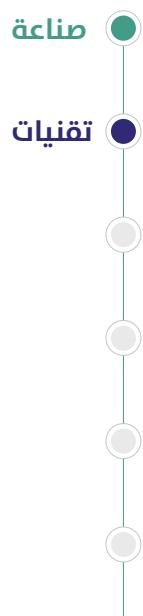
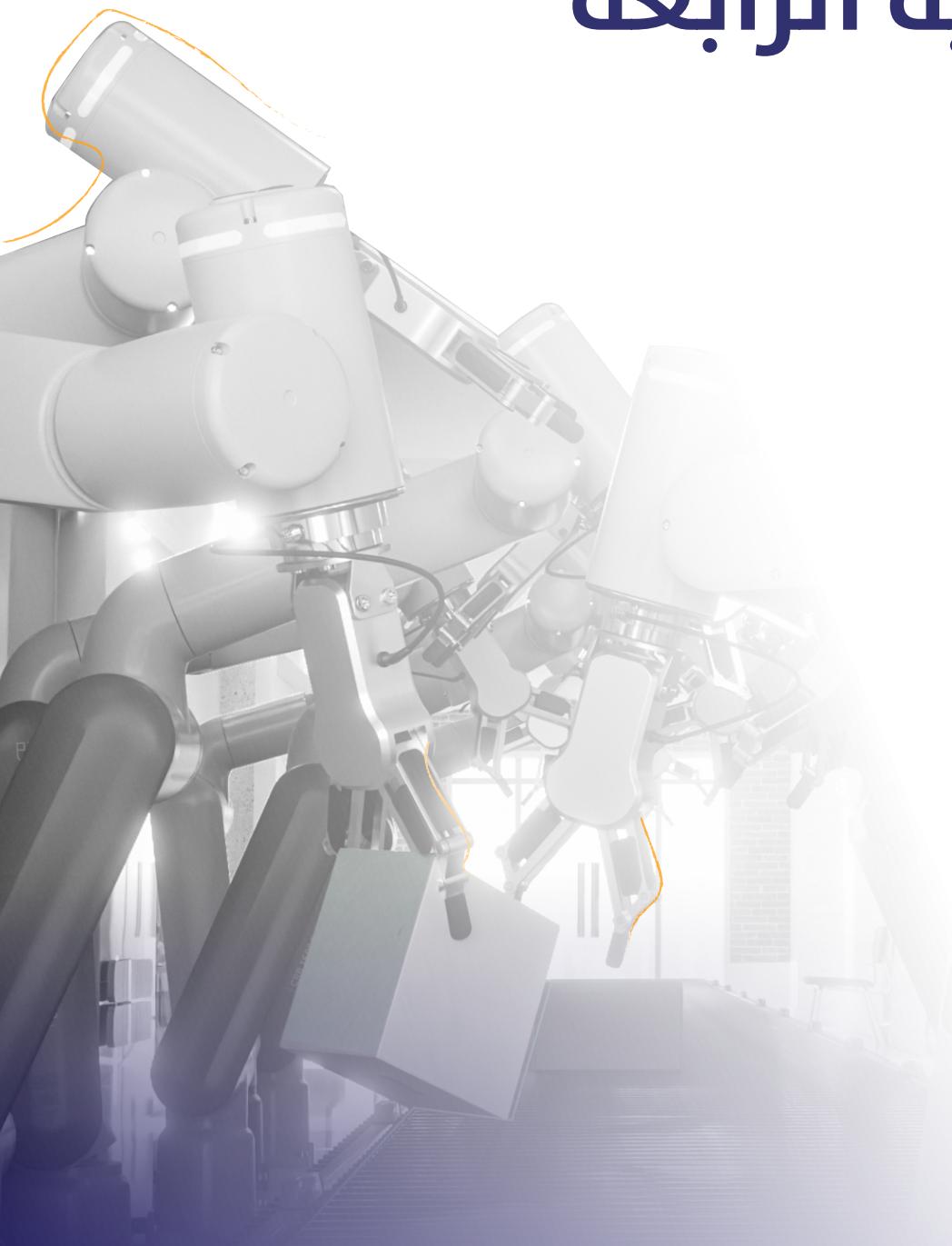


تقرير الثورة الصناعية الرابعة

4-1 ⟲



عنوان التقرير الأول 4-1

الثورة الصناعية الرابعة (النشأة والمستقبل)



عنوان التقرير الثاني 4-2

أثر تبني حلول التقنيات الناشئة في القطاع الصناعي والخدمات اللوجستية



عنوان التقرير الثالث 4-3

دراسة تحليلية عن الثورة الصناعية الرابعة (حقائق وفرص)



عنوان التقرير الرابع 4-4

دراسة جاهزية القطاع الصناعي للثورة الصناعية الرابع



سبل بناء

- 01 نظرة عامة عن الثورة الصناعية الرابعة
- 02 من البخار إلى المستشعرات: الثورات الصناعية عبر التاريخ
- 03 أبرز التقنيات التي تقود الثورة الصناعية الرابعة
- 04 مجالات تطبيق الثورة الصناعية الرابعة
- 05 الآثار الإيجابية المتربعة على تبني الثورة الصناعية الرابعة
- 06 واقع الثورة الصناعية الرابعة في المملكة العربية السعودية
- 07 أبرز جهود المملكة العربية السعودية نحو تعزيز تبني الثورة الصناعية الرابعة

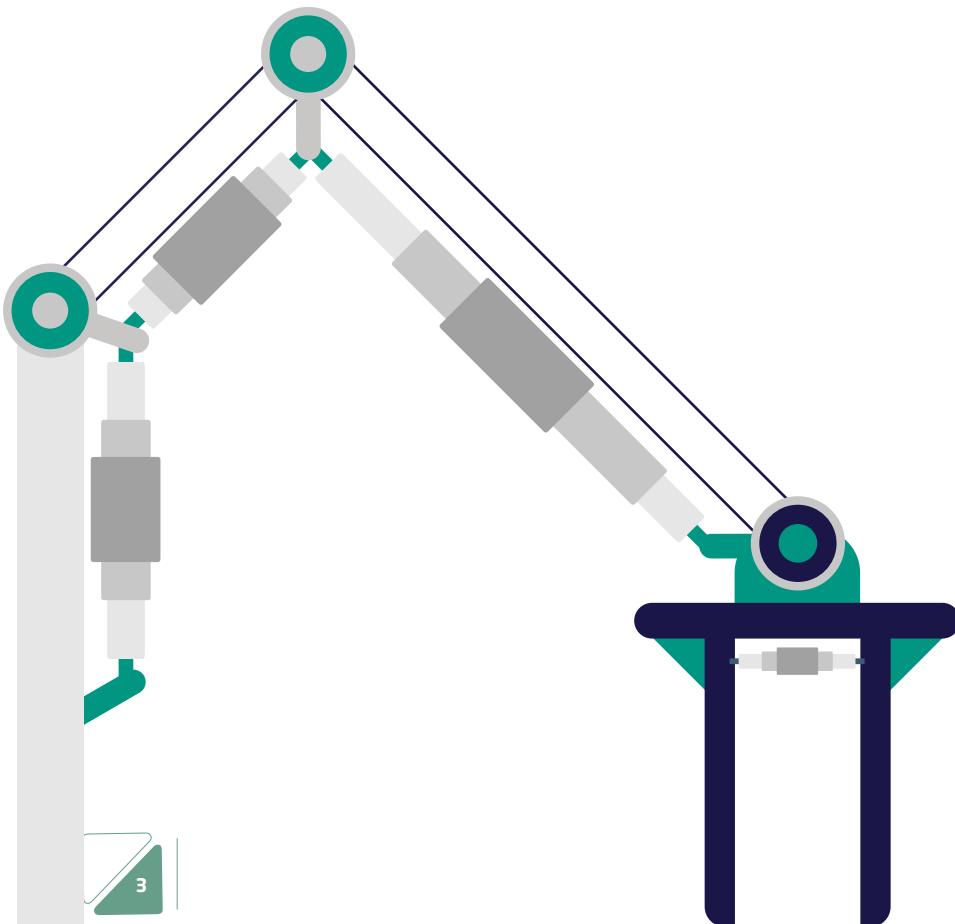
نظرة عامة عن الثورة الصناعية الرابعة

نحن نقف على أعتاب ثورة تكنولوجية من شأنها إحداث تغييرًا جوهريًا في الطريقة التي نعيش ونعمل ونواصل بها، وتمثل فصلًا جديداً في التنمية البشرية، يقوده التقدم التقني المدفوع بتلك التقنيات التي ظهرت في كل من الثورات الأولى والثانية والثالثة.

إن الثورة الصناعية الرابعة نقلة تكنولوجية تؤثر على الثقافات والاقتصادات في جميع دول العالم، لما تعلم عليه من دمج لكل من الجوانب المادية، التقنية، والبيولوجية بطرق تخلق فرقاً كبيرة للتقدم، وفي المقابل، مخاطر محتملة لما تتميز به من تسارع وعمق.^{[1][2]}

ما هي الثورة الصناعية الرابعة؟

ظهر مطلع الثورة الصناعية الرابعة -أو ما يعرف باسم Fourth Industrial Revolution- لأول مرة في برنامج استراتيجية التكنولوجيا الفائقة للحكومة الألمانية عام 2011م، إلا أنه استُخدِم على نطاق دولي، وأصبح واسع الانتشار عندما اعتمدته المنتدى الاقتصادي العالمي (World Economic Forum) عام 2016م.
يُقصد بالثورة الصناعية الرابعة الموجة الصناعية الجديدة التي تستند على الصناعة في طورها الرابع (Industry 4.0) من حيث استخدامها للتقنيات الحديثة، مثل الروبوتات، المحاكاة، إنترنت الأشياء، التقنيات السحابية، وغيرها.^{[3][4][5]}



تعمل الثورة الصناعية الرابعة على تحويل العمليات وتكاملها رقميًّا:



بشكل عمودي

من خلال تطوير المنتجات والخدمات وتحويلها إلى منتجات وخدمات رقمية، إيجاد منتجات رقمية جديدة، وتطوير عمليات التصنيع.



وبشكل أفقى

يمتد إلى ما بعد العمليات الداخلية، بدءًا من المزودين، ووصولًا إلى العملاء والشركاء بامتداد سلسلة القيمة، مما يقدم حلولاً متكاملة في منظومة رقمية متميزة.^[6]

114.55
مليار دولار أمريكي
في عام 2021^[5].

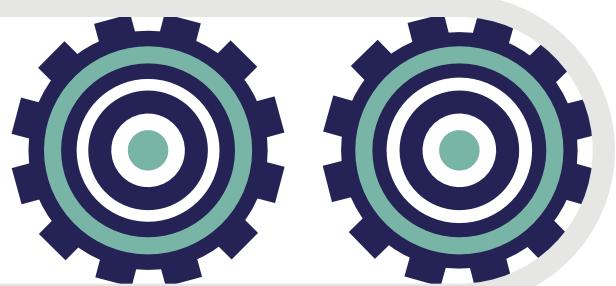


بلغت قيمة السوق العالمية
للثورة الصناعية الرابعة

377.30
مليار دولار أمريكي
بحلول عام 2029^[6]. (بمعدل نمو سنوي مركب قدره 19.4%).



ومن المتوقع أن تصل إلى



من البخار إلى المستشعرات: الثورات الصناعية عبر التاريخ

• الثورة الصناعية الأولى (Industry 1.0)

أواخر 1700 م^[8]

- الاعتماد في الإنتاج على البخار والمياه عوضاً عن الاعتماد الكامل على القوى البشرية والحيوانات.
- صناعة السلع عبر استخدام الآلات والمعدات بدلاً من إنتاجها بشكل يدوي.

• الثورة الصناعية الثانية (Industry 2.0)

أواخر 1800 م

- استحداث خطوط الإنتاج واستخدام النفط والغاز والطاقة الكهربائية.
- تطور وسائل التواصل عبر الهاتف والتلغراف.
- الاعتماد على الإنتاج بالكميات (Mass Production) وبعض الأتمتة لعمليات التصنيع.



• الثورة الصناعية الثالثة (Industry 3.0) • أواخر ١٩٠٠ م

- ابتكار وتبني أجهزة الكمبيوتر، الإنترن特، وسائل الاتصال المتقدمة (Telecommunications)، وتحليل البيانات لعمليات التصنيع.
- البدء برقمنة المصانع من خلال تضمين أجهزة التحكم المنطقية القابلة للبرمجة (PLCs) في الآلات والمعدات لأنمتة بعض العمليات وجمع البيانات.

• الثورة الصناعية الرابعة (Industry 4.0) • العصر الحالي

- توظيف الآلات والمصانع الذكية والبيانات للمساعدة في إنتاج السلع بشكل أكثر كفاءة وإنجابية.
- استخدام التخصيص الشامل (Mass Customization) لزيادة المرونة في المصانع وتلبية طلبات العملاء بشكل أفضل.
- جمع البيانات وتحليلها، واستخدام الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة لتدقيق شفافية المعلومات واتخاذ قرارات أفضل للمصانع الذكية.

[9][10]

أبرز التقنيات التي تقود الثورة الصناعية الرابعة

الحوسبة السحابية (Cloud Computing)

تدعم الحوسبة السحابية التكامل بين سلاسل التوريد، الإنتاج، المبيعات، التوزيع، والخدمات الأخرى. كما تعمل على معالجة الكميات الكبيرة من البيانات المخزنة وتحليلها بشكل أكثر كفاءة وفعالية، وتقليل تكاليف بدء التشغيل للمطانع الصغيرة والمتوسطة.



الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة (Artificial Intelligence and Machine Learning)

يسهم الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة بالاستفادة الكاملة من حجم المعلومات التي يتم إنشاؤها في المصانع، كما يمكن أن يوفر الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة القدرة على التنبؤ وأتمتة العمليات، مما ينتج عنه كفاءة أعلى عند التشغيل.



التصنيع بالإضافة (Additive Manufacturing)

يشير التصنيع بالإضافة، والمعروف بالطباعة ثلاثية الأبعاد (3D printing)، إلى استخدام طابعات خاصة لإنشاء أجسام ثلاثية الأبعاد عن طريق إضافة الطبقات واحدة فوق الأخرى لتكوين الجسم ثلاثي الأبعاد. يُعد التصنيع بالإضافة منهجية تصنيع معاكسة لمنهجيات التصنيع بالإزالة (Subtractive Manufacturing) التي تستخدم القوالب لاقطاع وإزالة المواد من الكتلة الصلبة.



إنترنت الأشياء (Internet of Things)

يُستخدم إنترنت الأشياء كمكون رئيسي للمطانع الذكية، حيث يُستخدم لتجهيز الآلات والمعدات المستخدمة في المصانع بأجهزة استشعار وتزويدها بعنوان تعريف ممّيز (Internet Protocol) يسمح لها بالاتصال مع الأجهزة الأخرى وتبادل كميات كبيرة من البيانات القيمة لجمعها وتحليلها.



أبرز التقنيات التي تقود الثورة الصناعية الرابعة

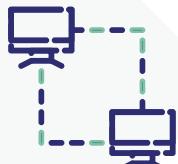
تحليل البيانات الضخمة (Big Data Analytics)

يساعد استخدام التقنيات المتقدمة لتحليل البيانات الضخمة التي يتم جمعها من أجهزة الاستشعار لآلات الإنتاج على اكتشاف الأنماط والتنبؤ بمواعيد الحاجة إلى الصيانة والإصلاح، كما يدعم تحليل البيانات الضخمة اختبار كفاءة الإنتاج وفهم البيانات، تحسين التنبؤات، وأنمتة إدارة الإنتاج.



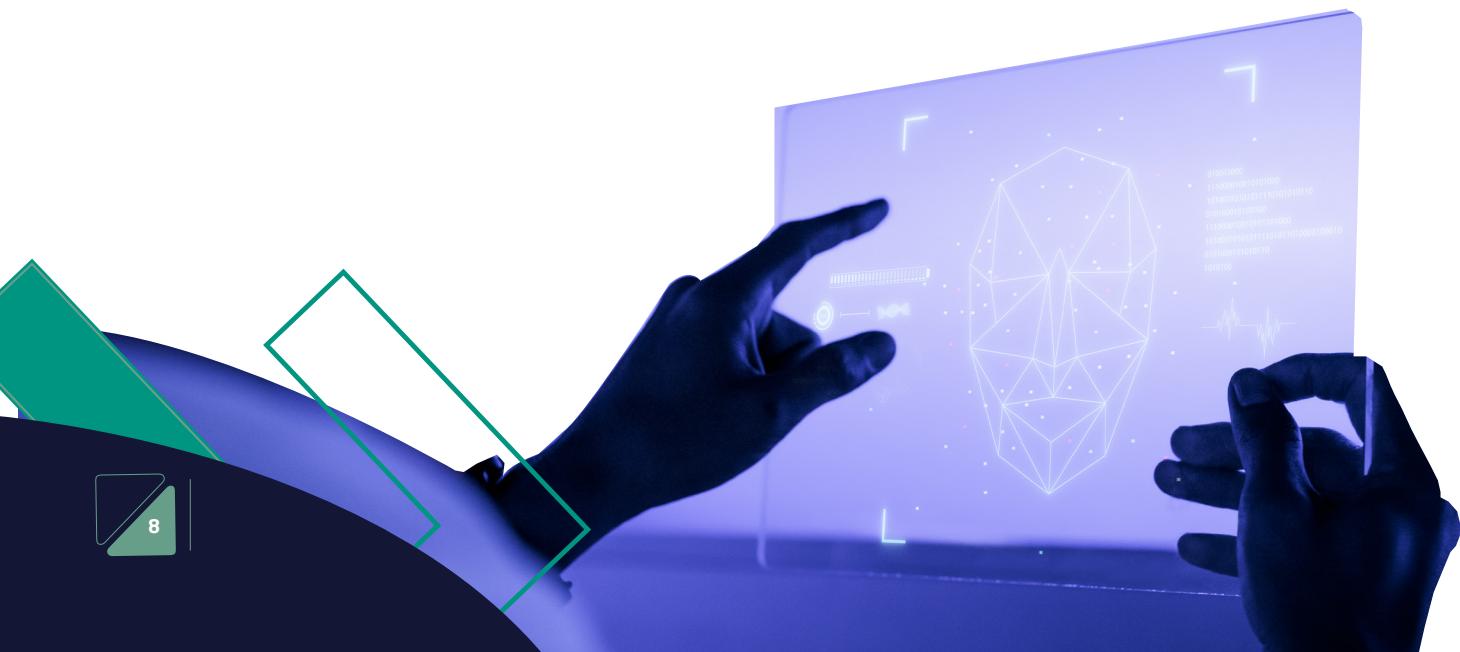
التوأم الرقمي (Digital Twin)

تتيح هذه التقنية إنشاء توائم رقمية عبارة عن نسخة افتراضية طبق الأصل من: العمليات، خطوط الإنتاج، المصانع، وسلسل التوريد. يمكن استخدام التوأم الرقمي في الصناعة لزيادة الإنتاجية وتحسين سير العمل من خلال محاكاة عملية الإنتاج. على سبيل المثال: اختبار التغييرات الممكنة لعملية التصنيع لإيجاد طرق لتقليل فترة التعطل (Downtime).



الواقع الافتراضي (Augmented Reality) والواقع المعزز (Virtual Reality)

يستخدم الواقع الافتراضي البيانات الافتراضية، بينما يستخدم الواقع المعزز عناصر افتراضية على الواقع الدقيق، ويُستخدم كلاهما لتوفير المعرفة والمعلومات المفيدة لتحسين العمليات، زيادة السلامة، وتقليل التكاليف.



مجالات تطبيق الثورة الصناعية الرابعة

في حين أن الثورة الصناعية الرابعة نشأت في بداياتها في مجال الصناعة، إلا أنه من الممكن تطبيق مبادئها وتقنياتها على مجموعة واسعة من المجالات.

تشمل مجالات تطبيق الثورة الصناعية ما يلي:



الصناعة

استخدام الواقع المعزز (Augmented Reality) لتوفير المعلومات وتحسين بيئة العمل للمشغلين في المهام المعقدة، واستخدام المركبات الآلية الموجّهة (Automated Guided Vehicles) لنقل المواد بين المواقع.



الزراعة

استخدام الطائرات بدون طيار (Drones) للتحكم في المناطق الزراعية ومراقبتها، واستخدام الذكاء الاصطناعي لتحليل العناصر المرتبطة بالزراعة مثل درجة الحرارة وغيرها، لاستخدامها في تحسين التخطيط، وظهور الزراعة العمودية (Vertical Farming).



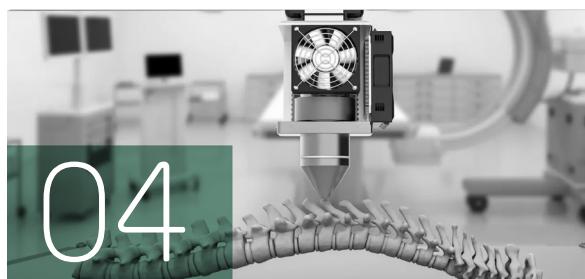
تجارة الجملة والتجزئة

استخدام البيانات الضخمة لفهم سلوك المستهلكين، والحوسبة السحابية لمشاركة البيانات بشكل فوري، والروبوتات لإدارة التخزين داخل المتاجر وخدمات التوصيل، والواقع المعزز لاختبار البضائع الجديدة افتراضياً (Augmented Reality).



الرعاية الصحية

توظيف التصنيع بالإضافة (Additive Manufacturing) لتكوين أجسام ثلاثة الأبعاد شبيهة بخلايا وأعضاء الإنسان، واستخدام الذكاء الصناعي لتسريع عملية إصدار التقارير الطبية.



الخدمات المالية

ظهور العملات المشفرة (Cryptocurrency) المدفوعة بسلسلة الكتل (Blockchain)، وقطاع التكنولوجيا المالية (Fintech) الذي يدمج التكنولوجيا بالخدمات المالية، واستغلال إنترنت الأشياء والبيانات الضخمة لتوفير الخدمات المصرفية الأساسية.



الآثار الإيجابية المتربعة على تبني الثورة الصناعية الرابعة

يحمل تبني تقنيات الثورة الصناعية الرابعة وتطبيقاتها العديد من الآثار الإيجابية، التي تتركز في خفض التكاليف، زيادة الكفاءة والإنتاجية، تعزيز السلامة، تحسين الدقة، وتقليل فترات التوقف. وفقاً لدراسة أجريت، فإنه من المتوقع تحقيق الآثار التالية عند تبني تقنيات الثورة الصناعية الرابعة: [13]



الآثار الإيجابية المتربعة على تبني الثورة الصناعية الرابعة

تظهر الآثار الإيجابية المتربعة على تبني تقنيات الثورة الصناعية الرابعة في العديد من حالات الاستخدام، أبرزها:

تحسين عمليات الإنتاج



المشكلة

عدم قدرة المصانعين على تتبع العناصر بدقة خلال عملية الإنتاج، وصعوبة إجراء التغييرات على عمليات الإنتاج واستغراقها وقتاً طويلاً.



الحل

المستخدم

عملت شركة Ericsson على تطبيق تقنية التوأم الرقمي (Digital Twin) التي توفر تمثيلاً رقمياً واضحاً للوضع الحالي لبيئة الإنتاج، والتخطيط للحالات المستقبلية (what-if scenarios) عبر استعراض العمليات وتحديد أفضل الطرق لتحسينها دون إجراء أية تغييرات على البيئة الواقعية.

انخفاض فترة التعطل
(Downtime)

%3

تقليل نسبة إعادة
العمل (Rework)

%6

تحسين الإنتاج
(Production Flow)

%60



أبرز النتائج

التكامل بين أفراد فريق العمل وعمليات التصميم [15]

مع تعدد البرامج التي يستخدمها مصممي المنتجات، وعدم قدرة جميع الأفراد على الوصول إلى البيانات المحدثة عند العمل ضمن فريق، ينتج العديد من الأخطاء في العمل مما يسبب إهداً للجهد والوقت.



المشكلة

استخدام نظام محاكاة Teamcenter لإدارة البيانات والتتكامل بين أفراد الفريق والبرامج المختلفة المستخدمة، واستخدام التوأم الرقمي لتحسين العمليات وأتمتها.



الحل المستخدم

تقليل الوقت اللازم لتحديد خيارات التصميم (في المراحل المبكرة)

%6

تقليل مدة دورة التقييم الأولي للمنتجات

%50



أبرز النتائج

[١٦] إدارة أداء الأصول (Asset Performance Management)



وجود تحديات في إدارة الأصول لتحقيق عمليات آمنة وفعالة وتحقيق أهداف الإنتاج والربحية على المدى الطويل.



المشكلة

مجموعة من البرامج والخدمات المصممة للمساعدة في تحسين أداء الأصول وزيادة كفاءة تشغيلها وصيانتها من خلال تحليل بيانات التوأم الرقمي وأتمتها العمليات.



الحل

المستخدم العمليات

تقليل تكلفة المخزون
(Inventory Cost)

%10-5

زيادة توفر الأصول
(Availability)

%6-2

تقليل حوادث البيئة
والصحة والسلامة (EHS)

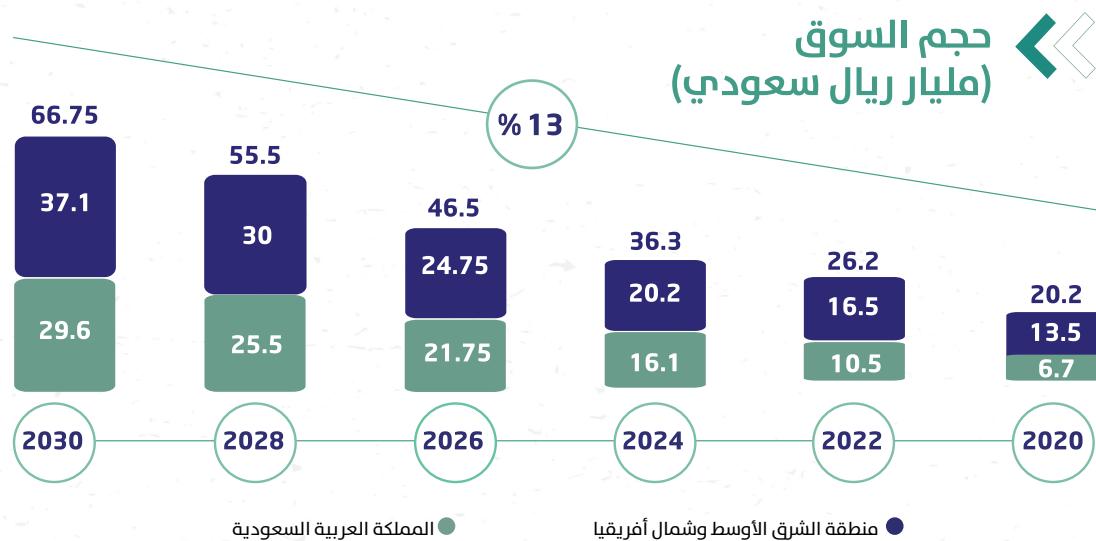
%40-3



أبرز النتائج

واقع الثورة الصناعية الرابعة في المملكة العربية السعودية

تواكب المملكة العربية السعودية التطورات التي يشهدها العالم بقيادة الثورة الصناعية الرابعة، في ظل الحاجة إلى الخروج من الأساليب التقليدية في عصر يشهد التحول نحو مستقبل أكثر تطويراً.



يبلغ معدل النمو السنوي المركب ما يقارب 13% في منطقة الشرق الأوسط والمملكة العربية السعودية.^[17]

بلغ حجم سوق الخدمات المقدمة في مجال الثورة الصناعية الرابعة في المملكة ما يقارب 6.75 مليار ريال سعودي عام 2020 م، ومن المتوقع أن يصل إلى 29.6 مليار ريال سعودي في عام 2030 م.





1,698

مليار ريال سعودي

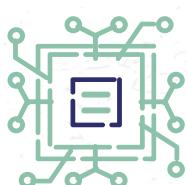
دعم مالي للمشاريع في مجالات التعدين، الصناعة، الخدمات اللوجستية،
والطاقة.



105

مليار ريال سعودي

خصصها صندوق التنمية الصناعية السعودي لدعم مشاريع الثورة الصناعية
الرابعة.



9.3

مليار ريال سعودي

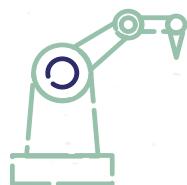
دعم حكومي لبناء البنية التحتية الرقمية.



3

مليار ريال سعودي

خصصها أحد البرنامج لتمويل تطوير 100 منشأة وتنميها لتقنيات الثورة
الصناعية الرابعة.



واقع الثورة الصناعية الرابعة في المملكة العربية السعودية

يدفع الطلب المتزايد على الثورة الصناعية الرابعة عدة محرّكات رئيسية، أبرزها:



تعاني المنظومة البيئية للثورة الصناعية الرابعة في المملكة من الاعتماد بشكل كبير على الشركات ومقدمي الخدمات من خارج المملكة.

تعد المملكة العربية السعودية أكبر سوق للتكنولوجيا في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (MENA).

تستهدف رؤية السعودية 2030 زيادة مشاركة الإيرادات غير النفطية في الناتج المحلي الإجمالي، مما يتطلب من الشركات الصناعية زيادة عملياتها وتسويتها من خلال التحول الرقمي.

نظراً للحاجة المتزايدة لخفض التكاليف من خلال تحسين العمليات، يعمل المصنعون على زيادة إنفاقهم على التقنيات الناشئة والتحول الرقمي.

يتعدد أصحاب المصلحة في مجال الثورة الصناعية الرابعة في المملكة، أبرزهم:



وزارة الاستثمار
Ministry of Investment



وزاية الاتصالات وتقنية المعلومات
MINISTRY OF COMMUNICATIONS AND INFORMATION TECHNOLOGY

برنامج تطوير الصناعة
الوطنية والخدمات
اللوجستية



وزارة الصناعة
والثروة المعدنية
Ministry of Industry and Mineral Resources

هيئة المحتوى المحلي
والمشتريات الحكومية
Local Content & Government Procurement Authority



هيئة الاتصالات والفضاء والتكنولوجيا
Communications, Space & Technology Commission

SDAIA
الهيئة السعودية للبيانات
والذكاء الصناعي
Saudi Data & AI Authority

وزارة التجارة
Ministry of Commerce



أبرز جهود المملكة العربية السعودية نحو تعزيز تبني الثورة الصناعية الرابعة



أولت المملكة العربية السعودية اهتماماً كبيراً في مجال الثورة الصناعية الرابعة وتطبيقاتها، ويظهر ذلك بشكل رئيسي في ظل رؤية السعودية 2030، حيث وُضعت الثورة الصناعية الرابعة كأحد محاور التركيز ضمن برنامج «تطوير الصناعة الوطنية والخدمات اللوجستية».

تستهدف التوجهات الحالية التركيز على تحقيق هدف: تنمية الاقتصاد الرقمي لتمكين الثورة الصناعية الرابعة ضمن محاور «الثورة الصناعية الرابعة»، وذلك من خلال:

تهيئة البيئة التشريعية عبر وضع الأطر القانونية الالزمة، لتوسيع نطاق تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة بما يتواهم مع تنمية قطاعات البرنامج.



تطوير المنظومة البيئية لتقنيات الثورة الصناعية الرابعة والتوسع في سلاسل القيمة الحالية وتطوير سلاسل جديدة.



تطوير البنية التحتية لتقنيات الاتصالات والرقمنة، كممكن رئيسي لنمو وانتشار تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة في مختلف المجالات.



أبرز الإنجازات التي حققت في المجال



01

إطلاق الاستراتيجية الوطنية للتحول الرقمي:

أطلقت وحدة التحول الرقمي الاستراتيجية الوطنية للتحول الرقمي، حيث تركز على القطاعات ذات الأولوية، ومن ضمنها الثورة الصناعية الرابعة.

02

تقييم 100 مصنع:

قامت الهيئة السعودية للمدن الصناعية (مدن) بـ**تقييم 100 مصنع** وتقديم خارطة طريق لتبني تقنيات الثورة الصناعية الرابعة.

03

رفعوعي 1421 منشأة:

رفعوعي **1421** منشأة بأهمية التقنيات الأساسية والمتقدمة، مما أدى إلى تحفيز **37** منشأة على تبني تقنيات الثورة الصناعية الرابعة.

04

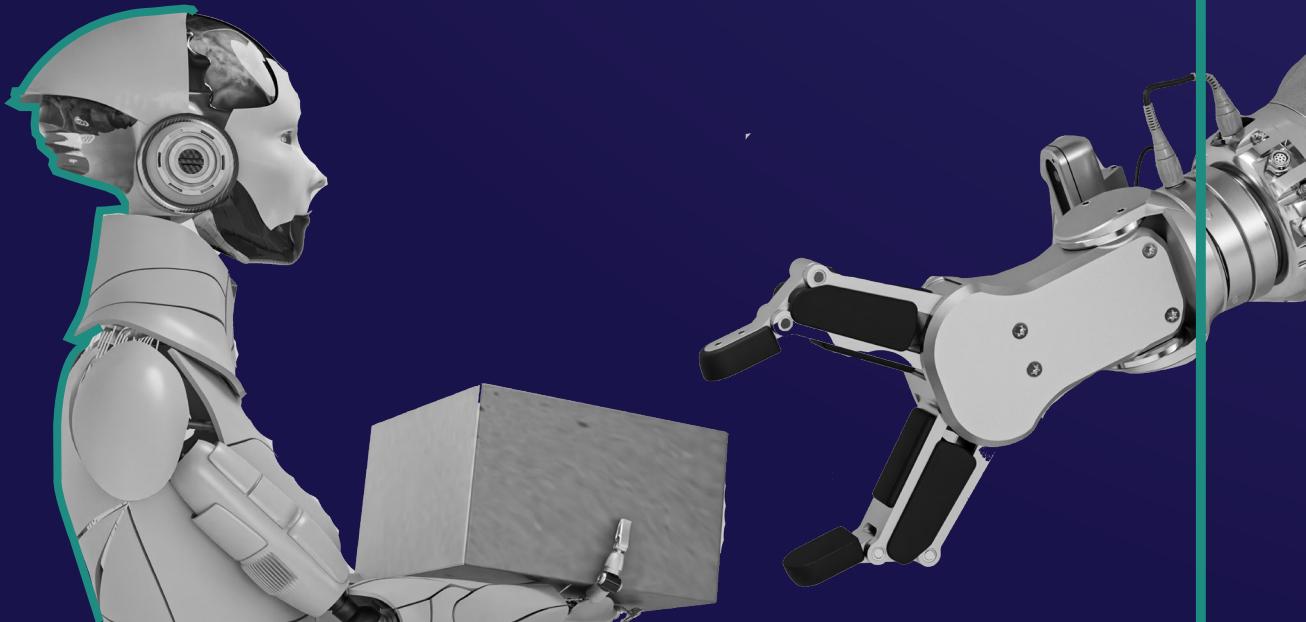
مركز الابتكار للصناعة الرابعة:

أنشأت مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية مركز الابتكار للصناعة الرابعة، الذي يقدم عدداً من تقنيات الجيل الرابع للصناعة بالإضافة إلى بناء القدرات. [١٨]

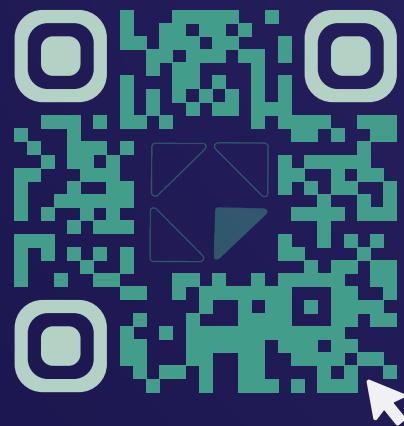
05

اعتماد مؤشر SIRI:

اعتماد مؤشر **SIRI** لقياس مستوى النجاح الرقمي للمنشآت التابعة لقطاعات برنامج تطوير الصناعة الوطنية والخدمات اللوجستية.



المراجع





شركة إلتمام
الاستشارية



www.itmam.sa



@ITMAM_SA



linkedin.com/company/itmam-consultancy