

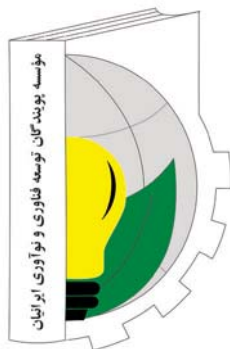


انقلاب صنعتی چهارم

کلاوس شواب

مجمع جهانی اقتصاد

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



انقلاب صنعتی چهارم

کلاوس شواب

(مجمع جهانی اقتصاد)

ترجمه و ویرایش علمی

دکتر فرزانه مجیدفر

مهدی پورعبدالله...

زهرا فراهانی

مریم رضایی نژاد فرد

اسفند ۱۳۹۵

این کتاب ترجمه‌ای است از:

Schwab, Klaus. The fourth industrial revolution. World Economic Forum, 2016.

نام کتاب: انقلاب صنعتی چهارم

نویسنده: کلاوس شواب

ترجمه و ویرایش علمی:

فرزان مجیدفر، مهدی پورعبدا...، زهرا فراهانی و مریم رضایی نژاد فرد

ناشر: موسسه پویندگان توسعه فناوری و نوآوری ایرانیان

صفحه آرا: الهام بهمنی صومعه

طرح جلد: الهام بهمنی صومعه

چاپ و صحافی: دفتر فنی مهرگان

نوبت چاپ: اول / ۱۳۹۵

فهرست مطالب

پیشگفتار

مقدمه

فصل اول: انقلاب صنعتی چهارم

- ۸ ۱-۱ بافت تاریخی
- ۱۲ ۲-۱ تغییرات عمیق و نظام‌مند

فصل دوم: محرک‌ها

- ۱۸ ۱-۲ روندهای کلان
- ۱۸ ۱-۱-۲ فیزیکی
- ۲۴ ۲-۱-۲ دیجیتالی
- ۲۸ ۳-۱-۲ زیستی
- ۳۳ ۲-۲ نقاط اوج‌گیری

فصل سوم: تأثیرات

- ۳۶ ۱-۳ اقتصاد
- ۳۶ ۱-۱-۳ رشد
- ۴۲ ۲-۱-۳ اشتغال
- ۵۴ ۳-۱-۳ ماهیت کار
- ۵۷ ۲-۳ کسب‌وکار
- ۵۹ ۱-۲-۳ انتظارات مشتریان
- ۶۲ ۲-۲-۳ محصولات با داده‌های ارتقایافته
- ۶۳ ۳-۲-۳ نوآوری گروهی
- ۶۴ ۴-۲-۳ مدل‌های عملیاتی جدید
- ۷۳ ۳-۳ ملی و جهانی
- ۷۳ ۱-۳-۳ دولت‌ها
- ۸۰ ۲-۳-۳ کشورها، منطقه‌ها و شهرها
- ۸۶ ۳-۳-۳ امنیت بین‌المللی
- ۹۵ ۴-۳ جامعه
- ۹۶ ۱-۴-۳ نابرابری و طبقه متوسط
- ۹۷ ۲-۴-۳ اجتماع
- ۱۰۰ ۵-۳ فرد
- ۱۰۲ ۱-۵-۳ هویت، درستکاری و اخلاق
- ۱۰۴ ۲-۵-۳ ارتباطات انسانی
- ۱۰۶ ۳-۵-۳ مدیریت اطلاعات عمومی و خصوصی
- ۱۰۸ راه پیش رو

۱۱۶	تغییر ۱: فناوری های قابل کاشت در بدن
۱۲۰	تغییر ۲: حضور در دنیای دیجیتال
۱۲۲	تغییر ۳: میدان دید، به عنوان رابط کاربری جدید
۱۲۴	تغییر ۴: اینترنت پوشیدنی
۱۲۶	تغییر ۵: رایانش فراگیر
۱۲۸	تغییر ۶: ابر رایانه جیبی
۱۳۲	تغییر ۷: ذخیره سازی برای همه
۱۳۴	تغییر ۸: اینترنت اشیاء
۱۳۷	تغییر ۹: خانه هوشمند
۱۴۰	تغییر ۱۰: شهر هوشمند
۱۴۲	تغییر ۱۱: ابر داده برای تصمیم گیری
۱۴۴	تغییر ۱۲: خودروی بدون راننده
۱۴۶	تغییر ۱۳: هوش مصنوعی و تصمیم سازی
۱۴۸	تغییر ۱۴: هوش مصنوعی و مشاغل اداری
۱۵۰	تغییر ۱۵: رباتیک و خدمات
۱۵۲	تغییر ۱۶: بیت کوین و زنجیره بلاک
۱۵۴	تغییر ۱۷: اقتصاد اشتراک گذاری
۱۵۷	تغییر ۱۸: دولت ها و زنجیره بلاک
۱۵۸	تغییر ۱۹: تولید و چاپ سه بعدی
۱۶۱	تغییر ۲۰: چاپ سه بعدی و سلامت انسان
۱۶۳	تغییر ۲۱: چاپ سه بعدی و محصولات مصرفی
۱۶۵	تغییر ۲۲: موجودات طراحی شده
۱۶۷	تغییر ۲۳: فناوری های عصبی

از نیمه دوم قرن هجدهم به بعد مجموعه‌ای از انقلاب‌های صنعتی رخ دادند. این انقلاب‌ها گذار از قدرت عضلانی به قدرت مکانیکی را برای بشریت به ارمغان آوردند و نهایتاً ما را در آستانه انقلابی جدید قرار دادند. انقلاب صنعتی چهارم بر انقلاب دیجیتال مبتنی است و با سرعتی نمایی و باترکیب طیف وسیعی از فناوری‌های مختلف مانند هوش مصنوعی، رباتیک پیشرفته، اینترنت اشیا، خودروهای خودران، چاپ سه‌بعدی، فناوری نانو، فناوری زیستی، علوم مواد و ذخیره انرژی اساساً شیوه زندگی، کار و ارتباط ما با یکدیگر را تغییر خواهد داد. این انقلاب صنعتی به لحاظ مقیاس، دامنه و پیچیدگی آن با هر آنچه بشریت تا پیش از این تجربه کرده متفاوت است و منجر به تغییر جهت‌های بی‌سابقه در اقتصاد، کسب و کار و جامعه به صورت جداگانه می‌شود. این انقلاب نه تنها «چیستی» و «چگونگی» انجام کارها بلکه همچنین «هویت» ما را تغییر می‌دهد و شامل تحول کلی سیستم‌ها در تمام کشورها، شرکت‌ها، صنایع و جامعه می‌گردد.

فناوری‌های برهم زننده در انقلاب صنعتی چهارم باعث از هم گسیختگی چارچوب‌های بازار، کارکردهای جدید اقتصادی و اجتماعی، عواقب پیش‌بینی نشده می‌گردند، ولی درعین حال باعث ظهور فرصت‌های جدید زیادی می‌شوند. در حال حاضر با توجه به پیش‌بینی‌های انجام شده توسط کارشناسان جهانی، این **انقلاب از سال ۲۰۱۵ میلادی شروع و به نقطه اوج خود در سال ۲۰۳۰ میلادی خواهد رسید.** متأسفانه کشور ما از انقلاب‌های صنعتی اول تا سوم نتوانست به خوبی برای رشد و توسعه خود استفاده نماید، ولی در حال حاضر با برنامه‌ریزی و هدایت مناسب می‌تواند از فرصت‌های بزرگ ناشی از امواج انقلاب صنعتی چهارم از طریق تجاری‌سازی و صادرات فناوری‌های جدید و محصولات نوآورانه حاصل از این فناوری‌ها به رشد و توسعه سریع و قابل ملاحظه‌ای دست یابد.

کتابی که پیش روی دارید ترجمه‌ای است از کتاب انقلاب صنعتی چهارم تالیف کلاوس شواب که از طرف مجمع جهانی اقتصاد در سال ۲۰۱۶ منتشر شده است. هدف این کتاب ارائه مقدمه‌ای بر انقلاب چهارم صنعتی است، این که این انقلاب چیست، چه دستاوردهایی به همراه دارد، چه تأثیری بر ما به جا خواهد گذاشت و به منظور بهره‌برداری از آن در جهت منافع عمومی چه کارهایی می‌توان کرد. مولف کتاب اهداف زیر را برای نگارش این کتاب برشمرده است:

- افزایش آگاهی در مورد جامعیت و سرعت انقلاب فناوریانه و تأثیرات چندجانبه آن
- ایجاد چارچوبی برای تفکر در مورد انقلاب فناوری برای تعیین رئوس مسائل اصلی و واکنش‌های احتمالی به آن
- ارائه بستری برای الهام بخشیدن به همکاری بین بخش خصوصی و دولتی و مشارکت در امور مربوط به انقلاب فناوریانه
- تأکید بر شیوه هم‌زیستی بین فناوری و جامعه
- مترجمین امیدوار هستند ترجمه این کتاب ارزشمند، دریچه‌ای به تغییرات عمیق منتج از فناوری‌های محوری انقلاب صنعتی چهارم در آینده نزدیک پیش روی تصمیم‌گیرندگان، مدیران، متخصصین، دانشگاهیان، کارآفرینان و عموم علاقمندان بگشاید تا همگی بتوانیم با درک بهتر از تحولات و فرصت‌ها، آینده‌ای مشترک و مطلوب را برای کشور اسلامی عزیزمان، ایران شکل دهیم.

دکتر فرزانه مجیدفر و مهدی پورعبدا...

زمستان ۱۳۹۵

مقدمه

از میان خیل چالش‌های گوناگون و جذابی که امروزه با آن‌ها روبرو هستیم، جدی‌ترین و مهم‌ترین چالش چگونگی درک و تجسم‌بخشیدن به انقلاب جدید فناوری است که پیامدی کمتر از تحول بشریت در پی نخواهد داشت. ما در آستانه انقلابی هستیم که اساساً شیوه زندگی، کار و ارتباط ما با یکدیگر را تغییر می‌دهد. انقلاب صنعتی چهارم به لحاظ مقیاس، دامنه و پیچیدگی آن با هر آنچه بشریت تا پیش از این تجربه کرده متفاوت است.

ما هنوز نتوانسته‌ایم سرعت و وسعت این انقلاب جدید را به طور کامل درک کنیم. این امکان را تصور کنید که میلیاردها نفر به شکل نامحدود با یکدیگر از راه تلفن‌های همراه در ارتباط باشند، موضوعی که منجر به پیدایش توانمندی‌های بی‌سابقه‌ای در زمینه قدرت پردازش و ذخیره‌سازی و دستیابی به دانش خواهد شد. و یا تلاقی متناوب پیشرفت فناوری‌های نوظهور را در نظر بگیرید که طیف وسیعی از رشته‌های مختلف مانند هوش مصنوعی^۱ (AI)، رباتیک، اینترنت اشیا^۲ (IoT)، وسیله‌های نقلیه خودکار، چاپ سه‌بعدی، فناوری نانو، فناوری زیستی، علوم مواد، ذخیره انرژی و محاسبات کوانتومی و بسیاری موارد دیگر را در برمی‌گیرد. بسیاری از این نوآوری‌ها اکنون در دوران نوباوگی خود به سر می‌برند اما به نقطه عطف توسعه خود رسیده‌اند، چرا که بر ساخته یکدیگر بوده و یکدیگر را در تلفیقی از فناوری‌ها در دنیای فیزیکی، دیجیتالی و زیستی تقویت می‌کنند. ما در تمامی صنایع شاهد تغییرات ژرفی هستیم که مشخصه آن ظهور الگوهای تجاری جدید، توقف فعالیت^۳ متصدیان و تغییر شکل نظام‌های تولید، مصرف، حمل و نقل و توزیع است. از نظر اجتماعی، تغییر الگویی در نحوه کار، ارتباطات، بیان احساسات و روش‌های اطلاع‌رسانی و سرگرمی مشاهده می‌شود. به همین ترتیب، دولت‌ها و نهادها و نیز نظام‌های آموزش و پرورش، بهداشت و درمان و حمل و نقل و بسیاری نظام‌های دیگر در حال تحول هستند. شیوه‌های جدید استفاده از فناوری برای تغییر رفتار و نظام‌های تولید و مصرف، به جای آن که در قالب اثرات جانبی باعث به بار آمدن هزینه‌های گزاف شود، قابلیت حمایت از بازسازی و حفظ محیط طبیعت را دارا است.

1. Artificial intelligence

2. Internet of things

۳. واژه «اختلال» و «نوآوری تحول‌آفرین» ("disruption" and "disruptive innovation") در چرخه‌های راهبرد کسب و کار مدیریت اخیراً توسط کلایتون ام کریستنسن، میشل ای رینور، و روری مک‌دونالد در مجله هاروارد بیزنس ریویو تحت عنوان «نوآوری تحول‌آفرین چیست؟» در دسامبر ۲۰۱۵ مطرح شده است. هرچند با توجه به دغدغه‌های پروفیسور کریستنسن و همکاران وی درباره تعاریف، مفاهیم گسترده‌تری در این کتاب به کار برده شده است.

این تغییرات به لحاظ اندازه، سرعت و دامنه‌شان، تغییراتی مهم به شمار می‌آیند.

اگرچه تردیدهای شدید پیرامون توسعه و پذیرش فناوری‌های نوظهور بدان معناست که ما هنوز نمی‌دانیم تحولات به وجود آمده توسط این انقلاب صنعتی تا کجا بسط خواهد یافت، اما پیچیدگی و ارتباط‌های متقابل بین این تحولات در بخش‌های مختلف حاکی از آن است که تمامی ذی‌نفعان جامعه جهانی شامل دولت، بخش کسب‌وکار، دانشگاه‌ها و جامعه مدنی همگی باید در راستای درک بهتر روندهای نوظهور تلاش کنند.

درک متقابل به‌خصوص زمانی اهمیت دارد که بخواهیم آینده مشترکی را شکل دهیم که بازتاب اهداف و ارزش‌های مشترک است. ما باید در سطح جهانی به دیدگاهی جامع و مشترک در این مورد برسیم که فناوری چگونه قرار است زندگی ما و زندگی نسل‌های آینده را تغییر دهد و چگونه بافت اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و انسانی که ما در حال حاضر در آن زندگی می‌کنیم را تغییر می‌دهد.

این تغییرات آن‌قدر عمیق هستند که از منظر تاریخ بشری تا پیش از این هیچ زمانی این چنین آستن وعده‌های بزرگ و مخاطرات بالقوه نبوده است. با این حال این نگرانی وجود دارد که تصمیم‌گیرندگان غالباً در طرزفکرهای سنتی خطی (و غیرنوآور) به دام افتاده‌اند یا این که بیش از حد به دنبال بررسی راهبردی نیروهای نوآوری که آینده ما را شکل می‌دهند، هستند.

البته برخی دانشگاهیان و متخصصان، تحولات موردنظر در این کتاب را صرفاً بخشی از انقلاب صنعتی سوم به حساب می‌آورند. با این حال مؤلف کتاب -کلاس شواب- به سه دلیل زیر معتقد است که انقلاب چهارم و مجزایی در جریان است:

• **سرعت:** برخلاف انقلاب‌های صنعتی قبلی، انقلاب صنعتی چهارم به جای سرعت خطی از سرعت نمایی^۴ برخوردار است. این موضوع حاصل جهان چندوجهی و عمیقاً در هم تنیده‌ای که ما در آن زندگی می‌کنیم و این واقعیت است که فناوری‌های نو موجب تولید فناوری‌های جدیدتر و توانمندتر می‌شوند.

• **گستره و عمق:** انقلاب صنعتی چهارم بر انقلاب دیجیتال مبتنی است و ترکیبی از فناوری‌های مختلف ایجاد می‌کند که منجر به تغییر الگوهای بی‌سابقه در بخش‌های اقتصاد، کسب‌وکار و جامعه به صورت جداگانه می‌شود. این انقلاب نه تنها «چیستی» و «چگونگی» انجام کارها بلکه همچنین «هویت» ما را تغییر می‌دهد.

4. Exponential

• **تأثیر سیستمی:** این انقلاب شامل تحول کلی سیستم‌ها در تمام کشورها (و داخل هر یک از کشورها)، شرکت‌ها، صنایع و جامعه به صورت کلی است.

هدف از نگارش این کتاب ارائه مقدمه‌ای بر انقلاب صنعتی چهارم است، این که این انقلاب چیست، چه دستاوردهایی به همراه دارد، چه تأثیری بر ما به جا خواهد گذاشت و به منظور بهره‌برداری از آن در جهت منافع عمومی چه کارهایی می‌توان کرد. این مجلد برای تمامی کسانی نوشته شده است که به آینده علاقه‌مندند و متعهد شده‌اند تا از فرصت‌های ناشی از این تغییر انقلابی، برای تبدیل دنیا به مکانی بهتر استفاده کنند.

کتاب حاضر سه هدف اصلی را دنبال می‌کند:

- افزایش آگاهی در مورد جامعیت و سرعت انقلاب فناوریانه و تأثیرات چندجانبه آن؛
- ایجاد چارچوبی برای تفکر در مورد انقلاب فناوری برای تعیین رئوس مسائل اصلی و واکنش‌های احتمالی به آن؛

- ارائه شرایط همکاری بین بخش خصوصی و دولتی و مشارکت در امور مربوط به انقلاب فناوریانه.
مهم‌تر از همه چیز، هدف این کتاب تأکید بر شیوه هم‌زیستی بین فناوری و جامعه است. فناوری نیرویی برون‌زا نیست که ما هیچ کنترلی روی آن نداشته باشیم. ما با این محدودیت روبرو نیستیم تا از بین دو گزینه «قبول کن و با آن زندگی کن» یا «رد کن و بدون آن زندگی کن» یکی را انتخاب کنیم. در عوض، تغییرات شگرف فناوریانه را باید به مثابه دعوت‌نامه‌ای در نظر بگیریم که نشان می‌دهد کیستیم و چگونه دنیا را می‌بینیم. هرچه بیشتر درباره چگونگی بهره‌برداری از انقلاب فناوری فکر می‌کنیم، بیشتر به کند و کاو درباره خودمان و الگوهای اجتماعی زیربنایی که به این فناوری‌ها تجسم بخشیده و آن‌ها را فعال ساخته است می‌پردازیم و فرصت بیشتری خواهیم داشت که در شکل‌دهی انقلاب به گونه‌ای مؤثر باشیم که شرایط دنیا را بهبود بخشد. شکل‌دهی انقلاب صنعتی چهارم و تضمین آن که این انقلاب، توانمندساز و انسان‌محور بوده و تفرقه‌انداز و غیرانسانی نیست، به تنهایی کار یک ذی‌نفع، بخش، منطقه، صنعت یا فرهنگ نیست. ماهیت بنیادی و جهانی این انقلاب باعث می‌شود تا انقلاب صنعتی چهارم بر تمامی کشورها، اقتصادها، بخش‌ها و مردم

جاهای مختلف تأثیر داشته باشد و از آن‌ها تأثیر بپذیرد. بنابراین ضروری است که توجه و انرژی خود را بر روی همکاری‌های بین ذی‌نفعان مختلف در محیط دانشگاهی، اجتماعی، سیاسی، ملی و صنعتی سرمایه‌گذاری کنیم. تعاملات و همکاری‌هایی از این دست برای ایجاد برنامه‌های مثبت، مشترک و امیدوارانه مورد نیاز است تا امکان مشارکت افراد و گروه‌های متعدد از تمامی بخش‌های جهان در تحولات جاری و همچنین بهره‌مندی از نتایج آن فراهم شود.

بیشتر اطلاعات و تحلیل‌های ارائه شده در این کتاب بر اساس پروژه‌های در دست اجرا و ابتکارات مجمع جهانی اقتصاد^۵ است و در جدیدترین گردهمایی این مجمع، توسعه داده شده، به بحث گذاشته شده و به چالش کشیده شده است. بنابراین کتاب حاضر همچنین چارچوبی برای شکل دادن به فعالیت‌های آتی مجمع جهانی اقتصاد فراهم می‌آورد. به علاوه، از گفتگوهای متعددی که مؤلف با پیشگامان کسب و کار، دولت‌ها و جامعه مدنی و نیز پیشگامان فناوری و جوانان داشته است، در این کتاب استفاده شده است. کتاب حاضر به صورت جمع‌سپاری تهیه شده و محصول خرد جمعی روشنفکران انجمن‌های وابسته به مجمع جهانی اقتصاد است. کتاب حاضر مشتمل بر سه فصل است. فصل نخست مروری بر انقلاب صنعتی چهارم است. فصل دوم فناوری‌های تحول‌آفرین^۶ عمده را معرفی می‌کند. فصل سوم تأثیرات انقلاب صنعتی چهارم و برخی چالش‌های سیاستی همراه آن را عمیقاً مورد بررسی قرار می‌دهد. در بخش نتیجه‌گیری، برخی ایده‌ها و راه‌حل‌های عملی درباره چگونگی انطباق، شکل‌دهی و بهره‌برداری از پتانسیل این تحول عمده پیشنهاد خواهد شد.

5. World Economic Forum

6. Transformative technologies

A decorative graphic consisting of a horizontal line with diagonal hatching, followed by two overlapping orange circles of different shades.

فصل اول: انقلاب صنعتی چهارم

۱- انقلاب صنعتی چهارم

۱-۱ بافت تاریخی

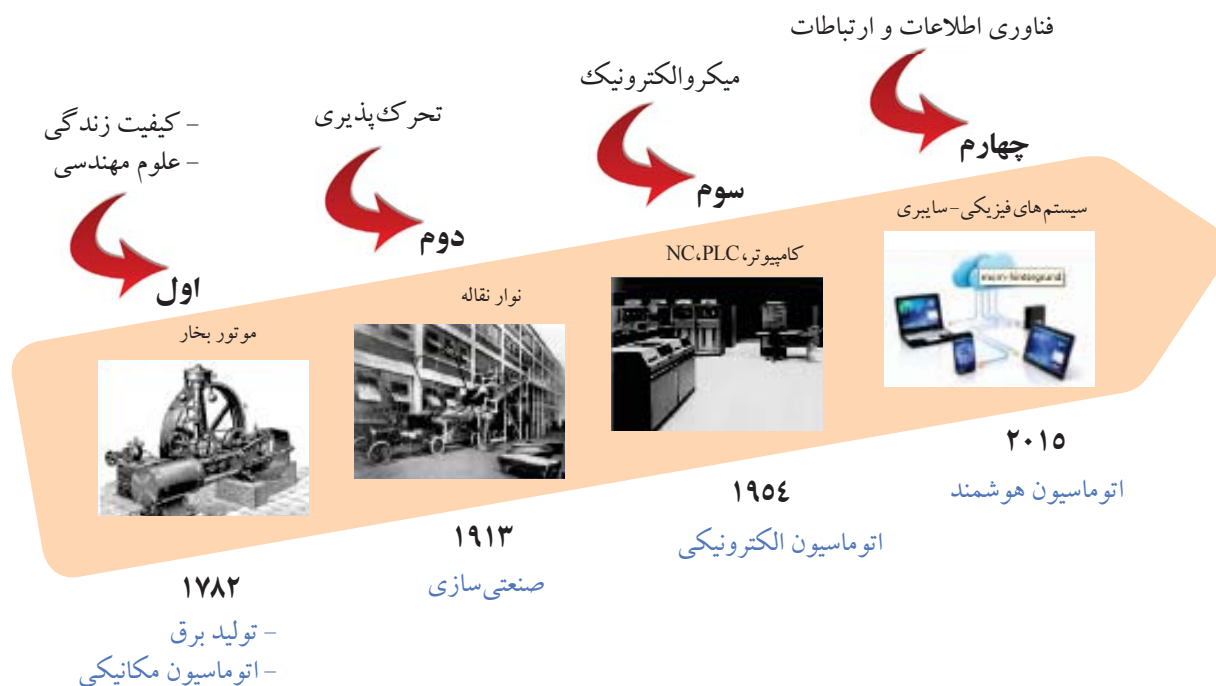
واژه‌ی «انقلاب» به معنای تغییر ناگهانی و ریشه‌ای است. انقلاب‌ها در طول تاریخ هنگامی به وقوع پیوسته‌اند که فناوری‌های جدید و شیوه‌های جدید در ک جهان باعث ایجاد تغییرات عمیق در نظام اقتصادی و ساختارهای اجتماعی شده است. با توجه به این که تاریخ به عنوان چارچوب مرجع مورد استفاده قرار می‌گیرد، شتاب این تغییرات ممکن است تا سال‌ها آشکار نشود.

اولین تغییر عمیق در شیوه زندگی ما- که همانا گذار از جستجوی غذا به کشاورزی بود- حدود ۱۰,۰۰۰ سال پیش اتفاق افتاد و منجر به اهلی کردن حیوانات شد. انقلاب کشاورزی فعالیت حیوانات و فعالیت انسان‌ها را برای برآوردن اهدافی از قبیل تولید، حمل و نقل و ارتباطات با یکدیگر ترکیب کرده است. پس از این انقلاب مهم به تدریج فرآیند تولید غذا بهبود یافت و محرک رشد جمعیت شد و امکان تشکیل جوامع انسانی را ارتقا بخشید. این امر سرانجام باعث شهرنشینی و ظهور شهرها شد.

پس از انقلاب کشاورزی از نیمه دوم قرن هجدهم به بعد مجموعه‌ای از انقلاب‌های صنعتی رخ دادند. این انقلاب‌ها نشان‌دهنده گذار از قدرت عضلانی به قدرت مکانیکی بودند و ما را به جایی رساندند که امروزه به مدد انقلاب صنعتی چهارم شاهد پیشرفت قدرت شناختی در زمینه بشر افزوده هستیم.

انقلاب صنعتی اول حوالی سال‌های ۱۷۶۰ تا ۱۸۴۰ رخ داد. این انقلاب که از ساخت خطوط راه آهن و اختراع موتور بخار سرچشمه گرفته بود به تولید مکانیکی منجر شد. انقلاب صنعتی دوم که از اواخر قرن نوزدهم آغاز شد و تا اوایل قرن بیستم ادامه داشت به مدد ظهور برق و خط مونتاز، امکان تولید انبوه را فراهم آورد. انقلاب صنعتی سوم در اواخر دهه ۱۹۶۰ آغاز شد. این انقلاب اغلب انقلاب رایانه‌ای یا انقلاب دیجیتال نامیده می‌شود، زیرا با توسعه نیمه‌رساناها، رایانه‌های بزرگ^۷ (دهه ۱۹۶۰)، رایانه‌های شخصی (دهه ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰) و اینترنت (دهه ۱۹۹۰) شکل گرفت.

7. Mainframe computing



انقلاب‌های صنعتی اول تا چهارم

مؤلف ضمن وقوف به تعریف‌های گوناگون و استدلال‌های علمی که در شرح سه انقلاب صنعتی اول به کار گرفته شده، بر این باور است که امروزه در آغاز انقلاب صنعتی چهارم قرار داریم. این انقلاب با آغاز قرن حاضر شروع شده و مبتنی بر انقلاب دیجیتالی است. این انقلاب به واسطه مشخصه‌هایی همچون اینترنت همه‌جا حاضر و همراه؛ حسگرهای کوچک‌تر، قدرتمندتر و ارزان‌قیمت‌تر؛ هوش مصنوعی و یادگیری ماشین^۸ شناخته می‌شود.

فناوری‌های دیجیتالی که هسته اصلی آن‌ها را سخت‌افزار، نرم‌افزار و شبکه‌های رایانه‌ای تشکیل می‌دهد اگرچه ایده‌های جدیدی به شمار نمی‌آیند، ولی از انقلاب صنعتی سوم مجزا هستند و دارند روز به روز پیشرفته‌تر می‌شوند و در نتیجه جوامع و اقتصاد جهانی را متحول می‌سازند. به همین دلیل است که دو تن از استادان مؤسسه فناوری ماساچوست^۹ (MIT) به نام‌های اریک برینجولفسون و اندرو مک‌افی این دوره را «عصر دوم ماشین^{۱۰}» نام‌گذاری کرده‌اند. این اصطلاح همچنین عنوان کتابی است که ایشان در سال ۲۰۱۴ به چاپ رسانده‌اند و در آن آمده است که جهان در نقطه عطفی واقع است که تأثیر این فناوری‌های دیجیتالی با «تمام قوا» از طریق خود کارشدن عملیات و ایجاد «چیزهای بی‌سابقه» به منصه ظهور خواهد نشست.

۸. یادگیری ماشین (machine learning) یکی از شاخه‌های وسیع و پرکاربرد هوش مصنوعی است که به تنظیم و اکتشاف شیوه‌ها و الگوریتم‌هایی می‌پردازد که بر اساس آن‌ها رایانه‌ها و سامانه‌ها توانایی تعلم و یادگیری پیدا می‌کنند.

9. Massachusetts Institute of Technology

10. Erik Brynjolfsson and Andrew McAfee, the Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies, W.W. Norton & Company, 2014.

در آلمان بحث‌هایی درباره «صنعت ۴/۰»^{۱۱} در جریان است، اصطلاحی که نخستین بار در نمایشگاه هانوفر سال ۲۰۱۱ برای توضیح این موضوع به کار رفت که پدیده انقلاب صنعتی چهارم چطور سازماندهی زنجیره‌های ارزش جهانی را متحول خواهد کرد. انقلاب صنعتی چهارم با ایجاد «کارخانه‌های هوشمند» جهانی را خلق خواهد کرد که در آن نظام‌های مجازی و فیزیکی تولید در عرصه جهان به صورت انعطاف‌پذیر با یکدیگر همکاری می‌کنند. این امر امکان سفارشی‌سازی کامل محصولات و ایجاد مدل‌های عملیاتی جدید را فراهم می‌آورد. با این حال، علاوه بر دستگاه‌ها و نظام‌های هوشمند و متصل، انقلاب صنعتی چهارم دامنه وسیع‌تری را در برمی‌گیرد. در این انقلاب موجی از پیشرفت‌های بزرگ به طور هم‌زمان در حوزه‌های مختلف از تعیین توالی ژنی گرفته تا نانو فناوری، از انرژی‌های نو گرفته تا محاسبات کوانتومی در حال وقوع است. تلفیق این فناوری‌ها و تعامل آن‌ها در قلمروهای فیزیکی، دیجیتالی و زیستی است که انقلاب صنعتی چهارم را از پایه و اساس از انقلاب‌های صنعتی پیشین متمایز می‌سازد.

در انقلاب صنعتی چهارم، فناوری‌های نوظهور و نوآوری‌های گسترده بسیار وسیع‌تر و سریع‌تر از انقلاب‌های پیشین رواج می‌یابند. انقلاب صنعتی دوم هنوز در ۱۷ درصد از مناطق جهان تحقق نیافته و نزدیک به ۱/۳ میلیارد نفر همچنان از دسترسی به برق بی‌بهره‌اند. این امر در مورد انقلاب صنعتی سوم نیز صدق می‌کند، چرا که نیمی از جمعیت جهان، یعنی ۴ میلیارد نفر که بیشترشان در کشورهای در حال توسعه زندگی می‌کنند به اینترنت دسترسی ندارند. صد و بیست سال طول کشید تا دوک ماشین‌نخ‌ریسی (که سمبل انقلاب صنعتی اول است) به خارج از اروپا راه یابد. در مقابل، اینترنت طی کمتر از یک دهه به سراسر جهان نفوذ کرده است. درسی که از انقلاب صنعتی اول می‌توان آموخت و هنوز که هنوز است اعتبار دارد: این که تا چه حد جامعه‌پذیرای نوآوری‌های فناورانه باشد عامل اصلی تعیین‌کننده میزان پیشرفت است. دولت و نهادهای دولتی و نیز بخش خصوصی باید به وظیفه خود عمل کنند، اما در این میان ضروری است که شهروندان نیز به مزیت‌های بلندمدت این انقلاب واقف باشند.

11. Industry 4.0

از نظر مؤلف این کتاب، انقلاب صنعتی چهارم از همه لحاظ به اندازه سه انقلاب صنعتی پیشین قدرتمند، تأثیرگذار و به لحاظ تاریخی مهم خواهد بود. با این حال در مورد عواملی که ممکن است احتمال تحقق مؤثر و منسجم انقلاب صنعتی چهارم را کاهش دهند، دو نگرانی عمده وجود دارد:

نخست این که از نظر مؤلف، اگرچه تجدیدنظر در نظام‌های اقتصادی، اجتماعی و سیاسی به منظور پاسخگویی به انقلاب صنعتی چهارم ضروری است، ولی تمامی بخش‌ها فاقد مدیریت و شناخت کافی نسبت به تغییرات در حال وقوع هستند. در نتیجه، چه در سطح ملی و چه در سطح جهانی، چارچوب نهادی لازم برای کنترل اشاعه نوآوری و کاهش اختلال در بهترین حالت به اندازه کافی وجود ندارد و در بدترین حالت هم اصلاً وجود ندارد.

دوم، جهان فاقد روایت منسجم، مثبت و مشترکی است که رئوس فرصت‌ها و تهدیدهای انقلاب صنعتی چهارم را مشخص کند و این در حالی است که اگر قرار باشد مجموعه متنوعی از افراد و جوامع را توانمند ساخته و از واکنش مردم در برابر تغییرات اساسی در حال وقوع جلوگیری کنیم، وجود چنین روایتی ضروری خواهد بود.

۱-۲ تغییرات عمیق و نظام‌مند

فرض مقدم در این کتاب آن است که فناوری و دیجیتالی‌شدن همه چیز را متحول خواهد کرد و ضرب‌المثلی که اغلب افراطی و نابجا مورد استفاده قرار می‌گیرد و می‌گوید «این بار همه چیز متفاوت است» این جا به کار می‌آید. به بیان ساده، نوآوری‌های فناورانه عمده در آستانه دامن زدن به تغییراتی مهم و جدی در سراسر دنیا هستند و این موضوعی اجتناب‌ناپذیر است.

مقیاس و دامنه این تغییرات تبیین می‌کند که چرا اختلال و نوآوری امروزه تا این اندازه اهمیت پیدا کرده است. نوآوری با سرعتی بیش از پیش توسعه یافته و اشاعه می‌یابد. نوآوری‌های تحول‌آفرین امروزی مانند وب‌سایت ایر بی ان بی^{۱۲}، اوبر^{۱۳}، علی‌بابا^{۱۴} و نظایر این‌ها - که امروزه نام‌های معروفی هستند - تا همین چند سال پیش تقریباً ناشناخته بودند. شرکت آیفون که امروز همه‌جا حاضر شده است در سال ۲۰۰۷ آغاز به کار کرد. با این حال تا پایان سال ۲۰۱۵ بیش از ۲ میلیارد گوشی تلفن هوشمند در جهان وجود داشته است. در سال ۲۰۱۰ گوگل خبر از نخستین خودروی کاملاً خودکار خود داد. این خودروها نیز می‌توانند به زودی به یک واقعیت فراگیر تبدیل شوند.

این داستان همچنان ادامه دارد. اما فقط سرعت در این زمینه مطرح نیست، بلکه میزان بازده اقتصادی نیز به همان اندازه اهمیت دارد. دیجیتالی‌شدن به معنای خودکار شدن عملیات است که آن هم به نوبه خود بدان معنا است که شرکت‌ها تحمل کاهش بازده اقتصادی را ندارند (یا حداقل تعداد کمی از شرکت‌ها ممکن است این امر را برتابند). برای آن که معنی این موضوع را در سطح انبوه دریابیم، وضعیت شهر دیترویت^{۱۵} در سال ۱۹۹۰ (که در آن زمان مرکز عمده صنایع سنتی بود) را با دره سیلیکون در سال ۲۰۱۴ مقایسه کنید. در سال ۱۹۹۰، سه تا از بزرگ‌ترین شرکت‌ها در دیترویت در مجموع دارای حجم سرمایه‌گذاری به ارزش ۳۶ میلیارد دلار، درآمدی برابر با ۲۵۰ میلیارد دلار و تعداد ۱/۲ میلیون نفر کارمند بودند. اگر چه سه شرکت بزرگ دره سیلیکون در سال ۲۰۱۴ دارای سرمایه‌گذاری به مراتب بالاتر (۱/۰۹ تریلیون دلار) بودند و تقریباً همان درآمد را (۲۴۷ میلیارد دلار) تولید می‌کردند، اما تعداد کارکنان آن‌ها تقریباً ده برابر کمتر بود (۱۳۷,۰۰۰ نفر)^{۱۶}.

۱۲. Airbnb: وب‌سایتی است که مردم در آن مکان‌های اقامتی را کرایه می‌دهند.

۱۳. Uber: یک سرویس اینترنتی درخواست تاکسی

۱۴. Alibaba: سامانه خرید بلیط هواپیما

15. Detroit

16. James Manyika and Michael Chui, "Digital Era Brings Hyperscale Challenges", The Financial Times 13 August 2014.

امروزه به این دلیل امکان راه‌اندازی کسب‌وکار با تعداد کارکنان بسیار کمتری نسبت به ده یا پانزده سال پیش وجود دارد که هزینه‌های نهایی^{۱۷} در کسب‌وکارهای دیجیتال به صفر نزدیک می‌شود. به علاوه، واقعیت عصر دیجیتال این است که بسیاری از کسب‌وکارهای جدید، «کالاهای اطلاعاتی» تولید می‌کنند که هزینه‌های ذخیره‌سازی، حمل‌ونقل و شبیه‌سازی آنها عملاً صفر است. به نظر می‌رسد برخی از شرکت‌های فناوری تحول‌آفرین با سرمایه محدودی می‌توانند پیشرفت کنند. به عنوان مثال کسب‌وکارهایی مانند اینستاگرام یا واتس‌آپ برای آغاز کار خود نیاز به بودجه زیادی نداشتند و نقش سرمایه و ارتقای کسب‌وکار را در بافت انقلاب صنعتی چهارم تغییر دادند. در مجموع این امر نشان می‌دهد که تا چه اندازه میزان بازده اقتصادی باعث حمایت از مقیاس شده و بر تغییرات کل سیستم تأثیرگذار است.

انقلاب صنعتی چهارم گذشته از سرعت و دامنه وسعت آن، به خاطر هماهنگی و یکپارچه‌سازی فزاینده بسیاری از رشته‌ها و اکتشافات مختلف وضعیت منحصربه‌فردی دارد. نوآوری‌های ملموس که نتیجه وابستگی متقابل میان فناوری‌های مختلف هستند دیگر به عنوان داستان علمی تخیلی به شمار نمی‌آیند. به عنوان مثال امروزه فناوری‌های تولید دیجیتالی قادرند با دنیای زیستی تعامل برقرار کنند. برخی طراحان و معماران در حال حاضر با ترکیب طراحی محاسباتی، ساخت افزایشی^{۱۸}، مهندسی مواد و زیست‌شناسی مصنوعی به سیستم‌های پیشتازی دست یافته‌اند که مشتمل بر تعامل بین میکروارگانیسم‌ها، بدن ما، محصولات مصرفی ما و حتی ساختمان‌های مسکونی ما هستند. علاوه بر این، اشیائی را ساخته (و حتی «رشد می‌دهند») که به طور مداوم تغییرپذیر و قابل انطباق هستند (این امر مشخصه حوزه‌های گیاهی و جانوری است)^{۱۹}.

برینجولفسون و مک‌افی چنین استدلال می‌کنند که در عصر دوم ماشین، رایانه‌ها آن قدر چابک شده‌اند که تقریباً غیرممکن است بتوان پیش‌بینی کرد که تا چند سال آینده چه برنامه‌های کاربردی مورد استفاده قرار خواهند گرفت. هوش مصنوعی از خودروهای بدون راننده و پهپادها گرفته تا دستیارهای مجازی و نرم‌افزارهای ترجمه تمام اطراف ما را در بر گرفته است. این انقلاب دارد زندگی ما را متحول می‌سازد. هوش مصنوعی

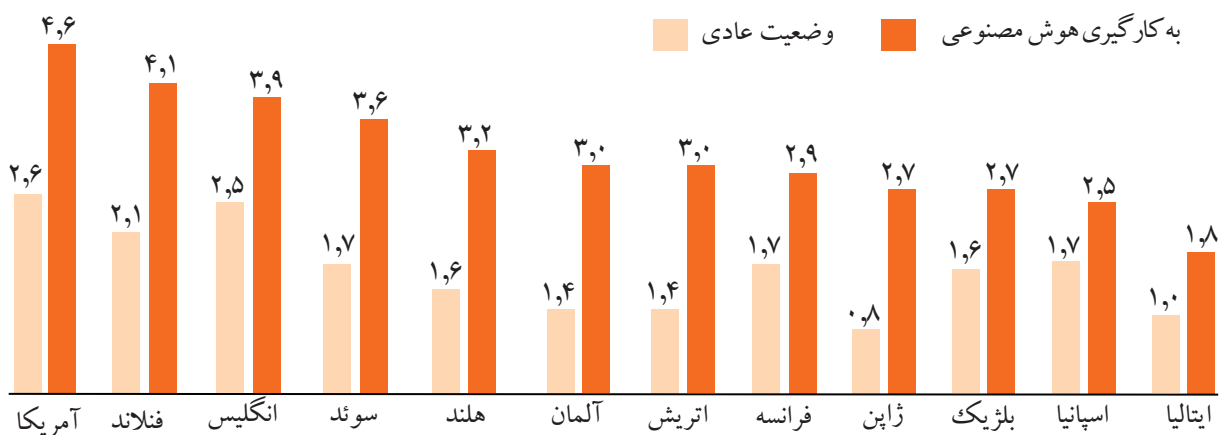
۱۷. Marginal cost (میزان تغییرات هزینه کل بر اثر افزایش تولید به اندازه یک واحد)

18. Additive manufacturing

۱۹. نری اوکسمن، طراح و معمار، نمونه جالبی از آنچه در این کتاب شرح داده شد را ارائه کرده است. آزمایشگاه تحقیقاتی میان‌رشته‌ای وی در زمینه طراحی محاسباتی، ساخت افزایشی، مهندسی مواد و زیست‌شناسی مصنوعی فعالیت دارد.

https://www.ted.com/talks/neri_oxman_design_at_the_intersection_of_technology_and_biology

با توجه به افزایش نمایی قدرت محاسباتی و فراوانی داده‌ها در مقیاس زیاد، نرم‌افزارهای مورد استفاده برای کشف داروهای جدید و الگوریتم‌هایی که علایق فرهنگی ما را پیش‌بینی می‌کنند، پیشرفت قابل توجهی را ممکن ساخته است. بسیاری از این الگوریتم‌ها با استفاده از مسیرهای «برد کرامپی»^{۲۰} داده‌ها پی می‌برند که ما در دنیای دیجیتال زندگی می‌کنیم. این موضوع منجر به نوع جدیدی از «یادگیری ماشینی» و کشف خودکار می‌شود که در نتیجه آن، رایانه‌ها و ربات‌های «هوشمند» قادر به برنامه‌ریزی برای خود و پیدا کردن راه‌حل‌های بهینه از اصول اولیه می‌شوند.



مقایسه درصد رشد سالانه ارزش افزوده خالص (GVA) کشورها در دو سناریو: عادی و استفاده از هوش مصنوعی تا سال ۲۰۳۵ (مرجع: Accenture and Frontier Economics)

برنامه‌های کاربردی نظیر برنامه سیری^{۲۱} اپل، نمونه‌ای اجمالی از قدرت یکی از زیرمجموعه‌های هوش مصنوعی تحت عنوان «دستیاران هوشمند» بوده که به سرعت در حال پیشرفت است. تنها دو سال پیش، دستیار شخصی هوشمند پدیدار شد. امروزه تشخیص صدا و هوش مصنوعی با چنان سرعتی در حال پیشرفت است که صحبت کردن با رایانه به زودی امری عادی خواهد شد و منجر به ایجاد چیزی خواهد شد که برخی از متخصصان فناوری آن را رایانش محیطی می‌نامند که در آن دستیاران شخصی رباتیک به طور مداوم برای یادداشت‌برداری و پاسخ به پرسش‌های کاربران، در دسترس قرار دارند.

دستگاه‌های ما به بخش روبه رشدی از اکوسیستم شخصی ما تبدیل خواهند شد که به حرف ما گوش کرده، نیازهای ما را پیش‌بینی می‌کنند و در زمان مورد نیاز، حتی اگر از آن‌ها درخواست نشده باشد، به کمک ما می‌آیند.

۲۰. برد کرامپ (bread crump) یک راهنمای ناوبری در واسطه‌های کاربری است که به کاربران کمک می‌کند تا مکان فعلی خود را در برنامه‌ها، اسناد و وب‌سایت‌ها پیگیری کنند.

21. Siri

نابرابری به مثابه چالشی نظام‌مند

انقلاب صنعتی چهارم مزایایی چشمگیر و چالش‌هایی به همان اندازه بزرگ ایجاد خواهد کرد. نگرانی ویژه در این میان، تشدید نابرابری‌ها است. تعیین میزان چالش‌های ناشی از افزایش نابرابری کار مشکلی است، چرا که اکثریت ما مصرف‌کننده و تولیدکننده هستیم و بنابراین نوآوری‌های متعارف و تحول‌آفرین هر دو بر استانداردهای زندگی و رفاه ما تأثیرات مثبت و منفی به جا خواهند گذاشت.

به نظر می‌رسد مصرف‌کنندگان در این میان بیشترین سود را خواهند کرد. انقلاب صنعتی چهارم محصولات و خدمات جدیدی را ممکن ساخته که عملاً بهره‌وری زندگی شخصی ما به عنوان مصرف‌کننده را بدون هیچ هزینه‌ای افزایش می‌دهند. امروزه کارهایی مانند گرفتن تاکسی تلفنی، پیدا کردن پرواز، خرید محصول، انجام پرداخت، گوش دادن به موسیقی یا تماشای فیلم را می‌توان از راه دور انجام داد. ما مصرف‌کنندگان نمی‌توانیم منکر مزایای فناوری شویم. اینترنت، تلفن‌های هوشمند و هزاران برنامه کاربردی زندگی ما را ساده‌تر و در کل پربارتر ساخته است. دستگاه ساده‌ای مانند تبلت که ما برای خواندن، جستجو و برقراری ارتباط مورد استفاده قرار می‌دهیم، دارای قدرت پردازشی معادل ۵۰۰۰ رایانه رومیزی در ۳۰ سال پیش است، در حالی که هزینه ذخیره‌سازی اطلاعات آن نزدیک به صفر است (امروزه هزینه متوسط ذخیره‌سازی ۱ گیگابایت اطلاعات کمتر از ۰,۰۳ دلار در سال است که در مقایسه همین هزینه در ۲۰ سال پیش برابر با ۱۰ هزار دلار بوده است).

به نظر می‌رسد که چالش‌های ناشی از انقلاب صنعتی چهارم - در دنیای کار و تولید - بیشتر در طرف عرضه ظهور کرده‌اند. در طول چند سال گذشته، اکثریت قریب به اتفاق کشورهای توسعه‌یافته و همچنین برخی از اقتصادهای سریع‌اً در حال رشد مانند چین کاهش قابل توجهی در سهم نیروی کار به عنوان درصدی از تولید ناخالص داخلی را تجربه کرده‌اند. نیمی از این کاهش به دلیل سقوط قیمت نسبی کالاهای سرمایه‌ای^{۲۲} است که خود ناشی از پیشرفت نوآوری است (که شرکت‌ها را وادار به جایگزین کردن نیروی کار با سرمایه می‌کند).

22. Investment goods: Carl Benedikt Frey and Michael Osborne, with contributions from Citi Research, "Technology at Work – The Future of Innovation and Employment", Oxford Martin School and Citi, February 2015. http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/reports/Citi_GPS_Technology_Work.pdf

در نتیجه، ذی‌نفعان بزرگ انقلاب صنعتی چهارم شامل ارائه‌دهندگان سرمایه فکری و فیزیکی یا به عبارتی نوآوران، سرمایه‌گذاران و سهام‌داران هستند که این امر شکاف موجود در ثروت را بین کسانی که به کار خود وابسته هستند و کسانی که مالک سرمایه هستند توضیح می‌دهد. این موضوع همچنین مایه دلسردی بسیاری از کارگرانی است که متقاعد شده‌اند در آمد واقعی‌شان هرگز افزایش نمی‌یابد و کودکان‌شان نخواهند توانست زندگی بهتری را تجربه کنند.

افزایش نابرابری و نگرانی رو به رشد در رابطه با بی‌عدالتی چنان چالش مهمی را ایجاد می‌کند که بخشی از فصل سوم این کتاب به آن اختصاص داده شده است. تراکم منافع و ارزش نیز تنها در تعداد کمی از افراد به واسطه اثر موسوم به پلت‌فرم^{۳۳} تشدید شده است که طی آن سازمان‌های دیجیتال‌محور دست به ایجاد شبکه‌هایی می‌زنند که خریداران و فروشندگان طیف گسترده‌ای از محصولات و خدمات را با یکدیگر مرتبط ساخته و در نتیجه از بازده اقتصادی رو به رشدی برخوردار شوند.

پیامد اثر پلت‌فرم عبارت است از تراکم تعداد اندک اما قدرتمندی از پلت‌فرم‌ها که بر بازارهای خود مسلط هستند. ارزش بالاتر، راحتی بیشتر و هزینه کمتر از جمله مزایای این پدیده محسوب می‌شوند که به‌ویژه برای مصرف‌کنندگان آشکار است. با این حال، خطرات اجتماعی نیز همین وضع را دارند. برای جلوگیری از تراکم ارزش و قدرت در دست چند تن محدود، ما باید ضمن ایجاد فرصت انجام نوآوری مشترک، راهی برای برقراری تعادل بین مزایا و خطرات پلت‌فرم‌های دیجیتالی (از جمله پلت‌فرم‌های صنعتی) پیدا کنیم. حتی اگر بتوان خود روند جهانی‌شدن را به نحوی دگرگون کرد، این تغییرات زیربنایی بر نظام‌های اقتصادی، اجتماعی و سیاسی ما تأثیراتی اجتناب‌ناپذیر می‌گذارند. اکنون تمام صنایع و شرکت‌ها، بدون استثنا، دیگر نگران این مسأله نیستند که «آیا من به نوآوری دست خواهم یافت؟» بلکه نگرانی آن‌ها این است که «زمانی که نوآوری اتفاق بیفتد، چه شکلی خواهد داشت و چگونه بر من و سازمان من تأثیر خواهد گذاشت؟».

واقعیت نوآوری‌های تحول‌آفرین و تأثیرگذاری اجتناب‌ناپذیر آن بدان معنا نیست که ما در مواجهه با آن ناتوانیم. مسئولیت ما این است که اطمینان حاصل کنیم مجموعه‌ای از ارزش‌های مشترک را به وجود آورده‌ایم که امکان انتخاب‌های سیاستی مشترک و تغییراتی را فراهم می‌آورند که انقلاب صنعتی چهارم را به فرصتی برای همگان تبدیل خواهند کرد.

فصل دوم: محرک‌ها