فصلنامــه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گــذاری
سال هشتم/ شماره سی‌ویکم/ پائیز ۱۳۹۸

ارائه چارچوب مناسب (شاخصهای ترکیبی) ارزیابی آمادگی بنگاه‌ها و شهرکهای صنعتی برای پیاده‌سازی مولفه های بنیادین انقلاب صنعتی چهارم و توسعه سرمایه‌گذاری

محمدرضا عارف
استاد ممتاز دانشکده برق دانشگاه شریف

احمد جعفرنژاد
استاد دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

ابوالفضل کیانی بختیاری
دانش آموخته دکترای مدیریت تکنولوژی دانشگاه تهران (نویسنده مسئول)
kiani@imi.ir

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۲/۱۲

چکیده

در سال‌های اخیر، تحولات فناورانه و نوآوری‌های پیاپی در فرایندهای ساخت و تولید، تغییرات عمیقی را در چشم‌انداز صنعتی جهان ایجاد کرده‌اند. در این میان، شاهد ظهور مفهوم صنعت ۴,۰ نیز بوده‌ایم و پژوهشگران نیز توجه فزاینده‌ای به این موضوع نشان داده‌اند. در مطالعه پیش رو، پژوهش‌های پیشین مرتبط با مدل ها و شاخص های ارزیابی میزان آمادگی بنگاهها برای مواجهه با صنعت ۴,۰ بررسی شده‌اند. این پارادایم صنعتی جدید که از طریق درهم آمیزی فناوری ها برپایه سامانه های فیزیکی سایبری و تحول دیجیتال ایجاد شده‌است، پیامدهای متحولانه ای را برای صنعت و اقتصاد به همراه دارد. با توجه به اهمیت موضوع، مولفه های بنیادین و شاخص های ارزیابی آمادگی صنعت ۴,۰ استخراج و چارچوب فرایندی متناسب برای بنگاههای کشور ارائه شده است.روش تحقیق این پژوهش روش آمیخته کیفی و کمی است، ابتدا در پایگاههای معتبر علمی از جمله Emerald, Sage, Science Direct و Springer ۴۰ مقاله معتبر در خصوص شاخص های ارزیابی میزان آمادگی و بلوغ بنگاهها برای مواجه و پیاده سازی صنعت ۴,۰ استخراج و مورد بررسی قرار گرفت از این تعداد ۱۶ مقاله مرتبط انتخاب و پس از بررسی تطبیقی شاخص های پیشنهادی برای ارزیابی میزان آمادگی و بلوغ متناسب با بنگاهها و شهرکهای صنعتی ایران مستخرج از مطالعات مرتبط و پنل خبرگی ارائه و با استفاده از دیمتل و مدل سازی تفسیری – ساختاری (ISM) مدل فرایندی آزمایش و اعتبارسنجی اولیه ساختار و محتوای این شاخص ها و قابلیت اجرای آن در محیط‌های عملیاتی واقعی ارائه خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: صنعت ۴,۰، انقلاب صنعتی چهارم، شاخص های بلوغ صنعت ۴,۰، مدل فرایندی ارزیابی صنعت ۴,۰.

۱- مقدمه

مفهوم صنعت ۴,۰ نخستین بار به هدف توسعه اقتصاد آلمان در سال ۲۰۱۱ مطرح شد. (Roblek et al., 2016; Vogel-Heuser and Hess, 2016). به گفته لوکاک (Lukac, 2015)، انقلاب اول صنعتی در اواخر قرن ۱۸ آغاز شد و نمود آن کارخانه‌های تولید مکانیکی بودند که بر مبنای قدرت آب و بخار کار می کردند. انقلاب صنعتی دوم در ابتدای قرن بیستم آغاز شد و نماد آن تولید انبوه بر مبنای انرژی برق بود. انقلاب سوم در دهه ۱۹۷۰ آغاز شد و ویژگی آن تولید بر مبنای فناوری الکترونیک و اینترنت بود؛ و اکنون، انقلاب صنعتی چهارم، که آن را صنعت ۴,۰ می‌نامند، در حال رخ دادن است و ویژگی آن تولید بر مبنای سیستم‌های سایبرفیزیکی بوده و مبتنی بر داده‌های ناهمگن و یکپارچگی دانش است. نقش اصلی سیستم‌های سایبرفیزیکی این است که الزامات پویا و چابکی مورد نیاز برای تولید را فراهم کنند و کارایی و اثربخشی کل صنعت را بالا ببرند. هدف صنعت ۴,۰ رسیدن به سطح بالاتری کارایی عملیاتی و بهره‌وری و همچنین، سطح بالاتری از اتوماسیون است (Thames and Schaefer, 2016). در دنیای امروز، چالش‌های صنعتی منتج از تحولات تکنولوژیک و اجتماعی، بنگاه‌های صنعتی را ناچار می‌سازد که چابکی و قدرت واکنش سریع خود را بهبود دهند تا بتوانند کل زنجیره تأمین خود را مدیریت کنند. بنابراین، شرکت‌ها به تکنولوژی‌های مجازی و فیزیکی‌ای نیاز دارند که قابلیت همکاری و انطباق سریع را برای کسب‌وکارها و عملیات‌های آن‌ها فراهم می‌سازند. پیاده‌سازی استراتژی‌های صنعت ۴,۰ مستلزم تغییرات زیادی در شرکت‌هاست. طبق تحقیقات به عمل آمده، مدیران ارشد بسیاری از صنایع در مورد بروندادهای پروژه‌های صنعت ۴,۰ و هزینه‌های سرمایه‌گذاری چندان مطمئن نیستند و برخی از آن‌ها دانش کافی را درباره مفهوم صنعت ۴,۰ ندارند. از اینرو، مدل‌های آمادگی و بلوغ، دانش گسترده‌ای درباره وضعیت فعلی شرکت‌ها و روش هایی برای پیاده‌سازی استراتژی‌های صنعت ۴,۰ فراهم می‌آورند.

برخی از مولفه های انقلاب صنعتی چهارم از اهمیت بالایی برخوردار می باشند و ناگزیر می باید بخش های صنعتی و بویژه شهرک های صنعتی و فناوری نسبت به توسعه و پیاده سازی این مولفه ها اقدام نمایند. برای مثال اینترنت اشیای صنعتی(IIOT) کلان داده ها(Big Data) و رایانش ابری (Cloud Computing) برای هوشمند سازی بخش های صنعتی از اهمیت بالایی برخوردار می باشد. بر اساس پیش بینی موسسه مکنزی تا افق ۲۰۲۵ تمایل و حرکت بخش های صنعتی جهان به سوی هوشمندسازی و اتصال به اینترنت و توسعه فناوری (IIOT) شتاب فزاینده ای خواهد داشت. مکنزی در افق مذکور بازار بالقوه ۴ تا ۱۱ هزار میلیارد دلاری برای IOT پیش بینی نموده است که کشور ایران اگر بتواند تنها ۱٪ این بازار را به خود اختصاص دهد، بازار ۴۰ تا ۱۱۰ میلیارد دلاری خواهد شد. پیش بینی می شود تا سال ۲۰۲۰ بیش از ۲۸ میلیارد میلیارد شی به اینترنت متصل شود و بازاری در حدود ۷۰۰۰ میلیارد دلاری را رقم خواهد زد که ۱٪ سهم بازار ایران ۷۰ میلیارد دلار خواهد بود.[۱]

درآمد حاصل از کلان داده تا سال ۲۰۲۰ به ۲۰۳ میلیارد دلار خواهد رسید و ۱٪ سهم بازار ایران بازار بالغ بر ۲ میلیارد دلار خواهد شد.

بنابراین این پژوهش از اینرو حائز اهمیت است که بخش های صنعتی کشور می باید بتوانند با یک چارچوب(شاخص های ترکیبی) جامع توان وآمادگی خود برای پذیرش انقلاب صنعتی چهارم را ارزیابی نمایند و نسبت به پیاده سازی مدل با هدف حرکت همسو با تحولات فناورانه بویژه در زمینه هوشمند سازی صنایع و شهرک های صنعتی اقدام نمایند.

مساله اصلی این تحقیق ارزیابی میزان آمادگی و بلوغ بخش های صنعتی بویژه شهرک های صنعتی برای پذیرش و پیاده سازی مولفه های اصلی انقلاب صنعتی چهارم است. بخش های صنعتی و بویژه شهرک های صنعتی سراسر دنیا که از نظر تعداد و نوع فعالیت بخش عمده ای از صنایع را در خود استقرار می دهند، به دلیل تحولات اخیر در زمینه‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و فناوری به قابلیت‌های مختلفی برای مدیریت چابک و ساختارهای مجازی و فیزیکی هوشمند نیاز خواهند داشت. می‌توان گفت که بخش اعظم پیشرفت‌های فعلی در بنگاههای صنعتی وابسته به سطح فناوری اطلاعات نظیر سیستم‌هایسایبر فیزیکی، اینترنت اشیاء، رایانش ابری، سیستم داده های کلان و داده کاوی و...) می باشد.

مساله اصلی این پژوهش، ارائه یک چارچوب ارزیابی نظام‌مند برای سنجش میزان آمادگی بنگاهها و شهرک های صنعتی برای پایش مولفه های مهم انقلاب صنعتی چهارم می باشد.

این چارچوب از جنبه علمی به دنبال کسب داده‌های معتبر درباره وضعیت کنونی بنگاهها و میزان آمادگی آن‌ها برای پیاده‌سازی انقلاب صنعتی چهارم است.

۲- مبانی نظری و مرور پژوهش

مدل‌های آمادگی[۲] تعیین می‌کنند که آیا سازمان آمادگی شروع فرایند را دارد یا خیر، اما مدل بلوغ [۳]روشن می‌کند که سازمان در چه سطحی از بلوغ در آن فرایند قرار دارد. دافی (۲۰۰۱) نیکو و همکاران (۲۰۱۶)، بلوغ را قرار داشتن در وضعیت کامل تعریف کردند. ملتر (۲۰۰۹) بلوغ را به مثابه توسعه توانمندی خاص و رسیدن به موفقیت مورد نظر تعریف کردند. پروسنکا و بوربینیا (۲۰۱۶) بیان داشتند که بلوغ می‌تواند به‌عنوان یک شاخص ارزیابی مورد استفاده قرار بگیرد و بلوغ را به مثابه کامل بودن، بی‌نقص بودن، و آماده بودن تعریف می کنند.

به نظر تارهان و همکاران (۲۰۱۶)، مدل بلوغ یک تکنیک ارزشمند برای بررسی فرایندها و سازمان‌دهی از منظرهای مختلف است. امروزه، مدل‌های بلوغ به ابزارهایی ارزشمند برای ارزیابی سازمان‌ها تبدیل شده‌اند. مدل‌های بلوغ سازمان‌ها را به گونه ای رهنمون می سازند تا خود را بر اساس نتایج ارزیابی، بررسی و اصلاح کنند و مسیر مناسب را برای رسیدن به سطح مطلوب دنبال کنند و همچنین ضعف‌ها، قوت‌ها و فرصت‌های موجود را در راه رسیدن به بلوغ شناسایی کنند. به عقیده شوماخر (۲۰۱۶)، مدل بلوغ ابزاری برای مقایسه وضع موجود سازمان‌دهی و فرایندهای سازمان با وضع مطلوب است. مدل‌های بلوغ به سازمان‌ها کمک می‌کنند تا تصمیم بگیرند که چه زمانی و چرا باید دست به عمل بزنند. همچنین به سازمان‌ها نشان می‌دهد که برای رسیدن به درجات بالای بلوغ، چه اقداماتی را باید انجام دهند.

در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۵ توسط شرکت IBM انجام شد، این نتیجه حاصل شد که تحول صنعت ۴,۰، دشواری‌های بسیاری دارد که علت آن عدم کفایت تکنولوژی‌هایIT موجود، ضعف دانش و همچنین هزینه‌های بالای سرمایه‌گذاری است. تحول دیجیتالی کسب‌وکارها و عملیات در شرکت‌ها، نیازمند سرمایه‌گذاری برای توسعه تکنولوژی‌های ارتباطات و اطلاعات و ماشین‌آلات می باشد.

مدل‌های موجودآمادگی و بلوغ صنعت ۴,۰ مستخرج از مرور ادبیات

۱) مدل IMPULS: آمادگی صنعت ۴,۰[۴] (۲۰۱۵)
۲) مدل خود-ارزیابی عملیات‌های دیجیتالی صنعت ۴,۰[۵] (۲۰۱۶)
۳) مدل بلوغ بنگاه متصل[۶] (۲۰۱۶)
۴) مدل بلوغ صنعت ۴,۰[۷] (۲۰۱۶)

۱) مدل IMPULS: آمادگی صنعت ۴,۰ (۲۰۱۵)

این مدل توسط لیشت‌بلا و همکاران ارائه شده است. این مدل از شش سطح آمادگی صنعت ۴,۰ به شرح زیر تشکیل شده است:

- سطح ۰: بیگانه[۸]
- سطح ۱: مبتدی[۹]
- سطح ۲: متوسط[۱۰]
- سطح ۳: تجربه‌گر[۱۱]
- سطح ۴: متخصص[۱۲]
- سطح ۵: حرفه‌ای[۱۳]

این مدل شامل شش بعد صنعت ۴,۰ نیز هست که عبارت‌اند از: "استراتژی و سازمان[۱۴]"، "کارخانه هوشمند[۱۵]"، "عملیات‌های هوشمند[۱۶]"، "محصولات هوشمند[۱۷]"، "خدمات مبتنی بر داده[۱۸]"، و "کارکنان[۱۹]". ابعاد و زمینه‌های مربوط به هر یک در جدول ۱ آورده شده است.

در مدل آمادگی پیشنهاد شده، سطح آمادگی صنعت ۴,۰ در شرکت‌ها از ۰ تا ۵ رتبه‌بندی می‌شود. پرسش‌نامه این مدل آمادگی، ویژگی‌های ساختاری شرکت‌ها، دانش آن‌ها درباره صنعت ۴,۰، انگیزه آن‌ها و موانع پیش روی آن‌ها برای سیر به سمت صنعت ۴,۰ را مورد سنجش قرار می‌دهد. پرسش‌نامه ۲۴ پرسش برای شش بعد مذکور و چند پرسش درباره صنعت، اندازه بازار کار محلی و سود سالانه دارد. در این پرسش‌نامه برای سطح تعیین آمادگی، از مقیاس طیف پنج‌نقطه‌ای لیکرت استفاده می‌شود.

جهت خلاصه‌سازی بهتر، کارنامه شرکت‌ها بررسی‌شده در تحت سه عنوان گروه‌بندی می‌شود: اگر شرکتی سطوح ۰ و ۱ را به دست بیاورد، عنوان تازه‌وارد[۲۰]؛ سطح ۲ عنوان یادگیرنده[۲۱]؛ و سطح ۳ و بالاتر، عنوان پیشرو[۲۲] را می‌گیرد. تازه‌واردان شرکت‌هایی هستند که تا زمان ارزیابی، هیچ پروژه را در حوزه صنعت ۴,۰ آغاز نکرده‌اند

یا در مراحل مطالعاتی آن قرار دارند. یادگیرندگان شرکت‌هایی هستند پروژه‌های ابتدایی درباره صنعت ۴,۰ را آغاز کرده‌اند، و پیشروان، شرکت‌هایی هستند که نسبت به سایر شرکت‌ها در زمینه پیاده‌سازی صنعت ۴,۰ پیشروتر هستند.

سطح آمادگی شرکت‌ها بر اساس پایین‌ترین سطح در سطح زمینه تعیین می‌شود. ابعاد صنعت ۴,۰ مجموعاً ۱۰۰ امتیاز دارند که ۲۵ امتیاز مربوط به بعد استراتژی و سازمان؛ ۱۴ امتیاز مربوط به بعد کارخانه‌های هوشمند؛ ۱۹ امتیاز مربوط به بعد "محصولات هوشمند"؛ ۱۴ امتیاز مربوط به بعد "خدمات مبتنی بر داده"؛ ۱۰ امتیاز مربوط به بعد "عملیات‌های هوشمند؛ و ۱۸ امتیاز مربوط به بعد کارکنان می‌شود.

نتیجه سنجش، ارائه یک کارنامه به شرکت‌هاست تا ابعاد ضعیف خود را بشناسند. در پایان، یک برنامه عمل برای شرکت‌ها پیشنهاد می‌شود تا بتوانند به سطح ۵ آمادگی برسند.

جدول۱- ابعاد و زمینه‌های مرتبط مدل IMPULS

ابعاد	زمینه های مرتبط
استراتژی و سازمان	استراتژی سرمایه‌گذاری‌ها مدیریت نوآوری
کارخانه هوشمند	مدل‌سازی دیجیتالی زیرساخت تجهیزات استفاده از داده‌ها سیستم‌های IT
عملیات‌های هوشمند	استفاده از ابر امنیت IT به‌اشتراک‌گذاری مستقل اطلاعات فرایندها
محصولات هوشمند	ابزارها و روش‌های تحلیل داده کارکردهای تقویت شده با ICT
خدمات مبتنی بر داده	سهم از داده‌های استفاده‌شده سهم از درآمد خدمات مبتنی بر داده
کارکنان	کسب مهارت مجموعه مهارت کارکنان

۲) مدل خود-ارزیابی عملیات‌های دیجیتال صنعت ۴,۰ (۲۰۱۶)

شرکت PwC گزارشی با عنوان "صنعت ۴,۰: ساختن یک بنگاه دیجیتالی" منتشر کرد که در آن، مدل بلوغ صنعت ۴,۰ و همچنین "راهنمایی برای موفقیت دیجیتالی[۲۳]" را منتشر کرد (جدول ۲). این مدل چهار مرحله و هفت بعد را شامل می‌شود. مراحل عبارت‌اند از:

- مبتدی در دیجیتال[۲۴]
- دارای یکپارچگی عمودی[۲۵]
- دارای همکاری افقی[۲۶]
- قهرمان دیجیتال[۲۷]

این مدل سطح بلوغ شرکت‌ها را در هفت بعد شامل "مدل‌های کسب‌وکار دیجیتالی و دسترسی مشتری به اطلاعات"، "دیجیتالی کردن کل زنجیره محصول و خدمت"، "دیجیتالی کردن و یکپارچگی زنجیره‌های ارزش افقی و عمودی"، "داده و تحلیل به‌عنوان قابلیت اصلی"، "معماری چابک IT"، "قانون‌پذیری، امنیت، حقوقی و مالیات"، "سازمان، کارکنان و فرهنگ دیجیتالی" سنجش می‌کند.

این مدل شرکت‌ها را به گونه ای راهنمایی می کند تا سطح بلوغ صنعت ۴,۰ خود را ارزیابی کنند و از طریق ابزار خود-ارزیابی آنلاین، نتایج را ترسیم کنند. در پایان ارزیابی، برای شرکت‌ها یک برنامه عمل فراهم می‌کند تا به آن‌ها در رسیدن به سطح بالای بلوغ صنعت ۴,۰ کمک کند.

ابزار خود-ارزیابی آنلاین، مجموعاً ۳۳ پرسش برای هفت بعد اشاره شده و چند پرسش درباره صنعت، منطقه، کشور و درآمد سالانه دارد. در این پرسش‌نامه از طیف پنج‌نقطه‌ای لیکرت استفاده می‌شود. همچنین یک نمودار رادار هم در پایان ارزیابی به شرکت ارائه می‌شود.

جدول ۲- گام های اجرایی راهنمای موفقیت دیجیتالی

گام ۱	گام۲	گام۳	گام۴	گام۵	گام۶
نقشه استراتژی صنعت ۴,۰ خود را ترسیم کنید.	پروژه‌های آزمایشی اولیه را ایجاد کنید.	قابلیت‌هایی را که نیاز دارید تعریف کنید.	در تحلیل داده خبره شوید.	به یک بنگاه دیجیتالی تبدیل شوید	فعالانه برای یک رویکرد اکوسیستمی برنامه‌ریزی کنید.

۳) مدل بلوغ بنگاه متصل به شبکه (۲۰۱۶)

مدل بلوغ بنگاه متصل به شبکه توسط شرکت راکول اتوماسیون[۲۸] در سال ۲۰۱۴ ایجاد شد. این مدل شامل پنج مرحله و چهار بعد متمرکز بر تکنولوژی[۲۹] است. مراحل این مدل از این قرارند:

- مرحله ۱: ارزیابی[۳۰]

- مرحله ۲: شبکه و کنترل‌های توسعه یافته و امن[۳۱]
- مرحله ۳: سرمایه داده‌های کاری به‌گونه تعریف‌شده و سازمان‌دهی‌شده[۳۲]
- مرحله ۴: ابزارها و روش‌های تحلیل داده[۳۳]
- مرحله ۵: همکاری[۳۴]

مرحله ارزیابی در این مدل، جنبه‌های مختلف شبکه تکنولوژی‌های عملیاتی و اطلاعاتی سازمان را از چهار بعد ارزیابی می‌کند: "زیرساخت اطلاعاتی (سخت‌افزار و نرم افزار)"، "کنترل‌ها و ابزارها (حسگرها، عملگرها، کنترل‌های موتوری و سوئیچ‌ها) که داده‌ها را تأمین و دریافت می‌کنند" و "خط‌مشی‌های امنیتی (فهم، سازمان‌دهی، اجبار)". چنین گفته می‌شود که اصلی‌ترین چالش در مرحله ارزیابی، تردیدی است که برخی ابراز می‌دارند و آن اینکه چرا باید وقت را صرف مورد سؤال قرار دادن اقداماتی کنیم که سال‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

در مرحله دوم، بعد از مرحله ارزیابی، سازمان OT/IT[۳۵] تشکیل می‌شود تا ارتباطی امن و تطبیق‌پذیر بین عملیات‌های سطح کارخانه و سیستم‌های کسب‌وکار بنگاه شکل بگیرد. در این مرحله، توسعه های طولانی‌مدت آغاز می‌شود و شکاف‌ها و ضعف‌های عملیات‌های موجود شناسایی می‌شوند. در شرکت‌های بزرگ، کنترل‌ها و شبکه‌های تاریخ‌گذشته، و همچنین تردیدهای مدیران اجرایی و مهندسانی که احساس می‌کنند سیستم‌های موجود همچنان قابل اتکا هستند، چالش‌های جدی بر سر راه تحول ایجاد می‌کنند.

در مرحله سوم، مشخص می‌شود که داده‌های جمع‌آوری‌شده از مرحله دوم چگونه مورد پردازش قرار می‌گیرند و چگونه می‌توان از این داده‌ها بهترین برونداد را به دست آورد. تیم سازمان‌دهی‌شده برای این کار، اطمینان حاصل می‌کند که جریان‌های کاری جدید، چارت‌ها و مسئولیت‌ها به‌گونه‌ای تنظیم می‌شوند که زیر بار مخزن داده‌های سازمانی مدفون نمی‌شوند.

در مرحله چهارم، نقطه تمرکز به سمت بهبود مستمر از طریق داده‌ها تغییر می‌کند. تحلیل‌هایی روی سرمایه داده‌های کاری انجام می‌شود، به شرکت کمک می‌کنند تا مهم‌ترین نقاطی که اطلاعات در لحظه[۳۶] مورد نیاز هستند مشخص شود و نسبت به استمرار پروتکل‌های استانداردشده با کمک داده‌ها اطمینان حاصل شود. علاوه بر این، این تحلیل‌ها اطلاعاتی را درباره مدیریت دارایی‌ها در اختیار تیم رهبری سازمان قرار می‌دهند. مهم‌ترین چالش در مرحله چهارم، استفاده از حجم زیادی از داده‌های غیرضروری و همچنین عدم اعتماد به تحلیل‌هاست.

در مرحله پنجم، هدف، برقراری همکاری بین شرکت و محیط با کمک تحلیل‌ها و تسهیم داده‌هاست.

۴) مدل بلوغ صنعت ۴,۰ (۲۰۱۶)

شوماخر و همکاران (۲۰۱۶) از ۹ بعد و ۶۲ آیتم بلوغ برای ارزیابی سطح بلوغ صنعت ۴,۰ شرکت‌ها استفاده کردند (جدول ۳). بلوغ در پنج سطح سنجش می‌شود. بر اساس این مدل، شرکت‌های سطح ۱ حتی بینشی درباره مفهوم صنعت ۴,۰ ندارند و شرکت‌های سطح ۵، تمام الزامات صنعت ۴,۰ را برآورده می‌کنند.

در این مدل بلوغ، از طیف پنج‌نقطه‌ای لیکرت استفاده می‌شود و پرسش‌ها بسته هستند. بعد از وزن‌دهی به نتایج، امتیازات محاسبه می‌شود و سطح بلوغ شرکت‌ها مشخص می‌شود. برای سنجش میزان بلوغ یک شرکت، از فرمول زیر استفاده می‌شود. در این فرمول، M بلوغ، D بعد، I آیتم، g عامل وزن‌دهی و n تعداد آیتم‌های بلوغ است.

$$M_D = \frac{\sum_{i=1}^{n} M_{DIi} * g_{DIi}}{\sum_{i=1}^{n} g_{DIi}}$$

جدول ۳- ابعاد و آیتم‌های بلوغ مدل بلوغ صنعت ۴,۰ شوماخر و همکاران

ابعاد	آیتم بلوغ بسیار مطلوب
استراتژی	داشتن نقشه راه صنعت ۴,۰؛ منابع در دسترس برای تحقق صنعت ۴,۰؛ تطبیق‌پذیری مدل کسب‌وکار؛ ...
رهبری	تمایل و آمادگی رهبران؛ روش‌ها و شایستگی‌های مدیریت؛ وجود هماهنگی مرکزی برای صنعت ۴,۰؛ ...
مشتریان	استفاده از داده‌های مشتریان؛ دیجیتالی کردن فروش/خدمات؛ شایستگی‌های رسانه‌های دیجیتال مربوط به مشتری؛ ...
محصولات	شخصی‌سازی محصولات؛ دیجیتالی کردن محصولات؛ یکپارچگی محصول درون سایر سیستم‌ها؛ ...
عملیات‌ها	تمرکززدایی از فرایندها؛ مدل‌سازی و شبیه‌سازی؛ عملیات‌های میان‌رشته‌ای؛ همکاری میان‌واحدی؛ ...
فرهنگ	به‌اشتراک‌گذاری دانش؛ نوآوری باز و همکاری بین‌شرکتی؛ ارزش ICT در شرکت
کارکنان	شایستگی‌های ICT کارکنان؛ گشودگی کارکنان در قبال تکنولوژی‌های جدید؛ خودمختاری کارکنان
حاکمیت	قوانین کار برای صنعت ۴,۰؛ پایداری استانداردهای تکنولوژیک؛ محافظت از مالکیت فکری؛ ...
تکنولوژی	وجود ICT مدرن؛ استفاده از دستگاه‌های متحرک استفاده از ارتباطات ماشین به ماشین

مقایسه مدل‌های موجود آمادگی و بلوغ صنعت ۴,۰

جدول ۴ مدل‌های موجود آمادگی و بلوغ را با هم مقایسه می‌کند.

جدول ۴- مقایسه مدل‌های بلوغ و آمادگی موجود

مدل آمادگی/ بلوغ	سطوح و ابعاد مدل آمادگی/بلوغ	حوزه صنعت
مدل IMPULS: آمادگی صنعت ۴,۰ (۲۰۱۵)	مدل آمادگی پنج‌مرحله‌ای آمادگی با ۶ بعد و ۱۸ شاخص. گام‌های هر مرحله به‌روشنی تعریف شده است. موانع، بازدارنده‌ها و برنامه عمل برای هر مرحله مشخص شده است.	تمرکز بر صنعت تولید و مهندسی. گستره استفاده محدود
مدل خود-ارزیابی عملیات‌های دیجیتال صنعت ۴,۰ (۲۰۱۶)	مدل بلوغ چهارمرحله‌ای با ۷ بعد. ابعاد بلوغ تعریف نشده است. نظرات اصلاحی و برنامه عمل به‌عنوان	مدل بلوغ برای صنایع با گستره استفاده زیاد

مدل آمادگی/ بلوغ	سطوح و ابعاد مدل آمادگی/بلوغ	حوزه صنعت
	نتیجه ارزیابی آنلاین به شرکت‌ها ارائه می‌شود.	
مدل بلوغ بنگاه متصل به شبکه(۲۰۱۶)	مدل‌های بلوغ پنج‌مرحله‌ای با پنج بعد و متمرکز بر تکنولوژی. شاخص‌های بلوغ تعریف نشده است. فقدان ابزار ارزیابی	متمرکز بر قابلیت‌های IT شرکت‌ها. فقدان بعد سازمان و عملیات‌ها. گستره استفاده محدود
مدل بلوغ صنعت ۴,۰ (۲۰۱۶)	مدل بلوغ پنج‌مرحله‌ای با ۹ بعد و ۶۲ آیتم بلوغ. برای ارزیابی فرمول دارد.	متمرکز بر صنایع تولیدی. یک مدل جامع بلوغ و ارزیابی. گستره استفاده محدود

چارچوب فرایندی پیشنهادی ارزیابی آمادگی و بلوغ صنعت ۴,۰ متناسب با بنگاهها و شهرک های صنعتی ایران

شهرک های صنعتی محل استقرار صنایع کوچک و متوسط می باشند به لحاظ اهمیت، این صنایع از نظر تعداد بیش از ۹۰ درصد صنعت کشور را تشکیل می دهند. بیش از ۴۰ درصد اشتغال در بخش صنایع وابسته به این صنایع است. ذکر این نکته ضروری است که درصد قابل توجهی از واحد های تولیدی در این شهرک ها نیمه تعطیل و تعطیل می باشند و برای عبور از این چالش نیازمند استراتژی و استفاده از زیرساخت ها و مدل های کسب و کار جدید می باشند. بطور خلاصه وضعیت شهرک های صنعتی در جدول ۵- آورده شده است.

جدول۵- اطلاعات آماری شهرک های صنعتی موجود در کشور

صنایع کوچک و متوسط	تعداد	وضعیت
ناحیه و شهرک صنعتی	۹۵۰	۷۷۸ ناحیه و شهرک فعال
واحد های مستقر در شهرک ها و نواحی صنعتی	۳۷۱۴۸	۷۱۴۱ واحد تعطیل

منبع: سازمان صنایع کوچک و شهرک های صنعتی ایران، ۱۳۹۷

با توجه به گستره و اثرگذاری لازم است تا این شهرک ها برای رونق و توسعه کسب و کارهای مستقر ازآمادگی لازم برای مدیریت مدل های کسب و کار و رهبری جدید همسو با تحولات فناورانه و تحول دیجیتال گام بردارند، لازمه اینکاراستفاده از مدل ها و شاخص های متناسب آمادگی و بلوغ برای جهش صنعتی است.

۳- روش شناسی پژوهش

این تحقیق از نوع تحقیقات آمیخته (Mixed Method) است. اطلاعات مربوط به شاخص های مورد نظر مدل ها و شاخص های ارزیابی آمادگی بنگاهها جهت مواجهه با انقلاب صنعتی چهارم از طریق مرور ادبیات (Literature Survey) مقالات پایگاههای اطلاعات معتبر، گزاش های فنی مرتبط، استخراج و مورد تحلیل محتوایی قرار می گیرد. سپس یک فهرست تلفیقی از شاخص های مهم و موثر بدست می آید. در ادامه این

فهرست از طریق نظرات خبرگان تکمیل و یا اصلاح گردیده و متناسب با شرایط و اقتضائات کشور بومی سازی(Customize) می گردد.

پس از تعیین و نهایی نمودن فهرست شاخص ها، لازم است این شاخص ها وزن دهی (Weighing Attributes) شوند و روابط و اثرپذیری آنها بررسی شود. یکی از روش های علمی و بسیار توصیه شده در منابع مختلف روش دیمتل است.

با استفاده از تکنیک دیمتل روابط میان عوامل شناسایی می گردد به عبارت دیگر شناسایی تاثیر متقابل عوامل اصلی بر یکدیگر با استفاده از روش دیمتل گروهی با کمک خبرگان انجام می شود و سپس با استفاده از مدل سازی تفسیری – ساختاری (ISM) مدل فرایندی مناسب ارائه گردید.

۴- تجزیه و تحلیل یافته ها

مدل فرایندی ارائه شده در این پژوهش ماحصل مصاحبه با یک گروه کانونی خبره در بخش های صنعت و دانشگاه و متولیان صنایع کوچک است.

این مدل مستخرج از شاخص های ارائه شده در مدل های گوناگون موجود با توجه به توانمندها و اطلاعات موجود شهرک ها پس از مصاحبه های ساختارمند و تعیین وزن هر شاخص با استفاده از بررسی های آماری از جمله دیمتل و آی اس ام روابط میان ابعاد تعیین و پس از اصلاح و تکمیل ابعاد نیز به پیشنهاد خبرگان ترسیم شده است.

جدول ۶- مشخصات گروه کانونی مشارکت کننده در این پژوهش

صاحب نظران	تعداد	مرتبه علمی/ میزان سابقه
دانشگاه	۴	استاد ۱ دانشیار۱ استادیار۲
بخش صنایع بزرگ	۶	۲۰-۲۵ سال سابقه ۳ نفر ۱۰-۲۰سال سابقه ۳ ۵-۱۰ سال سابقه ۲
بخش صنایع کوچک و متوسط	۲	۱۰-۱۵سال سابقه ۱ ۱۵-۲۰ سال سابقه ۱

در مرحله مصاحبه با خبرگان، ابعاد هوشمندی کسب و کار، سیستم حمل و نقل و ارتباطات هوشمند، فرهنگ دوسوتوانی، استراتژی، منابع انسانی هوشمند، محیط زیست هوشمند، مدیریت لجستیک، هماهنگی استراتژیک سیاست های کلان و خرد، سیستم ایمنی و بهداشت شناسایی و احصاء شدند. در ادامه برای ارائه چارچوب ترکیبی از روش های دیمتل و آی اس ام به شرح زیر استفاده شد.

مراحل انجام تکنیک دیمتل ازیافته های پرسشنامه دیمتل :

۱) تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم (M) : زمانی که از دیدگاه چند نفر استفاده می شود از میانگین ساده نظرات استفاده می شود و M را تشکیل می دهیم.

۲) نرمال کردن ماتریس ارتباط مستقیم : N=K * M که در این فرمول k به صورت زیر محاسبه می شود.

$$k = \frac{1}{Max \sum_{j=1}^{n} a_{ij}}$$

۳) محاسبه ماتریس ارتباط کامل T= N× (I– N) -۱

۴) ایجاد نمودار علی

جمع عناصر هر سطر (D) برای هر عامل نشانگر میزان تاثیرگذاری آن عامل بر سایر عامل های سیستم است (میزان تاثیرگذاری متغیرها)

جمع عناصر ستون (R) باری هر عامل نشانگر میزان تأثیر پذیری آن عامل از سایر عامل های سیستم است (میزان تأثیر پذیری متغیرها)

بنابراین بردار افقی (D+R) میزان تأثیر و تاثر عامل مورد نظر در سیستم است . به عبارت دیگر هر چقدر مقدار D+R عاملی بیشتر باشد، آن عامل ، تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد.

بردار عمومی (D-R) قدرت تاثیرگذاری هر عامل را نشان می دهد. بطور کلی اگر D-R مثبت باشد متغیر یک متغیر علی محسوب می شود واگر منفی باشد، معلول محسوب می شود.

۵) محاسبه آستانه روابط

جهت تعیین نقشه روابط شبکه (NRM) ، باید ارزش آستانه محاسبه شود. با این روش می توان از روابط جزیی صرف نظر کرده وشبکه روابط را ترسیم کرد. تنها روابطی که مقادیر آن ها در ماتریس T از مقدار آستانه بزرگ تر باشد در NRM نمایش داده خواهد شد.

روش طراحی پرسشنامه تکنیک دیمتل بسیار ساده است . کافی است یک ماتریس مقایسه زوجی تشکیل دهید و سپس از یک طیف مشخص برای نمره دهی استفاده کنید.

جدول ۷- طیف دیمتل

جدول تأثیر	تأثیر خیلی کم	تأثیر کم	تأثیر زیاد	تأثیر خیلی زیاد
۰	۱	۲	۳	۴

جدول ۸- ماتریس ارتباط مستقیم

	هوشمندی کسب و کار	سیستم حمل و نقل و ارتباطات هوشمند	فرهنگ دوسوتوانی	استراتژی	منابع انسانی هوشمند	محیط زیست هوشمند	مدیریت لجستیک	هماهنگی استراتژیک سیاست های کلان و خرد	سیستم ایمنی و بهداشت
هوشمندی کسب و کار	۰	۳/۲۰	۳/۲۴	۲/۵۰	۳/۸۵	۳/۶۵	۳/۵۵	۳/۶۶	۳/۷۶
سیستم حمل و نقل و ارتباطات هوشمند	۱/۱۲	۰	۱/۰۵	۳/۳۳	۳/۴۱	۲/۲۱	۲/۹۱	۳/۰۱	۳/۱۵
فرهنگ دوسوتوانی	۲/۱۲	۲/۲۱	۰	۲/۰۷	۱/۶۰	۲/۷۵	۲/۸۵	۳/۲۱	۳/۱۲
استراتژی	۳/۲۱	۳/۴۰	۳/۵۱	۰	۳/۶۵	۳/۱۲	۳/۷۲	۳/۶۵	۳/۴۱
منابع انسانی هوشمند	۳/۱۸	۳/۱۵	۳/۱۳	۳/۱۷	۰	۳/۶۱	۳/۴۱	۳/۴۳	۳/۶۲
محیط زیست هوشمند	۳/۵۲	۰/۵۰	۰/۴۲	۰/۱۵	۰/۲۱	۰	۳/۳۴	۳/۱۲	۳/۵۱
مدیریت لجستیک	۳/۴۳	۱/۱۲	۱/۳۶	۱/۱۵	۳/۲۶	۳/۴۱	۰	۳/۶۱	۳/۷۲
هماهنگی استراتژیک سیاست های کلان و خرد	۳/۳۱	۳/۴۱	۳/۵۱	۳/۶۲	۳/۷۱	۳/۷۵	۳/۶۱	۰	۳/۷۶
سیستم ایمنی و بهداشت	۲/۷۱	۱/۶۱	۱/۱۲	۱/۰۵	۳/۰۱	۳/۵۱	۳/۶۵	۲/۰۱	۰

در مرحله بعدی ، نرمال کردن ماتریس ارتباط مستقیم، توسط نرم افزار مکعب محاسبه گردید.

جدول ۹- نرمالیزه شدن ماتریس ارتباط مستقیم

	هوشمندی کسب و کار	سیستم حمل و نقل و ارتباطات هوشمند	فرهنگ دوسوتوانی	استراتژی	منابع انسانی هوشمند	محیط زیست هوشمند	مدیریت لجستیک	هماهنگی استراتژیک سیاست های کلان و خرد	سیستم ایمنی و بهداشت
هوشمندی کسب و کار	۰	۰/۱۱۱۶	۰/۱۱۳۰	۰/۰۸۷۲	۰/۱۳۴۲	۰/۱۲۷۳	۰/۱۲۳۸	۰/۱۲۷۶	۰/۱۳۱۱
سیستم حمل و نقل و ارتباطات هوشمند	۰/۰۳۹۱	۰	۰/۰۳۶۶	۰/۱۱۶۱	۰/۱۱۸۹	۰/۰۷۷۱	۰/۱۰۱۵	۰/۱۰۵۰	۰/۱۰۹۸
فرهنگ دوسوتوانی	۰/۰۷۳۹	۰/۰۷۷۱	۰	۰/۰۷۷۲	۰/۰۵۵۸	۰/۰۹۵۹	۰/۰۹۹۴	۰/۱۱۱۹	۰/۱۰۸۸
استراتژی	۰/۱۱۱۹	۰/۱۱۸۵	۰/۱۲۲۴	۰	۰/۱۲۷۳	۰/۱۰۸۸	۰/۱۲۹۷	۰/۱۲۷۳	۰/۱۱۸۹
منابع انسانی هوشمند	۰/۱۱۰۹	۰/۱۰۹۸	۰/۱۰۹۱	۰/۱۱۰۵	۰	۰/۱۲۵۹	۰/۱۱۸۹	۰/۱۱۹۶	۰/۱۲۶۲
محیط زیست هوشمند	۰/۱۲۲۷	۰/۰۱۷۴	۰/۰۱۴۶	۰/۰۰۵۲	۰/۰۰۷۳	۰	۰/۱۱۶۵	۰/۱۰۸۸	۰/۱۲۲۴
مدیریت لجستیک	۰/۱۱۹۶	۰/۰۳۹۱	۰/۰۴۷۴	۰/۰۴۰۱	۰/۱۱۳۷	۰/۱۱۸۹	۰	۰/۱۲۵۹	۰/۱۲۹۷
هماهنگی استراتژیک سیاست های کلان و خرد	۰/۱۱۵۴	۰/۱۱۸۹	۰/۱۲۲۴	۰/۱۲۶۲	۰/۱۲۹۴	۰/۱۳۰۸	۰/۱۲۵۹	۰	۰/۱۳۱۱
سیستم ایمنی و بهداشت	۰/۰۹۴۵	۰/۰۵۶۱	۰/۰۳۹۱	۰/۰۳۶۶	۰/۱۰۵۰	۰/۱۲۲۴	۰/۱۲۷۳	۰/۰۷۰۱	۰

در مرحله بعد، محاسبه ماتریس ارتباط کامل ، انجام گرفت . (T)

جدول۱۰- ماتریس ارتباط کامل

	هوشمندی کسب و کار	سیستم حمل و نقل و ارتباطات هوشمند	فرهنگ دوسوتوانی	استراتژی	منابع انسانی هوشمند	محیط زیست هوشمند	مدیریت لجستیک	هماهنگی استراتژیک سیاست های کلان و خرد	سیستم ایمنی و بهداشت
هوشمندی کسب و کار	۰/۴۰۵۸	۰/۴۲۱۴	۰/۴۰۳۷	۰/۳۷۵۸	۰/۵۱۴۳	۰/۵۷۱۰	۰/۵۷۹۸	۰/۵۵۵۴	۰/۶۰۲۰
سیستم حمل و نقل و ارتباطات هوشمند	۰/۳۵۳۴	۰/۲۴۸۸	۰/۲۷۱۲	۰/۳۳۳۸	۰/۴۱۴۲	۰/۴۲۴۴	۰/۴۵۴۳	۰/۴۳۵۰	۰/۴۷۲۹
فرهنگ دوسوتوانی	۰/۳۷۱۱	۰/۳۰۹۲	۰/۲۲۳۷	۰/۲۸۵۸	۰/۳۴۸۰	۰/۴۲۷۸	۰/۴۳۹۶	۰/۴۲۸۸	۰/۴۵۹۳
استراتژی	۰/۵۱۲۵	۰/۴۳۴۱	۰/۱۶۸۲	۰/۳۰۲۱	۰/۵۱۶۷	۰/۵۶۲۹	۰/۵۹۲۱	۰/۵۶۳۱	۰/۵۹۹۹
منابع انسانی هوشمند	۰/۴۶۶۳	۰/۴۱۲۹	۰/۳۲۹۹	۰/۳۸۸۰	۰/۳۸۶۸	۰/۵۵۹۱	۰/۵۶۵۴	۰/۵۳۹۱	۰/۵۸۶۹
محیط زیست هوشمند	۰/۳۴۳۵	۰/۱۹۹۰	۰/۱۸۷۱	۰/۱۷۲۵	۰/۲۳۹۲	۰/۲۶۲۸	۰/۳۷۲۱	۰/۳۴۷۵	۰/۳۸۶۳
مدیریت لجستیک	۰/۴۳۱۹	۰/۲۹۳۰	۰/۲۸۶۲	۰/۲۷۲۳	۰/۴۱۵۳	۰/۴۷۱۸	۰/۳۷۳۱	۰/۴۶۱۵	۰/۵۰۱۱
هماهنگی استراتژیک سیاست های کلان و خرد	۰/۵۲۶۶	۰/۴۴۲۰	۰/۴۲۵۲	۰/۴۲۰۸	۰/۵۲۷۷	۰/۵۹۳۰	۰/۶۰۱۹	۰/۴۶۱۸	۰/۶۲۲۸
سیستم ایمنی و بهداشت	۰/۳۷۱۹	۰/۲۷۳۹	۰/۲۴۶۹	۰/۲۳۹۱	۰/۳۶۹۰	۰/۴۲۹۹	۰/۴۴۰۹	۰/۳۷۴۶	۰/۳۳۹۶

در مرحله بعد ، مقادیر D و R محاسبه شدند.

جدول ۱۱- محاسبه مقادیر R و D

	هوشمندی کسب و کار	سیستم حمل و نقل و ارتباطات هوشمند	فرهنگ دوسوتوانی	استراتژی	منابع انسانی هوشمند	محیط زیست هوشمند	مدیریت لجستیک	هماهنگی استراتژیک سیاست های کلان و خرد	سیستم ایمنی و بهداشت
D	۴/۴۲۹۳	۳/۴۰۸۰	۳/۲۹۳۴	۴/۵۰۱۴	۴/۳۲۸۴	۲/۵۱۰۳	۳/۵۰۶۳	۴/۶۲۱۷	۳/۰۸۵۹
R	۳/۸۱۳۱	۳/۰۳۴۳	۲/۸۵۶۲	۲/۷۹۰۴	۳/۷۳۱۱	۴/۳۰۲۷	۴/۴۱۹۳	۴/۱۶۶۹	۴/۵۷۰۷
D+R	۸/۲۴۲۳	۶/۴۴۲۳	۶/۱۴۹۶	۷/۲۹۱۸	۸/۰۵۹۶	۶/۸۱۳۰	۷/۹۲۵۶	۸/۷۸۸۵	۷/۶۵۶۶
D-R	۰/۶۱۶۲	۰/۳۷۳۷	۰/۴۳۷۲	۱/۷۱۱۱	۰/۵۹۷۳	-۱/۷۹۲۵	-۰/۹۱۳۱	۰/۴۵۴۸	-۱/۴۸۴۹

در مرحله بعد، آستانه روابط محاسبه می شود (۰/۴۱۵۹)

در مرحله بعد از محاسبه آستانه ، تمامی مقادیر ماتریس T که کوچکتر از ۰/۴۱۵۹ می باشد را ، صفر در نظر می گیریم.

جدول ۱۲- جدول نهایی دیمتل

	هوشمندی کسب و کار	سیستم حمل و نقل و ارتباطات هوشمند	فرهنگ دوسوتوانی	استراتژی	منابع انسانی هوشمند	محیط زیست هوشمند	مدیریت لجستیک	هماهنگی استراتژیک سیاست های کلان و خرد	سیستم ایمنی و بهداشت
هوشمندی کسب و کار	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱
سیستم حمل و نقل و ارتباطات هوشمند	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱
فرهنگ دوسوتوانی	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱
استراتژی	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱
منابع انسانی هوشمند	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱
محیط زیست هوشمند	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
مدیریت لجستیک	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱
هماهنگی استراتژیک سیاست های کلان و خرد	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
سیستم ایمنی و بهداشت	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰

(E= ۸/۲۴ و ۰/۶۱)
(H= ۶/۶۴ و ۰/۳۷)
(St = ۶/۱۴ و ۰/۴۳)
(so = ۷/۲۹ و ۱/۷۱)
(T = ۸/۰۵ و ۰/۵۹)
(I= ۶/۸۱ و -۱/۷۹)
(M= ۷/۹۲ و -۰/۹۱)
(eco = ۸/۷۸و ۰/۴۵)
(G = ۷/۶۵و -۱/۴)

همان طور که قبلاً اشاره شد، هر چه مقدار D+R عاملی بیشتر باشد ، آن عامل ، تعامل بیشتری با سیستم دارد. بنابراین از نظر تعامل به ترتیب عوامل، هماهنگی استراتژیک سیاست های کلان و خرد ، هوشمندی کسب و کار ، منابع انسانی هوشمند، مدیریت لجستیک، سیستم ایمنی و بهداشت، استراتژی، محیط زیست هوشمند ، سیستم حمل و نقل و ارتباطات هوشمند و فرهنگ دوسوتوانی دارای بیشترین تعامل در سیستم می باشند. هم چنین محاسبه D-R ، قدرت تأثیر گذاری هر عامل را نشان می دهد وچنانچه D-R ، مثبت باشد آن عامل علمی (تأثیر گذار) و چنانچه D-R ، منفی باشد، آن عامل معلول می باشد. بنابراین با توجه به یافته های تحقیق، استراتژی ، هوشمندی کسب و کار ، سیستم حمل و نقل و ارتباطات هوشمند ، فرهنگ دوسوتوانی، منابع انسانی هوشمند، هماهنگی استراتژیک سیاست های کلان و خرد، عوامل علی می باشند و محیط زیست هوشمند، مدیریت لجستیک، سیستم ایمنی و بهداشت، معلول می باشند. هم چنین در بین عوامل علی ، به ترتیب استراتژی، هوشمندی کسب و کار ، منابع انسانی ، هماهنگی استراتژیک سیاست های کلان و خرد، فرهنگ دوسوتوانی، سیستم حمل و نقل و ارتباطات هوشمند، دارای بیشترین اثر گذاری می باشند.

مدل سازی تفسیری – ساختاری (ISM)

روش مدل سازی تفسیری – ساختاری را وارفیلد در سال ۱۹۹۷ مطرح کرد . روش مذکور ، یک روش شناسی برای ایجاد و فهم روابط میان عناصر یک سیستم پیچیده قلمداد می شود (Huang,2005) . درواقع ، مدل سازی تفسیری – ساختاری روش موثر و کارا برای موضوعاتی است که در آن متغیر های کیفی در سطوح مختلف اهمیت بر یکدیگر آثار متقابل داشته و می توان با استفاده از این روش ، ارتباطات و وابستگی های بین متغیرهای کیفی مسئله را کشف ، تحلیل و ترسیم کرد (Ruiz& Cambra ,2011) . از این رو ، سه گام اصلی در استقرار مطلوب روش مدل سازی تفسیری – ساختاری حیاتی است که عبارتند از : ۱. شناسایی متغیر های کیفی ۲. تعیین رابطه مفهومی بین متغیر های کیفی مد نظر با استفاده از ISM . ۳. ترسیم شبکه تعاملات متغیرهای کیفی مورد مطالعه (حسینی و اکبری ،۱۳۹۳).

الگوی فرآیندی انقلاب صنعتی چهارم

تشکیل ماتریس خود تعاملی ساختاری (SSIM) : در این مرحله متغیر های مسئله به صورت دو به دو زوجی با هم بررسی می شوند و پاسخ دهنده با استفاده از نمادهای زیر به تعیین روابط بین متغیر ها می پردازند .

V: عامل سطر (i) می تواند زمینه ساز رسیدن به عامل ستون (j) باشد :

A: عامل ستون (j) می تواند زمینه ساز رسیدن به عامل سطر (i) باشد :

X: بین عامل سطر (i) و ستون (j) ارتباط دو طرفه وجود دارد ، به عبارتی هر دو می توانند زمینه ساز رسیدن به همدیگر شوند .

O: هیچ نوع ارتباطی بین این دو نوع عنصر (I,j) وجود ندارد (Mousakhani & Gharakhani , 2013) بر آیند نظرات خبرگان از دل پرسشنامه ها بر مبنای قاعده رای اکثریت استحصال و ماتریس ساختاری روابط درونی متغیر ها به صورت یکپارچه ایجاد شد . سپس ، نماد های روابط این ماتریس طبق قواعد زیر به اعداد ۰و ۱ تبدیل شد و در ماتریس دستیابی قرار گرفت (Faisal & et al,2006) .

به این منظور دوباره پرسشنامه ای بر اساس عوامل شناسایی شده در گام قبل طراحی شد ، به این صورت که نه عامل انتخاب شده در سطر و ستون اول ذکر و از پاسخ دهنده خواسته شد که با توجه به نماد های معرفی شده (V,A,X,O) نوع ارتباط دو به دو عوامل را مشخص کند . این پرسشنامه در اختیار خبرگان صنعت قرارداده شد که همه آن ها با مشخص کردن رابطه بین عوامل ، پرسشنامه را تکمیل کردند، سپس با توجه به فراوانی رابطه مشخص شده بین هر دو عامل ، ماتریس نهایی خود تعاملی ساختاری (SSIM) تهیه شد.

تشکیل ماتریس دستیابی اولیه : چنانچه رابطه به صورت V باشد ، (I,j)=1 و (i,j)=0) اگر رابطه به صورت A باشد (I,j)=0 و (i,j)=1) چنانچه رابطه به صورت X باشد ،(I,j)=1 و (i,j)=1) و اگر رابطه به صورت O باشد ، (I,j)= (j,i)=0 .

تشکیل ماتریس دستیابی نهایی : پس از اینکه ماتریس اولیه دسترسی به دست آمد ، باید سازگاری درونی آن برقرار شود ، به عنوان نمونه اگر متغیر A منجر به متغیر B شود و متغیر B هم منجر به متغیر C شود ، بایدمتغیر A نیز منجر به متغیر C شود و اگر ماتریس دسترسی این حالت برقرار نبود ، باید ماتریس اصلاح شده و روابطی که از قلم افتاده جایگزین شوند . بدین منظور می بایست ماتریس اولیه را به توان K +۱ رساند : به طوری که حالت پایدار برقرار شود (Mk=Mk+1) . بدین ترتیب برخی عناصر صفر تبدیل به ۱ خواهد شد که به صورت (*1) نشان داده می شود (رضایی پندری و یکه زارع ،۱۳۹۵) .

تعیین سطح شاخص ها : پس از تعیین مجموعه قابل دستیابی و مجموعه مقدم برای هر عنصر و تعیین مجموعه مشترک ، سطح بندی متغیر ها انجام می شود . مجموعه قابل دستیابی برای هر عنصر ، مجموعه ای است که در ان سطر ها به صورت یک ظاهر باشند . با به دست آوردن اشتراک این دو مجموعه ، مجموعه مشترک به دست خواهد آمد . عناصری که مجموعه مشترک با مجموعه قابل دستیابی یکسان باشند ، سطح اولویت را به خود اختصاص می دهند . با حذف این عناصر و تکرار این مرحله برای سایر عناصر ، سطح کلیه عناصر تعیین می شود (محمدی و امیر ،۱۳۹۱).

ترسیم مدل ساختاری تفسیری : در این مرحله ، بر اساس سطوح تعیین شده متغیر ها و اولویت بندی آنها ، ماتریس دستیابی نهایی مدل ترسیم و روابط بین متغیر ها با خطوط جهت دار مشخص می گردد(احمدی و همکاران ، ۱۳۹۳).

تجزیه و تحلیل قدرت نفوذ- وابستگی : جمع سطری مقادیر در ماتریس دستیابی نهایی برای هر عنصر بیانگر میزان نفوذ و جمع ستونی میزان وابستگی خواهد بود . بر اساس این دو عامل ، چهار گروه از عناصر در قالب متغیر های خودمختار ، مستقل ، پیوندی و وابسته قابل شناسایی خواهد بود (محمدی و امیری ، ۱۳۹۱: ۱۲۴).

الف) متغیر های خودمختار : متغیر های دارای قدرت هدایت و وابستگی ضعیف که به سبب ارتباطات کم و ضعیف با سیستم ، نسبتا با آن نامتصل هستند .

ب) متغیر های وابسته : متغیر های دارای قدرت هدایت کم و وابستگی زیاد

ج) متغیر های متصل : متغیر های غیر ایستاد و دارای قدرت هدایت و وابستگی زیاد که هر نوع تغییری در آن ها در سیستم اثر می گذارد .

د) متغیر های مستقل : متغیر های زیربنا در مدل که قدرت هدایت زیاد و وابستگی کمی دارند (Huang & at al, 2005) .

یافته های مدل ساختاری تفسیری

ماتریس دستیابی نهایی: پس از تشکیل ماتریس خودتعاملی و ماتریس اولیه ، ماتریس دستیابی نهایی به صورت جدول زیر محاسبه شد:

جدول ۱۳- ماتریس دستیابی نهایی

متغیر	فرهنگ دوسوتوانی	هماهنگی استراتژیک سیاست های خرد و کلان	استراتژی	هوشمندی کسب و کار	منابع انسانی هوشمند	مدیریت لجستیک	سیستم ایمنی و بهداشت	محیط زیست هوشمند	سیستم حمل و نقل و ارتباطات هوشمند	قدرت نفوذ
فرهنگ دوسوتوانی	۱	۱	۱	1*	۱	۱	1*	۰	۱	۸
هماهنگی استراتژیک سیاست های کلان و خرد	1*	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۹
استراتژی	۱	۰	۱	۱	1*	۱	۱	۰	۱	۷
هوشمندی کسب و کار	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۵
منابع انسانی هوشمند	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۸
مدیریت لجستیک	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۲
سیستم ایمنی و بهداشت	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۲

متغیر	فرهنگ دوسوتوانی	هماهنگی استراتژیک سیاست های خرد و کلان	استراتژی	هوشمندی کسب و کار	منابع انسانی هوشمند	مدیریت لجستیک	سیستم ایمنی و بهداشت	محیط زیست هوشمند	سیستم حمل و نقل و ارتباطات هوشمند	قدرت نفوذ
محیط زیست هوشمند	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۴
سیستم حمل و نقل و ارتباطات هوشمند	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۸
قدرت وابستگی	۵	۳	۵	۶	۶	۸	۹	۵	۶	

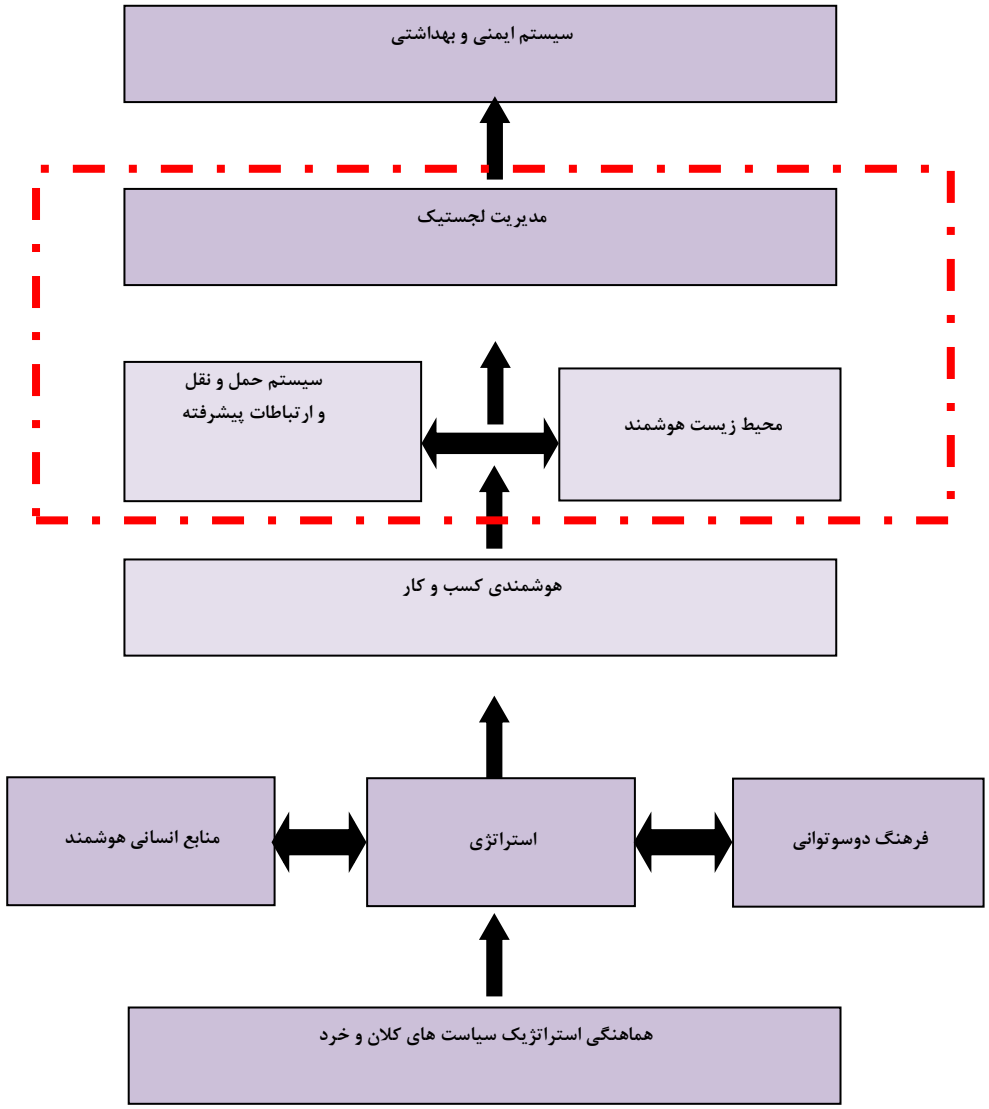
تعیین سطح شاخص ها : برای تعیین سطح عناصر ، مجموعه های قابل دستیابی ، مقدم و مشترک در اولین تکرار به صورت جدول شماره ۸ مشخص شده است .

جدول ۱۴- بخش بندی سطح نهایی

متغیر	مجموعه خروجی	مجموعه ورودی	مجموعه مشترک	سطح
فرهنگ دوسوتوانی	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۹	۱,۲,۳,۵,۹	۱,۲,۳,۵,۹	۵
هماهنگی استراتژیک سیاست های کلان و خرد	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹	۱,۲,۹	۱,۲,۹	۶
استراتژی	۱,۳,۴,۵,۶,۷,۹	۱,۲,۳,۵,۹	۱,۳,۵,۹	۵
هوشمندی کسب و کار	۴,۶,۷,۸,۹	۱,۲,۳,۴,۵,۹	۴,۹	۴
منابع انسانی هوشمند	۱,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹	۱,۲,۳,۵,۸,۹	۱,۳,۵,۸,۹	۵
مدیریت لجستیک	۶,۷	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۸,۹	۶	۲
سیستم ایمنی و بهداشت	۷,۸	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹	۷,۸	۱
محیط زیست هوشمند	۵,۶,۷,۸	۲,۴,۵,۷,۸	۵,۷,۸	۳
سیستم حمل و نقل و ارتباطات هوشمند	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۹	۱,۲,۳,۴,۵,۹	۱,۲,۳,۴,۵,۹	۳

ساخت مدل بر مبنای ISM

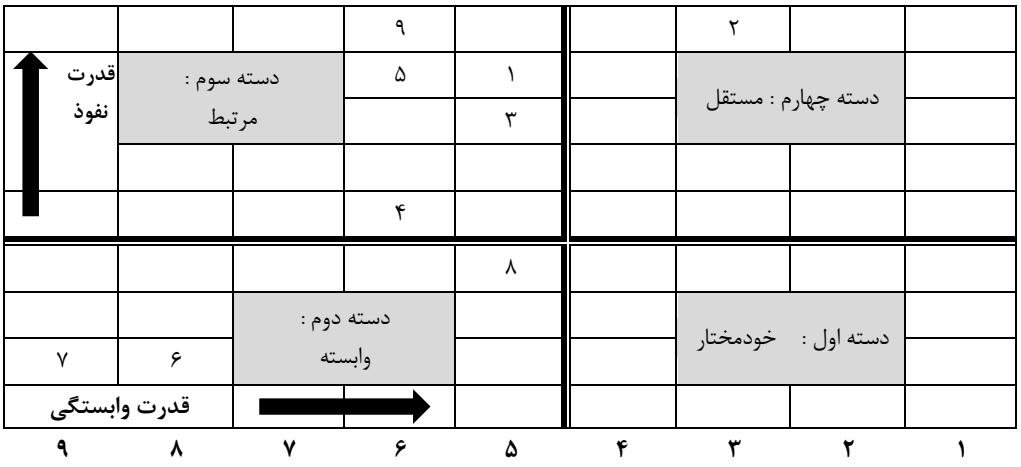
در این صورت می توان مدل ساختاری مورد نظر مسئله را از روی ماتریس دریافتی نهایی ایجاد کرد . اگر بین متغیر i و متغیر j ارتباط وجود داشته باشد ، به وسیله یک پیکان جهت دار نشان داده می شود . دیاگرام نهایی ایجاد شده که با حذف حالت های تعدی و نیز با استفاده از بخش بندی سطوح به دست آمده است ، در نمودار شماره ۱ نشان داده می شود .



نمودار۱- مدل فرایندی انقلاب صنعتی چهارم

۵- نتیجه گیری و بحث

در تجزیه و تحلیل MICMAC ، متغیر ها بر حسب نیروهای محرکه و نیروهای وابسته به چهار دسته متغیر های خود مختار ، وابسته ، مرتبط و مستقل تقسیم می شوند (Agarwal& etal,2007) . نتایج جانمایی سازه های مدیریت راهبردی مبتنی بر تجزیه و تحلیل MICMAC در نمودار شماره۲ نشان داده شده است.



نمودار۲- نمودار قدرت هدایت

نتایج مشخص کرد که هماهنگی استراتژیک سیاست های کلان و خرد در پایین ترین سطح از مدل ISM قرار گرفت. این به آن معناست که این عامل به عنوان سنگ زیربنایی انقلاب صنعتی چهارم است و بر اساس نمودار MICMAC از قدرت نفوذ بالایی برخوردار است. همچنین نتایج نشان داد که محیط زیست هوشمند، سیستم حمل و نقل و ارتباطات هوشمند و هوشمندی کسب و کار، تعامل و ارتباط نزدیکی باهم دارند و همچنین عوامل سه گانه فرهنگ دوسوتوانی، استراتژی، منابع انسانی هوشمند، تعامل و ارتباط نزدیکی باهم دارند. همچنین نشان داده شد که سیستم ایمنی و بهداشتی بیشترین تاثیرپذیری و کمترین تاثیرگذاری را داراست.

به کمک این مدل و پرسشنامه محقق ساخته مبتنی بر نظر خبرگان می توان میزان آمادگی و سطح بلوغ شهرک های صنعتی برای ورود به صنعت ۴,۰ را ارزیابی نمود و به کمک نمودار های رادار سطح موجود و فاصله تا سطح مطلوب را مشخص نمود. در پایان پیشنهادهای کاربردی منتج از نتایج تحقیق برای هر کدام از ابعاد مدل ارائه می گردد. شاخص های هر کدام از ابعاد مدل نشان می دهد که شهرک ها برای پیاده سازی هر کدام از ابعاد، بایستی به چه شاخص هایی توجه داشته باشند.

محیط زیست هوشمند

- ✓ پایش آلاینده ها (مقدار و شدت دی اکسید کربن)
- ✓ پایش آلودگی هوا، آلودگی صوتی، پایش میزان آلودگی خاک
- ✓ فضای سبز
- ✓ انرژی (برنامه ریزی و کنترل میزان مصرف و شدت مصرف)
- ✓ استفاده از انرژی های تجدید پذیر
- ✓ آب، برق، گاز
- ✓ کنترل ساختمان (کنترل گرمایش و سرمایش هوشمند)
- ✓ کنترل مناطق چندگانه، انبار، دیتا سنتر، ساختمان‌ها و تجهیزات
- ✓ آسانسور، پله برقی و پله های اضطراری، درب خودکار
- ✓ مدیریت پساب و پسماند و بازیافت (جمع آوری پساب، تصفیه، کنترل کیفیت آب و بازگشت به چرخه مصرف، شبکه فاضلاب و تصفیه خانه ها، نوع پسماند، قابلیت بازیافت و یا انهدام و دفع)

سیستم حمل و نقل و ارتباطات هوشمند

- ✓ GPS
- ✓ سیستم ارتباطات کوتاه برد اختصاصی (DSRC)
- ✓ شبکه اینترنتی بی سیم
- ✓ تلفن همراه
- ✓ امواج رادیویی
- ✓ تلفن ثابت
- ✓ دسترسی به اینترنت پهنای باند امن و خطوط فیبرنوری
- ✓ دسترسی از راه دور
- ✓ دیتا سنتر و Cloud
- ✓ حمل و نقل غیر اتومبیلی
- ✓ تجهیزات هوشمند و ارتباطات

منابع انسانی هوشمند

- ✓ نیروی انسانی مسلط به مباحث فناورانه (IT، تکنولوژی اتوماسیون، تحلیل داده، امنیت داده و ارتباطات)؛ مباحث مدیریتی (مدیریت فناوری، تفکر سیستمی، مهارت‌های چندگانه، مذاکرات بین‌المللی، تفکر انتقادی)، و مباحث فردی (زبان‌های خارجی)

- ✓ کیفیت نیروی انسانی (تعداد فارغ التحصیلان لیسانس و بالاتر، تعداد فارغ التحصیلان آشنا به IT، تعداد فارغ‌التحصیلان مدیریت تکنولوژی، تیم مدیریتی خبره، تعداد مهندسین مرتبط)
- ✓ مشاور تکنولوژی (بیرونی

استراتژی

- ✓ استراتژی در سطح شهرک
- ✓ استراتژی در سطح واحدهای شهرک
- ✓ نقشه راه تکنولوژی برای مواجهه با انقلاب صنعتی چهارم

مدیریت لجستیک

- ✓ بارگیری از مبدا (کارخانه، بندر، فرودگاه و ...)
- ✓ برنامه زمانی و ردیابی ورود کالا به شهرک
- ✓ مدیریت و نگهداری انبار و کالا به صورت هوشمند
- ✓ توزیع کالا با مسیریابی بهینه

هوشمندی کسب و کار

- ✓ مدل‌های کسب‌وکار پلتفرمی
- ✓ کارخانه هوشمند (دستگاه‌های متصل به اینترنت اشیا (IOT) برای بهبود کارایی، پیوستگی و امنیت اطلاعات) و کنش‌پذیری متقابل، Big Data، Block Chain، امنیت سایبری، Real Time، یکپارچگی عمودی، یکپارچگی افقی، سفارشی سازی/شخصی‌سازی، سامانه فیزیکی سایبری (CPS)
- ✓ سیستم زنجیره تامین هوشمند
- ✓ D&R دیجیتال
- ✓ بازاریابی و خدمات پیش، حین و پس از فروش دیجیتال

سیستم ایمنی و بهداشت

- ✓ ایستگاه آتش نشانی
- ✓ اورژانس و امدادرسانی، درمانگاه و تجهیزات پزشکی
- ✓ هشداردهی و اطفاء حریق
- ✓ قطع و وصل از راه دور آب، برق، گاز
- ✓ شناسایی هوشمند نشتی آب، گاز و یا خرابی برق
- ✓ تجهیزات حفاظتی و کنترل سرقت
- ✓ برنامه دسترسی و ورود و خروج شهرک (افراد، خودرو، محموله و ...)

- ✓ سیستم هشداردهی برای دارایی‌های فیزیکی با ارزش
- ✓ نگهبان و گشت‌زنی توسط ربات‌ها، پهپادها و یا تصاویر ماهواره‌ای
- ✓ سیستم تشخیص چهره و صدا
- ✓ مدیریت بحران
- ✓ ارتباط شبکه‌ای بین واحدهای شهرک و هم چنین بین شهرک‌های مختلف
- ✓ محیط کاری ایمن
- ✓ زیرساخت جاده، خیابان در شهرک

هماهنگی استراتژیک

- ✓ هماهنگی استراتژیک بین سیاست‌های سطح کلان و شهرک
- ✓ هماهنگی استراتژیک بین سیاست‌های شهرک و واحدهای زیرمجموعه

فرهنگ دوسوتوانی

- ✓ فرهنگ بهره‌برداری از شایستگی‌های موجود
- ✓ فرهنگ کشف فرصت‌ها و توانایی‌های جدید

فهرست منابع

* احمدی، علی اکبر، درویس، حسن، سبحانی فر، محمدجواد، فاضلی کبریا، حامد(۱۳۹۳)، طراحی و تبیین الگوی مفهومی شایستگی های منابع انسانی در نهج البلاغه با استفاده از تکنیک تحلیل مضمون و ISM، فصلنامه مطالعات راهبردی بسیج، سال هفدهم، شماره ۶۴، صص:۲۷-۵۵.
* حسینی، میرزاحسن، اکبری، مهدی(۱۳۹۳)، طراحی الگوی سرآمدی مدیریت دانش سازمانی با رویکرد مدل سازی تفسیری-ساختاری، فصلنامه مدیریت فناوری اطلاعات، دوره ششم، شماره ۳، صص:۲۷۴-۳۵۱.
* رضایی پندری، عباس، یکه زارع، محسن(۱۳۹۵)، طراحی مدل ساختاری-تفسیری عوامل انتقال فناوری موفقیت آمیز در راستای رسیدن به توسعه پایدار، فصلنامه پژوهش های مدیریت در ایران، دوره بیستم، شماره ۱، صص:۶۱-۷۹.
* محمدی، علی، امیری، یاسر(۱۳۹۱)، ارائه مدل ساختاری تفسیری دستیابی به چابکی از طریق فناوری اطلاعات در سازمان های تولیدی، فصلنامه مدیریت فناوری اطلاعات، دوره چهارم، شماره ۱۳، صص:۱۱۵-۱۳۴.
* Backlund F., Chronéer D., Sundqvist. E. (2014) Project Management Maturity Models–A Critical Review: a Case Study within Swedish Engineering and Construction Organizations Procedia-Social and Behavioral Sciences 119:837–846
* Duffy J (2001) Maturity Models: Blueprints for Evolution. Strategy and Leadership 29(6):19–26

* Erol S, Schumacher A, Sihn W (2016) Strategic Guidance towards Industry 4.0–a Three-Stage Process Model. In International Conference on Competitive Manufacturing.
* Faisal, M., Banwet, D.K. and Shankar, R. (2006). Supply chain risk mitigation: modelling the enablers. Business Process Management, 12(4): 535-552.
* Ganzarain J, Errasti N (2016) Three Stage Maturity Model in SME's toward Industry 4.0. J Ind Eng Manag 9(5):1119
* Geissbauer R, Vedso J, Schrauf S (2016) Industry 4.0: Building the Digital Enterprise. Retrieved from PwC Website: https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/ industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf
* Huang J., Tzeng G. and Ong Ch. (2005). Multidimensional Data in Multidimensional Scaling Using the Analytic Network Process. Pattern Recognition Letters, 26 (6): 755-767.
* Lichtblau K, Stich V, Bertenrath R, Blum M, Bleider M, Millack A,… Schröter M (2015).
* Lukac. c .(2015). The Fourth ICT-based Industrial Revolution" Industry 4.0" HMI and the Case of CAE/CAD Innovation with EPLAN P8, in:3rd Telecommunications Forum Telfor (TELFOR), IEEE, pp. 835–838 .
* Mettler., T. (2009) A Design Science Research Perspective on Maturity Models in Information Systems. Working Paper. Institute of Information Management, Universtiy of St. Gallen, St. Gallen
* Mousakhani M., Gharakhani D. (2013) "Identifyingand ranking of technologytransfer factors by MADMtechniques", Journal of Development & Evolution Management, No. 15, pp. 1-8.
* Nikkhou S, Taghizadeh K, Hajiyakhchali., S. (2016) Designing a portfolio management maturity model (Elena). Procedia-Social and Behavioral Sci 226:318–325.
* IMPULS-Industrie 4.0-Readiness. Impuls-Stiftung des VDMA, Aachen-Köln.
* Porter ME, Heppelmann JE (2015) How Smart, Connected Products are Transforming Companies. Harvard Bus Rev 93(10):96–114.
* Proença D, Borbinha J (2016) Maturity Models for Information Systems-A State of the Art. Procedia Comput Sci 100:1042–1049 Retrieved from https://i40-self-assessment.pwc.de/i40/interview/ Retrieved from https://warwickwmg.eu.qualtrics.com/jfe/form/SV_7O3ovIWlTCu90uF
* Roblek .V, Meško . M, Krapež. A.(2016)." A Complex View of Industry 4.0, SAGE Open 6 (2), 2158244016653987 .
* Rockwell Automation. (2016). The Connected Enterprise Maturity Model. Retrieved from Website:http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/wp/ciewp002-en-p.pdf.
* Ruiz-Benitez R. and Cambra-Fierro J. (2011). Reverse Logistics Practices in theSpanish SMEs Context. Journal of Operations and Supply Chain Management, 4(1): 84-93.
* Schmidt R, Möhring M, Härting RC, Reichstein C, Neumaier P, Jozinović P (2015) Industry 4.0-potentials for creating smart products: empirical research results. In International conference on business information systems springer international publishing.:16–27
* Schreiber B, Janssen R, Weaver S, Peintner S (2016) Procurement 4.0 in the digital world Retrieved from Website: http://www.adlittle.com/downloads/tx_adlreports/ADL__Future__of__Procurement__4.0.pdf.
* Schumacher A, Erol S, Sihn W (2016) A maturity model for assessing industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. Procedia CIRP 52:161–166
* - Thames , L., Schaefer, D.(2016)." Software-Defined Cloud Manufacturing for Industry 4.0, Procedia CIRP 52 , 12–17 .
* Tarhan A, Turetken O, Reijers HA (2016) Business process maturity models: A systematic literature review. Inf Softw Technol 75:122–134 D.

* Vogel.B., Heuser . D., Hess (2016)." Guest Editorial Industry 4.0–Prerequisites and visions, IEEE Trans. Autom. Sci. Eng. 13 (2) , 411–413.

یادداشت‌ها

[1] Ref: International Data Corporation(IDC)
[2] Readiness
[3] Maturation
[4] IMPULS—Industrie 4.0 Readiness
[5] Industry 4.0/Digital Operations Self-Assessment
[6] The Connected Enterprise Maturity Model
[7] Industry 4.0 Maturity Model
[8] Outsider
[9] Beginner
[10] Intermediate
[11] Experienced
[12] Expert
[13] Top Performer
[14] Strategy and Organization
[15] Smart Factory
[16] Smart Operation
[17] Smart Products
[18] Data-driven Services
[19] Employees
[20] Newcomers
[21] Learners
[22] Leaders
[23] Blueprint for Digital Success
[24] Digital novice
[25] Vertical Integrator
[26] Horizontal Collaborator
[27] Digital Champion
[28] Rockwell Automation
[29] Technology-focused
[30] Assessment
[31] Secure and upgraded network and controls
[32] Defined and organized working data capital
[33] Analytics
[34] Collaboration
[35] Operational Technologies/Information Technologies
[36] Real-time