

# انقلاب چهارم صنعتی و رویکردهای لازم برای سیاستگذاران علمی،

## اقتصادی و صنعتی

\* سیدعلی اکبر صفوی

\* استاد، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران safavi@shirazu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۰۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۲۴

صص: ۱۱-۲۴

### چکیده

بدون شک تحولات ناشی از فناوری های جدید در سال های اخیر شیوه نگاه ها و تمام ابعاد علمی، اجتماعی، اقتصادی و صنعتی در جهان را تغییر داده است. این تغییرات با سرعتی بسیار بیشتر از گذشته در حال افزایش است و لذا افراد آگاه در هر جامعه چه از جایگاه فردی و چه از جایگاه مدیریتی خود را برای این تغییرات مهیا می نمایند و افراد و جوامع مستضعف (از دیدگاه فکری، مدیریتی و برنامه ریزی) روزه روز از قافله رشد و تعالی عقب تر خواهند ماند. بعنوان مثال، یک نگاه کوتاه و حتی ساده به آثار فناوری های اطلاعات و ارتباطات در چند دهه گذشته می تواند توجه کافی به تغییرات در تعاملات اجتماعی، شکل بازارهای ملی و بین المللی، رویکردهای اقتصادی و موضوعات امنیتی کشورها را روشن نماید. موج چهارم صنعتی یا (Industry 4.0) یکی از این تحولات فناورانه است که به عنوان یک انقلاب و با همان معنی متداول انقلاب در حال وقوع پیوستن است. موج چهارم صنعتی به چهارمین انقلاب صنعتی اشاره دارد. این انقلاب فرایندهای تولید را تغییر خواهد داد و باعث می شود تا زنجیره های عرضه و فرایندهای تولید بیشتر به هم متصل شده، کارآمد و انعطاف پذیر باشند و هم بحث سفارشی سازی و تولید مجازی گسترش می یابد. هر کس در مورد موج چهارم صنعتی صحبت می کند. اما این معنی دقیقا چیست؟ و قبل از آن چه بود؟ هدف از این نوشتار بررسی جامعی از تحولات و فناوری های آینده و اثرات آنها بر صنایع و سایر ابعاد اجتماع است. با درک تحولات دیجیتال پیش رو، ما باید نتایج تحقیق ها و دستورالعمل ها یا راه حل های ممکن را بررسی کنیم. در این راستا

۱. سیاست ها و نقشه راه که همه صنایع مرتبط باید جهت موفقیت در آینده به دنبال باشند،
۲. چالش های نظری و همچنین عملی و راه حل های ممکن مرتبط،
۳. تغییر در رویکردهای مدیریتی و آموزشی و محتویات رشته های علمی،

مورد اشاره قرار خواهد گرفت.

**واژه های کلیدی:** انقلاب چهارم صنعتی، صنعت ۴، سیاستگذاری آینده، تحولات فناوری، مدیران.

### نوع مقاله: ترویجی

#### ۱- مقدمه

صنعتی در جهان را تغییر داده است (لطفا [۱] را ببینید). این تغییرات با سرعتی بسیار بیشتر از گذشته در حال

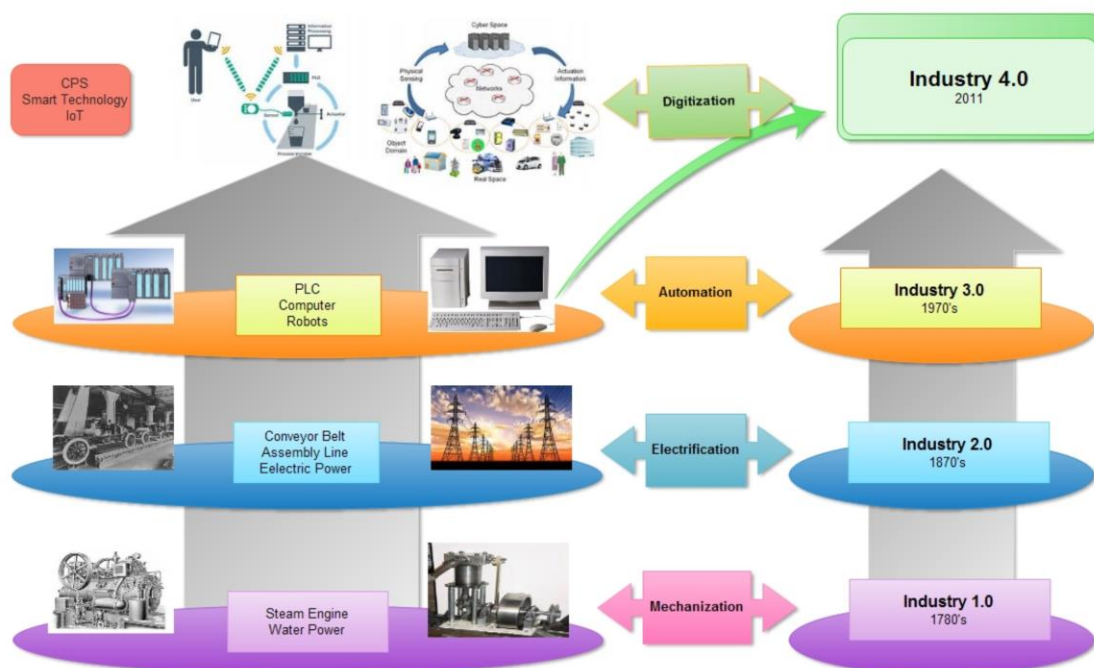
بدون شک تحولات ناشی از فناوری های جدید در سال های اخیر شیوه نگاه ها و تمام ابعاد علمی، اجتماعی، اقتصادی و

نویسنده عهده دار مکاتبات: سیدعلی اکبر صفوی Safavi@shirazu.ac.ir



حتی ساده به آثار فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات در چند دهه گذشته می‌تواند توجه کافی به تغییرات در تعاملات اجتماعی، شکل بازارهای ملی و بین‌المللی، رویکردهای اقتصادی و موضوعات امنیتی کشورها را روشن نماید.

افزایش است و لذا افراد آگاه در هر جامعه چه از جایگاه فردی و چه از جایگاه مدیریتی خود را برای این تغییرات مهیا می‌نمایند و افراد و جوامع مستضعف (از دیدگاه فکری، مدیریتی و برنامه‌ریزی) روز به روز از قافله رشد و تعالی عقب‌تر خواهند ماند. بعنوان مثال، یک نگاه کوتاه و



شکل ۱. انقلاب‌های صنعتی گذشته تا حال [۲]

اصطلاح از سال ۲۰۱۱ طرح شد و در آوریل ۲۰۱۳ در نمایشگاه هانوفر، گزارش نهایی کار گروه مربوطه آن برای اولین بار ارائه گردید. در واقع پس از انقلاب صنعتی اول (یا مکانیزاسیون با نگاه‌های مکانیکی)، انقلاب صنعتی دوم (یا تولید انبوه با کمک الکتریسیته) و انقلاب صنعتی سوم (یا اتوماسیون همراه با کامپیوترها)، در حال حاضر "اینترنت اشیاء و خدمات" به همراه مفاهیمی چون سیستم‌های فیزیکی سایبری، محاسبات ابری، و محاسبات شناختی و مواردی از این قبیل تبدیل به یک بخش جدایی‌ناپذیر از تولید و ارائه خدمات شده‌اند و انقلاب صنعتی چهارم را رقم می‌زنند (شکل ۱ را ببینید). فناوری‌های موج چهارم صنعتی بصورت بالقوه فرصت‌های رشد خارق‌العاده و مزایای رقابتی درکسب و کار را ایجاد کرده است.

موج چهارم صنعتی یا (Industry 4.0) [۲] یکی از این تحولات فناورانه است که به عنوان یک انقلاب و با همان معنی متداول انقلاب در حال وقوع پیوستن است. موج چهارم صنعتی به چهارمین انقلاب صنعتی اشاره دارد. این انقلاب فرایندهای تولید را تغییر خواهد داد و باعث می‌شود تا زنجیره‌های عرضه و فرایندهای تولید بیشتر به هم متصل شده، کارآمد و انعطاف‌پذیر باشند و هم بحث سفارشی‌سازی و تولید مجازی گسترش می‌یابد. هر کس در مورد موج چهارم صنعتی صحبت می‌کند. اما این معنی دقیقاً چیست؟ و قبل از آن چه بود؟

اصطلاح موج چهارم صنعتی از یک پروژه در استراتژی تکنولوژی‌های پیشرفته دولت آلمان آغاز می‌شود که باعث ترویج تولید بر مبنای کامپیوتر می‌شود. این



برخی ویژگی‌های مهم سیستم‌ها و دستگاه‌ها در موج چهارم صنعتی بشرح ذیل است:

• **قابلیت همکاری:** توانایی دستگاه‌ها، ابزارها، سنسورها و افراد برای برقراری اتصال و ارتباطات با یکدیگر از طریق اینترنت اشیاء (IoT) یا اینترنت افراد (IoP).

• **شفافیت اطلاعات:** توانایی سیستم‌های اطلاعاتی برای ایجاد یک کپی مجازی از دنیای فیزیکی با غنی‌سازی مدل‌های سیستم‌های دیجیتالی با داده‌های سنسورها از طریق تجمیع داده‌های خام سنسورها برای تبدیل به اطلاعات با ارزش بالاتر.

• **کمک‌های فنی:** اول، توانایی سیستم‌های یاری‌رسان برای حمایت از انسان‌ها توسط تجمیع و مجسم کردن اطلاعات به صورت قابل فهم برای تصمیم‌گیری آگاهانه و حل مشکلات فوری در کوتاه مدت. دوم، توانایی سیستم‌های فیزیکی سایبری برای حمایت از انسان‌ها از طریق انجام طیف وسیعی از وظایفی که برای همکاران انسانی آنها ناخوشایند، خسته‌کننده و یا ناامن باشد.

• **تصمیمات نامتمرکز:** توانایی سیستم‌های فیزیکی سایبری برای تصمیم‌گیری منکی به خود و انجام وظایف بصورت خودکار تا آنجا که ممکن است و لذا کاهش بارهای مدیریتی. فقط در موارد استثناء، تداخل‌ها یا اهداف متضاد، وظایف به سطح بالاتر تصمیم‌گیری ارجاع می‌شود.

تفاوت‌هایی بین یک کارخانه سنتی و یک کارخانه موج چهارم صنعتی وجود دارد. در محیط صنعتی فعلی، ارائه خدمات با کیفیت بالا و یا محصول با کمترین هزینه، کلید موفقیت است و کارخانه‌های صنعتی در حال تلاش برای رسیدن به حداکثر عملکرد ممکن برای افزایش سود خود و همچنین شهرت خود هستند. به این ترتیب، منابع داده‌های مختلف برای ارائه اطلاعات ارزشمند در مورد جنبه‌های مختلف کارخانه در دسترس هستند. در این مرحله، استفاده از داده‌ها برای درک شرایط فعلی عملیات و شناسایی عیب‌ها و خطاها یک موضوع مهم برای تحقیق است. در مقابل، در یک کارخانه موج چهارم صنعتی، علاوه بر نظارت بر وضعیت و تشخیص خطا، اجزای سیستم قادر به دستیابی به خودآگاهی و خودپیش‌بینی هستند که مدیریت را با درک بهتر از وضعیت کارخانه به دست می‌دهد. علاوه بر این، مقایسه و جمع‌آوری اطلاعات همگانی از اطلاعات سلامت اجزای مختلف، پیش‌بینی دقیق سلامت در سطح

در عین حال این انقلاب صنعتی جدید در عین ایجاد فرصت‌های جدید برای همه جهانیان چالش‌های جدیدی را هم برای همه و خصوصاً و بیشتر برای کشورهای در حال توسعه ایجاد می‌نماید. به همین دلیل تمامی بخش‌های جامعه به موقع و به میزان کافی به این واقعیت‌ها باید توجه نموده و از هم اکنون تمهیدات لازم برای استفاده از فرصت‌ها و رویارویی با چالش‌های مربوطه را پیش‌بینی کنند. این چالش‌های همه در ابعاد سیاست‌های صنعت و کسب و کار و هم در ابعاد آموزش نیازمند دقت نظر است. بر همین اساس دانشگاه‌ها باید همانند گذشته آگاه‌ترین قشر جامعه در رابطه با این تحولات بوده و جهت‌های تحقیقاتی و آموزشی خود را با تحولات همراه‌تر نموده و ازسوی دیگر راهبردها و توصیه‌های کلان خود را جهت سیاستگذاران مرتبط در جامعه ارائه نمایند. سازمان‌ها و شرکت‌ها نیز لازم است درک خوبی از تحولات بدست آورند و بر مبنای آنها سیاستگذاری‌ها و اقدامات لازم را دنبال نمایند.

## ۲- ویژگی‌های انقلاب چهارم صنعتی و چالش‌های کلان مربوطه

در ابتدای بحث لازم است شرح مختصری از ابعاد و ویژگی‌های انقلاب چهارم صنعتی و چالش‌های کلان مربوط به آن بیان شود تا امکان ورود به سایر بحث‌های گزارش فراهم گردد.

اصول اولیه موج چهارم صنعتی این است که با اتصال ماشین‌ها، قطعات و سیستم‌ها، کسب و کار در حال ایجاد شبکه‌های هوشمند در طول کل زنجیره ارزش هستند که می‌توانند به صورت خودمختار یکدیگر را کنترل کنند. برخی از نمونه‌هایی برای موج چهارم صنعتی عبارتند از دستگاه‌هایی که می‌توانند شکست را پیش‌بینی کنند و فرایندهای تعمیر و نگهداری را مستقل یا لجستیک خود سازماندهی کنند که به تغییرات غیرمنتظره تولید منجر می‌شود. پیش‌بینی می‌شود که دنیای تولید شبکه‌ای بیشتر و بیشتر خواهد شد تا همه چیز با هر چیز دیگری مرتبط باشد. بدون شک اولین نیروی محرک این اتفاقات اینترنت اشیاء است. پیچیدگی شبکه‌های تولید و تامین‌کنندگان به شدت افزایش خواهد یافت. شبکه‌ها و فرآیندهای تاکنون محدود به یک کارخانه بوده است. اما در سناریو Industry 4.0، این مرزها از کارخانه‌های فردی تا شبکه‌ای متنوع خواهد شد.

کارخانه‌های واقعی را در اختیار داریم، آنها هنوز هم به زمان واقعی پیوند ندارند - یعنی تغییرات در نسخه مجازی مستقیماً به تغییرات در کارخانه واقعی منجر نمی‌شود و برعکس.

• خدمات هوشمند (**Smart services**): موج چهارم صنعتی به کارخانه محدود نمی‌شود. بلکه، محصولات هوشمند وقتی به مشتری تحویل داده می‌شوند، آنها به عنوان یک پلت فرم برای مدل‌های کسب و کار جدید خدمت می‌کنند. در آینده، میلیاردها محصول هوشمند که در طول عمر مفیدشان به اینترنت متصل می‌شوند، مقدار زیادی داده (بزرگ داده‌ها) را در مورد شرایط عملیاتی و وضعیت محصولات خود در ابر ذخیره خواهند کرد. تمام داده‌هایی که جمع‌آوری کرده‌اند می‌توانند برای بهینه‌سازی محصولات استفاده شوند. علاوه بر این، الگوریتم‌های هوشمند می‌توانند داده‌های موجود را به اطلاعات جدید (داده هوشمند) بسپارند.

در همین راستا برخی مباحث که تاثیرات جدی خواهند گرفت عبارتند از:

- خدمات و مدل‌های کسب و کار
  - قابلیت اطمینان و بهره‌وری مداوم
  - امنیت فناوری اطلاعات
  - ایمنی ماشین
  - عمر مفید محصول
  - زنجیره ارزش صنعت
  - آموزش و مهارت‌های کارگری
  - عوامل اجتماعی-اقتصادی
- از سوی دیگر لازم است به چالش‌هایی که موج چهارم صنعتی می‌تواند در جوامع ایجاد کند هم توجه شود. برخی از این موارد را می‌توان چنین برشمرد:
- مسائل مربوط به امنیت فناوری اطلاعات
  - قابلیت اطمینان و ثبات مورد نیاز برای ارتباطات مهم
  - نیاز به حفظ یکپارچگی فرایندهای تولید
  - فقدان مهارت‌های کافی نیروی انسانی موجود
  - عدم تمایل عمومی به تغییر در ذینفعان
  - از دست دادن مشاغل زیاد به ویژه برای بخش‌های با تحصیلات پایین‌تر در جامعه
  - وجود مسائل حقوقی مبهم و داده‌های ناامن
  - مزایای نامشخص اقتصادی و یا سرمایه‌گذاری بیش از حد

اجزای سیستم را اعمال می‌کند و مدیریت کارخانه را به منظور هدایت نگهداری مورد نیاز در بهترین زمان ممکن برای دستیابی به تعمیر و نگهداری آسان در زمان کوتاه به حداقل رساندن زمان توقف فرآیند راهنمایی می‌کند.

با توجه به موارد فوق‌الذکر بطور طبیعی مفاهیم و اصطلاحاتی جدید مطرح خواهند شد. نمونه‌هایی از اینها عبارتند از:

• ماشین‌های اجتماعی (**Social Machines**): دستگاه‌های هوشمند اطلاعات را با یکدیگر به اشتراک می‌گذارند بسیار شبیه به مردم در شبکه‌های اجتماعی آنلاین. آنها می‌توانند خودشان را سازماندهی کنند و با هم کار کنند تا فرآیندها و مهلت‌های زمانی را هماهنگ کنند. این باعث تولید انعطاف‌پذیر تر و کارآمدتر می‌شود. علاوه بر این، این دستگاه‌ها به طور مستقیم با تمام سیستم‌های فناوری اطلاعات در شرکت ارتباط برقرار می‌کنند. این امر موجب جریان بی‌وقفه اطلاعات به حوزه‌هایی نظیر فروش یا توسعه می‌شود.

• محصولات هوشمند (**Smart Products**): هر محصول هوشمند دارای اطلاعات مربوط به شرایط عملیاتی و وضعیت محصول است. این داده‌ها بر روی چیزهایی مانند تراشه‌های RFID کوچک نگهداری می‌شود و یک نسخه مجازی از هر محصول هوشمند را فراهم می‌کند. چنین اطلاعات جمع‌آوری شده، در سراسر عمر کالا مورد بررسی به روز می‌گردد، به عنوان مثال: از اولین مرحله تولید به استفاده مشتری واقعی و تمام راه به بازیافت. حتی قبل از تولید، محصول خریدار و اطلاعات سفارش، وضعیت فعلی آن و مراحل تولید مورد نیاز برای تبدیل به یک محصول نهایی را می‌داند. مشتریان می‌توانند بخشی از فرایند و محصولات بسیار شخصی‌تر باشند، در حالی که هزینه‌های تولید باقی می‌ماند یا حتی کاهش می‌یابد.

• تولید مجازی (**Virtual Production**): کارخانه‌های هوشمند علاوه بر عرصه تولید واقعی، دو قلوبی دیجیتال تمام محصولات و منابع مربوطه را هم خواهند داشت. این کپی دیجیتال اجازه می‌دهد تا شبیه‌سازی مجازی از تمام فرایندهای تولید بتواند انجام گیرد. این نمایش تولید جایگزین و بالقوه برای بهینه‌سازی خطوط تولید را نشان می‌دهد. این سیستم همچنین به مهندسان اجازه می‌دهد تا از راه دور کنترل و نظارت بر تولید را در زمان واقعی کنترل کنند. اگر چه امروز ما نسخه‌های مجازی از

#### ۴- اقتصادهای در حال توسعه

انقلاب چهارم صنعتی ممکن است برای اقتصادهای در حال ظهور چالش برانگیز باشد، زیرا خطرات می‌توانند به طور بالقوه بزرگتر از فرصت‌ها باشند. همچنین می‌تواند فرصتی برای اقتصادهای در حال توسعه باشد.

در آینده، چین و سایر اقتصادهای نوظهور دیگر کارخانه جهان نخواهند بود. در حقیقت، این روش موجود یک مدل پایدار بلند مدت نیست، زیرا این کشورها در حال تبدیل به ثروتمندتر شدن هستند لذا هزینه تولید همچنان پایین نمی‌ماند. به تازگی و بعنوان مثال، تولید در برزیل به همان اندازه در فرانسه گران است. در پایان سال ۲۰۱۹ هزینه تولید در چین در برابری با ایالات متحده خواهد بود. انقلاب تولیدی جدید گذار این اقتصادهای نوظهور را به سمت یک مدل مبتنی بر مصرف داخلی تسریع خواهند بخشید. این خوب است، زیرا این جایی است که رشد ایجاد خواهد شد. این انقلاب ساخت و تولید چهارم فرصتی برای همه ما است. اگر ما این کار را درست انجام دهیم، رشد پایدار را در تمامی اقتصادهایمان خواهیم دید. این بدان معنی است که ثروت بیشتر برای همه ما و آینده‌ای بهتر برای فرزندان ما توزیع شده است.

برای اینکه انقلاب چهارم صنعتی به موفقیت برسد، پیش شرط‌های خاصی لازم می‌باشد:

- یک زیرساخت فن‌آوری قوی
  - نیروی کار با مهارت‌های دیجیتال مورد نیاز،
  - سیستم‌های کاری با سطح مورد نیاز امنیت،
  - ساختارهای حاکمیت کافی
- اینها نکات مهمی هستند که باید در هنگام راه‌اندازی ابتکارات انقلاب چهارم صنعتی مورد توجه سیاستگذاران و شرکت‌های دولتی قرار گیرد. [۳]

#### ۵- زیرساخت در کشورهای در حال توسعه

سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی، حمل و نقل، فناوری اطلاعات و ارتباطات و آبیاری یک گام مهم در جهت ایجاد جوامع قدرتمند در هر کشوری است. فقدان زیرساخت‌های کافی مانع عمده‌ای برای توسعه اجتماعی و اقتصادی است. با توجه به مباحث فوق‌الذکر از نگاه زیرساختی به عنوان موانع اصلی برای تحقق کامل انقلاب چهارم صنعتی در کشورهای در حال توسعه می‌توان به مباحث زیر اشاره کرد:

• فقدان مقررات، استاندارد و اشکال گواهی‌نامه

در ادامه به ابعاد سیاستگذاری‌های مرتبط با تحولات ناشی از این انقلاب صنعتی اشاراتی می‌گردد.

#### ۳- سیاست‌ها و چالش‌های عمومی

##### صنایع تولیدی:

در طول چند دهه گذشته شاهد مدل‌های مختلفی در حوزه تولید جهانی بوده‌ایم. یکی از این مدل‌ها تولید کشورهای صنعتی در کشورهایی است که هزینه تمام شده کمتر بدلیل ارزانی نیروی انسانی را داشته‌اند. با این تحولات جدید صنعتی اول، کارخانه‌های آنها می‌توانند مجدد به بازارهای داخلی خودشان منتقل شوند (منظور آن کارخانه‌هایی است که برای ارزانتر شدن هزینه تولید به نقاط دور دست فرستاده شدند). در جهان سفارشی‌سازی، نزدیکی به مصرف‌کننده نرم‌های جدید در تولید محسوب می‌شوند. همچنین کارخانه‌های کوچکتر و چابک‌تر خواهند شد. مقیاس کارخانه مهم نیست اما انعطاف‌پذیری مهم است. آنها بر اساس تولید محصولات سفارشی و متنوع طراحی شده و عمل می‌کنند. تغییرات بسیار شدید خواهد بود. جهانی‌شدن به عصر جدیدی وارد می‌شود. جریان‌های تجارت شرق و غرب با جریان‌های تجارت منطقه‌ای جایگزین خواهند شد (شرق برای شرق، غرب برای غرب). هنگامی که شما در مورد مدل‌های تولید قبلی فکر می‌کنید، مدل قدیمی بسیار دیوانه‌کننده بود. ساختن محصولات در جایی که تمام دنیا را قبل از رسیدن به مصرف‌کنندگان نهایی طی کند. مدل جدید، تولید فقط در کنار بازار مصرف‌کننده است و بسیار هم پاکیزه‌تر است و لذا برای محیط زیست هم بسیار بهتر است. در اقتصادهای بزرگی که به مرحله اشباع رسیده بودند، دوباره تولید به کشورهای خانگی برگردد و برای آنها این یعنی اشتغال بیشتر، بهره‌وری بیشتر و رشد بیشتر.

اما این تحولات به طور خودکار نمی‌آید و اقتصادهای بزرگ باید آن را بپذیرند. آنها مجبور خواهند شد نیروی کار را مجدداً آموزش دهند. در بیشتر کشورها، ما به فرزندانمان گفته‌ایم که تولید هیچ آینده‌ای ندارد. ما باید آن را معکوس کنیم و مجدداً در دانشگاه تدریس کنیم. فقط کشورهایی که به سرعت در حال تغییر متناسب با شرایط جدید هستند قادر خواهند بود این رشد را به دست بگیرند.

به تغییر نیازهای مشتری را دارد. لذا ضرورت سهولت انجام کسب و کار نیازمند توجه بیشتری برای حمایت از یک مدل تولید وابسته به وظایف بسیار متفاوت را خواهد داشت.

### زیرساخت انرژی

انرژی ۴,۰ (به موازات صنعت ۴,۰) در جهت امکان توسعه سراسری زیرساخت انرژی لازم است. انرژی‌های تجدیدپذیر دسترسی غیرمتمرکز به انرژی را افزایش می‌دهد و وابستگی به زیرساخت‌های شبکه برق را جابجا می‌کند. میکرو شبکه‌های هوشمند توانایی توزیع موثر انرژی در خانه‌های متعدد را دارند. انرژی ۴,۰ همچنین فرصت‌های جدیدی را برای صنایع با ارزش افزوده و با کارایی بالا که امکان افزایش سطح درآمد را فراهم می‌کند، باز می‌کند. انرژی‌های تجدیدپذیر، شبکه‌های هوشمند و یکپارچه کردن منابع متحرک تامین انرژی الکتریکی یک میدان بزرگ سبز با تکنولوژی بالغ شده جهت تولید و توزیع در بین دیگر فرصت‌های سرمایه‌گذاری بزرگ را تشکیل می‌دهند. بنابراین مدرنیزه کردن کسب و کار در کشورهای در حال توسعه و کمک به مشارکت بیشتر آنها در بازارهای جهانی ضروری است.

### زیرساخت‌های ICT

در زمان حاضر که بسیاری از ما احساس می‌کنیم که اتصال به اینترنت یک کالای معمول است، اطمینان از برابری ایجاد دانش و اطلاعات در دسترس، برای کاهش این شکاف دیجیتال بسیار مهم است. زیرساخت‌های دیجیتال، شامل شبکه‌های ارتباطی باند پهن و خدمات منسجم از آنها، داده‌ها، نرم‌افزار و سخت‌افزار، پایه و اساس اقتصاد مبتنی بر دیجیتال است. لذا ضروری است که دولت‌ها سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های دیجیتال و رقابت در ارائه شبکه‌های با سرعت بالا و خدمات را ترویج دهند، و این اطمینان حاصل شود که مولدهای حرکت و توسعه صنعتی مورد نظر در جای خود تامین شده است. افراد، کسب و کارها و دولت‌ها به دسترسی قابل اعتماد و گسترده به شبکه‌های دیجیتال و خدمات نیاز دارند تا بتوانند از فرصت‌های دیجیتال بهره ببرند.

### شغل، مهارت و آموزش

انقلاب چهارم صنعتی در مراحل اولیه خود است و نه توسط یک فناوری منحصر به فرد، بلکه از اتصال شبکه دنیای دیجیتال و دنیای مادی از طریق ادغام با سیستم‌های فیزیکی سایبری (Cyber-Physical-Systems (CPS

• یک شبکه برق پایدار و یک شبکه اینترنت و شبکه ارتباطی مناسب قطعاً مورد نیاز است.

• یک خطر دیگر بحث حلقه‌های تقویت‌کننده یا تضعیف‌کننده انقلاب چهارم است. این بدان معنی است که کشورهای دارای اکو سیستم‌های مرتبط با این توسعه صنعتی هستند قطعاً برنامه‌ریزی و اقدامات مناسب برای تامین نیروی کار مناسب تحصیلی و مهارتی کرده‌اند و این خود سرعت حرکت انقلاب صنعتی را افزایش می‌دهد. برعکس کشورهایی که اکو سیستم‌های مناسب آنرا پیش‌بینی نکرده‌اند کندتر در زمینه فناوریهای بنیادین آن پیش روند و لذا فاصله‌ها زیادتر شود.

• باز انجاییکه دستگاه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی غالباً به دستورات با زبان انگلیسی و یا زبان‌های برنامه‌نویسی پاسخ می‌دهند، در جوامعی که سطح تحصیلات پایین‌تر باشد مشکلات استفاده این سیستم‌ها زیادتر خواهد بود.

• در کشورهای دارای مدیریت ضعیف در سطح ملی، چارچوب قانونی یا سازمان‌های سیاستگذار که محرک توسعه انقلاب چهارم صنعتی بشوند ممکن است نباشند و این این یک دایره بسته منفی را ایجاد می‌کند: چارچوب قانونی و سازمان سیاستگذار وجود ندارد زیرا فعالیت‌های انقلاب چهارم صنعتی وجود ندارد و هیچ فعالیت انقلاب چهارم صنعتی وجود ندارد، زیرا هیچ چارچوب قانونی و یا سیاستگذار محرکی وجود ندارد!

• انقلاب چهارم صنعتی می‌تواند وابستگی‌های جدیدی را برای کشورها ایجاد کند در صورتی که آنها فعالیت خود را بر اساس محصول خاصی، که نیاز به واردات دارند، تعیین کنند و کشور تولیدکننده ممکن است تصمیم بگیرد که تکنولوژی موجود را متوقف کند یا دیگر آن را به اشتراک نگذارد. پس هوشمندی لازم باید در نظر گرفته شود.

پیشرفت‌های تکنولوژیکی سریع در انرژی‌های تجدیدپذیر، صرفه‌جویی در مصرف انرژی و ذخیره انرژی نه تنها سرمایه‌گذاری در این زمینه‌ها را افزایش می‌دهد و باعث افزایش رشد تولید ناخالص داخلی می‌شود، بلکه موجب کاهش اثرات تغییرات اقلیمی می‌شود، که این خود یکی از چالش‌های مهم جهانی در زمان ما می‌باشد. در دوران صنعت ۴,۰، کیفیت زیرساخت‌ها و تدارکات و دیگر خدمات پشتیبانی، الزامات قانونی، تراکم پایه‌های عرضه‌کننده و جریان اطلاعات در مورد بازارها، نقش کلیدی برای اتصال بهتر و کاهش زمان تحویل به بازار و افزایش سرعت پاسخ

برای آموزش شغلی و توسعه مهارت‌ها تکیه خواهند کرد [۶]. وقتی شرکت‌ها از ماشین‌ها و سیستم‌های شبکه برای خودکارسازی وظایف استفاده می‌کنند و می‌توانند با هزینه‌های پایین‌تر و کیفیت بالاتر کار انجام دهند، این امر انسان‌ها را قادر می‌سازد تا بر روی وظایفی مانند حل مسئله خلاقانه و روش‌های همکارانه کار کنند. سناریوی خوش‌بینانه این است که در بلندمدت اینترنت صنعتی امکان ایجاد یک نیروی تلفیقی را فراهم می‌کند، جایی که دیگر انسان‌ها در مقابل ماشین‌ها نیستند، بلکه افراد با ماشین‌ها همکاری می‌کنند [۷]. دسته‌های شغلی که بیشترین رشد و تقاضا را جلب می‌کنند با توجه به تغییرات آتی بترتیب نزولی عبارتند از: شغل‌های محاسبات و ریاضی (مثلاً متخصصین داده، تحلیلگران، برنامه‌نویسان)، معماری و مهندسی، مدیریت و فروش. از سوی دیگر، نصب و نگهداری، ساخت و ساز و استخراج، و تولید و ساخت، پیش‌بینی می‌شود که رشد منفی را تجربه کنند.

تحولات نیروی کار با تأثیرات جهانی شدن، فرصت‌های جدیدی شغلی را در برخی مناطق ایجاد می‌کند، و از طرفی جابجایی قابل توجهی از شغل‌ها در جاهای دیگری را موجب می‌شود. این امر به هیچ وجه بصورت یکنواخت و یکسان اتفاق نخواهد افتاد، زیرا این تحول به صنعت، منطقه و مشاغل مربوطه مربوط می‌شود و نیز به توانایی متفاوت کارفرمایان برای مدیریت چنین تغییر قابل توجهی بستگی خواهد داشت. نوآوری مداوم در مدل کسب و کار و تغییرات مدام در صنعت به یک امر عادی جدید تبدیل می‌شود، به طوری که مهارت‌های لازم افراد به طور مداوم تغییر خواهند کرد. فناوری‌های جدیدی که جایگزین وظایف خاص شغل‌های موجود خواهند شد، به این دسته از کارگران اجازه می‌دهد تا بر روی وظایف بالاتر و پیچیده تمرکز کنند. برخی از سطوح پایین‌تر، و مشاغل تکراری به طور کامل آواره خواهند شد. براساس گزارش پیش‌بینی‌های شغلی مجمع جهانی اقتصاد در سال ۲۰۱۶ [۸]، چشم‌انداز نسبتاً مثبتی برای اشتغال در اکثر صنایع وجود دارد، با رشد شغلی در چندین بخش صنعت که در عین حال همراه با ضعف مهارت‌های بالا در میان تمام دسته‌های شغلی خواهد بود. ترکیبی از رشد کمی تعداد شغل‌ها و ضعف مهارت‌ها موجب خواهد شد که اکثر مشاغل با چالش‌های عمده استخدام و کمبود استعداد مواجه شوند. نیاز به مهارت‌های خاص خود جنبه حفاظتی مهمی را در برابر خطر افزایش سریع

مشخص می‌شود. انتظار می‌رود که پیشرفت‌های صنعتی عمده‌ای پیش‌رو همانند اتفاقاتی که در انقلاب‌های پیشین رخ داده است، به تغییرات قابل توجه و متضاد در تولید، مصرف و طراحی محصولات منجر شود. بنابراین، مدل‌های تجاری و معماری صنعتی که از تولید و مصرف محصولات پشتیبانی می‌کنند، مجبور به تکامل و انطباق خواهند شد. اگر چه پیش‌بینی تأثیر اجتماعی دقیق آن غیرممکن است، به طور کلی سه نکته مهم وجود دارد: نابرابری، امنیت و هویت.

پیشرفت در AI و رباتیک به سرعت در حال گرفتن برخی شغل‌های موجود و لذا گسترش شکاف اقتصادی نابرابری در سراسر جهان می‌باشد. بانک جهانی تخمین می‌زند که افزایش اتوماسیون، ۵۷ درصد از مشاغل موجود در ۳۵ کشور در محدوده سازمان همکاری‌های اقتصادی اروپا (OECD) [۴ و ۵] را در معرض خطر قرار دهد. همچنین ۴۷ درصد از مشاغل ایالات متحده و ۷۷ درصد از مشاغل در چین نیز در معرض خطر قرار خواهند گرفت. در حالی که بسیاری از مشاغل موجود حذف و یا تغییر پیدا می‌کنند - به ویژه کارهای دستی و معمول که به راحتی خودکار می‌شوند - نوع جدیدی از مشاغل که نیاز به مهارت‌های متفاوت دارند ظاهر خواهند شد. بطور تقریبی می‌توان گفت که امروز ۶۵ درصد کودکانی که به مدرسه ابتدایی وارد می‌شوند، باید برای گروه‌های شغلی که هنوز وجود ندارند، آماده شوند. ترکیب نیروی کار باید تغییر یابد تا با مهارت‌های دیجیتال مورد نیاز برای پشتیبانی از انقلاب چهارم صنعتی مطابقت داشته باشد. تمام صنایع نیاز به تنظیم مجدد دارند، به این معنی که بیشتر مشاغل تحت تحول اساسی قرار می‌گیرند. بعضی از مشاغل از کار می‌افتند و تقاضا برای مشاغل دیگر به سرعت رشد می‌کند. بسیاری از مشاغل امروز از طریق تغییر در مهارت‌های لازم برای انجام آنها ادامه خواهند یافت.

با معرفی سنسورهای هوشمند، دستیار هوشمند و ربات‌ها، اینترنت صنعتی نیاز به مهارت‌های جدیدی را به وجود می‌آورد و در نهایت تغییر چشم‌انداز کار را افزایش می‌دهد. ماشین‌آلات جایگزین شغل‌های با مهارت کمتر خواهند شد و شغل‌های جدید و ماهرانه‌ای مانند طراحان ربات‌های پزشکی و مهندسان بهینه‌سازی شبکه ایجاد خواهند شد. با توجه به این که این روندها وجود دارند و مهارت‌های جدید لازم است، مردم به طور فزاینده‌ای به ماشین‌های هوشمند

دسترسی بهتر به منابع حیاتی مانند واکنشها در مناطق دور افتاده باشد.

با توجه به تکنولوژی‌های جدید و تغییر الگوهای جهانی‌شدن، کار ارزان به عنوان یک منبع مزیت رقابتی بتدریج جای خود را به طور فزاینده‌ای به نیازهای اکوسیستم مورد نیاز برای رقابت کشورهای می‌دهد که در حال استفاده از فنآوری‌های مربوط به صنعت ۲,۰ هستند. تغییرات فناورانه الزامات آموزش عالی با کیفیت را برای رفع نیازهای تقاضای مهارت‌ها (تغییر از اپراتورها به مهندسان) افزایش می‌دهد. افزون بر این، افزایش ضرورت‌های خدمات‌دهی تولیدکنندگان موجب لزوم افزایش امکان‌پذیری می‌شود، که در نتیجه، افزایش پاداش و حق‌الزحمه برای افزایش بهره‌وری در تولید می‌گردد.

علیرغم همه این تغییرات، برای کشورهایی که از فنآوری صنعت ۲,۰ استفاده می‌کنند، برای رقابت، در صورت کاهش هزینه‌های انجام کسب و کار، هنوز فرصت‌هایی وجود دارد. به عنوان مثال، اگر کشورهای آفریقایی در صحرای آفریقا به طور گسترده‌ای به مجتمع‌های کار خود اضافه کنند، در حالی که محیط کارشان نیز به طور قابل ملاحظه‌ای بهبود می‌یابد، این امر می‌تواند از سرعت پذیرش فنآوری‌های صرفه‌جویی در کارگر در کشورهای با درآمد بالا بکاهد. راهکار دیگر استفاده از فنآوری‌های صنعت ۴,۰ برای تولید کالاهای سنتی تولید شده قبلی با بهره‌وری بیشتر است. فنآوری‌های جدید، تقاضای بالاتری برای دسترس بودن و قابلیت اطمینان در خدمات ICT، اکوسیستم داده‌ها، مهارت‌ها و خدمات لجستیک قرار می‌دهند. به این ترتیب که آنها خدمات بیشتری را شامل می‌شوند و ارتباط با این سرویس‌ها برایشان مهم خواهد بود. علاوه بر این، اگر مسائل زمان ارسال به بازار و نیز ارتباط با تامین‌کنندگان بصورت یکپارچه مهم باشد، وابستگی جدی به اکوسیستم و همچنین نیازهای فنی مربوطه خواهد داشت. لذا این ممکن است به ویژه برای شرکت‌های حاضر در کشورهایی با پایه تولید کمتر زیرساخت‌های کمتر مشکل شود. لذا آن کشورها باید برای استفاده از فنآوری‌های جدید، قبلاً فرآیندها، مهارت‌ها و شبکه‌های خاص ایجاد کرده باشند. ناتوانی در زمینه‌سازی مشارکت در استفاده از فنآوری‌های جدید ممکن است باعث دوقطبی‌شدن بیشتر و شکاف بیشتر اقتصادی شود.

اتوماسیون به وجود می‌آورند. در واقع کمتر از ۵ درصد از شاغلین با درجه دانشگاهی در معرض خطر جدی از دست دادن کار خود به دلیل اتوماسیون هستند. در حالیکه در مقایسه، حدود ۴۰ درصد از شاغلین با درجه تحصیلی پایین‌تر در معرض این خطر هستند. در واقع، با نگاهی به نوع شغل‌هایی که طی پانزده سال گذشته به دست آمده و یا از دست رفته است، بیشترین رشد شغلی در حوزه مهارت‌های بالاست. این درست در ایالات متحده، ژاپن و همچنین در کل اروپا رخ داده است. به طور مشابه، مشاغل در وسط منحنی توزیع مهارت، بطور متوسط در همه کشورها کاهش یافته است. مهارت‌های "نرم" احتمالاً در دنیای جدید کار در درجه اول اهمیت خواهند بود. شواهدی از سوی ایالات متحده نشان می‌دهد که در مرحله بعد، توانایی کار در تیم، توانایی حل مسئله و مهارت‌های ارتباطی قرار می‌گیرند [۹]. بطور کلی انقلاب چهارم صنعتی مستلزم مهارت‌های جدیدی است. به عنوان مثال می‌توان به مکاترونیک، پزشکی دیجیتال، کشاورزی دقیق، طراحی ربات، و طراحی شبکه‌های هوشمند، و نیز مدیریت اشاره کرد. این مهارت‌ها را نمی‌توان یک شبه ایجاد کرد و نیاز به تغییر در آموزش و پرورش و آموزش حرفه‌ای و دانشگاهی می‌باشد.

با استفاده از انقلاب چهارم صنعتی برای غلبه بر مشکلات زیربنایی، برخی از کشورهای در حال توسعه که دارای مناطق دور افتاده هستند و یا فاصله‌های زیاد بین مراکز اصلی فعالیت را تجربه می‌کنند باید به راهکارهای جدید بیناندیشند. با استفاده از فن‌آوری‌های انقلاب صنعتی چهارم، ساختارهای توزیع شده برای خدماتی که می‌توانند بر محدودیت‌های جغرافیایی غلبه کنند، لازم است توسعه یابد. مردم می‌توانند از طریق تکنولوژی‌های جدید، انرژی تجدیدپذیری که به صورت محلی تولید می‌شوند را به جای برق نیروگاه متمرکز استفاده کنند. چاپ سه بعدی مردم را قادر می‌سازد تا در صورت نیاز مقادیر کمتری تولید کنند و در صورت وجود مواد خام، درست در کنار جایی که مورد نیاز هستند. بنابراین بر عدم تمایل توزیع‌کنندگان محصولات برای مناطق دور افتاده غلبه کنند. به همین علت، سرمایه‌گذاری در باند پهن با سرعت بالا، چاپگرهای سه بعدی و مراکز توزیع برق محلی، می‌تواند راهی سریع‌تر برای اتصال مردم نسبت به سرمایه‌گذاری در توسعه جاده‌ها، حمل و نقل و شبکه‌های بزرگ برق باشد. تحویل کالا به کمک هواپیماهای بدون سرنشین هم می‌تواند فرصتی برای





**۵- پیامدهای قانونی**

علاوه بر ارائه طیف وسیعی از فرصت‌ها، انقلاب چهارم صنعتی می‌تواند به عنوان یک نگرانی عمومی تلقی شود. چون بسیاری از تصمیم‌گیری‌ها توسط رایانه‌ها و نه توسط انسان‌ها انجام می‌شود ممکن است خطراتی حاصل شود. فنآوری‌های تحول‌آفرین انقلاب چهارم صنعتی نیاز به دسترسی زیاد به داده‌ها دارند. ناکارآمد بودن بسیاری از قوانین و سیاست‌های دولتی موجود کشورها موجب خواهد شد که نتوان مانع دسترسی گسترده به داده‌ها شد و لذا خطرات احتمالی حاصل از آن را کاهش داد. این فنآوری‌های همچنین باعث نگرانی‌های اخلاقی و حفظ حریم خصوصی می‌شوند که اگر اقدام مناسبی نشود موجب کاهش اعتماد عمومی جامعه خواهند شد. تلاش برای بکارگیری گسترده چیزی با شکل و جزئیات بسیار فنی صنعت ۴ چالش‌های جدیدی را همراه خواهد داشت. به عنوان مثال، بین نیاز به شفافیت در نحوه تصمیم‌گیری و چالش عدم امکان تشخیص صحیح نحوه تصمیم‌گیری در سیستم‌های مبتنی بر AI برای کارکنانی که با یک سیستم هوش مصنوعی همکاری می‌کنند دغدغه‌های زیادی هست. AI ها هر روز پیشرفته‌تر می‌شوند، و در نتیجه بیشتر به جعبه سیاه تبدیل می‌شوند، جایی که خالق سیستم AI واقعا نمی‌داند که مبنای تصمیم‌گیری AI چیست! بنابراین، تضمین پاسخگویی و انطباق در رفتار AI بسیار دشوار می‌شود.

ابعاد گسترده جامعه شناسانه، اقتصادی، زیست محیطی و ژئوپلیتیک صنعت ۴،۰ امروزه نیازمندی بحث‌های جدی است تا برای آینده ضمن استفاده از مزایای بسیار آن، از خطرات احتمالی حاصل هم جلوگیری شود. با توجه به وابستگی‌های متقابل و عدم اطمینان‌ها، تحلیل این چالش‌های بسیاری فراتر از حوزه‌های تصمیم‌گیرندگان فقط این تکنولوژی‌هاست. این امر مهم است. رگولاتورها با معضل طراحی سیستم‌هایی نظارتی مواجه هستند که برای شرکت‌ها، سرمایه‌گذاران و دانشمندان به اندازه کافی قابل پیش‌بینی باشد تا بتوانند تصمیمات منطقی بگیرند، و در عین حال به اندازه کافی پیچیده باشد تا از به خطر افتادن منافع و رضایت عمومی بخاطر قدرت گرفتن بیش از حد بازیگران غیر دولتی جلوگیری کند. سیستم‌های نظارتی مرتبط با این تحول باید به شیوه‌ای انعطاف‌پذیر طراحی شوند تا برای شرایط اجتماعی-اقتصادی جدید و افق‌های

علمی جدید مناسب باشند و در عین حال بتوانند وابستگی‌های ناشناخته کشف و در نظر بگیرند. این سیستم‌های نظارتی آینده باید بتوانند به طور مناسب بر روی محصولات، خدمات و رویکردهای مبتنی بر انقلاب چهارم صنعتی نظارت کرده و خطر‌ها را کنترل کنند. این خطرات و توانایی‌های مدیریت آنها یک چالش برای شرکت‌های مربوطه و رگولاتورهایی است که با محافظت از منافع مصرف‌کننده و یکپارچگی نظام قانونی مواجه هستند. رگولاتورها تمایل دارند که یک رویکرد بی‌طرفی نسبت به فنآوری را در راستای تصمیم‌گیری (حداقل در اروپا) در نظر بگیرند که عمدتاً تمرکز بر فعالیت‌ها و نتایج داشته باشد تا روی نحوه ارائه خدمات. بنابراین، در اصل، روش‌های انجام فعالیت‌های موجود و یا دستیابی به نتایج موجود باید به طور منسجم در چارچوب قانونی موجود قرار گیرد. اگر این رویکرد کار می‌کند، نیازی به قوانین یا مقررات جدید نیست، فقط درک مناسب از مدل‌های کسب و کار جدید، یا مدیریت ریسک‌های جدید باید لحاظ شوند. با این حال، معرفی بازیگران غیر انسانی مستقل در فرایندهای تصمیم‌گیری انقلاب چهارم صنعتی می‌تواند به سوالات پیچیده‌تر در مورد مسئول بودن و مجازات کردن افرادی که موجب خطرات یا صدمات شده‌اند گردد [۵].

این مسائل هم برای کشورهای توسعه‌یافته و هم کشورهای در حال توسعه است. با این وجود، لازم به ذکر است که در کشورهای توسعه یافته، تلاش‌های زیادی انجام شده است، اما در کشورهای در حال توسعه نیز چنین برنامه‌ریزی و اقداماتی جدی‌تر است و با تاخیر بیشتری قاعدتاً رخ خواهد داد.

**۶- خلاصه‌ای از نقشه راه‌های راهبردی اروپا در حوزه****صنعت ۴،۰**

تعداد روزافزون و پیچیدگی تکنولوژی‌هایی که برای مقابله با چالش‌های اجتماعی قرن بیست و یکم توسعه یافته است، نیازمند روش‌های ساخت یافته برای مدیریت فناوری مورد استفاده می‌باشد. برای این منظور، نقشه راه‌های فناوری، چه در سطوح صنعتی، ملی و حتی در سطح ملی، برای حمایت از تعریف برنامه‌های تحقیق‌های استراتژیک تعیین شده‌اند [۱۰].

در ظهور انقلاب چهارم صنعتی، یعنی صنعت ۴،۰ و توان بالقوه آن برای از بین بردن کلیه روش‌های متداول تولید، [۱۱] کشورهای اروپایی اعلامیه استراتژی صنعت ۴،۰ خود

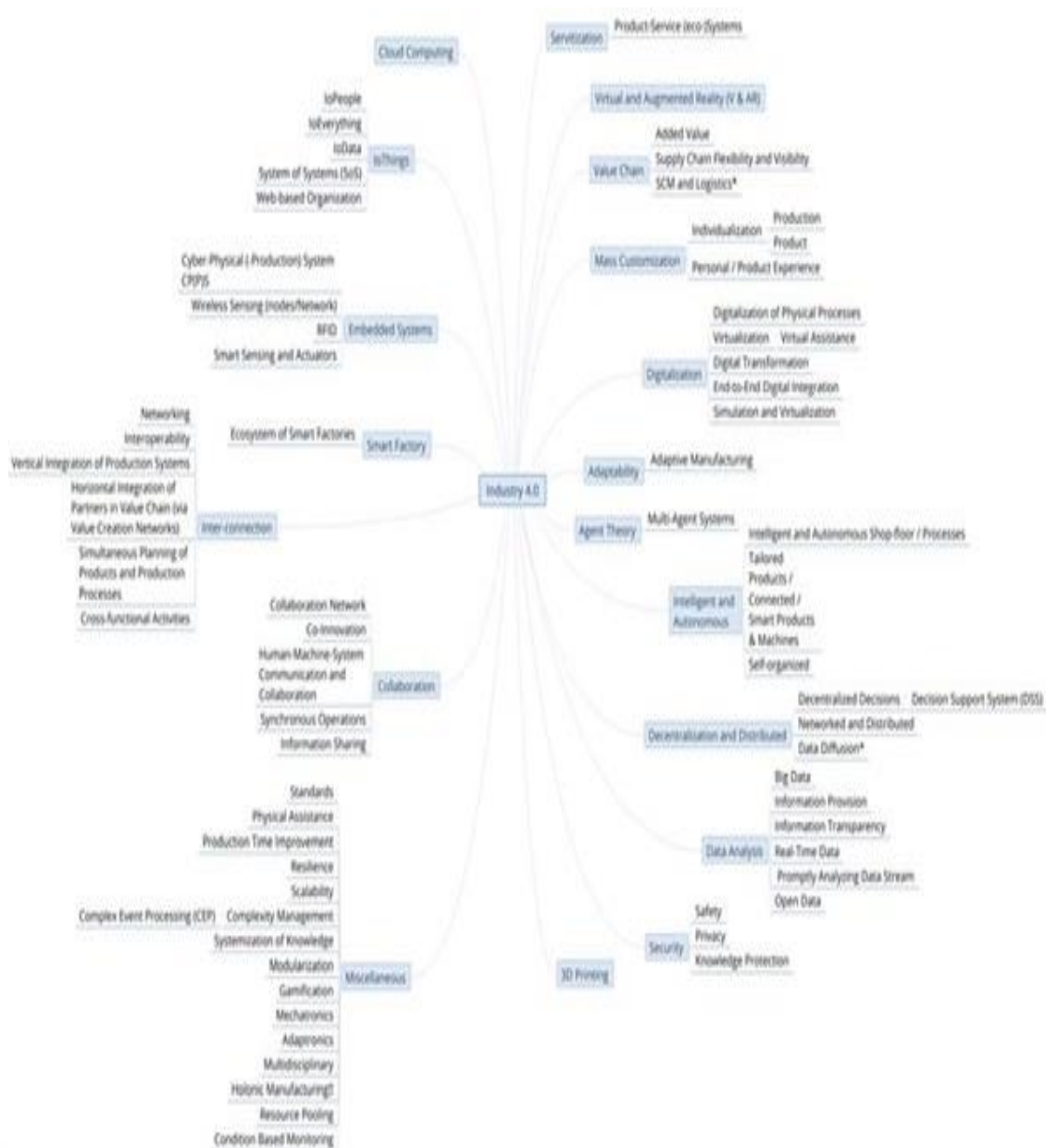
زنجیره تامین می‌تواند مزایای مثبتی در فروش و عملیات جاری برنامه‌ریزی تولیدکنندگان اروپایی را فراهم کند که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: کاهش زمان برای پاسخ به رویدادهای پیش‌بینی نشده موثر بر سفارشات (حدود بهبود ۳۰٪)، تحویل سفارش (در حدود ۱۲۰٪ بهبود) و زمان به بازار (تقریباً ۷۰٪ بهبود) [۱۴]. ارائه‌دهندگان بسترهای دیجیتالی در مدیریت سیستم‌های تولید پیچیده اهمیت فزاینده‌ای دارند و این می‌تواند مسائل مربوط به مالکیت داده را به وجود آورد.

این مسائل چالش‌های مهمی را برای ساختارهای مدیریتی شرکت‌ها بوجود خواهد آورد: همکاری مهم خواهد بود، زیرا مرزهای شرکت‌ها در شبکه‌های ارزشمندی مرتبط با یکدیگر، به «اکوسیستم‌های دیجیتال» تبدیل می‌شوند [۱۵]. دیجیتالی شدن از ابتدا تا انتهای زنجیره ارزش پتانسیل خوبی برای افزایش سطح بهره‌وری دارد، اما این نیازمند آنست که شرکت‌ها به صورت افقی و عمودی یکپارچه‌سازی شوند تا بتوانند در به اشتراک گذاشتن اطلاعات و عدم تمرکز در تصمیم‌گیری موفق باشند [۱۶]. علاوه بر این، توسعه در روابط متقابل و هماهنگی در توجه به موارد زیر دنبال شود: آموزش مداوم، استانداردهای معماری مرجع، توسعه زیرساخت‌های جامع پهنای باند برای صنایع، مدل‌های نوآورانه سازمان کار، چارچوب‌های قانونی و افزایش سطح امنیت سایبری [۱۶-۱۸].

را اعلام کرده‌اند که منجر به توسعه نقشه راه‌های فناوری و برنامه‌های پژوهشی مرتبط شده است. از آنجا که فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) سیستم‌های تولید شبکه‌ای، سیستم‌های همکارانه، تبادل اطلاعات تصمیم‌گیری و کنترل و غیر متمرکز [۱۲] را تسهیل می‌کنند، نیاز به تلاش‌های هماهنگ بین صنایع و کشورها مهم‌تر از همیشه است. به طور خاص، انتظار می‌رود که صنعت ۴,۰ بر روی پنج زمینه کلیدی تأثیر داشته باشد [۳]: حمل و نقل، انرژی، سلامت، صنعت و زیرساخت.

صنعت ۴,۰ با هدف جمع‌آوری و کاربرد داده‌ها و اطلاعات زمان واقعی با استفاده از شبکه‌سازی تمام عناصر فردی، به منظور کاهش پیچیدگی عملیات، همراه با افزایش بهره‌وری و کارآمدی و هزینه بلند مدت کاهش یافته حرکت می‌کند. این حرکت قرار است کشورهای اروپایی را به دوران جدیدی از تولید مدرن هدایت کند [۱۳]. صنعت ۴,۰ بر گسترش تحقیقات در همه کاربردهای فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) متمرکز است و هدف آن به بهره‌برداری رساندن نتایج امیدوارکننده در اینترنت اشیا (IoT)، کنترل غیر متمرکز و توزیع شده، سیستم‌های جاسازی شده، سیستم‌های فیزیکی سایبری (CPS) و داده‌های بزرگ در راستای تولید است. تنوع فناوری‌ها و ادغام آنها متناسب با ویژگی‌های صنعت ۴,۰ خواهد بود. دیجیتالی کردن





شکل ۲. نقشه راه صنعت ۴ با تاکید بر سیستم‌های فیزیکی سایبری [۱۹]

تولید افزودنی. علاوه بر این، اصول طراحی ارائه شده در بخش قبلی نیز گنجانده شده است. تجزیه و تحلیل اسنادی تم‌های مرتبط را شناسایی کرده و نیز آنها را که با توجه به حرکت صنعت ۴،۰ بازسازی شده‌اند را هم مشخص کرده است، مانند سیستم‌های جاسازی شده و سیستم‌های فیزیکی سایبری (CPS). در حالی که سیستم‌های جاسازی شده به عنوان محورسازی فناوری اطلاعات در محصولات

نمونه‌ای از نقشه راه‌های استراتژیک اتحادیه اروپا در شکل ۲ نشان داده شده است [۱۹]. این نقشه بر هشت فناوری کلیدی برای صنعت ۴،۰ تمرکز می‌کند: سیستم‌های جاسازی شده، سیستم‌های فیزیکی سایبری، اینترنت اشیا، حسگرها، محاسبات ابری / سرویس‌های مبتنی بر ابر، سیستم‌های مبتنی بر عوامل، رباتیک و تولید

به ابعاد زیر برای همه مدیران و سیاستگذاران کشور و نیز مراکز علمی و دانشگاهی ضروری می‌نماید:

هماهنگی در خدمات یکپارچه شهری و امکان و نیاز به بهبود آن در سایه تحولات پیش رو

لزوم وجود نگاه جامع همکارانه در تدوین سیاست‌های سازمانها

ضرورت وجود دانش کافی مرتبط با این تحولات در بسیاری از مسئولان و کارشناسان دستگاه‌ها و متناسباً عدم همکاری لازم در صورت عدم داشتن بینش و دانش کافی

اهمیت حمایت جدی از استارت‌آپ‌ها و شرکت‌های دانش‌بنیان که نقش بسیار زیادی در تحقق فرصت‌ها و بهبود تحولات می‌توانند داشته باشند.

یکبار دیگر همه برای یافتن پاسخ مناسب سوالات زیر در سازمان‌ها و مدیریت‌های کلان تلاش نمایند:

- نیازهای آینده چه و در کدام ابعاد هستند؟
- مدیران آینده باید چگونه باشند؟
- روش‌های جدید آموزش و تربیت باید چگونه باشد؟
- زیرساخت‌های اجرایی (فنی - سازمانی) باید چگونه باشد؟
- محتوای برنامه‌ها باید چگونه باشد؟
- اهداف و انتظارات کجا تبیین شده‌اند؟
- اجرا توسط چه کسانی یا چگونه باید باشد؟

و خدمات دیده می‌شوند، CPS یک رویکرد جامع‌تر را در نظر می‌گیرد. CPS به عنوان امتداد سیستم‌های جاسازی شده در راستای نزدیک تر شدن دنیای فیزیکی و دیجیتالی با پردازش اطلاعات پیچیده از عناصر فیزیکی چندانگانه و شبکه (افراد، تجهیزات، ماشین آلات و غیره) شناخته می‌شود، یک مفهوم که در صنعت ۴/۰ تشدید شده است. به همین دلیل، CPS در نقشه راه‌های اخیر زیاد یافت می‌شود و بسیار با فناوری‌های رایانش ابری در ارتباط می‌باشد.

این مسائل هم برای کشورهای توسعه یافته و هم کشورهای در حال توسعه است. با این وجود، لازم به ذکر است که در کشورهای توسعه یافته، تلاش‌های زیادی انجام شده است، اما در کشورهای در حال توسعه نیاز به چنین برنامه‌ریزی و اقداماتی جدی‌تر است و با تاخیر بیشتری قاعدتاً رخ خواهد داد.

### نتیجه‌گیری

در این مقاله به برخی ابعاد مرتبط با تحولات فناوری مرتبط با انقلاب چهارم صنعتی و آثار علمی، اجتماعی، اقتصادی و صنعتی آنها در جهان اشاره گردید. بر همین مبنا ضرورت توجه کافی به تغییرات در تعاملات اجتماعی، شکل بازارهای ملی و بین‌المللی، رویکردهای اقتصادی و موضوعات امنیتی کشور مورد تاکید قرار گرفت. بطور مختصر لزوم توجه ویژه

### منابع

- GEOGRAPHY: GLOBAL PUBLISHED: 25 OCT 2017.
6. Unleashing the Potential of Connected Products and Services, IIoT WEF Report 2014.
7. Shift towards an integrated digital and human workforce, IIoT WEF Report 2014
8. The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution, WEF, Report 2016.
9. Going Digital: The Future of Work for Women, OECD, 2017
10. E. Commission, "EYE@RIS3," Smart Specialization Platform, (2016). Available at: <http://s3platform.jrc.ec.europa.eu/eye-ris3>. (2016, December 20).
11. PwC, "Industrie 4.0: Chancen und Herausforderungen der vierten

1. Olivier Scalabre, "The next manufacturing revolution" TED Talk, 2016.
2. Maqbool Khan, Xiaotong Wu, Xiaolong Xu, and Wanchun Dou. "Big data challenges and opportunities in the hype of industry 4.0.", 2017 IEEE International Conference on In Communications (ICC), pp. 1-6. IEEE, 2017.
3. Industry 4.0, Study for the ITRE Committee, European Parliament, 2016. <http://www.oecd.org>
4. <http://www.oecd.org/>
5. World Bank Report studies, "Impact of Industry 4.0 technologies on viability of manufacturing-led development", BY: PRIYANKAR BHUNIA



17. will standards facilitate new production systems in the context of EU innovation and competitiveness in 2025, (2012).
18. H. Kagermann, W. Wahlster, J. Helbig, "Securing the future of German manufacturing industry: recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0" Frankfurt/Main, 2013.
19. M. L. Garcia and O. H. Bray. Fundamentals of Technology Roadmapping. Distribution. 4205 (1997) 34.
20. S. Engell, et al. "Proposal of a European research and innovation agenda on cyber-physical systems of systems" available at: <http://www.cpsos.eu/roadmap>, 2016.
- industriellen Revolution," (2015). Available at:
12. <http://www.strategyand.pwc.com/media/file/Industrie-4-0.pdf>.
13. J. Lee, B. Bagheri, H.A. Kao, Manuf. Lett., 3 (2015) 18–23.
14. B. Schätz, M. Törngren, S. Bensalem, M.V. Cengarle, H. Pfeifer, J. McDermid, R. Passerone, Alberto, Sangiovanni-Vincentelli, "CyPhERS: Cyber-Physical European Roadmap & Strategy," Brussels, 2015.
15. M. Hermann, T. Pentek, B. Otto. Design principles for industrie 4.0 scenarios. Proc. Annu. Hawaii Int. Conf. Syst. Sci. (2016) 3928–3937.
16. Joint Research Centre (JRC), How



