

ورقة عمل

دور مؤسسات التعليم والتدريب والتأهيل في توفير متطلبات الأنماط الجديدة في العمل

د. خالد عبد العظيم خلفية

يعيش العالم اليوم حقبة الثورة الصناعية والتكنولوجية الرابعة التي ستغير جذريا الطريقة التي تحيا بها الناس وتعمل في ظلها وهو ما يتطلب ضرورة الاستجابة والتكيف معها ، وأن تكون تلك الاستجابة شاملة ومتكاملة وتضم جميع الأطياف التي تمثل أركان المجتمع وقطاعاته المختلفة الوظيفية العامة والخاصة منها ومؤسساته التربوية والاكاديمية ، والتعليم هو البوابة الملكية لدخول هذا العصر الذي يمثل التحدي الأكبر في القرن الحادي والعشرين والتمكين فيه ، شأنه في ذلك شأن دوره في النهوض بالأمم وتعزيز تقدمها والتنمية فيها ، واستعداداً لهذه الثورة بفرصها ومخاطرها، فلا بد أن يتم هذا في ضوء بنية مفاهيمية متكاملة ومترابطة، وأن القيم والقدرات المطلوب تنميتها لا بد وأن تشكل من جديد، وذلك وفق نسق فكري جديد يؤسس لعلاقة عضوية بين الانسان وتطبيقات الثورة الصناعية الرابعة.

ساهمت الثورة الصناعيّة الرابعة في تحقيق التنمية بسرعة زمنية فائقة، وبشكل يزيد من قيمة التفكير بالمستقبل والعمل من أجله، فقد وفّرت الثورة الذكيّة الكثير من الفرص والاستثمارات للشركات وأصحاب العمل والتي يترتّب عليها عدد كبير من الإيجابيات على الفرد والمجتمع، خاصة فيما يخص أثر الثورة الصناعيّة الرابعة على مستقبل التنمية والتمثل في زيادة الإنتاجيّة بفضل العديد من التقنيات الحديثة التي تُعزّز من الحياة المهنيّة وخلق فرص استثمارية جديدة تتيح فرص عمل لعدد كبير من أصحاب الخبرات التكنولوجيّة ورفع معدلات التنمية الاقتصادية واختصار الوقت والجهد في عملية التطوّر و تأهيل خبرات القوة العاملة المستقبلية لتتأقلم مع التطورات التكنولوجيّة و توفير رعاية صحيّة أفضل ضمن نظام صحيّ متكامل ومتطوّر والتقليل من تكاليف الإنتاج وتأمين خدمات نقل واتصال بأقل التكاليف.

إلا أنه للاستفادة من تلك المزايا ينبغي التعامل مع التحديات التي تواجه عمليتي التعليم والتعلم ومن أهم هذه التحديات التكيف مع الثورة الصناعية الرابعة بمنظومة تعليمية متكاملة، وبإطار مؤهلات مرنة يفتح آفاقاً أمام الأجيال القادمة نحو التعليم المستمر، ومؤسسات تعليمية قادرة على مواكبة التطور التكنولوجي، وقيادة معلمون قادرين على إعداد طلابهم لمواكبة تلك الثورة ، وتطوير المناهج بما يواكب مستجداتها وخاصة بمجالات: الروبوتات، والذكاء

الاصطناعي، وتكنولوجيا النانو، والحوسبة ، والتكنولوجيا الحيوية، وانترنت الأشياء ، والطباعة ثلاثية الأبعاد، والمركبات المستقلة ذاتية القيادة.

أولاً: منطلقات الورقة:

تنطلق الورقة من المنطلقات الآتية :

- ضرورة مواكبة الثورة الصناعية الرابعة بما أحدثته من تغيرات كبرى في النظام الاقتصادي والاجتماعي في العالم.
- إسهام تقنيات الثورة الصناعية الرابعة في تطور الصناعات في مجالات الرعاية الصحية، والنقل، والطاقة، والزراعة، والتعليم والتعلم، والتصنيع والتجارة. حيث يمكن لهذه التقنية توفير كفاءات متزايدة، وتقليل التكاليف، وتوفير أدوات ملائمة.
- إمكانية توظيفي تقنيات الثورة الصناعية الرابعة في العملية التعليمية وخاصة في المناهج وطرق التدريس وبيئة التعليم والتعلم حيث ستتحول المدارس تدريجياً من البيئة المدرسية التقليدية إلي بيئة مختلفة لمواكبة متطلبات هذه الثورة.
- التعليم هو المحور الرئيس المنوط به تأهيل الأجيال لسد الفجوات الرقمية والتكنولوجية وتطوير مهاراتهم لمواجهة تحديات الثورة الصناعية الرابعة.

ثانياً: مرتكزات الورقة:

ترتكز الورقة حول المرتكزات الآتية:

- الثورات الصناعية أثرت في تطوير حياة البشرية وخاصة الثورة الصناعية الرابعة حيث اخترقت التكنولوجيا الناشئة في العديد من المجالات الاقتصادية والاجتماعية والتعليمية.
- انعكاسات الثورة الصناعية الرابعة على منظومة التعليم والتأهيل يتطلب وضع آليات تطوير التعليم والتعلم وفق متطلبات هذه الثورة
- أهمية التعامل علي عدة محاور في مواجهة تحديات الثورة الصناعية الرابعة .

ثالثاً: المفاهيم الأساسية :

الثورة الصناعية الرابعة: يُقصد بها الموجة الصناعية الجديدة التي تركز على الصناعة في طورها الرابع من حيث استخدامها للتقنية، لا سيما التكنولوجيا الحديثة في مجالات جديدة

مثل: الروبوتات، والذكاء الاصطناعي، وتكنولوجيا النانو، التحكم في الجينات، والحوسبة الكمية، والتكنولوجيا الحيوية، وانترنت الأشياء، والطباعة ثلاثية الأبعاد، والمركبات ذاتية القيادة، والتقنية الحيوية.

الإطار العام للورقة:

يتناول الإطار العام للورقة الثورات الصناعية، وخصائص الثورة الصناعية الرابعة، وانعكاساتها على منظومة التعليم والتأهيل، وتفاعل دول الوطن العربي مع متطلباتها، وتفاعل نظم التعليم والتدريب والتأهيل معها، وآليات تطوير التعليم والتعلم في الدول العربية في ضوء متطلباتها، وفيما يلي تفصيل القول في ذلك :

الثورات الصناعية:

يصنف الخبراء الثورات الصناعية التي حدثت خلال المائتي عام السابقة، وأثرت على طرق التصنيع والانتقال والاتصالات، كما أثرت على المجتمعات كالتالي:

• الثورة الصناعية الأولى :

بدأت الثورة الصناعية الأولى في بريطانيا في الحقبة السادسة من القرن الثامن عشر من خلال سلسلة من الاختراعات التي حوّلت مجرى وأنماط الإنتاج على مستوى القارة الأوروبية. إلا أن الأسباب الحقيقية وراء ذلك التطور ارتبطت بشكل وثيق بالثورة التجارية، إذ دفعت زيادة وتيرة التجارة الدولية إلى السعي من أجل زيادة معدلات الإنتاج على مستوى الدول الأوروبية. وهو ما بات يحتاج إلى «ميكنة» النظم الصناعية، ولو بشكل بدائي، خاصة مع زيادة الطلب الدولي على المنتجات المصنعة، وذلك على ضوء وجود مستعمرات واسعة للغاية لتبادلات تجارية كثيفة على المستوى الدولي. أما السبب الثاني فوقف وراءه ظهور الطبقة الرأسمالية التي ولّدتها الثورة التجارية التي كانت قادرة على الاستثمار في أعمال المخترعين والاستفادة منها رغبةً منها في إيجاد وسائل حديثة لزيادة الإنتاج وتطويره ومن ثم الربحية. ولقد كانت هذه الطبقة هي الوحيدة القادرة على تمويل مثل هذا التحرك. ومن ثم، لم يكن مستغرباً أن يرتبط كثرة من المخترعين برجال أعمال عكفوا على تمويل أبحاثهم وتجاربهم للاستفادة منها على مستوى واسع. وكانت هنا بداية مفهوم البحث والتطوير R&D في غالبية الشركات الكبرى اليوم، فزواج رأسمال والفكر كان نسله الطبيعي الثورة الصناعية الأولى.

واقع الأمر أن الثورة الصناعية الأولى بدأت في بريطانيا دون غيرها من الدول الأوروبية الأخرى على الرغم من أنها لم تكن أكثر الدول تقدمًا مقارنة بدول أوروبية أخرى. عناصر ظهور هذه الثورة في بريطانيا توافرت لأسباب كثيرة، أبرزها: أن بريطانيا كانت أكثر الدول الأوروبية تطبيقًا للمفهوم البدائي للرأسمالية، فهي المستفيد الأول من الثورة التجارية في القرنين السادس والسابع عشر، واستطاعت أن تنظم اقتصادياتها على النحو المطلوب وهو ما سمح بعنصرين أساسيين: الأول، التراكم الرأسمالي المطلوب في أيدي طبقة جديدة بازغة. والثاني، التنظيم الجيد للدولة في هذا المجال. وبالتالي، الكل استفاد من الثورة التجارية من الدولة إلى المزارع البسيط، فضلاً عن وجود نظام بنكي وشركات مساهمة كبيرة متطورة، وكان دور الدولة يتمثل بضمان حرية المنافسة والاستقرار والانخفاض النسبي للفساد الحكومي مقارنة بدول أخرى مثل إسبانيا وفرنسا. لكل هذه الأسباب مجتمعة كانت الساحة معدة تمامًا لانطلاقة الثورة الصناعية الأولى في بريطانيا، التي تبعتها باقي القارة الأوروبية فيما بعد، ولكن ليس قبل أن تقطف بريطانيا ذاتها ثمار هذه الثورة العظيمة أكثر من أي دولة أخرى في أوروبا والعالم.

لقد أخذت الثورة الصناعية الكثير من الأشكال، ولكن أهم عناصرها على الإطلاق كان التوسع في عملية «الميكنة» ومن ثم التصنيع. لقد كانت البداية في مجال الغزل فبعد اختراع عجلة الغزل (النول) التي سمحت بغزل ما يقرب من ثمانية خيوط في وقت واحد وسُمّي هذا الاختراع باسم «ماكينة جيني» نسبة إلى زوجة المخترع، بدأت عمليات تطويرها إلى أن طوّر آخرون ماكينات تسمح بغزل أربعمائة خيط في وقت واحد، وهو ما كان يُعد معجزة صناعية في ذلك الوقت، ثم جرى تطوير الماكينات لتدخل مجال النسيج.

بعدها، باشر المخترعون العمل على بناء الماكينات البخارية لأغراض صناعية، ولكن نظرًا لكبر حجم هذه الماكينات كان من المستحيل أن تستمر عملية التصنيع في الورش الصغيرة Workshops، وصار من المطلوب التوسع في المرافق. هذا ما دفع المستثمرين لشراء الأراضي وبناء المصانع لاستيعاب هذه الماكينات أو الآلات الضخمة الحديثة، ومع ذلك وضعت طبيعة الماكينات حدودًا على عملها نظرًا لحاجاتها الكبيرة للتبريد لدفع عملها. وهنا كان الدور الرائد للمخترع جيمس وات الذي ابتكر وسائل للتبريد تسمح لهذه الماكينات بالعمل لمدة طويلة للغاية من دون التوقف للتبريد، ويعد مثال هذا المخترع تجسيدًا لمفهوم تزاوج العلم ورأس المال، إذ أفلس هذا العبقرى بينما كان يصنّع اختراعاته ما دفعه لعقد شراكة مع أحد الرأسماليين البريطانيين. ولقد مؤل هذا الأخير الاختراعات حتى استطاعا معًا تسجيل

براءة اختراع أول ماكينة تعمل بالبخر والتبريد أيضاً، واستفادا منها استفادة عظيمة وباعا ما يقرب من ثلاثمائة ماكينة. وتواكب مع ذلك التوسع الكبير في استغلال الفحم كأداة للطاقة بدلاً من الخشب. لم يتأخر الأمر كثيراً لنقل فكرة ماكينة البخر إلى المجالات المختلفة، إذ سرعان ما صنعت أول سفينة تسير بالطاقة البخارية. ولكن الفضل فيها هذه المرة لم يكن للبريطانيين، بل جرى تطويرها في الولايات المتحدة بعد استقلالها عن بريطانيا، وبالفعل أجريت تجربة أول سفينة يحركها البخر (باخرة) في نهر البوتوماك الذي يمر في العاصمة الأميركية واشنطن وشهد الاحتفال الزعيم الأميركي جورج واشنطن بنفسه.

وتوالى تطوير السفن البخارية على مدار العقود التالية إلى أن أصبحت أداة تجارية في أيدي الدول الكبرى؛ غير أنه لا حدود لحركة التقدم، إذ سرعان ما انتقلت الثورة الصناعية على الفور إلى اختراعات موازية فطور البريطانيون نظام المحركات البخارية لتصنيع أول سيارة غير أنها لم تكن اقتصادية فطبق هذا المفهوم لاختراع وسيلة جديدة للنقل السريع فكان اختراع العربات الحديدية التي تقطرها قاطرة تمشي على قضيبين أي القطار. وبدأت بريطانيا تتوسع في ربط مدنها بهذه الوسيلة الجديدة والمتطورة والتي توفر الجهد والوقت معاً، وسرعان ما انتشر هذا الاختراع إلى باقي الدول الأوروبية.

من ناحية أخرى، اخترع العالم صامويل مورس وسيلة لاستخدام الطاقة الكهرومغناطيسية للتواصل التلغرافي فربطت المدن الكبيرة بخطوط تلغرافية استخدمت ما هو معروف برمز مورس Morse Code عبر استخدام النقطة والشرطة للتواصل. ولقد وُضع أول خط بحري عبر المحيط الأطلسي بين الولايات المتحدة وبريطانيا في عام 1866. كذلك انتشرت الاختراعات في مجال الزراعة ما أدى إلى «ميكنة» وسائل الحصاد والتصنيع الزراعي بالإضافة إلى اختراع أسمدة كيميائية وعضوية جديدة ساهمت بشكل كبير للغاية في تطوير الأنظمة الزراعية وزيادة إنتاجها.

وبصفة عامة، وضعت الثورة الصناعية الأولى العالم على أعتاب انطلاقة حديثة غير محدودة للتطوير، وكانت انعكاساتها على النظام الاقتصادي الدولي هائلة غيرت بشكل جذري طريقة الحياة، إذ أدت إلى «ميكنة» الزراعة والصناعة، ولو بشكل بدائي، إلى رفع الإنتاجية. كما أنها أدخلت مفهوم استخدام الطاقة في الحياة فطوّرت نظم الإنتاج ووضعت أساسيات نظام المصانع بدلاً من الورش الصغيرة. وأدت بشكل مباشر لسرعة التواصل والمواصلات سواء الداخلية أو الخارجية، ولئن اعتقد البعض أن هذا كان نهاية المطاف فحقيقة الأمر أنه كان

مجرد بداية المطاف للثورات الثلاث التي أشار إليها كلاوس شواب في مقاله المشار إليه، فأصبح العالم يتأهب حقًا لاستيعاب الثورة الصناعية الثانية.

• الثورة الصناعية الثانية:

إذا كانت الثورة الصناعية الأولى قد أتت بمتغيرات في وسائل الإنتاج من خلال استخدام ماكينات البخار وبعض الاكتشافات الكهرومغناطيسية التي سمحت بظهور التراسل، وغيرها من الاختراعات لمدة مائة سنة منذ منتصف القرن الثامن عشر، فإن الثورة الصناعية الثانية التي اندلعت من منتصف القرن التاسع عشر لمدة قرابة مائة سنة قد أتت بمتغيرات أكثر أهمية، حيث غيرت تمامًا حياة الإنسان على وجه الأرض.

وإلى هذه الثورة الصناعية الثانية يُنسب شكل النظام الاقتصادي الدولي الذي نعيشه اليوم، فهي التي وضعت الأسس العلمية التي كفلت لنا حياة مختلفة تمامًا عن قرن ونصف القرن مضيا.

وتشير المصادر التاريخية إلى أن هذه الثورة بدأت في حدود عام 1860 تقريبًا في بريطانيا والولايات المتحدة وألمانيا فيما بعد، ثم انتشرت في كل أوروبا بحلول العقود الأولى من القرن العشرين ثم إلى باقي العالم. ويمكن إدراج أهم ملامح هذه الثورة في اختراع وتطوير صناعة الصلب واختراع الموتورات المبنية على فكرة الاحتراق الداخلي **Internal Combustion** ، واختراع الدينامو والتطورات الهائلة في المجال الكهرومغناطيسي والكهرباء.

لقد بدأت الثورة الصناعية الثانية من خلال عدد من الاختراعات التي سمحت بالتوسع في صناعات الصلب (الفولاذ) بدلاً من التركيز على الحديد فقط بعد تطويرها من خلال اكتشاف ضخ هواء نقي في الأفران لتنقية الحديد مهما كانت نوعيته ليتحول إلى صلب. هذا ساهم بشكل كبير في توسيع عمليات البناء في الغرب. ثم جاء بعد ذلك مباشرة اختراع الدينامو، الذي بفضل استطلاع العلماء تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية. وعلى الرغم من أن فكرته ترجع إلى عام 1831 فإن تطبيقاته لم تدخل حيز التنفيذ إلا في أواخر القرن نفسه، وهو ما سمح بالاستخدام الواسع للكهرباء باعتبارها مصدراً للطاقة التي باتت تدريجياً أساساً لأغلب إنتاج الطاقة في الدول الأوروبية بحلول القرن العشرين.

ولعل أهم إنجاز بعد استخدام الكهرباء كان اختراع أول محرّك (موتور) في عام 1876 يعمل على أساس الاحتراق الداخلي، وهو ما فتح المجال أمام صناعة السيارات والقطارات. ومن ثم أدخل العالم في «عصر الموتور» باستخدام منتجات البترول، باعتبارها أهم وسيلة للطاقة ولتوليد الكهرباء في الوقت الذي كانت استخدامات البترول فيه محدودة على استخراج الكيروسين للإنارة فقط. وينسب إلى ألمانيا هذا الاختراع من خلال سلسلة من العلماء ترتبط في حاضرنا اليوم بنوعيات السيارات التي نُسبت إليهم، فقد وضع غوتليب ديملر Daimler أول هذه المحركات، بينما اخترع كارل بنز Benz فكرة الشرارة الكهربائية، وينسب إلى فيلهلم مايباخ Maybach اختراع المفحم (الكاربُرَاتير)، وهو ما سمح بإنشاء أول سيارة تسير على أساس الاحتراق الداخلي، وقد طوّر بعد ذلك العالم الألماني رودولف ديزل Diesel فكرة الاحتراق الداخلي من خلال استخدام الخام الطبيعي - أو المازوت - الذي سرعان ما انتشر خصوصاً في السفن التجارية، وإليه ينسب اسم «الديزل» أحد مشتقات البترول التي نعرفها اليوم.

وقد استمرت الثورة الصناعية في اختراعاتها تدريجياً، فدخل العالم عصر الميكنة بشكل موسع للغاية، خصوصاً بعد اكتشاف الخلايا الضوئية، وهو ما سهل عملية الإنتاج. وينسب إلى المستثمر والصناعي الأميركي هنري فورد فكرة حركة المصانع بوضع خطوط للإنتاج على أحزمة تتحرك عليها المعدات ويجري تركيبها من خلال العمال، ولقد انتقلت هذه الفكرة فيما بعد إلى خطوط إنتاج السيارات، حيث تم تجميع أول محرك سيارة في قرابة 93 دقيقة فقط، وهو ما سرّع من حركة الإنتاج بعد تطبيقه على كثير من الصناعات.

وصاحب هذا التقدم أيضاً دخول العلم بشكل كثيف في عملية التصنيع، خصوصاً بعد تطور علوم الطبيعة والكيمياء، وأثرهما المباشر على تصنيع منتجات الألياف والمطاط وغيرهما، كما صاحب هذه الفترة طفرة كبيرة في الصناعات الغذائية المصنعة فضلاً عن الحرير الطبيعي.

لعل أكثر الاختراعات التي أثرت على عالمنا اليوم كان اختراع اللاسلكي الذي استند إلى كثير من اختراعات الثورة الصناعية الأولى، لكن تطبيقاته تنسب إلى الإيطالي غوليلمو ماركوني Marconi الذي استند إلى اكتشافات هاينريش هيرتز - Hertz الذي ينسب إليه اسم الموجات المستخدمة في الراديو واللاسلكي اليوم - فقام بتصنيع أول لاسلكي. وكانت الفكرة الأساسية له تستند إلى إطلاق موجات كهرومغناطيسية

واستقبالها من خلال أجهزة محددة، وقد استطاع ماركوني إجراء أول تجربة له لنقل رسالة من بريطانيا عبر بحر المانش إلى القارة الأوروبية، وطبقت التجربة ذاتها عبر المحيط الأطلسي عام 1901. ثم كان أول استخدام تجاري لها من خلال اختراع الراديو عام 1920، وتم تطبيق الفكرة نفسها على اختراع جديد هو التلفزيون في أربعينات القرن الماضي. وسرعان ما انتقل العلم لاختراع التليفون الذي سجلت براءته المخترع البريطاني ألكسندر غراهام بل Bell من خلال تطبيق مبادئ مشابهة لتسهيل الاتصالات عبر السلوك.

ولعل أكثر الاختراعات تأثيراً على المجتمعات كانت أيضاً الإنارة الكهربائية للبيوت والمصانع بدلاً من الشموع. وعلى الرغم من أن فكرتها ولدت في عام 1820، إلا أن تطبيقاتها العملية والتجارية بدأت في عام 1879 على أيدي المخترع الأميركي الشهير توماس إديسون Edison الذي اخترع اللبنة أداة للإنارة باستخدام الكهرباء. لقد أدت الثورة الصناعية الأولى إلى كثير من النتائج المبهرة التي غيرت أسلوب حياة كل المواطنين في العالم، ولا يوجد على كوكب الأرض من لم يستفد من هذه الاختراعات في حياته. ولكن هذه الثورة كانت لها آثارها الكبيرة على النظام الاقتصادي على المستوى القطري والدولي، فقد أدت إلى ظهور مفهوم «الرأسمالية الصناعية» بشكله الحالي، حيث وجهت استثمارات هائلة من إنتاج هذه الاختراعات على مستوى واسع وكبير. كذلك أدت هذه الثورة إلى هيكلية عملية التصنيع على الشاكلة التي هي عليها اليوم، وأسفرت عن إنشاء كيانات كبرى للغاية من خلال التوسع في إنشاء الشركات المساهمة، التي قامت بدورها بعملية مهمة للغاية في فصل الإدارة عن الملكية. إذ كانت ملكية هذه الشركات للمساهمين، بينما كانت الإدارة الفعلية في أيدي نخب معينة لإدارتها. وأسفرت هذه المتغيرات عن بزوغ نوعية جديدة من الممارسات التي كثيراً ما يطلق عليها «الكارتل» التي كانت تهدف إلى التعاون بين مجموعة من الشركات المتخصصة في إنتاج منتج محددة لضرب المنافسة في الأسواق. وبدأ هذا المفهوم داخل الاقتصاد الواحد، ثم تحول مع مرور الوقت، ليصبح على المستوى الدولي عندما تحالفت شركات بعينها في دول مختلفة لضرب أي منافسة مستقبلية من خلال التحكم في أسعار المنتجات وأسرار التصنيع. وأدت هذه التحولات المذهلة إلى متغيرات اجتماعية واسعة النطاق في النظم الرأسمالية، فعند تحول النظم الاقتصادية من الزراعة إلى الصناعة كان الأثر الاجتماعي الأول هو ظاهرة التحضر التي أدت إلى ظهور طبقة العمال في كل الدول الصناعية، وذلك مقابل الطبقة الرأسمالية التي كانت تسيطر على وسائل الإنتاج. ومن هنا بدأت النظريات الاقتصادية الكلاسيكية لوضع أنماط التعامل الاقتصادي

والاجتماعي بين هذه الفئات المختلفة، وعلى رأسها النظرية الماركسية التي هدفت إلى تمليك طبقة رجال الأعمال أدوات الإنتاج.

واقع الأمر أننا يمكن اعتبار الثورة الصناعية الثانية هي اللبنة التي وضعت الأرضية لشكل النظم الاقتصادية على مستوى العالم. وكل محاولات تغيير هذا المصير الرأسمالي باءت بالفشل الكامل، خصوصاً بعد انهيار النظرية الاشتراكية أمام المتغيرات الدولية التي واكبت انهيار الاتحاد السوفياتي في 1991. وتعد الثورة الصناعية الثانية ونتائجها هي أساس النظام الاقتصادي الذي نعيش فيه اليوم وتمثل جذوره الحاضرة، فحتى مع ظهور الثورة الصناعية الثالثة في خمسينات القرن الماضي التي تمثلت في الثورة الرقمية Digital Age ، فإن أسس قاعدة الإنتاج وأدواتها تنسب إلى عصر الثورة الصناعية الثانية التي أدت إلى متغيرات واسعة

• الثورة الصناعية الثالثة:

بدأت الثورة الصناعية الثالثة عام 1969 مع اختراع الحاسوب ونقل أول رسالة عن طريق الإنترنت ، ودخول الحواسيب في معظم مناحي التصنيع والاتصالات والتعليم، وتعتبر الثورة الصناعية الثالثة من الثورات الصناعية العظيمة، حيث تندمج تقنية الإنترنت مع الطاقة المتجددة من الشمس والرياح وموج البحر وحرارة جوف الأرض لإبداع "ثورة صناعية ثالثة" موازية وجبارة. حيث يمكن أن نتخيل مئات الملايين من البشر ينتجون طاقتهم الخضراء في بيوتهم ومكاتبهم ومصانعهم، ويشاركون بعضهم بعضاً فيها عبر "شبكة طاقة"، تماماً كما نحضر معلوماتنا وننتشارك فيها مع الآخرين عبر "شبكة الإنترنت" (جريمي رفكني، 2017، 43). إن أعمدة "الثورة الصناعية الثالثة" الخمس والمتمثلة في: التحول إلى الطاقة المتجددة، وتحول المباني إلى محطات صغيرة للطاقة لاستخلاص الطاقة المتجددة، ونشر تكنولوجيا الهيدروجين لتخزين الطاقة، واستخدام تكنولوجيا الإنترنت لتحويل إلى شبكة دولية للطاقة، وتحويل أسطول النقل إلى مركبات تعمل بالكهرباء، ستطلق آلاف الشركات، وملايين الوظائف، وتمهّد لإعادة تنظيم أساسية للعلاقات الإنسانية، من القوة الهرمية إلى القوة الموازية، والتي ستؤثر على أسلوبنا في التجارة، وحكم الشعب، وتعليم الأطفال، والمشاركة في الحياة الاجتماعية. وهذه الثورة لاقت استحسان المجتمع الدولي. ولقد أصدر برلمان الاتحاد الأوروبي إعلاناً رسمياً يدعو إلى تطبيقها، كما أن دولاً عديدة أخرى في آسيا وأفريقيا والأمريكتين، تقوم بتحضير سريع لمبادرات للانتقال إلى النموذج الاقتصادي الجديد.

● الثورة الصناعية الرابعة:

وهي المرحلة المبتدئة حاليًا، الثورة الصناعية الرابعة (4IR) تتميز بدمج التقنيات التي تطمس الخطوط الفاصلة بين المجالات المادية والرقمية والبيولوجية، ويتميز هذا البرنامج باختراق التكنولوجيا الناشئة في عدد من المجالات بما في ذلك الروبوتات، والذكاء الاصطناعي، وتكنولوجيا النانو، التحكم في الجينات، والحوسبة الكمية، والتكنولوجيا الحيوية، وإنترنت الأشياء، والطباعة ثلاثية الأبعاد، والمركبات المستقلة ذاتية القيادة، والتقنية الحيوية. وقد ربطت مع "العصر الثاني للآلة" من حيث آثار الرقمنة والذكاء الاصطناعي AI على الاقتصاد، وتبشر اتساع وعمق هذه التغييرات بتحويل أنظمة الإنتاج والإدارة والحكم بأكملها (ويكيبيديا، 2021)

من خلال هذا العرض يتوقع أن يشهد العالم ثورات صناعية عديدة خلال العقود القادمة نظرا لتسارع التقدم التكنولوجي والتقني

خصائص الثورة الصناعية الرابعة

تمتاز الثورة الصناعية الرابعة عن غيرها من الثورات بالتالي:

- **سرعة تطورها**، فغالبا ما تدفع التكنولوجيا الحديثة إلى ظهور المزيد من التقنيات التكنولوجية الأخرى والتي تعتمد على الحداثة في النتائج والمميزات، فلن تتوقف التكنولوجيا عند حد معين من ظهور التقنيات واختراع الآلات
- **زيادة حجم الفوائد بالنسبة للفرد**، فمع انتشار الاتجاه الرقمي دائما تحتاج الشركات إلى عدد قليل من الموظفين وحجم صغير من المواد الخام لإنتاج منتجات ذات فوائد كبيرة.
- **خفض التكاليف**، تُساعد الثورة الصناعية الرابعة الشركات الرقمية في خفض تكاليف التخزين والنقل وإعادة إنتاج منتجاتها إلى الصفر، فضلا عن تطور بعض الشركات القائمة على التكنولوجيا بدون رأس مال كبير.
- **رفع مستويات الدخل العالمية**، تُسهم في رفع مستويات الدخل العالمية وتحسين نوعية الحياة للسكان في جميع أنحاء العالم؛ من خلال تقديم خدمات تكنولوجية جديدة .
- **مكاسب طويلة الأجل**، من المتوقع أن تؤدي الثورة الصناعية الرابعة إلى تحقيق مكاسب طويلة الأجل، سواء على مستوى الكفاءة أو الإنتاجية؛ حيث ستخفض تكاليف النقل والتجارة والاتصالات

كما تتميز الثورة الصناعية الرابعة باختراق التكنولوجيا الناشئة في عدد من المجالات، بما في ذلك:

الروبوتات: Robotics

علم الروبوتات أو ال Robotics هو العلم الذي يدرس جميع جوانب الصناعة المرتبطة بهندسة وبناء وتشغيل الروبوتات. ينطوي مجال الروبوتات بشكل عام على النظر في كيفية قيام أي نظام تكنولوجي مادي بأداء مهمة معينة تختصر الوقت والجهد. وتتنوع طبيعة الروبوتات، منها ما يُستعمل في القطاع الصناعي، وهي تكون عبارة عن أجهزة أوتوماتيكية يمكن تطويعها وإعادة برمجتها، وتتحرك على ثلاثة محاور أو أكثر، ويُستعمل السواد الأعظم من هذه الروبوتات في الشركات الصناعية الكبرى لغرض لحم المعادن والصباعة والكوي والانتقاط ونقل الأجسام ومراقبة جودة أو صالحة المنتجات النهائية، كما تُستخدم في تجميع أجزاء السيارات في المصانع. وهذه الروبوتات مبرمجة عادةً لتنفيذ مهامها بصورة سريعة مكررة ودقيقة، وقد تمت إضافة ما يسمى بالرؤية الحاسوبية Computer vision لهذه الروبوتات خلال السنوات الأولى من العقد الأول للقرن الحادي والعشرين، الأمر الذي جعلها تتمتع بنوع من الاستقلالية والمرونة في تنفيذ المهام المبرمجة، وذلك عن طريق فهمها وتحليلها للصور التي تستقبلها في حاسوب خاص مثبت بداخلها. كما شهد حقل علم الروبوتات تقدّمًا مذهلاً في السنوات الأخيرة، ويعود الفضل في ذلك إلى التطوّر الملحوظ في باقي مجالات العلوم والتكنولوجيا، إذ ساهم ظهور علم البيانات الضخمة Big Data في تزويد أنظمة الروبوتات بكفاءات عالية لم يكن بالإمكان الوصول إليها في الماضي. كما أن اختراع أنواع حديثة من أجهزة الاستشعار وظهر إنترنت الأشياء IoT الذي ربط مختلف الأجهزة في شبكة واحدة قادرة على مراقبة جميع الظروف البيئية المحيطة والاستجابة بناءً على المعلومات التي جمعها، كلّ هذه الأمور أدّت إلى بناء جيل من الروبوتات أكثر تعقيدًا من أيّ وقت مضى واستخدامها في كافة مجالات الحياة، كالصناعة والصحة والأمن ومساعدة البشر.

الذكاء الاصطناعي: (AI-Intelligence Artificial)

يعرف الذكاء الاصطناعي بأنه أحد فروع علم الحاسوب، وهو ذلك السلوك وتلك الخصائص التي تعتمد عليها البرامج الحاسوبية المختلفة، وتتماشى مع القدرات الذهنية البشرية في الأعمال المختلفة، ومن أهم تلك القدرات قدرة الآلة على التعليم واتخاذ القرارات الصحيحة، وقد وجد العديد من التطبيقات العمليّة للذكاء الاصطناعي، ومن أبرز هذه التطبيقات ما يأتي :

- **الألعاب:** يتم استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي في العديد من الألعاب الكرتونية؛ التي تتطلب بُعداً وتفكيراً استراتيجياً، كلعبة الشطرنج على سبيل المثال.
- **التفاعل مع النظام المرئي:** يُمكن لبعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي تفسير وتحليل ما يتم إدخاله هلاً من صور؛ كبرامج التعرف على الوجه، وتحليل الصور لتحديد الموقع، وغيرها من التطبيقات المماثلة
- **التفاعل مع الكتابة اليدوية:** وذلك من خلال تطبيقات التعرف إلي الخط المكتوب باليد سواءً كانت عملية الكتابة على الورق أو على شاشة الجهاز نفسه.
- **الروبوتات الذكية:** تقوم الروبوتات بالكثير من الأعمال المختلفة، إذ تستطيع القيام بالأعمال التي يقوم بها البشر، وذلك لقدرتها على الإحساس بالعوامل المحيطة كالضوء، والحرارة، والصوت، أو الحركة، وذلك عبر مُستشعرات خاصة، كما أن هذه الروبوتات قادرة على التعلّم من تجاربها السابقة والاستفادة من الأخطاء .
- **التفاعل مع الصوت المنطوق:** إذ يُمكن استخدام بعض أنظمة الذكاء الاصطناعي للاستماع إلي الكلام وفهم معانيه، حتى لو تم النطق به في ظل وجود بعض الضوضاء أو تم نطقه باللهجة العامية أو لغة الشارع .
- **تقديم النصح والإرشاد:** تستطيع بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي تقديم المشورة والنصح لمستخدميها من البشر بمجالات معينة، كالمجال الطبي مثلاً، وذلك بتحليل أعراض مرض ما للوصول إلي طبيعة وأسباب المرض وعلاجه على سبيل المثال.

تكنولوجيا النانو: Nanotechnology

تكنولوجيا النانو هي تقنية تعمل على دراسة المادة وفهمها ومراقبتها بأبعاد تتراوح ما بين 1 و100 نانومتر، والتي يمكن استخدامها في جميع المجالات العلمية المختلفة، مثل: الفيزياء، والكيمياء، والبيولوجيا، وعلوم المواد، والهندسة. ومصطلح تقنية النانو أو تكنولوجيا النانو يتعلق بالفهم الأساسي للخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية على المقاييس الذرية والجزيئية، والتحكم بهذه الخصائص الخاضعة للرقابة لإنشاء مواد وأنظمة وظيفية ذات قدرات فريدة

إن تقنية النانو هي حقل العلوم التطبيقية المتخصص بدراسة المواد في المقياس بين 1-100 نانومتر، والتحكم فيها. إن التطور السريع لتقنية وعلوم النانو أدى إلي تقدم وتطور تقنيات وصناعات أخرى؛ منها على سبيل المثال صناعات الأدوية والأنسجة

والطلاء وغيرها. وهذا التطور والتقدم كان نتاج استخدام مواد مبتكرة، لها خصائص متميزة، نتيجة التحكم في حجم وترتيب الجسيمات المكونة. إن الحجم الصغير والمساحة السطحية الكبيرة لهذه المواد يزيد من فرصة اجتيازها لأغشية الخلايا. كما أن تشابه حجم الجسيمات النانوية مع مكونات الخلية (مثل الريبوسوم) قد يؤدي إلى تداخلها فراغياً مع البروتينات والأحماض النووية. إن هذه التداخلات يمكن أن تعرقل العمليات الحيوية في الجسم، كما أن زيادة النشاطية الكيميائية، الناتجة عن المساحة السطحية الهائلة للمواد النانوية، يمكن أن تجعل من هذه المواد ناقلةً للملوثات. إن التطور الحديث في تقنية النانو أدى أيضاً إلى الانتشار السريع لهذه المواد في البيئة، كما أن التأثيرات المتوقعة لهذه المواد على البيئة مازالت مجهولة حتى الآن. فبالرغم من التطبيقات والاستخدامات العديدة لتقنية النانو في المجالات المختلفة، فما زالت المعلومات تفقد عن مسار وسلوك هذه المواد، بالإضافة إلى تأثيراتها المختلفة على صحة الإنسان

البلوك تشين: Blockchain

سلسلة الكتل أو بلوك تشين هي قاعدة بيانات موزعة تمتاز بقدرتها على إدارة قائمة متزايدة باستمرار من السجلات المسماة كتلا (blocks) تحتوي كل كتلة على الطابع الزمني و رابط إلى الكتلة السابقة. صُممت سلسلة الكتل بحيث يمكنها المحافظة على البيانات المخزنة بها والحيلولة دون تعديلها، أي أنه عندما تخزن معلومة ما في سلسلة الكتلة لا يمكن لاحقاً القيام بتعديل هذه المعلومة. إن سلسلة الكتل آمنة حسب التصميم وهي مثال على توزيع نظام حوسبة موزع ذو سماحية خطأ بيزنطية عالية. وبالتالي تسمح سلسلة الكتلة بتحقيق نظام توافق في الآراء لا مركزي. تسمح هذه الميزات باستخدام سلسلة الكتلة في تسجيل الأحداث والعناوين والسجلات الطبية وسائر ذلك من سجلات إدارة الأنشطة وإدارة الهوية ومعالجة المعاملات والتحقق من مصدرها. إن نظاماً كهذا له تداعيات عميقة على النظام الاقتصادي العالمي بما فيها استغناء عن الوسطاء واسع النطاق وإتمام المعاملات التجارية دون وسيط (كالبانوك مثلاً) مما يؤثر أيضاً على مجريات التجارة العالمية كما تعرف اليوم. في عام 2008 طرح ساتوشي ناكاموتو مفهوم سلسلة الكتل ثم كتب في السنة اللاحقة جزءاً أساسياً من الشفرة المصدرية للعملة الرقمية بيتكوين، والتي تقوم بدور دفتر حسابات عمومي لكافة المناقشات النقدية. تُدار قاعدة بيانات سلسلة الكتلة بطريقة مستقلة بسبب اعتمادها على شبكة الند للند وخواص طوابع زمنية موزعة حول العالم. إن استخدام سلسلة الكتل في تصميم نظام عملة البيتكوين

جعلها أول عملة نقدية رقمية تتفادى مشكلة الإنفاق المزدوج (إنفاق المبلغ النقدي ذاته في إجراء معاملتين مختلفتين)

الحوسبة الكمية Quantum Computing

الحساب الكمي هو أي وسيلة تعتمد على مبادئ ميكانيكا الكم وظواهره، مثل حالة التراكب الكمي والتشابك الكمي، للقيام بمعالجة البيانات. في الحواسيب التقليدية، تكون كمية البيانات مقاسة بالبت: أما في الحاسوب الكمي فتقاس كمية البيانات بالكيوبت qubit اختصاراً له Quantum bits. المبدأ الأساسي للحوسبة الكمية هي القدرة على الاستفادة من الخواص الكمية للجسيمات لتمثيل البيانات ومعالجتها، إضافة لاستخدام قواعد ميكانيكا الكم لبناء وتنفيذ التعليمات والعمليات على هذه البيانات. إن الفوائد من استغلال تكنولوجيا الكم غير محدودة بالحوسبة الكمية، إن كانت الحوسبة الكمية ستدفع أو ستحد من الحوسبة الرقمية، فإن نفس التأثيرات الكمية ممكن استغلالها لأغراض أخرى، والمثال الأكثر نضجاً على ذلك هو الاتصالات الكمية. وقد اقترحت فيزياء الكم كوسائل لمنع التلاعب وتزوير الأشياء النفيسة، كالأوراق المصرفية والألماس، هنا تكون المبادئ الاستثنائية السلبية المتضمنة في فيزياء الكم ذات فائدة كبيرة حيث لا يمكن تصنيع نسخ متوافقة تماماً لحالات غير معروفة، كما أن عملية القياس تغير النظام الذي يتم قياسه، وهذين الحدين يعملان جنباً إلى جنب لمكافحة التزيف في هذا النهج

إن نُظِم الاتصالات الكمية متاحة تجارياً من شركاتٍ مثل توشيبا Toshiba وشركة الهوية الكمية Quantique ID، في حين أن تنفيذ هذه الأنظمة صعب ومكلف الآن، ولكنها ستصبح مبسطةً ومصغرة، تماماً كما تم تصغير الترانزستورات في السنوات الستين الأخيرة. إن التحسينات في تقنيات تصنيع النانوية ستُسرع من تطور التكنولوجيا ذات الأساس الكمي بشكلٍ كبير، وفي حين أن الحوسبة الكمية ما تزال تبدو بعيدةً بعض الشيء، لكنها ذات مستقبلٍ ثري حقا .

التكنولوجيا الحيوية: Biotechnology

التقانة الحيوية هي استخدام تطبيقات التقنية الحديثة في معالجة الكائنات الحية. وتعريفها في المجلد هو: التعامل مع الكائنات الحية على المستوى الخلوي وتحت الخلوي من أجل تحقيق أقصى استفادة منها صناعياً وزراعياً وبالتالي اقتصادياً وذلك عن طريق تحسين خواصها

وصفاتها الوراثية، وهذا الفرع يركز على دراسة الجانب الجيني للكائن وعلى طرق وتقنيات نقل الجينات من كائن إلى آخر لتعديل صفة ما أو تحسين عيب.

إنترنت الأشياء: Things of Internet IoT

يعرّف إنترنت الأشياء ويشار له اختصارًا به IoT بأنه مفهوم حاسوبي يعبر عن فكرة اتصال مختلف الأجهزة المادية بشبكة الإنترنت وقدرة كلّ جهاز على التعريف بنفسه للأجهزة الأخرى. إنها شبكة افتراضية تجمع بين مختلف الأشياء المصنفة ضمن الإلكترونيات، البرمجيات، أجهزة الاستشعار، المحركات وتصل بينها عن طريق الإنترنت، الأمر الذي يتيح لهذه الأشياء إمكانية تبادل البيانات فيما بينها. من الجدير بالذكر أنّ مصطلح "الأشياء" في إنترنت الأشياء لا يقتصر على الجمادات والأجهزة الصغيرة وحسب، فقد يكون "الشيء" شخصًا يحمل معه جهازًا لمراقبة نبضات القلب مثلاً، أو طفلًا يحمل جهاز تتبع، سيارة مزودة بأجهزة استشعار، أنظمة الإضاءة في المنازل ومراكز التسوق الكبرى، ماكينات البيع وغيرها، باختصار يشمل المصطلح كلّ شيء قد يخطر على البال

يوضّح مفهوم إنترنت الأشياء مدى تأثير الشبكة العنكبوتية على العالم في المستقبل القريب . بفضل إنترنت الأشياء، ستصبح أغلب الأجهزة الإلكترونية مستقلة بذاتها ولا تحتاج إلي تدخل بشري، ستنمكّن هذه الأجهزة من الإبلاغ عن أعطالها بنفسها وإصلاحها بمفردها، ويتوسّع المفهوم ليشمل كلّ ما يخطر وما لا يخطر على البال، بدءًا من السيارات التي تقود نفسها بنفسها، نظام الإضاءة في المنزل، ووصولاً حتى إلي خزانك التي ستفترح عليك أيّ الثياب ستلبس اعتمادًا على درجة حرارة الجو ومدى تأثرك بالبرد أو الحرّ

إنترنت الأشياء، ليس برنامجًا حاسوبيًا أو جهازًا واحدًا أو نوعًا محددًا من التكنولوجيا، إنه مفهوم شامل يتضمّن دمج عدّة أجهزة، وبرمجيات وشبكات معًا للحصول على النتائج المرجوة، حيث يشتمل نظام IoT متكامل على أربع مكوّنات رئيسية كالتالي: أجهزة استشعار (أو أي نوع من الأجهزة المادية الأخرى)، اتصال بشبكة الإنترنت، برنامج لمعالجة البيانات، واجهة مستخدم

أمّا عن آلية عمل إنترنت الأشياء، فتبدأ بأجهزة الاستشعار التي تبدأ بجمع البيانات من بيئتها المتواجدة فيها، ثمّ يتمّ إرسال هذه البيانات إلي السحابة Cloud وهي شبكة ضخمة من الخوادم الخارقة التي تقدّم خدمات مختلفة للأفراد والشركات، حيث ترتبط أجهزة الاستشعار بالخوادم بطرق مختلفة قد تشكل: الهواتف الذكية، الأقمار الصناعية، الإنترنت اللاسلكي WiFi، البلوتوث وغيرها

3D printing: الطباعة ثلاثية الأبعاد

هي إحدى تقنيات التصنيع، حيث يتم تصنيع القطع عن طريق تقسيم التصميم ثلاثية الأبعاد هلا إلى طبقات صغيرة جدا باستخدام برامج الحاسوبية ومن ثم يتم تصنيعها باستخدام الطابعات ثلاثية الأبعاد عن طريق طباعة طبقة فوق الأخرى حتى يتكون الشكل النهائي، ويختلف هذا النظام عن نظامي القولبة والنحت اللذين يبذلان أكثر من 90% من المادة المستخدمة في التصنيع والطابعات ثلاثية الأبعاد في العادة أسرع وأوفر وأسهل في الاستعمال من التكنولوجيات الأخرى للتصنيع. وتتيح الطابعات ثلاثية الأبعاد للمطورين القدرة على طباعة أجزاء متداخلة معقدة التركيب، كما يمكن صناعة أجزاء من مواد مختلفة وبمواصفات ميكانيكية وفيزيائية مختلفة ثم تركيبها مع بعضها البعض. التكنولوجيات المتقدمة للطباعة ثلاثية الأبعاد تنتج نماذج تشابه كثيراً منظر وملمس ووظيفة النموذج الأولي للمنتج.

وقد أصبح من الممكن مالياً تطبيق الطباعة ثلاثية الأبعاد على مستوى المشاريع الصغيرة - المتوسطة، بذلك انتقلت النمذجة من الصناعات الثقيلة إلى البيئة المكتبية، وبأسعار مقبولة للطباعة ثلاثية الأبعاد. كما أنه يمكن تطبيقها الآن في نفس الوقت على مجموعات مختلفة من المواد. وكذلك تقدم الطباعة ثلاثية الأبعاد عروضاً هائلة لتطبيقات الإنتاج، وتستخدم هذه التقنية في المجوهرات، والأحذية، والتصميم الصناعي، والعمارة، والهندسة، والإنشاءات، والسيارات، والطائرات، وطب الأسنان، والصناعات الطبية.

المركبات المستقلة: Autonomous Vehicles .

هي مركبات قادرة على استشعار البيئة المحيطة بها والملاحة دون تدخل بشري، ويجري تطوير العديد من المركبات الذاتية القيادة، لكن حتى فبراير/شباط 2017 فإن تلك المركبات المصرح لها بالسير في الطرقات العامة ليست ذاتية القيادة تماماً، فتصنيع واستخدام هذه المركبات أمامه عقبات وتحديات تقنية عديدة. تعتمد السيارات الذاتية القيادة على خوارزميات رسم الخرائط والبيانات التي تحصل عليها من أجهزة استشعار متعددة مدمجة بها لتحديد مسار الطريق، وتتضمن أجهزة الاستشعار النمذجية نظام "اليدار"، وهو أشبه بالرادار، ونظام رؤية مجسمة، ونظام تحديد المواقع الجغرافية (جي بي أس)، ونظام التعرف البصري على الأشياء، ونظام تحديد الموقع في الوقت الحقيقي. وتعتبر غوغل من أبرز الشركات التي تخوض غمار تقنيات السيارات الذاتية القيادة، وقد بدأت العمل في هذا المجال منذ 2009 وأنفقت فيه أموالاً طائلة كان من مثارها إطلاق نموذج جديد لسيارة ذاتية القيادة في مايو 2014 ال تتضمن عجلة قيادة أو دواسة بنزير أو مكابح، وذاتية بالكامل

متطلبات الثورة الصناعية الرابعة

ترتبط الثورة الصناعية الرابعة بالعديد من المتطلبات التي تضمن سهولة التكيف معها، ونجاح المؤسسات في القيام بالوفاء بهذه المتطلبات حتى تلحق بركب التقدم التكنولوجي والازدهار، ومن هذه المتطلبات ما يلي:

- **التكنولوجيا المستجدة والبنية التحتية للمعلومات والاتصالات الموثوق بها:** فالتكنولوجيا هي أحد المحركات الحاسمة للثورة الصناعية الرابعة التي تتمثل في العديد من التقنيات، مثل: الحوسبة السحابية وإنترنت الأشياء وإنترنت الخدمات، وإنترنت الطاقة ويجب أن تعمل هذه التقنيات في ظل بنية تحتية للاتصالات موثوق بها وهو ما سوف يدعم الاتصال الرقمي الفعال الذي يحقق التواصل والتعاون والتكامل بين الناس والأنظمة والألات.
- **سياسات مبتكرة:**

تحتاج الحكومات الى تطوير السياسات الاقتصادية والصناعية وسوق العمل المستجيبة لدعم التحول الرقمي الذي فرضته الثورة الصناعية الرابعة حيث تتيح هذه السياسات المبتكرة وضع التدابير والموارد من اجل الاستجابة للتحديات والفرص التي يوفرها العصر الرقمي، كما انها تضع تشريعات توضح المعايير والأسس التي يتم بناء عليها التبادل التجاري وكيفية المحافظة على أمن بيانات المؤسسة وخصوصية البيانات الشخصية للعاملين

التعليم والتدريب:

إن التحول الرقمي والابتكارات في الثورة الصناعية الرابعة تتطلب نوعية جديدة من العمالة الماهرة التي تتميز بالابتكار والدهاء التكنولوجي، حيث إن الأتمته في الثورة الصناعية الرابعة سوف تستلزم توفير فرص التعلم مدى الحياة والتدريب المستمر .

ويمكن تحديد متطلبات الثورة الصناعية الرابعة التي تعزز إدارة البرامج التربوية في الدول العربية فيما يلي:

- وجود استراتيجية مشتركة بين وزارات التربية والتعليم ومؤسسات القطاع الخاص تواكب التغيرات المتوقعة في مختلف القطاعات وتسعى لتطوير عناصر المنظومة التأهيلية في ظل توجهات الثورة الصناعية الرابعة.
- تطوير برامج إعداد العاملين في المؤسسات التعليمية بما يتماشى ومتطلبات الثورة الصناعية الرابعة.
- تبني وزارات التربية والتعليم خطة تدريبية متكاملة تهدف إلي تصميم البرامج والمنصات التعليمية والتدريبية لخدمة كافة العاملين والمستفيدين من التعليم.

- توجيه العاملين في جميع الوزارات والهيئات على التنمية الذاتية المستدامة، بما يؤهلهم لمواكبة العمل بمتطلبات هذه الثورة.
- تزويد بيئة العمل بتقنيات ومحركات الثورة الصناعية الرابعة وتدريبهم عليها، وتنمية وعي العاملين والمستفيدين بمتطلبات التعلم في عصر الثورة الصناعية الرابعة من خلال مختلف الفعاليات التربوية.
- دعم العاملين بتزويدهم بأدوات الابتكار والبحث العلمي للارتقاء بمهاراتهم في تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة.
- إعداد برامج إعلامية هادفة لنشر ثقافة الثورة الصناعية الرابعة.
- تركيز مؤسسات التعليم بمستوياتها المختلفة على المهارات التي تواكب متطلبات الثورة الصناعية الرابعة، ومواءمة مخرجات المؤسسات التعليمية مع حاجة سوق العمل.

مما سبق يتضح أن من أهم متطلبات الثورة التكنولوجية الرابعة البنية التحتية التكنولوجية المعززة بالتقنيات الحديثة والتي تعتبر الأساس نحو الاندماج في تلك الثورة، ومن ثم يأتي دور التشريعات القانونية والسياسية التي تقنن الوضع وتحدد الممارسات السليمة التي يجب أن نكسب مهاراتها للعاملين والأجيال القادمة

انعكاسات الثورة الصناعية الرابعة على منظومة التعليم

انعكست آثار الثورة الصناعية الرابعة في استحداث العديد من الوظائف في المستقبل القريب حيث ستكون مختلفة تمامًا عن الوظائف المتوفرة اليوم، مما يتطلب إعداد قوى عاملة متمكنة من تكنولوجيات الثورة الصناعية الرابعة وقادرة على استغلالها على الوجه الأمثل؛ لذلك يحتاج الطالب اليوم إلى مهارات رقمية جيدة وقدرات على التأقلم وتطوير التكنولوجيات المستجدة، كما يحتاجون إلى تعليم يركز على الابتكار والمشاركة والإبداع والتجديد والتفكير الناقد والمتطور وحل المشكلات حتى يتمكنوا من التكيف مع عالمهم المتغير. وهذا ما يميز ما أُصطلح على تسميته بالجيل الرابع من التعليم أو اختصارًا "التعليم 4.0". إن من أهم التطورات التكنولوجية التي يركز عليها التعليم 4.0 هو استخدام الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي وتحليلات التعلم والتعلم المفتوح والدائم، بغية تقديم تعلمٍ مُستمرٍ ومرنٍ ومشخصٍ ومُخصَّصٍ ومُفصَّلٍ للطالب، وذلك حسب احتياجاتهم واهتماماتهم وخصائصهم ومستوياتهم وفهمهم، مما يجعل التعلم أكثر فعاليةً وتحفيزًا وممتعةً.

ويُمكن استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في التعليم، بالاستفادة من القدرات الحاسوبية الهائلة وتوفر البيانات الضخمة، من خلق فرص جديدة لتعزيز التعليم وإحداث سبل أكثر مرونة وتكيف للمعلم والمتعلم على حد السواء. ونجد اليوم العديد من الأمثلة لأدوات الذكاء الاصطناعي المتوفرة والمستخدم في التعليم كأدوات الترجمة الآلية للمحتويات التعليمية، وأدوات المرافقة الذكية للطالب، وأنظمة التوصية الآلية، إلخ.

كما يتميز الجيل الرابع من التعليم بسهولة الوصول للتعلم وديمومته، حيث يُمكن التعلّم سواء داخل المؤسسات التعليمية أو خارجها، أي حينما وكلما وأينما وكيفما يشاء المتعلم من شأنه أن يساعد على تطوير القدرات بشكل مستمر وتشاركي من قبل الجميع مدى الحياة. كما ساهم بروز تيار التعلم المفتوح في تحقيق انتشار المعارف والوصول للتعليم الجيد والمرن والشامل للجميع، لا سيما عبر الموارد التعليمية المفتوحة المتاحة عبر المنصات المتخصصة. والموارد التعليمية المفتوحة هي موارد التعليم والتعلّم والبحث والتي تندرج في الملك العام أو تم إصدارها بموجب ترخيص مفتوح يتيح للأخريين الانتفاع المجاني بها واستخدامها وتكييفها وإعادة توزيعها بدون أي قيود أو بقيود محدودة. وتمثّل الموارد التعليمية المفتوحة فرصة استراتيجية لتعزيز تبادل المعارف وبناء القدرات والوصول الشامل إلي موارد جيّدة للتعليم والتعليم، وبالتالي دعم عملية التحوّل الرّقمي في مجال التعليم

كما مهدت حركة التعلم المفتوح والموارد التعليمية المفتوحة والطلب المتزايد للتعلم مدى الحياة والعاير للحدود والمدعم بالتكنولوجيات الحديثة، في ظهور نمط تعليمي حديث أُطلق عليه اسم دروس الإنترنت المفتوحة عالية الاستقطاب أو ما يُعرب عنه اختصاراً بالموك **MOOC** (Massive Open Online Courses)، وقد انتشر هذا النوع من التعليم في جميع أنحاء العالم وأصبح محبذاً ومطلوباً لدى جميع الفئات العمرية باختلاف مشاربهم وأهدافهم التعليمية. ويُنظر إلي دروس الموك على أنها مفتوحة وتشاركية، تُقدّم عبر شبكة الإنترنت، وتستهدف أعداداً كبيرةً من المشاركين، ويمكن الوصول إليها من قبل أي شخص من أي مكان، دون مؤهلات مسبقة الالتحاق، وتُقدّم غالباً مجاناً. لذلك يمكن أن توفر دروس الموك فرصاً هائلةً للتعلم مدى الحياة وكذلك للدخول إلي التعليم دون تكلفة أو بتكلفة محدودة، مما سيساهم حتماً في زيادة فرص الوصول إلي التعليم لجميع أنواع المتعلمين) الرسميين وغير الرسميين)

وفي ظل التطور المتزايد والسريع في أمناط التعليم المعزز بتكنولوجيات الثورة الصناعية الرابعة، بات من الضروري إكساب المعلمين المهارات المطلوبة لمواكبة المستجدات التكنولوجية وحسن استخدامها وتوظيفها في ممارساتهم التعليمية، مما من شأنه أن يدعم تحقيق التعليم الجيد والشامل ويعزز فرص الوصول إلي اقتصاد المعرفة. فبدون تدريب المعلمين على استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصال في التعليم لا يمكن توفير التعليم المؤدي لمخرجات تواكب الثورة الصناعية الرابعة، وبهذا الخصوص، وضعت منظمة اليونسكو إطاراً دولياً مرجعياً يحدد الكفاءات اللازمة لضمان التعليم بفعالية بالاستفادة القصوى من تكنولوجيات الثورة الصناعية الرابعة، وهو ما يعرف بإطار عمل اليونسكو لتنمية كفاءات المعلمين في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصال.

تفاعل دول الوطن العربي مع متطلبات الثورة الصناعية :

انتقل الصخب الذي دار حول الثورة الصناعية الرابعة، من الحالة التي نظر إليها البعض على أنها مجرد حماسه ودعاية، إلى استثمارات ونتائج ملموسة على أرض الواقع. وقد أفادت العديد من الشركات في الشرق الأوسط أنها تستثمر أموالاً كبيرة في هذا المجال، وهذا ما يُترجم من خلال مستويات التحول الرقمي والتكامل التي ما تنفك تزداد .

وتواجه دول الوطن العربي تحديات الثورة الرابعة بتأثيرها الاقتصادي والاجتماعي والثقافي والسياسي بما لم تشهده البشرية من قبل، وتقدم في الوقت نفسه فرصة ممكنة الاغتنام من قبل الدول العربية حيث تواجه الحكومات وواضعو سياسات التنمية فرصاً وتحديات في استعدادها للتعامل مع هذه الثورة الصناعية الرابعة ومنها: إمكانية التعاون مع الشركات الأخرى عاملياً والشراكة في الأخطار والعوائد المحتملة في الاستثمار في تكنولوجيات هذه الثورة، وإمكانية إيجاد بيئة مواتية لاستيعاب واكتساب تكنولوجيات هذه الثورة، وتقديم هذه الثورة فرصة لبناء قاعدة صناعية منافسة عالمياً بقفزات سريعة انطلاقاً من الأصول الصناعية الموجودة (في حال وجود صناعة في الدولة)، وإمكانية الاستثمار في تكنولوجيات هذه الثورة ووجود مستقبل واعد فيها، ووجود فرص للتكامل بين المؤسسات الصغيرة والمتوسطة والشركات الناشئة المبتكرة، ومن الفرص المهمة أمام الدول العربية أن هذه الثورة الصناعية الرابعة تقدم تغيرات وتكنولوجيات وصناعات وأنشطة محددة ممكنة الاكتساب من قبل الدول العربية لا تتطلب القواعد الصعبة التي تطلبتها الثورات الصناعية السابقة، وهناك أيضاً تحد عام أمام كل الدول، ويشمل الدول العربية، وهو في مستقبل أطفالنا وفرص العمل التي ستكون متاحة لهم عند دخولهم لسوق العمل، فحسب البنك الدولي فإن 65 % من أطفالنا في المدارس الابتدائية حالياً سيطلب منهم أن يعملوا في مهن غير موجودة الآن وكثير من مهن اليوم ستختفي (وضعت العديد من الدول العربية "رؤية"، وخططاً ومبادرات لتنفيذها، فقد أطلقت الإمارات العربية المتحدة استراتيجيتها للثورة الصناعية الرابعة، التي تهدف إلى تعزيز الابتكار والتكنولوجيات المستقبلية "لتصبح الإمارات منصة عالمية لهذه الثورة" ولزيادة مدخلات الاقتصاد، وقد أنشأت مجلساً للثورة الصناعية الرابعة للتنسيق بين مختلف جهات وقطاعات الدولة في تحقيق ذلك بالشراكة مع المنتدى الاقتصادي العالمي. وتركز هذه الاستراتيجية على عدد محدد من الحقول مثل التعليم للابتكار، والذكاء الاصطناعي وقطاع الرعاية الصحية، وخاصة الطب الجينومي وتطبيقات الروبوتات في الرعاية الصحية، وتكنولوجيا النانو للتطبيقات الطبية عن بعد والعناية والخدمات الصحية عن بعد، يضاف إلى ذلك التكنولوجيات الملبوسة أو المدخلة في جسم الإنسان. كما تركز على تكنولوجيات الصناعات الغذائية اللازمة للأمن الغذائي والمائي كالتكنولوجيا الحيوية والهندسة الحيوية. يضاف إلى ذلك التركيز على تكنولوجيا بلوك شين "سلسلة قواعد السجلات المستقلة Block Chain ومن بين ما تركز عليه الاستراتيجية أيضاً استعمال البيانات الضخمة وبيانات الأقمار الصناعية في تخطيط المدن، إضافة إلى تركيزها على الصناعات العسكرية الدفاعية

ولاسيما في الآليات ذات التسيير الذاتي. كما أعلنت إمارة دبي عن استهداف 25 % من المباني عن طريق الطباعة الثلاثية الأبعاد بحلول عام 2030 .

وهناك مقترح الاستراتيجية للثورة الصناعية الرابعة في السعودية ضمن أحد برنامج تحقيق رؤية المملكة 2030 وهو "برنامج تطوير الصناعة الوطنية والخدمات اللوجستية" بالتعاون مع مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية والجهات الأخرى ذات العلاقة.

كما تكافقت جهود جيع الوزارات في دولة قطر للعمل معا من أجل الإسراع بمبادرات الحكومة الرقمية، سعيا لزيادة كفاءة وفاعلية الحكومة وجعلها أكثر قربا من الجمهور افرادا ومؤسسات وأكثر تركيزا على راحته وخدمته، وترتكز استراتيجية الحكومة الإلكترونية 2020 على ركائز أساسية تتسق مع الأهداف العامة للرؤية الوطنية لقطر 2030 والاستراتيجية الوطنية للتنمية والخطة الوطنية للاتصالات وتكنولوجيا المعلومات والخطة الوطنية للبرود باند وخطط الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات الخاصة بالقطاعات، وتشمل: اتاحة خدمات حكومية مكتملة إلكترونيا، وزيادة الإقبال على الخدمات الإلكترونية، وزيادة كفاءة العمليات الحكومية، وتعزيز الشفافية والمشاركة المجتمعية.

كما بدأت مصر طريق الثورة الصناعية الرابعة، كي تنخرط فيها وتحتل مركزا متقدما في دليل التنافسية العالمية والدولية في مجال الذكاء الاصطناعي، حيث خططت للتحويل إلي المجتمع الرقمي وتحقيق العدالة الرقمية بما يسهم في تحقيق الصالح الإداري، وتطوير الخدمات الحكومية، وتحسينها ومكافحة الفساد، وهناك جهود كبيرة لتطوير البنية المعلوماتية المصرية، والتي تشارك فيها وزارة الاتصالات مع عدد من الوزارات الأخرى، واتجهت الدولة حاليا لتوطين التكنولوجيا بأحدث المعايير العلمية في مختلف المدن والمحافظات والمجتمعات العمرانية الجديدة الجاري تشييدها لجعلها مجتمعات رقمية، وجرت ميكنة الخدمات الحكومية المقدمة للجماهير. وفي هذا الإطار، جاءت المبادرة الرئاسية الخاصة بدعم الابتكار والإبداع، وتدشين صندوق لدعم المبتكرين بمساهمة مشتركة بين القطاع الخاص ومؤسسات المجتمع المدني، بالإضافة إلي تعاضم جهود وزارة الاتصالات المكثفة على طريق الثورة الصناعية الرابعة عبر تنظيم دورات تدريبية للشباب في هذا المجال .

تفاعلت سلطنة عمان مع الثورة الصناعية الرابعة من خلال رؤية عمان 2040، ونظرا للأهمية الكبيرة للتعليم باعتباره الركيزة الأساسية للتنمية قامت سلطنة عمان بمراجعة سياسات التعليم وخطته وبرامجه للربط بين مخرجات التعليم ومتطلبات سوق العمل واستعداد السلطنة للثورة الصناعية الرابعة حيث ركزت رؤية عمان 2040 علي أربعة محاور رئيسية هي: "مجتمع إنساني مبدع" و"اقتصاد بنيته تنافسية" و"دولة أجهزتها مسؤولة" و"بيئة عناصرها مستدامة"

وقد ركزت رؤية عمان 2040م على التعليم والتعلم والبحث العلمي والقدرات الوطنية كأولوية أولي وحددت له توجهها استراتيجيا يتمثل في "تعليم شامل وتعلم مستدام وبحث علمي يقود إلي مجتمع معرفي وقدرات تنافسية منافسة، وتمثلت أهداف التوجه الاستراتيجي فيما يلي: -

- نظام تعليمي يتسم بالجودة العالية والشراكة المجتمعية.
- نظام متكامل ومستقل لحوكمة المنظومة التعليمية وتقييمها وفق المعايير الوطنية والعالمية.
- مناهج تعليمية معززة للقيم ومراعية لمبادئ الدين الإسلامي وتدعم تنوعاً في المهارات التعليمية.
- نظام ممكن للقدرات البشرية في قطاع التعليم.
- منظومة وطنية فاعلة للبحث العلمي والإبداع والابتكار تسهم في بناء اقتصاد المعرفة ومجتمعها..
- مصادر تمويل متنوعة ومستدامة للتعليم والبحث العلمي والابتكار.
- كفاءات وطنية ذات قدرات ومهارات ديناميكية منافسة محلياً وعالمياً.

وتتنافس الدول العربية على تبني تطبيقات ومبتكرات الثورة الصناعية الرابعة، نظراً لما تجنيه من فوائد في مجالات زيادة الإنتاج الصناعي والزراعي وتحسين جودته، وتطوير الخدمات الحكومية، وزيادة التصدير، وتطوير نظام التعليم، بما يشجع قيم الابتكار، وتحقيق الشمول المالي والاجتماعي بحيث تتوافر صورة رقمية عن كل هيئة ومؤسسة ومواطن .

الخلاصة:

إن الثورة الصناعية الرابعة كما اخترقت جميع مجالات الحياة، فإنها ستحدث تغييرات عميقة في المنظومة التعليمية بجميع عناصرها، الأمر الذي يفرض على المعنيين بالتعليم في الدول العربية أدواراً ومسئوليات وبالتالي آليات جديدة لتطوير منظومة التعليم والتعلم وفق متطلبات الثورة الصناعية الرابعة علي النحو التالي :

تطوير حوكمة مؤسسات التعليم والتدريب وأدائها إلكترونياً وتعزيز ممارسة إدارتها للحكومة الإلكترونية من خلال ما يلي :

- تصميم إطار مؤهلات مرن ييسر الانتقال لسوق العمل ويعترف بالتعليم اللانظامي.
- إدراك أفراد المجتمع التعليمي والتدريبى لماهية ركائز الحوكمة ودور الحكومة الإلكترونية في تيسير الإجراءات الإدارية
- الربط الإلكتروني بين مؤسسات التعليم والتدريب من القاعدة للقيمة
- منح إدارات المؤسسات التعليمية والتدريبية صلاحيات للإدارة الذاتية والمحاسبية، وتوظيف الميزانيات لتلك المؤسسات بفاعلية وفقاً لخطة التحسين المؤسسي الرقمي.
- إدارة المعرفة الرقمية في المؤسسات التعليمية والتدريبية بما يضمن التحسين المستمر، وتمكين ذوي الإعاقات وتقديم خدمات اجتماعية وتكنولوجية للفئات الأكثر احتياجاً.

- دراسة القيادات العليا لمنظومة التعليم والتدريب لديناميكية سوق العمل من خلال التشاور المستمر مع أصحاب الأعمال والتوقعات المستقبلية من الوظائف المستحدثة والتغيرات المتسارعة نتيجة الثورة الصناعية الرابعة .
- ضمان تحقيق مبدأ تكافؤ الفرص وتوفير التنمية المهنية التكنولوجية لجميع الفئات الموجودة بالمجتمع التعليمي والتدريبي
- تعزيز التكامل التقني بين المؤسسات التعليمية والتدريبية المناظرة، واتخاذ الإجراءات التي تدعم بناء وعي بيئي وصحي في المؤسسات التعليمية والتدريبية
- العمل على تطوير البنية التحتية التكنولوجية وتوفير قاعات تعليم مجهزة بإنترنت الأشياء

تطوير عمليتي التعليم والتعلم في إطار الثورة الصناعية الرابعة، من خلال ما يلي:

- تمكين القدرات البشرية من طلاب ومتدربين ومعلمين ومدربين وإداريين تكنولوجيا ورقميا.
- دعم الطالب والمتدرب لتحقيق نواتج التعلم المستهدفة وتوفير فرص تعلم حقيقية وافترضية متنوعة
- ممارسة مهارات التفكير الإبداعي وتوظيف التقنيات التكنولوجية الحديثة ومهارات السلامة العامة والأمان والتعامل مع الأزمات
- إتقان أساسيات التعامل مع تكنولوجيا المعلومات والاتصال وتقنيات التعليم
- الاهتمام بالبحث العلمي والإبداع والابتكار
- الحرص على مواكبة المتغيرات الاقتصادية والتقنية لتلبية احتياجات سوق العمل في ظل عالم متغير
- مراعاة الأبعاد الاجتماعية والبيئية عند تنفيذ عمليتي التعليم والتعلم، والاستخدام المستدام للموارد التقنية والتكنولوجية المتاحة واستثمارها لتحقيق القيمة المضافة في التعليم.

ضمان جودة مؤسسات التعليم والتدريب من خلال ما يلي:

- توفير نظم الكرتونية تيسر تقييم مؤسسات التعليم والتدريب وفق المعايير الوطنية والعالمية، والتصنيف وفق معايير الجودة.
- تبني معايير تنافسية واضحة لشغل المناصب القيادية تراعي متطلبات الثورة الصناعية الرابعة، وكفالة حق الوصول للمعلومات من خلال الشفافية والإفصاح المؤسسي .

اتجاهات التغيير وفق متطلبات الثورة الصناعية الرابعة من خلال ما يلي:

- السماح للمدارس ومراكز التدريب بإدارة مشاريع تشغيلية بربح يعود على تطوير العملية التعليمية وتدعم توفير التقنيات التكنولوجية
- توفر المؤسسة ثقافة داعمة للمشاركة المجتمعية لبناء منظومة تكنولوجية تعليمية
- تستخدم المؤسسة إمكاناتها: البشرية والمادية في خدمة المجتمع المحلي وتنمية أفرادها لمواجهة تحديات الثورة الصناعية الرابعة
- عقد شراكات فعالة بين مؤسسات التعليم والتدريب من جانب ومؤسسات القطاع اخلاص ومنظمات المجتمع المدني من جانب آخر بما يدعم العملية التعليمية والتدريبية، وتنفيذ أنشطة من شأنها ترسيخ الثقافة الرقمية والتكنولوجية
- الاهتمام بزيادة الأعمال وبرامج الإرشاد والتوجيه من خلال منصات المؤسسات التعليمية والتدريبية
- تبني الإعلام التربوي المعزز للوعي المجتمعي
- العمل بقواعد التنمية المستدامة، وتعزيز أنشطة الاقتصاد الأخضر

التوصيات:

في ضوء ما سبق بيانه نوصي بما يلي:

- إجراء دراسات وبحوث تسعى إلى تصميم إطار مؤهلات مرن ييسر الانتقال لسوق العمل ويعترف بالتعليم اللانظامي
- إجراء دراسة منهجية على المستوى المتوسط وبعيد المدى لتطوير المؤسسات التعليمية من حيث البنية التحتية التكنولوجية وتوظيف إنترنت الأشياء
- العمل على توفير منصات اليكترونية تدعم بناء قدرات العاملين بالمؤسسات التعليمية، وتطوير أدوار القيادات التعليمية وأدوار المعلمين وفق مفاهيم ومتطلبات الثورة الصناعية الرابعة
- إجراء دراسات لتطوير المناهج بما يواكب مستجدات الثورة الصناعية الرابعة والخاصة بمجالات: الروبوتات، والذكاء الاصطناعي، وتكنولوجيا النانو، والحوسبة الكمومية، والتكنولوجيا الحيوية، وإنترنت الأشياء، والطباعة ثلاثية الأبعاد، والمركبات المستقلة