

بررسی استراتژی های صنعت ۵,۰ در صنایع پتروشیمی

حسن قلیان^۱

محمد حسین علی مددی^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۱۵ تاریخ چاپ: ۱۴۰۳/۱۱/۳۰

چکیده

نقش و اهمیت بخش صنعت پتروشیمی در دستیابی به توسعه پایدار آنقدر بالاست که به طور تقریبی تاریخ توسعه یافتگی با صنعتی شدن منطبق بوده و در همه قرون اخیر، صنعتی شدن با توسعه یافتگی و رشد اقتصادی و اجتماعی همراه بوده است. یکی از مهمترین چالش های سیاست گذاری جهت دستیابی به اهداف توسعه پایدار، چگونگی تعامل با انقلاب فناوری نسل پنجم می باشد. پژوهش حاضر با هدف مدلسازی استراتژی های صنعت ۵,۰ در صنایع پتروشیمی انجام شده است. این تحقیق از نظر هدف، کاربردی - توسعه ای و از نظر روش گردآوری داده ها، غیر آزمایشی (توصیفی) با رویکرد پیمایشی مقطعی و از نظر ماهیت داده ها، آمیخته (کیفی - کمی) است. جامعه آماری در بخش کیفی از مدیران ارشد شرکت های صنایع پتروشیمی روش نمونه گیری هدفمند بود. جامعه آماری در بخش کمی از کارشناسان با سابقه صنایع پتروشیمی و روش نمونه گیری تصادفی ساده بود. ابزار گردآوری اطلاعات در بخش کیفی، فیش برداری و مصاحبه نیمه ساختاریافته و در بخش کمی، پرسشنامه مدلسازی و پرسشنامه با طیف لیکرت ۵ درجه بود. نتایج حاصله از مدل نشان داد که صنعت پتروشیمی زیرساخت های لازم جهت استقرار صنعت ۵ را دارا می باشد

واژگان کلیدی

توسعه پایدار، رویکرد آمیخته

۱. گروه مهندسی صنایع، واحد شهریار، دانشگاه آزاد اسلامی، شهریار، ایران.

۲. گروه مهندسی صنایع، واحد شهریار، دانشگاه آزاد اسلامی، شهریار، ایران.

بیان مساله

اولین انقلاب صنعتی باعث تغییر در روند تولیدات از کشاورزی به محصولات کارخانه‌ای شد. دومین انقلاب در زمان جنگ جهانی اول بود که فولاد و تاسیسات برقی و تولیدات انبوه وارد عرصه صنعت شدند، سرانجام سومین انقلاب صنعتی به تغییر فناوری آنالوگ، مکانیک و الکترونیک به تکنولوژی دیجیتال منجر شد. چهارمین انقلاب صنعتی حرکت به سمت دیجیتال سازی است. صنعت ۴,۰ از اینترنت اشیاء و سیستم‌های فیزیکی سایبری مانند سنسورهای با توانایی جمع آوری اطلاعات استفاده می‌کند تا امکان تولید انبوه را برای تولیدکنندگان ایجاد کند. ابزارهای هوشمند به کار گرفته شده در این صنعت باعث ارتقا کیفیت کارخانه‌ها و تولیدات آنها می‌شود. دور نمایی که از صنعت ۴,۰ انتظار می‌رود کارخانه‌های تمام هوشمندی است که ارتباط در آنها ارتباط ماشین با ماشین^۱ (M2M) است و در کمترین زمان تولیدات با کیفیت مطلوب را در بازار عرضه می‌کنند (گوکالپ^۲، ۲۰۱۷). مهم ترین اثر اقتصادی این انقلاب، استقرار و فراگیری اقتصاد دیجیتالی با جهت گیری رشد اقتصادی پایدار است که محور اصلی سیاست گذاری در اقتصادهای توسعه یافته است (اسعدی، ۱۳۹۸).

در سال ۲۰۱۱ برای اولین بار از یک پروژه علمی جدید، به نام انقلاب صنعتی چهارم، رونمایی شد؛ که خروجی این پروژه در آینده، تولید محصولات هوشمند در کارخانجات هوشمند برای بازار جهانی خواهد بود. انقلاب صنعتی چهارم در حال حاضر به یک شعار جهانی تبدیل شده است که ایده‌های آن می‌تواند در توسعه صنعت و سیاست‌های دیجیتال سازی مورد توجه کشورهای مختلف قرار گیرد و در اولویت قرار دادن آن منجر به بهبود رقابت کشور خواهد شد. انقلاب صنعتی چهارم دارای تاثیر شگرفی بر سازمان‌های تولیدی در جهان خواهد بود. پایه و اساس صنعت ۴,۰ اتصال ماشین آلات، قطعات و سیستم‌های کاری می‌باشد که با ایجاد شبکه‌های هوشمند در طول کل زنجیره ارزش می‌تواند به صورت خودمختار یکدیگر را کنترل نمایند (هوتن و همکاران، ۱۳۹۷). در حالی که ظهور صنعت ۴,۰ نمادی از استراتژی ملی برای احیای مجدد صنایع است، گسترش این فناوری، چشم انداز بسیاری از بخشهای عمده صنایع جهانی را به شدت تغییر داده است. صنعت ۴,۰ شامل مفاهیم چند بعدی - از جمله رایانه‌ای سازی، دیجیتال سازی و هوشمند سازی - فعالیت‌های تجاری مبتنی بر سیستم‌های فیزیکی-سایبری^۳ (CPS) و اینترنت اشیاء است. چشم انداز صنعت نسل چهارم در فرآیندهای صنعتی، از مهندسی، استفاده از مواد، زنجیره‌های تأمین و مدیریت چرخه عمر محصول تا زنجیره ارزش افقی، پیشرفت‌هایی را به همراه خواهد داشت (لین^۴ و همکاران، ۲۰۱۷).

اساس و مبنای نسل چهارم صنعت، اینترنت اشیاء است. اینترنت اشیاء^۵ (IoT) مفهومی جدید در دنیای فناوری و ارتباطات است و بطور کلی به بسیاری از اشیاء و وسایل محیط پیرامون اشاره دارد که به شبکه اینترنت متصل شده و می‌توان آنها را توسط اپلیکیشن‌های موجود در تلفن‌های هوشمند و تبلت کنترل و مدیریت کرد. اینترنت اشیاء، فناوری مدرنی است که در آن برای هر موجودی اعم از انسان، حیوان و یا اشیاء، قابلیت ارسال داده از طریق شبکه‌های ارتباطی (اینترنت یا اینترنت) فراهم می‌شود و جهانی را توصیف می‌کند که در آن هر چیزی، از جمله اشیای بی جان، برای خود

¹ Machine To Machine

² Gökalp

³ Cyber-Physical Systems

⁴ Lin

⁵ Internet Of Things

هویت دیجیتال دارند و به کامپیوترها اجازه می دهند آنها را ساماندهی کنند (جزمی، ۱۳۹۶). اینترنت اشیا (IoT) مفهومی جدید در دنیای فناوری و ارتباطات است. به صورت خلاصه اینترنت اشیا فناوری مدرنی است که در آن برای هر موجودی (انسان، و یا اشیا) قابلیت ارسال داده از طریق شبکه های ارتباطی، اعم از اینترنت یا اینترنت، فراهم می گردد. فرآیند ارسال داده ها در فناوری اینترنت اشیا بدین ترتیب است که به سوژه مورد نظر یک شناسه یکتا و یک پروتکل اینترنتی (IP) تعلق می گیرد که داده های لازم را برای پایگاه داده ی مربوطه ارسال می کند. داده هایی که توسط ابزارهای مختلف از قبیل گوشی های تلفن همراه و انواع رایانه ها و تبلت ها قابل مشاهده خواهند بود (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۵). اینترنت اشیا اگرچه پدیده جدیدی در حوزه فناوری اطلاعات است، اما به شکل قابل ملاحظه ای باعث انقلابی در صنایع شده است که این امر ناشی از قابلیت اتصال اشیا یا دستگاه ها از طریق اینترنت بی سیم، حسگرهای ارزیان قیمت و دستگاه های ذخیره سازی و پردازش اطلاعات است (ماکوری^۶، ۲۰۱۷).

مساله دیگری که پیش از مفهوم اینترنت اشیا وارد عرصه صنعت شده است و مورد توجه بسیاری از صنایع و همین طور نهادهای دولتی و مردم نهاد قرار گرفته است، توسعه پایدار است. توسعه پایدار محل تلاقی جامعه، اقتصاد و محیط زیست است. توسعه پایدار یکی از جامع ترین مفاهیم در دهه های اخیر می باشد این واژه در مفهوم گسترده آن به معنی اداره و بهره برداری صحیح و کارا از منابع مالی، نیروی انسانی و... برای دستیابی به الگوی مصرف مطلوب است که با به کارگیری امکانات فنی، ساختار و تشکیلات مناسب برای رفع نیاز نسل امروز و آینده به طور رضایت بخش امکان پذیر می شود. توسعه پایدار نه فقط بهبود نسل حاضر بلکه نسل های آینده را نیز را در نظر دارد (سیمون^۷ و همکاران، ۲۰۱۶). با معرفی اینترنت اشیا بعنوان یک فرایند بنیادین در صنایع، حرکت هایی برای ادغام این فناوری با اقدامات توسعه پایدار در صنایع مختلف شروع شده است؛ هر چند که این امر هنوز در مراحل ابتدایی خود قرار دارد. با این حال عقیده بر این است که ادغام مفهوم "پایداری" در نسل چهارم صنعت می تواند اثرات بسیار مفیدی هم برای جامعه و هم برای محیط زیست داشته باشد (لوترا^۸ و همکاران، ۲۰۱۸).

پیشینه تحقیق

کیانی بختیاری و همکاران (۱۴۰۰) مطالعه ای با عنوان "انقلاب صنعتی چهارم و تغییرات بنیادین پیشرو" انجام دادند. این پژوهش به مؤلفه های بنیادین انقلاب صنعتی چهارم و تغییرات نوپدید در عرصه ای صنعت، محصولات و خدمات، مدل های کسب و کار و بازار، محیط کار و توسعه مهارتها می پردازد و بر ضرورت آمادگی برای مواجهه با این موضوع توسعه صنعتی تأکید می نماید. اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، کلان داده، رایانش ابری و زنجیره بلوکی از جمله مؤلفه های شناسایی شده در این پژوهش می باشند.

سلامی و همکاران (۱۳۹۹) مطالعه ای با عنوان "بررسی ضرورت و کاربردهای مختلف اینترنت اشیا در حوزه کشاورزی از منظر توسعه پایدار" انجام دادند. در این مطالعه مروری بر فناوری های اخیر اینترنت اشیا با تأکید بر بخش کشاورزی در حوزه هایی چون مدیریت آبیاری، کنترل آفات و بیماریها، موضوع حاصل خیزی و نیازهای کودی خاک، کشاورزی هوشمند و... در ایران و جهان و تأثیر آن بر بهبود توسعه کشاورزی تأکید شده است. نتایج نشان می دهد که در کشاورزی هوشمند مبتنی بر IoT، سیستمی برای نظارت بر محیط کاشت محصولات با کمک سنسورها (نور،

^۶ Makori

^۷ Simon

^۸ Luthra

رطوبت، دمای، رطوبت خاک و غیره) و خودکارسازی سیستم آبیاری، ایجاد می‌شود و کشاورزان می‌توانند شرایط محیط کشت را از هر جایی نظارت کنند که در مقایسه با روش‌های متداول، بسیار کارآمدتر و موثرتر می‌باشد.

اسعدی (۱۳۹۸) مطالعه‌ای با عنوان "انقلاب صنعتی چهارم و اقتصاد دیجیتال: پیشران‌های رشد اقتصادی پایدار" انجام داده است. به منظور سیاست گذاری‌های کلان اقتصادی، ضروری است به این پرسش مهم پرداخته شود که آیا فناوری‌های جدید منجر به شکل‌گیری یک نظام اقتصادی نوین خواهند شد و این ساختار جدید چگونه رشد و پیشرفت اقتصادی جوامع را تحت تاثیر قرار خواهد داد. این مطالعه استدلال می‌کند که نظام اقتصادی نوین ایجاد شده با کاهش هزینه‌های تولید و مبادله، رفاه اقتصادی جامعه را افزایش می‌دهد. همچنین اثر فناوری و یادگیری مرکب بر اصل محدودیت منابع در اقتصاد غلبه نموده و با تغییر ساختاری در فضای کسب و کارها، رشد اقتصادی درون‌زا و پایدار را تسریع می‌نماید. در نهایت نیز نقش دولت‌ها در سیاست گذاری و تامین زیرساخت‌های ضروری برای استقرار و تکامل فرآیند گذار به انقلاب صنعتی چهارم و اقتصاد دیجیتال بررسی و تبیین شده است.

فعال و همکاران (۱۳۹۸) مطالعه‌ای با عنوان "بررسی تاریخی صنعت تا ظهور استراتژیک انقلاب صنعتی چهارم، معرفی و تبیین مفاهیم" انجام دادند. هدف این مطالعه، آمادگی اشخاص در جهت تسهیل اقدامات آتی، دولتمردان حکومتی، مدیران، صنعتگران و محققان صنعتی است. این مطالعه ایشان را راهنمایی میکند که گذشته و آینده صنعت را ببینند، عصر جدید صنعت را بهتر بشناسند، پیامدهای آن را بیابند و قبل از هر پیاده سازی، برای چالش‌های آن برنامه ریزیهای مربوطه را مبذول توجه خویش قرار دهند. این مطالعه همچنین به طور اجمالی شکاف مطالعاتی ایران در این زمینه و رنک و رتبه بندی کشورهای جهان را از جهت پیاده سازی و فعالیت‌های تحقیق و توسعه‌ای صنعت ۴ بررسی می‌نماید. جنگروی و همکاران (۱۳۹۸) مطالعه‌ای با عنوان "چارچوب پیاده سازی اینترنت اشیاء صنعتی مبتنی بر بلاکچین در صنایع نفت و گاز" انجام دادند. هدف این مطالعه، پرتو افکنی بر فرآیند پیچیده پیاده سازی اینترنت اشیاء صنعتی به منظور بهره برداری تام از پتانسیلهای بالقوه این تکنولوژی است. در این مطالعه، با استفاده از مرور ادبیات روشمند و با بهره برداری از نظرات متخصصین شرکتهای بزرگ خارجی (که در گزارشهای آنها ارائه شده است)، چارچوب پیاده سازی این مهم ارائه شده است. در ادامه به منظور بالا بردن کارایی و امنیت این چارچوب، از تکنولوژی بلاکچین استفاده شده است. توصیه‌های ارائه شده عمدتاً کلی است. با این حال، اقدامات خاص و مشخص برای تسریع در تحقق این تکنولوژی ضروری است که باید به آن پرداخته شود.

فرج زاده (۱۳۹۶) مطالعه‌ای با عنوان "ارزیابی نقش کاربردهای فناوری اینترنت اشیاء در توسعه پایدار" انجام داد. اتصال کاربران به اینترنت و تبادل اطلاعات، ارتباط اشیاء از طریق حسگرها، برچسب‌ها شبکه‌ای از اشیاء را ایجاد کرده است که در هر زمان و مکانی اتصال و ارتباط بین اشیاء را فراهم آورده است. امروزه اینترنت اشیاء موجب تسهیل توسعه‌ی برنامه‌های جدید در زمینه‌های مختلف و بهبود برنامه‌های موجود شده است. این فناوری نوظهور نه تنها موجب تغییر می‌شود بلکه خود پاسخی به تغییر به سمت توسعه پایدار در جامعه است. برخورداری از فناوری مدرن اینترنت اشیاء یکی از شاخص‌های توسعه و رشد اقتصادی در کشورها محسوب می‌شود. این شاخص، در کنار عوامل دیگری نظیر نیروی متخصص، منابع طبیعی و سرمایه‌گذاری در شاخه‌های مختلف صنعت، تاثیر بسزایی در میزان توسعه‌یافتگی دارد.

تحول دیجیتال

فناوری های دیجیتال موجب ایجاد دگرگونی و تغییرات شگرفی در سطح دنیا شده و همین امر به طور چشم گیری فرآیندهای عملیاتی سازمانها را بهبود می بخشد. نوآوری و به تبع آن، تحول دیجیتال به کاربرد فناوری های دیجیتالی در همه نواحی یک کسب و کار به خصوص تغییر شیوهی پردازش و انتقال ارزش به مشتریان اطلاق می شود. از بعد دیگر، تحول دیجیتال یک تغییر فرهنگی است که به طور مداوم وضعیت موجود سازمان و تجارب پیشین پرسنل را به چالش می کشد. از نگاه برخی کارشناسان، تحول دیجیتالی تاثیر مستقیمی بر روی تحول سازمانی دارد و در سه حوزه تحول در تجربه مشتری، فرایندهای عملیاتی و مدل کسب و کار بررسی می شود. تحول دیجیتال برای همه ی سازمانها با هر اندازه ای امری ضروری است. سازمانها در دنیایی که به سرعت در حال دیجیتالی شدن است، برای باقی ماندن در عرصه رقابت، به تحول دیجیتال نیاز دارند (داتون و همکاران، ۲۰۱۹).

تحول دیجیتال برای شرکت هایی که کسب و کارهای سنتی و قدیمی دارند یک نیاز ضروری است که از سمت مشتریان و بازار و روند تغییر سبک زندگی به کسب و کارها تحمیل می شود. اگر سازمان نوآوری عمل را تحت کنترل خود نگیرد، با تغییر رفتار و ذائقه مشتری، قدرت و سهم سازمان در بازار را از دست می دهد. در مقابل، پیاده سازی تحول دیجیتال می تواند ضامن آینده سازمان باشد یا در حالتی بهتر، ثابت کننده سهم بازار و در حالت خیلی عالی، می تواند سهم بازار و سود شما را افزایش دهد. بنابراین بحث تحول دیجیتال، بحث ماندگاری و حیات است. سازمانهایی که به تحول دیجیتال به عنوان یک فرآیند تجمعاتی نگاه می کنند، قطعاً به میزان اهمیت این موضوع پی نبرده اند. تحول دیجیتال در رهبری، تفکر متفاوت، تشویق به نوآوری و مدل های جدید کسب و کار و دیجیتالی کردن اموال تاثیر گذار است. همچنین باعث افزایش به کارگیری فن آوری جهت بهبود تجربه ی کارمندان، مشتریان، تامین کنندگان، شرکا و ذینفعان می شود (هینینگز و همکاران، ۲۰۱۸).

یکی از نکات مهم درباره تحول دیجیتال، فرآیندهای دیجیتالی است؛ در واقع فرآیندهایی که تا به امروز با توسعه فناوری و استفاده از زیرساخت های الکترونیکی از روش سنتی و کاغذی به الکترونیکی تبدیل شده حالا باید دیجیتالی شود و دیگر بحث کانال ارائه خدمت مطرح نیست چرا که دیگر زمان تولید ارزش هایی جدید و ارائه دیجیتال آن به روشی ساده است. محیط دیجیتال محیط آنلاین و الکترونیکی که برای دریافت خدمات تا به امروز در سامانه هایی همچون بانکداری الکترونیک یا خدمات الکترونیکی دولت ارائه می شد نیست بلکه تلفیقی از منابع مبتنی بر فناوری اطلاعات و فیزیکی است که تجربه ای جذاب و جدید را برای شهروندان و کارکنان سازمانها ایجاد می کند. «اقتصاد دیجیتالی»، «شفافیت، اعتمادسازی و نظارت دیجیتالی» و «دگردیسی دیجیتالی بانکها» ۳ محور اصلی همین همایش بانکداری الکترونیک و نظام های پرداخت اعلام شده است؛ همچنین راهبری دیجیتالی، حقوق و مقررات در اقتصاد دیجیتالی، فناوری های نوین اکوسیستم اقتصاد دیجیتالی، فناوری های نوین نظارتی^۹ و بانکداری بدون بانک هم از جمله زیر محورهای این همایش خواهد بود (گوباخلو، ۲۰۲۰).

مدیران پیش بینی می کنند که تا سال ۲۰۳۰ میلادی، نیمی از درآمدشان، بر پایه دیجیتال خواهد بود. در تحقیقی بیان شده است که ۵۶ درصد مدیران اذعان داشته اند که بهبودهای دیجیتالی اعمال شده در سازمانشان منجر به افزایش سودشان شده است. نوآوری دیجیتال باعث کارایی می شود. تحقیق دیگری نشان می دهد که از هر ۱۰ مدیر فن آوری اطلاعات، ۹

^۹ Regtech

تای آن‌ها مدعی‌اند که سیستم‌های موروثی و سنتی، مانع بهره‌برداری از فناوری‌های دیجیتالی جهت رشد و رسیدن به کارایی بیشتر می‌شوند. اکثر افراد در حجم گسترده‌ای در زندگی‌شان از فن‌آوری در حال استفاده هستند. از این‌رو چه کارمندان داخل شرکت و چه مشتریان از دیجیتالی شدن کسب‌وکار نیز استقبال خواهند کرد (نامیسان و همکاران، ۲۰۱۷).

کسب‌وکارهای دیجیتالی سعی در بالا بردن ارزش خود و رساندن سازمانشان به بالاترین حد و پذیرفته شدن در تعاملات و خرید و فروش‌ها دارند، در دنیای دیجیتالی شما با برقرار کردن رابطه با یکی از مخاطبان به را حتی به مخاطبان دیگر مانند یک شبکه به هم پیوسته دسترسی پیدا کرده و این نکته قابل تأملی است و می‌توان آن را به چشم یک فرصت مناسب نگاه کرد، اما نکته قابل توجه این است که رقیبان تان نیز تا همین حد به مشتریان شما دسترسی داشته و می‌توانند آن‌ها را به سوی شرکت و محصولات خود جذب نمایند. کسب‌وکارهای امروز دنیای دیجیتال تغییر کرده و دنیای هوشمندی که در گذشته تصور آن هم ممکن نبود امروزه رخ می‌نمایند و نتیجه آن را در رباتهای هوشمند می‌بینیم که به راحتی جای آدمی را در کسب و کارها گرفته اند، شرکت‌ها ترجیح می‌دهند بجای اینکه هزینه خود را صرف خرید و نگهداری تبلیغات خود نمایند از چاپگرهای سه بعدی برای تبلیغات در همان زمان و مکان استفاده نمایند یا دوربین‌های تشخیص هویت که در فروشگاه‌ها وجود دارد می‌تواند در کسری از ثانیه تمام هویت شما را مشخص کند و لیستی از خریدهای قبلی و احتیاجات تان را در اختیار آن فروشگاه بگذارد و آن فروشگاه را در خدمت رسانی بهتر یاری کند (یو^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۰).

تحول دیجیتال از مباحث زیر مجموعه‌های تحول سازمانی محسوب می‌شود. مت^{۱۱} و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه خود تحت عنوان تحول دیجیتال را به عنوان مجموعه اقدام‌های سازمان‌ها برای بکارگیری فناوری‌های جدید دیجیتال و بهره برداری از منافع آنها تعریف می‌کنند. آنها تأکید می‌کنند که تحول دیجیتال علاوه بر فرایندهای عملیاتی کسب‌وکار، بر محصولات کسب‌وکار، ساختار سازمانی و نیز مفاهیم مدیریتی در سازمان، تأثیر می‌گذارد. آنها چهار جنبه اصلی را برای استراتژی تحول دیجیتالی در نظر می‌گیرند: استفاده از استراتژی، تغییر در الگوهای ارزش آفرینی، تغییر ساختار کسب‌وکار و جنبه‌های مالی. در این مدل، مدیرانی که به تحول دیجیتالی فکر می‌کنند، باید به این نکته هم توجه داشته باشند که: استفاده از تکنولوژی و دستاوردهای فناوری اطلاعات، به تنهایی، به تحول دیجیتالی در سازمان منجر نمی‌شود. به عبارتی، ممکن است سازمان‌ها با استفاده از ابزارهای دیجیتال، دقیقاً همان کارها و فعالیت‌های قبل از دوران دیجیتالی شدن را صرفاً با ابزاری متفاوت انجام دهند، بدون اینکه هر نوع تحول دیجیتالی را تجربه کنند. در مدل مت و هس، تأکید می‌شود که اگر استفاده از ابزارهای فناوری اطلاعات به تغییر ساختار کسب‌وکار و تغییر الگوهای ارزش آفرینی و به کمک آنها به تغییر در دستاوردهای مالی کسب‌وکار منتهی شود، می‌توانیم بگوییم در راستای تحول دیجیتالی گام برداشته‌ایم.

۲-۲-۲- نوآوری‌های دیجیتال

نوآوری دیجیتال، مجموعه تحولات عمیق و تغییرات سازمانها و کسب‌وکارها؛ در حوزه فعالیتها، فرآیندها، تواناییها و مدل‌های کسب‌وکار، که به آنها اجازه میدهد تا بتوانند از فرصتهای ناشی از توسعه و ترویج فناوری و تغییرات حاصل

¹⁰ Yoo

¹¹ Matt

شده ناشی از توسعه آنها در جوامع بشری استفاده کرده و از آنها در راستای استراتژیها و اولویتهای خود بهره بگیرند (جاهانمیر و همکاران، ۲۰۱۸). در عصر دیجیتال، هر چیزی و با سرعت نور امکان پذیر است. شرکت ها می توانند محصولات جدید را مثلاً از طریق شبیه سازی های دیجیتالی، نمونه سازی های چاپ سه بعدی یا محصولات کاربردی کوچک، خیلی سریع تر و ارزان تر از گذشته بسازند و تست کنند. همزمان، استراتژیست های نوآوری علاوه بر تطبیق دادن خودشان با سرعت نوآوری، باید درگیر میادین بازی گسترده تری شوند. به عنوان مثال، مزیت رقابتی دیگر در محصولات نیست، بلکه در خدمات دیجیتالی است که برای این محصولات ارائه می شود. این استراتژیست ها، از خدمات پشتیبانی پیشگیرانه برای محصولات صنعتی گرفته تا اینترنت اشیا (IoT)، باید حوزه های نوآوری جدید را کشف و بر آن غلبه کنند (هینینگز و همکاران، ۲۰۱۸). شرکت های دیجیتال اصلی، سرعت را به عنوان یک مزیت مورد استفاده قرار داده اند و وقتی یک محصول یا خدمت جدید معرفی می کنند، از طریق کانال های دیجیتال محبوبیت کسب می کنند و سپس سرعت ورود آن به بازار را بالا می برند. نیاز به تسریع نوآوری و کوتاه کردن چرخه های تحقیق و توسعه و ورود به بازار در نحوه مدیریت برنامه های نوآوری شرکت ها و فکر کردن در مورد استراتژی نوآوری، اثرات قابل توجهی دارد (نظری، ۱۳۹۳).

پاک شدن مرزها بین صنایع معنی دیگری هم دارد: اینکه نوآوران باید جایگاه رقابتی خود را توسعه دهند، چون شرکت هایی که خودشان ماهیت دیجیتال دارند، سعی می کنند قابلیت های مزیتی خود را به بازارهای سنتی تر بیاورند. به عنوان مثال، اگر یک شرکت بیمه سنتی یا آژانس رتبه بندی اعتباری هستید، حتماً باید در نظر بگیرید که شرکت هایی مثل گوگل یا فیس بوک می توانند از داده ها و تخصص یادگیری ماشینی خود برای ایجاد رویکردهای جدید در پذیرش و ارزیابی ریسک های اعتباری استفاده کنند. اگر یک خرده فروش سنتی مواد غذایی هستید، مهم است که نوآوری های آمازون را بعد از مالکیت شرکت هول فودز در این عرصه، در نظر داشته باشید. شرکت های سنتی به طور فزاینده ای تلاش می کنند به طور گسترده تر و دیجیتالی تر نوآوری داشته باشند. به عنوان مثال، در خدمات مالی نمی توان شرکتی را یافت که سرمایه گذاری قابل توجه در نوآوری های دیجیتال نداشته باشد (جاهانمیر و کاو اداس^{۱۲}، ۲۰۱۸).

تاریخچه انقلاب های صنعتی

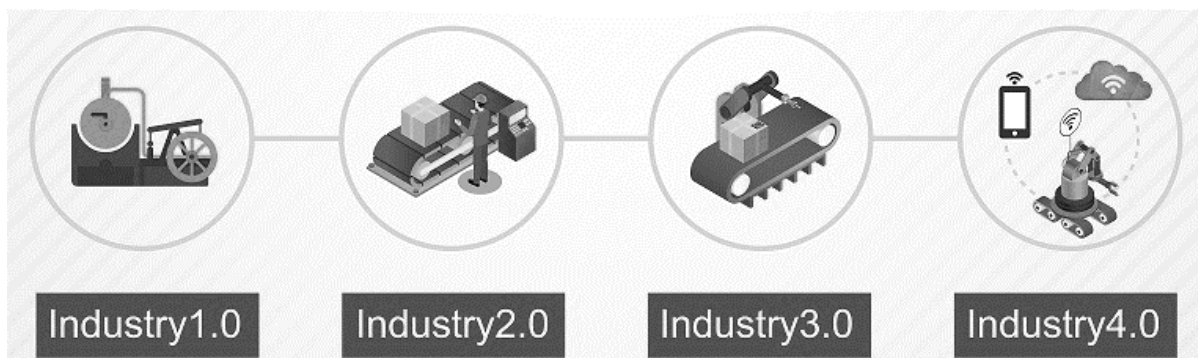
اولین انقلاب صنعتی در دوره گسترش تولیدات مواد اولیه رخ داد. این دوره از اواخر قرن هجده میلادی شروع شد و بزرگ ترین تغییر در قالب مکانیزاسیون در صنعت رخ داد. در آن زمان مکانیزاسیون باعث شد که صنعت جایگزین کشاورزی به عنوان قلب اصلی اقتصاد در کشورها شود. در قرن نوزده میلادی همزمان با اختراع ماشین بخار، استخراج زغال سنگ از معادن شدت گرفت و به لطف ماشین بخار نوع جدیدی از انرژی جایگزین روش هایی شد که پیش از این با صرف انرژی انسانی یا حیوانی صورت می گرفت و باعث سرعت بخشیدن به ساخت راه آهن و چرخه اقتصاد در کشورها گردید. در طول تاریخ، انسان ها همیشه به فناوری وابسته بوده اند و از فناوری های موجود استفاده کرده اند تا بتوانند آسان تر زندگی کنند، همچنین همواره در تلاش بوده اند که فناوری مربوط به آن دوره را کامل نمایند و به سطح بعدی برسانند و این گونه بود که مفهوم انقلاب صنعتی و انقلاب های صنعتی گذشته، شکل گرفتند (اسعدی، ۱۳۹۸).

¹² Jahanmir & Cavadas

پس از اولین انقلاب صنعتی، تقریباً یک قرن پس از آن می‌بینیم که جهان وارد مرحله دوم انقلاب صنعتی شده است. مرحله دوم از اواخر قرن نوزدهم و با توسعه علم به وسیله‌ی دانشمندانی مانند نیلز بور، نیکولا تسلا و آلبرت انیشتین موجب ظهور منابع جدیدی از انرژی مانند الکتریسیته، گاز و بنزین گردید. (اکبری و همکاران، ۱۳۹۸).

در نیمه دوم قرن بیستم، ما شاهد ظهور منبع دیگری از انرژی هستیم که پیش از آن غیر قابل استفاده بود انرژی هسته‌ای! همچنین انقلاب صنعتی سوم ظهور الکترونیک، ارتباط از راه دور و کامپیوترها را به همراه داشت که از طریق این فناوری‌های جدید در این دوره امکان سفر به فضا و بیوتکنولوژی محقق شد و باعث پیشرفت چشمگیری در زمینه تحقیقات گردید. در این دوره دو اختراع مهم، PLC و ربات‌ها باعث به وجود آمدن پیشرفتی چشمگیر در زمینه اتوماسیون صنعتی شد که در نتیجه آن به دلیل محدودیت‌هایی که دیگر وجود نداشت ماشین‌آلات بر انسان‌ها ترجیح داده شدند، ماشین‌آلاتی که می‌توانستند در عرض چند ساعت محصولات مشابه و بی‌نقص تولید کنند (باقری و همکاران، ۱۳۹۵).

انقلاب صنعتی چهارم انقلابی است که هم اکنون در حال اتفاق افتادن است، ما هر روز در حال تجربه کردن این پدیده در زندگی خودمان هستیم ولی هنوز وسعت و بزرگی این دوره برای ما آشکار نشده است. اصطلاح ۴٫۰ از یک پروژه فوق پیشرفته که توسط دولت آلمان در سال ۲۰۱۱ در حال انجام بود نشأت گرفته است که این اصطلاح، همان سال در نمایشگاه هانوفر به طور عمومی معرفی گردید. این انقلاب در حال گسترش واقعیت‌های مجازی می‌باشد که به وسیله‌ی آن می‌توانیم هر آنچه که در انقلاب‌های صنعتی پیشین تولید شده‌اند را به صورت اتوماتیک و از راه دور کنترل کنیم. اینترنت، هوش مصنوعی، رابط‌های ماشین - انسان، رباتیک و سیستم‌های سایبری - فیزیکی که با ترکیب فناوری‌های واقعی و مجازی امکان خودمختاری و ارتباط میان ماشین‌آلات را مستقل از انسان‌ها فراهم می‌آورند، مهمترین ویژگی‌های این انقلاب صنعتی می‌باشند. در این دوره اندازه و بزرگی شرکت‌ها تضمین‌کننده بقا نیست بلکه چابکی آن‌ها در واکنش به تغییرات است که کلید موفقیت شرکت‌هاست؛ در این دوره دیگر شرکت‌های بزرگ نیستند که شرکت‌های کوچک را می‌بلعند بلکه شرکت‌های سریع (واکنش سریع نسبت به تغییرات) هستند که شرکت‌های کند را می‌بلعند. با نگاه کلی به انقلاب‌های صنعتی به این پی می‌بریم که انسان همواره به دنبال یافتن ساده‌ترین راه حل برای انجام فعالیت‌های خود می‌باشد که تمامی این مراحل در همین راستا و در تسریع مراحل قبل به وجود آمده‌اند (دوزاس و ساریگولوف^{۱۳}، ۲۰۱۷).



شکل ۱- توالی انقلاب‌های صنعتی (منبع: دوزاس و ساریگولوف، ۲۰۱۷)

¹³ Devezas & Sarygulov

۲-۳-۲- مفهوم صنعت ۴,۰

صنعت ۴,۰ تحول دیجیتالی بازارهای صنعتی (تحول صنعتی) با تولید هوشمند است. صنعت ۴,۰ تکامل سیستم های فیزیکی سایبری است که نمایانگر نتایج انقلاب صنعتی چهارم در ایجاد زنجیره ارزشی بین تولید کننده و مصرف کننده نهایی با استفاده از IoT صنعتی و هوشمندی غیر متمرکز در عرصه تولید و عرضه است. یک سامانه فیزیکی مجازی یا سیستم فیزیکی سایبری (CPS) یک مکانیزم کنترل یا نظارت توسط الگوریتم های مبتنی بر کامپیوتر است و به صورت محکمی با اینترنت و کاربران آن یکپارچه شده است. در سیستم های فیزیکی سایبری اجزای فیزیکی و نرم افزاری به شدت در هم تنیده شده اند و هر عملیاتی بر روی فضاها و مقیاس های زمانی به روش های متعددی بیان می شوند و روش رفتاری متمایز با یکدیگر به وسیله هزاران روش که با تغییر متن انجام می شود، تعامل می کنند. نمونه هایی از CPS شامل شبکه هوشمند، سیستم های خودمختار، نظارت پزشکی، سیستم های کنترل فرایند، سیستم های رباتیک و خلبان خودکار است (تانوار^{۱۴} و همکاران، ۲۰۱۸).

اصطلاح صنعت ۴,۰ کوتاه شده انقلاب صنعتی چهارم می باشد. اصطلاح های مرتبط با آن شامل: اینترنت صنعتی و کارخانه دیجیتال است که هیچ یک مفهوم صنعت ۴,۰ را به صورت کامل در بر نمی گیرند. اگرچه انقلاب سوم بر روی اتوماسیون ماشین ها و فرآیندهای منفرد متمرکز است، صنعت ۴,۰ بر روی دیجیتالی شدن کامل همه دارایی های فیزیکی و یکپارچگی زیست بوم دیجیتالی شرکای زنجیره تأمین تمرکز دارد. تولید، آنالیز و برقراری ارتباط داده ها به صورت یکپارچه، بنای دستاوردهایی است که توسط صنعت ۴,۰ ایجاد می شود که شبکه ای از فناوری های جدید را به منظور ایجاد ارزش بوجود می آورد. با توجه به مباحث مطرح شده مفهوم انقلاب صنعتی چهارم فراتر از مفاهیم مطرح شده در سایر انقلاب های پیشین است به طوری که دارای تفاوت های زیادی از حیث ارزش خلق شده می باشد (علمی، ۱۳۹۷).

رهبران مشاغل می دانند که موفقیت بلندمدت در دوره جدید نیاز به طرز تفکر و عملکرد جدیدی در تغییرات سریع فناوری و اقتصادی جهانی دارد. درواقع، شرکت ها در حال بازنویسی و جایگزین برنامه دیگری می باشند که توانایی تجارت را به سطح بالاتری می رساند که قبلاً هرگز ندیده اند. در این محیط تهاجمی، پرورش نوآوری مهم ترین اولویت استراتژیک صنایع است. اینترنت اشیاء عملکرد تجاری را در سطح جهانی تغییر داده است و صنعت تولید نیز از این قاعده مستثنا نیست. اینترنت اشیاء با تلفیق دنیای واقعی و مجازی و تولیدات از طریق اینترنت، امکان اتصال تمام قسمت های فرایند تولید (ماشین آلات، مواد، انسان و...) را فراهم می کند. ایده اصلی اینترنت اشیاء سیستمی است که در آن موارد فیزیکی با قطعات الکترونیک تعبیه شده (برچسب های RFID، حسگرها و...) مجهز شده و به اینترنت متصل می شوند؛ بنابراین، اینترنت اشیاء هم به اشیاء هوشمند و هم به شبکه های هوشمند متکی است. به لطف اینترنت اشیاء فیزیکی به طور یکپارچه در شبکه اطلاعات ادغام می شوند، جایی که می توانند در فرآیندهای تجاری مورد استفاده قرار بگیرند. اطلاعات مربوط به وضعیت آن ها، محیط پیرامون، فرآیندهای تولید، برنامه نگهداری و حتی موارد دیگر را با یکدیگر در میان می گذارند (ژو^{۱۵} و همکاران، ۲۰۱۸).

استاندارد صنعتی ۴,۰ جزئی از انقلاب صنعتی چهارم می باشد که شامل اینترنت اشیاء، ماشین ها، رایانه ها و افرادی است که عملیات هوشمند صنعتی را با استفاده از تجزیه و تحلیل داده های پیشرفته برای تحول نتایج کسب و کار انجام می دهد

¹⁴ Tanwar¹⁵ Xu

که در حال تعریف مجدد چشم انداز، برای مشاغل و افراد می‌باشد. چارچوب صنعتی ۴,۰، کارخانه هوشمند نیز شناخته می‌شود، سنسورها و دستگاه‌های دیجیتال هوشمند به هم متصل شده‌اند و آن‌ها هوشمندانه با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند. ارتباط بین ماده اولیه، محصول نیمه‌تمام، ابزار، ربات و... است. چارچوب و استاندارد صنعتی ۴,۰ دارای انعطاف‌پذیری بیشتر، استفاده بهینه از منابع و ادغام مشتریان و شرکای تجاری در روند تجارت است. فناوری دیجیتال در مدل تجاری تأثیر بسیار بالایی دارد. نوآوری دیجیتال منجر به بهبود مدل کسب‌وکار می‌شود. بخش تولید برای تبدیل نوآوری به واقعیت باید انعطاف بیشتری داشته باشد. سخت‌افزار و نرم‌افزار دو عامل حیاتی هستند که این امکان را برای ارزیابی بی‌درنگ داده‌ها فراهم می‌کنند. هوش مصنوعی در مقایسه با ربات‌ها و افراد نقش مهم دیگری ایفا می‌کند. سنسورهای تعبیه‌شده در ربات‌ها به کوچک‌ترین تغییر در مقدار پاسخ می‌دهند (لوترا و همکاران، ۲۰۱۸).

صنعت ۴,۰ که از انقلاب صنعتی چهارم منتج می‌شود به تحولات بنیادین در تولید پیوسته (خط تولیدی) یا گسسته، تدارکات و زنجیره تامین (لجستیک ۴,۰)، صنایع شیمیایی، انرژی (انرژی ۴,۰)، حمل و نقل، آب و برق، نفت و گاز، معدن و فلزات و دیگر بخش‌ها نظیر منابع، صنایع بهداشتی، دارو و حتی شهرهای هوشمند می‌پردازد. عبارت صنعت ۴,۰ در ابتدا برای زمینه‌های تولیدی تعریف شد، اما این عبارت در گذر زمان برای حیطه‌های وسیع تری مورد استفاده قرار گرفت. بنابراین در بسیاری از مستندات و نوشته‌ها صنعت ۴,۰ فقط در مورد تولیدات، کارخانه‌ها و فعالیت‌های هوشمند، فن‌آوری‌ها و فرایندهای تولید و عرضه است. برای درک صنعت ۴,۰ ضروری است که کل زنجیره ارزش سازمان/صنعت را که شامل تامین کنندگان، عرضه کنندگان مواد اولیه و اجزای مورد نیاز، شرکای زنجیره عرضه فیزیکی و دیجیتال، کلیه واسطه‌های ارایه کننده ارزش و نهایتاً مشتری نهایی است، را به دقت بررسی و تحلیل کرد. در این تحلیل باید ظرفیت افراد به عنوان کارآفرین، مصرف کننده، صاحب ساختمان، مالک فروشگاه خرده فروشی، کارگر، شهروند، بیمار و غیره را در نظر گرفت (جاواید^{۱۶} و همکاران، ۲۰۲۰).

ارزش‌افزینی صنعت ۴,۰

امروزه تولید، قویاً تحت تأثیر روندهای جهانی است. اگرچه عدم اطمینان یا تغییر اوضاع تهدید درجه اول برای موفقیت تجارت محسوب می‌شوند، اما در ارتباط با دیجیتالی شدن یا تحول دیجیتال و صنعت ۴,۰ پتانسیل بزرگی وجود دارد. پیش بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۵، صنعت تولید آلمان به تنهایی ۷۰ تا ۱۴۰ میلیارد دلار ارزش افزوده مضاعف از طریق صنعت ۴,۰ تولید کند. تاب‌آوری در عرصه رقابت نیاز به پیش‌بینی تغییرات و قدرت انطباق سریع دارد. با نگاه تجاری می‌توان گفت ایجاد تغییر، توسط گردانندگان نوظهور بازار و کل زنجیره تأمین شکل می‌گیرد. آن‌ها چالش‌های زیادی را برای شرکت‌های تولیدی ایجاد می‌کنند که صنعت ۴,۰ می‌تواند طیف گسترده‌ای از راه‌حل‌ها را برای این موضوع ارائه نماید. با نگاه عملیاتی، حاشیه سود کم در فروش منجر به فشار زیاد برای کاهش هزینه‌ها و یا افزایش انتظارات از میزان خروجی می‌شود. ضمن اینکه رقابتی شدن به اثربخشی و کارآیی فرآیندها بستگی دارد در نتیجه، افزایش شاخص کارایی تجهیزات^{۱۷} یکی از مهم‌ترین چالش‌های مدیران عملیات در اکثر صنایع است. علاوه بر این، انتظارات از محصولات صنعتی از نظر تعداد، ویژگی و دامنه در حال رشد است (جاواید و همکاران، ۲۰۲۰).

¹⁶ Javaid

¹⁷ OEE

برای سفارشی سازی نمودن بر اساس نیازهای خاص مشتریان محصولات متنوعی مورد نیاز است و باید طیف گسترده ای از محصولات تولید شود. در عین حال افزایش گزینه های خرید و دسترسی به اطلاعات و خواسته مصرف کنندگان نه تنها پیچیده تر بلکه خاص تر نیز شده است. فشارهای دیگری چون گسترش مقررات و مداخلات حاکمیتی، توجه به نکات بسیار مهم ایمنی، کیفیت و قابل ردیابی بودن محصول نیز مضاعف شده اند. در نتیجه شرکت ها نیاز به رعایت رنج وسیعی از الزامات و فراتر از آن رعایت استانداردهای گسترده ای مربوط به محصول و تولید را دارند. اهرم های اصلی صنعت ۴,۰ در این زمینه کاهش ضایعات و افزایش ثبات فرآیند تولید به ویژه کاهش زمان های توقف است. افزایش و یا تغییر انتظارات از محصول و همچنین الزامات تولید منجر به افزایش پیچیدگی می شود. پیچیدگی فرآیند تولید عمدتاً با اصلاح و گسترش فرآیندها افزایش می یابد. همین امر به دلیل افزایش تعداد شناسه های کالا در انبار و کاهش ساینز دسته ها در رابطه با پیچیدگی برنامه ریزی نیز صدق میکند. تغییر دینامیکی خطوط تولید در راستای تقاضای محصولات مختلف به سازگاری و توان پاسخگویی نیاز دارد. این نه تنها به منابع سازمان بلکه به کل سازمان و فرهنگ آن مربوط می شود. بر این اساس، شرکت ها نیاز به توسعه چابکی و همچنین مدیریت پیچیدگی دارند (گوکالپ^{۱۸} و همکاران، ۲۰۱۷).

ایده اصلی صنعت ۴,۰ یادگیری منظم و خودکار از داده ها به منظور دستیابی سریع تر به تصمیمات بهتر است. امکان یادگیری مبتنی بر داده به وسیله جریان اطلاعات یکپارچه در سراسر سازمان و همچنین کل شبکه خلق ارزش فراهم می گردد. تمام اقدامات فنی و تجاری به صورت افقی رسم می شوند و از سطح عملیاتی تا سطح سازمانی به صورت عمودی امتداد میابند. مراکز نگهداری داده حذف و اطلاعات به سرعت به چرخه عملیات باز می گردند. تبادل گسترده اطلاعات با حجم بالا و به صورت چند وجهی، امکان همکاری و هماهنگی بی درنگ را فراهم می آورد (هوتن، ۱۳۹۷).

تصور از صنعت ۴,۰ یک هدف بلند مدت است که با پیگیری مستمر و هدفمند از مسیر تحول دیجیتال میتوان به آن دست یافت. شکل ۲-۲، شش مرحله بلوغ را مطابق با شاخص بلوغ صنعت ۴,۰ نشان می دهد که هر شرکت ممکن است رویکردهای خاص خود را در آن معیار قرار دهد. حین پیشرفت یکنواخت در طی این مراحل، تحول دیجیتال اجازه می دهد تا هزینه ها را کاهش داده و همزمان کارایی، اثربخشی و شفافیت را افزایش دهد. در دو مرحله اول، شرکت ها هنوز وارد صنعت ۴,۰ نمی شوند بلکه بنیان آن را با تکمیل رایانه سازی (مرحله ۱) و اطمینان از اتصالات (مرحله ۲) پایه گذاری می کنند. با تکیه بر شبکه نمودن، قابلیت مشاهده اطلاعات در سراسر شرکت در مرحله ۳ حاصل می شود. افزایش دسترسی به اطلاعات شاخص های کلیدی عملکرد (KPI) موجب تصمیم گیری های بنیادی، مدیریت پیچیدگی و همکاری در شبکه های خلق ارزش می شود و همچنین مستندسازی را تسهیل میکند، به عنوان مثال در مورد کیفیت و ایمنی. به لحاظ تجاری نیز افزایش ارزش مشتری با قابلیت ردیابی مواد و یا انتقال تجربیات به صورت دیجیتال و پیشرفته امکان پذیر می گردد (پارنته^{۱۹} و همکاران، ۲۰۲۰).

در مرحله ۴، شفافیت کامل با استفاده بهینه از اطلاعات تولید شده ایجاد می شود. تجزیه و تحلیل داده ها درک فرآیندی را افزایش می دهد و باعث بهبود در نقاط مشکل خیز، از جمله پایین بودن شاخص کارایی تجهیزات (OEE)، خرابی گسترده و ضایعات می شود. برای به دست آوردن کلیه مزیت های صنعت ۴,۰، سرعت بخشیدن به فرآیندهای تصمیم

¹⁸ Gökalp¹⁹ Parente

شکل ۲- تبدیل شرکت‌های سنتی به شرکت‌های چابک صنعت ۴,۰ (یارننه و همکاران، ۲۰۲۰)

۴-۲- مولفه‌های صنعت ۵

صنعت ۴۰ و صنعت ۵۰ دو مفهوم مرتبط در حوزه فناوری و تولید هستند، با این حال تفاوت‌هایی نیز بین آن‌ها وجود دارد. در زیر به برخی از تفاوت‌های اصلی بین صنعت ۴۰ و صنعت ۵۰ اشاره می‌کنیم: مرکز توجه: در صنعت ۴۰، توجه بیشتر به استفاده از فناوری‌های مبتنی بر داده برای اتصال دستگاه‌ها و فرآیندها در یک شبکه است. اما در صنعت ۵۰، انسان به عنوان مرکز توجه قرار می‌گیرد و فناوری‌ها برای پاسخ به نیازهای فردی و شخصی او طراحی شده‌اند. درگیری انسان: در صنعت ۴۰، انسان به عنوان یک مشاهده‌گر و کنترل‌کننده فرآیندهای تولیدی و خدماتی دخیل است، اما در صنعت ۵۰، انسان به عنوان یک عامل فعال و هوشمند در فرآیندهای تولیدی و خدماتی دخیل است و می‌تواند فرآیند تولید را به دلخواه خود تنظیم کند. استفاده از فناوری‌های پیشرفته: در صنعت ۵۰، فناوری‌های پیشرفته‌تری مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیاء، چاپ سه‌بعدی، واقعیت افزوده، رباتیک و سیستم‌های خودکار بیشتر به کار می‌روند. ارتباطات: در صنعت ۵۰، فرآیندها و دستگاه‌ها با هم ارتباط برقرار می‌کنند و این ارتباطات به وسیله

شبکه های بی سیم برقرار می شوند. هدف: هدف اصلی صنعت ۴,۰ بهبود عملکرد فرآیندهای تولید و کاهش هزینه ها است، اما در صنعت ۵,۰ هدف اصلی بهبود کیفیت و کارایی فرآیندهای تولید و خدماتی با تمرکز بر نیازهای انسان است. در کل، می توان گفت که صنعت ۵,۰ در حال تکامل است و در آن، توجه بیشتری به نیازهای انسان و کارکردهای هوشمند دستگاه ها در فرآیندهای تولیدی و خدماتی دارد. نسل چهارم صنعت مبتنی بر همراستایی بین فناوری های مختلفی است. مراکز داده مبتنی بر اینترنت بطور گسترده در دسترس هستند و تعداد معاملات تجاری که به طور مداوم در حال افزایش است، حجم زیادی از داده های تولید شده از چندین منبع داخلی و خارجی را ایجاد می کند. این فرایندهای عملیاتی به اشتراک داده ها در بین شرکت ها و سایت ها نیاز دارند. در این راستا از رایانش ابری بعنوان یک استراتژی اثربخش استفاده می شود. تجزیه و تحلیل داده های کلان یک فرایند پیچیده از بررسی مجموعه های داده متنوع و بزرگ برای کشف الگوهای پنهان معنی دار و یافتن ارتباط برای تصمیم گیری آگاهانه است. این امر در ایجاد ارزش استراتژیک تجاری و بهبود کارایی منجر به تصمیم گیری بهتر، سریعتر و دقیق تر کمک می کند. تجزیه و تحلیل داده های بزرگ صنعتی جدید، تولیدکنندگان را قادر می سازد تا به اطلاعات بی درنگ دسترسی پیدا کنند، نیازهای تولید را پیش بینی کرده و از نگهداری پیشگیرانه، پیش بینی کننده و تجویز شده استفاده کنند (جاواید و همکاران، ۲۰۲۰).

در قلب صنعت نسل پنجم اینترنت اشیاء قرار دارد. اینترنت اشیاء از شبکه هایی از دستگاه های محاسباتی به هم پیوسته تشکیل می شود که اشیاء و سایر دستگاه ها، ماشین ها و انسان ها را از طریق توانایی جمع آوری و تبادل داده به یکدیگر متصل می کند. داده ها از طریق چنین شبکه هایی بدون تعاملات انسان به انسان یا انسان به رایانه قابل انتقال هستند. طبق سیستم های سیسکو، انتظار می رود ۵۰۰ میلیارد دستگاه تا سال ۲۰۳۰ به اینترنت متصل شوند. علاوه بر این با پیشرفت های صورت گرفته، ادغام تمام عناصر سازنده صنعت ۴,۰ کلید حل کامل تطابق ها خواهد بود. ابزارهای موجود برای اتصال به شبکه، پتانسیل مقیاس پذیری برای شرکت ها را مشخص می کند. مشکل سیستم های کار شده در سیلوها تنها با ایجاد اتصالات یکپارچه بین همه شرکا (تأمین کنندگان، تولیدکنندگان، مشتریان، تجمع کنندگان و سایر شرکت ها) در زنجیره های تأمین قابل حل است. یکپارچه سازی کامل سیستم همچنین باعث ایجاد شفافیت و افزایش چابکی می شود (حسین و همکاران، ۲۰۱۶).

ربات های خودکار وظایف بسیاری را به عهده گرفته است که انجام آنها برای انسان خطرناک است. اکنون ربات های مشارکتی به طور فزاینده ای از «قفس» خود خارج می شوند تا در کنار اپراتورهای انسانی دیگر کار کنند. از این روبات ها به عنوان «کابوتیک»^{۲۰} یاد می شود و نه تنها با یکدیگر تعامل دارند بلکه با مردم نیز تعامل دارند. آنها در نهایت، توانایی یادگیری از انسان و اصلاح خود را کسب خواهند کرد. تلاش مستمر هیتاچی برای توسعه ربات های خودکار و مشارکتی هدف دستیابی به هم افزایی تولید در میان انواع مختلف ربات ها و بین روبات ها و افراد است. صنعت ۴ از شبیه سازی سه بعدی در طول فرآیند تولید و تولید محصول بهره مند می شود. آنها با تلفیق داده های زمان واقعی برای آینه سازی ویژگی های دنیای فیزیکی به روشی در دنیای مجازی کمک می کنند. به عنوان مثال، اپراتورهای کف ساز می توانند قبل از شروع ساخت واقعی، تنظیمات دستگاه را برای دسته بعدی محصول آزمایش و بهینه کنند. در مجموع صنعت ۵ یک

²⁰ cobotic

صنعت تلفیقی با نقش‌افزینی فناوری‌های مختلف دیجیتال است که باعث بروز تحولی عظیم در صنعت شده است. جاواید و همکاران (۲۰۲۰) بیش از ۱۰ فناوری مختلف را بعنوان مولفه‌های صنعت ۵ معرفی کرده‌اند.

۱-۴-۲- اینترنت اشیاء

انقلاب اینترنت در دهه‌های اخیر نشان داد انواع تازه‌ای از فناوری‌ها می‌توانند تمام ابعاد کسب و کارها را تحت تأثیر قرار دهند. تنها حدود دو دهه است که اینترنت راه خود را به خانه‌های مردم باز کرده است. با این وجود تغییری که در نحوه ارتباطات ایجاد کرده، شگرف بوده است. اینترنت عاداتی روزمره افراد همچون خرید، تماس با آشنایان، سفر و غیره را دچار دگرگونی کرده است. در آینده نفوذ اینترنت به مراتب بیش از امروز خواهد بود و این دانشمندان و نظریه پردازان حوزه فناوری اطلاعات را به فکر ایده پردازی در اینترنت اشیاء انداخته است. عبارت اینترنت اشیاء، برای نخستین بار در سال ۱۹۹۹ توسط کوین اشتون مورد استفاده قرار گرفت و جهانی را توصیف کرد که در آن هر چیزی، از جمله اشیاء بی جان، برای خود هویت دیجیتال داشته باشند و به کامپیوترها اجازه دهند آنها را سازماندهی و مدیریت کنند. اینترنت در حال حاضر همه مردم را به هم متصل می‌کند ولی با اینترنت اشیاء تمام اشیاء به هم متصل می‌شوند. البته پیش از آن کوین کلی در کتاب قوانین نوین اقتصادی در عصر شبکه‌ها (۱۹۹۸) موضوع نودهای کوچک هوشمند (مانند سنسور باز و بسته بودن درب) که به شبکه جهانی اینترنت وصل می‌باشند را مطرح نمود (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۹۵).

چالش‌های فناوری و نوآوری سازوکاری برای حل مشکلات فنی اینترنت اشیاء در گوشه و کنار جهان است. برای تحقق این مهم، سازمانها و افراد درگیر در پروژه اینترنت اشیاء باید دانش، مهارت‌های فناورانه و تجربه کافی را در مدیریت فرایند نوآوری برخوردار باشند. یکی از مشکلات مدیریت نوآوری فهم متفاوت افراد از واژه نوآوری است. در عصر امروز که سرعت پیشرفت فناوری‌ها روز به روز در حال افزایش می‌باشد، سازمان‌ها برای بقا و رشد خود راهی جز منطبق کردن خود با تغییرات محیط پیرامون خود ندارند موفقیت سازمان‌ها عمدتاً ریشه در نوآوری دارد. بنابراین لازم است که سازمانها با برداشت صحیح از نوآوری از توان کلیه فعالان حوزه فناوری و نوآوری برای خلق و توسعه راه‌حل‌های نوآورانه در جهت غلبه بر مشکلات فنی موجود در زمینه اینترنت اشیاء بهره مند گردند (فهامی و همکاران، ۱۳۹۲).

فناوری اینترنت اشیاء (IoT) و اینترنت همه چیز (IoE)، به معنی تشکیل شبکه‌ای وسیع که اجزا آن را اشیاء اطراف ما تشکیل می‌دهند، می‌باشد. بر اساس این الگو، اشیاء و سیستم‌ها هوشمند گردیده، بطور خودکار اطلاعات مفیدی را از پیرامون اطراف خود دریافت و آن‌ها را به یکدیگر و یا به سیستم‌های مانیتورینگ و کنترل مرکزی ارسال می‌نمایند. این فناوری از محرک‌های اصلی فناوری‌های نسل پنجم ارتباطات (G5) و کلان داده (Big Data) نیز می‌باشد. بر اساس این فناوری، خدمات بسیار سودمندی برای بهبود کیفیت زندگی می‌توانند ارائه شوند (اسپیدکار، ۱۳۹۸).

اینترنت اشیاء مفهوم جدیدی در دنیای فناوری اطلاعات و ارتباطات است که به واسطه آن انسان‌ها، حیوانات و اشیاء می‌توانند از طریق شبکه‌های ارتباطی داده‌های اطلاعاتی ارسال کنند. یکی از نگرانی‌های مطرح شده در مورد اینترنت اشیاء حفظ امنیت و حریم خصوصی است. اینترنت اشیاء پیش از این با مشکلات و محدودیت‌هایی همراه بوده است اما شیوه درست و اصولی در این زمینه می‌تواند در از میان برداشتن مشکلات و محدودیت‌ها نقش بسیار مهمی داشته باشد. اینترنت اشیاء ترکیبی از تجهیزات و نرم افزار است و این ویژگی می‌تواند موجب نگرانی و هراس شود. با افزایش تعداد تجهیزات مبتنی بر نرم افزار تکیه مردم به توانایی برنامه‌نویسان در نوشتن کدهای رایانه‌ای خوب افزایش می‌یابد. این در حالی است که باید از قرار گرفتن این اطلاعات در دسترس افرادی که قصد دارند برای اهداف نادرست از آنها بهره

گیرند، پیشگیری کرد. هرکس می تواند با استفاده از اینترنت اشیاء به اطلاعاتی درباره حضور افراد در خانه دسترسی داشته باشند (یانگ^{۲۱}، ۲۰۱۴). نهادهای قانونی^{۲۲} به طور جدی تأمین امنیت این فناوری را تحت تعقیب قرار داده اند. اگرچه تلاش های خوبی در این زمینه به کار گرفته شده اما لازم است فعالیت های گسترده تری انجام شود تا تأمین امنیت و حفظ حریم خصوصی به عنوان دو موضوع مهم در زمینه اینترنت اشیاء محقق شود. تقویت سلامت، آسودگی و رفاه در زندگی و ساماندهی اطلاعات به شیوه ای مفیدتر برای انسان ها و سازمان ها از جنبه های مثبت توسعه اینترنت اشیاء است. در مقابل باید توجه داشت که توسعه این فناوری با چالش هایی در زمینه حریم خصوصی افراد همراه خواهد بود (ماکوری، ۲۰۱۷).

جهانی را تصور کنید که در آن میلیاردها شیء روی پروتکل عمومی یا خصوصی شبکه ها با همدیگر، ارتباط برقرار می کنند و اطلاعات را به اشتراک می گذارند. مفهوم جهان اینترنت اشیاء به این صورت است که این اشیاء به هم پیوسته به طور منظم اطلاعات را جمع آوری، تجزیه و تحلیل می کنند و برای شروع عمل، برنامه ریزی، مدیریت و تصمیم گیری استفاده می کنند. مفهوم اینترنت اشیاء توسط یکی از اعضای انجمن شناسایی فرکانس رادیویی (RFID) در سال ۱۹۹۹ ابداع شد و به تازگی به دلیل رشد دستگاه های تلفن همراه، فراگیر شدن ارتباطات و محاسبات و تجزیه و تحلیل داده ها بیشتر رو به اجرایی شدن رفت (یوسفی، ۱۳۹۵). از آن زمان، بسیاری از متفکرین بر روی عبارت اینترنت اشیاء برای اشاره به ایده کلی از اشیاء به خصوص اشیاء روزمره که قابل خواندن، تشخیص، مکانیابی، آدرس دهی و قابل کنترل از طریق اینترنت بودند را بدون در نظر گرفتن نوع ارتباطات (از طریق RFID، وایرلس، WAN و غیره) به دست گرفتند. اشیاء روزمره نه تنها دستگاه های الکترونیکی که ما با آنها روبرو می شویم یا محصولاتی که از نظر تکنولوژی توسعه یافته اند مانند وسایل نقلیه و... که ما معمولاً آنها را الکترونیکی در نظر نمی گیریم مانند غذا و لباس. این اشیاء باید قادر باشند که در هر زمان و هر مکانی به صورت یکپارچه از دنیای واقعی با دنیای مجازی ادغام شوند. در سال ۲۰۱۰ تعداد اشیاء فیزیکی و دستگاه های متصل به اینترنت حدود ۱۲.۵ میلیارد بود. که این رقم در سال ۲۰۱۵ دو برابر شده و به ۲۹ میلیارد می رسد و تعداد دستگاه های هوشمند هر فرد افزایش یافته است (نبی سروسستانی، ۱۳۹۸).

منابع و مآخذ

- ابراهیمی، ناهید؛ بشکنی، محمد کاظم. (۱۳۹۹). بررسی تاثیر اینترنت اشیاء بر حمل و نقل در کلان شهرها. ماهنامه پژوهش های معاصر در علوم و تحقیقات، ۲ (۹)، ص ۴۲-۴۹.
- احمدی، نادر. (۱۳۹۷). راه های استفاده معلم از تکنولوژی واقعیت افزوده. نشریه رشد تکنولوژی آموزشی، ۳۴ (۴)، ۳۶-۳۷.
- اسپید کار، رویا. ۱۳۹۸. تلفیق اینترنت اشیاء و هوش مصنوعی. ماهنامه دانش بنیان، (۳۱)، ۷۶.
- اسعدی، مرضیه. (۱۳۹۸). انقلاب صنعتی چهارم و اقتصاد دیجیتال: پیشران های رشد اقتصادی پایدار. فصلنامه مطالعات کاربردی در علوم مدیریت و توسعه، ۴ (۱۷)، ۱۱-۳۳.
- اسماعیلی، میترا؛ شرقی، مهران؛ عزمی، رضا. (۱۳۹۵). کنترل دسترسی و اعتماد در اینترنت اشیاء. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه الزهرا (س) - دانشکده فنی.

²¹ Yang

²² Regulators

- اصغریور، محمدجواد. (۱۳۹۲)، *تصمیم‌گیری‌های چند معیاره*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- اکبری، راضیه؛ پورجلیلی، علی؛ رضازاده، معصومه. (۱۳۹۸). *صنعت پیشرو با نگاه چهارم؛ چگونگی شکل‌گیری انقلاب صنعتی چهارم در صنایع*. صنعت هوشمند، ۲۲ (۲۱۳)، ۱-۳۰.
- آذر، عادل؛ خسروانی، فرزانه؛ جلالی، رضا. (۱۳۹۸). *تحقیق در عملیات نرم*. انتشارات سازمان مدیریت صنعتی.
- آزاده، سیدرضا؛ زربخش، شیرین؛ پرویزی، رضا؛ زالی، نادر. (۱۳۹۸). *تحلیلی بر کیفیت محله‌های شهری با تأکید بر مولفه‌های شهر پایدار مطالعه موردی: محله هوسم، شهر رودسر*. نشریه جغرافیا، ۱۷ (۶۱)، ۱۸۶-۲۰۰.
- بابائی، محمدرضا. (۱۳۹۴). *اینترنت اشیاء در صنعت بانکداری*. نشریه اقتصاد و بیمه. (۵۵)، ۲۴-۳۸.
- باقری، روح‌اله؛ عباسی، محمد؛ صالحی، ابراهیم. (۱۳۹۵). *دانشگاه در فرایند توسعه پایدار از اقتصاد مقاومتی*. نشریه راهبرد، ۲۵ (۸۱)، ۵۲۹-۵۴۱.
- بیرانوند، فروزان. (۱۳۹۷). *بررسی روابط بین توسعه پایدار شهری و حکمروایی خوب شهری*. ششمین کنفرانس ملی توسعه پایدار در علوم جغرافیا و برنامه ریزی، معماری و شهرسازی، تهران.
- پاکزاد، سجاد؛ شاه حسینی، احد؛ قاسمی، آزاده؛ رضائی، نرگس. (۱۳۹۹). *طراحی مفصل اورتوز متحرک انگشت برای تولید با روش پرینت سه بعدی*. پنجمین کنفرانس ملی مهندسی مکانیک و هوافضا، تهران.
- تقوا، محمدرضا؛ فیضی، کامران؛ طباطبایی، سیدغلامحسن؛ تمناچی، مصطفی. (۱۳۹۹). *چالش‌های بازآفرینی حکمرانی فناوری اطلاعات در بنگاه‌های دولتی بهره‌بردار از رویکرد رایانش ابری*. پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات، ۳۵ (۳)، ۷۸۵-۸۱۶.
- جزمی، محسن. (۱۳۹۶). *سیستم‌های سایبرفیزیکی در صنعت نسل چهارم*. نشریه پردازش، (۱۰۴).
- جنگروی، حسین؛ فتحیان، محمد؛ جوانمردی، جلال. (۱۳۹۸). *چارچوب پیاده‌سازی اینترنت اشیاء صنعتی مبتنی بر بلاکچین در صنایع نفت و گاز*. اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت دانش، بلاکچین و اقتصاد، تهران.
- خداداد حسینی، سید حمید؛ اسداللهی، محمدرضا. (۱۳۹۷). *عوامل موثر بر پذیرش سیستم سفارش غذای آنلاین از دیدگاه مشتریان*. فصلنامه مطالعات مدیریت کسب و کار هوشمند، ۶ (۲۳)، ۱۷۷-۲۱۲.
- داوری، علی؛ رضازاده، آرش. (۱۳۹۳). *کتاب مدل‌سازی معادلات ساختاری با نرم‌افزار PLS*. انتشارات گیسوم.
- دست رنج، رویا؛ قاضی، سیدسپهر؛ دست رنج، نسرين؛ شایان، علی. (۱۳۹۸). *ارزیابی اکوسیستم کلان داده در ایران با استعاره از مدل ارزیابی اکوسیستم هزاره*. نشریه پردازش و مدیریت اطلاعات، ۳۴ (۴)، ۱۶۴۲-۱۶۱۳.
- روحانی، سعید؛ پزشکی، طاهره؛ سهرابی، بابک. (۱۳۹۸). *طراحی و آزمایش داشبورد بلادرنک تحلیل متن شبکه اجتماعی توییتر*. فصلنامه پردازش علائم و داده‌ها، ۱۶ (۴)، ۱۵۱-۱۶۴.
- سالاری سردری، فرضعلی؛ عزیزاده، سید دانا؛ مریم، بیرانوندزاده. (۱۳۹۲). *ارزیابی توسعه پایدار شهری در شهر زابل با تأکید بر رویکرد CDS*. کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی، ۱ (۱)، ۱۵۹-۱۸۳.
- سپهوند، رضا؛ عارف نژاد، محسن. (۱۳۹۳). *اولویت بندی شاخص‌های توسعه پایدار شهری با رویکرد تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی گروهی* (مطالعه موردی در شهر اصفهان). فصلنامه ساختار و کارکرد شهری، ۱ (۱)، ۴۳-۵۹.
- سلامی، رباب؛ کردی، معصومه؛ فرخی، ناصر؛ خان، فرانک. (۱۳۹۹). *بررسی ضرورت و کاربردهای مختلف اینترنت اشیاء در حوزه کشاورزی در ایران و جهان*. هفتمین کنگره ملی زیست‌شناسی و علوم طبیعی ایران. تهران.

- شهبازپور، احمد، میرزایی، علی. (۱۳۹۴). تحلیلی بر مفهوم پایداری شهری و توسعه پایدار شهری. *اولین همایش ملی علوم زمین و توسعه شهری*. تبریز.
- طباطبایی، سیدغلامحسین؛ واحدی، منیره. (۱۳۹۵). *ارائه مدلی بهینه برای ترکیب اینترنت اشیا و رایانش ابری*. پایان نامه کارشناسی ارشد، مؤسسه آموزش عالی پویش - دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر.
- علمی، امیر. (۱۳۹۷). شکل گیری انقلاب صنعتی نسل چهارم. *نشریه صنعت هوشمند*، (۲۲).
- علیزاده، عبدالرحمن. (۱۳۸۴). ارتباطات توسعه و توسعه پایدار. *فصل نامه رسانه*، ۱۶ (۴)، ۸.
- عمادالدین، سمیه؛ دهداری، مصطفی؛ باددست، بنفشه. (۱۳۹۶). سنجش وضعیت زیست پذیری سکونتگاههای شهری در راستای پایداری توسعه شهری. *نخستین کنفرانس ملی به سوی شهرسازی و معماری دانش بنیان*، تهران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.
- غفاریان، علی؛ حاجی وند، حجت؛ مینایی، سید عباس؛ فرید، صمد. (۱۳۹۵). توسعه پایدار شهری. *چهارمین کنفرانس ملی توسعه پایدار در علوم جغرافیا و برنامه ریزی، معماری و شهرسازی*. تهران.
- فرج زاده، ساره. (۱۳۹۶). *ارزیابی نقش کاربردهای فناوری اینترنت اشیا در توسعه پایدار*. پایان نامه کارشناسی ارشد، مؤسسه آموزش عالی مهر آستان - دانشکده کامپیوتر و فناوری اطلاعات.
- فعال، نگار؛ فتح اله، مهدی؛ شیر، محسن. (۱۳۹۸). بررسی تاریخی صنعت تا ظهور استراتژیک انقلاب صنعتی چهارم، معرفی و تبیین مفاهیم. *سیزدهمین کنفرانس بین المللی مدیریت استراتژیک*. تهران.
- فهامی، ریحانه؛ زارع، حسین. (۱۳۹۲). عوامل موثر بر پذیرش فناوریهای جدید در آموزش از راه دور با استفاده از مدل پذیرش فناوری (مطالعه موردی: دانشگاه پیام نور اصفهان). *نشریه رهیافتی نو در مدیریت آموزشی*، ۴ (۱)، ۶۷-۷۹.
- قاسمی، روح اله؛ محقر، علی؛ صفری، حسین؛ اکبری جوکار، محمدرضا. (۱۳۹۵). اولویت بندی کاربردهای فناوری اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان ایران: محرکی برای توسعه پایدار. *مدیریت فناوری اطلاعات*، ۸ (۱)، ۱۵۵-۱۷۶.
- کوچکی نژاد، فاطمه؛ لطفی، مسلم. (۱۳۹۵). *ارزیابی و تحلیل شاخص های توسعه پایداری شهری (مطالعه موردی: شهر کوهدشت)*. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه، دانشکده ادبیات و علوم انسانی.
- کیانی بختیاری، ابوالفضل؛ موسوی موحدی، علی اکبر. (۱۴۰۰). انقلاب صنعتی چهارم و تغییرات بنیادین پیشرو. *نشریه نشاء علم*، ۱۱ (۲)، ص ۱۵۵-۱۶۳.
- محمدی، مهدی؛ ایمانی، فاطمه. (۱۳۹۷). تجزیه و تحلیل ساختار فرهنگی - اجتماعی و توسعه پایدار شهری به روش SWOT مطالعه موردی: شهرداری منطقه ۷ تهران. *اولین همایش بررسی چالش ها و ارایه راهکارهای نوین مدیریت شهری*، تهران، سازمان بسیج شهرداری.
- معجز، هادی؛ ساندانی، هانیه؛ جمالی، شهرام؛ بیدگلی، امیرمسعود. (۱۳۹۵). اینترنت اشیا: کاربردها، سبک ها، چالش ها و مدیریت اشیا ی مجازی. *اولین کنفرانس بین المللی دستاوردهای نوین پژوهشی در مهندسی برق و کامپیوتر*. تهران
- مناف زاده، هادی. (۱۳۹۸). نگرشی راهبردی به مبانی و معانی توسعه پایدار با رویکردی به معماری و شهرسازی پایدار. *نشریه نور*، (۱۷)، ۱۴-۲۵.

ناظمی، اسلام؛ معماریان، سروین؛ رحمان زاده، امین. (۱۳۹۸). ارائه مدل خودسازمان ده به منظور برقراری تعامل پذیری بین اشیاء هوشمند ناهمگون در اینترنت اشیاء. *کنفرانس ملی انفورماتیک ایران*، تهران.

نبی سروستانی، محمدامین. (۱۳۹۸). اینترنت اشیاء ابزاری برای ایجاد شهرهای هوشمند. *فصلنامه بهبود*، ۲۲ (۳۳)، ۸.

نظری، مهدی. (۱۳۹۳). بررسی تاثیر تکنولوژی دیجیتال بر نوآوری در معماری. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شاهد - دانشکده علوم انسانی.

نوری، شادی؛ محمدیان، ایوب. (۱۳۹۵). مروری بر تاثیر صنعت نسل چهارم در حوزه بهداشت و درمان. *دومین کنفرانس بین المللی مدیریت و فناوری اطلاعات و ارتباطات*. تهران.

هوتن، بهار؛ ضرابی، هومن. (۱۳۹۷). نسل چهارم صنعت *Industry 4.0*. موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران.

یعقوبی، نورمحمد؛ شکوهی، جواد؛ جعفری، حمیدرضا. (۱۳۹۳). شناسایی و رتبه بندی عوامل کلیدی موثر بر بکارگیری رایانش ابری در سلامت الکترونیک. *نشریه پردازش و مدیریت اطلاعات*، ۳۰ (۲)، ۵۷۲-۵۴۹.

یوسفی، مرتضی؛ زهره ونیدی، عبادالله. (۱۳۹۵). اینترنت اشیاء، برنامه های کاربردی و چالش های توسعه، *کنفرانس بین المللی مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات*. تهران.

Alberti, M., & Susskind, L.E. (1996). Managing urban sustainability: An introduction to the special issue. *Environmental Impact Assessment Review*, 16, 213-221.

Allen, M. (Ed.). (2017). The SAGE encyclopedia of communication research methods. SAGE Publications.

Bag, S., Telukdarie, A., Pretorius, J. H. C., & Gupta, S. (2018). Industry 4.0 and supply chain sustainability: framework and future research directions. *Benchmarking: An International Journal*, 28 (5), 1410-1450.

Birkel, H. S., Veile, J. W., Müller, J. M., Hartmann, E., & Voigt, K. I. (2019). Development of a risk framework for Industry 4.0 in the context of sustainability for established manufacturers. *Sustainability*, 11(2), 384.

Campbell, S. (1996) "Green Cities, Growing Cities, Just Cities? Urban Planning and the Contradictions of Sustainable Development." *Journal of the American Planning Association*, 62(3), 296-312.

Chin, W. W. (1998). The partial least squares approach to structural equation modeling. *Modern methods for business research*, 295(2), 295-33.

Devezas, T., & Sarygulov, A. (2017). Industry 4.0. Basel: Springer.

Dutton, W. H., & Reisdorf, B. C. (2019). Cultural divides and digital inequalities: attitudes shaping Internet and social media divides. *Information, Communication & Society*, 22(1), 18-38.

Elkin, T., McLaren, D., & Hillman, M. (۱۹۹۱). *Reviving the City*. London: Friends of the Earth.

Ghani, N. A., Hamid, S., Hashem, I. A. T., & Ahmed, E. (2019). Social media big data analytics: A survey. *Computers in Human Behavior*, 101, 417-428.

Ghobakhloo, M. (2020). Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 252, 119869.

Gökalp, E., Şener, U., & Eren, P. E. (2017). Development of an assessment model for industry 4.0: industry 4.0-MM. In *International Conference on Software Process Improvement and Capability Determination* (pp. 128-142). Springer, Cham.

Guo, D., Cao, Z., DeFrancia, K., Yeo, J. W. G., Hardadi, G., & Chai, S. (2018). Awareness, perceptions and determinants of urban sustainable development concerns—Evidence from a central province in China. *Sustainable Development*, 26, 652– 662.

- Hallikainen, H., Savimäki, E., & Laukkanen, T. (2020). Fostering B2B sales with customer big data analytics. *Industrial Marketing Management*, 86, 90-98.
- Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the academy of marketing science*, 43(1), 115-135.
- Hinings, B., Gegenhuber, T., & Greenwood, R. (2018). Digital innovation and transformation: An institutional perspective. *Information and Organization*, 28(1), 52-61.
- Holsti, O. R. (1969). *Content analysis for the social sciences and humanities*, Reading, MA: Addison-Wesley.
- Hossain, M. S., & Muhammad, G. (2016). Cloud-assisted industrial internet of things (iiot)-enabled framework for health monitoring. *Computer Networks*, 101, 192-202.
- Jahanmir, S. F., & Cavadas, J. (2018). Factors affecting late adoption of digital innovations. *Journal of Business Research*, 88, 337-343.
- Javaid, M., Haleem, A., Vaishya, R., Bahl, S., Suman, R., & Vaish, A. (2020). Industry 4.0 technologies and their applications in fighting COVID-19 pandemic. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 14(4), 419-422.
- Joshi, B., Joshi, B., & Rani, K. (2017). Mitigating Data Segregation and Privacy Issues in Cloud Computing. In *Proceedings of International Conference on Communication and Networks* (pp. 175-182). Springer, Singapore.
- Joss, S., & Rydin, Y. (2018). Prospects for Standardising Sustainable Urban Development. *Routledge Handbook of Sustainability Indicators*. Series: Routledge international handbooks. Routledge: Abingdon, Oxon ; New York, NY, pp. 364-378.
- Kannan, P. K. (2017). Digital marketing: A framework, review and research agenda. *International Journal of Research in Marketing*, 34(1), 22-45.
- Kumar, V., Vrat, P., & Shankar, R. (2022). Factors Influencing the Implementation of Industry 4.0 for Sustainability in Manufacturing, *Glob J Flex Syst Manag*, 23, 453-478.
- Lee, J. W., & Tan, W. N. (2019). Global Corporate Citizenship: Cross-cultural Comparison of Best Practices in the Global Automotive Industry. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business (JAFEB)*, 6(1), 261-271.
- Lin, K. C., Shyu, J. Z., & Ding, K. (2017). A cross-strait comparison of innovation policy under industry 4.0 and sustainability development transition. *Sustainability*, 9(5), 786.
- Liu, Zh., Li, J., Zhu, H., Cai, Zh. & Wang, L. (2014). Chinese firms' sustainable development—the role of future orientation, environmental commitment, and employee training. *Asia Pac J Manag*. 31, 195-213.
- Luthra, S., & Mangla, S. K. (2018). Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 168-179.
- Makori, E. O. (2017). Promoting innovation and application of internet of things in academic and research information organizations. *Library Review*, 66(8.9), 655-678.
- Matt, C., Hess, T., & Benlian, A. (2015). Digital transformation strategies. *Business & Information Systems Engineering*, 57(5), 339-343.
- Mikalef, P., Boura, M., Lekakos, G., & Krogstie, J. (2019). Big data analytics and firm performance: Findings from a mixed-method approach. *Journal of Business Research*, 98, 261-276.
- Miller, M. R., Jun, H., Herrera, F., Yu Villa, J., Welch, G., & Bailenson, J. N. (2019). Social interaction in augmented reality. *PloS one*, 14(5), e0216290.
- Müller, J. M., Kiel, D., & Voigt, K. I. (2018). What drives the implementation of Industry 4.0? The role of opportunities and challenges in the context of sustainability. *Sustainability*, 10(1), 247.

Myers, G. A. (2017). *Disposable cities: Garbage, governance and sustainable development in urban Africa*. Routledge.

Nambisan, S., Lyytinen, K., Majchrzak, A., & Song, M. (2017). Digital Innovation Management: Reinventing innovation management research in a digital world. *Mis Quarterly*, 41(1).

Nara, E. O. B., Costa, M. B., Baierle, I. C., Schaefer, J. L., Benitez, G. B., Santos, L. M. A. L., Benitez, L. B. (2021). Expected impact of industry 4.0 technologies on sustainable development: A study in the context of Brazil's plastic industry. *Sustainable Production and Consumption*, 25, PP. 102–122.