شركة الإتمام
الاستشـــارية

تقارير إتمام

تقرير رقم 1

تقرير الثورة الصناعية الرابعة

4-1

صناعة

تقنيات

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

محاور الورقة

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 المترتبة 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

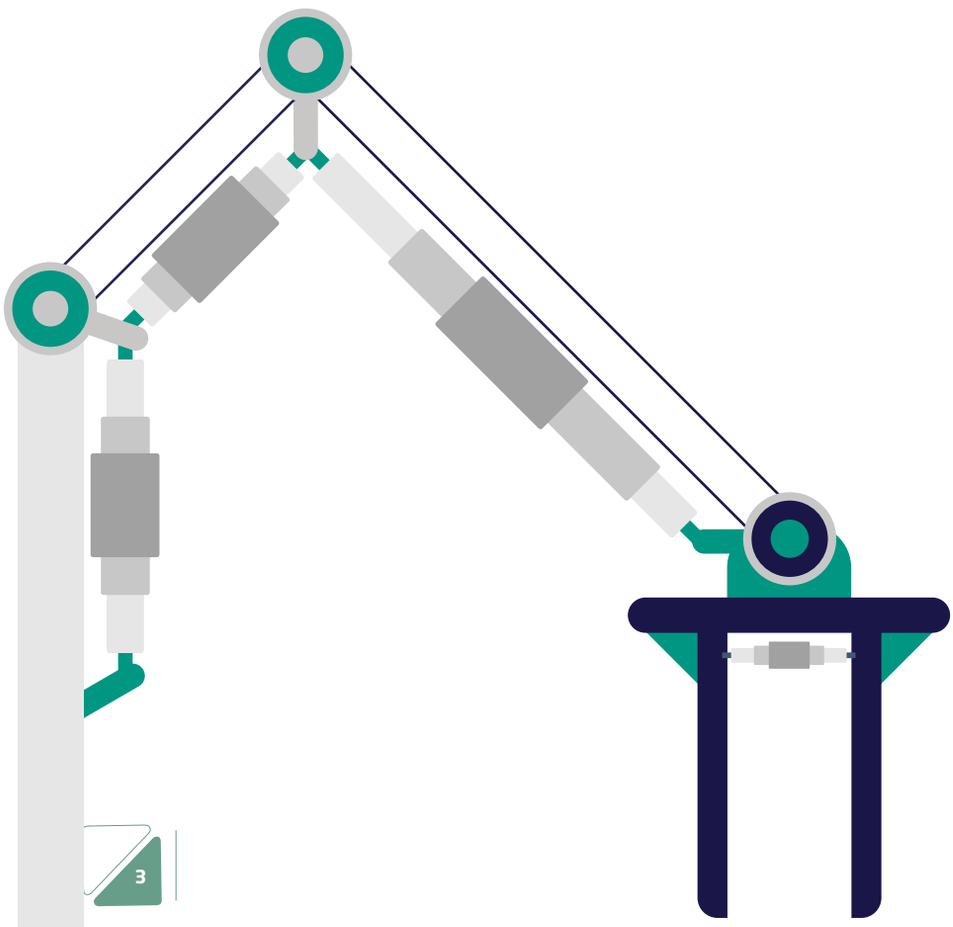
نحن نقف على أعتاب ثورة تكنولوجية من شأنها إحداث تغييرًا جوهريًا في الطريقة التي نعيش ونعمل ونتواصل بها، وتمثّل فصلًا جديدًا في التنمية البشرية، يقوده التقدم التقني المدفوع بتلك التقنيات التي ظهرت في كل من الثورات الأولى والثانية والثالثة.

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

ما هي الثورة الصناعية الرابعة؟

ظهر مصطلح الثورة الصناعية الرابعة -أو ما يعرف باسم Fourth Industrial Revolution- لأول مرة في برنامج استراتيجية التكنولوجيا الفائقة للحكومة الألمانية عام **2011** م، إلا أنه استُخدِم على نطاق دولي ,وأصبح واسع الانتشار عندما اعتمده المنتدى الاقتصادي العالمي (World Economic Forum) عام **2016** م.

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 رقميًا:

بشكل عمودي

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

وبشكل أفقي

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

بلغت قيمة السوق العالمية للثورة الصناعية الرابعة

114.55
مليار دولار أمريكي
في عام **2021** م.

ومن المتوقع أن تصل إلى

377.30
مليار دولار أمريكي
بحلول عام **2029** م. (بمعدل نمو سنوي مركب قدره **19.4%**). [7]

من البخار إلى المستشعرات: الثورات الصناعية عبر التاريخ

الثورة الصناعية الأولى (Industry 1.0)
أواخر 1700 م [8]

- الاعتماد في الإنتاج على البخار والمياه عوضًا عن الاعتماد الكامل على القوى البشرية والحيوانات.
- صناعة السلع عبر استخدام الآلات والمعدات بدلًا 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 1900 م

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

الثورة الصناعية الرابعة (Industry 4.0)
العصر الحالي

- توظيف الآلات والمصانع الذكية والبيانات للمساعدة في إنتاج السلع بشكل أكثر كفاءة وإنتاجية.
- استخدام التخصيص الشامل (Mass Customization) لزيادة المرونة في المصانع وتلبية طلبات العملاء بشكل أفضل.
- جمع البيانات وتحليلها، واستخدام الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة لتحقيق 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 المخزّنة وتحليلها بشكل أكثر كفاءة وفاعلية، وتقليل تكاليف بدء التشغيل للمصانع الصغيرة والمتوسطة.

الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة (Artificial Intelligence and Machine Learning):

يسمح 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 لاقتطاع وإزالة المواد من الكتلة الصلبة.

إنترنت الأشياء (Internet of Things):

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

أبرز التقنيات التي تقود الثورة الصناعية الرابعة

تحليل البيانات الضخمة (Big Data Analytics):

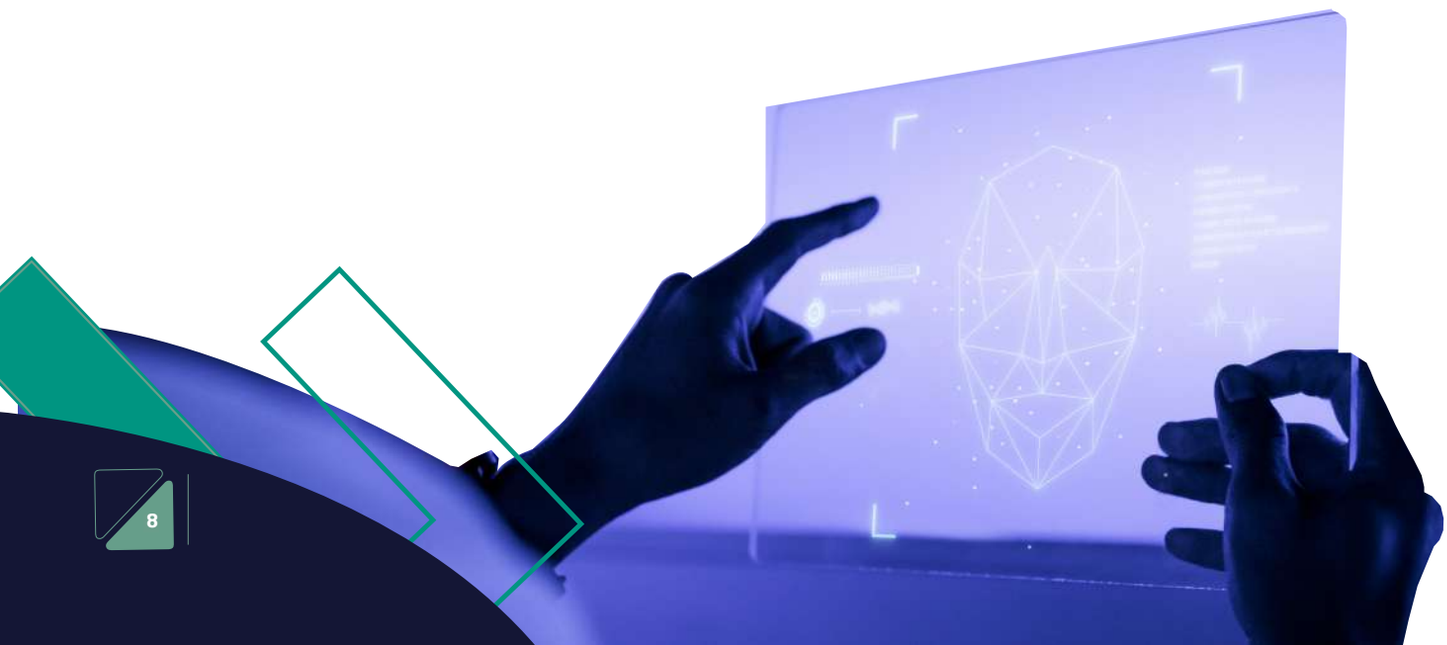
يساعد استخدام التقنيات المتقدمة لتحليل البيانات الضخمة التي يتم جمعها من أجهزة الاستشعار لآلات الإنتاج على اكتشاف الأنماط والتنبؤ بمواعيد الحاجة إلى الصيانة والإصلاح، كما يدعم تحليل البيانات الضخمة اختبار كفاءة الإنتاج وفهم البيانات، تحسين التنبؤات، وأتمتة إدارة الإنتاج.

التوأم الرقمي (Digital Twin):

تتيح هذه التقنية إنشاء توائم رقمية عبارة عن نسخة افتراضية طبق الأصل من: العمليات، خطوط الإنتاج، المصانع، وسلاسل 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 (Virtual Reality) والواقع المعزز (Augmented Reality):

يستخدم الواقع الافتراضي البيئات الافتراضية، بينما يستخدم الواقع المعزز عناصر افتراضية على الواقع الحقيقي، ويُستخدم كلاهما لتوفير المعارف والمعلومات المفيدة لتحسين العمليات، زيادة السلامة، وتقليل التكاليف. [11]



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: [12]

الصناعة

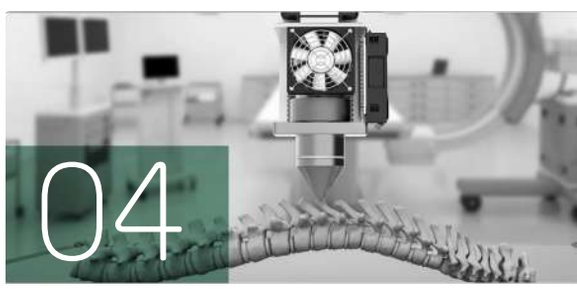
استخدام الواقع المعزز (Augmented Reality) لتوفير المعلومات وتحسين بيئة العمل للمشغلين في المهام المعقدة، واستخدام المركبات الآلية الموجّهة (Automated Guided Vehicles) لنقل المواد بين المواقع.

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 افتراضيًا (Augmented Reality).



الرعاية الصحية

توظيف التصنيع بالإضافة (Additive Manufacturing) لتكوين أجسام ثلاثية 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 المترتبة على تبني الثورة الصناعية الرابعة

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

15 - 20%
تقليل تكاليف الاحتفاظ بالمخزون

15 - 30%
زيادة في إنتاجية طاقم العمل

30 - 50%
تقليل فترة التعطل للمعدات

85%
تحسين لدقة التنبؤات

الآثار الإيجابية المترتبة على تبني الثورة الصناعية الرابعة

تظهـر الآثـار الإيجابيـة المترتبـة عـلى تبنـي تقنيـات الثـورة الصناعيـة الرابعـة في العديـد مـن حـالات الاسـتخدام، أبرزهـا:

تحسين عمليات الإنتاج [14]

المشكـلة

عـدم قـدرة المصنعـين عـلى تتبـع العنـاصر بدقـة خـلال عمليـة الإنتـاج، وصعوبـة إجـراء التغيـيرات عـلى عمليـات الإنتـاج واسـتغراقها وقتًـا طويـلاً.

الحل المستخدم

عملـت شركـة Ericsson عـلى تنصيـب تقنيـة التـوأم الرقمـي (Digital Twin) التي توفر تمثيـلاً رقميًـا واضـح للوضـع الحـالي لبيئـة الإنتـاج، والتخطيـط للحـالات المسـتقبلية (what-if scenarios) عـبر اسـتعراض العمليـات وتحديـد أفضـل الطـرق لتحسـينها دون إجـراء أيـة تغيـيرات عـلى البيئـة الواقعيـة.

أبرز النتائج

تحسين الإنتاج (Production Flow)	تقليـل نسـبة إعـادة العمـل (Rework)	انخفاض فترة التعطل (Downtime)
%60	%6	%3

التكامل بين أفراد فريق العمل وعمليات التصميم [15]

SIEMENS

المشكلة

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 إهدارًا للجهد والوقت.

الحل المستخدم

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

أبرز النتائج

تقليل مدة دورة التقييم الأولي للمنتجات

%50

تقليل الوقت اللازم لتحديد خيارات التصميم (في المراحل المبكرة)

%6

إدارة أداء الأصول (Asset Performance Management) [16]

المشكلة

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

الحل المستخدم

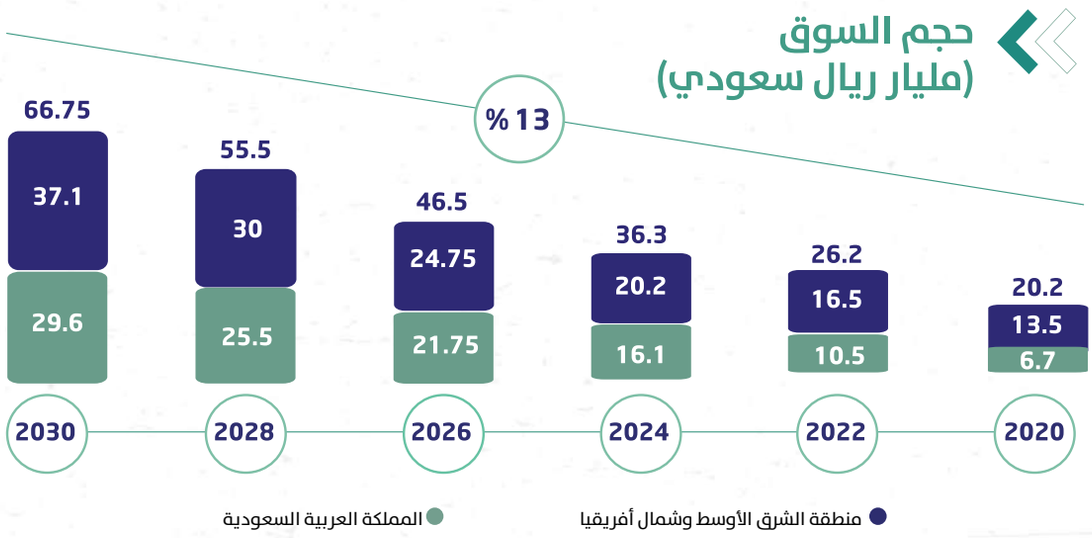
مجموعة من البرامج والخدمات المصممة للمساعدة في تحسين أداء الأصول وزيادة كفاءة تشغيلها وصيانتها من خلال تحليل بيانات التوأم الرقمي وأتمتة العمليات.

أبرز النتائج

تقليل حوادث البيئة والصحة والسلامة (EHS)	زيادة توفر الأصول (Availability)	تقليل تكلفة المخزون (Inventory Cost)
%40-3	%6-2	%10-5

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 تطورًا.



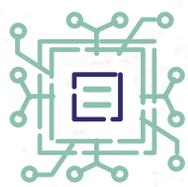
يبلغ معدل النمو السنوي المركب ما يقارب **13**٪ في منطقة الشرق الأوسط والمملكة العربية السعودية.[17]

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

مليـــار ريال سعودي

دعـــم مالـــي للمـشاريع في مجـــالات التـعـــدين، الصـنـاعـــة، الخـــدمـــات اللوجـستـية، والطـاقـة.



105

مـلـيار ريال سعودي

خصصها صـنـدوق التنمية الصـنـاعيـــة الـسعـــودي لدعـــم مشـــاريع الثـــورة الصناعية الرابعـة.

9.3

مـلـيار ريال سعودي

دعـــم حكـومـي لـــبـنـــاء البـنـيـة التـحـتـيـة الرقـمـية.

3

مـلـيار ريال سعودي

خـصـصـها أحـد الـبـرامـج لـتـمـويـل تحـويـــل **100** مصـنـــع وتبنيها لتقنيات الثورة الصناعيـة الرابعـة.

واقع الثورة الصناعية الرابعة في المملكة العربية السعودية

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

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

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

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

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

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

وزارة الصناعة والثروة المعدنية
Ministry of Industry and Mineral Resources

برنامج تطوير الصناعة الوطنية والخدمات اللوجستية

وزارة الاتصالات والتقنية ومعلومات
MINISTRY OF COMMUNICATIONS AND INFORMATION TECHNOLOGY

وزارة الاستثمار
Ministry of Investment

وزارة التجارة
Ministry of Commerce

SDAIA
الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي
Saudi Data & AI Authority

هيئة الاتصالات والفضاء والتقنية
Communications, Space & Technology Commission

هيئة المحتوى المحلي والمشتريات الحكومية
Local Content & Government Procurement Authority

SIDF
صندوق التنمية الصناعية السعودي

مدن
MODON

KACST
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

أبـرز جهـود المملكـة العربيـة السـعودية نحـو تعزيـز تبنـي الثـورة الصناعيـة الرابعـة

أولـت المملكـة العربيـة السـعودية اهتمامًـا كبـيرًا في مجـال الثـورة الصناعيـة الرابعـة وتطبيقاتهـا، ويظهـر ذلـك بشـكل رئيـسي في ظـل رؤيـة السـعودية **2030**، حيـث وُضعـت الثـورة الصناعيـة الرابعـة كأحـد محـاور التركيـز ضمـن برنامـج «تطويـر الصناعـة الوطنيـة والخدمـات اللوجسـتية».

تسـتهدف التوجهـات الحاليـة التركيـز عـلى تحقيـق هـدف: تنميـة الاقتصـاد الرقمـي لتمكـين الثـورة الصناعيـة الرابعـة ضمـن محـور «الثـورة الصناعيـة الرابعـة»، وذلـك مـن خـلال:

تهيئـة البيئـة التشريعيـة عـبر وضـع الأطـر القانونيـة اللازمـة، لتوسـعة نطـاق تطبيقـات الثـورة الصناعيـة الرابعـة بمـا يتـواءم مـع تنميـة قطاعـات البرنامـج.

تطويـر المنظومـة البيئيـة لتقنيـات الثـورة الصناعيـة الرابعة والتوسـع في سلاسـل القيمـة الحالية وتطويـر سلاسـل جديدة.

تطويـر البنيـة التحتيـة لتقنيـات الاتصـالات والرقمنـة، كممكـن رئيـسي لنمـو وانتشـار تطبيقـات الثـورة الصناعيـة الرابعـة في مختلـف المجـالات.

أبرز الإنجازات التي حُقّقت 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) بتقييم **100** مصنع وتقديم خارطة طريق لتبني تقنيات الثورة الصناعية الرابعة.

03 **رفع وعي 1421 منشأة:**

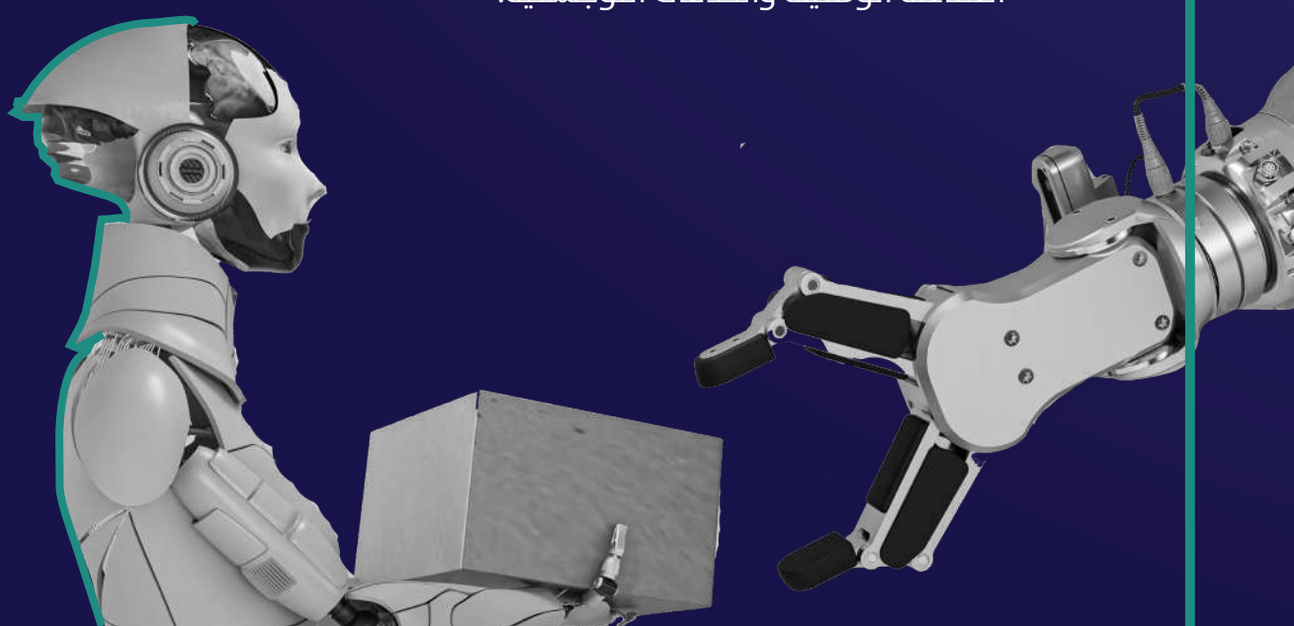
رفع وعي **1421** منشأة بأهمية التقنيات الأساسية والمتقدمة، مما أدى إلى تحفيز **37** منشأة على تبني تقنيات الثورة الصناعية الرابعة.

04 **مركز الابتكار للصناعة الرابعة:**

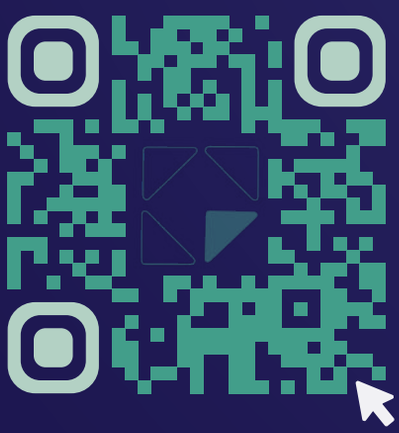
أنشأت مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية مركز الابتكار للصناعة الرابعة، الذي يقدم عدداً من تقنيات الجيل الرابع للصناعة بالإضافة إلى بناء القدرات. [18]

05 **اعتماد مؤشر SIRI:**

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



المراجع



شركة الإتمام
الاستشـــارية