پژوهش‌های مدیریت در ایران
دوره ۲۶، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱، صص ۱۳۹-۱۶۳
نوع مقاله: پژوهشی

سنجش زنجیره تأمین دیجیتال در صنایع تولیدی (مورد مطالعه: صنعت کالای خواب)

پژواک مهدی‌پور[۱]، عبدالحمید صفایی قادیکلایی[۲*]، حمیدرضا فلاح لاجیمی[۳]، حسنعلی آقاجانی[۴]

۱. دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، گرایش تولید و عملیات، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.
۲. استاد، گروه مدیریت صنعتی، گرایش تولید و عملیات، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.
۳. استادیار، گروه مدیریت صنعتی، گرایش تولید و عملیات، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.
٤. استاد، گروه مدیریت صنعتی، گرایش تولید و عملیات، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.

تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۰۸/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۰٤

چکیده

یکی از مهم‌ترین چالش‌هایی که اغلب سازمان‌های امروزی دائماً با آن مواجه هستند، برنامه‌ریزی برای توسعه و بهبود فرایندها و عملیات مبتنی بر پذیرش فناوری‌های نوین، به‌ویژه دیجیتال، جهت واکنش به الزامات بازارها و محیط‌های رقابتی است. بنابراین، تحقیق حاضر با استفاده از رویکرد ترکیبی (کیفی و کمی) کاربردهای فناوری‌های دیجیتال را از لحاظ احتیاجات فنی و عملکردهای تجاری در شبکه زنجیره تأمین صنعت کالای خواب مورد بررسی قرار می‌دهد. روش کار به‌صورت توسعه یک ابزار سنجش کارآمد برای ارزیابی مشخصات دیجیتالی‌سازی و اتوماسیون جهت مدیریت یکپارچه عملیات و جریانات زنجیره‌های تأمین صنایع تولیدی و اعتبارسنجی آن به کمک رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره دنپ (ای‌ان‌پی مبتنی بر دیمتل) خواهد بود که به‌عنوان سهم دانش‌افزایی تحقیق قلمداد می‌گردد. لذا، در گام نخست فهرست عوامل تأثیرگذار در قالب ٦ حوزه فرایندی و مجموعاً ۲۲ شاخصه مرتبط به کمک مطالعه کتابخانه‌ای و روش دلفی تعیین شد. سپس، با استفاده از تکنیک دنپ اوزان اهمیت و روابط میان عوامل مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصله، حوزه فرایندی مدیریت موجودی و انبار با کسب بالاترین وزن اهمیت

* نویسندهٔ مسئول مقاله: E-mail: ab.safaei@umz.ac.ir

به‌عنوان بحرانی‌ترین عامل مورد توجه قرار دارد. از طرفی، حوزه‌های فرایندی منبع‌یابی و خرید و مدیریت تجاری به‌عنوان اثرگذارترین عوامل در بهبود حوزه‌های بحرانی شناسایی شدند.

کلیدواژه‌ها: دیجیتالی‌سازی، زنجیره تأمین دیجیتال، فناوری دیجیتال، صنعت کالای خواب، دنپ (ای‌ان‌پی مبتنی بر دیمتل)

۱- مقدمه

فناوری‌های دیجیتال نوین کیفیت تعاملات و تبادلات داده‌ها و اطلاعات را در ارتباطات انسانی و صنعتی دچار دگرگونی شگرف ساخته است [۱]. این تحولات در ساختارهای سازمانی، مفاهیم مدیریتی و عملیات تجاری به سرعت در حال افزایش است [۲]. دیجیتالی‌سازی، روش‌ها و راه‌حل‌هایی خلاقانه را در مسیر توسعه منابع جدید درآمدی و ارزش‌های بالای تجاری برای سازمان‌ها به ارمغان می‌آورد [۳] و کاربرد آن در سطح کلان به عنوان قوی‌ترین اهرم رشد و توسعه اقتصادی پایدار مطرح می‌گردد [٤]. همراه با رشد سریع فناوری‌های مبتنی بر اینترنت و کاربردهای گسترده فناوری‌های اطلاعاتی، عملیات و فرایندهای تولیدی بهره‌مند از خصوصیات انطباق‌پذیری، کارایی در کاربرد منابع، طراحی ماشین‌آلات و سیستم‌های تولیدی سازگار با شرایط ارگونومی انسانی و نیز یکپارچگی با مشتریان و شرکای تجاری در راستای توسعه تجارت مبتنی بر ارزش خواهد بود [٥]. در بازارهای رقابتی امروز که شرکت‌های تولیدی به دنبال توسعه همکاری‌ها در عملیات زنجیره تأمین و شفافیت بیشتر در تبادلات تجاری هستند [٦]، کاربرد فناوری‌های ارتباطی دیجیتال در میان شرکای زنجیره تأمین باعث بهبود سطوح کنترل در همکاری‌های بین‌سازمانی و کاهش عدم‌اعتماد می‌گردد [۱]. قابلیت پایش فراگیر و در لحظه عملیات نقش مسئولیت‌ها و نظارت‌ها را برجسته می‌نماید و کنترل مستقیم بر عملکرد تأمین‌کنندگان از مرحله تأمین منابع و مواد اولیه مورد نیاز خود تا تحویل کالاهای مورد نیاز به خریداران را امکان‌پذیر می‌سازد. دستیابی به یک چنین محیطی مستلزم توسعه زیرساخت‌هایی الکترونیک است که اشتراک‌گذاری داده‌ها و اطلاعات را در سرتاسر بخش‌های عملیاتی در زنجیره تأمین میسر سازد [٦].

با توجه به این که محیط‌های پیوسته در حال تغییر و به شدت رقابتی سازمان‌ها را ملزم به تغییر ساختار و روش‌های انجام کار می‌کند، به همین جهت، متناسب با الزامات ایجاد شده

می‌بایست فناوری‌های تولیدی به‌صورت دائم مورد ارزیابی و بروزرسانی قرار گیرد. لذا، یکی از مهم‌ترین چالش‌هایی که بنگاه‌های اقتصادی با آن مواجه هستند، تنظیم یک برنامه اقدام رقابتی و بهره‌ور به‌منظور تصمیم‌گیری در خصوص بهبود و توسعه عملیات و فرایندها به‌واسطه بکارگیری فناوری‌های نوین است. طبق گزارش موسسه تحقیقاتی آکاتیچ[۱] [۷]، با وجود ارزش‌آفرینی و منافع ملموس ناشی از کاربردهای دیجیتال به دلایل مختلف [۸]، نظیر: فقدان آگاهی و درک نادرست، چارچوب زمانی طولانی مدت و مسائل مالی و فنی همچنان از سوی بسیاری از صنایع، به‌ویژه صنایع کوچک و متوسط (SMEs)، مورد بی‌توجهی قرار دارد یا در سطح پروژه‌های پایلوت اقداماتی صورت پذیرفته است. بررسی پایگاه‌های اطلاعات صنعتی کشور نشان داد که به‌رغم روند رو به رشد کاربرد فناوری‌های اطلاعاتی با گسترش شرکت‌های انفورماتیکی و استارت‌آپی (نوپا)، صنایع تولیدی روندی آهسته را در ارتباط با سرمایه‌گذاری در پروژه‌های دیجیتالی‌سازی و اتوماسیون صنعتی طی می‌نمایند و صرفاً به بعضی از کاربردها در بخش‌هایی از سازمان بسنده نمودند. به‌علاوه، دیجیتالی‌سازی در صنایع تولیدی موضوعی است که تحقیقات بسیار اندکی در داخل کشور به آن پرداخته‌اند و نمونه‌های اجرایی موفق در این زمینه نادر هستند [۹]. در مجموع، نویسندگان مقاله بر این باورند که مدل‌ها و چارچوب‌های نظری موجود (نظیر: [۱]، [۹] و [۱۰]) با وجود پیگیری یک دیدگاه کل‌نگر، علاوه بر فقدان اعتبارسنجی و تفسیر نتایج در محیط‌های واقعی به دلایلی همچون تمرکز فنی بالا، تفکیک‌پذیری نامناسب (همپوشانی) و کلی بودن مضامین قادر نیستند تصویری شفاف و اجمالی از خروجی‌های کیفی مورد انتظار از دیجیتالی‌سازی در حوزه‌های عملیاتی و تصمیم‌گیری زنجیره تأمین ارائه نمایند و از این جهت، فرایند ارزیابی و برنامه‌ریزی را در عمل پیچیده، هزینه‌بر و زمان‌بر می‌سازند. بر این اساس، مطالعه حاضر با شناسایی و سنجش حوزه‌های تصمیم‌گیری و قابلیت‌های عملیاتی مبتنی بر فناوری‌های دیجیتال، به بنگاه‌های تولیدی در توسعه و پیاده‌سازی یک برنامه تحول جهت مدیریت پروژه‌های دیجیتالی‌سازی در بخش‌های مختلف زنجیره تأمین یاری می‌رساند؛ به‌طوری که هم الزامات رقابتی را محقق سازد و هم بهره‌وری را به دنبال داشته باشد. بدین منظور، پس از ساختاربندی چارچوب اولیه تحقیق، جهت اعتبارسنجی آن صنعت کالای خواب به‌عنوان مورد مطالعه مدنظر قرار گرفت. با وجود علاقه‌مندی به توسعه عملیاتی و سهم بازار، ارزیابی اولیه سه شرکت فعال در صنعت

کالای خواب حاکی از این است که مدیریت غیرمکانیزه منابع و فرایندهای سازمانی دلیل اصلی تنزل سطوح بهره‌وری و قابلیت‌های رقابتی در صنعت است. بنابراین، با توجه به ضعف شناسایی شده و منافع بالقوه ناشی از دیجیتالی‌سازی در عملیات و فرایندهای زنجیره تأمین، هدف اصلی این تحقیق تعیین مشخصات زنجیره تأمین دیجیتال در صنعت کالای خواب و ارزیابی آن به کمک تکنیک دنپ (ای‌ان‌پی مبتنی بر دیمتل)[۲] است. کاربرد این تکنیک می‌تواند بینشی مفید را جهت الویت‌گذاری در سرمایه‌گذاری‌های فناورانه به‌منظور توسعه و بهسازی عملیات و فرایندها در اختیار تصمیم‌گیرندگان در شبکه زنجیره تأمین صنعت حاضر قرار دهد.

۲- پیشینه تحقیق و چارچوب مفهومی

دیجیتالی‌سازی و اتوماسیون به‌عنوان مهم‌ترین پایه‌های تحول صنعتی بزرگ، یعنی صنعت۴/۰[۳]، منجر به چابکی، انعطاف‌پذیری و شفافیت و نیز امکان تصمیم‌گیری‌های مقتضی و با سطح اطمینان بالا می‌گردد [۱۱]. کمیسیون دیجیتالی‌سازی[۴]، اصطلاح دیجیتالی‌سازی را به‌عنوان یک تحول عظیم در مهم‌ترین عناصر اجتماعی، نظیر: رشد و پایداری، رفاه و برابری، امنیت و دموکراسی معرفی می‌کند؛ به طوری که تعاملات میان افراد، سازمان‌ها و اشیاء را توسعه می‌بخشد و به‌واسطه گردآوری، تفسیر، کاربست و توسعه حجم وسیعی از داده‌ها ظرفیت‌های توسعه‌مندی در تمامی بخش‌های صنعتی را امکان‌پذیر می‌سازد [۲]. وظیفه اصلی دیجیتالی‌سازی، توسعه ارتباطات دیجیتال در میان عناصر فیزیکی [۱۲] به کمک فناوری‌های اتوماسیون، واقعیت افزوده[۵]، رایانش ابری[۶]، کلان داده[۷]، ابزارهای تجزیه‌وتحلیل داده‌ای[۸]، سنسورها، اومنی-چنل[۹]، روبات‌ها، اینترنت اشیاء[۱۰]، چاپگر سه‌بعدی (تولید افزایشی)[۱۱]، وسایط اتومات حمل‌ونقل زمینی و هوایی [۱]، هوش مصنوعی، بلاک‌چین[۱۲] [۱۳] و سیستم‌های مجازی-فیزیکی[۱۳] است؛ که به‌واسطه ایجاد ارزش افزوده خدمات، دسترسی به داده‌های واقعی و کاهش در هزینه‌های عملیاتی منافع بسیاری را برای عملیات و فرایندهای زنجیره تأمین ایجاد می‌نماید [۱۲]. در واقع، این رویکرد فناورانه دربرگیرنده تغییرات در ساختارهای اجتماعی- فنی به‌واسطه کاربرد تسهیلات و تبادلات دیجیتالی است. به‌عبارت دیگر، دیجیتال‌سازی عامل تغییرات اساسی از وضعیت امکانات فیزیکی یا ارتباطات غیردیجیتال به ساختارهای اجتماعی- فنی مبتنی بر امکانات دیجیتال است. در مقابل، رقومی‌سازی (صفرویکی کردن)[۱۴] به معنی تبدیل

سیگنال آنالوگ به سیگنال دیجیتال است به طوری که قابلیت‌های ذخیره‌سازی و پردازش، برنامه‌نویسی، ردیابی، برقراری ارتباط و غیره را برای تجهیزات غیردیجیتال به همراه می‌آورد. بنابراین، دیجیتالی‌سازی هنگامی تحقق می‌یابد که تجهیزات و روابط در ساختارهای اجتماعی- فنی رقومی شده باشند. به شکل ساده‌تر، رقومی‌سازی ابزار اصلی فرایند دیجیتال‌سازی است. اما با این حال، رقومی‌سازی همواره به ساختارهای اجتماعی- فنی ختم نمی‌شود و این گویای وجود تمایز میان این دو مقوله است [۱٤].

بویوکوزکان و گوسر[۱۵] [۱] نقشه‌راه توسعه زنجیره تأمین دیجیتال را مشتمل بر ابعاد دیجیتالی‌سازی (با مؤلفه‌های راهبرد، سازمان و فرهنگ، عملیات، محصولات و خدمات و تجربه مشتری)، پیاده‌سازی فناوری (با مؤلفه‌های توانمندسازهای فناوری، سیستم مدیریت پروژه، روابط انسان و فناوری و زیرساخت فناوری) و مدیریت زنجیره تأمین (با مؤلفه‌های فرایند، یکپارچگی، پیکربندی مجدد، اتوماسیون و ابزارهای تحلیل‌گر داده‌ای) توسعه دادند.

کیتیپانیا-نیگام و تان[۱۶] [۱۳] مشخصات کارایی، شفافیت و قابلیت ردیابی عملیاتی، اثرات محیطی و اجتماعی، مجازات قانونی و دسترسی الکترونیک به داده‌ها و اطلاعات مرتبط با بازار و زنجیره تأمین را مهم‌ترین چالش‌ها و فرصت‌های دیجیتالی‌سازی شناسایی کردند.

گارای-روندرو[۱۷] و همکاران [۱۰] با مرور نظام‌مند ادبیات فاکتورهای لجستیک و توزیع هوشمند، اتوماسیون انبارداری، وسایط حمل‌ونقلی اتومات، روبات‌های توزیع، یکپارچگی و تسهیم اطلاعات، تجارت الکترونیک، انعطاف‌پذیری، اومنی-چنل، واقعیت دیجیتال، رسانه‌های اجتماعی، فناوری‌های دریافت داده‌های فروشگاهی، کنترل داده‌های رفتاری مشتریان، کنترل هوشمند تقاضا مبتنی بر سیستم ERP، اتوماسیون تولید، روبات‌های کنترل کیفیت، یکپارچگی عمودی و افقی، یادگیری ماشینی و غیره را در قالب شش بعد اصلی به‌عنوان مشخصات زنجیره تأمین دیجیتال در صنعت ٤/٠ معرفی نمودند.

بویوکوزکان و گوسر [۳] مشخصات تأمین‌کننده دیجیتال را در ۵ معیار و ۱٦ زیرمعیار شامل قابلیت سازگاری، توانمندی فناوری، یکپارچگی فناوری، انعطاف‌پذیری، تسهیم اطلاعات، پشتیبانی خدمت، ثبات مالی، کیفیت خدمت، شهرت و اعتبار، حفظ محرمانگی، پیش‌بینی نادرست تقاضا، کاربرد ابزارهای تحلیل‌گر پیشرفته، پایش بصری مستمر، شایستگی دیجیتال، همکاری دیجیتال و سفارشی‌سازی و شخصی‌سازی دیجیتال شناسایی نمودند.

رامان[18] و همکاران [١٥] تأثیرات کلان‌داده‌ها بر اقدامات مدیریت زنجیره تأمین چندین شرکت بین‌المللی را با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM) و مدل تحلیل مرجع عملیات زنجیره تأمین (SCOR) ارزیابی نمودند. نتایج حاکی از آن بود که مدیریت تقاضاها، ارزیابی فروشندگان، اینترنت اشیاء (IoT) و ابزارهای تحلیل و علوم داده‌ای صنعت ٤/٠ زنجیره تأمین را به لحاظ بهبود تعالی عملیاتی، صرفه‌جویی در هزینه‌ها، رضایت‌مندی مشتریان، پایش بصری عملکردها و کاهش شکاف میان مدیریت تقاضاها و مدیریت زنجیره عرضه تحت تأثیر قرار می‌دهد.

عبدالباسط[19] و همکاران [١٦] با هدف کاربست اینترنت اشیاء (IoT) جهت هوشمندسازی مدیریت زنجیره تأمین و ایمن‌سازی تبادل داده‌ها و اطلاعات درون یک زنجیره تأمین محصول در مصر به راه‌اندازی یک وب‌سایت برای تأمین‌کنندگان و مدیران تولیدی اقدام نمودند که از طریق آن امکان ردیابی و ذخیره‌سازی تمامی داده‌ها و اطلاعات زمانی و مکانی محصولات و قطعات در درون زنجیره تأمین با استفاده از برچسب‌ها و اسکنرهای RFID و پایگاه‌های داده‌ای فراهم شد. در ادامه، محققین به توسعه و ارزیابی معیارهای امنیت داده‌ها و اطلاعات زنجیره تأمین با استفاده از تکنیک‌های DEMATEL و AHP مبادرت نمودند.

اسکیوتو[20] و همکاران [١٧] معیارهای اثرگذار بر دیجیتالی‌سازی و کاربرد فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات در مدیریت زنجیره تأمین ١٢٥٤ شرکت خدماتی کوچک و متوسط (SMEs) در ایتالیا را با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM) مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که کاربرد فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات همبستگی مثبت با قابلیت‌های منابع انسانی در حوزه فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات (منابع انسانی متخصص به ICT) دارد. همچنین، روابط میان خریدار و تأمین‌کننده، اقدامات در خصوص اشتراک‌گذاری اطلاعات و بازارهای الکترونیک دارای اثر مثبت بر به‌کارگیری فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات در مدیریت زنجیره تأمین هستند.

وانگ[21] و همکاران [١٨] با تعیین قواعد و دستورالعمل‌هایی در خصوص انواع وضعیت‌های احتمالی در انبارش و برداشت اقلام انبار تحت عنوان قواعد رویداد-شرایط-اقدام (ECA)، به منظور مدیریت بهتر موجودی و افزایش کارایی عملیات انبارداری با استفاده از فناوری RFID سیستمی دیجیتال از مدیریت انبار مرکزی توزیع در یک صنعت دخانیات در چین ارائه نمودند.

نتایج نشان داد که کاربرد RFID در قالب سیستم دیجیتال مدیریت انبار باعث کارآمدی عملیات، استفاده بهینه از ظرفیت انبار، دقت در ثبت موجودی‌ها و کاهش دخالت نیروی انسانی و زمان‌های انبارش/بازیابی می‌شود.

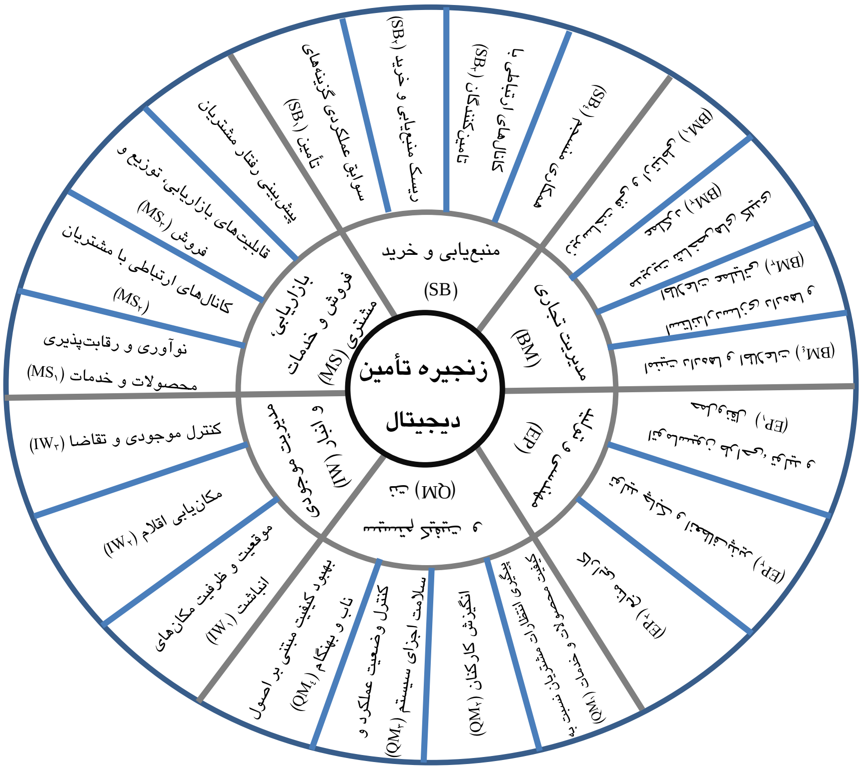
پیکولی[۲۲] و همکاران [۱۹] با استفاده از روش دلفی و رگرسیون خطی تأثیر امکانات شخصی‌سازی خدمات برای مشتریان با کمک سیستم‌های مبتنی بر فناوری اطلاعات را بر کیفیت ترجیحات مشتریان، سطح خدمات و میزان تراکنش‌های مستقیم و یا باواسطه در یک صنعت هتلداری در آمریکا بررسی نمودند. در پایان، نتیجه‌گیری شد که شخصی‌سازی خدمات با فناوری اطلاعات و ارتباطات به دلیل ایجاد کانال‌های ارتباطی مستقیم با مشتریان به جای ارتباطات باواسطه منافع مالی را برای هتل به دنبال خواهد داشت.

جمشیدی گوهرریزی و پورکیانی [۲۰] با هدف بررسی شاخص کیفیت طراحی و معیارهای راهبردی تکنولوژی RFID جهت مدیریت کتابخانه‌های دانشگاه علوم پزشکی کرمان شامل معیارهای کیفیت طراحی، قابلیت نگهداری، قابلیت بکارگیری، قابلیت استفاده مجدد، قابلیت اطمینان و قابلیت تمدید، اثرات معیارها را با استفاده از آزمون‌های تحلیل آماری تی-استیودنت و کلموگروف اسمیرینوف مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج حاکی از آن بود که فناوری RFID جهت مدیریت کتابخانه‌های دانشگاه علوم پزشکی کرمان دارای کیفیت در طراحی است و کاربرد فناوری RFID در جهت بهبود معیارهای راهبردی و استراتژیک است. بر اساس نتایج، فناوری RFID دارای قابلیت نگهداری، کاربرد، استفاده مجدد، قابلیت اطمینان و تمدید است و کاربرد آن باعث بهبود بهره‌وری، مزیت نسبی و مدیریت می‌گردد.

جبله و همکاران [۲۱] با هدف شناسایی عوامل بحرانی موفقیت زنجیره تأمین الکترونیکی (e-SCM) و بررسی تأثیر آن‌ها بر پیاده‌سازی زنجیره تأمین الکترونیکی (e-SCM) در شرکت‌های کوچک و متوسط (SMEs)، از تکنیک رگرسیون خطی چند متغیره و نرم‌افزار اس‌پی‌اس‌اس استفاده نمودند. نتایج نشان داد که چهار عامل راهبرد حمایت از ظرفیت تأمین‌کننده، سازگاری زنجیره تأمین الکترونیکی، مقیاس سازمانی و خلاقیت مدیر عالی اجرایی مهم‌ترین عوامل در پیاده‌سازی زنجیره تأمین الکترونیکی (e-SCM) در شرکت‌های کوچک و متوسط (SMEs) است.

به استناد بررسی تفصیلی تحقیقات مرتبط موضوعی و غربال‌گری مشخصات مستخرج

مبتنی بر نظرات خبرگان، چارچوب مفهومی تحقیق، شامل حوزه‌های فرایندی (ابعاد) و شاخصه‌های مرتبط، به شرح شکل ۱ ساختاربندی شد.

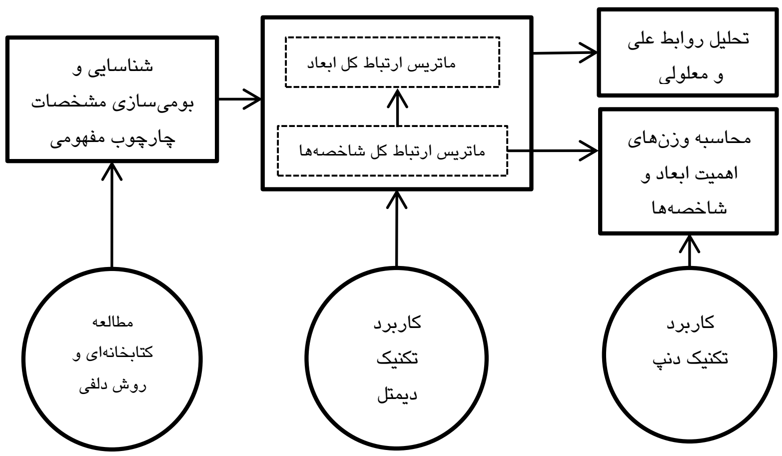


شکل ۱ مشخصات زنجیره تأمین دیجیتال (منبع: تحلیل ادبیات نظری)

۳- روش‌شناسی پژوهش

تحقیق حاضر به لحاظ روش گردآوری داده‌ها از نوع توصیفی و از لحاظ هدف از نوع کاربردی دسته‌بندی می‌گردد. هدف تحقیق، ارزیابی مشخصات زنجیره تأمین دیجیتال در صنعت کالای خواب است. بر این اساس، جامعه تحقیق را صنعت کالای خواب تشکیل می‌دهد. از روش نمونه‌گیری غیرتصادفی هدفمند جهت گزینش نمونه واجدشرایط (شامل شرکت‌ها و خبرگان) بر مبنای موضوع و هدف تحقیق بهره گرفته شد. به همین منظور، سه برند معتبر در صنعت کالای

خواب که برخوردار از پرسنل متخصص و مجرب و نیز علاقه‌مند به سرمایه‌گذاری‌های فناورانه و توسعه امکانات اتوماسیون مورد شناسایی قرار گرفتند، به‌عنوان نمونه تحقیق مبنای ارزیابی قرار داده شد. ابزارهای جمع‌آوری اطلاعات مشتمل بر منابع اینترنتی، پرسشنامه و مصاحبه است. در ارتباط با اعتبار ابزار پرسشنامه، مشخصات چارچوب مفهومی تحقیق طی بازبینی‌های چندمرحله‌ای توسط خبرگان تحقیق توسعه یافت (اعتبار محتوایی) و پایایی پرسشنامه دنپ با شاخص سطح اطمینان معنی‌دار[۲۳] در تحقیق چیو[۲۴] و همکاران [۲۲] مورد تأیید قرار گرفت که مقدار آن برابر با ۹۵/۳۳٪ (بالاتر از حداقل مجاز ۹۵٪) نتیجه شد. ۶ خبره دانشگاهی در رشته‌های مدیریت صنعتی (۳ نفر) و مهندسی فناوری اطلاعات (۳ نفر) و ۸ خبره صنعتی در رشته‌های برق (۱ نفر)، مکانیک (۲ نفر)، مهندسی صنایع (۲ نفر) و مدیریت صنعتی (۳ نفر) نمونه خبرگی تحقیق را تشکیل می‌دهند. در ضمن، سوابق کاری مرتبط اعضای خبرگان حداقل ۱۵ سال است. بر این اساس، پس از تهیه فهرست اولیه مشخصات بر مبنای مطالعات کتابخانه‌ای و نظرات خبرگان دانشگاهی، بومی‌سازی مشخصات تحقیق توسط خبرگان صنعتی صورت پذیرفت. همچنین، تکمیل پرسشنامه دنپ توسط ۳ خبره صنعتی (یک خبره فعال در هر شرکت مورد مطالعه) در مناصب سازمانی مدیر عامل (۲ نفر) و مدیر تولید (۱ نفر) اجرایی شد. مراحل روش‌شناسی تحقیق در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲ مراحل روش‌شناسی تحقیق

۴- تحلیل یافته‌ها

گام‌های تکنیک دنپ بر مبنای تحقیق لییو[۲۵] و همکاران [۲۳] پیاده‌سازی شد. خلاصه گام‌های تکنیک دنپ در ادامه توضیح داده شده است:

گام ۱. ماتریس ارتباط مستقیم شاخصه‌ها (D)؛ که بر مبنای میانگین نظرات خبرگان در طیف گسسته ۰ تا ٤ تعیین می‌شود (مطابق جدول ۱).

جدول ۱ ماتریس ارتباط مستقیم شاخصه‌ها

	SB,	SB,	SB,	SB,	BM,	BM,	BM,	BM,	EP,	EP,	EP,	QM,	QM,	QM,	QM,	IW,	IW,	IW,	MS,	MS,	MS,	MS,
SB,	۰	٤	۰/٦۷	۳/۳۳	۰	۰/٦۷	۳	۱/٦۷	۰	۳	۲/۳۳	۱/۳۳	۰	۱	۱/۳۳	۱	۰	۱/۳۳	۲/٦۷	۰	۲	۰
SB,	۰	۰	۳/۳۳	۳/٦۷	۳/٦۷	۰/٦۷	۲	۳/۳۳	۱/٦۷	۳/٦۷	۳/٦۷	۱/۳۳	۱/۳۳	۲	۳/۳۳	۲	۱/٦۷	۳/٦۷	۳/۳۳	۰	۳/۳۳	۰
SB,	٤	۳/٦۷	۰	٤	۳	۳/٦۷	۳/۳۳	۳/۳۳	۱	۲/۳۳	۲	۰	۰	۲/۳۳	۲/٦۷	۳	۱/۳۳	۳/٦۷	۰/٦۷	۰	۳	۰
SB,	٤	٤	٤	۰	۳	۲	۳/٦۷	۳/۳۳	۲/۳۳	۳/٦۷	۳	۱/٦۷	۰/٦۷	۲/٦۷	۳/۳۳	۳	۱/٦۷	۳/۳۳	۳	۱/۳۳	۳/۳۳	۰
BM,	۲/۳۳	۳	۳/٦۷	۲/۳۳	۰	٤	۳/٦۷	۳	۳/۳۳	۳	۲/۳۳	۱/۳۳	۱	۳/٦۷	۳/۳۳	۲	۳/٦۷	٤	۲	۳/٦۷	۳	٤
BM,	۰/٦۷	۳/۳۳	۰/٦۷	۰/۳۳	۰	۰	۰	۲/۳۳	۰	۳/٦۷	۲/۳۳	۰/٦۷	۲	۳/٦۷	۳	۳	۳/٦۷	٤	۲/٦۷	۰/۳۳	۳/۳۳	٤
BM,	٤	۳/٦۷	۳/۳۳	۳/٦۷	۰/٦۷	۳/٦۷	۰	٤	۱	۳/۳۳	۳/٦۷	۳/٦۷	۲/۳۳	۳/٦۷	۳	۳/۳۳	۲/٦۷	۳/٦۷	۱/٦۷	۲/۳۳	۳/۳۳	۳/٦۷
BM,	۰	۱	۰	۰	۰	۰/٦۷	۲/٦۷	۰	۰/٦۷	۲	۲	۱	۱	۲/٦۷	۳	۰	۰	۰	۱	۰	۲	۰/٦۷
EP,	۰	۰	۰/٦۷	۰	۳/٦۷	۳/۳۳	۳/۳۳	۳	۰	٤	٤	۳/۳۳	۳/۳۳	۳/٦۷	۳/٦۷	۳	۳	۳	۳/۳۳	۱	۰/٦۷	۰
EP,	۰/٦۷	۰	۰	۰	۰	۱	۱/۳۳	۰	۰	۰	۳	۳	۲/۳۳	۱/۳۳	۳	۲	۳/٦۷	۳/٦۷	۳/٦۷	۰/٦۷	۳/۳۳	۰
EP,	۰	۰	۲	۰/٦۷	۰/٦۷	۰	۱/۳۳	۱	۱	۲/٦۷	۰	۲/٦۷	۳/۳۳	۳/۳۳	۳	۳/۳۳	۳/۳۳	۲	۳/٦۷	۱	۲	۰
QM,	۰	۰	۰/٦۷	۱/٦۷	۰	۲	۰/٦۷	۲	۳	٤	۱	۰	۲/۳۳	۰	٤	۰	۰/٦۷	۲/٦۷	۳/٦۷	٤	٤	٤
QM,	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۰	۳/٦۷	٤	۰	۰	۳/۳۳	۳/۳۳	۰	۱	۰	۲	۰	۲/۳۳	۰
QM,	۱	۰	۰/٦۷	۰	۰	۰	۰	٤	۰	۳/۳۳	۳	۰	۰	۰	۱	۳	۰	۰	۲/۳۳	۰	۰/۳۳	۰/٦۷
QM,	۱/٦۷	۱	۲	۲/۳۳	۰/٦۷	۰	۱	۰/٦۷	۰	۳/٦۷	۳/٦۷	۱/٦۷	۳	۲	۰	۲/٦۷	۱	۳	۳/۳۳	۰	۱/۳۳	۰/٦۷
IW,	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳/٦۷	۳/۳۳	۰	۰	۰	۰	۰	٤	۱/۳۳	۲	۰	۳	۰
IW,	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳/۳۳	۳	۰	۱	۲	۲	۱/٦۷	۰	۰	۱	۰	۲/٦۷	۰
IW,	۰	۳	۰	۰	۰	۰/٦۷	۰	۱	۱	۳/٦۷	۳	۱/٦۷	۰/٦۷	۰/٦۷	۰	٤	۳/٦۷	۰	۳	۰	۳/۳۳	۰/٦۷
MS,	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰/٦۷	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۲/۳۳	۱	۳/۳۳	۰	۳	۳/۳۳	٤
MS,	۰	۰	۰	۰	۰	۲/۳۳	۲	۳	۲/٦۷	۲/۳۳	۱	٤	۰	۱/۳۳	۲/٦۷	۲	۰/٦۷	۳	۳	۰	۳/٦۷	۳/٦۷
MS,	۰	۰	۰/٦۷	۰/٦۷	۰	۰	۰	۲	۰	۳/۳۳	۳/٦۷	۲	۰	۰	۰	٤	٤	۰	۲/٦۷	۲	۰	۰/٦۷
MS,	۰	۰/٦۷	۰	۰	۰	٤	۳/۳۳	۳	۰	۳	۳	٤	۰	۰	٤	۰/٦۷	۰/٦۷	۳/٦۷	٤	۱	٤	۰

گام ۲. ماتریس ارتباط غیرمستقیم (N)؛ که از حاصل تقسیم مقادیر ماتریس ارتباط مستقیم بر ماکزیمم مقدار مجموعات سطری (r_i) و ستونی (c_j) آن محاسبه می‌گردد.

گام ۳. ماتریس ارتباط کل (T)؛ که از رابطه آمده در ادامه حاصل می‌شود: $T = N \times (I\text{-}N)^{-1}$

بر این اساس، ماتریس ارتباط کل شاخصه‌ها (T_C) مطابق با جدول ۲ به دست آمد.

جدول ۲ ماتریس ارتباط کل شاخصه‌ها (با تقریب سه رقم اعشار)

	SB	SB	SB	SB	BM	BM	BM	BM	EP	EP	EP	QM	QM	QM	QM	IW	IW	IW	MS	MS	MS	MS
SB	٠/٠١٣	٠/٠٧٧	٠/٠٢٨	٠/٠٦٦	٠/٠١١	٠/٠٢٥	٠/٠٦٣	٠/٠٥٢	٠/٠١٢	٠/٠٨٧	٠/٠٧٣	٠/٠٤٣	٠/٠١٩	٠/٠٤٠	٠/٠٥٥	٠/٠٥٠	٠/٠٣٢	٠/٠٥٤	٠/٠٧٨	٠/٠١٥	٠/٠٧٠	٠/٠١٧
SB	٠/٠٢١	٠/٠٢٦	٠/٠٧٤	٠/٠٧٧	٠/٠٧٠	٠/٠٣٥	٠/٠٥٩	٠/٠٩٠	٠/٠٤٣	٠/١٢١	٠/١١٥	٠/٠٥٤	٠/٠٤٨	٠/٠٧١	٠/١٠٢	٠/٠٨٥	٠/٠٧٥	٠/١٠٥	٠/١٠٧	٠/٠٢٣	٠/١٠٩	٠/٠٢٦
SB	٠/٠٨٠	٠/٠٨٧	٠/٠٢٧	٠/٠٨٥	٠/٠٦٠	٠/٠٧٩	٠/٠٨٠	٠/٠٩٢	٠/٠٣٢	٠/١٠٥	٠/٠٩٣	٠/٠٣٥	٠/٠٢٨	٠/٠٧٧	٠/٠٩٠	٠/١٠٠	٠/٠٧١	٠/١٠٥	٠/٠٦٩	٠/٠٢٠	٠/١٠٥	٠/٠٢٥
SB	٠/٠٨٢	٠/٠٩٣	٠/٠٨٨	٠/٠٣٠	٠/٠٦٣	٠/٠٦٠	٠/٠٩٠	٠/٠٩٩	٠/٠٥٦	٠/١٣٥	٠/١١٧	٠/٠٦٦	٠/٠٤٣	٠/٠٨٧	٠/١١١	٠/١٠٩	٠/٠٨٣	٠/١١٠	٠/١١٤	٠/٠٤٦	٠/١٢١	٠/٠٣٢
BM	٠/٠٥٨	٠/٠٧٩	٠/٠٨٢	٠/٠٦٣	٠/٠١٨	٠/٠٩٤	٠/٠٩٣	٠/١٠٠	٠/٠٧١	٠/١٣٣	٠/١١٤	٠/٠٦٨	٠/٠٥١	٠/١٠٦	٠/١١٨	٠/٠٩٩	٠/١١٦	٠/١٢٦	٠/١٠٧	٠/٠٨١	٠/١٢٣	٠/٠٩٤
BM	٠/٠١٩	٠/٠٦٤	٠/٠٢٤	٠/٠١٨	٠/٠٠٨	٠/٠١٥	٠/٠١٩	٠/٠٦٤	٠/٠١٠	٠/١٠٩	٠/٠٨٦	٠/٠٣٧	٠/٠٥١	٠/٠٨٢	٠/٠٨٤	٠/٠٨٦	٠/٠٩٣	٠/٠٩٦	٠/٠٨٩	٠/٠٢٠	٠/٠٩٨	٠/٠٧٧
BM	٠/٠٨١	٠/٠٨٨	٠/٠٧٧	٠/٠٨٣	٠/٠٢٧	٠/٠٨٥	٠/٠٣٧	٠/١١٣	٠/٠٣٧	٠/١٣٨	٠/١٢٨	٠/٠٩٩	٠/٠٦٩	٠/١٠٣	٠/١١٣	٠/١١٥	٠/٠٩٩	٠/١١٨	٠/١٠٣	٠/٠٦١	٠/١٢٩	٠/٠٨٧
BM	٠/٠٠٨	٠/٠٢٣	٠/٠١٠	٠/٠١٠	٠/٠٠٥	٠/٠١٩	٠/٠٥٠	٠/٠١٨	٠/٠١٦	٠/٠٥٩	٠/٠٥٧	٠/٠٣١	٠/٠٢٩	٠/٠٥٧	٠/٠٦٧	٠/٠٢٣	٠/٠٢٠	٠/٠٢١	٠/٠٤١	٠/٠١٠	٠/٠٥٤	٠/٠٢٢
EP	٠/٠١٦	٠/٠٢٢	٠/٠٣٠	٠/٠١٩	٠/٠٦٤	٠/٠٧٢	٠/٠٧٣	٠/٠٨٣	٠/٠١٧	٠/١٢٧	٠/١١٩	٠/٠٨٣	٠/٠٨٠	٠/٠٩٦	٠/١٠٨	٠/١٠٦	٠/٠٩٤	٠/٠٩٤	٠/١٠٨	٠/٠٣٨	٠/٠٧١	٠/٠٣١
EP	٠/٠١٧	٠/٠١١	٠/٠١٠	٠/٠١٠	٠/٠٠٤	٠/٠٢٤	٠/٠٣٠	٠/٠٢٠	٠/٠٠٩	٠/٠٤١	٠/٠٨٠	٠/٠٦٤	٠/٠٥٢	٠/٠٤٠	٠/٠٧٣	٠/٠٦٢	٠/٠٨٥	٠/٠٨١	٠/٠٩٠	٠/٠٢٥	٠/٠٨٦	٠/٠١٧
EP	٠/٠١١	٠/٠١٣	٠/٠٤٢	٠/٠٢٢	٠/٠١٧	٠/٠١٤	٠/٠٣٥	٠/٠٤١	٠/٠٢٥	٠/٠٨٦	٠/٠٤٢	٠/٠٦١	٠/٠٦٨	٠/٠٧٤	٠/٠٧٩	٠/٠٨٥	٠/٠٨٢	٠/٠٦١	٠/٠٩٤	٠/٠٣٠	٠/٠٧١	٠/٠١٨
QM	٠/٠١١	٠/٠١٦	٠/٠٢٤	٠/٠٣٧	٠/٠٠٩	٠/٠٥١	٠/٠٣٣	٠/٠٦٢	٠/٠٥٨	٠/١١٣	٠/٠٦٤	٠/٠٣٤	٠/٠٥٨	٠/٠٣٠	٠/١٠٤	٠/٠٤٣	٠/٠٤٩	٠./٠٨٢	٠/١٠٦	٠/٠٧٨	٠/١١٠	٠/٠٨٤
QM	٠/٠٠٥	٠/٠٠٤	٠/٠٠٧	٠/٠٠٦	٠/٠٠٣	٠/٠٠٥	٠/٠٠٨	٠/٠٤٣	٠/٠٠٤	٠/٠٧٩	٠/٠٨٣	٠/٠١٤	٠/٠١٣	٠/٠٦٤	٠/٠٦٩	٠/٠٢٢	٠/٠٣٣	٠/٠١٧	٠/٠٥٤	٠/٠٠٨	٠/٠٥٥	٠/٠٠٨
QM	٠/٠١٩	٠/٠٠٦	٠/٠١٥	٠/٠٠٥	٠/٠٠٣	٠/٠٠٦	٠/٠١٠	٠/٠٧٠	٠/٠٠٤	٠/٠٧٠	٠/٠٦٤	٠/٠١٢	٠/٠١٠	٠/٠١٢	٠/٠٣٣	٠./٠٦١	٠/٠١٧	٠/٠١٦	٠/٠٥٥	٠/٠٠٧	٠/٠٢٦	٠/٠١٧
QM	٠/٠٣٧	٠/٠٣١	٠/٠٤٤	٠/٠٤٩	٠/٠١٩	٠/٠١٥	٠/٠٣٣	٠/٠٣٧	٠/٠١١	٠/١٠١	٠/٠٩٦	٠/٠٤٨	٠/٠٦٣	٠/٠٥٥	٠/٠٣٦	٠/٠٧٦	٠/٠٤٩	٠/٠٧٨	٠/٠٩١	٠/٠١٥	٠/٠٦٣	٠/٠٢٦
IW	٠/٠٠٢	٠/٠٠٣	٠/٠٠٤	٠/٠٠٣	٠/٠٠٢	٠/٠٠٣	٠/٠٠٥	٠/٠٠٧	٠/٠٠٣	٠/٠٧٣	٠/٠٦٨	٠/٠١١	٠/٠٠٩	٠/٠١٠	٠/٠١٥	٠/٠١٨	٠/٠٧٨	٠/٠٣٢	٠/٠٤٨	٠/٠٠٧	٠/٠٦٣	٠/٠٠٦
IW	٠/٠٠٣	٠/٠٠٣	٠/٠٠٥	٠/٠٠٤	٠/٠٠٢	٠/٠٠٣	٠/٠٠٥	٠/٠٠٩	٠/٠٠٣	٠/٠٦٩	٠/٠٦٤	٠/٠١١	٠/٠٢٤	٠/٠٤٠	٠/٠٤٤	٠/٠٤٢	٠/٠١٧	٠/٠١٣	٠/٠٣٤	٠/٠٠٦	٠/٠٥٦	٠/٠٠٥
IW	٠/٠٠٤	٠/٠٥١	٠/٠٠٩	٠/٠٠٨	٠/٠٠٦	٠/٠١٩	٠/٠١١	٠/٠٣٣	٠/٠٢٣	٠/٠٩١	٠/٠٧٨	٠/٠٤٣	٠/٠٢٦	٠/٠٢٨	٠/٠٢٨	٠/٠٨٨	٠/٠٨٥	٠/٠٢٥	٠/٠٧٨	٠/٠١٣	٠/٠٨٤	٠/٠٢٣
MS	٠/٠٠٤	٠/٠٠٧	٠/٠٠٦	٠/٠٠٥	٠/٠٠٣	٠/٠١٠	٠/٠١١	٠/٠٣٠	٠/٠١٦	٠/٠٢٩	٠/٠٢٦	٠/٠١٨	٠/٠٠٩	٠/٠١١	٠/٠٦٣	٠/٠٥٧	٠/٠٣٦	٠/٠٦٩	٠/٠٢٦	٠/٠٥٣	٠/٠٧٦	٠/٠٧١
MS	٠/٠٠٩	٠/٠١٥	٠/٠١٢	٠/٠١٢	٠/٠٠٧	٠/٠٥٤	٠/٠٤٨	/.٠٧٤	٠/٠٥٢	٠/٠٨٥	٠/٠٦٠	٠/٠٨٩	٠/٠٢٢	٠/٠٤٥	٠/٠٧٩	٠/٠٦٨	٠/٠٤٧	٠/٠٨٢	٠/٠٩١	٠/٠١٩	٠/١٠١	٠/٠٧٩
MS	٠/٠٠٥	٠/٠٠٦	٠/٠١٧	٠/٠١٦	٠/٠٠٣	٠/٠٠٩	٠/٠١١	٠/٠٤٤	٠/٠٠٨	٠/٠٧٩	٠/٠٨٠	٠/٠٤٦	٠/٠١٣	٠/٠١٦	٠/٠٢٥	٠/٠٨٢	٠/٠٨٣	٠/٠٢٢	٠/٠٦٧	٠/٠٤١	٠/٠٣٠	٠/٠٢٢
MS	٠/٠١١	٠/٠٢٨	٠/٠١٥	٠/٠١٥	٠/٠٠٦	٠/٠٧٧	٠/٠٦٧	٠/٠٧٤	٠/٠١٣	٠/٠٩٧	٠/٠٩٠	٠/٠٨٩	٠/٠٢٥	٠/٠٢٩	٠/١٠١	٠/٠٥٣	٠/٠٥٠	٠/٠٩٥	٠/١٠٨	٠/٠٣٥	٠./١٠٩	٠/٠٢٧

در ادامه، ماتریس ارتباط کل ابعاد (T_D) از میانگین مقادیر خوشه‌های متناظر در ماتریس ارتباط کل شاخصه‌ها محاسبه می‌شود (جدول ۳).

جدول ۳ ماتریس ارتباط کل ابعاد

	SB	BM	EP	QM	IW	MS
SB	٠/٠٥٩٦٩٤	٠/٠٦٤٢٨٣	٠/٠٨٢٥٢	٠/٠٦٠٥٥١	٠/٠٨١٤٨٢	٠/٠٦١١٢٢
BM	٠/٠٤٩١٨٤	٠/٠٤٧٩١٧	٠/٠٧٩٧٧٢	٠/٠٧٢٨١٦	٠/٠٨٤٤٠٧	٠/٠٧٤٦٦٤
EP	٠/٠١٨٤٧٧	٠/٠٣٩٧٤١	٠/٠٦٠٨٩٩	٠/٠٧٣٢١١	٠/٠٨٣٢٥٤	٠/٠٥٦٧٥٦
QM	٠/٠١٩٨٥١	٠/٠٢٥٢٥١	٠/٠٦٢٣٢٩	٠/٠٤٠٩٨٩	٠/٠٤٥٤٣٤	٠/٠٥٠١٩٩
IW	٠/٠٠٨٤٣٦	٠/٠٠٨٨٤٥	٠/٠٥٢٤٤	٠/٠٢٤٠٧٧	٠/٠٤٤١٣٥	٠/٠٣٥٢٠٨
MS	٠/٠١١٣٨٣	٠/٠٣٢٩٧٦	٠/٠٥٢٩٣٣	٠/٠٤٢٥٤٧	٠/٠٦١٩٦١	٠/٠٥٩٧٠٣

گام ٤. ماتریس ارتباط کل نرمال‌شده ابعاد (T_D^{α})؛ که از تقسیم مقادیر هر سطر ماتریس

ارتباط کل ابعاد بر مجموع مقادیر سطر حاصل می‌گردد.

گام ۵. ماتریس ارتباط کل نرمال‌شده شاخصه‌ها (T_C^{α})؛ که از تقسیم مقادیر هر سطر مرتبط با هر خوشه از ماتریس ارتباط کل شاخصه‌ها بر مجموع مقادیر سطری متناظر محاسبه می‌شود.

گام ٦. سوپرماتریس ناموزون (W)؛ که از ترانهاده (تعویض جایگاه مقادیر سطری و ستونی متناظر) ماتریس ارتباط کل نرمال‌شده شاخصه‌ها نتیجه می‌شود.

گام ۷. سوپرماتریس موزون (W^{α})؛ که حاصل‌ضرب ماتریس ارتباط کل نرمال‌شده ابعاد در سوپرماتریس ناموزون است.

گام ۸. سوپرماتریس حدی؛ که از توان‌رسانی سوپرماتریس موزون به توان اعداد فرد حاصل می‌گردد. این توان‌رسانی تا جایی ادامه می‌یابد که همگرایی در مقادیر سطری را نتیجه دهد. در این وضعیت، عناصر هر سطر نشانگر وزن اهمیت شاخصه متناظر با آن سطر است.

با پیگیری مراحل تکنیک تا انتها، در نهایت سوپرماتریس حدی شاخصه‌ها در توان ۷ به همگرایی رسید. مقادیر شاخص‌های اثرات کل ($r+c$) و خالص ($r-c$) و نیز وزن‌های جهانی و محلی ابعاد و شاخصه‌ها مطابق با جدول ٤ نشان داده شده است.

جدول ۴ مقادیر شاخص‌های دیمتل و وزن‌های تأثیر دنپ

بعد/ شاخصه	r_i	c_i	r_i+c_i	r_i-c_i	وزن‌های جهانی	رتبه اهمیت	وزن‌های محلی	رتبه نسبی
منبع‌یابی و خرید (SB)	۰/٤۰۹٦۵۲	۰/۱٦۷۰۲۵	۰/۵۷٦٦۷۷	۰/۲٤۲٦۲۷	–	(٦)	۰/۰٦۹۰۹۲	-
سوابق عملکردی گزینه‌های تأمین ($SB_۱$)	۰/۹۸۲۵۷۵	۰/۵۱۵۱٤	۱/٤۹۸۰۱۵	۰/٤٦۷۱۳۵	۰/۰۱۳٦۸۳	۲۱	۰/۱۹۸۰٤۰	٤
ریسک منبع‌یابی و خرید ($SB_۲$)	۱/۵۳۵۳۲۳	۰/۷۵٤۲۳۹	۲/۲۸۹۵٦۲	۰/۷۸۱۰۸٤	۰/۰۱۹۰٦٦	۱۹	۰/۲۷۵۹۵۰	۲
کانال‌های ارتباطی با تامین‌کنندگان ($SB_۳$)	۱/۵٤٦۱۰٤	۰/٦۵۱۲۳	۲/۱۹۷۳۳٤	۰/۸۹٤۸۷٤	۰/۰۱۹۲۱۸	۱۸	۰/۲۷۸۱۵۰	۱
همکاری منسجم ($SB_٤$)	۱/۸۳٤٤۳٤	۰/٦٤۳۸۱۸	۲/٤۷۸۲۵۲	۱/۱۹۰٦۱٦	۰/۰۱۷۱۲۵	۲۰	۰/۲٤۷۸۵۷	۳
مدیریت تجاری (BM)	۰/٤۰۸۷٦	۰/۲۱۹۰۱۳	۰/٦۲۷۷۷۳	۰/۱۸۹۷٤۷	–	(۵)	۰/۱۰٤٦۸٦	-
زیرساخت فنی و ارتباطی ($BM_۱$)	۱/۹۹٤۰۷۹	۰/٤۰۹۸۹۸	۲/٤۰۳۹۷۷	۱/۵۸٤۱۸۱	۰/۰۰۹۹۷۷	۲۲	۰/۰۹۵۳۰٤	٤
مدیریت شاخص‌های کلیدی عملکرد ($BM_۲$)	۱/۲٤۹٦۲	۰/۷۷۳٦۷	۲/۰۲۳۲۹	۰/٤۷۵۹۵	۰/۰۲۱۳٦۲	۱۷	۰/۲۰٤۰۵۷	۳
استانداردسازی داده‌ها و اطلاعات عملیاتی ($BM_۳$)	۱/۹۸۹۱۹۵	۰/۸۷۱۱۸۵	۲/۸٦۰۳۸	۱/۱۱۸۰۱	۰/۰۲۸٤٦	۱۳	۰/۲۷۱۸٦۰	۲
امنیت داده‌ها و اطلاعات ($BM_٤$)	۰/٦۵۰۰۵	۱/۲۵۵۱۱٦	۱/۹۰۵٦٦٦	-۰/٦۰٤۵۷	۰/۰٤٤۸۸۷	۹	۰/٤۲۸۷۷۷	۱
مهندسی و تولید (EP)	۰/۳۳۲۳۳۸	۰/۳۹۰۸۹۳	۰/۷۲۳۲۳۱	-۰/۰۵۸۵٦	–	(۲)	۰/۲۲۹۳۷۱	-
اتوماسیون طراحی، تولید و حمل‌ونقل ($EP_۱$)	۱/۵۵۰۸۷۳	۰/۵۲۳٦۰۱	۲/۰۷٤٤۷٤	۱/۰۲۷۲۷۲	۰/۰۲۱۹۳۵	۱٦	۰/۰۹۵٦۳۱	۳
تولید چابک و انعطاف‌پذیر ($EP_۲$)	۰/۹۳۱۳۹۵	۲/۰۲۹۹٦۱	۲/۹٦۱۳۵٦	-۱/۰۹۸۵۷	۰/۱۰۷۹٤۲	۱	۰/٤۷۰٦۰۰	۱
کارایی منابع ($EP_۳$)	۱/۰۷۳۳۲٦	۱/۷۹۷۱۳۳	۲/۸۷۰٤۵۹	-۰/۷۲۳۸۱	۰/۰۹۹٤۹٤	۲	۰/٤۳۳۷٦۸	۲
سیستم کیفیت و نت (QM)	۰/۲۲٤۰۵۳	۰/۳۱٤۱۹۱	۰/۵۵۸۲٤٤	-۰/۰۷۰۱٤	–	(٤)	۰/۱۷۱۹۷۱	-

بعد/ شاخصه	r_i	c_i	r_i+c_i	r_i-c_i	وزن‌های جهانی	رتبه اهمیت	وزن‌های محلی	رتبه نسبی
پیگیری انتظارات مشتریان نسبت به کیفیت ... (QM_1)	۱/۲۵۵۲۶۱	۱/۰۵۴۷۲۶	۲/۳۰۹۹۸۷	۰/۲۰۰۵۳۵	۰/۰۴۰۶۳۹	۱۰	۰/۲۳۶۳۱۳	۲
انگیزش کارکنان (QM_2)	۰/۶۰۴۱۴۵	۰/۸۱۲۷۳۶	۱/۴۱۶۸۸۱	-۰/۲۰۸۵۹	۰/۰۳۲۷۳۴	۱۲	۰/۱۹۰۳۴۶	٤
کنترل وضعیت عملکرد و سلامت اجزای ... (QM_3)	۰/۵٤۰۲۱٤	۱/۱۷۳۲۲۷	۱/۷۱۳٤٤۱	-۰/۶۳۳۰۱	۰/۰۳۹۶۱۵	۱۱	۰/۲۳۰۳۵۸	۳
بهبود کیفیت مبتنی بر اصول ناب و بهنگام (QM_4)	۱/۰۷٤۱۷۱	۱/۵۹۷۲	۲/۶۷۱۳۷۱	-۰/۵۲۳۰۳	۰/۰۵۸۹۸۳	۸	۰/۳٤۲۹۸۲	۱
مدیریت موجودی و انبار (IW)	*۰/۱۷۳۱٤۱*	*۰/٤۰۰۶۷۳*	*۰/۵۷۳۸۱٤*	*-۰/۲۲۷۵۳*	-	*(۱)*	۰/۲۲۹۶۳۲	-
موقعیت و ظرفیت مکان‌های انباشت (IW_1)	۰/٤۷۰۷۳	۱/۵۲۸۹۷۲	۱/۹۹۹۷۰۲	-۱/۰۵۸۲٤	۰/۰۸۳۰٤٤	۳	۰/۳۶۱۶۵۸	۱
مکان‌یابی اقلام (IW_2)	۰/٤۶۱۹٤	۱/۳۹۲۳۱	۱/۸۵٤۲۵	-۰/۹۳۰۳۷	۰/۰۷۹۳۹۷	٤	۰/۳٤۵۷۷۵	۲
کنترل موجودی و تقاضا (IW_3)	۰/۸۵۵۲۸۶	۱/۵۰٤۶۲۹	۲/۳۵۹۹۱۵	-۰/۶٤۹۳٤	۰/۰۶۷۱۹۱	۷	۰/۲۹۲۶۱۸	۳
بازاریابی، فروش و خدمات مشتری (MS)	*۰/۲۶۱۵۰۳*	*۰/۳۳۷۶۵۲*	*۰/۵۹۹۱۵۵*	*-۰/۰۷۶۱۵*	-	*(۳)*	۰/۱۹۵۲٤۹	-
نوآوری و رقابت‌پذیری محصولات و خدمات (MS_1)	۰/۶۳۸۰۶۵	۱/۷۵۸۱۶۸	۲/۳۹۶۲۳۳	-۱/۱۲۰۱	۰/۰۷۱۷۷۲	۶	۰/۳۶۷۵۹۲	۲
کانال‌های ارتباطی با مشتریان (MS_2)	۱/۱٤۸۱۱۹	۰/۶۵۱۷۵۱	۱/۷۹۹۸۷	۰/٤۹۶۳۶۸	۰/۰۲۳۹۱۹	۱۵	۰/۱۲۲۵۰۵	٤
قابلیت‌های بازاریابی، توزیع و فروش (MS_3)	۰/۷۲٤۵۳۳	۱/۸۱۰۷۳۷	۲/۵۳۵۲۷	-۱/۰۸۶۲	۰/۰۷۳۰۳۵	۵	۰/۳۷٤۰۶۰	۱
پیش‌بینی رفتار مشتریان (MS_4)	۱/۲۱۳۷۵۹	۰/۸۱۳۹۵	۲/۰۲۷۷۰۹	۰/۳۹۹۸۰۹	۰/۰۲۶۵۲۳	۱٤	۰/۱۳۵۸٤۱	۳

همان طوری که داده‌های جدول ٤ نشان می‌دهد، بر اساس وزن‌های (جهانی) حاصل شده از تکنیک دنپ، شاخصه‌های EP_2 و BM_1، به‌ترتیب وزن اهمیت، مهم‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین شاخصه زنجیره تأمین دیجیتال در صنعت مورد مطالعه هستند. همچنین، حوزه‌های فرایندی IW و SB، به‌ترتیب وزن اهمیت، مهم‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین حوزه فرایندی زنجیره تأمین دیجیتال در صنعت مورد مطالعه می‌باشند. بر مبنای شاخص *r-c* مثبت، شاخصه‌های BM_1، SB_4، BM_3، EP_1، SB_3، SB_2، MS_2، BM_2، SB_1، MS_4 و QM_1، به‌ترتیب شدت تأثیرگذاری، در گروه علّی قرار دارند و لذا، از بیشترین تاثیرات بر سایر شاخصه‌ها، به‌ویژه، واقع در گروه معلولی برخوردارند؛ هر چند که، شاخصه‌های گروه معلولی خود نیز تاثیراتی بر یکدیگر و یا نسبت به برخی شاخصه‌های گروه علّی دارند. بر مبنای فزونی شاخص*r+c*، شاخصه EP_2 مهم‌ترین عامل از لحاظ تعامل (تأثیرگذاری و تأثیرپذیری همزمان) با سایر شاخصه‌ها و شاخصه QM_2 کم‌اهمیت‌ترین عامل است. از طرفی، بر مبنای شاخص *r-c* مثبت، حوزه‌های فرایندی SB و BM، به ترتیب شدت تأثیرگذاری، در گروه علّی و سایرین در گروه معلولی قرار دارند. بر مبنای فزونی شاخص*r+c*، حوزه فرایندی EP مهم‌ترین و حوزه فرایندی QM کم‌اهمیت‌ترین عامل است.

در تعمیم نتایج حاصل از تکنیک دیمتل، چنانچه بر مبنای تعیین حدود آستانه‌ای برای خوشه‌ها تنها اثرات معنی‌دار در ماتریس ارتباط کل مورد توجه قرار گیرد فرایند ارزیابی و

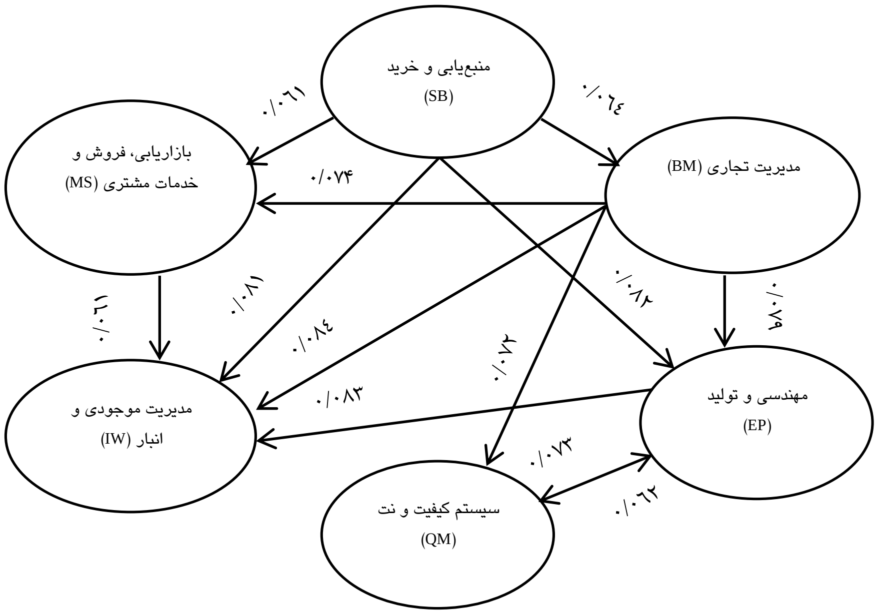
تصمیم‌گیری تسهیل خواهد شد. با این توضیح که، حد آستانه‌ای، نباید زیاد یا کم تعیین گردد. چنانچه زیاد تعیین گردد، بسیاری از تاثیرات غیرمعنی‌دار و برخی عوامل مستقل (عدم تأثیرپذیری و تأثیرگذاری مطلق) پنداشته می‌شوند و چنانچه کم تعیین گردد، پیچیدگی روابط میان عوامل تصمیم‌گیری را با چالش مواجه می‌سازد. حد آستانه‌ای باید بر مبنای توافق نظر خبرگان تعیین شود [۲٤، ص ۱۳٦]. در تحقیق حاضر حد آستانه‌ای خوشه‌ها برابر با حاصل‌ضرب مقدار ۱/۲ (دوازده دهم) در میانگین مقادیر هر خوشه تعیین شد. ماتریس ارتباط کل معنی‌دار شاخصه‌ها در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵ ماتریس ارتباط کل معنی‌دار شاخصه‌ها (با تقریب ۳ رقم اعشار)

	SB	SB	SB	SB	BM	BM	BM	BM	EP	EP	EP	QM	QM	QM	QM	IW	IW	IW	MS	MS	MS	MS
SB	۰	۰/۰۷۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۷۸	۰	۰	۰
SB	۰	۰	۰/۰۷٤	۰/۰۷۷	۰	۰	۰	۰/۰۹۰	۰	۰/۱۲۱	۰/۱۱۵	۰	۰	۰	۰/۱۰۲	۰	۰	۰/۱۰۵	۰/۱۰۷	۰	۰/۱۰۹	۰
SB	۰/۰۸۰	۰/۰۸۷	۰	۰/۰۸۵	۰	۰/۰۷۹	۰/۰۸۰	۰/۰۹۲	۰	۰/۱۰۵	۰	۰	۰	۰/۰۷۷	۰/۰۹۰	۰/۱۰۰	۰	۰/۱۰۵	۰	۰	۰/۱۰۵	۰
SB	۰/۰۸۲	۰/۰۹۳	۰/۰۸۸	۰	۰	۰	۰/۰۹۰	۰/۰۹۹	۰	۰/۱۳۵	۰/۱۱۷	۰	۰	۰/۰۸۷	۰/۱۱۱	۰/۱۰۹	۰	۰/۱۱۰	۰/۱۱٤	۰	۰/۱۲۱	۰
BM	۰	۰/۰۷۹	۰/۰۸۲	۰/۰٦۳	۰	۰/۰۹٤	۰/۰۹۳	۰/۱۰۰	۰	۰/۱۳۳	۰/۱۱٤	۰	۰	۰/۱۰٦	۰/۱۱۸	۰	۰/۱۱٦	۰/۱۲٦	۰/۱۰۷	۰	۰/۱۲۳	۰/۰۹٤
BM	۰	۰/۰٦٤	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰٦٤	۰	۰/۱۰۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۹۸	۰
BM	۰/۰۸۱	۰/۰۸۸	۰/۰۷۷	۰/۰۸۳	۰	۰/۰۸۵	۰	۰/۱۱۳	۰	۰/۱۳۸	۰/۱۲۸	۰/۰۹۹	۰	۰/۱۰۳	۰/۱۱۳	۰/۱۱۵	۰	۰/۱۱۸	۰/۱۰۳	۰	۰/۱۲۹	۰
BM	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
EP	۰	۰	۰/۰۳۰	۰	۰/۰٦٤	۰/۰۷۲	۰/۰۷۳	۰/۰۸۳	۰	۰/۱۲۷	۰/۱۱۹	۰	۰	۰/۰۹٦	۰/۱۰۸	۰/۱۰٦	۰	۰	۰/۱۰۸	۰	۰/۰۷۱	۰
EP	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۸۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۹۰	۰	۰/۰۸٦	۰
EP	۰	۰	۰/۰٤۲	۰/۰۲۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۸٦	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۹٤	۰	۰/۰۷۱	۰
QM	۰	۰	۰	۰/۰۳۷	۰	۰/۰۵۱	۰/۰۳۳	۰/۰٦۲	۰	۰/۱۱۳	۰	۰	۰/۰۵۸	۰	۰/۱۰٤	۰	۰	۰/۰۸۲	۰/۱۰٦	۰/۰۷۸	۰/۱۱۰	۰/۰۸٤
QM	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰٤۳	۰	۰/۰۷۹	۰/۰۸۳	۰	۰	۰/۰٦٤	۰/۰٦۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
QM	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۷۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰٦۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
QM	۰/۰۳۷	۰/۰۳۱	۰/۰٤٤	۰/۰٤۹	۰	۰	۰/۰۳۳	۰/۰۳۷	۰	۰/۱۰۱	۰/۰۹٦	۰	۰/۰٦۳	۰/۰۵۵	۰	۰/۰۷٦	۰	۰/۰۷۸	۰/۰۹۱	۰	۰/۰٦۳	۰
IW	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۷۳	۰/۰٦۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۷۸	۰	۰/۰٤۸	۰	۰/۰٦۳	۰
IW	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰٦۹	۰/۰٦٤	۰	۰	۰/۰٤۰	۰/۰٤٤	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۵٦	۰
IW	۰	۰/۰۵۱	۰	۰	۰	۰/۰۱۹	۰/۰۱۱	۰/۰۳۳	۰	۰/۰۹۱	۰/۰۷۸	۰/۰٤۳	۰	۰	۰	۰/۰۸۸	۰/۰۸۵	۰	۰/۰۷۸	۰	۰/۰۸٤	۰
MS	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰٦۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۷٦	۰
MS	۰	۰/۰۱۵	۰	۰	۰	۰/۰۵٤	۰/۰٤۸	۰/۰۷٤	۰	۰/۰۸۵	۰	۰/۰۸۹	۰	۰	۰/۰۷۹	۰	۰	۰/۰۸۲	۰/۰۹۱	۰	۰/۱۰۱	۰/۰۷۹
MS	۰	۰	۰/۰۱۷	۰/۰۱٦	۰	۰	۰	۰/۰٤٤	۰	۰/۰۷۹	۰/۰۸۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۸۲	۰/۰۸۳	۰	۰	۰	۰	۰
MS	۰	۰/۰۲۸	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۰	۰/۰۷۷	۰/۰٦۷	۰/۰۷٤	۰	۰/۰۹۷	۰/۰۹۰	۰/۰۸۹	۰	۰	۰/۱۰۱	۰	۰	۰/۰۹۵	۰/۱۰۸	۰	۰/۱۰۹	۰

مطابق با جدول ۵، $BM_{۱}$ و $BM_{۳}$ هر یک بر ۱۵ شاخصه دیگر تأثیرگذاری معنی‌دار دارند ($BM_{۱}\rightarrow SB_{۲}, SB_{۳}, SB_{٤}, BM_{۲}, BM_{۳}, BM_{٤}, EP_{۲}, EP_{۳}, QM_{۳}, QM_{٤}, IW_{۲}, IW_{۳}, MS_{۱}, MS_{۳}$، $BM_{۳}\rightarrow SB_{۱}, SB_{۲}, SB_{۳}, SB_{٤}, BM_{۲}, BM_{٤}, EP_{۲}, EP_{۳}, QM_{۱}, QM_{۳}, QM_{٤}, IW_{۱}, ۱W_{۳}$، و $MS_{٤}$، $MS_{۱}, MS_{۲}$). در ضمن، $BM_{۳}$ میانگین شدت تأثیرات بیشتری نسبت به شاخصه $BM_{۱}$ دارد. همچنین، $QM_{٤}$، با تأثیرگذاری بر ۱٤ شاخصه در رتبه بعدی از لحاظ تعداد نفوذ (تأثیر) قرار

دارد ($QM_4 \rightarrow SB_1, SB_2, SB_3, SB_4, BM_3, BM_4, EP_2, EP_3, QM_2, QM_3, IW_1, IW_3, MS_1,$ MS_3). به همین ترتیب، سایر الویت‌ها از لحاظ تعداد تاثیرات عبارت است از: SB_4 و MS_4 هر کدام با ۱۳ تأثیرگذاری (با این توضیح که میانگین شدت اثرات SB_4 به‌صورت قابل ملاحظه بیشتر از MS_4 است)، SB_2، EP_1 و QM_1 هر کدام با ۱۲ تأثیرگذاری (به طوری که از لحاظ میانگین شدت اثرات رابطه $QM_1<EP_1<SB_2$ برقرار است) و عوامل IW_2 و MS_2 هر کدام با ۱۱ تأثیرگذاری (میانگین شدت اثرات MS_2 به صورت قابل ملاحظه بیشتر از IW_2 است) بالاترین میزان نفوذ را در میان سایر شاخصه‌ها دارا هستند. به همین ترتیب، این تحلیل را می‌توان برای سایر شاخصه‌ها صورت داد. شایان ذکر است که BM_4 بر هیچ کدام از سایر شاخصه‌ها تأثیر ندارد و EP_1 از هیچ کدام از شاخصه‌ها تأثیرپذیر نیست. در ادامه، ساختار شبکه‌ای ابعاد تحقیق بر مبنای تاثیرات کل معنی‌دار در شکل ۳ نمایش داده شده است.



شکل ۳ مدل شبکه‌ای ارزیابی ابعاد زنجیره تأمین دیجیتال در صنعت کالای خواب

همان طوری که در شکل ۳ مشاهده می‌گردد، SB و BM هر کدام بر ٤ حوزه فرایندی دیگر تأثیرگذار هستند (SB→ BM, EP, IW, MS و BM→ EP, QM, IW, MS)؛ با این توضیح که،

میانگین شدت تأثیرات BM بزرگ‌تر از SB است. به همین ترتیب، EP با ۲ تأثیر (EP→QM, IW) و QM و MS هر کدام با ۱ تأثیر (QM→EP و MS→IW) در مرتبه‌های بعدی از لحاظ تعداد نفوذ قرار دارند. در ضمن، IW بر هیچ بعد دیگری تأثیر ندارد و SB از هیچ بعد دیگری تأثیرپذیر نیست. مقادیر شاخص‌های *r+c* و *r-c* در خصوص شاخصه‌ها و ابعاد در وضعیت جدید مطابق با جدول ٦ محاسبه می‌گردد.

جدول ۶ مقادیر شاخص‌های دیمتل بر مبنای تاثیرات کل معنی‌دار

بعد/ شاخصه	r_i	c_i	r_i+c_i	r_i-c_i
منبع‌یابی و خرید (SB)	*۰/۲۸۹۴۰۷*	۰	*۰/۲۸۹۴۰۷*	*۰/۲۸۹۴۰۷*
سوابق عملکردی گزینه‌های تأمین (SB_1)	۰/۱۵۵۷۳۶	۰/۲۸۰۷۴۱	۰/۴۳۶۴۷۷	-۰/۱۲۵۰۱
ریسک منبع‌یابی و خرید (SB_2)	۰/۸۹۸۹۳۱	۰/۶۱۳۵۴۷	۱/۵۱۲۴۷۸	۰/۲۸۵۳۸۴
کانال‌های ارتباطی با تامین‌کنندگان (SB_3)	۱/۰۸۴۹۱۷	۰/۴۶۹۰۹۹	۱/۵۵۴۰۱۶	۰/۶۱۵۸۱۸
همکاری منسجم (SB_4)	۱/۳۵۵۸۹۳	۰/۴۴۶۳۶۲	۱/۸۰۲۲۵۵	۰/۹۰۹۵۳۱
مدیریت تجاری (BM)	*۰/۳۱۱۶۵۹*	*۰/۰۶۴۲۸۳*	*۰/۳۷۵۹۴۲*	*۰/۲۴۷۳۷۶*
زیرساخت فنی و ارتباطی (BM_1)	۱/۵۴۸۲۵۲	۰/۰۶۳۶۶۷	۱/۶۱۱۹۱۹	۱/۴۸۴۵۸۵
مدیریت شاخص‌های کلیدی عملکرد (BM_2)	۰/۳۳۵۹۴۵	۰/۵۳۰۶۶۵	۰/۸۶۶۶۱	-۰/۱۹۴۷۲
استانداردسازی داده‌ها و اطلاعات عملیاتی (BM_3)	۱/۵۷۲۰۳۵	۰/۵۲۷۷۱۴	۲/۰۹۹۷۴۹	۱/۰۴۴۳۲۱
امنیت داده‌ها و اطلاعات (BM_4)	۰	۱/۰۷۶۶۴۱	۱/۰۷۶۶۴۱	-۱/۰۷۶۶۴
مهندسی و تولید (EP)	*۰/۱۵۶۴۶۵*	*۰/۲۲۴۶۲۱*	*۰/۳۸۱۰۸۶*	*-۰/۰۶۸۱۶*
اتوماسیون طراحی، تولید و حمل‌ونقل (EP_1)	۱/۰۵۷۳۰۹	۰	۱/۰۵۷۳۰۹	۱/۰۵۷۳۰۹
تولید چابک و انعطاف‌پذیر (EP_2)	۰/۲۵۶۸۵۵	۱/۷۴۳۳۷۸	۲/۰۰۰۲۳۳	-۱/۴۸۶۵۲
کارایی منابع (EP_3)	۰/۳۱۵۷۹۱	۱/۲۳۲۱۵	۱/۵۴۷۹۴۱	-۰/۹۱۶۳۶
سیستم کیفیت و نت (QM)	*۰/۰۶۲۳۲۹*	*۰/۱۴۶۰۲۷*	*۰/۲۰۸۳۵۶*	*-۰/۰۸۳۷*
پیگیری انتظارات مشتریان نسبت به کیفیت ... (QM_1)	۰/۹۱۷۵۴۴	۰/۳۲۰۱۶۳	۱/۲۳۷۷۰۷	۰/۵۹۷۳۸۱
انگیزش کارکنان (QM_2)	۰/۳۳۸۳	۰/۱۲۱۴۹۳	۰/۴۵۹۷۹۳	۰/۲۱۶۸۰۷
کنترل وضعیت عملکرد و سلامت اجزای سیستم (QM_3)	۰/۱۳۱۰۹۲	۰/۶۲۸۶۸۶	۰/۷۵۹۷۷۸	-۰/۴۹۷۵۹
بهبود کیفیت مبتنی بر اصول ناب و بهنگام (QM_4)	۰/۸۵۴۸۵۲	۱/۱۰۱۰۱	۱/۹۵۵۸۶۲	-۰/۲۴۶۱۶
مدیریت موجودی و انبار (IW)	۰	*۰/۳۱۱۱۰۴*	*۰/۳۱۱۱۰۴*	*-۰/۳۱۱۱*
موقعیت و ظرفیت مکان‌های انباشت (IW_1)	۰/۳۳۰۱۲۹	۰/۷۳۶۲۰۷	۱/۰۶۶۳۳۶	-۰/۴۰۶۰۸
مکان‌یابی اقلام (IW_2)	۰/۲۷۲۴۲۱	۰/۳۶۰۹۸۵	۰/۶۳۳۴۰۶	-۰/۰۸۸۵۶
کنترل موجودی و تقاضا (IW_3)	۰/۶۶۱۳۴۴	۰/۹۰۲۲۴۷	۱/۵۶۳۵۹۱	-۰/۲۴۰۹
بازاریابی، فروش و خدمات مشتری (MS)	*۰/۰۶۱۹۶۱*	*۰/۱۳۵۷۸۶*	*۰/۱۹۷۷۴۷*	*-۰/۰۷۳۸۳*
نوآوری و رقابت‌پذیری محصولات و خدمات (MS_1)	۰/۱۳۹۰۴۵	۱/۳۲۲۶۹۴	۱/۴۶۱۷۳۹	-۱/۱۸۳۶۵
کانال‌های ارتباطی با مشتریان (MS_2)	۰/۷۹۶۳۱۶	۰/۰۷۸۴۸۵	۰/۸۷۴۸۰۱	۰/۷۱۷۸۳۱
قابلیت‌های بازاریابی، توزیع و فروش (MS_3)	۰/۴۰۰۴۹۶	۱/۵۷۵۴۳۸	۱/۹۷۵۹۳۴	-۱/۱۷۴۹۴
پیش‌بینی رفتار مشتریان (MS_4)	۰/۹۶۴۷۹۸	۰/۲۵۶۶۲۹	۱/۲۲۱۴۲۷	۰/۷۰۸۱۶۹

مطابق با داده‌های جدول ٦ و بر مبنای شاخص *r-c* مثبت، شاخصه‌های BM_1، EP_1، BM_3،

SB_4، MS_2، MS_4، SB_3، QM_1، SB_2 و QM_2، به‌ترتیب شدت تأثیرگذاری، در گروه علّی و سایرین در گروه معلولی قرار دارند. بر مبنای فزونی شاخص $r+c$، شاخصه BM_3 مهم‌ترین و شاخصه SB_1 کم‌اهمیت‌ترین عامل است. همچنین، بر مبنای شاخص $r-c$ مثبت، حوزه‌های فرایندی SB و BM، به ترتیب شدت تأثیرگذاری، در گروه علّی و سایرین در گروه معلولی قرار دارند و بر مبنای فزونی شاخص $r+c$، حوزه فرایندی EP مهم‌ترین و حوزه فرایندی MS کم‌اهمیت‌ترین عامل است.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر، رویکرد به ایجاد قابلیت‌های چابکی، تاب‌آوری، بهره‌وری و پایداری در عملیات و فرایندهای زنجیره تأمین توام با تحقق مزیت‌های رقابتی در محصولات و خدمات قابل عرضه به مشتریان توجهات روزافزون از سوی صنایع را به سوی دیجیتالی‌سازی و کاربرد فناوری‌های اطلاعاتی در زنجیره‌های تأمین معطوف ساخته است. به‌طور کلی، در محیط‌های پرریسک و رقابتی امروز زنجیره‌های تأمین تولیدی به دلیل برخورداری از تنوع و پیچیدگی‌های عملیاتی ناچار به گذار از رویکردهای سنتی در روش‌های مدیریتی و کاربردهای فناورانه به سوی توسعه اتوماسیون و قابلیت کنترل و نظارت یکپارچه و همه‌جانبه عملیاتی هستند. بنابراین، ایجاد یک ابزار سنجش مناسب و کارآمد به‌عنوان اولین گام در مسیر تحقق قابلیت‌های دیجیتالی‌سازی می‌بایست مورد توجه مدیران و تصمیم‌گیرندگان در صنایع قرار گیرد. مسئله مهم دیگر، تنظیم یک برنامه اقدام مبتنی بر اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری‌ها به‌منظور گزینش و پیاده‌سازی فناوری‌ها متناسب با زیرساخت‌های فنی موجود و راهبردهای شرکتی است و به‌صورتی که کارایی و اثربخشی را به دنبال داشته باشد. بدین منظور، این تحقیق در میان سایر موارد مشابه و نادر صورت‌یافته در داخل کشور به‌عنوان اولین مطالعه‌ای مطرح است که حوزه‌های تصمیم‌گیری و قابلیت‌های عملیاتی زنجیره تأمین در بستر دیجیتال را در درون یک صنعت تولیدی به صورت تفصیلی مورد ارزیابی و تحلیل قرار می‌دهد. بر این اساس، سعی شده است با کاربست تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره دنپ و مبتنی بر بررسی روابط میان عوامل تأثیرگذار در دیجیتالی‌سازی زنجیره تأمین صنعت مورد مطالعه حوزه‌های بحرانی به‌منظور سرمایه‌گذاری در اقدامات بهسازی و توسعه‌بخش مورد شناسایی و بررسی قرار گیرد.

بر مبنای اوزان دنپ در جدول ٤، حوزه‌های فرایندی مدیریت موجودی و انبار (IW)،

مهندسی و تولید (EP) و بازاریابی، فروش و خدمات مشتری (MS)، به‌ترتیب اولویت، باید مورد رسیدگی و توجه قرار گیرند. از طرفی، شاخصه‌های تولید چابک و انعطاف‌پذیر ($EP_۲$)، کارایی منابع ($EP_۳$)، موقعیت و ظرفیت مکان‌های انباشت ($IW_۱$)، مکان‌یابی اقلام ($IW_۲$)، قابلیت‌های بازاریابی، توزیع و فروش ($MS_۲$) و نوآوری و رقابت‌پذیری محصولات و خدمات ($MS_۱$) در اولویت‌های اول تا ششم بر مبنای اوزان دنپ قرار دارند. این شاخصه‌ها در مجموع بیش از نیمی از اوزان اهمیت (۰/۵۱۵) را به خود اختصاص دادند و این حاکی از اهمیت زیاد این عوامل در میان سایرین است. مطابق با نتایج دیمتل در جداول ٤ و ٦، مدیریت موجودی و انبار (IW) به‌عنوان تأثیرپذیرترین حوزه فرایندی چالش اصلی صنعت قلمداد می‌گردد که می‌بایست شاخصه‌های بحرانی آن بهبود یابند. در ارتباط با شاخصه موقعیت و ظرفیت مکان‌های انباشت ($IW_۱$)، مورتزیس[٢٦] و همکاران [٢٥] برنامه‌ریزی هوشمند در خصوص تعیین مکان و طراحی انبارها را مبتنی بر پایش مستمر داده‌ها و اطلاعات مرتبط با فاکتورهای نزدیکی به مبادی تقاضا/توزیع، فضاهای مورد نیاز جهت تردد وسایط حمل‌ونقلی، فضاهای مورد نیاز انباشت تجهیزات و فعالیت پرسنل عملیاتی، تعداد راهروها و ایستگاه‌های کاری و انعطاف‌پذیری در تعیین ظرفیت‌ها و نحوه چیدمان اقلام بر مبنای پیش‌بینی نیازهای آتی بررسی و معرفی نمودند. ضمن اینکه، ایجاد تعادل میان انعطاف‌پذیری در ظرفیت و تراکم انبارش اقلام انبار و کارایی عملیاتی در انبار یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در طراحی انبارها قلمداد می‌گردد [٢٦]. بررسی‌ها نشان داد که وضعیت نامناسب شاخصه مکان‌یابی اقلام ($IW_۲$) نیز بیشتر ناشی از وضعیت عامل قبل است و داده‌های جدول ۵ نیز این اثرگذاری معنی‌دار را تأیید می‌نماید. لذا، انباشت نامنظم و غیراصولی لوازم، مواد و محصولات نیمه‌ساخته در جریان فرایند تولید باعث دسترسی دشوار و زمان‌بر می‌گردد و منجر به بروز وقفه‌های عملیاتی غیرمجاز می‌شود. در این رابطه، استفاده از عینک‌های مجازی و نمایشگرهای ثابت و سیار دیجیتال مبتنی بر فناوری RFID در مسیریابی و دسترسی بهینه به قفسه‌ها، پالت‌ها و مکان‌های انباشت هر یک از اقلام مورد نیاز می‌تواند یاری‌رسان باشد [١؛ ١٨].

مهندسی و تولید (EP)، حوزه بحرانی دوم از لحاظ اولویت قرار دارد. لذا، جهت بهبود وضعیت این حوزه باید اقدامات اصلاحی لازم در ارتباط با شاخصه‌های بحرانی آن اجرایی گردد. در خصوص شاخصه تولید چابک و انعطاف‌پذیر ($EP_۲$)، کیویان[٢٧] و همکاران [٢٧] واکنش

سریع به تغییر بازار و تحقق تولید منعطف در سازمان‌ها از طریق بهینه‌سازی ظرفیت‌ها، منابع، موجودی‌ها، دوره عمر محصول و عملکردهای مدیریتی را از اهداف عملیاتی تولید هوشمند و بهینه برشمردند. همچنین، نویسندگان مذکور در ارتباط با شاخصه کارایی منابع ($EP_۲$) اذعان نمودند که ابزارهای تحلیل‌گر داده‌ای و امکانات اتوماسیون بواسطه ایجاد کنترل و مدیریت سرتاسری عملیات و تصمیم‌گیری‌های مستقل و مشارکتی در لحظه منجر به صرفه‌جویی در کاربرد منابع (مصرفی و کاری)، بهبود قابلیت پایداری، دسترسی به اطلاعات ضروری و بروز کاری، شفافیت و استانداردسازی وظایف، یادگیری جمعی، تشخیص آنی اختلالات و نقص‌های کاری، کاهش و بازیابی ضایعات تولیدی و پیش‌بینی و کنترل ریسک‌های عملیاتی می‌گردد. شایان ذکر است که مطابق با داده‌های جدول ۵ هر دو این عوامل دارای اثر متقابل معنی‌دار بوده و یکدیگر را تقویت می‌نمایند.

حوزه فرایندی بازاریابی، فروش و خدمات مشتری (MS) سومین حوزه مورد توجه قرار دارد که شاخصه‌های بحرانی آن باید مورد رسیدگی واقع شوند. در خصوص شاخصه نوآوری و رقابت‌پذیری محصولات و خدمات ($MS_۱$)، رضوانی [۲۸، صص ۱۱۳-۱۰۲، ۲۱۵-۲۰۹] پایش محیط‌های رقابتی به لحاظ فاکتورهای قیمت صنعت، تعداد رقبا، محصولات مشابه/جایگزین، فناوری‌ها و روش‌های نوین تولیدی، رویکرد رقابتی رقبا، روش‌های توزیع و بازاریابی، شرکای تجاری و فرایندهای تولیدی رقیب، نهادهای قانون‌گذاری، اتحادیه‌ها و تعداد مشتریان و روند تغییرات در سلایق و انتظارات آنان را لازمه برنامه‌ریزی راهبردی در ارتباط با فاکتورهای هزینه، کیفیت (تمایز) و بازار جدید (تمرکز) قلمداد نمود. در خصوص بهبود شاخصه قابلیت‌های بازاریابی، توزیع و فروش ($MS_۲$)، پیگیری فاکتورهای بازاریابی هدفمند به شکل پیکربندی انعطاف‌پذیر محتواهای تبلیغاتی، خدمات در حین و پس از فروش و پیشنهادات قیمتی برای گروه‌های مختلف مشتریان (مدیریت تجربیات مشتریان)، تعیین موقعیت‌های مکانی بهینه نمایندگی‌ها (شعب) فروش، ارزیابی و بهبود سطح وفاداری مشتریان، خدمات فروش الکترونیکی، پاسخگویی آنلاین به تقاضاها و شکایات مشتریان، امکان پیگیری آنلاین وضعیت سفارشات توسط مشتریان، زمان‌بندی انعطاف‌پذیر توزیع مرسوله‌ها جهت تحویل‌رسانی به‌موقع و قابلیت پایش آنلاین وضعیت جوی و ترافیکی کانال‌های توزیع و نیز وضعیت عملکردی وسایط حمل‌ونقلی به کمک داده‌های GPS (نقشه‌های مجازی) و سرعت‌نگار[۲۸] مورد

تاکید قرار گرفته است [۲۹، صص ۲۵، ۳۳، ٦٥-٦٢، ۸۳، ۱۲۱-۱۱۹، ۱۲۵، ۱۳٤]. در ضمن، مطابق با جدول ٥ شاخصه نوآوری و رقابت‌پذیری محصولات و خدمات (MS_1) بر شاخصه قابلیت‌های بازاریابی، توزیع و فروش (MS_2) اثر معنی‌دار دارد و تقویت‌کننده آن است؛ چرا که سیاست‌گذاری‌ها در خصوص رویکرد رقابتی در عرضه محصولات و خدمات لازمه و تعیین‌کننده برنامه‌های بازاریابی، توزیع و فروش خواهد بود.

از طرفی، به استناد جداول ٤ و ٦ حوزه‌های فرایندی منبع‌یابی و خرید (SB) و مدیریت تجاری (BM)، به‌ترتیب، به‌عنوان تأثیرگذارترین عوامل شناخته شده و تقویت آن‌ها در ارتقاء قابلیت‌های عمومی دیجیتالی‌سازی در صنعت اثرگذار است. بنابراین، توجه و اقدام نسبت به آن‌ها را می‌توان به‌عنوان راهکاری برای تقویت و تسهیل سایر قابلیت‌های دیجیتالی‌سازی، به‌ویژه در برخورد با عوامل بحرانی، تلقی نمود. از مجموع شاخصه‌های مرتبط با این دو حوزه فرایندی، شاخصه‌های زیرساخت فنی و ارتباطی (BM_1)، استانداردسازی داده‌ها و اطلاعات عملیاتی (BM_2) و همکاری منسجم (SB_4) با دارا بودن وزن‌های تأثیر نزدیک به یک و بالاتر اثرگذارترین عوامل بر سایرین هستند که در این میان، شاخصه زیرساخت فنی و ارتباطی (BM_1) دارای بیشترین تأثیر بر عوامل دیگر است. بر این اساس، علاوه بر امکان تمرکز مستقیم بر حوزه‌های بحرانی تقویت این عوامل تاثیرگذار نیز می‌تواند به بهبود آن‌ها کمک نماید. مطابق با شکل ۳، حوزه‌های فرایندی منبع‌یابی و خرید (SB) و مدیریت تجاری (BM) اثرگذاری معنی‌دار بر مدیریت موجودی و انبار (IW) دارند. در این رابطه، راهکار برخورد با چالش مدیریت موجودی‌ها هم به توسعه زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری دریافت و تحلیل داده‌های عملیاتی از طریق دسترسی به رایانه و شبکه اینترنت و پیاده‌سازی سامانه‌های نهفته[۲۹]، نظیر: RFID، GPS، سنسورها، راه‌اندازها[۳۰]، دوربین‌های دیجیتال، کنترلرها[۳۱]، ریزپردازنده‌ها[۳۲]، و پروتکل‌ها و شبکه‌های ارتباطی رادیویی، نظیر: WiFi، WiMax، ۳/٤/٥G، WPAN، Bluetooth، MobileFi، LAN، WLAN، ZigBee، و QoS (مبتنی بر شاخصه اثرگذار زیرساخت فنی و ارتباطی (BM_1)) وابستگی دارد [۳۰] که مطابق با جدول ٥ بر شاخصه مکان‌یابی اقلام (IW_2) اثرگذار است (سازگار با نتایج تحقیقات [۱۸]، [۲۹، ص ۱۲٦] و [۳۰]) و هم در گرو ایجاد پیوند و ارتباط میان عملیات داخلی با شرکای تجاری است [۳۱] که این ارتباط در بالادست می‌تواند از طریق کاربرد کانال‌های ارتباطی رایج، نظیر: تلفن/فکس، پست الکترونیک، رسانه‌های اجتماعی و

سایت تجاری تأمین‌کننده جهت تبادل داده‌ها و اطلاعات مرتبط با تراکنش‌ها و مبادلات تجاری (بر مبنای شاخصه اثرگذار کانال‌های ارتباطی با تامین‌کنندگان (SB_3)) امکان‌پذیر گردد [۳۲] و یا در سطح بهینه‌تر، از طریق اشتراک‌گذاری پایگاه‌های داده‌های عملیاتی در طول زنجیره تأمین (یکپارچگی عمودی و افقی) به کمک پیاده‌سازی فناوری‌های اینترانت/اکس‌ترانت [۳۲]، معماری سرویس‌گرا[۳۳] [۳۳] و بلاکچین [۳٤] (بر مبنای شاخصه اثرگذار استانداردسازی داده‌ها و اطلاعات عملیاتی (BM_2)) صورت پذیرد. به‌علاوه اینکه، فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات می‌تواند تقویت‌کننده گسترش همکاری‌های تجاری با تأمین‌کنندگان به شکل ایجاد استانداردها و برنامه‌ریزی‌های عملیاتی مشترک، روش‌های مشارکت‌جویانه در توسعه محصول و فرایند، مذاکرات اثربخش در تنظیم قراردادها، کنترل و بهبود عملیاتی تأمین‌کنندگان، سفارشی‌سازی فرایند خرید و ارزش افزوده خدمات (مبتنی بر شاخصه اثرگذار همکاری منسجم (SB_4)) باشد و از همین رو، در پیش‌بینی و برنامه‌ریزی موجودی‌ها نقش بسزایی دارد [۲۹، صص ٤١-٤٠، ۱۳۳، ۱۳۸؛ ۳۵]. مطابق با جدول ۵، شاخصه‌های کانال‌های ارتباطی با تأمین‌کنندگان (SB_3)، همکاری منسجم (SB_4) و استانداردسازی داده‌ها و اطلاعات عملیاتی (BM_2) بر شاخصه موقعیت و ظرفیت مکان‌های انباشت (IW_1) به‌صورت معنی‌دار اثرگذار هستند؛ چرا که پایش آنلاین وضعیت سفارشات خرید و عملکرد تامین‌کنندگان امکان پیش‌بینی مقادیر اقلام موجودی و موقعیت‌های مکانی مراکز توزیع (انباره‌ها) را میسر می‌سازد [۲۹، ص ٤١-٤٠].

با توجه به توضیحات قبل در خصوص عوامل اثرگذار و مبتنی بر داده‌های جدول ۵، در ارتباط با اثرگذاری بر شاخصه‌های بحرانی حوزه‌های فرایندی مهندسی و تولید (EP) و بازاریابی، فروش و خدمات مشتری (MS) نتیجه‌گیری می‌شود که شاخصه‌های همکاری منسجم (SB_4)، زیرساخت فنی و ارتباطی (BM_1) و استانداردسازی داده‌ها و اطلاعات عملیاتی (BM_2) با ایجاد امکان نظارت و کنترل بر وضعیت عرضه و تقاضا در میان مبادی مختلف در زنجیره تأمین (فرایندهای داخلی و عملکرد تأمین‌کنندگان) منجر به کاهش ریسک‌های تأمین و توسعه قابلیت‌های پیش‌بینی و تصمیم‌گیری‌های سریع و مطمئن در ارتباط با موجودی‌ها، تقاضاها و ظرفیت‌های تولیدی می‌گردد؛ به طوری که کاهش هزینه‌های عملیاتی را به دنبال دارد [۳۵؛ ۳٦] و از این جهت، شاخصه‌های تولید چابک و انعطاف‌پذیر (EP_2) و کارایی منابع (EP_3) را تقویت می‌نماید. از طرفی، این شاخصه‌های اثرگذار به‌واسطه بهبود مدیریت برنامه‌های تولید و

همکاری‌های نزدیک عملیاتی و توام با اعتماد با تأمین‌کنندگان می‌تواند عرضه محصولات و خدمات و سیاست‌گذاری در حوزه‌های بازاریابی و کانال‌های توزیع را به شیوه‌های خلاقانه و رقابتی فراهم سازد [۱۷؛ ۳۷] و از این جنبه، باعث ارتقای شاخصه‌های نوآوری و رقابت‌پذیری محصولات و خدمات ($MS_۱$) و قابلیت‌های بازاریابی، توزیع و فروش ($MS_۲$) می‌شود.

به استناد نتایج بخش تحلیل یافته‌ها، سایر اولویت‌های رسیدگی را می‌توان مبتنی بر الزامات عوامل بحرانی و اثرگذار فوق‌الذکر و شاخص‌های تعداد و شدت اثرگذاری عوامل، مطابق با جداول ۵ و ٦، تعیین نمود. لذا، به صنعت مورد مطالعه پیشنهاد می‌شود بر مبنای این نتایج اقدامات بهسازی و توسعه‌بخش را برنامه‌ریزی نماید.

۶- پی‌نوشت‌ها

١. Acatech
٢. DANP (DEMATEL-based ANP)
٣. Industry ٤,٠
٤. Digitalization Commission
٥. Augmented reality
٦. Cloud computing
٧. Big data
٨. Data analytics
٩. Omni-channel
١٠. Internet of things (IoT)
١١. ٣D printer (additive manufacturing)
١٢. Blockchain
١٣. Cyber-physical systems (CPSs)
١٤. Digitization
١٥. Büyüközkan & Göçer
١٦. Kittipanya-Ngam & Tan
١٧. Garay-Rondero
١٨. Raman
١٩. Abdel-Basset
٢٠. Scuotto
٢١. Wang
٢٢. Piccoli
٢٣. Significant confidence
٢٤. Chiu
٢٥. Liou
٢٦. Mourtzis
٢٧. Qian
٢٨. Tachograph
٢٩. Embedded systems
٣٠. Actuators
٣١. Controlers
٣٢. Microprocessors
٣٣. Service oriented architecture (SOA)

۷- منابع

[١] Büyüközkan, G., & Göçer, F. (٢٠١٨a). Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research. *Computers in Industry*, ٩٧, ١٥٧-١٧٧.

[٢] Gürdür, D., El-khoury, J., & Törngren, M. (٢٠١٩). Digitalizing Swedish industry: What is next? Data analytics readiness assessment of Swedish industry, according to survey results. *Computers in industry*, ١٠٥, ١٥٣-١٦٣.

[۳] Büyüközkan, G., & Göçer, F. (۲۰۱۸b). An Extension of ARAS Methodology under Interval Valued Intuitionistic Fuzzy Environment for Digital Supply Chain. *Applied Soft Computing*, ٦٩, ٦٣٤-٦٥٤.

[٤] Ghalami, A., Abdolvand, N., & Rajaei Harandi, S. (۲۰۱۸). Exploring and ranking of effective factors on sustainable development by using information systems. *Management researches in Iran*, ۲۲(۱), ۱۸۷-۲۱۷. (in Persian)

[٥] Davis, J., Edgar, T., Porter, J., Bernaden, J., & Sarli, M. (۲۰۱۲). Smart manufacturing, manufacturing intelligence and demand-dynamics performance. *Computers & Chemical Engineering*, ٤٧, ١٤٥-١٥٦.

[٦] Gunasekaran, A., & Ngai, E. W. T. (۲۰۰٤). Virtual supply-chain management. *Production planning & control*, ١٥(٦), ٥٨٤-٥٩٥.

[٧] Schuh, G., Anderl, R., Gausemeier, J., Hompel, M.T., Wahlster, W. (Eds.) (۲۰۱٧). Industrie ٤,٠ Maturity Index Managing the Digital Transformation of Companies. *acatech STUDY*, Munich: Herbert Utz Verlag ۲۰۱٧.

[٨] Zagardi, H., & Esmaeili, M. (۲۰۰۹). Information System Impact on excellence in Iranian's enterprises. *Human sciences teacher (Management researches in Iran)*, ۱۲(۲), ۱۱۹-۱۵۷. (in Persian)

[٩] Ghlichkhani, M., Samadimoghadam, I. & Fathihafshjani, K. (۲۰۲۱). To investigate main dimensions of digital transformation maturity in industrial organizations by using SLR. *Technology development management*, ٨(٤), ١١-٤٧. (in persian)

[١٠] Garay-Rondero, C. L., Martinez-Flores, J. L., Smith, N. R., Morales S. O. C. & Aldrette-Malacara, A. (۲۰۱۹). Digital supply chain model in Industry ٤,٠. *Journal of Manufacturing Technology Management*, DOI: https://doi.org/۱۰,۱۱۰۸/BIJ-۱۲-۲۰۱۸-۰۴۳۵

[١١] Roßmann, B., Canzaniello, A., von der Gracht, H., & Hartmann, E. (۲۰۱٧). The future and social impact of Big Data Analytics in Supply Chain Management: Results from a Delphi study. *Technological forecasting & social change*, ١٣٠, ١٣٥-١٤٩.

[١٢] Wu, L., Yue, X., Jin, A., & Yen, D. C. (۲۰۱٦). Smart supply chain management: a review and implications for future research. *Logistics management*, ۲٧(۲), ١-٣٣.

[١٣] Kittipanya-Ngam, P., & Tan, K. H. (۲۰۱۹). A framework for food supply chain digitalization: lessons from Thailand. *Production planning & control*, ١٥. doi:١٠.١٠٨٠/٠٩٥٣٧٢٨٧,٢٠١٩,١٦٣١٤٦٢

[١٤] Velsberg, O. (۲۰۱٦). Digitalization in a Mandatory Implementation Context: How digitalization is achieved in practice and the elements that affect it?. Master thesis, UMEA University, Department of informatics: IT Management.

[١٥] Raman, S., Patwa, N., Niranjan, I., Ranjan, U., Moorthy, K., & Mehta, A. (۲۰۱۸). Impact of

big data on supply chain management. *International journal of logistics: Research and application*, ۲۱(۶), ۵۷۹-۵۹۶.

[۱۶] Abdel-Basset, M., Manogaran, G. & Mohamed, M. (۲۰۱۸). Internet of Things (IoT) and its impact on supply chain: A framework for building smart, secure and efficient systems. *Future Generation Computer System*, ۸۶, ۶۱۴-۶۲۸.

[۱۷] Scuotto, V., Caputo, F., Villasalero, M., & Del Giudice, M. (۲۰۱۷). A multiple buyer-supplier relationship in the context of SMEs' digital supply chain management. *Production planning & control*, ۲۸(۱۶), ۱۳۷۸-۱۳۸۸.

[۱۸] Wang, H., Chen, S., & Xie, Y. (۲۰۱۰). An RFID-based digital warehouse management system in the tobacco industry: a case study. *Production research*, ۴۸(۹), ۲۵۱۳-۲۵۴۸.

[۱۹] Piccoli, G., Lui, T.-W., & Grün, B. (۲۰۱۷). The impact of IT-enabled customer service systems on service personalization, customer service perceptions, and hotel performance. *Tourism management*, ۵۹, ۳۴۹-۳۶۲.

[۲۰] Jamshidi Goharrizi, V. & Pourkiani, M. (۲۰۱۳). Investigation of design quality and RFID technology strategic criteria to manage medical sciences university libraries of Kerman. *Management (Researcher)*, ۱۰(۳۱), ۵۳-۶۴. (in persian)

[۲۱] Jebeleh, M., Ranajkesh, S., Ghiiasi, M. R., & Hasanpour, H. A. (۲۰۱۶). Identifying critical factors affecting e-SCM (case study: small and medium enterprises (SMEs)). *Growth of technology*, ۱۲(۴۷), ۲۹-۳۷. (in persian)

[۲۲] Chiu, W. Y., Tzeng, G. H. and Li, H. L. (۲۰۱۳). A new hybrid MCDM model combining DANP with VIKOR to improve e-store business. *Knowledge-Based Systems*, ۳۷, ۴۸-۶۱.

[۲۳] Liou, J. J. H., Tzeng, G. H., & Chang, H. C. (۲۰۰۷). Airline safety measurement using a hybrid model. *Journal of air transport management*, ۱۳(۴), ۲۴۳-۲۴۹.

[۲۴] Tzeng, G.-H., & Huang, J.-J. (۲۰۱۱). *Multiple Attribute Decision Making Methods and Application* , CRC Press: an imprint of Taylor & Francis Group, USA.

[۲۵] Mourtzis, D., Samothrakis, V., Zogopoulos, V., & Vlachou, E. (۲۰۱۹). *Warehouse design and operation using augmented reality technology: A papermaking industry case study*. presented paper at ۱۲th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering, ۱۸-۲۰ July, Gulf of Naples, Italy.

[۲۶] Mahroof, K. (۲۰۱۹). A human-centric perspective exploring the readiness towards smart warehousing: The case of a large retail distribution warehouse. *International journal of information management*, ۴۵, ۱۷۶-۱۹۰.

[۲۷] Qian, F., Zhong, W., & Du, W. (۲۰۱۷). Fundamental Theories and Key Technologies for Smart and Optimal Manufacturing in the Process Industry. *Engineering*, ۳(۲), ۱۵۴-۱۶۰.

[۲۸] Rezvani, H. R. (۲۰۱۸). *Applicable strategic Planning*. Mehraban nashr publication (۷th

print), Tehran, Iran. (in Persian)

[۲۹] Sanders, N. R. (۲۰۱٤). *Big Data Driven Supply Chain Management: A Framework for Implementing Analytics and Turning Information into Intelligence*. D'Amore-McKim School of Business Northeastern University, Pearson Education, Boston, USA.

[۳۰] Ben-Daya, M., Hassini, E. & Bahroun, Z. (۲۰۱۷). Internet of things and supply chain management: a literature review. *International Journal of Production Research*, ٥۷(۱٥-۱٦), ٤۷۱۹-٤۷٤۲.

[۳۱] Cohen, M. A. (۲۰۱٥). Inventory management in the age of big data. *Harvard Business Review*. https://hbr.org/۲۰۱٥/۰٦/inventory-management-in-the-age-of-big-data.

[۳۲] Hanafizadeh, P., Nabavi, A., & Hanafizadeh, M. R. (۲۰۱۰). Designing a model to assess e-readiness of informatics small and medium enterprises (SMEs) in Iran. *Management & advancement*, *۷*(*٤٤*), ۲٥۱-۲۷۲. (in persian)

[۳۳] Leyh, C., Schäffer, T., Bley, K., & Forstenhäusler, S. (۲۰۱۷). Assessing the IT and Software Landscapes of Industry ٤,۰-Enterprises: The Maturity Model SIMMI ٤,۰. *Information Technology for Management: New Ideas and Real Solutions*, ۱۰۳-۱۱۹. doi:۱۰,۱۰۰۷/۹۷۸-۳-۳۱۹-٥۳۰۷٦-٥_٦

[۳٤] Bai, C., & Sarkis, J. (۲۰۲۰). A supply chain transparency and sustainability technology appraisal model for blockchain technology. *International Journal of Production Research*, doi: ۱۰,۱۰۸۰/۰۰۲۰۷٥٤۳,۲۰۱۹,۱۷۰۸۹۸۹.

[۳٥] Tiwari, S., H. M. Wee, & Y. Daryanto. (۲۰۱۷). Big data analytics in supply chain management between ۲۰۱۰ and ۲۰۱٦: Insights to industries. *Computers & Industrial Engineering*, ۱۱٥, ۳۱۹-۳۳۰.

[۳٦] Wang, G., Gunasekaran, A., Ngai, E. W. T. & Papadopoulos, T. (۲۰۱٦). Big data analytics in logistics and supply chain management: Certain investigations for research and applications. *Int. J. Production Economics*, ۱۷٦: ۹۸-۱۱۰.

[۳۷] Su, C., & Yang, H. (۲۰۱۷). Supplier-buyer relationship management in marketing and management research: An area for interdisciplinary integration. *Journal of business research*, ۷۸, ۱۸۰-۱۸۳.