



پژوهشکده
اقتصادی
وزارت امور اقتصادی و دارایی

هو العليم

انقلاب صنعتی چهارم؛ زمینه‌ها و سایندها

گروه پژوهشی

اقتصاد حقوقی و دیپلماسی اقتصادی

تاریخ انتشار

بهمن‌ماه ۱۳۹۶



عنوان گزارش:

انقلاب صنعتی چهارم؛ زمینه‌ها و پیامدها

کلمات کلیدی:

فناوری دیجیتال، زنجیره بلوکی، اینترنت اشیاء، توالی ژنتیک، مواد جدید

گروه پژوهشی:

اقتصاد حقوقی و دیپلماسی اقتصادی

تهیه‌کنندگان:

جواد عرب یامحمدی

شبنم‌السادات کیوانیان

ناظران علمی:

روزبه بالونزاد نوری

شناسه گزارش:

962111034

تاریخ نشر:

بهمن‌ماه ۱۳۹۶

فهرست مطالب

۱. مقدمه	۴
۲. انقلاب صنعتی چهارم چیست و چه آثاری دارد	۶
۱-۲. پیشران‌ها و محرک‌ها	۷
۲-۲. آثار و پیامدها	۹
۳. فناوری زنجیره بلوکی	۱۱
۴. حفاظت و تجدیدپذیری زیست محیطی	۱۳
۵. گسترش نابرابری اجتماعی به واسطه انقلاب صنعتی چهارم	۱۵
پیوست. نمونه‌هایی از شغل‌هایی که بیشتر و کمتر از همه مستعد مکانیزه شدن هستند	۱۷

خلاصه مدیریتی

جهان امروز در مرز یک انقلاب فناوری ایستاده و بیش از هر زمان دیگری دستخوش تغییر است. سرعت پیشرفت فناوری در بالاترین حد خود قرار داشته و به مرزی باورنکردنی رسیده است. این تغییر، همه حوزه‌ها را درنوردیده و دگرگونی حاصل از آن، در گستره و پیچیدگی با هیچ یک از آزموده‌های پیشین بشر سنجیدنی نیست. شاید بتوان انقلاب دیجیتال و قدرت عظیم و رو به گسترش رایانش را بستر اصلی این جهش فناوری تصور نمود، اما هوش مصنوعی، نانوتکنولوژی، بیوتکنولوژی و علم مواد نیز غوطه در تحولاتی دارند که آینده دنیا را متفاوت از آنچه امروز می‌بینیم، خواهند نمود. سرعت، عمق و به هم پیوستگی تغییرات فناوری تا حدی است که از آن به انقلاب صنعتی چهارم یاد می‌شود.

بولتن پیش رو با توجه به اهمیت انقلاب صنعتی چهارم و آثار و تبعاتی که می‌تواند بر اقتصاد داشته باشد تهیه شده و به شرح کلیاتی از تحولات ناشی از این تغییر عظیم پرداخته است. مهم‌ترین موارد مطرح شده در این بولتن به قرار زیر قابل خلاصه‌سازی است:

- انقلاب صنعتی چهارم، فرصت‌ها و تهدیدهای قابل ملاحظه و بزرگی را فراروی کشورهای مختلف و از جمله جمهوری اسلامی ایران قرار می‌دهد. این تغییرات از آن رو فرصت قلمداد می‌شود که به کمک فناوری پیشرفته و جدید امکان از بین بردن برخی ناکارایی‌های ساختاری و سیستماتیک به وجود می‌آید.
- همه تحولات و فناوری‌های جدید یک ویژگی کلیدی مشترک دارند: آنها قدرت فراگیر دیجیتالیزه شدن و فناوری اطلاعات را اهرم نفوذ خود قرار می‌دهند. روندهای کلان فناوری، چهار نمود اصلی دارند؛ وسایل نقلیه خودکار؛ چاپگرهای سه بعدی؛ رباتیک پیشرفته؛ و مواد جدید.
- در کنار چهار نمود ملموس و فیزیکی مذکور باید نوآوری‌های دیجیتال و نوآوری‌های بیولوژیک را نیز در زمره پیشران‌های انقلاب صنعتی چهارم ملحوظ بداریم. اینترنت اشیا، زنجیره بلوکی،

- اقتصاد به محض تقاضا، تعیین توالی ژنتیک و زیست‌شناسی مصنوعی از جمله پیشرفت‌هایی هستند که در این دو حوزه در حال شکل‌گیری و مورد انتظارند.
- انقلاب صنعتی چهارم تأثیر شگرفی بر اقتصاد جهانی خواهد داشت و تمام متغیرهای کلانی که می‌توان تصور کرد تحت تأثیر قرار خواهند گرفت. تأثیری که انقلاب صنعتی چهارم بر رشد اقتصادی خواهد داشت از طریق بهره‌وری و قابل توجه است.
 - با وجود تأثیر مثبت فناوری بر رشد اقتصادی، رشد فناوری‌ها دو اثر متضاد بر اشتغال می‌گذارند. نخست، بر اثر تحول و اتوماسیون ناشی از فناوری، سرمایه جایگزین نیروی کار شده و باعث می‌شود کارگران بیکار شوند. دوم، تأثیر اتوماسیون با یک اثر سرمایه‌سازی همراه است که باعث می‌شود تقاضا برای کالاها و خدمات جدید افزایش یافته و به ایجاد مشاغل، کسب و کارها و حتی صنایع جدید منتهی شود.
 - ورای تغییرات در الگوهای رشد، بازارهای کار و آینده کار، فناوری تأثیر جدی بر نحوه اداره، سازماندهی و تأمین منابع کسب و کار، نحوه فعالیت نهادها و سازمان‌های عمومی داشته و تأثیری که این انقلاب بر ما به عنوان فرد خواهد داشت، همه‌جانبه بوده و هویت ما و بسیاری از وجوه مرتبط با آن، حس حریم خصوصی، تصورات افراد از مالکیت، الگوهای مصرف، زمانی که به کار و فراغت اختصاص داده می‌شود، نحوه پیشبرد شغل و بهتر کردن مهارت‌های را تحت تأثیر قرار می‌دهد.
 - زنجیره بلوکی یک فناوری جدید در دنیای دیجیتال و بخشی از تحولی است که از آن به انقلاب صنعتی چهارم یاد می‌شود. این فناوری می‌تواند به تغییر نقش و یا حذف بسیاری از نهادها و سازمان‌ها بیانجامد. فناوری زنجیره بلوکی با استفاده از رمزنگاری و با توزیع اختیارات نظارت و مدیریت بر منابع اطلاعاتی و رایانشی و تاریخ‌مندسازی تراکنش‌ها، مجموعه‌ای از مزایای امنیتی و کارکردی منحصر به فرد به وجود آورده است.
 - تلاقی سه جهان فیزیکی، دیجیتال و بیولوژیکی که محورهای انقلاب صنعتی چهارم هستند، فرصت‌های چشمگیری در اختیار جهان می‌گذارند تا با استفاده از منابع و بهره‌وری به دستاوردهای عظیمی در حوزه حفاظت از محیط زیست دست یابند. بر اساس مطالعات صورت گرفته کنونی نه تنها امید می‌رود که در این چارچوب افراد، سازمان‌ها و دولت‌ها بتوانند تأثیر مخرب کمتری بر جهان طبیعت داشته باشند، بلکه ظرفیت بالقوه قابل توجهی برای احیای محیط طبیعی ما از رهگذر استفاده از فن‌آوری‌ها و طراحی سیستم‌های هوشمند وجود دارد.

- تشدید نابرابری یکی از نگرانی‌های معطوف به انقلاب صنعتی چهارم است. در چند سال گذشته، اکثریت قریب به اتفاق کشورهای توسعه یافته و همچنین برخی از اقتصادهای رو به رشد مانند چین شاهد افت چشمگیر سهم نیروی کار در تولید ناخالص داخلی بوده‌اند. نیمی از این کاهش در نتیجه افت نسبی قیمت کالاهای سرمایه‌ای است که خود نتیجه پیشرفت نوآوری‌ها محسوب می‌شود. در نتیجه، تأمین‌کنندگان سرمایه فکری یا فیزیکی، یعنی مخترعان، سرمایه‌گذاران و سهامداران، عمده‌ذی‌نفعان انقلاب صنعتی چهارم را تشکیل می‌دهند و این مسأله شکاف فزاینده در ثروت بین کسانی که متکی به نیروی کار خود هستند و کسانی که مالک سرمایه محسوب می‌شوند را توضیح می‌دهد.

۱. مقدمه

جهان امروز در مرز یک انقلاب فناوری ایستاده و بیش از هر زمان دیگری دستخوش تغییر است. اینک در آستانه پیشرفت‌هایی در دانش بشری هستیم که چند سال پیش از این، دستمایه داستان‌های علمی تخیلی بود. سرعت پیشرفت فناوری در بالاترین حد خود قرار داشته و به مرزی باورنکردنی رسیده است. این تغییر، همه حوزه‌ها را درنوردیده و دگرگونی حاصل از آن، در گستره و پیچیدگی با هیچ یک از آموزه‌های پیشین بشر سنجیدنی نیست. امروز نوآوری و خلاقیت، در کنار عوامل تولید سنتی و حتی فراتر از آن‌ها، تولید کالاها و خدمات را به پیش می‌راند و قدرت اقتصادی کشورها و ملت‌ها را دستخوش تغییر قرار می‌دهد. شاید بتوان انقلاب دیجیتال و قدرت عظیم و رو به گسترش رایانش را بستر اصلی این جهش فناوری تصور نمود، اما هوش مصنوعی، نانو تکنولوژی، بیوتکنولوژی و علم مواد نیز غوطه در تحولاتی دارند که آینده دنیا را متفاوت از آنچه امروز می‌بینیم، خواهند نمود. سرعت، عمق و به هم پیوستگی تغییرات فناوری تا حدی است که از آن به انقلاب صنعتی چهارم یاد می‌شود.

انقلاب صنعتی اول، از آب و بخار برای به گردش درآوردن موتورها و مکانیزه کردن تولید بهره گرفت. انقلاب دوم، انرژی الکتریکی را به کارگرفت و سومی ابزار الکترونیکی و فناوری اطلاعات را در تولید وارد کرد. اینک با انقلاب صنعتی چهارم؟ مواجهیم؛ انقلابی که مشخصه اصلی آن تلفیق فناوری‌های مختلف به گونه‌ای است که مرزهای بین فیزیک، دنیای دیجیتال و بیولوژی بسیار کمرنگ شده است. این انقلاب نه تنها به مانند انقلاب‌های صنعتی پیشین تولید را تسهیل و تسریع می‌نماید، بلکه تحولات اساسی در ساختار تولید و ثروت و سبک زندگی و نیز نوع شکل‌گیری قدرت‌های اقتصادی و روابط کشورها به وجود خواهد آورد، بلکه می‌تواند با تنوع بخشی به کالاها و به خصوص خدماتی که تولید می‌شوند، بسیاری از روابط اقتصادی را دستخوش تغییر سازد. سازوکار معمول برای اشتغال و کار دستخوش تغییر خواهد شد، روابط کارفرما و مستخدم متفاوت خواهد بود، جبران خدمات به سیاقی دیگر رخ می‌نماید

و عرضه نیروی کار از قواعد جدیدی تبعیت خواهد کرد. بسیاری از شغل‌ها زیر چرخ‌های این انقلاب از بین رفته و جای خود را به شغل‌هایی خواهند داد که الزاماً به تخصص و آموزش‌هایی متفاوت از شغل‌های کنونی، محتاج خواهند بود. حجم عظیمی از اطلاعات تولید و به اشتراک گذاشته خواهد شد و انفجار اطلاعات ملزومات و پیامدهای درخور توجهی را به دنبال خواهد داشت. در این میانه نقش و جایگاه دولت و مهم‌تر از آن الزامات نهادی اداره کشور نیز متفاوت خواهد بود.

شرایط وقوع انقلاب صنعتی، فرصت‌ها و تهدیدهای قابل ملاحظه و بزرگی را فراروی کشورهای مختلف و از جمله جمهوری اسلامی ایران قرار می‌دهد. این تغییرات از آن رو فرصت قلمداد می‌شود که به کمک فناوری پیشرفته و جدید امکان از بین بردن برخی ناکارایی‌های ساختاری و سیستماتیک به وجود می‌آید. تکنولوژی‌هایی چون زنجیره بلوکی^۱ می‌توانند جای خالی برخی نهادها که تا کنون امکان طراحی سازگار آن پدید نیامده است را فراهم کنند، به رفاه مصرف‌کنندگان و آحاد جامعه بیافزایند، امید به زندگی را افزایش دهند و با ایجاد فراختی بیشتر، شادمانی را در جامعه گسترش دهند. در سوی مقابل این انقلاب صنعتی می‌تواند به افزایش شکاف طبقاتی و نابرابری اقتصادی منجر شود. آنان که سوار بر موج فناوری هستند و سررشته نوآوری و خلاقیت را در دست دارند از این انقلاب بسیار منتفع شده و در مقابل، آنان که آموزشی متناسب با این تغییر خارق‌العاده ندیده‌اند یا اشتغال ایشان به واسطه این انقلاب به خطر می‌افتد، بسیار متضرر خواهند شد.

بی تردید نخستین گام برای استفاده از منافع و دور ماندن از مضرات انقلاب صنعتی چهارم، شناخت ابعاد و آثار آن است. این انقلاب تکنولوژی به هر روی رخ خواهد داد و با سرعتی بسیار بیشتر از گذشته به تمام مناطق جهان گسترش پیدا خواهد کرد. از آنجا که راهی برای احتراز نیست، شناختن و شناساندن این تغییر بزرگ پیش‌زمینه‌ای برای آماده شدن چه برای مردم و چه برای دولت در طراحی سیاست‌ها خواهد بود.

^۱ Block Chain

۲. انقلاب صنعتی چهارم چیست و چه آثاری دارد^۱

نخستین تغییر اساسی در شیوه زندگی ما، یعنی گذار از جستجوی غذا به کشاورزی، تقریباً ۱۰ هزار سال پیش اتفاق افتاد و اهلی ساختن حیوانات این مسأله را ممکن کرد. انقلاب کشاورزی، تلاش حیوانات را با انسان‌هایی که هدفشان تولید، حمل و نقل و ارتباطات بود، در هم آمیخت. در پی انقلاب کشاورزی، شاهد مجموعه‌ای از انقلاب‌های صنعتی بودیم که در ابتدای نیمه دوم قرن ۱۸ آغاز شدند. انقلاب صنعتی اول از سال ۱۷۶۰ تا حوالی سال ۱۸۴۰ طول کشید. این انقلاب که ساخت راه‌آهن و اختراع ماشین بخار باعث و بانی آن بود، سرآغاز تولید ماشینی شد. انقلاب صنعتی دوم، که از اواخر قرن ۱۹ آغاز و تا اوایل قرن ۲۰ طول کشید، تولید انبوهی را ممکن ساخت که ظهور الکتریسیته و خط تولید باعث آن شده بود. انقلاب صنعتی سوم از دهه ۱۹۶۰ آغاز شد. این انقلاب معمولاً انقلاب رایانه یا دیجیتال نامیده می‌شود، زیرا توسعه نیمه رساناها، کامپیوترهای بزرگ (دهه ۱۹۶۰)، کامپیوترهای شخصی (دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰) و اینترنت (دهه ۱۹۹۰) به آن سرعت بخشید.

امروزه در آستانه یک انقلاب صنعتی چهارم قرار داریم. این انقلاب از ابتدای قرن حاضر آغاز و متکی بر انقلاب دیجیتال است. اینترنت همراه و در دسترس همگان، حسگرهای کوچک‌تر و قدرتمندتر، ارزان و هوش مصنوعی و یادگیری ماشین^۲ از مشخصه‌های این انقلاب هستند. فناوری و عصر دیجیتال همه‌چیز را دستخوش تغییر و تحول کرده است. سرعت نوآوری از لحاظ توسعه و اشاعه خود، سریع‌تر از هر زمان دیگری است. تنها بحث سرعت مطرح نیست درآمدها هم به همان اندازه سرسام‌آور هستند. انقلاب صنعتی چهارم سوای سرعت و وسعت، به خاطر هماهنگی و یکپارچگی فزاینده بسیاری از رشته‌ها و اکتشافات مختلف هم بی‌همتا است.

^۱ این بخش عمدتاً برگرفته از کتاب انقلاب صنعتی چهارم، به قلم کلاوس شواب، بنیان‌گذار و رئیس هیأت مدیره مجمع جهانی اقتصاد است که در سال ۲۰۱۶ منتشر شده است.

^۲ machine learning

یادگیری ماشین به عنوان یکی از شاخه‌های وسیع و پرکاربرد هوش مصنوعی، به تنظیم و اکتشاف شیوه‌ها و الگوریتم‌هایی می‌پردازد که بر اساس آنها رایانه‌ها و سامانه‌ها توانایی تعلّم و یادگیری پیدا می‌کنند.

۱-۲. پیشران‌ها و محرک‌ها

سازمان‌های بسیاری با ارائه فهرست‌هایی به رتبه‌بندی فناوری‌های مختلفی پرداخته‌اند که محرک‌های انقلاب صنعتی چهارم خواهند بود. همه تحولات و فناوری‌های جدید یک ویژگی کلیدی مشترک دارند: آن‌ها قدرت فراگیر دیجیتالیزه شدن و فناوری اطلاعات را اهرم نفوذ خود قرار می‌دهند.

روندهای کلان فناوری، چهار نمود اصلی دارند که به خاطر ماهیت ملموس خود به آسانی قابل تشخیص هستند؛

وسایل نقلیه خودکار؛ خودروهای بدون راننده در صدر اخبار قرار دارند، اما اکنون وسایل نقلیه خودکار متعدد دیگری از جمله کامیون‌ها، پهبادها، هواپیماها و قایق‌ها نیز وجود دارند. با پیشرفت فناوری‌هایی چون حسگرها و هوش مصنوعی، قابلیت‌های همه این وسایل نقلیه خودکار با سرعت زیادی ارتقا پیدا می‌کنند.

چاپگر سه بعدی؛ چاپگر سه بعدی که تولید افزایشی نیز نامیده می‌شود، شامل ساخت یک شیء فیزیکی با چاپ لایه لایه از یک تصویر یا الگوی سه بعدی دیجیتال می‌شود. محصولات چاپگرهای سه بعدی به راحتی قابلیت سفارشی‌سازی دارند. در آینده چاپگرهای سه بعدی فراگیرتر می‌شوند تا آنجا که سلول‌ها و اندام‌های بدن را نیز دربر بگیرند.

رباتیک پیشرفته؛ امروزه، ربات‌ها در همه بخش‌ها و برای طیف گسترده‌ای از کارها، از کشاورزی دقیق گرفته تا پرستاری، مورد استفاده قرار می‌گیرند. پیشرفت سریع در رباتیک خیلی زود همکاری بین انسان‌ها و ماشین‌ها را به واقعیتی روزمره بدل می‌سازد.

مواد جدید؛ مواد جدید در کل سبک‌تر، مقاوم‌تر، قابل بازیافت و سازگار هستند. مواد هوشمندی که خود را ترمیم و پاکسازی می‌کنند، فلزات دارای حافظه که به اشکال اولیه خود بازمی‌گردند، سرامیک‌ها و کریستال‌هایی که فشار را به انرژی تبدیل می‌کنند و غیره، اکنون کاربردهای مختلفی پیدا کرده‌اند.

در کنار چهار نمود ملموس و فیزیکی که در بالا به آن اشاره شد، باید نوآوری‌های دیجیتال و نوآوری‌های بیولوژیک را نیز در زمره پیشران‌های انقلاب صنعتی چهارم ملحوظ بداریم.

اینترنت اشیاء یکی از نقاط اصلی اتصال بین کاربردهای فیزیکی و دیجیتالی است که انقلاب صنعتی چهارم ممکن ساخته است. انقلاب دیجیتال، رویکردهای بسیار جدیدی به وجود آورده است که شیوه تعامل و همکاری افراد و نهادها را متحول می‌سازد. برای مثال، زنجیره بلوکی^۱ که اغلب از آن‌ها با عنوان «دفتر توزیع شده» یاد می‌شود، یک پروتکل امن است که در آن شبکه‌ای از رایانه‌ها، درستی و صحت یک معامله را قبل از ثبت و تأیید آن به صورت کلی تصدیق می‌کنند. اگر فناوری زنجیره بلوکی در حال حاضر تنها معاملات مالی انجام پذیرفته با واحدهای پولی دیجیتال مانند بیت‌کوین را ثبت می‌کند، در آینده نقش دفتر ثبت برای کارهای مختلف مانند گواهی تولد و فوت، سند مالکیت، قبالة ازدواج، مدارک تحصیلی، بیمه‌نامه‌ها، رویه‌ها و آرای پزشکی و اساساً هر نوع معامله‌ای که بتوان به صورت کد بیان داشت را ایفا خواهند کرد. علاوه بر این پلتفرم‌هایی که فناوری به وجود آورده، امروزه آنچه اقتصاد به محض تقاضا^۲ خوانده می‌شود را ممکن ساخته است. این پلتفرم‌ها که با تلفن هوشمند به راحتی مورد استفاده قرار می‌گیرند، افراد، دارایی‌ها و داده‌ها را گرد آورده و شیوه‌های کاملاً جدیدی برای مصرف کالاها و خدمات به وجود می‌آورند.

نوآوری‌ها در حوزه بیولوژیکی و به‌ویژه ژنتیک خیره‌کننده هستند. در سال‌های اخیر، در کاهش هزینه و افزایش سهولت تعیین توالی ژنتیک و اخیراً در فعال‌سازی یا اصلاح ژن‌ها پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای به دست آمده است. زیست‌شناسی مصنوعی^۳ گام بعدی محسوب می‌شود که با نگرارش دی.ان.ای، قابلیت سفارشی‌سازی ارگانیسم‌ها را در اختیارمان می‌گذارد. این پیشرفت‌ها سوای از مسائل اخلاقی عمیقی که پیش می‌آورند، نه تنها تأثیری عمیق و مستقیم بر پزشکی، بلکه بر کشاورزی و تولید سوخت‌های بیولوژیک هم خواهند داشت.

برای درک بهتر آنچه به واسطه انقلاب صنعتی چهارم روی خواهد داد می‌توانیم به گزارش دسامبر ۲۰۱۵ مجمع جهانی اقتصاد رجوع کنیم که در آن ۸۰۰ نفر از مدیران و کارشناسان بخش فناوری اطلاعات

^۱ blockchain

^۲ on-demand economy

^۳ Synthetic biology

و ارتباطات درباره آنچه در آینده رخ خواهد داد اظهار نظر کرده‌اند. جدول شماره ۱ درصدی از این مدیران و کارشناسان را نشان می‌دهد که انتظار دارند هریک از تغییرات تا سال ۲۰۲۵ رخ دهد.

جدول ۱- آنچه انتظار می‌رود تا سال ۲۰۲۵ اتفاق بیافتند - درصد^۱

۹۲,۱	۱۰ درصد از مردم لباس‌های متصل به اینترنت می‌پوشند
۹۱,۰	۹۰ درصد از مردم از فضاهای ذخیره آنلاین نامحدود و رایگان برخوردار می‌شوند (در نتیجه تبلیغات)
۸۹,۲	۱ تریلیون حسگر به اینترنت متصل می‌شوند
۸۶,۵	اولین ربات داروساز در ایالات متحده به کار می‌افتد
۸۵,۵	۱۰ درصد از عینک‌های مطالعه به اینترنت متصل می‌شوند
۸۴,۴	۸۰ درصد از مردم در اینترنت حضور دیجیتال دارند
۸۴,۱	تولید اولین خودرو با چاپگر سه بعدی
۸۲,۹	اولین دولت سرشماری خود را با پایگاه‌های بزرگ داده جایگزین می‌کند
۸۱,۷	تولید اولین تلفن همراه به صورت تراشه کاشتنی که از لحاظ تجاری مقرون به صرفه باشد.
۸۱,۱	۵ درصد از محصولات مصرفی با چاپگر سه بعدی تولید شده‌اند
۸۰,۷	۹۰ درصد از جمعیت از تلفن‌های هوشمند استفاده می‌کنند
۷۸,۸	۹۰ درصد از جمعیت به اینترنت دسترسی منظم دارند
۷۸,۲	خودروهای بدون راننده ۱۰ درصد از کل خودروها در جاده‌های ایالات متحده را تشکیل می‌دهند
۷۶,۴	اولین عمل پیوند کبدی که به صورت سه بعدی چاپ شده است، اتفاق می‌افتد
۷۵,۴	۳۰ درصد از حسابرسی شرکت‌ها با هوش مصنوعی انجام می‌گیرد
۷۳,۱	دولت برای اولین بار مالیات را از طریق زنجیره بلوکی جمع‌آوری می‌کند
۶۹,۹	بیش از ۵۰ درصد ترافیک اینترنت خانه‌ها به برنامه‌های کاربردی و دستگاه‌ها تعلق دارد
۶۷,۲	در سطح جهان سفرهای بیشتری از طریق اشتراک ماشین انجام می‌گیرد تا خودروهای خصوصی
۶۳,۷	اولین شهر با بیش از ۵۰ هزار جمعیت و بدون چراغ راهنمایی به وجود می‌آید
۵۷,۹	۱۰ درصد از تولید ناخالص داخلی جهان بر روی فناوری زنجیره بلوکی ذخیره می‌شود
۴۵,۲	اولین ماشین هوش مصنوعی عضو هیات مدیره یک شرکت می‌شود

۲-۲. آثار و پیامدها

انقلاب صنعتی چهارم تأثیر شگرفی بر اقتصاد جهانی خواهد داشت، تأثیری که چنان وسیع و چندوجهی است که جدا کردن یک اثر خاص را از سایر آثار دشوار می‌سازد. در واقع، تمام متغیرهای کلانی که می‌توان تصور کرد - تولید ناخالص داخلی، سرمایه‌گذاری، مصرف، اشتغال، تجارت، تورم و غیره - تحت

^۱ Source: Deep Shift – Technology Tipping Points and Societal Impact, *Global Agenda Council on the Future of Software and Society*, World Economic Forum, September 2015.

تأثیر قرار خواهند گرفت. تأثیری که انقلاب صنعتی چهارم بر رشد اقتصادی خواهد داشت از طریق بهره‌وری و قابل توجه است. در واقع اینک فناوری و ابداع در نقطه عطف قرار داشته و به زودی موجب افزایش چشمگیر بهره‌وری و رشد اقتصادی بیشتر خواهد شد.

با وجود تأثیر مثبت فناوری بر رشد اقتصادی، پرداختن به تأثیر منفی احتمالی آن بر بازار کار، دست کم در کوتاه مدت، لازم و ضروری است. رشد فناوری‌ها دو اثر متضاد بر اشتغال می‌گذارند. نخست، بر اثر تحول و اتوماسیون ناشی از فناوری، سرمایه جایگزین نیروی کار شده و باعث می‌شود کارگران بیکار شوند. دوم، تأثیر اتوماسیون با یک اثر سرمایه‌سازی^۱ همراه است که باعث می‌شود تقاضا برای کالاها و خدمات جدید افزایش یافته و به ایجاد مشاغل، کسب و کارها و حتی صنایع جدید منتهی شود.^۲

ورای تغییرات در الگوهای رشد، بازارهای کار و آینده کار، شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد فناوری که اساس انقلاب صنعتی چهارم را تشکیل می‌دهد، تأثیر جدی بر نحوه اداره، سازماندهی و تأمین منابع کسب و کار دارد. همچنین تحول، حاصل کار رقاباتی نوپا و نوآور است که با دستیابی به پلتفرم‌های دیجیتال جهانی برای تحقیق، توسعه، بازاریابی، فروش و توزیع، می‌تواند با بهبود کیفیت، سرعت یا قیمت ارزشی که ارائه می‌دهند، سریعتر از هر زمان دیگری، شرکت‌های قدیمی را پشت سر بگذارند. تغییرات عمده در جانب تقاضا هم کسب و کارها را متحول کرده است: افزایش شفافیت، تعامل با مشتری و الگوهای جدید رفتار مصرف‌کننده (که بیش از پیش به دسترسی به شبکه‌ها و داده‌های تلفن همراه متکی است) شرکت‌ها را مجبور می‌کند که شیوه طراحی، بازاریابی و عرضه محصولات و خدمات کنونی و جدید را تطبیق دهند.

تغییرات تحول‌آفرینی که انقلاب صنعتی چهارم به ارمغان آورده است، نحوه فعالیت نهادها و سازمان‌های عمومی را بازتعریف می‌کنند. به ویژه این تغییرات، دولت‌ها -در سطوح منطقه‌ای، ملی و

^۱ capitalization effect

^۲ دو پژوهشگر مدرسه مارتین دانشگاه آکسفورد، کارل بندیکت فری اقتصاددان و میشل ازبورن کارشناس یادگیری ماشین، با رتبه‌بندی ۷۰۲ شغل مختلف با توجه به احتمال مکانیزه شدن آنها، از مشاغلی که کمتر از همه در معرض خطر مکانیزاسیون قرار دارند تا مشاغلی که بیشتر از همه در معرض این خطر هستند به سنجش تأثیر بالقوه ابداع فن‌آوری بر بیکاری پرداخته‌اند. در پیوست ۱، مشاغلی که به احتمال زیاد مکانیزه خواهند شد و همچنین شغل‌هایی که کمترین احتمال مکانیزه شدن متوجه آنها است بر گرفته از این پژوهش، ارایه شده است.

محلّی - را متقاعد می‌کنند که با نوآوری خود و یافتن راه‌های جدید همکاری با شهروندان و بخش خصوصی خود، سازگاری پیدا کنند. همچنین، نحوه ارتباط کشورها و دولت‌ها با یکدیگر را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند.

در نهایت انقلاب صنعتی چهارم نه تنها چپستی کارهای ما بلکه کیستی ما را هم دستخوش تغییر و تحول کرده است. تأثیری که این انقلاب بر ما به عنوان فرد خواهد داشت، همه‌جانبه بوده و هویت ما و بسیاری از وجوه مرتبط با آن، حس حریم خصوصی، تصورات افراد از مالکیت، الگوهای مصرف، زمانی که به کار و فراغت اختصاص داده می‌شود، نحوه پیشبرد شغل و بهتر کردن مهارت‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این انقلاب بر نحوه دیدار ما با مردم و شیوه گسترش روابطمان، سلسله مراتبی که بر آنها تکیه داریم و سلامت ما تأثیر می‌گذارد و شاید زودتر از آنچه فکرش را بکنیم، می‌تواند به نوعی ارتقای انسانی^۱ منتهی شود که سبب می‌شود ماهیت وجود انسان را مورد سؤال قرار دهیم. این تغییرات باعث هیجان و ترس می‌شوند، زیرا با سرعتی بی‌سابقه حرکت می‌کنیم.

۳. فناوری زنجیره بلوکی

زنجیره بلوکی یک فناوری جدید در دنیای دیجیتال و بخشی از تحولی است که از آن به انقلاب صنعتی چهارم یاد می‌شود. این فناوری می‌تواند به تغییر نقش و یا حذف بسیاری از نهادها و سازمان‌ها بیانجامد. زنجیره بلوکی به عنوان فناوری زیرساخت در دامنه وسیعی از برنامه‌های کاربردی مالی و غیرمالی به کار می‌رود. فناوری زنجیره بلوکی با استفاده هنرمندانه از رمزنگاری و با توزیع اختیارات نظارت و مدیریت بر منابع اطلاعاتی و رایانشی و تاریخ‌مندسازی تراکنش‌ها، مجموعه‌ای از مزایای امنیتی و کارکردی به وجود آورده است.

زنجیره بلوکی در ابتدا برای ارز دیجیتال بیت‌کوین طراحی شد و یک دفتر ثبت عمومی است که تمام تراکنش‌های بیت‌کوین را از ابتدا تا کنون در خود جای داده است و همواره با اضافه شدن بلوک‌های

^۱ human augmentation

همزیستی رایانه-انسان و استفاده از فن‌آوری برای ارتقای هوش یا سایر حواس و اندام‌های انسانی.

جدید در حال رشد است. بلوک‌های جدید به صورت زنجیروار و تاریخ‌مند به زنجیره بلوکی اضافه می‌شوند و هر شخص پس از پیوستن به شبکه، یک کپی از آن را در به صورت خودکار دریافت می‌کند. با اینکه تعداد بلوک‌های اضافه شده به شبکه ممکن است این ذهنیت را تداعی کند که حجم داده‌ها برای ذخیره سازی ممکن است بسیار زیاد باشد، اما با استفاده از فناوری استفاده شده در شبکه بیت‌کوین حجم زنجیره بلوکی بسیار پایین است و با توجه به قانون مور^۱ در مورد کامپیوترها که اذعان دارد سرعت محاسباتی پردازنده‌ها هر دو سال دو برابر می‌شود، انتقال و نگهداری این حجم از داده‌ها چندان دور از ذهن نخواهد بود.

فناوری زنجیره بلوکی در حقیقت یک پایگاه داده توزیع شده از اسناد و یا دفتر کل عمومی از همه تراکنش‌ها یا رویدادهای دیجیتال است که توسط اجزای تشکیل دهنده‌اش به شکل مشترک ایجاد می‌شود. هر تراکنش در دفتر کلی عمومی با توافق اکثریت اجزای سیستم محقق می‌شود.

تا کنون اختراعات بسیاری بر پایه زنجیره بلوکی در حوزه‌های وسیعی چون اعتبارسنجی تراکنش‌ها، مراقبت‌های درمانی و بهداشتی، مسائل بانکی، انتخابات و مسائل اقتصادی به ثبت رسیده است. با توجه به ثبت انکار ناپذیر اطلاعات در دفتر کلی تمامی اجزای شبکه از ثبت یک اتفاق دیجیتالی باخبر گشته و همین امر امکان تغییر در اطلاعات ورودی را غیرممکن می‌سازد. این فناوری دریچه‌ای به سوی توسعه اقتصاد دیجیتالی باز و مقایسه‌پذیر در مقابل اقتصاد متمرکز کنونی می‌گشاید.

یکی از مهم‌ترین کاربردهای زنجیره بلوکی، امکان ایجاد «قراردادهای هوشمند»^۲ است. قراردادهای هوشمند در حقیقت برنامه‌های رایانه‌ای هستند که می‌توانند به صورت خودکار قراردادها را عقد نمایند. «دارایی‌های هوشمند»^۳ نیز مفهوم تازه دیگری در این عرصه است که مالکیت دارایی‌های فیزیکی و غیر فیزیکی را در یک شبکه به اشتراک می‌گذارد. اطلاعات مربوط به تأییدیه تمامی اسناد حقوقی، مستندات پزشکی، پرداخت حق سهم تولیدکنندگان یک اثر هنری در صنعت موسیقی، دفتر اسناد رسمی، امور بیمه،

¹ Moore's law

² smart contract

³ Smart Properties

اوراق بهادار و مجوزهای قانونی از جمله مواردی است که می‌توانند در زنجیره بلوکی به اشتراک گذاشته و نگهداری شوند.

علاوه بر این فناوری زنجیره بلوکی با پیاده‌سازی غیرمتمرکز و قابلیت‌های امنیتی، شیوه جدیدی برای سازو کارهای ضد جعل و رعایت حق انتشار به شمار می‌آید. می‌توان تصور کرد که برندها، تجار و بازارهای تجاری همگی به عنوان بخشی از یک شبکه زنجیره بلوکی باشند و اطلاعاتی را ذخیره کنند تا اصلی بودن کالاها قابل شناسایی باشد. با استفاده از این فناوری، بخش تأمین کالا در فروشگاه‌ها برای تشخیص و تأیید اعتبار کالای خود، دیگر به تأیید یک مرجع مرکزی نیازی ندارند بلکه به سادگی از طریق زنجیره بلوکی اصالت یک کالا را مورد بررسی قرار می‌دهند.

۴. حفاظت و تجدیدپذیری زیست محیطی

تلاقی سه جهان فیزیکی، دیجیتال و بیولوژیکی که محورهای انقلاب صنعتی چهارم هستند، فرصت‌های چشمگیری در اختیار جهان می‌گذارند تا با استفاده از منابع و بهره‌وری به دستاوردهای عظیمی دستیابی پیدا کنند. ابتکار مجمع جهانی اقتصاد با عنوان پروژه جریان اصلی^۱ نشان داده است که نه تنها امید می‌رود که افراد، سازمان‌ها و دولت‌ها بتوانند تأثیر مخرب کمتری بر طبیعت داشته باشند، بلکه ظرفیت بالقوه قابل توجهی برای احیای محیط طبیعی ما از رهگذر استفاده از فن‌آوری‌ها و طراحی سیستم‌های هوشمند وجود دارد. فرصت دور شدن کسب و کارها از الگوی خطی بگیر-بساز-دور بیانداز^۲ استفاده از منابع، که متکی به مقادیر عظیمی از منابع سهل‌الوصول است، و حرکت به سوی الگوهای صنعتی جدید که جریان‌های کارآمد مواد، انرژی، نیروی کار و اکنون اطلاعات بر یکدیگر تأثیر متقابل داشته و طراحی یک نظام اقتصادی احیاگر، بازیافتی و مولدتر، در بطن این امید نهفته است.

چهار مسیر وجود دارد که کمک می‌کنند تا این مهم دست یافتنی باشد. نخست، به لطف اینترنت اشیاء و دارایی‌های هوشمند، اکنون ردگیری جریان‌های مواد و انرژی به امری ممکن و شدنی بدل شده و در نتیجه در سرتاسر زنجیره‌های ارزش می‌توانیم به کارآمدی تازه و عظیمی دست پیدا کنیم. بر اساس برآوردهای سیسکو^۳

^۱ Mainstream

^۲ take-make-dispose model

^۳ Cisco

شرکت آمریکایی تولیدکننده تجهیزات شبکه است که مرکز آن در شهر سن خوزه، در ناحیه سیلیکون ولی در ایالت کالیفرنیا قرار دارد.

از ۱۴/۴ تریلیون دلار مزایای اقتصادی که ظرف یک دهه آینده از محل اینترنت اشیاء محقق خواهد شد، ۲/۷ تریلیون دلار ارزش می‌تواند از امحای زباله‌ها و بهبود فرایندها در زنجیره‌های عرضه و تدارکات به دست آید. راهکارهایی که اینترنت اشیاء ممکن ساخته است، می‌تواند تا سال ۲۰۲۰ حدود ۹/۱ میلیارد تن از انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش داده و این خود مبین ۱۶/۵ درصد از کل کاهش پیش‌بینی شده تا آن سال است.

دوم، عمومی شدن اطلاعات و شفافیتی که نتیجه داده‌های دیجیتال است، قدرت‌های جدیدی در اختیار شهروندان می‌گذارد تا شرکت‌ها و کشورها را پاسخگو و مسئول سازند. فن‌آوری‌هایی چون زنجیره بلوکی، با ثبت و تأیید داده‌های نظارت ماهواره‌ای در خصوص جنگل‌زدایی در یک قالب امن برای پاسخگو کردن بیشتر زمین‌داران، کمک خواهد کرد که این اطلاعات قابل اعتماد و موثق باشند.

سوم، جریان‌های اطلاعاتی جدید و شفافیت فزاینده می‌تواند به تغییر رفتار شهروندان در ابعادی وسیع کمک کند، زیرا به راهی با کمترین مقاومت در داخل مجموعه‌ای جدید از هنجارهای اقتصادی و اجتماعی برای یک سیستم گردش پایدار بدل می‌شود. همگرایی ثمربخش بین حوزه‌های اقتصادی و روان‌شناسی به ارائه بینش‌هایی درباره طرز تلقی ما از جهان، رفتار و توجیه رفتارمان منتج شده و در عین حال، شماری از آزمایشات تصادفی در سطح وسیعی از دولت‌ها، شرکت‌ها و دانشگاه‌ها نشان داده است که این مسأله جواب می‌دهد. او- پاور^۱ یکی از این نمونه‌ها است که از روش مقایسه با همتایان، برای ترغیب مردم به صرفه‌جویی در مصرف برق استفاده کرده و در نتیجه در عین حفاظت از محیط زیست، هزینه‌ها را هم کاهش داد.

چهارم، الگوهای سازمانی و کسب و کار جدید وعده شیوه‌های نوآورانه‌ای برای ایجاد و به اشتراک‌گذاری ارزش می‌دهند که به نوبه خود منجر به تغییرات در کل سیستم می‌شود، امری که می‌تواند فعالانه به محیط زیست به اندازه اقتصاد و جوامع ما سود برساند. انقلاب صنعتی چهارم شرکت‌ها را قادر می‌سازد تا چرخه استفاده از دارایی‌ها و منابع را گسترش دهند، بهره‌برداری از آن‌ها را افزایش دهند و به ایجاد سیستم‌های مرکبی پردازند که مواد و انرژی را برای استفاده‌های بیشتر، بازسازی مجدد می‌کنند. در این سیستم صنعتی جدید، دی اکسید کربن از یک گاز گلخانه‌ای آلاینده به یک دارایی بدل شده و اقتصاد مهار و ذخیره‌سازی کربن از هزینه و انباشت آلودگی به تأسیسات سودآور مهارکربن بدل می‌شود.

^۱ OPower

۵. گسترش نابرابری اجتماعی به واسطه انقلاب صنعتی چهارم

تشدید نابرابری یکی از نگرانی‌های معطوف به انقلاب صنعتی چهارم است. سنجش چالش‌های ناشی از افزایش نابرابری دشوار است، زیرا نوآوری و تحول‌آفرینی هم به صورت منفی و هم به شکل مثبت بر استانداردهای زندگی و رفاه مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان تأثیر خواهد گذاشت. مصرف‌کنندگان از بیشترین منافع برخوردار می‌شوند. انقلاب صنعتی چهارم، محصولات و خدماتی را ممکن ساخته است که کارآمدی و بهره‌وری زندگی‌های شخصی مصرف‌کنندگان را تقریباً بدون هیچ هزینه‌ای افزایش می‌دهد. تاکسی گرفتن، جستجوی بلیط هواپیما، خرید یک محصول، پرداخت غیرنقدی، شنیدن موسیقی یا تماشای یک فیلم، کارهایی هستند که اکنون می‌توان غیرحضور انجام داد. مزایای فناوری برای همه ما که مصرف‌کننده هستیم، بی‌چون و چرا و غیر قابل بحث است. اینترنت، تلفن‌های همراه هوشمند و هزاران برنامه دیگر زندگی ما را راحت‌تر و کلاً سازنده‌تر کرده‌اند. یک وسیله ساده مانند تبلت که برای خواندن، جستجو در وبگاه‌ها و ارتباطات استفاده می‌کنیم، از قدرت پردازشی برابر با ۵ هزار کامپیوتر شخصی متعلق به ۳۰ سال پیش برخوردار است، در حالی که هزینه ذخیره‌سازی اطلاعات تقریباً نزدیک به صفر است (امروزه، متوسط هزینه سالانه ذخیره‌سازی ۱ گیگابایت کمتر از ۰/۰۳ دلار است، این هزینه ۲۰ سال پیش بیش از ۱۰ هزار دلار بود).

چالش‌های ناشی از انقلاب صنعتی چهارم بیشتر متوجه طرف عرضه در جهان کار و تولید است. در چند سال گذشته، اکثریت قریب به اتفاق کشورهای توسعه یافته و همچنین برخی از اقتصادهای رو به رشد مانند چین شاهد افت چشمگیر سهم نیروی کار در تولید ناخالص داخلی بوده‌اند. نیمی از این کاهش در نتیجه افت نسبی قیمت کالاهای سرمایه‌ای است که خود نتیجه پیشرفت نوآوری‌ها محسوب می‌شود (که شرکت‌ها را وادار می‌کند که سرمایه را جایگزین نیروی کار کنند).

در نتیجه، تأمین‌کنندگان سرمایه فکری یا فیزیکی، یعنی مخترعان، سرمایه‌گذاران و سهامداران، عمده ذی‌نفعان انقلاب صنعتی چهارم را تشکیل می‌دهند و این مسأله شکاف فزاینده در ثروت بین کسانی که متکی به نیروی کار خود هستند و کسانی که مالک سرمایه محسوب می‌شوند را توضیح می‌دهد. همچنین سرخوردگی میان کارگران نیز به همین دلیل است، کارگرانی که باور دارند درآمد واقعی آنها

ممکن است در طول حیات افزایش پیدا نکند و شاید زندگی‌های فرزندان ایشان نیز چندان بهتر از زندگی خود آنها نباشد.

بحث درباره تأثیرات اقتصادی و تجاری، برخی از تغییرات ساختاری مختلف را برجسته ساخته که تا به امروز به افزایش نابرابری کمک کرده‌اند و شاید با ظهور انقلاب صنعتی چهارم، بیش از گذشته تشدید شود. ربات‌ها و الگوریتم‌ها بیش از هر زمان دیگری، سرمایه را جایگزین نیروی کار نموده‌اند و در عین حال سرمایه‌گذاری (یا به بیان دقیق‌تر، ایجاد یک کسب و کار در اقتصاد دیجیتال) کمتر بر مدار سرمایه می‌چرخد. در این حین، بازار کار به سمت دامنه محدودی از مجموعه مهارت‌های فنی تمایل پیدا کرده و پلتفرم‌ها و بازارهای دارای ارتباطات جهانی به تعداد محدودی از ستارگان پادشاه‌های کلان و هنگفتی می‌دهند. با وقوع این روندها، برندگان کسانی خواهند بود که بتوانند با فراهم ساختن ایده‌ها، الگوهای کسب و کار، محصولات و خدمات جدید در اکوسیستم‌های نوآوری محور، حضوری پررنگ داشته باشند و نه کسانی که تنها نیروی کار کم‌مهارت یا سرمایه معمولی فراهم می‌آورند.

پیوست. نمونه‌هایی از شغل‌هایی که بیشتر و کمتر از همه مستعد مکانیزه شدن هستند

مشاغلی که بیشتر از همه در معرض مکانیزه شدن قرار دارند

شغل	احتمال
بازاریاب‌های از راه دور	۰,۹۹
تهیه‌کنندگان صورت‌های مالیاتی	۰,۹۹
ارزیاب‌های بیمه، خسارت خودرو	۰,۹۸
سرداورها، داورها و دیگر مقامات ورزشی	۰,۹۸
منشی‌های حقوقی	۰,۹۸
مهمان‌داران رستوران‌ها، غذاخوری‌ها و کافی‌شاپ‌ها	۰,۹۷
دلال‌های ملک و املاک	۰,۹۷
پیمانکاران مزارع	۰,۹۷
منشی‌ها و دستیاران اداری، جز دستیاران حقوقی، پزشکی و اجرایی	۰,۹۶
پیک‌ها و نامه‌برها	۰,۹۴

مشاغلی که کمتر از همه در معرض مکانیزه شدن قرار دارند

شغل	احتمال
مددکاران سلامت روان و آسیب اجتماعی	۰,۰۰۳۱
طراحان رقص	۰,۰۰۴۰
پزشکان و جراحان	۰,۰۰۴۲
روانشناسان	۰,۰۰۴۳
مدیران منابع انسانی	۰,۰۰۶۵
انسان‌شناس‌ها و باستان‌شناس‌ها	۰,۰۰۷۷
مهندسان معدن و طراحان کشتی	۰,۰۱۰۰
مدیران فروش	۰,۰۱۳۰
مدیران ارشد اجرایی	۰,۰۱۵۰

Source: Carl Benedikt Frey and Michael Osborne, University of Oxford, 2013

آدرس: تهران خیابان خالد اسلامبولی، کوچه سوم، پلاک ۹

تلفن: ۰۲۱-۸۸۷۲۴۴۷۲

فاکس: ۰۲۱-۸۸۱۰۰۳۶۳

کدپستی: ۱۵۱۳۶۴۶۶۱

پست الکترونیکی: info@earc.ac.ir - www.earc.ac.ir