الثورة الصناعية الرابعة :
تحديات أم فرص؟

علي أسعد وطفة

كلية التربية – جامعة الكويت

"بفضل القوة الهائلة للتكنولوجيا الرقمية، سقطت الحواجز الصمّاء التي كانت تفصل بين البشر، كالبعد الجغرافي واختلاف اللغات والافتقار المزمن للمعلومات، وتحررت القدرات الإبداعية الكامنة لبني البشر على شكل موجة هادرة جديدة تزداد قوّة من دون انقطاع. وأصبحت هذه القدرات الضخمة تحت تصرف كل البشر وباتوا قادرين على تحريرها بلمسات أصابعهم "

من كتاب تشارلز كيترينج – "العصر الرقمي الجديد»... وإعادة صياغة مستقبل الشعوب.

غالبا ما تُعرَّفُ "الثورة" بأنها منظومة شاملة من التغييرات النوعية الجوهرية التي تحدث في بنية مادية أو اجتماعية أو فكرية فتغير هويتها وتنسف كيانها جذريا، ويتجلى مفهوم الثورة غالبا في حوادث الطبيعة كثورة البراكين والزلازل، وقد يتجسد في المجال السياسي والاجتماعي كالثورة الفرنسية، أو في مجال العلوم والتكنولوجيا كالثورة الصناعية الأولى والثانية والثالثة .

و يعود استخدام مفهوم الثورة Revolution في مجال العلوم إلى نيكولاس كوبرنيكوس (Nicolaus Copernicus) (1473–1543) الذي استخدمه عنوانا لكتابه المشهور (ثورة الأجرام الفلكية) (De revolutionibus orbium coelestium)، وقد نشر هذا الكتاب في عام 1533. وقد قدر لكوبرنيكوس في كتابه هذا أن يقدم للإنسانية أعظم اكتشاف في تاريخ الإنسانية وقد لقب هذا الإكتشاف بالثورة الفلكية التي تحدث انقلابا جذريا في نظرة الإنسان إلى الكون ، فبعد أن كان الإنسان يعتقد بأن الأرض هي مركز الكون جاء اكتشاف كوبرنيكوس ليعلن بالأدلة العلمية القاطعة أن بأن الشمس هي مركز المجموعة الشمية وليست الأرض كما كان الاعتقاد سائدا في سائر العصور. وقد بيّن كوبرنيكوس بطريقة عبقرية أن الأرض هي التي تدور حول الشمس وليس العكس. وكانت هذه النظرية أكبر ثورة في تاريخ العلم والفلك في مختلف الحق والعصور التاريخية [1]. وقد عرف هذا الاكتشاف العظيم "بالثورة

الكوبرنيكية" نسبة إلى كوبرنيكوس ، وقد شاع استعمال هذا التعبير الثوري لاحقا، وتضمن دلالة الحتمية التاريخية التي تتجاوز إرادة البشر وقوتهم. وقد استعمل هذا الاصطلاح لاحقا ليشمل الدلالة العامة على التغيرات المفاجئة والانقلابية التي تحدث في النظم السياسية والاقتصادية والاجتماعية.

ولكن مفهوم الثورة شاع بقوة في مجال الحياة الاجتماعية والسياسية بدرجة واسعة، وغلب معناه السياسي على مختلف دلالاته العلمية. وفي هذا المستوى الاجتماعي فإن مختلف النظريات والاتجاهات الفكرية تتقاطع في تعريف الثورة بأنها تغيير جوهري انقلابي شامل سريع وخاطف في مختلف الأوضاع الاجتماعية والسياسية والاقتصادية للمجتمع. وهناك عدد كبير من التعريفات التي قدمت لمفهوم الثورة، ومنها تعريف كرين برنتون الذي يتناول مفهوم الثورة في كتابه الموسوم "تشريح الثورة" ثم يعرفها بقوله "إنها عملية حركية دينامية تتميز بالانتقال من بنيان اجتماعي إلى بنيان اجتماعي آخر"[3]. كما يعرفها يوري كرازين ماركسيا بقوله "أنها قفزة من التشكيل الاقتصادي والاجتماعي البالي إلى تشكيل أكثر تقدما، تكون الخاصية المميزة السائدة له ومضمونه السياسي هو انتقال السلطة إلى الطبقات الثورية".

يُعَّرفُ قاموس (شامبر) الموسوعي للغة الإنجليزية الثورة بأنها "**تغيير شامل وجذري بعيد المدى في طرق التفكير وفعل الأشياء**". وفي هذا السياق يعرف "أيرك هوبزباوم" الثورة في ضوء الأوضاع الأوروبية بين زمني الثورة الفرنسية عام 1789 وكومونة باريس 1484 بالقول "**إنها تحول كبير في بنية المجتمع**"[4].

وعلى هذا المنوال ظهرت تعابير ثورية جديدة مثل: الثورة الديمقراطية، والثورة العلمية، والثورة السلمية، والثورة الرقمية، وثورة الأنفوميديا، والثورة الصناعية، والثورة الزراعية، حتى أصبح مفهوم الثورة يغطي مختلف أشكال التغيير العميق في أي جانب من جوانب الحياة الاجتماعية والعلمية في المجتمعات الإنسانية.

وغالبا ما يستخدم مفهوم الثورة الصناعية بمعنى **الانقلاب الجذري الذي يحدثه الابداع التكنولوجي في بنية المجتمع اقتصاديا وسياسيا واجتماعيا**، وهذه لازمة تاريخية، إذ يعلمنا التاريخ أن كل اختراع تكنولوجي استطاع أن يحدث تحولات كبيرة وجذرية في تاريخ الحياة الإنسانية. لقد أحدث اكتشاف النار قديما ثورة هائلة في المجتمعات القديمة وغير في توجهات التاريخ الإنساني، وهذا ينسحب على كل الاختراعات ولاسيما اكتساف القوس والنساب حوالي 30.000 ق.م، واكتشاف النار كطاقة حوالي 7000 ق.م.، واختراع العجلة حوالي 3500 ق.م.، واكتشاف المحراث حوالي 1900 ق.م، وكان كل اختراع أو اكتشاف يشكل بحد ذاته ثورة هائلة في الحياة الإنسانية ويشكل في الوقت نفسه منصة هائلة لتغييرات جوهرية ونوعية تمهد بدورها لتطورات جديدة في الحياة الإنسانية. وعلى هذا النحو تقاطرت الاكتشافات وتضافرت الاختراعات الإنسانية عبر التاريخ الإنساني وصولا إلى اكتشاف الطاقة البخارية التي على اساسها تحققت الثورة الصناعية الأولى التي شكلت مهاد انطلاق الثورة الصناعية الثانية القائمة على عبقرية الكهرباء، التي مهدت للثورة الصناعية الثالثة التي قامت على إبداعات الكمبيوتر والمعلوماتية، وأخيرا جاء زمن الثورة الصناعية الرابعة التي تعتمد على تضافر الثورات العلمية والتكنولوجية ضمن بوتقة حضارية واحدة في مطلع الألفية الجديدة.

يقول العالم الفيزيائي ميشل كاكو "بحلول نهاية القرن العشرين كان العلم قد وصل إلى نهاية حقبة. كاشفاً أسرار الذرة وجزيء الحياة ومخترعاً الكمبيوتر الالكتروني. وبهذه الاكتشافات الثلاثة الرئيسية التي انطلقت بتأثير ثورة الكم quantum وثورة الـ DNA وثورة الكمبيوتر، ثم أخيرا التوصل إلى القوانين الأساسية للمادة والحياة والحوسبة. **إن هذه المرحلة البطولية للعلم تقترب من نهايتها، فقد انتهى عصر العلم، وبدأت معالم عصر آخر تظهر**" [5].

لقد ساهمت اكتشافات نيوتن العلمية العبقرية (Isaac Newton, 1642-1727) حول قوانين الحركة في الفيزياء الكونية في التأسيس لثورة المحركات البخارية والتي مكنت من السيطرة على الصناعة وتطويرها على مبدأ الميكانيك وقوانين الحركة، فأصبحت الأشياء التي كان يؤديها البشر تنجز على نحو آلي أتوماتيكي. ويؤرخ للثورة الصناعية الأولى في عام 1780 وقد انطلقت على مسارات اكتشافات علمية حول استخدام طاقة والبخار وتوظيفها في ميكنة الإنتاج. ويرى مؤرخو العلوم أن الثورة الصناعية الأولى بدأت ولادتها رسميا في بريطانيا عام 1760 عندما اُخترِع المحرك البخاري. الذي يُنسب إلى الاسكتلندي (جيمس واط). وكان لهذا الاختراع دورٌ كبير في تطوير هذه الثورة الصناعية إذ فقد أسهم في تحول المجتمعات الإنسانية من الزراعة ومجتمع الإقطاع إلى عمليات التصنيع الجديدة[6]. وشمل هذا التحول استخدام الفحم كطاقة رئيسية، لاسيما في تشغيل القطارات التي أصبحت بفضل المحرك البخاري وسيلة النقل الرئيسية. واستفادت صناعات النسيج والحديد والصلب والسفن من استخدام المحرّك البخاري. وفي عام 1778، دُشّنت أول سفينة تسير بالبخار، وبمرور الأعوام حلت السفن التي تعمل بالمحركات البخارية محل السفن الشراعية، وتمكنت من عبور المحيطات. ويضاف إلى ذلك أن هذه الثورة أحدثت تغيرات هائلة أدت إلى تطور المجتمعات الزراعية إلى مجتمعات صناعية تعتمد المحركات البخارية سواء في الإنتاج أو في النقل والمواصلات.

لقد أحدثت الثورة الصناعية الأولى تغييرات **هائلة في مختلف جوانب الحياة الاجتماعية والثقافية والسياسية في وتجلت هذه التغيرات في التعليم وفي العمل وفي الذهنيات والعقليات ، وشمل ذلك وسائل الإنتاج وقواه وأنماطه، وترك بصمته في الأنساق الفكرية والثقافية في المجتمع، وتجلى هذا التغير الشامل في سلوكيات الناس وأفكارهم كما مستويات تعليمهم وفلسفاتهم ونظرتهم إلى الأشياء، وقد أثر هذا التغيير في منظومات الفنون والعلوم ومختلف أشكال الانتاج الفكري والثقافي في المجتمع. ويتمثل هذا التغير في انتقال الإنسان من الاعتماد على القوى الطبيعية في عملية الانتاج إلى الإنتاج الصناعي الذي ينطلق من قوة الآلات والتقانات الجديدة التي أدت فعليا إلى تمكين الإنسان من الاعتماد على السرعة والميكنة واختصار الجهد والوقت والكلفة في عملية إنتاج الحياة.**

انطلقت الثورة الصناعية الثانية في عام 1870 تأسيسا على إنجازات كل من فاراداي وماكسويل (Faraday and Maxwell) اللذين وحدا القوى المغناطيسية والكهربائية مما أدى إلى توليد الكهرباء وتشغيل المحركات الكهربائية الذي كان له دور أساسي في تشكيل خطوط التجميع التي أصبحت تهيمن على العديد من الصناعات في مختلف البلدان الصناعية. وقد أسهم اكتشاف (توماس إديسون) للكهرباء في تفجير هذه الثورة الصناعية حيث شاع استعمال المصباح الكهربائي اعتبارا من1880 ، وانتشر استخدام الكهرباء في المجال الصناعي على نطاق واسع [7]. وقد تميزت هذه الثورة باستخدام الطاقة الكهربائية التي مكنت الدول ذات المصادر الطبيعية المتنوعة من تكريس قدراتها لاستغلال تلك المصادر في

الصناعة، مما أطلق العنان للمجتمعات الصناعية لأن تخلق مبدأ الإنتاجية الضخمة mass production. وبدأ ظهور الآلات الكهربائية واستغلالها في السلم والحرب وتميزت هذه الحقبة باختراعات مهمة جدا أثرت بصورة كبيرة في تطور الحضارة الإنسانية[8]. ومع بداية القرن العشرين، دخل العالم عهد السيارة ذات المحرك التي شكلت تحولا جذريا في مفهوم المواصلات. كما شاع استخدام القطار ذي المحرك الكهربائي.. وبعد ذلك توالت الإنجازات العلمية بظهور الهاتف والإذاعة والتلفزيون والطائرة. وقد استفادت الثورة الصناعية الثانية من هذه الإنجازات في تعزيز الإنتاج الضخم، وكان ذلك أهم سماتها، وبدأ ذلك مع إبداعات(هنري فورد)الذي ابتكر في عام 1908 خط الإنتاج الشامل لصناعة السيارات. واستمرت الثورة الصناعية في اختراعاتها تدريجيًا، فدخل العالم عصر الميكنة بشكل موسع. وقد أدت الثورة الصناعية الثانية إلى تغيير أنماط حياة الإنسان على وجه الأرض. فإلى هذه الثورة يُنسب شكل النظام الاقتصادي الدولي الذي نعيشه حاليا. ويمكن القول إن هذه الثورة كانت اللبنة الأساسية لشكل النظم الاقتصادية الموجودة على مستوى العالم ([9]).

ولا تقل التغيرات الجوهرية التي أحدثتها الثورة الصناعية الثانية عن هذه التي أحدثتها الثورة الأولى. فالتغيير كان كبيرا ومهولا في مختلف جوانب الحياة الإنسانية. وقد أوقدت هذه الثورة في **ثورة تربوية وتعليمية في الوقت نفسه واستطاعت أن تطلق جبروت القوى العلمية والبحثية في المجتمع والجامعات وحققت نوعا من التفاعل العميق والشامل بين التكنوالوجيا الصناعية والمؤسسات العلمية الأكاديمية .**

وباختصار يمكن القول إن الثورتين الأولى والثانية عملتا على إحداث تغييرات جوهرية في منظومات الوجود والحياة في المجتمعات الإنسانية، ويتضح هذا التأثير الكبير في الجوانب السياسية والاجتماعية، ولاسيما في مجال تعزيز الحضور الديمقراطي، وتكوين النقابات، وتأصيل مؤسسات المجتمع المدني، وتشكل الأحزاب السياسية. **ولم "يعد بالإمكان حكم المجتمع الجديد – الذي يتألف جزء كبير منه من أصحاب الأعمال والمستثمرين والمهندسين والعلماء والمعلمين والمخترعين والمثقفين والفنانين والخبراء والرياديين والمفكرين والعمال الذين يتمتعون بالوعي وروح العمل الجماعي والنزعة نحو المساواة– لم يعد ممكناً حكمه عن طريق الفردية و العائلية والسلطوية والديكتاتورية"**[10].

ومن ثم انطلقت الثورة الصناعية الثالثة باكتشاف الترانزستور الذي أدى إلى اكتشاف العصر الإلكتروني الذي أعطانا أجهزة الكمبيوتر والإنترنت[11]. ويؤرخ لهذه الثورة فعليا في عام 1959 وتنطلق هذه الثورة من منصات الحوسبة الإلكترونية والثورة الرقمية وتكنولوجيا المعلومات وغالبا ما يطلق عليها الثورة الرقمية أو ثورة الحسابات والكمبيوتر. ويشكل ظهور الإنترنيت أحد أهم معالم وركائز هذه الثورة التي شكل الإعجاز العلمي لهذه الثورة في النصف الثاني من القرن العشرين. والمعالجات الدقيقة والإنترنت وبرمجة الآلات والشبكات في النصف الثاني من القرن العشرين. ومن مميزات هذه الثورة قدرتها الهائلة على إضفاء الطابع الرقمي (Digitization) على مختلف مظاهر الحياة الاقتصادية والعلمية والتي تمت بفضل الحاسبات الضخمة والقدرة الهائلة على تخزين المعلومات ومعالجتها، ومن ثم برمجة الآلات ورقمنتها. لقد أحدث انتشار شبكة الإنترنت وثورة الانفورماتيك والمعلوماتية تأثيرا هائلا في مختلف مجالات الحية في

مختلف أنحاء المعمورة. وقد شهدت هذه المرحلة تطور هائل في المنصات الرقمية العملاقة (فايسبوك، تويتر، غوغل.. الخ)، وانتشار مواقع التواصل الاجتماعية التي أحدثت ثورة حقيقية في بنية المجتمع والعلاقات الاجتماعية.

الثورة الصناعية الرابعة :

بدأت الثورة الصناعية الرابعة رسميا مع بداية الألفية الجديدة، وإذا كانت الثورة الأولى قد انطلقت بدفع الطاقة البخارية، والثانية قد هبت عواصفها بتأثير الطاقة الكهرباء، والثالثة قد انطلقت على سكة الحوسبة والمعلوماتية، فإن **الثورة الصناعية الرابعة قد انطلقت من منصة الاندماج الثوري لمجموعة هائلة من الاكتشافات العبقرية في مختلف مجالات العلوم والمعرفة الإنسانية ولاسيما في مجالي التكنولوجيا الرقمية الهائلة والذكاء الاصطناعي حيث " تندمج التقانات الذكية على نحو تتلاشى فيه الخطوط الفاصلة والحدود القائمة بين ما هو رقمي وتكنولوجي وفيزيائي وبيولوجي**. (12).

وقد استخدم مفهوم الثورة الصناعية الرابعة لأول مرة في مجال الصناعة التحويلية في ألمانيا في أوائل العقد الأول من القرن العشرين، وكانت ألمانيا الوطن الذي شهد أول ابتكار عمليات الأتمتة الذاتية الشاملة في الآلات وفي عملية الإنتاج. واستطاعت هذه الثورة لاحقا أن تعمل على زيادة القدرة الحاسوبية لتخزين كميات هائلة من البيانات بالأطنان وأدى ذلك إلى تطوير ما يسمى بالنظم الفيزيائية الإليكترونية التي انطلقت في أحضان مؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية عام 2006.

ويعد كلاوس شواب (Klaus Schwab) – رئيس المنتدى الاقتصادي العالمي (World Economic Forum) ومؤسسه– أول من استخدم مفهوم "الثورة الصناعية الرابعة" بصورة علمية وأول من أصله في المنتديات العالمية ووظفه في مراكز البحث العلمية. لقد طرح كلاوس شواب "الثورة الصناعية الرابعة" موضوعا وعنوانا للمنتدى الاقتصادي العالمي الذي عقد في دافوس (Davos) في دورته السادسة والأربعين، عام 2016. وقد توسم هذا المفهوم أيضا كتابه المثير للجدل بعنوان " الثورة الصناعية الرابعة " (The Fourth Industrial Revolution)[13] الذي نشرت طبعته الأولى في العام نفسه. ويرى كلاوس أن الثورة الرابعة تنطلق من معطيات "الثورة الصناعية الثالثة" وتؤسس عليها على نحو فارق طَفَري، وهي ثورة الحوسبة الرقمية، التي انطلقت في خمسينات القرن الماضي، ووصلت إلى ذروتها وتطبيقاتها في الذكاء الصناعي الرقمي والتكنولوجيا الحيوية وتلك الماثلة في عبقرية تكنولوجيا التواصل الاجتماعي. **ويرى كلاوس شواب أن هذه الثورة تمثل على الحلقة الأخيرة من سلسلة الثورات الصناعية المتعاقبة**. ويصفها شواب بقوله :

> **"إننا نقف اليوم على أعتاب الثورة الصناعية الرابعة التي ستغير جذريا الطريقة التي نحيا بها ونعمل. وسيشمل هذا التحول الجبار جميع مناحي حياتنا، وسيكون فريداً من نوعه في تاريخ البشرية، سواء من ناحية حجم التغيير أو تعقيده**. والحقيقة أننا لا نعرف بالضبط كيفية هذا التحول لأننا نعيش زخمه العارم لحظةً فلحظة، لكننا نعرف على وجه اليقين أنه لكي ننجح في مواكبة الدول المتقدمة فإن استجابتنا لهذه التغيرات يجب أن تكون شاملة ومتكاملة وتضم جميع الأطياف التي تمثل

أركان المجتمع المدني والقطاعات الوظيفية العامة والخاصة والمجتمعات الأكاديمية والمؤسسات المجتمعية"[14].

وعلى غرار شواب يرى كثير من الباحثين المستقبليين أن هذه الثورة ستُحدث تغييراً جوهرياً في طريقة عيش البشر وعملهم وعلاقتهم بعضهم ببعض وتصوراتهم وأنماط وجودهم، وهي تبشر ببداية فصل جديد وروحا جديدة في تاريخ الإنسانية.

وفي مواجهة هذا التحدي الكبير يرى شواب أيضا " أن هذه الثورة، بسرعة إيقاعها واتساع نطاقها وعمق حدودها، تدفعنا إلى إعادة التفكير في الكيفية التي تتطور بها بلداننا، والطرق التي يتوجب علينا اعتمادها في مواجهة تحدياتها وخلق فرص جديدة للتنمية الاقتصادية، وهذا يتوقف في نهاية الأمر على إمكانات الدول وما تتمتع به من بنى تكنولوجية، ومقدرة على تطوير نُظمها التعليمية وتوظيفها، وتعزيز مهارات موظفيها وإكسابهم الخبرات التي تساعدهم على التعامل مع هذه التطورات" ([15]).

وقد وصف المشاركون في المنتدى العالمي في "دافوس" "الثورة الصناعية" الرابعة بأنها "تسونامي جبار" وهو من هذا النمط الذي سيعصف بالمجتمعات الإنسانية، ليحدث انقلابا جذريا في مختلف مظاهر ومعالم وتفاصيل الحياة الإنسانية برمتها. وقد عبر بعض المشاركين عن مخاوفهم إزاء هذه الثورة ولاسيما فيما يتعلق بدور الإنسان ومصيره الاغترابي في دائرة التفاعل الرقمي داخل الفضاء السيبراني.

وتتمثل الثورة الصناعية الرابعة في منظور لوتشيانو فلوريدي (Luciano Floridi) – كما يصفها في كتابه الشهير (الثورة الرابعة: كيف يعيد الغلاف المعلوماتي تشكيل الواقع الإنساني)[16] – بمنظومة من المخترعات العبقرية، والابتكارات التكنولوجية الفائقة مثل: الثورة الرقمية (Digital revolution)، والذكاء الاصطناعي (Artificial intelligence) وتكنولوجيا النانو Nanotechnology، وإنترنت الأشياء (Internet of Things)، والهندسة الحيوية (Biotechnologies) والإصدار الثاني لتقنيات الشبكة العنكبوتية العالمية ويب (web02)، والويب ذي الدلالات اللفظية (الويب الذكي Semantic Web)، والحوسبة السحابية (Cloud Computing)، والألعاب المعتمدة على التقاط الحركة (Motion-Capturing Games)، وتطبيقات الهواتف الذكية (Smartphone Apps) والحواسب اللوحية(Tablets)، والشاشات اللمسية (Touch Screens) ونظام تحديد المواقع (Global Positioning System –GPS)، والرفقاء الاصطناعيين (، Artificial Companions)، والرجال الآليين (Robots) ووسائط الإعلام الاجتماعي (Social Media) والحرب السيبرانية (Cyberwar) وأخيرا الإنترنيت الفائق بنسخته الرهيبة (G5) ([17]).

وغالبا ما تعرف الثورة الصناعية الرابعة بوصفها نتاجا للتكامل والانصهار الرقمي بين مختلف الثورات العلمية والتكنولوجية الهائلة في الفضاء السيبراني. ومن الأمثلة على هذا التفاعل يمكن الإشارة إلى التخصيب الجيني للحمض النووي الذي يتم بتوسط الحاسبات الإليكترونية البيولوجية وهي نتاج للتخاصب بين الثورة "النانوية" المذهلة وبين الهندسة الوراثية ومعالجة الأمراض المستعصية. وفي هذا السياق يقول إريك شميت وجاريد كوهين في كتابهما المشهور (العصر الرقمي الجديد وإعادة صياغة مستقبل الشعوب) [18] في وصفهما للثورة الصناعية الرابعة: إنه بفضل القوة الهائلة

للتكنولوجيا الرقمية، **سقطت الحواجز الصمّاء التي كانت تفصل بين البشر، كالبعد الجغرافي واختلاف اللغات والافتقار المزمن للمعلومات، وتحررت القدرات الإبداعية الكامنة للإنسانية على شكل موجة هادرة جديدة تزداد قوّة من دون انقطاع**، وأصبحت هذه القدرات الضخمة تحت تصرف كل البشر وباتوا قادرين على تحريرها بلمسات أصابعهم ".[19]

وفي هذا السياق يمكن القول إن الثورة الصناعية الرابعة تتناغم مع نموذج جديد فارق للحضارة الإنسانية يختفي فيه مختلف عناصر الصناعة التقليدية التي عرفناها إبان الثورات الصناعية الثلاث السابقة. كما ستختفي معه معظم مظاهر الحياة الاجتماعية والعلمية التي عرفتها الإنسانية في مراحلها التاريخية السابقة.

وتتميز الثورة الصناعية الرابعة بثلاثة عوامل رئيسة تميزها عن سابقاتها من الثورات، وهي: السرعة(Rapidity)، والتعقيد (Complexity)، والشمول (Inclusiveness). فالثورة الصناعية الرابعة التي تتميز بالسرعة والتعقيد وتتميز بشمولها لمختلف مظاهر الحياة الإنسانية ستشكل في نهاية الأمر القوة التي تؤدي إلى إحداث تغيير جذري في العلاقات بين الدول والشركات والمجتمعات في كل منها وفيما بينها.

ومن أهم ميزات وسمات الثورة الصناعية الرابعة أنها تقوم على أساس الرقمنة الشاملة العمودية والأفقية للظواهر المرئية والخفية. وتعتمد هذا المنهج كمنطلق استراتيجي في عملية التغيير الشاملة، ويتجلى ذلك الدمج الرقمي– الأفقي والعمودي– في مختلف مظاهر الحياة والوجود. وبكل بساطة، فإنه الثورة الصناعية الرابعة تدور في **الزمن الذي يتحول فيه الاقتصاد من نموذج الإنتاج "المركزي" إلى نموذج الانتاج "اللامركزي"**. وهذا يعني أن الرقمنة الشاملة تؤدي إلى الربط بين جميع الوحدات الإنتاجية في الاقتصاد في مختلف الاتجاهات عموديا وأفقيا داخليا وخارجيا حيث تشكل عملية تلاحم لا يفصم عراها بين مختلف مظاهر الحياة الاقتصادية والاجتماعية.

ففي المراحل السابقة للثورة الصناعية الرابعة كانت الشركات الصناعية تحقق مكاسبها وتطور نفسها غالبًا من خلال تحسين درجة الأتمتة، ولكن هذه الأتمتة أصبحت – في زمن الثورة الصناعية الرابعة– أتمتة ثورية ذكية تتميز بقدرتها الهائلة على التكيف وفقا لمعطيات التقدم في الذكاء الاصطناعي. فالمصانع اليوم تقوم بعمليات الإنتاج النظمي الذاتي الذي يمكنه أن يتكيف ذاتيا وإبداعيا مع مطالب العملاء الفردية من خلال القدرة التعلم الذاتي. فالشركات الصناعية البارزة توفر بالفعل أنظمة رقمية تقوم بعملية معالجة الخلل في الانتاج والأنظمة وابتكار الحلول إذ يمكن تزويد المصانع والشركات ومراكز التسويق بأنظمة قادرة على التفاعل مع العملاء بمرونة وذكاء، مثل: الإنتاج على الطلب؛ والإنتاج في الموقع على المقياس، ودراسة سيكولوجية المستهلك، ورسم التوقعات في السواق. وهكذا سيتم إيجاد أنواع جديدة من طرق الإنتاج القائم على الذكاء الاصطناعي حيث يقوم الذكاء الاصطناعي بتوليد إيرادات رقمية إضافية وتحسين تجربة العملاء من حيث التفاعل والوصول.

طفرة التفرد التكنولوجي:

يتخيل بعض المفكرين أصحاب النزعة " ما بعد الإنسانية" "Posthumanism" أنه ستكون هناك نقطة فارقة حرجة في المستقبل سيصل فيها معدل تسارع التطور التكنولوجي المعرفي لدرجة أن منحنى التقدم قد يصبح عموديًا تقريبًا في محور الزمن. كانت المعرفة الإنسانية عبر التاريخ تحتاج إلى قرون لتحدث تغييرا جوهريا في ذاتها، ثم إلى قرون وعقود كي تتضاعف، ولكننا اليوم نشهد تضاعفا في المعرفة الإنسانية مصحوبا بالتغيير الهائل في سنوات وشهور وأيام. وهذا يعني أن المعرفة الإنسانية قد تتجدد في غضون أشهر ثم تتقلص إلى أيام ثم إلى ساعات فدقائق فثواني. وهذا التضاعف الحضاري قد يأخذ في المستقبل تضاعفا هندسيا خارقا يصل إلى مرحلة التغير التام على المحور العمودي الهائل الذي تتراكم فيه المعرفة خلال فترات زمنية قصيرة جدا، وهذا سيجعل من الصعوبة بمكان التعرف على العالم والظواهر الكامنة فيه والأشياء بعد مرور وقت قليل، فكل شيء سيتغير في ومضات زمنية متسارعة متلاحقة، ويطلق المستقبليون على هذه المرحلة الافتراضية باسم التفرد الكوني الذي يتجسد في شكل متطور من أشكال الذكاء البشري الذي يعزز حركة التطور بسرعات متناهية. وضمن هذا التصور للتفرد في مجال التجدد الثوري للمعرفة في عالم التكنولوجيا تتقادم الأشياء سريعا وتفقد جدواها ولاسيما في مجال الإليكترونيات والحاسبات وغيرها من التقانات المتقدمة ومثل هذا التسارع يحث أيضا في مختلف مظاهر الحياة العلمية والثقافية.

ويرى منظرو الثورة الصناعية الرابعة، أن هذه الثورة تأخذ مسار تطور ينطلق على معدلات أسيّة رقمية بدلاً من الوتائر الخطية، وهذا من شأنه أن يحدث تحولا كبيرا في مجالات نظم الإنتاج، والإدارة، والحكم. ويشير إلى السرعة التي تتسم بها هذه الثورة مقارنة بما سبقها، فيقول: يكفي للدلالة على سرعة الثورة الصناعية الرابعة أن مغزل النسيج (السمة المميزة للثورة الصناعية الأولى) استغرق نحو 120 عاماً لينتشر خارج أوروبا. وعلى النقيض من ذلك، فقد تغلغلت الإنترنت في جميع أنحاء العالم في أقل من عقد من الزمان ([20]).

ومن الواضح أن الثورة الصناعية الرابعة ستكون قادرة على تحقيق اختراقات علمية خاطفة وشاملة لا يوجد لها مثيل أو نظير في التاريخ البشري، فالتكنولوجيا الرقمية تتضاعف بطريقة اسّية غير مسبوقة في التاريخ. وتتميز هذه الثورة بشمولها المذهل إذ تنتشر بسرعة هائلة في مختلف جوانب الحياة لتحدث انقلابا ثوريا شامى ومستمرا ضد كل ما عرفته المجتمعات الإنسانية في تاريخها من تقدم تكنولوجي وعلمي. وفي ظل هذه الوتائر المتسارعة للاختراقات العلمية تتقادم التكنولوجيا القائمة وتتساقط، وما كان ينظر إليه على أنه تكنولوجيا متقدمة تم نسفه تماماً وأصبح بلا فائدة اقتصادية، والأمثلة على ذلك كثيرة جداً. لقد دخلت المجتمعات الإنسانية في العصر الذي " نرى فيه بلايين البشر يتواصلون بواسطة الهواتف المحمولة مع إنترنت ذات سرعات خيالية، وقدرات غير محدودة للوصول إلى المعلومة، إضافةً إلى إنجازات تكنولوجية غير مسبوقة في مجالات الذكاء الاصطناعي والروبوتات، وإنترنت الأشياء، والمركبات الذاتية القيادة، والطباعة الثلاثية الأبعاد، وتقنيات النانو، والتكنولوجيا الحيوية، وعلوم المواد، والحوسبة الكمومية" [21]. ومن الواضح اليوم أن تكنولوجيا الثورة الصناعية الرابعة لم تعد مجرد وسائل تغيير أو أدوات تعتمد في عملية تثوير المجتمع وتغيير ملامحه فحسب بل "أصبحت قوى بيئية وأنثروبولوجية واجتماعية وتفسيرية، تَخلق وتُشكل واقعنا الفكري والمادي، وتُلغ فهمنا

لذواتنا، وتُحوّر الكيفية التي تربطنا بعضنا ببعض، كما تربطنا بذواتنا، وتُحَسِّن من كيفية تفسيرنا للعالم من حولنا، وكل هذا يجري بصورة واسعة الانتشار، وبعمق، وبلا هوادة"([22]).

الذكاء الاصطناعي الخارق :

ويركز منظرو الثورة الصناعية الرابعة على دور التكنولوجيا المتفردة التي يمكن أن تؤدي إلى نشوء ذكاء اصطناعي يتوفق على الذكاء الإنساني أضعافا مضاعفة ويقوم هذا الذكاء على سيناريوهات التواصل بين الدماغ والحاسوب والذكاء الاصطناعي. ولأن ذكاءنا الحالي الطبيعي هو في نهاية ذروته في هذا العصر، يتوقع العلماء أن يكون الإبداع التكنولوجي للذكاء الفارق لحظة فاصلة في التاريخ، ويرى أنصار هذا التوجه أن هذا الذكاء سيكون مقترنا بالحساسية الأخلاقية.

يرى جون فون نيومان John von Neumann في هذا السياق أن هذا التفرد المنتظر في غضون العقود **القادمة سيؤدي إلى طفرة هائلة في الذكاء الاصطناعي**، وإلى نمو هائل في الأنظمة الكبيرة لأجهزة الكمبيوتر المتصلة بالشبكات، وإلى طفرة أخرى في مجال التكامل بين الإنسان والتكنولوجيا وفي مجال الحاسبات الكبرى. ويرى نيومان في هذا السياق أن تضخم الذكاء الاصطناعي ضمن هذا السيناريو، سيؤدي في مرحلة ما إلى حلقة تغذية مرتدة إيجابية: **إذ يمكن للأنظمة التكنولوجية الأكثر ذكاءً العمل على تصميم أنظمة أخرى تفوقها ذكاءً، ويمكنها القيام بذلك بسرعة أكبر من المصممين البشريين الأصليين. وسيكون هذا التأثير الإيجابي للتغذية المرتدة قويًا بما يكفي لقيادة انفجار معرفي جديد يتميز بنظام اصطناعي فائق الذكاء يتفوق على القدرات البشرية مجتمعة.**

ويرى بعض الباحثين أنصار نزعة " ما وراء الإنسانية" أنه من المستحيل بالنسبة لنا التنبؤ بما يأتي بعد **الوصول إلى نقطة "التفرد" Singularity في الذكاء الاصطناعي** (والتفرد هو الحالة التي يصل فيها الذكاء الاصطناعي إلى أوجه قوته). قد يكون مجتمع ما بعد التفرد غريبًا جدًا لدرجة أننا لا نستطيع أن نعرف شيئًا عنه، حيث تكون القوانين الأساسية للفيزياء هي الاستثناء الوحيد في هذه المرحلة. **وهذا يعني أن تحقيق المستحيلات قد يكون ممكنا إلى حدّ كبير مثل الوصول إلى أكوان جديدة، أو السفر عبر الزمن، والقضاء كليا على الأمراض الإنسانية ولاسيما أمراض الشيخوخة، وبناء الإنسان الخارق السوبر مان، أو تمكين الإنسان من الحياة لمئات السنين كنتيجة لتطور الطب والتكنولوجيا.**

لقد استخدم فينور فانج Vernor Vinge مصطلح "التفرد التكنولوجي" (Technological singularity) [23] بشكل أكثر تحديدا للدلالة على النقطة التي يتجاوز فيها الذكاء الاصطناعي المجموع الكلي للذكاء البيولوجي (الإنساني)، **ويرى فانج أنه لا يمكن التنبؤ عمليا بالعواقب الكاملة لهذه المرحلة وقد شبهها بخصائص الفيزياء فيما وراء الثقب الأسود**. ولكنه يؤكد ببساطة أن هذه المرحلة من تطور الذكاء الاصطناعي أمر حتمي لا مفر منه وأنه لا يمكن التنبؤ بعواقب هذا التطور الملهم ونتائجه في المجتمعات الإنسانية[24].

فسألة العلاقة بين الإنسان والتكنولوجيا تشكل أخطر القضايا التي تطرحها الثورة الصناعية الرابعة. وقد شاهدنا حتى اليوم أنماطا من التطورات المذهلة في الذكاء الاصطناعي وعالم الروبوتات. وقد شهدنا حتى اليوم كثيرا من

الروبوتات التي تقوم بوظائف الإنسان في مجالات ذكية معقدة ولاسيما في الصحافة والطب والهندسة والاعلام. فهناك اليوم مذيعون يقدمون نشرات الأخبار ولا يمكن تمييزهم أبدا عن الإنسان الطبيعي قد شهدنا لقاءات صحفية مع الروبوت الياباني صوفيا القادم للمشاركة بهوية يابانية في مصر وبعض البلدان. وقد ذودت هذه الروبوتات بمختلف خصائص الإنسان وشمل ذلك كثيرا من مستحثات المشاعر العاطفية والانفعالية مثل الغضب والحزن. وقد عرفنا جميعا ألعاب الأطفال الحسية التي تتفاعل وجدانيا مع الأطفال بطريقة التعبير عن الحزن والفرح والغضب والسعادة. وكل هذه المؤشرات تدل على أن الروبوت بدأ يتمثل خصائص إنسانية انفعالية وهو بالتأكيد متفوق جدا على الإنسان في مضمار المعرفة والذكاء الاصطناعي.

وعلى عكس الابتكارات التكنولوجية الأخرى، فإن هذه المرحلة من الابتكار تبدو فائقة وخطرة جدا إذ تمثل القدرة اللامتناهية على الابتكار الابداعي والتجديد، **حيث يتم ابتكار طرق جديدة لاستخدام الأشياء القديمة**، ومثل هذه القدرة الهائلة للذكاء الاصطناعي لم تعد توقعا مستقبليا بل نرى مظاهره الآن في هذه اللحظة من الزمن الذي نعيش فيه[25].

تحديات الثورة الصناعية الرابعة:

تحمل كل ثورة عرفتها الإنسانية في ذاتها فرص وتحديات، وليس خفيا على أحد ما حملته كل الثورات الصناعية من فرص هائلة ففي كل اكتشاف أو أبداع تتدفق المنافع والمكاسب الإنسانية التي لا تحتاج إلى تعريف، فالفرص والمنافع التي أتاحها اكتشاف البخار والكهرباء والكمبيوتر للإنسانية أمر يفوق أي حصر ولو في ومضات الخيال وهذا يشمل كافة المخترعات والإبداعات التكنولوجية التي لا تتوقف في تدافعها غير المسبوق.

وإذا كانت الفرص والمنافع التي تحملها الثورة الصناعية الرابعة واضحة للعيان، ولا تحتاج إلى استنفار عقلي، فإن معرفة التحديات تتطلب جهدا وعَيّاً في مستوى التحليل والتفكير. ويتصدى شواب بجدارة للحديث عن فرص الثورة الصناعية الرابعة وتحدياتها فيرى ضمن مختلف معالجاته لقضايا الثورة الصناعية الرابعة أن هذه الثورة تحمل في طياتها كثيرا من الوعود والفرص، فهي ستمكن من رفع مستويات الدخل العالمية، وتحسين نوعية الحياة للسكان في جميع أنحاء العالم. ومن منجزات هذه الثورة أنها استطاعت أن تقدم المنتجات والخدمات التي تزيد من كفاءة ومتعة حياتنا الشخصية الجديدة المحتملة، كطلب سيارة أجرة، وحجز رحلات الطيران، وشراء المنتجات، ودفع الفواتير، والاستماع إلى الموسيقى. وفي المستقبل، سيقود الابتكار التكنولوجي أيضاً إلى تطورات كبيرة في العرض والكفاءة والإنتاجية، وستنخفض تكاليف النقل والاتصالات، وستصبح الخدمات اللوجستية وسلاسل التوريد العالمية أكثر فعالية، وستنخفض تكلفة التجارة، وسيصبح العالم أكثر ترابطا عبر الإنترنت وتطبيقاتها لاسيما إنترنت الأشياء الذي يمتلك القدرة على رفع مستويات الدخل العالمية وتحسين نوعية الحياة للسكان في جميع أنحاء العالم ([26]).

و في كلمته التي ألقاها في افتتاح الدورة السادسة للقمة العالمية للحكومات[27] والتي كانت بعنوان "تحديات العالم في 2018، وما يحمله المستقبل القريب من متغيرات وكيفية الاستعداد لها، يتناول كلاوس شواب خمسة تحديات رئيسية تواجه العالم اليوم وهي:

1- **التحديات الإليكترونية:** يشدد شواب على مخاطر الهجمات الإلكترونية الواسعة النطاق وارتفاع منسوب هذه الهجمات عبر الإنترنيت ويرى أن هذه الهجمات تشكل خطراً عالمياً على مدى السنوات العشر المقبلة. وذكر أيضا أن هذا التحدي الإلكتروني جاء في مقدمة تقرير المخاطر العالمية لسنة 2018، وأعرب عن مخافه من قدرة المخترقين على التحكم بمركباتنا أثناء قيادتنا لها وسرقة أموالنا وبياناتنا التي تشكل قاعدة حياتنا وتعاملاتنا. وطالب الدول والحكومات بالعمل على حماية الفضاء الإلكتروني لأنه بدأ يشكل العمود الفقري للاقتصاد والعلوم وشبكة العلاقات التي تجمع

2- **تحديات الذكاء الاصطناعي**: التي تتمثل في منظومة البرمجيات التي ستمكن الآلات من التفكير والتقرير بتصرفاتها دون تدخل من البشر. وتساءل شواب ما الذي سيبقى للبشر بعد أن تفكر الآلة وتقرر كيف تتصرف بمفردها؟ وفي معرض الإجابة يرى شواب أن البشر يتفوقون على الآلات بالقوة الناعمة والمهارات العاطفية التي تشمل المحبة والتعاطف والتعاون. وأكد أن هذا التفوق العاطفي للبشر لن يُهزم، واعتبر أنه تفوق أنثوي، أي تمتاز به الإناث، منادياً بالمزيد من تمكين المرأة من المواقع القيادية .

3- **التحديات الاقتصادية:** وفي إشارة منه إلى التحديات الاقتصادية، نوه البروفيسور شواب إلى أن الأزمة المالية الأخيرة كلفت العالم ما قيمته 200٪ من الناتج العالمي الإجمالي، واعتبر أن استمرار سياسة الفائدة المتدنية التي تدفع بالسيولة لأسواق البورصة العالمية، ضارة ويجب إعادة النظر فيها، مؤكدا على أهمية الشفافية مع الجيل القادم عبر توصيف الحالة له بشكل علمي ودقيق مهمة لبناء الشراكة بين الشعوب والحكومات. وأضاف مؤسس ورئيس المنتدى الاقتصادي العالمي: "لا يجب أن نخدع الجيل القادم بالحديث عن الرفاهية والتطور لأننا لم نبلغ هذه المرحلة بعد." واعتبر أن التفاوت في توزيع الثروات ومستوى الدخل بين الفئات الاجتماعية وبين الدول الفقيرة والغنية يحتل المركز الثاني على قائمة المخاطر التي أوردها التقرير لعام 2018، وطالب العالم بتغيير سياسته في دعم الأسواق، وقال: "إن ما يحتاجه العالم اليوم هو أن تصبح التقنيات عالية الكفاءة متاحة لكافة الدول والشعوب، وليس الاستمرار في تسيير السيولة لهذه الأسواق."

4- **التحديات الجيوسياسية: ويرى** شواب أن العالم اليوم أصبح متعدد الأقطاب وتسوده نظريات ورؤى مختلفة حول كيفية حل الصراعات وهو ما يؤسس لمزيد من هذه الصراعات والانقسامات التي ستضر بمسيرة التنمية العالمية. أما التحديات المستقبلية.

5- **التحديات البيئية والمستقبلية:** تشكل التحديات البيئية، وفق تقرير المخاطر العالمية 2018، مصدر قلق عالمي يهدد الحياة الإنسانية وتتصدر هذه التحديات الاحتباس الحراري للأرض، وفقدان التنوع البيولوجي، وانهيار النظم الإيكولوجية، والكوارث الطبيعية الكبرى، والكوارث البيئية التي هي من صنع الإنسان، وفشل المجتمع الإنساني من إيقاف تدهور المناخ وخفض تأثير تغير المناخ والتكيف معه. ويطرح شواب عدد من القضايا المخيفة في المستقبل متسائلا: ماذا لو فشل المجتمع الإنساني في زراعة السلع الأساسية مثل الحبوب والذرة والأرز ؟ وهو أمر يهدد وجود

الإنسان غذائيا . وماذا يمكن أن يؤدي تطور الذكاء الاصطناعي بطريقة سلبية؟ ألا يمكن أن يهدد الحياة الإنسانية برمتها؟ وماذا يمكن أن نفعل عندما تموت التجارة العالمية بسبب زيادة الحروب التجارية وتتاليها؟ وهناك اسئلة كثيرة تفرض نفسها في مختلف جوانب تأثير الثورة الصناعية الرابعة في الحياة الإنسانية المعاصرة [28].

خلاصة :

في ضوء ما قدمناه من تصور عن ملامح الثورة الصناعية الرابعة يبدو لنا أن هذه الثورة التي بدأت معالمها ترتسم منذ مطلع هذه الألفية ستشكل ثورة عارمة في الحياة الإنسانية برمتها وقد تكون قادرة على تغيير هوية العالم الإنساني بفضاءاته الواسعة، ومما لاريب فيه أن تشكل نقلة نوعية تأخذ الإنسانية برمتها نحو فضاء "سيبراني" نعرف بداياته ولكننا لا نستطيع أبدا أن نعرف مآلاته في ابعاده المستقبلية. فكل ما لدينا حتى الآن تصورات مستقبلية لا تخلو من شطحات خيال حول مستقبل الإنسانية في ظل هذه التصورات "التسونامية" العاصفة التي تهدد كل أشكال الحياة التي عرفتها الإنسانية في ماضيها وفي حاضرها.

ومع ذلك فإن هذه الثورة بمعطياتها الفارقة في التاريخ تشكل مهمازا حضاريا يدفع الإنسان إلى المواجهة والتحدي، إنها" أشبه بتيار كهربائي يسري في شبكة عصبية للإبداع والابتكار والتجديد والخيال، فيؤدي إلى صدمة تزلزل من حالة الاسترخاء والفراغ والضياع في المجتمع فتدفعه إلى حالة جديدة من الفعل والابتكار والإبداع" [29]. وفي ظل هذه الثورات وتحت تأثيرها الصاعق تنطلق " المجتمعات الإنسانية لتبدع في كل مجال وفي كل ميدان حيث أصبح العلم والتكنولوجيا يشكلان قاعدة الانطلاق لتحرير الإنسان من عقد الماضي وقيوده، وقد قدر لهما أي للعلم والتكنولوجيا أن يحرضا المجتمعات الإنسانية على اكتشاف نفسها والعمل على إثبات وجودها وهويتها في كل مجال وميدان". [30]

في المستقبل القريب فإن أشكالاً جديدة من المعرفة تتكون لتغطي مختلف جوانب الحياة الاجتماعية، وتعمل هذه الصيغ المعرفية الجديدة على إعادة إنتاج المجتمع وفق معطيات وعمليات تعتمد على أقصى درجة من الذكاء المعرفي الذي يخترق هياكل المجتمع وتكويناته وعملياته. وفي هذا المجتمع فإن عمليات إنشاء المعلومات والتحليل الرمزي وأنظمة الخبرة الذكية تصبح أكثر أهمية من العوامل الأخرى مجتمعة. وهذا يعني أنه عندما نتحدث عن مجتمع المعرفة بأبعاده النوعية فإن التحدي الرئيسي الذي يواجه المجتمع سيكون في عملية توليد الذكاء الجمعي، أي عملية بناء العقل الجمعي الجديد القائم على الذكاء الخارق في أكثر تجلياته واندفاعاته المعرفية. وهنا يتوجب علينا أن ندرك بأن **الذكاء الاجتماعي الجاثم في العقل الجمعي سيأخذ أهمية كبيرة فائقة، لأن ذكاء المجتمع ككل أهم من مجرد وجود مجتمع يتكون من عدة ذكاءات فردية.**

وقد ادركنا أنه في ظل التحديات المهولة التي تواجه المجتمعات الإنسانية في مواجهة مستقبل عاصف بالتكنولوجيا المهولة فإن معظم الباحثين يتوجسون خيفة من الآثار المدمرة لهذه التكنولوجيا في مجال العلاقات الاجتماعية والبناء الاجتماعي ولاسيما مسألة الهوية. ومن أكثر القضايا إثارة للخوف والذعر مسألة الصراع بين الإنسان والذكاء الاصطناعي الذي يهدد الوجود الإنساني برمته. وهناك نفر من المفكرين المتفائلين الذين يرون بأن الإنسان بما يمتلك من ذكاء تاريخي سيكون قادرا على مواجهة مختلف التحديات وتوجيه مسار الحضارة القادمة تحت مزيد من السيطرة

هوامش الدراسة :

1 - Jean-Pierre Bardet, Autour du concept de Révolution: Jeux de mots et reflects culturels,In: Histoire, économie et société. 1991, 10e année, n°1. Le concept de révolution. pp. 7-16.

2 – يوري كرازين، علم الثورة في النظرية الماركسية، (ترجمة سمير كرم). بيروت: دار الطليعة، ط1، 1975. ص31

3 – يوري كرازين، علم الثورة في النظرية الماركسية، مرجع سابق، ص 41 ,

4 – العربي صديقي، زلزال استراتيجي يضرب أركان العالم، الأوان، الاربعاء 17 تشرين الأول (أكتوبر) 2012. http://www.alawan.org/

5– خالد ميار الإدريسي، ما بعد الإنسان: قراءة نقدية واستشرافية للإفراط التكنولوجي وتأثيره على الوضع الإنساني، مسارات للرصد والدراسات الاستشرافية، 2013/4/24.

https://www. massarate. ma/%D9%85%D8%A7-%D8%A8%D8%B9%D8%AF-%D8%A7%D9%84%D8%A5%D9%86%D8%B3%D9%80%D8%A7%D9%86-1. html

6 – محمد عبد القادر الفقي، الثورات الصناعية الأربع :إطلالة تاريخية، مجلة التقدم العلمي، مجلة علمية فصلية تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي العدد103 – أكتوبر 2018، ص9.

7 – محمد عبد القادر الفقي، الثورات الصناعية الأربع، المرجع السابق ، ص9.

8 – سلام أحمد العبلاني، وعود الثورة الصناعية الرابعة منعطف هائل في تاريخ البشرية، (الافتتاحية) مجلة التقدم العلمي، مجلة علمية فصلية تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي العدد103 – أكتوبر 2018،

9 – محمد عبد القادر الفقي، الثورات الصناعية الأربع، مرجع سابق ، ص9.

10 – ابراهيم بدران ، دور الثورة الصناعية في تقدم التعليم ، 19–8–2018 . الموقع الشخصي http://www.ibrahimbadran.com/

11 - Bo Xing and Tshilidzi Marwala. Implications of the Fourth Industrial Age for Higher Education, SCIENCE AND TECHNOLOGY , V o l u m e 7 3 , 2 0 1 7.
Electronic copy available at: https://ssrn. com/abstract=3225331

12 – محمد عبد القادر الفقي، الثورات الصناعية الأربع، مرجع سابق ، ص9.

13 - Klaus Schwab , The Fourth Industrial Revolution, New York: Crown Publishing Group, 2017.

14 – سلام أحمد العبلاني، وعود الثورة الصناعية الرابعة منعطف هائل في تاريخ البشرية، (الافتتاحية) مجلة التقدم العلمي، مجلة علمية فصلية تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي العدد103 – أكتوبر 2018،

15 – عبد الله بدران، الثورة الصناعية الرابعة الشغف بالمستقبل الغامض، مجلة التقدم العلمي، مجلة علمية فصلية تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي العدد103 – أكتوبر 2018، ص58.

16 - Luciano Floridi, The Fourth Revolution: How the Infosphere is Reshaping Human Reality, Oxford: OUP, Jun 26, 2014.

17– لوتشيانو فلوريدي، الثورة الرابعة: كيف يعيد الغلاف المعلوماتي تشكيل الواقع الإنساني، ترجمة: لؤي عبد المجيد السيد، الكويت: عالم المعرفة، العدد 452، سبتمبر، 2017، ص10.

18 - Eric Schmidt and Jared Cohen , The New Digital Age: Reshaping the future of People، Nations and Business ،(United States: Alfred A. Knopf، 2013).

19 – عدنان عضيمة، العصر الرقمي الجديد»... وإعادة صياغة مستقبل الشعوب، الاتحاد، 4 فبراير 2014، https://www. alittihad. ae/article/

20 – عبد الله بدران، الثورة الصناعية الرابعة ، مرجع سابق ، ص55.

21 – سلام أحمد العبلاني، وعود الثورة الصناعية الرابعة منعطف هائل في تاريخ البشرية، مرجع سابق .

22– لوتشيانو فلوريدي، الثورة الرابعة: كيف يعيد الغلاف المعلوماتي تشكيل الواقع الإنساني، ترجمة: لؤي عبد المجيد السيد، الكويت: عالم المعرفة، العدد 452، سبتمبر، 2017، ص10.

23 – يستخدم الباحثون اليوم مصطلح "التفرد التكنولوجي" (Technological singularity)، للإشارة إلى المصير التكنولوجي للإنسانية، ويعزى استخدام هذا المفهوم لأول مرة إلى ستانيسلاف أولام Stanislaw Ulam في نعيه لجون فون نيومان John von Neumann عام 1958

24 - Wilson, C., Lennox, P.P., Hughes, G.& Brown, M. (2017) How to develop creative capacity for the fourth industrial revolution: creativity and employability in higher education in Reisman, F. Ed., Creativity, Innovation and Wellbeing. London: KIE Conference Publications.

25 - Shanahan, M. (2015). The Technological Singularity, London , MIT Press,.

26 – عبد الله بدران، الثورة الصناعية الرابعة الشغف بالمستقبل الغامض، مرجع سابق ص.55

27– الدورة السادسة للقمة العالمية للحكومات، عقدت في دبي في 11– 13 فبراير 2018. وقد استقطبت أكثر من 4000 مشارك من 140 دولة، يمثلون الحكومات والمنظمات الدولية والقطاع الخاص وصنّاع القرار ورواد الأعمال والأكاديميين وطلبة الجامعات والمبتكرين في العالم. وقد استضافت 130 متحدثاً في 120 جلسة، وانتظمت جلساتها في ستة منتديات سلطت فيها الضواء على معظم وأهم التحديات العالمية المعاصرة.

28 – عبد المنعم السيسي، كلاوس شواب: خمسة تحديات رئيسية تواجه العالم، الوفد، الأحد، 11 فبراير 2018: https://alwafd.news/

29 – ابراهيم بدران ، دور الثورة الصناعية في تقدم التعليم ، مرجع سابق .

30 – ابراهيم بدران ، دور الثورة الصناعية في تقدم التعليم ، مرجع سابق .