوى الأصول بحيث تحقق المنفعة لمصلحة المستثمر:

- فيما يتعلق بمراكز البيانات المؤجرة لمستأجر واحد، القدرة على نقل الجوانب التشغيلية والأمنية والتقنية إلى المستأجر، ما يؤدي إلى نشوء تدفقات دخل دوري للمستثمر من مصدر محدد.
- فيما يتعلق بمراكز البيانات المؤجرة لعدة مستأجرين، تتيح بيئة مشغلي مراكز البيانات المتخصصين استفادة المستثمر من الإدارة التفاعلية، بينما يتولى المشغّل الجوانب التشغيلية والأمنية والتقنية.
- في بعض الحالات، تكون هناك فرصة لإنشاء مشروع مشترك مع أحد كبار مقدمي الخدمات السحابية أو شركة كبرى مستأجرة أخرى، للمشاركة في تقديم الاحتياجات الرأسمالية وتحقيق توافق المصالح. كذلك يمكن أن تكون هناك فرص لدعم العوامل الجيوسياسية يمكن أن تهيء مزايا في مجال الطاقة الكهربائية والتوصيل بالشبكات والأمن والدعم المالي.

## ٣. الطاقة

تشكل الطاقة الكهربائية جزءًا لا يتجزأ من نجاح مراكز البيانات، ولذلك يستطيع أي مالك أو مشغّل الحصول على منفعة من خلال تأمين الحصول على تغذية طاقة كهربائية طويلة الأمد. وفي حالة سعي شركات الكهرباء للحصول على استثمار مشترك من رأس المال الخاص لتمويل الحصول على تغذية جديدة للتيار الكهربائي (والذي يمكن أن يبدو ممكنًا جدًا بالنظر إلى حجم الاستثمار المطلوب، والحدود التي تتضمنها الميزانيات العمومية لشركات الكهرباء، ومدى إقبال رأس المال الخاص على تلك الاستثمارات)، يمكن أن يكون الائتمان الخاص عالي النوعية المقدم للشركات المالكة أو المستأجرة مفيدًا لإيجاد هذا النوع من الفرص الاستثمارية.

إننا لحسن الحظ قد أصبحنا الآن في مرحلة التطوير الرئيسية للبنية التحتية للطاقة:

- تنمو الطاقة المستجدة بوتيرة متسارعة، سواء في مجال الطاقة الشمسية أو الريحية أو الجيوحرارية أو الكهرومائية، حيث يجري التركيز في جميع أنحاء العالم على المناخ وحماية البيئة.
- أضاف الغزو الروسي لأوكرانيا بعدًا أمنيًا وطنيًا على أهمية تأمين الدول لمصادر توليد الطاقة الكهربائية الخاصة بها.
- جرى انتخاب الرئيس ترمب مع وعده للناخبين "بالتنقيب ثم التنقيب". وتجري محطة ثري مايل آيلاند في الولايات المتحدة التي شهدت أسوأ حادث نووي في تاريخ الولايات المتحدة، استعدادات لإعادة افتتاحها بعد توقيع مايكروسوفت عقدًا مدته عشرين سنة لشراء الطاقة الكهربائية من محطة بنسلفانيا.

هذا يعني أن الإرادة السياسية قد أصبحت متوافقة الآن مع الطلب الاقتصادي لزيادة توليد الطاقة، ما يؤدي إلى إيجاد فرصة نادرة لكبار مقدمي الخدمات السحابية ومستأجري مراكز البيانات الآخرين لتنمية عملياتهم، بينما يعمل رجال السياسة على تحقيق الهدف نفسه لناخبيهم.

غير أن هذه الفرصة ليست لا محدودة، ولا تزال هناك حدود لمدى توليد الطاقة الجديدة والوقت اللازم لكي تصبح متاحة للاستهلاك. وتعتبر محطات الانشطار النووي، سواء كانت ذات حجم تقليدي أو مفاعلات صغيرة قابلة للتوسعة، بطيئةً جدًا ومرتفعة تكلفة البناء، بينما من غير الواضح كم من الوقت يستغرق بناء مرافق انشطار نووي جديدة (وهنا أيضًا لا بد من التذكير بنصيحة بيل جيتس بعدم إساءة تقدير حجم التغيير في المدى المتوسط نتيجة لهذه القفزة التقنية). وبينما تتميز الطاقة المتجددة بإمكانيات هائلة، غير أنها تحظى بدعم سياسي أقل. وإذا نظرنا إلى حجم الطلب واستقرار تغذية التيار الكهربائي الذي تحتاجه مراكز البيانات، نجد أن هناك صعوبات أخرى تعيق التوصل إلى حل واضح.

بناءً على ذلك، فإن هذا يؤدي إلى نشوء فرص للمستثمرين القادرين على تمويل المشاريع الحالية التي تتوفر فيها تغذية التيار الكهربائي، حيث إن مشاريع التطوير المستقبلية يمكن أن تواجه قيودًا متزايدة تحول دون تأمين الطاقة الكهربائية الضرورية.

الإمكانيات

# ٤. الجغرافيا

يجب أن تكون مراكز البيانات قريبةً من شركات الكهرباء الكبرى، كما يجب أن تكون قريبةً أيضًا من المستفيدين النهائيين، وهذا ما يجعل الولايات المتحدة قادرة على الاستفادة من فرص النمو المتاحة في هذا القطاع.

- نتج عن هذا معدلات شواغر منخفضة جدًا في مراكز البيانات. ووفقًا لما أوردته ماكنزي "تعتبر منطقة شمال فرجينيا عاصمة البيانات في العالم بالنظر إلى العدد الكبير من مراكز البيانات التي تتركز فيها، وقد بلغ معدل شواغر مراكز البيانات هذه أقل من 1% في العام 2024".

تستطيع الولايات المتحدة توفير الكثير من الخيارات للشروط المختلفة المطلوب توفرها في مراكز البيانات، سواء كانت بحاجة إلى موقع ناءٍ بمناخ أكثر برودة، أو كانت بحاجة إلى موقع في قلب المدينة المزدحم.

إلى جانب ذلك، فإن الجغرافيا المتنوعة للولايات المتحدة تخفف أيضًا من المخاطر البيئية، ومنها مخاطر حدوث الهزات الأرضية أو الكوارث الطبيعية الأخرى.

هذا بالإضافة إلى أن المهارات والتنوع والمرونة التي تتميز بها سوق العمل الأمريكية توفر أيضًا رأس المال البشري اللازم لدعم جميع جوانب تشغيل وصيانة مراكز البيانات.

من جهة أخرى، أصبح التأخير أكثر أهمية من أي وقت مضى في ظل تفاعل أعداد أكبر من المستفيدين النهائيين مع مراكز البيانات. ومع توقع هذا الحجم الكبير من طلب المستخدمين من داخل الولايات المتحدة، يتجه كبار مقدمي الخدمات السحابية ومشغلي مراكز البيانات إلى استئجار مراكز بيانات في الولايات المتحدة، وعلى الأخص بالقرب من المدن الكبرى، وهو ما يؤدي إلى الحد من إمكانية نقل هذه البنية التحتية إلى خارج البلاد.

ولكن على الرغم من أن الولايات المتحدة تستطيع توفير جميع خيارات مواقع مراكز البيانات هذه، ليست كل هذه المواقع قادرة على اجتذاب مستثمري رأس المال الخاص. على سبيل المثال، يمكن أن يفضل أحد المستثمرين الاستثمار في مراكز بيانات في مناطق عمرانية تقدم خدمات "الاستدلال" (أي تشغيل الذكاء الاصطناعي) إذا كان ذلك المستثمر يرى أن تلك المراكز أكثر قدرة على الصمود في مواجهة العوامل المختلفة أو إذا كانت قادرة على تحقيق حجم طلب أكبر في المدى الطويل. ولا يوجد في المناطق العمرانية الرئيسية في الولايات المتحدة سوى عدد محدود من المواقع التي تستوفي الشروط المطلوبة لتغذية الطاقة الكهربائية والأمن والتوصيل بالألياف البصرية وتحظى بإقبال معظم المستأجرين.

هنا أيضًا يتعلق الأمر بقدرة المستثمرين الآن على الاستثمار في هذه المواقع وإنشاء المشاريع في الأماكن التي تتميز بحجم إقبال كبير وقدرة على توفير الجودة النوعية للمشاريع المنافسة في المستقبل، بما يضمن تحسين جاذبية المشاريع الحالية في المدى الأطول.

# الخلاصة

ارتفاع الطلب على الذكاء الاصطناعي وما ينتج عنه من ضرورة لتوظيف استثمارات هائلة في البنية التحتية يعتبر أكثر من مجرد تطوّر للتقنيات الحالية، تمامًا كما كانت الحال إبان الثورة الصناعية، وخلال حقبة نشوء السكك الحديدية، وفي فترة طفرة الدوت-كوم. إنه تحوّل في أنماط التفكير وتغير في المفاهيم من المحتمل أن يعيد تشكيل الاقتصاد والمجتمع، ولربما يؤدي إلى تغيير نسيج الحياة اليومية. وقد كان هناك نمط مألوف مشترك بين جميع تلك الفترات التاريخية: الحماس في المرحلة الأولى، ثم التوسعة السريعة، ثم فترات من الشك والتوقف والتصحيح الاقتصادي، وصولاً في نهاية المطاف إلى نشوء توازن جديد يؤدي إلى تغيير دائم في حياة الناس وكيفية ممارستهم لأعمالهم. ولربما لا يختلف الذكاء الاصطناعي وبنيته التحتية التي يرتكز عليها.

التشبيه بالسكك الحديدية في الولايات المتحدة في القرن التاسع عشر يعتبر مثيرًا للاهتمام بشكل خاص. ففي ذلك الوقت، كان بناء الشبكة الوطنية للسكك الحديدية يحتاج إلى استثمار رؤوس أموال ضخمة مقدمًا، كما كان يحتاج إلى قدر هائل من التنسيق، ويحتاج إلى فترات زمنية طويلة لإنهاء الأعمال، وهي جميعها عوامل أدت في البداية إلى تشاؤم وشكوك ومخاطر مالية. غير أن المستثمرين الذين أدركوا مدى القدرة على التحوّل استطاعوا في نهاية المطاف تحقيق عوائد كبيرة، حيث أدت السكك الحديدية إلى فتح أسواق وتسريع التجارة وتحفيز التصنيع. كذلك فإن مراكز البيانات تحتاج هي أيضًا إلى استثمارات ضخمة في الأراضي والإنشاءات والتوصيل بالشبكات والطاقة الكهربائية، بينما يلتزم بعض المستثمرين الحذر أو تساورهم شكوك، ويميلون نحو عدم اتخاذ أي أجراء، وهو ما يترك فرصًا متاحة للذين يكونون على استعداد للاستفادة من نقطة التحول الحالية على مسار نمو الذكاء الاصطناعي.

أما من منظور المستثمر، فإن مراكز بيانات الذكاء الاصطناعي توفر إمكانية الاستفادة من نمو قطاع الذكاء الاصطناعي ووصوله إلى مرحلة النضوج، مع وجود خصائص دفاعية للتدفقات النقدية المستمرة الناتجة عن الأصول الملموسة، بينما تتيح المراكز أيضًا مشاريع تطوير يمكن أن تحقق عوائدًا أعلى في بيئة تميل بدرجة كبيرة نحو تحقيق المنفعة للمستثمرين.

الجدير بالذكر أن التحديات المحتملة كبيرة بلا شك، وهي تشمل القيود على تغذية التيار الكهربائي والاعتبارات الأمنية والضغوط الجيوسياسية، ولكنها جميعًا تتيح أيضًا فرصًا للمستثمرين أصحاب النظرة الثاقبة والإدراك والقدرة على الوصول إلى معظم الاستثمارات الجذابة.

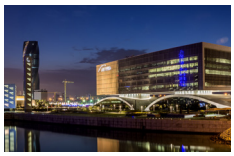
ARCAPITA

## نبذة عن آركابيتا

آركابيتا شركة إدارة أصول عالمية رائدة تعرض فرصًا استثمارية متنوعة وتركز على الاستثمار في أسهم ملكية الشركات الخاصة والاستثمار العقاري في أحد أسرع أسواق الثروات نموًا في العالم. وتشرف إدارة آركابيتا منذ أكثر من عشرين سنة على تقديم منتجات الشركة وخدماتها لنخبة مختارة من المستثمرين في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي. وتتوزع مكاتب مجموعة آركابيتا في البحرين والولايات المتحدة والمملكة المتحدة والمملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة وسنغافورة، وقد بلغ حجم استثماراتها حتى اليوم حوالي 30 مليار دولار أمريكي. وهي تمتاز بالقدرة على الاستثمار في مختلف أنحاء العالم، وتركز على القطاعات الدفاعية والتي لا تتأثر بالدورات الاقتصادية، مستفيدةً في المدى الطويل من عوامل الاقتصاد الكلي والخصائص السكانية.

تمتد خبرة إدارة آركابيتا أكثر من عشرين سنة، أنشأت خلالها منصة استثمارية عالمية للاستفادة من الفرص المتاحة في أسواقها الأساسية في الولايات المتحدة وأوروبا والشرق الأوسط وآسيا.

### مملكة البحرين



آركابيتا إنفستمنت مانجمنت ش.م.ب. (م)

مبنى آركابيتا ص.ب 1357
المنامة،
مملكة البحرين

هاتف: 8333 1721 973+

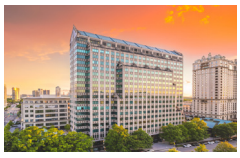
### المملكة المتحدة

آركابيتا إنفستمنت أدفايزرز يو كاي ليمتد

الطابق الخامس، 16 بيركلي ستريت،
لندن W1J 8DZ
المملكة المتحدة

هاتف: 5600 824 207 44+

### الولايات المتحدة



آركابيتا إنفستمنت مانجمنت يو أس إنك.

وان باكلاند بلازا، 3060 شارع بيتشتري
نورث ويست، الجناح 1650،
أتلانتا، GA 30305 - الولايات المتحدة الأمريكية

هاتف: 9000 920 404 1+

### الإمارات العربية المتحدة

آركابيتا إنفستمنت مانجمنت ليمتد

مكتب 1119، الطابق 11، مركز سيجنيتشر، برج المقام،
ميدان سوق أبوظبي العالمية، جزيرة المارية
أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة

هاتف: 4400 816 971+

### سنغافورة

آركابيتا إنفستمنت مانجمنت سنغافورة برايفت ليمتد

1 روبنسون رود، رقم 17-00 برج أيه آي أيه،
سنغافورة 048542، جمهورية سنغافورة

هاتف: 0395 6513 65+

### المملكة العربية السعودية

شركة آركابيتا المالية

الطابق الرابع عشر
مركز المملكة، الرياض،
المملكة العربية السعودية

هاتف: 114667610 966+

إشعار قانوني:

على الرغم من بذل كل الجهود الممكنة للتأكد من موثوقية البيانات المشار إليها والمستخدمة لأغراض الدراسة الواردة في هذه الوثيقة، لا يمكن إعطاء أي ضمانة بأن تلك البيانات صحيحة، ولا تتحمل شركة آركابيتا قروب هولدنغز ليمتد وشركاتها التابعة أي مسؤولية مهما كانت عن أي خطأ أو سهو. وتعكس هذه الوثيقة رأينا الذي توصلنا إليه بناءً على الدراسة والبحث، وليس المقصود منها تقديم مشورة استثمارية أو استدراج أي استثمار.

© آركابيتا قروب هولدنغز ليمتد، 2023