

بررسی عوامل موثر بر اکوسیستم خودرو متصل با رویکرد اینترنت اشیا با استفاده از تحلیل عاملی

سیما صالحی^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۰۱ تاریخ چاپ: ۱۴۰۳/۰۶/۰۱

چکیده

اینترنت اشیا^۱ (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 اشیا، 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 هویت دیجیتال دارند و به کامپیوترها اجازه می‌دهند آنها را ساماندهی کنند. هدف تحقیق بررسی عوامل موثر بر اکوسیستم خودرو متصل با رویکرد اینترنت اشیا با استفاده از تحلیل عاملی می‌باشد. جامعه آماری کارشناسان وزارت صمت می‌باشد و نمونه آماری با استفاده از فرمول کوکران و با روش تصادفی ساده انتخاب شدند. روش تجزیه و تحلیل امار توصیفی و آمار استنباطی و رویکرد تحلیل عاملی می‌باشد در نهایت نتیجه به اینصورت حاصل شد که اینترنت اشیا بر اکوسیستم خودرو متصل تاثیرگذار است و در نهایت پیشنهادات کاربردی ارائه شد.

واژگان کلیدی

خودرو متصل، اینترنت اشیا، خودرو متصل

۱. کارشناس ارشد مدیریت فناوری اطلاعات، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

¹ Internet Of Things

مقدمه

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 سنسورهایی با توانایی جمع‌آوری 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. دورنمایی که از صنعت ۴,۰ انتظار می‌رود کارخانه‌های تمام هوشمندی است که ارتباط در آنها ارتباط ماشین با ماشین^۲ (M2M) است و در کمترین زمان تولیدات با کیفیت مطلوب را در بازار عرضه می‌کنند (گوکالپ^۳، ۲۰۱۷). مهم‌ترین اثر اقتصادی این انقلاب، استقرار و فراگیری اقتصاد دیجیتالی با جهت‌گیری رشد اقتصادی پایدار است که محور اصلی سیاست‌گذاری 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، چشم‌انداز 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^۴ (CPS) و اینترنت اشیاء است. چشم‌انداز 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^۵ و همکاران، ۲۰۱۷).

اینترنت اشیاء (IoT) مفهومی جدید در دنیای فناوری و ارتباطات است. به صورت خلاصه اینترنت اشیاء فناوری مدرنی است که در آن برای هر موجودی (انسان و یا اشیاء) قابلیت ارسال داده از طریق شبکه‌های ارتباطی، اعماق از اینترنت یا اینترنت، فراهم می‌گردد. فرآیند ارسال داده‌ها در فناوری اینترنت اشیاء بدین ترتیب است که به سوزده مورد نظر یک شناسه یکتا و یک پروتکل اینترنتی (IP) تعلق می‌گیرد که داده‌های لازم را برای پایگاه داده‌ی مربوطه ارسال می‌کند. داده‌هایی که توسط ابزارهای مختلف از قبیل گوشی‌های تلفن همراه و انواع رایانه‌ها و تبلت‌ها قابل مشاهده خواهند بود (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۵). اینترنت اشیاء اگرچه پدیده جدیدی در حوزه فناوری اطلاعات است، اما به شکل قابل

^۲ Machine To Machine

^۳ Gökalp

^۴ Cyber-Physical Systems

^۵ Lin

ملاحظه‌ای باعث انقلابی در صنایع شده است که این امر ناشی از قابلیت اتصال اشیاء یا دستگاه‌ها از طریق اینترنت بی‌سیم، حسگرهای ارزیان قیمت و دستگاه‌های ذخیره‌سازی و پردازش اطلاعات است (ماکوری^۶، ۲۰۱۷).

ادبیات نظری

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 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 امکان‌پذیر است. شرکت‌ها می‌توانند محصولات جدید را مثلاً از طریق شبیه‌سازی‌های دیجیتالی، نمونه‌سازی‌های چاپ سه‌بعدی یا محصولات کاربردی کوچک، خیلی سریع‌تر و ارزان‌تر از گذشته بسازند و تست کنند. همزمان، استراتژیست‌های نوآوری علاوه بر تطبیق دادن خودشان با سرعت نوآوری، باید درگیر میادین بازی گسترده‌تری شوند. به‌عنوان مثال، مزیت رقابتی دیگر در محصولات نیست، بلکه در خدمات دیجیتالی است که برای این محصولات ارائه می‌شود. این استراتژیست‌ها، از خدمات پشتیبانی پیشگیرانه برای محصولات صنعتی گرفته تا اینترنت اشیا (IoT)، باید حوزه‌های نوآوری جدید را کشف و بر آن غلبه کنند (هینینگز و همکاران، ۲۰۱۸). شرکت‌های دیجیتال اصلی، سرعت را به‌عنوان یک مزیت مورد استفاده قرار داده‌اند و وقتی یک محصول یا خدمت جدید معرفی می‌کنند، از طریق کانال‌های دیجیتال محبوبیت کسب می‌کنند و سپس سرعت ورود آن به بازار را بالا می‌برند. نیاز به تسریع نوآوری و کوتاه کردن چرخه‌های تحقیق و توسعه و ورود به بازار در نحوه مدیریت برنامه‌های نوآوری شرکت‌ها 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 شرکت‌هایی که خودشان ماهیت دیجیتال دارند، سعی می‌کنند قابلیت‌های مزیتی خود را به بازارهای سنتی‌تر بیاورند. به‌عنوان مثال، اگر یک شرکت بیمه سنتی یا آژانس رتبه‌بندی اعتباری هستید، حتماً باید در نظر بگیرید که شرکت‌هایی مثل گوگل یا فیس‌بوک می‌توانند از داده‌ها و تخصص یادگیری ماشینی خود برای ایجاد رویکردهای جدید در پذیرش و ارزیابی ریسک‌های اعتباری استفاده کنند. اگر یک خرده‌فروش سنتی مواد غذایی هستید، مهم است که نوآوری‌های آمازون را بعد از مالکیت شرکت هول فودز در این عرصه، در نظر داشته باشید. شرکت‌های سنتی به‌طور فزاینده‌ای تلاش می‌کنند به‌طور گسترده‌تر و دیجیتالی‌تری نوآوری داشته باشند. به‌عنوان مثال، در خدمات مالی نمی‌توان شرکتی را یافت که سرمایه‌گذاری قابل توجه در نوآوری‌های دیجیتال نداشته باشد (جاهانمیر و کاوآداس^۷، ۲۰۱۸).

داده‌ها و نرم‌افزارها برای شناسایی و انتقال بسیاری از نوآوری‌های دیجیتال ضروری هستند. به‌عنوان مثال، در برخی از خرده‌فروشی‌های دیجیتال، الگوریتم‌های داده‌محور صدها عملیات را مثل سازگار کردن محصولات با مشتریان، سازگار کردن طراحان با مشتریان خود، محاسبه اینکه مشتریان چقدر از خدمات رضایت دارند و کشف اینکه شرکت باید چقدر و چه نوع کالایی را خریداری کند، انجام می‌دهد. داده و نرم‌افزار امکان تولید و کشف ایده را به وجود می‌آورند. پردازش زبان و تجزیه و تحلیل شبکه وقتی باهوش و خلاقیت انسانی ترکیب می‌شود، باعث می‌شود شرکت‌ها از

⁶ Makori

⁷ Jahanmir & Cavadas

اطلاعات جمع شده در پایگاه‌های داده بزرگ و غیرساختاربندی شده، دیدگاه‌های ارزشمندی در مورد رفتار مشتری و اقدامات رقبای خود به دست آورند. شرکت‌ها می‌توانند در ایجاد حق امتیاز، سرمایه‌گذاری خطرپذیر، ادبیات علمی و داده‌های مشتری، الگوهایی را کشف کنند. همچنین آنها می‌توانند ارزش‌های پیشنهادی جدید مثل توصیه‌های شخصی‌سازی شده و قابلیت‌های جدید برای محصولات سنتی را ایجاد کنند (مثل اتومبیل‌های خودران). وفور داده‌هایی که با ابزارهای موبایل ارائه می‌شود نیز منبع قدرتمند دیگری برای تحقیق و توسعه محصولات و خدمات است. بسیاری از شرکت‌ها یک برنامه شخصی‌سازی گسترده حول داده‌های موبایل ایجاد کرده است. شرکت‌های بیمه از داده‌های موبایل استفاده می‌کنند تا محصولات و خدمات جدید برای حمل و نقل ایجاد کنند (خداداد حسینی و همکاران، ۱۳۹۷).

رهبران بازار در سرعت سرمایه‌گذاری می‌کنند. رهبران بازار موتورهای نوآوری خود را بازسازی می‌کنند تا چرخه‌ها را کوتاه‌تر کنند، سریع‌تر حرکت کنند و مدت زمان رسیدن به بازار را کم کنند. آنها ایده‌های بیشتر را زودتر تست می‌کنند و از تکنیک‌های دیجیتال برای شبیه‌سازی و نمونه‌سازی استفاده می‌کنند. سپس این آزمایش‌ها را به سرعت تکرار می‌کنند تا به بهترین تناسب محصول-بازار برسند. توسعه محصول به جای اینکه یک نسخه نهایی را ایجاد کند، اغلب بر تولید یک نمونه کوچک از آن محصول متمرکز می‌شود تا شرکت بتواند داده‌های لازم را جمع‌آوری کند، اصلاحات را انجام بدهد و دوباره محصول را به بازار معرفی کند. همه این مراحل به صورت تکرار شونده و با چابکی انجام می‌شوند. معرفی محصول این روزها بیشتر به صورت آنلاین و با استفاده از پلت‌فرم‌های تجارت الکترونیک و مشتری الکترونیک صورت می‌گیرد (پرشینا^۸ و همکاران، ۲۰۱۹).

پیشگامان نوآوری و تحقیق و توسعه در محصولات جدید بیش از پیش به نوآوری دیجیتال متمایل شده‌اند. از بین ۵۰ شرکتی که در سال ۲۰۱۸ در لیست سازمان بین‌المللی آمار جز نوآورترین شرکت‌ها قلمداد شده‌اند، از جمله هفت شرکت از ۱۰ شرکت اول این فهرست، دارای ماهیت دیجیتالی هستند و به اصطلاح جزو نوآوران دیجیتالی محسوب می‌شوند. اغلب شرکت‌های نامبرده شده در این فهرست، در برنامه‌های نوآوری خود از فناوری‌های دیجیتالی استفاده کرده‌اند. این روند در میان صنایع فراگیر بوده و حتی در حال نفوذ به کسب‌وکارهایی است که انعطاف‌ناپذیر و محافظه‌کار تلقی می‌شدند. نوآوران قدرتمند در مقایسه با کمتر از ۲۰ درصد نوآوران ضعیف گزارش کرده‌اند که پروژه‌های جدید یا ایده‌هایی که برای رشد دارند، برگرفته از رسانه‌های اجتماعی یا داده‌ها می‌باشد. نوآوران قدرتمند دو برابر بیشتر از نوآوران ضعیف از برون‌سپاری جهت دستیابی به قابلیت‌های درست استفاده می‌کنند و این همان چیزی است که به دفعات برای شرکت‌هایی که تمامی مهارت‌های دیجیتالی مورد نیاز را به صورت درون‌سازمانی در اختیار ندارند مورد نیاز می‌باشد. این نوآوران همچنین فرآیند نوآوری خود را به صورت مناسب‌تری دیجیتالی می‌کنند و از این جهت هیچ جای تعجبی وجود ندارد که بیشتر نوآوران قدرتمند نسبت به نوآوران ضعیف از نتایج سرمایه‌گذاری‌های خود راضی هستند.

پیشینه تحقیق

کومار^۹ (۲۰۲۲) مطالعه‌ای با عنوان "عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی صنعت ۴٫۰ برای پایداری در تولید" انجام داد. هدف این مطالعه بررسی و اعتبارسنجی روابط متقابل بین عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی صنعت ۴٫۰ برای دستیابی به پایداری در تولید

^۸ Pershina

^۹ Kumar

بود. برای دستیابی به این هدف، مطالعه از یک رویکرد روش شناختی یکپارچه استفاده کرده است. برای مدل سازی عوامل موثر بر پیاده سازی صنعت ۴,۰ تکنیک مدل سازی معادلات ساختاری تفسیری کل^{۱۰} (TISM) جهت توسعه مدل ساختاری سلسله مراتبی به منظور بررسی روابط متقابل بین عوامل پیاده سازی صنعت ۴,۰ استفاده شد. روش مدل سازی معادلات ساختاری حداقل مربعات جزئی^{۱۱} (PLS-SEM) برای اعتبار سنجی روابط متقابل شناسایی شده از طریق TISM استفاده شد. نتایج پژوهش نشان داد که عواملی مانند مقررات زیست محیطی برای پایداری، قوانین کار مناسب برای نیروی کار شاغل در محیط دیجیتال، حمایت مستمر و تعهد مدیریت ارشد، بازسازی موثر سازمان، حمایت کافی از سوی ذینفعان مختلف و نقشه راه استراتژیک برای تحول دیجیتال و برندسازی تصویر سبز، بیشترین تأثیر را بر پیاده سازی صنعت ۴,۰ برای پایداری دارد.

نارا^{۱۲} (۲۰۲۱) مطالعه ای با عنوان "تأثیر مورد انتظار فناوری های صنعت ۴,۰ بر توسعه پایداری: مطالعه ای در زمینه صنعت پلاستیک برزیل" انجام داد. در این پژوهش یک مدل پایدار گرا برای ارزیابی تأثیر فناوری های صنعت ۴,۰ بر معیارهای پایدار پیشنهاد شده است. مدل ارائه شده، تأثیر فناوری های صنعت ۴,۰ را بر چندین شاخص عملکرد کلیدی مرتبط با توسعه پایدار تحلیل می کند. این مدل در صنعت پلاستیک آزمایش شد که پتانسیل بالایی از تجمع فناوری صنعت ۴,۰ در اقتصادهای نوظهور دارد. یک روش چند معیاره TOPSIS فازی برای طبقه بندی فناوری های صنعت ۴,۰ استفاده شد و آنهایی را که قوی ترین و ضعیف ترین تأثیرات را بر توسعه پایدار دارند شناسایی کرد. نتایج پژوهش نشان داد که اینترنت اشیا، سیستم های فیزیکی-سایبری، حسگرها و اجرای کلان داده ها محرک های توسعه پایدار هستند.

قباخلو^{۱۳} (۲۰۲۰) مطالعه ای با عنوان "صنعت ۴,۰، دیجیتالی سازی و فرصت هایی برای توسعه پایدار" انجام داد. این مطالعه ابتدا اصول اساسی طراحی و روند فناوری صنعت نسل چهارم را مرور می کند و طراحی معماری صنعت ۴,۰ را معرفی می کند. نتایج نشان می دهد که روابط اولویت پیچیده در میان عملکردهای مختلف پایداری صنعت ۴,۰ وجود دارد. تجزیه و تحلیل MICMAC نشان می دهد که عملکردهای پایداری اقتصادی مانند بهره وری تولید و نوآوری در مدل کسب و کار نتیجه فوری صنعت ۴,۰ است که راه را برای توسعه مفاهیم پایداری محیط زیستی و اجتماعی صنعت ۴,۰ مانند پایداری انرژی، کاهش انتشار گازهای سمي و بهبود رفاه اجتماعی، هموار می سازد.

یاداو^{۱۴} و همکاران (۲۰۲۰) مطالعه ای با عنوان "ارائه چارچوب پیاده سازی نسل ۴,۰ در زنجیره تامین پایدار صنعت خودرو سازی" انجام دادند. مطالعه حاضر با هدف ایجاد چارچوبی برای غلبه بر چالش های مدیریت پایدار زنجیره تامین از طریق صنعت ۴,۰ و اقدامات مدیریتی مربوطه انجام شده است. این مطالعه یک مجموعه منحصر به فرد از ۲۸ چالش زنجیره تامین پایدار و ۲۲ راه حل را مشخص می کند. علاوه بر این، از یک مطالعه موردی در صنعت خودرو برای آزمایش کاربرد چارچوب توسعه یافته از طریق روش ترکیبی بهترین روش بد (BWM) - و الکترون استفاده می شود. ورودی های رویکرد BWM-ELECTRE با ساخت یک پانل متخصص در سازمان مورد بدست می آید. ورودی های

¹⁰ Total Interpretive Structural Modeling

¹¹ Partial Least Squares Structural Equation Modeling

¹² Nara

¹³ Ghobakhloo

¹⁴ Yadav

اولیه برای مقایسه BWM برای محاسبه وزن چالش‌های زنجیره تامین پایدار گرفته شده است. در حالی که مقایسه بیشتر چالش‌ها و اقدامات راه حل نیز برای روش ELECTRE برای محاسبه رتبه بندی نهایی اقدامات راه حل برای غلبه بر چالش‌های زنجیره تامین پایدار به دست آمده است. یافته‌های پرونده نشان می‌دهد که چالش‌های مدیریتی و سازمانی و چالش‌های اقتصادی به عنوان مهمترین موارد برای پذیرش زنجیره تامین پایدار در نسل صنعت چهارم شناسایی می‌شوند. بیرکل^{۱۵} و همکاران (۲۰۱۹) مطالعه‌ای با عنوان "توسعه یک چارچوب ریسک برای صنعت ۴,۰ در زمینه پایداری برای تولیدکنندگان مستقر" انجام دادند. این مطالعه چارچوبی از ریسک‌ها را در زمینه صنعت ۴,۰ پیشنهاد می‌کند که مربوط به پایداری است. این چارچوب از طریق بررسی ادبیات و همچنین از ۱۴ مصاحبه عمیق تهیه شده است. مهمترین ریسک‌های اقتصادی شامل خطرات مرتبط با سرمایه گذاری‌های زیاد یا کاذب و همچنین مدل‌های تجاری نامعتبر و افزایش رقابت از سوی تازه واردان بازار است. از منظر اکولوژیکی، افزایش مصرف زباله و انرژی و همچنین خطرات زیست محیطی احتمالی شناسایی شده است. از منظر اجتماعی، از دست دادن شغل، خطرات مرتبط با تحول سازمانی و احراز مجدد کارمندان و همچنین مقاومت داخلی، از جنبه‌هایی است که در نظر گرفته می‌شود. علاوه بر این، تمامی ریسک‌های شناسایی شده می‌توانند با ریسک‌های فنی همراه باشند.

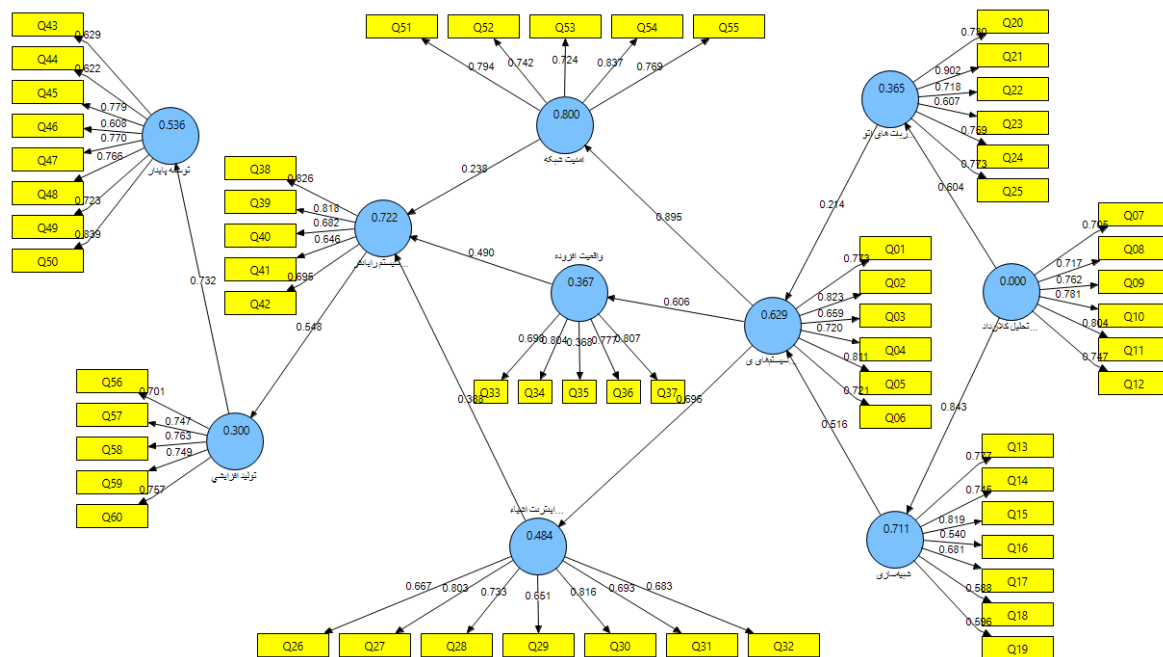
تجزیه و تحلیل داده ها

برای اعتبارسنجی مدل از تکنیک حداقل مربعات جزئی استفاده شده است. نتایج حاصل از اجرای مدل در حالت تخمین استاندارد، جهت و شدت رابطه میان متغیرها را نشان می‌دهد. خروجی نرم افزار Smart PLS برای تخمین استاندارد در شکل زیر ارائه شده است.

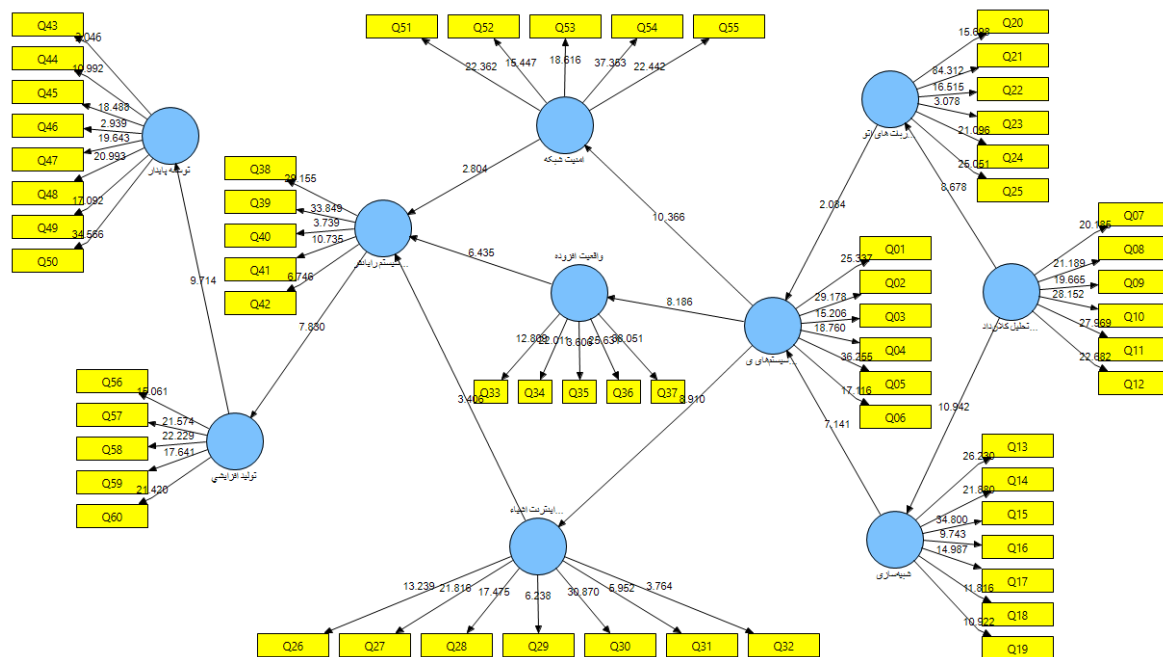
برای بررسی معناداری روابط متغیرهای مدل از روش خودگردان سازی (بوت استراپ^{۱۶}) استفاده شده است که آماره t را به دست می‌دهد. در سطح خطای ۵٪ اگر مقدار آماره بوت استراپینگ بزرگتر از ۱.۹۶ باشد همبستگی‌های مشاهده شده معنادار است. آماره t و مقدار بوت استراپینگ برای سنجش معناداری روابط ارائه شده است

¹⁵ Birkel

¹⁶ Bootstrap



شکل ۲ خروجی اعتبارسنجی مدل با روش حداقل مربعات جزئی



شکل ۳- معناداری روابط متغیرها با روش حداقل مربعات جزئی (بوت استرپینگ)

مدل بیرونی یا مدل اندازه گیری هم ارز تحلیل عاملی تاییدی در نرم افزار لیزرل یا اموس است. این بخش از مدل نشان می دهد گویه هایی که برای سنجش هر یک از عوامل اصلی در نظر گرفته شده است از اعتبار کافی برخوردار است. قدرت رابطه بین گویه ها با عوامل مربوط با بار عاملی و معناداری آنها با آماره t مورد سنجش قرار می گیرد. لازم به تذکر است در روش حداقل مربعات جزئی مقدار آماره t در روش بازنمونه گیری محاسبه می شود و در مطالعه حاضر از روش بوت استرپینگ برای بازنمونه گیری استفاده شده است. نتایج مدل بیرونی (مدل اندازه گیری) در جدول زیر ارائه شده است.

نتیجه گیری

در نهایت مدل اولیه ارائه شده با روش حداقل مربعات جزئی اعتبارسنجی شده است.

براساس ضریب مسیر مشاهده شده و مقدار آماره t (بوت استرپینگ) روابط متغیرها به صورت زیر قابل تفسیر است: ضریب مسیر جمع آوری و تحلیل کلان داده‌ها بر شبیه‌سازی مقدار ۰.۸۴۳ بدست آمده است. همچنین مقدار آماره t نیز ۱۰.۹۴۲ بدست آمده است؛ بنابراین با اطمینان ۹۵٪ می‌توان ادعا کرد: جمع آوری و تحلیل کلان داده‌ها بر شبیه‌سازی تاثیر مثبت و معناداری دارد.

ضریب مسیر جمع آوری و تحلیل کلان داده‌ها بر ربات‌های اتوماتیک صنعتی مقدار ۰.۶۰۴ بدست آمده است. همچنین مقدار آماره t نیز ۸.۶۷۸ بدست آمده است؛ بنابراین با اطمینان ۹۵٪ می‌توان ادعا کرد: جمع آوری و تحلیل کلان داده‌ها بر ربات‌های اتوماتیک صنعتی تاثیر مثبت و معناداری دارد.

در نتایج مطالعه نارا و همکاران (۲۰۲۱) نیز " اجرای کلان داده‌ها " به عنوان یکی از محرک های اصلی توسعه پایدار شناخته شده است و از این منظر با نتایج پژوهش حاضر هماهنگ است.

ضریب مسیر شبیه‌سازی بر سیستم‌های یکپارچه افقی و عمودی مقدار ۰.۵۱۶ بدست آمده است. همچنین مقدار آماره t نیز ۷.۱۴۱ بدست آمده است؛ بنابراین با اطمینان ۹۵٪ می‌توان ادعا کرد: شبیه‌سازی بر سیستم‌های یکپارچه افقی و عمودی تاثیر مثبت و معناداری دارد.

در نتایج مطالعه قباخلو (۲۰۲۰) نیز به تاثیر گذاری " شبیه سازی " به عنوان عاملی جهت دستیابی به توسعه پایدار اشاره شده و از این منظر با نتایج پژوهش حاضر هم خوانی دارد.

ضریب مسیر ربات‌های اتوماتیک صنعتی بر سیستم‌های یکپارچه افقی و عمودی مقدار ۰.۲۱۴ بدست آمده است. همچنین مقدار آماره t نیز ۲۰.۸۴ بدست آمده است؛ بنابراین با اطمینان ۹۵٪ می‌توان ادعا کرد: ربات‌های اتوماتیک صنعتی بر سیستم‌های یکپارچه افقی و عمودی تاثیر مثبت و معناداری دارد.

در نتایج مطالعه اسعدی (۱۳۹۸) نیز " ربات های اتوماتیک صنعتی " به عنوان یکی از پیشران های فیزیکی رشد اقتصادی پایدار اشاره شده و از این منظر با نتایج پژوهش حاضر همسو است.

ضریب مسیر سیستم‌های یکپارچه افقی و عمودی بر اینترنت اشیا صنعتی مقدار ۰.۶۹۵ بدست آمده است. همچنین مقدار آماره t نیز ۸.۹۱۰ بدست آمده است؛ بنابراین با اطمینان ۹۵٪ می‌توان ادعا کرد: سیستم‌های یکپارچه افقی و عمودی بر اینترنت اشیا صنعتی تاثیر مثبت و معناداری دارد.

منابع و مآخذ

ابراهیمی، ناهید؛ بشکنی، محمد کاظم. (۱۳۹۹). بررسی تاثیر اینترنت اشیا بر حمل و نقل در کلان شهرها. ماهنامه پژوهش‌های معاصر در علوم و تحقیقات، ۲ (۹)، ص ۴۲-۴۹.

احمدی، نادر. (۱۳۹۷). راه‌های استفاده معلم از تکنولوژی واقعیت افزوده. نشریه رشد تکنولوژی آموزشی، ۳۴ (۴)، ۳۶-۳۷.

اسپید کار، رویا. ۱۳۹۸. تلفیق اینترنت اشیا و هوش مصنوعی. ماهنامه دانش بنیان، (۳۱)، ۷۶.

اسعدی، مرضیه. (۱۳۹۸). انقلاب صنعتی چهارم و اقتصاد دیجیتال: پیشران‌های 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 اشیا. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه الزهرا (س) - دانشکده فنی.
- 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 اشیا 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؛ تمتاجی، 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 اشیا 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، سیددانا؛ 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 زیست شناسی 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، سیدغلامحسن؛ واحدی، منیره. (۱۳۹۵). ارائه مدلی بهینه برای ترکیب اینترنت اشیاء 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 اشیاء در توسعه پایدار. پایان نامه کارشناسی ارشد، مؤسسه آموزش عالی مهر آستان - دانشکده کامپیوتر و فناوری اطلاعات.
- فعال، نگار؛ فتح اله، مهدی؛ شیری، 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 اشیاء 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 شاخصهای 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 آرایه راهکارهای نوین مدیریت شهری، تهران، سازمان بسیج شهرداری.
- معجز، هادی؛ سندانی، هانیه؛ جمالی، شهرام؛ بیدگلی، امیرمسعود. (۱۳۹۵). اینترنت اشیاء: کاربردها، سبکها، چالش ها و مدیریت اشیای 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 اشیا. *کنفرانس ملی انفورماتیک ایران*، تهران.
- نبی سروستانی، محمدامین. (۱۳۹۸). اینترنت اشیا 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 وندي، عبادالله. (۱۳۹۵). *اینترنت اشیا، 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.
- Pandit, A., Minné, E. A., Li, F., Brown, H., Jeong, H., James, J. A. C., ... & Crittenden, J. C. (2017). Infrastructure ecology: an evolving paradigm for sustainable urban development. *Journal of Cleaner Production*, 163, S19-S27.
- Parente, M., Figueira, G., Amorim, P., & Marques, A. (2020). Production scheduling in the context of Industry 4.0: Review and trends. *International Journal of Production Research*, 58(17), 5401-5431.
- Patton, G. S., & Blumenson, M. (1996). *The Patton Papers: 1940-1945* (Vol. 717). Da Capo Press.
- Pershina, R., Soppe, B., & Thune, T. M. (2019). Bridging analog and digital expertise: Cross-domain collaboration and boundary-spanning tools in the creation of digital innovation. *Research Policy*, 48(9), 103819.
- Pîrjan, A., & Petroșanu, D. M. (2013). The impact of 3D printing technology on the society and economy. *Journal of Information Systems and Operations Management*, 7(2), 360-370.
- Popkova, E. G., & Sergi, B. S. (2020). Human capital and AI in industry 4.0. Convergence and divergence in social entrepreneurship in Russia. *Journal of Intellectual Capital*. 21(4), 565-581.
- Rittinghouse, J. W., & Ransome, J. F. (2016). *Cloud computing: implementation, management, and security*. CRC press.
- Roo, G. (2017). Integrating city planning and environmental improvement. *Practicable strategies for sustainable urban development*. Publisher: Routledge.
- Sage A. P. (1977). *Interpretive structural modeling: Methodology for large-scale systems*. New York, NY: McGraw-Hil.
- Samra, H. E., Li, A. S., Soh, B., & AlZain, M. A. (2017). A Cloud-Based Architecture for Interactive E-Training. *International Journal of Knowledge Society Research (IJKS)*, 8(1), 67-78.
- Shahrubudin, N., Lee, T. C., & Ramlan, R. (2019). An overview on 3D printing technology: Technological, materials, and applications. *Procedia Manufacturing*, 35, 1286-1296.
- Shen, L. Y., Ochoa, J. J., Shah, M. N., & Zhang, X. (2011). The application of urban sustainability indicators—A comparison between various practices. *Habitat International*, 35(1), 17-29.
- Simon, D., Arfvidsson, H., Anand, G., Bazaz, A., Fenna, G., Foster, K., ... & Nyambuga, C. (2016). Developing and testing the Urban Sustainable Development Goal's targets and indicators—a five-city study. *Environment and Urbanization*, 28(1), 49-63.
- Stenbacka, C. (2001). *Qualitative research requires quality concepts of its own*. Management decision.
- Sunyaev, A. (2020). *Cloud computing*. In *Internet computing* (pp. 195-236). Springer, Cham.

- Tanwar, S., Tyagi, S., & Kumar, S. (2018). The Role of Internet of Things and Smart Grid for the Development of a Smart City. In *Intelligent Communication and Computational Technologies* (pp. 23-33).
- Tenenhaus, M., Amato, S., & Esposito Vinzi, V. (2004, June). A global goodness-of-fit index for PLS structural equation modelling. In *Proceedings of the XLII SIS scientific meeting*, 48(1), 739-742.
- Wetzels, M., Odekerken-Schröder, G., & Van Oppen, C. (2009). Using PLS path modeling for assessing hierarchical construct models: Guidelines and empirical illustration. *MIS quarterly*, 177-195.
- Wortmann, F., & Flüchter, K. (2015). Internet of things. *Business & Information Systems Engineering*, 57(3), 221-224.
- Xia, F., Yang, L. T., Wang, L., & Vinel, A. (2012). Internet of things. *International Journal of Communication Systems*, 25(9), 1101.
- Internet of thing
- Yadav, G., Luthra, S., Jakhar, S. K., Mangla, S. K., & Rai, D. P. (2020). A framework to overcome sustainable supply chain challenges through solution measures of industry 4.0 and circular economy: An automotive case. *Journal of Cleaner Production*, 254, 120112
- Yang, S. H. (2014). *Internet of things*. In *Wireless Sensor Networks* (pp. 247-261). Springer, London.
- Yoo, Y., Henfridsson, O., & Lyytinen, K. (2010). Research commentary—the new organizing logic of digital innovation: an agenda for information systems research. *Information systems research*, 21(4), 724-735.