

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 مهدی پور^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.
۴. استاد، گروه مدیریت صنعتی، گرایش تولید و عملیات، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۰۴

تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۰۸/۲۲

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 جریان‌های 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 ۶ 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



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 [۴]. 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 [۵]. در بازارهای رقابتی امروز که شرکت‌های تولیدی به دنبال توسعه همکاری‌ها در عملیات زنجیره تأمین و شفافیت بیشتر در تبادلات تجاری هستند [۶]، 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 [۶].

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 الزمات ایجاد شده

می‌بایست فناوری‌های تولیدی به صورت 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 به منظور تصمیم‌گیری در خصوص بهبود و توسعه عملیات و فرایندها به واسطه بکارگیری فناوری‌های نوین است. طبق گزارش موسسه تحقیقاتی آکاتیچ^۷ [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، به ویژه 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 به رغم 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. به علاوه، 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: [۶]، [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؛ به طوری 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 به عنوان 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 صنعت ۴/۰^۳، 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 تجزیه و تحلیل داده‌ای^۸، سنسورها، اومنی-چنل^۹، روبات‌ها، اینترنت اشیا^{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، دیجیتالی‌سازی 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 رقمی شده باشند. به شکل ساده‌تر، رقمی‌سازی ابزار اصلی فرایند دیجیتالی‌سازی است. اما با این حال، رقمی‌سازی همواره به ساختارهای اجتماعی-فنی ختم نمی‌شود و این گویای وجود تمایز میان این دو مقوله است [۱۴].

بویوکوزکان و گوسر^{۱۰} [۱۶] 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، پیکر بندی مجدد، اتوماسیون و ابزارهای تحلیل‌گر داده‌ای) توسعه دادند.

کیتیانیا-نیگام و تان^{۱۱} [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.

گاری-روندرو^{۱۲} 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 ۴/۰ معرفی نمودند.

بویوکوزکان و گوسر [۳] مشخصات تأمین‌کننده دیجیتال را در ۵ معیار و ۱۶ 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^{۱۸} و همکاران [۱۵] 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 اشیا (IoT) و ابزارهای تحلیل و علوم داده‌ای صنعت ۴/۰ 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^{۱۹} و همکاران [۱۶] با هدف کاربست اینترنت اشیا (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^{۲۰} و همکاران [۱۷] معیارهای اثرگذار بر دیجیتالی‌سازی و کاربرد فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات در مدیریت زنجیره تأمین ۱۲۵۴ 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^{۲۱} و همکاران [۱۸] 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.

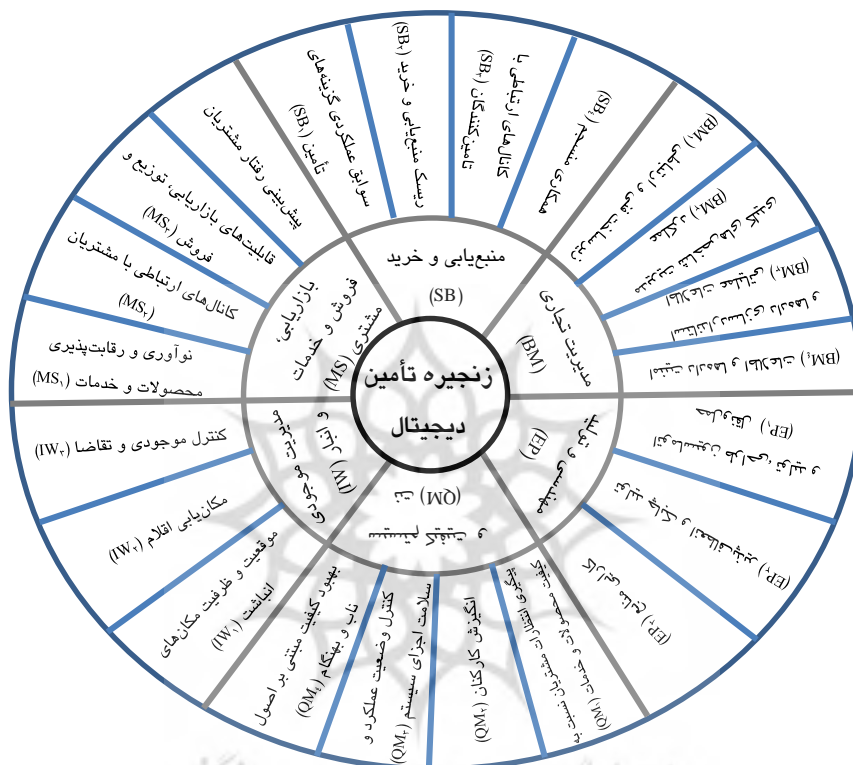
جمشیدی گوه‌ریزی و پورکیانی [۲۰] با هدف بررسی شاخص کیفیت طراحی و معیارهای راهبردی تکنولوژی RFID جهت مدیریت کتابخانه‌های دانشگاه علوم پزشکی کرمان شامل معیارهای کیفیت طراحی، قابلیت نگهداری، قابلیت بکارگیری، قابلیت استفاده مجدد، قابلیت اطمینان و قابلیت تمدید، اثرات معیارها را با استفاده از آزمون‌های تحلیل 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 اسپراس استفاده نمودند. نتایج نشان داد که چهار عامل راهبردی 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 ساختار بندی شد.

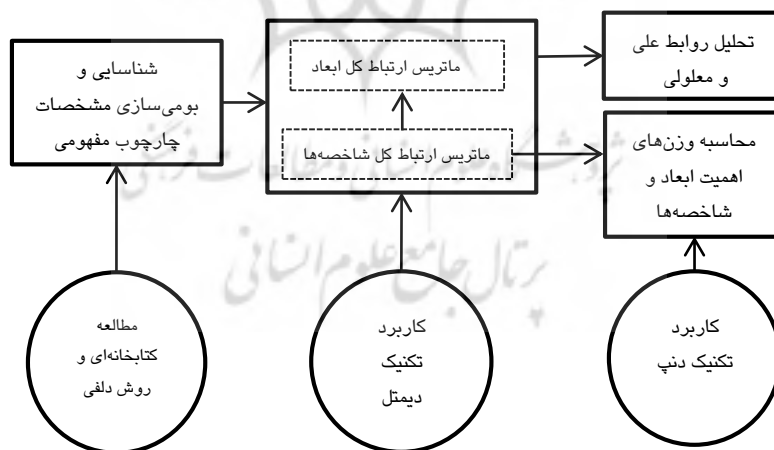


شکل ۱ مشخصات زنجیره تأمین دیجیتال (منبع: تحلیل ادبیات نظری)

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 واجد شرایط (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^{۳۳} در تحقیق چپو^{۲۴} و همکاران [۲۲] مورد تأیید قرار گرفت که مقدار آن برابر با ۹۵/۳۳٪ (بالتر 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 لیوو^{۲۰} 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 ۴ تعیین می‌شود (مطابق جدول ۱).

جدول ۱ ماتریس ارتباط مستقیم شاخصه‌ها

	SB	SB	SB	SB	BM	BM	BM	BM	EP	EP	EP	EP	QM	QM	QM	QM	IW	IW	IW	MS	MS	MS	MS
SB	۰	۴	۰/۷	۲/۳۳	۰	۰/۷	۳	۱/۷	۰	۳	۲/۳۳	۱/۳۳	۰	۱	۱/۳۳	۱	۰	۱/۳۳	۲/۷	۰	۲	۰	۰
SB	۰	۰	۲/۳۳	۲/۷	۲/۷	۰/۷	۲	۲/۳۳	۱/۷	۲/۷	۲/۷	۱/۳۳	۱/۳۳	۲	۲/۳۳	۲	۱/۷	۲/۷	۲/۳۳	۰	۲/۳۳	۰	۲/۳۳
SB	۴	۲/۷	۰	۴	۳	۲/۷	۲/۳۳	۲/۳۳	۱	۲/۳۳	۲	۰	۰	۲/۳۳	۲/۷	۲	۱/۳۳	۲/۷	۰/۷	۰	۳	۰	۰
SB	۴	۴	۴	۰	۳	۲	۲/۷	۲/۳۳	۲/۳۳	۲/۷	۲	۱/۷	۰/۷	۲/۷	۲/۳۳	۳	۱/۷	۲/۳۳	۲	۱/۳۳	۲/۳۳	۰	۲/۳۳
BM	۲/۳۳	۳	۲/۷	۲/۳۳	۰	۴	۲/۷	۳	۲/۳۳	۳	۲/۳۳	۱/۳۳	۱	۲/۷	۲/۳۳	۲	۲/۷	۴	۲	۲/۷	۳	۴	۴
BM	۰/۷	۲/۳۳	۰/۷	۰/۳۳	۰	۰	۰	۲/۳۳	۰	۲/۷	۲/۳۳	۰/۷	۲	۲/۷	۳	۳	۲/۷	۴	۲/۷	۰/۳۳	۲/۳۳	۴	۴
BM	۴	۲/۷	۲/۳۳	۲/۷	۰/۷	۲/۷	۰	۴	۱	۲/۳۳	۲/۳۳	۲/۷	۲/۳۳	۲/۷	۲	۲/۳۳	۲/۷	۲/۷	۱/۷	۲/۳۳	۲/۳۳	۲/۷	۲/۷
BM	۰	۱	۰	۰	۰	۰/۷	۲/۷	۰	۰/۷	۲	۲	۱	۱	۲/۷	۳	۰	۰	۰	۱	۰	۲	۰/۷	۰/۷
EP	۰	۰	۰/۷	۰	۲/۷	۲/۳۳	۲/۳۳	۳	۰	۴	۴	۲/۳۳	۲/۳۳	۲/۷	۲/۷	۲/۷	۲	۳	۲/۳۳	۱	۰/۷	۰	۰
EP	۰/۷	۰	۰	۰	۰	۱	۱/۳۳	۰	۰	۰	۳	۳	۲/۳۳	۱/۳۳	۳	۲	۲/۷	۲/۷	۲/۷	۰/۷	۲/۳۳	۰	۰
EP	۰	۰	۲	۰/۷	۰/۷	۰	۱/۳۳	۱	۱	۲/۷	۰	۲/۷	۲/۳۳	۲/۳۳	۲	۲/۳۳	۲/۳۳	۲	۲/۷	۱	۴	۰	۰
QM	۰	۰	۰/۷	۱/۷	۰	۲	۰/۷	۲	۳	۴	۱	۰	۲/۳۳	۰	۴	۰	۰/۷	۲/۷	۲/۷	۰	۲	۴	۴
QM	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۰	۲/۷	۴	۰	۰	۲/۳۳	۲/۳۳	۰	۱	۰	۲	۰	۲/۳۳	۰	۲/۳۳
QM	۱	۰	۰/۷	۰	۰	۰	۰	۴	۰	۲/۳۳	۳	۰	۰	۰	۱	۳	۰	۰	۲/۳۳	۰	۰/۳۳	۰/۷	۰/۷
QM	۱/۷	۱	۲	۲/۳۳	۰/۷	۰	۱	۰/۷	۰	۲/۷	۲/۷	۱/۷	۲	۲	۰	۲/۷	۱	۳	۲/۳۳	۰	۱/۳۳	۰/۷	۰/۷
IW	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲/۷	۲/۳۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴	۱/۳۳	۲	۰	۳	۰
IW	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲/۳۳	۳	۰	۱	۲	۲	۱/۷	۰	۰	۱	۰	۲/۷	۰	۰
IW	۰	۳	۰	۰	۰/۷	۰	۱	۱	۲/۷	۳	۱/۷	۰/۷	۰/۷	۰	۴	۲/۷	۰	۳	۰	۲/۳۳	۰/۷	۰/۷	۰/۷
MS	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰/۷	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۲/۳۳	۱	۲/۳۳	۰	۳	۲/۳۳	۴	۰	۰
MS	۰	۰	۰	۰	۰	۲/۳۳	۲	۳	۲/۷	۲/۳۳	۱	۴	۰	۱/۳۳	۲/۷	۲	۰/۷	۳	۳	۰	۲/۷	۲/۷	۲/۷
MS	۰	۰	۰/۷	۰/۷	۰	۰	۰	۲	۰	۲/۳۳	۲/۷	۲	۰	۰	۰	۴	۴	۰	۲/۷	۲	۰	۰/۷	۰/۷
MS	۰	۰/۷	۰	۰	۰	۴	۲/۳۳	۳	۰	۳	۳	۴	۰	۰	۰	۰/۷	۰/۷	۲/۷	۴	۱	۴	۰	۰

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

گام ۳. ماتریس ارتباط کل (T)؛ که از رابطه آمده در ادامه حاصل می‌شود: $T = N \times$

$$(I-N)^{-1}$$

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	EP	EP	EP	EP	QM	QM	QM	QM	IW	IW	MS	MS	MS	MS	
SB	۰/۰۱۳	۰/۰۷۷	۰/۰۲۸	۰/۰۶۶	۰/۰۱۱	۰/۰۲۵	۰/۰۶۳	۰/۰۵۲	۰/۰۱۲	۰/۰۸۷	۰/۰۷۳	۰/۰۴۳	۰/۰۱۹	۰/۰۴۰	۰/۰۵۵	۰/۰۵۰	۰/۰۲۳	۰/۰۵۴	۰/۰۷۸	۰/۰۱۵	۰/۰۷۰	۰/۰۱۷
SB	۰/۰۲۱	۰/۰۲۶	۰/۰۷۴	۰/۰۷۷	۰/۰۷۰	۰/۰۳۵	۰/۰۵۹	۰/۰۹۰	۰/۰۴۳	۰/۰۲۱	۰/۰۱۵	۰/۰۵۴	۰/۰۴۸	۰/۰۷۱	۰/۰۲	۰/۰۸۵	۰/۰۷۵	۰/۰۱۰۵	۰/۰۷	۰/۰۲۳	۰/۰۹	۰/۰۲۶
SB	۰/۰۸۰	۰/۰۸۷	۰/۰۲۷	۰/۰۸۵	۰/۰۶۰	۰/۰۷۹	۰/۰۸۰	۰/۰۹۲	۰/۰۲۲	۰/۰۱۵	۰/۰۹۳	۰/۰۲۵	۰/۰۲۸	۰/۰۷۷	۰/۰۹۰	۰/۰۱۰۰	۰/۰۷۱	۰/۰۱۰۵	۰/۰۶۹	۰/۰۲۰	۰/۰۱۰۵	۰/۰۲۵
SB	۰/۰۸۲	۰/۰۹۳	۰/۰۸۸	۰/۰۲۰	۰/۰۶۳	۰/۰۶۰	۰/۰۹۰	۰/۰۹۹	۰/۰۵۶	۰/۰۱۳۵	۰/۰۱۱۷	۰/۰۶۶	۰/۰۴۳	۰/۰۸۷	۰/۰۱۱۱	۰/۰۹	۰/۰۸۳	۰/۰۱۱۰	۰/۰۱۱۴	۰/۰۴۶	۰/۰۲۱	۰/۰۳۲
BM	۰/۰۵۸	۰/۰۷۹	۰/۰۸۲	۰/۰۶۳	۰/۰۱۸	۰/۰۹۴	۰/۰۹۳	۰/۰۱۰	۰/۰۷۱	۰/۰۱۳۳	۰/۰۱۱۴	۰/۰۶۸	۰/۰۵۱	۰/۰۶	۰/۰۱۱۸	۰/۰۹۹	۰/۰۱۱۶	۰/۰۱۲۶	۰/۰۱۰۷	۰/۰۸۱	۰/۰۱۲۳	۰/۰۹۴
BM	۰/۰۱۹	۰/۰۶۴	۰/۰۲۴	۰/۰۱۸	۰/۰۰۸	۰/۰۱۵	۰/۰۱۹	۰/۰۶۴	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰۹	۰/۰۸۶	۰/۰۳۷	۰/۰۵۱	۰/۰۸۲	۰/۰۸۴	۰/۰۸۶	۰/۰۹۳	۰/۰۹۶	۰/۰۸۹	۰/۰۲۰	۰/۰۹۸	۰/۰۷۷
BM	۰/۰۸۱	۰/۰۸۸	۰/۰۷۷	۰/۰۸۳	۰/۰۲۷	۰/۰۸۵	۰/۰۳۷	۰/۰۱۱۳	۰/۰۳۷	۰/۰۳۸	۰/۰۲۸	۰/۰۹۹	۰/۰۶۹	۰/۰۱۰۳	۰/۰۱۱۳	۰/۰۱۱۵	۰/۰۹۹	۰/۰۱۱۸	۰/۰۱۰۳	۰/۰۶۱	۰/۰۱۲۹	۰/۰۸۷
BM	۰/۰۰۸	۰/۰۲۳	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰۵	۰/۰۱۹	۰/۰۵۰	۰/۰۱۸	۰/۰۱۶	۰/۰۵۹	۰/۰۵۷	۰/۰۳۱	۰/۰۲۹	۰/۰۵۷	۰/۰۶۷	۰/۰۲۳	۰/۰۲۰	۰/۰۲۱	۰/۰۴۱	۰/۰۱۰	۰/۰۵۴	۰/۰۲۲
EP	۰/۰۱۶	۰/۰۲۲	۰/۰۳۰	۰/۰۱۹	۰/۰۶۴	۰/۰۷۲	۰/۰۷۳	۰/۰۸۳	۰/۰۱۷	۰/۰۱۲۷	۰/۰۱۱۹	۰/۰۸۳	۰/۰۸۰	۰/۰۹۶	۰/۰۱۸	۰/۰۱۰۶	۰/۰۹۴	۰/۰۹۴	۰/۰۸۸	۰/۰۲۸	۰/۰۷۱	۰/۰۳۱
EP	۰/۰۱۷	۰/۰۱۱	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰۴	۰/۰۲۴	۰/۰۳۰	۰/۰۲۰	۰/۰۰۹	۰/۰۴۱	۰/۰۸۰	۰/۰۶۴	۰/۰۵۲	۰/۰۴۰	۰/۰۷۳	۰/۰۶۲	۰/۰۸۵	۰/۰۸۱	۰/۰۹۰	۰/۰۲۵	۰/۰۸۶	۰/۰۱۷
EP	۰/۰۱۱	۰/۰۱۳	۰/۰۴۲	۰/۰۲۲	۰/۰۱۷	۰/۰۱۴	۰/۰۳۵	۰/۰۴۱	۰/۰۲۵	۰/۰۸۶	۰/۰۴۲	۰/۰۶۱	۰/۰۶۸	۰/۰۷۴	۰/۰۷۹	۰/۰۸۵	۰/۰۸۲	۰/۰۶۱	۰/۰۹۴	۰/۰۳۰	۰/۰۷۱	۰/۰۱۸
QM	۰/۰۱۱	۰/۰۱۶	۰/۰۲۴	۰/۰۲۷	۰/۰۰۹	۰/۰۵۱	۰/۰۳۳	۰/۰۶۲	۰/۰۵۸	۰/۰۱۳	۰/۰۶۴	۰/۰۳۴	۰/۰۵۸	۰/۰۳۰	۰/۰۴	۰/۰۴۳	۰/۰۴۹	۰/۰۸۲	۰/۰۱۰۶	۰/۰۷۸	۰/۰۱۰	۰/۰۸۴
QM	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۸	۰/۰۴۳	۰/۰۰۴	۰/۰۷۹	۰/۰۸۳	۰/۰۱۳	۰/۰۱۳	۰/۰۶۴	۰/۰۶۹	۰/۰۲۳	۰/۰۳۳	۰/۰۱۷	۰/۰۵۴	۰/۰۰۸	۰/۰۵۵	۰/۰۰۸
QM	۰/۰۱۹	۰/۰۰۶	۰/۰۱۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۶	۰/۰۱۰	۰/۰۷۰	۰/۰۰۴	۰/۰۷۰	۰/۰۶۴	۰/۰۱۲	۰/۰۱۰	۰/۰۱۲	۰/۰۳۳	۰/۰۱۰	۰/۰۱۷	۰/۰۱۶	۰/۰۵۰	۰/۰۰۷	۰/۰۲۶	۰/۰۱۷
QM	۰/۰۳۷	۰/۰۳۱	۰/۰۴۴	۰/۰۴۹	۰/۰۱۹	۰/۰۱۵	۰/۰۳۳	۰/۰۳۷	۰/۰۱۱	۰/۰۱۰	۰/۰۹۶	۰/۰۴۸	۰/۰۶۳	۰/۰۵۵	۰/۰۳۶	۰/۰۷۶	۰/۰۴۹	۰/۰۷۸	۰/۰۹۱	۰/۰۱۵	۰/۰۶۳	۰/۰۲۶
IW	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۷۳	۰/۰۶۸	۰/۰۱۱	۰/۰۰۹	۰/۰۱۰	۰/۰۱۵	۰/۰۱۸	۰/۰۷۸	۰/۰۳۲	۰/۰۴۸	۰/۰۰۷	۰/۰۶۳	۰/۰۰۶
IW	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۹	۰/۰۰۳	۰/۰۰۶	۰/۰۶۴	۰/۰۱۱	۰/۰۲۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۱۷	۰/۰۱۳	۰/۰۲۴	۰/۰۱۰	۰/۰۰۶	۰/۰۵۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵
IW	۰/۰۰۴	۰/۰۵۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۸	۰/۰۰۶	۰/۰۱۹	۰/۰۱۱	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۹۱	۰/۰۷۸	۰/۰۴۳	۰/۰۲۶	۰/۰۲۸	۰/۰۲۸	۰/۰۸۸	۰/۰۸۵	۰/۰۲۵	۰/۰۷۸	۰/۰۱۳	۰/۰۸۴	۰/۰۲۳
MS	۰/۰۰۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۱۰	۰/۰۱۱	۰/۰۲۰	۰/۰۱۶	۰/۰۲۹	۰/۰۳۶	۰/۰۱۸	۰/۰۰۹	۰/۰۱۱	۰/۰۶۳	۰/۰۵۷	۰/۰۳۶	۰/۰۲۹	۰/۰۲۶	۰/۰۵۳	۰/۰۷۱	۰/۰۱۷
MS	۰/۰۰۹	۰/۰۱۵	۰/۰۱۲	۰/۰۱۲	۰/۰۰۷	۰/۰۵۴	۰/۰۴۸	۰/۰۷۴	۰/۰۵۲	۰/۰۸۵	۰/۰۶۰	۰/۰۸۹	۰/۰۲۲	۰/۰۴۵	۰/۰۷۹	۰/۰۶۸	۰/۰۴۷	۰/۰۸۲	۰/۰۹۱	۰/۰۱۹	۰/۰۱۰	۰/۰۷۹
MS	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۱۷	۰/۰۱۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۹	۰/۰۱۱	۰/۰۴۴	۰/۰۰۸	۰/۰۷۹	۰/۰۸۰	۰/۰۴۶	۰/۰۱۳	۰/۰۱۶	۰/۰۲۵	۰/۰۸۲	۰/۰۸۳	۰/۰۲۲	۰/۰۲۲	۰/۰۳۰	۰/۰۳۰	۰/۰۲۲
MS	۰/۰۱۱	۰/۰۲۸	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۰/۰۰۶	۰/۰۷۷	۰/۰۷۴	۰/۰۱۳	۰/۰۹۷	۰/۰۹۰	۰/۰۸۹	۰/۰۲۵	۰/۰۲۹	۰/۰۱۰	۰/۰۵۳	۰/۰۵۰	۰/۰۹۵	۰/۰۰۸	۰/۰۳۵	۰/۰۱۹	۰/۰۲۷	

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	۰/۰۵۹۶۹۴	۰/۰۶۴۲۸۳	۰/۰۸۲۵۲	۰/۰۶۰۵۵۱	۰/۰۸۱۴۸۲	۰/۰۶۱۱۲۲
BM	۰/۰۴۹۱۸۴	۰/۰۴۷۹۱۷	۰/۰۷۹۷۷۲	۰/۰۷۲۸۱۶	۰/۰۸۴۴۰۷	۰/۰۷۴۶۶۴
EP	۰/۰۱۸۴۷۷	۰/۰۳۹۷۴۱	۰/۰۶۰۸۹۹	۰/۰۷۳۲۱۱	۰/۰۸۳۲۵۴	۰/۰۵۶۷۵۶
QM	۰/۰۱۹۸۵۱	۰/۰۲۵۲۵۱	۰/۰۶۲۳۲۹	۰/۰۴۰۹۸۹	۰/۰۵۵۴۳۴	۰/۰۵۰۱۹۹
IW	۰/۰۰۸۴۳۶	۰/۰۰۸۸۴۵	۰/۰۵۲۴۴	۰/۰۲۴۰۷۷	۰/۰۴۴۱۳۵	۰/۰۳۵۲۰۸
MS	۰/۰۱۱۳۸۳	۰/۰۳۲۹۷۶	۰/۰۵۲۹۳۳	۰/۰۴۲۵۴۷	۰/۰۶۱۹۶۱	۰/۰۵۹۷۰۳

گام ۴: ماتریس ارتباط کل نرمال شده ابعاد (T_D^a)؛ که از تقسیم مقادیر هر سطر ماتریس



ارتباط کل ابعاد بر مجموع مقادیر سطر حاصل می‌گردد.

گام ۵. ماتریس ارتباط کل نرمال شده شاخصه‌ها (T_C^N)؛ که از تقسیم مقادیر هر سطر مرتبط با هر خوشه از ماتریس ارتباط کل شاخصه‌ها بر مجموع مقادیر سطری متناظر محاسبه می‌شود.

گام ۶. سوپرماتریس ناموزون (W)؛ که از ترانهاده (تعویض جایگاه مقادیر سطری و ستونی متناظر) ماتریس ارتباط کل نرمال شده شاخصه‌ها نتیجه می‌شود.

گام ۷. سوپرماتریس موزون (W^0)؛ که حاصل ضرب ماتریس ارتباط کل نرمال شده 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 شاخصه‌های اثرات کل ($r+C$) و خالص ($r-C$) و نیز وزن‌های جهانی و محلی ابعاد و شاخصه‌ها مطابق با جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴ مقادیر شاخصه‌های دیمتل و وزن‌های تأثیر دنپ

رتبه نسبی	وزن‌های محلی	رتبه اهمیت	وزن‌های جهانی	r_i-c_i	r_i+c_i	c_i	r_i	بعد / شاخصه
-	۰/۰۰۶۹۰۹۲	(۶)	-	۰/۲۴۲۲۲۷	۰/۵۷۶۶۷۷	۰/۱۶۷۰۲۵	۰/۴۰۹۶۵۲	منبع‌یابی و خرید (SB)
۴	۰/۱۹۸۰۴۰	۲۱	۰/۰۱۳۳۸۳	۰/۴۶۷۱۳۵	۱/۴۹۸۰۱۵	۰/۵۱۵۱۴	۰/۹۸۲۵۷۵	سوابق عملکردی گزینه‌های تأمین (SB _۱)
۲	۰/۲۷۵۹۵۰	۱۹	۰/۰۱۹۰۶۶	۰/۷۸۱۰۸۴	۲/۲۸۹۵۶۲	۰/۷۵۴۲۳۹	۱/۵۳۵۲۳۳	ریسک منبع‌یابی و خرید (SB _۲)
۱	۰/۲۷۸۱۵۰	۱۸	۰/۰۱۹۲۱۸	۰/۸۹۴۸۷۴	۲/۱۹۷۳۳۴	۰/۶۵۱۲۳	۱/۵۴۶۱۰۴	کانال‌های ارتباطی با تأمین‌کنندگان (SB _۳)
۳	۰/۲۴۷۸۵۷	۲۰	۰/۰۱۷۱۲۵	۱/۱۹۰۶۶۶	۲/۴۷۸۲۵۲	۰/۶۴۳۸۱۸	۱/۸۳۴۴۳۴	همکاری منسجم (SB _۴)
-	۰/۱۰۴۶۱۶	(۵)	-	۰/۱۸۹۷۴۷	۰/۶۳۷۷۳	۰/۲۱۹۰۱۳	۰/۴۰۸۱۶	مدیریت تجاری (BM)
۴	۰/۰۹۵۳۰۴	۲۲	۰/۰۰۹۹۷۷	۱/۵۸۴۱۸۱	۲/۴۰۳۹۷۷	۰/۴۰۹۸۹۸	۱/۹۹۴۰۷۹	زیرساخت فنی و ارتباطی (BM _۱)
۳	۰/۲۰۴۰۵۷	۱۷	۰/۰۲۱۳۶۲	۰/۴۷۵۹۵	۲/۰۲۲۲۹	۰/۷۳۶۷	۱/۲۴۹۶۲	مدیریت شاخصه‌های کلیدی عملکرد (BM _۲)
۲	۰/۲۷۱۸۱۰	۱۳	۰/۰۲۸۴۶	۱/۱۱۸۰۱	۲/۸۶۰۳۸	۰/۸۷۱۱۸۵	۱/۹۸۹۱۹۵	استانداردسازی داده‌ها و اطلاعات عملیاتی (BM _۳)
۱	۰/۴۲۸۷۷	۹	۰/۰۴۴۸۸۷	۰/۶۰۴۵۷	۱/۹۰۵۶۶۶	۱/۲۵۵۱۱۶	۰/۶۰۵۵	امنیت داده‌ها و اطلاعات (BM _۴)
-	۰/۲۲۹۲۷۱	(۲)	-	۰/۰۵۸۵۶	۰/۷۲۲۲۲۱	۰/۲۹۰۸۹۳	۰/۲۳۲۲۲۸	مهندسی و تولید (EP)
۳	۰/۰۹۵۶۳۱	۱۶	۰/۰۲۱۹۳۵	۱/۰۲۳۲۲۲	۲/۰۷۴۴۷۴	۰/۵۲۳۶۰۱	۱/۵۵۰۸۷۳	اتوماسیون طراحی، تولید و حمل‌ونقل (EP _۱)
۱	۰/۴۷۰۶۰۰	۱	۰/۱۰۷۹۴۲	۰/۰۹۸۵۷	۲/۹۶۱۳۵۶	۲/۰۲۹۹۶۱	۰/۹۳۱۳۹۵	تولید چابک و انعطاف‌پذیر (EP _۲)
۲	۰/۴۳۳۷۸	۲	۰/۰۹۹۴۹۴	۰/۷۲۲۲۸۱	۲/۸۷۰۴۵۹	۱/۹۷۷۱۳۳	۱/۰۷۳۳۲۶	کارایی منابع (EP _۳)
-	۰/۱۷۱۹۷۱	(۴)	-	۰/۰۷۰۱۴	۰/۵۵۸۲۴۴	۰/۳۱۴۱۹۱	۰/۲۲۴۰۵۳	سیستم کیفیت و نت (QM)

رتبه	وزن‌های نسبی	رتبه محل	رتبه اهمیت	وزن‌های جهانی	F_i-C_i	F_i+C_i	C_i	F_i	بعد / شاخصه
۲	۰/۲۳۶۳۱۳	۱۰	۱۰	۰/۰۴۰۶۳۹	-۰/۲۰۰۵۳۵	۲/۳۰۹۹۸۷	۱/۰۵۴۷۳۶	۱/۲۵۵۳۶۱	پیگیری انتظارات مشتریان نسبت به کیفیت ... (QM _۱)
۴	۰/۱۹۰۳۴۶	۱۲	۱۲	۰/۰۳۳۷۳۴	-۰/۲۰۸۵۹	۱/۴۱۶۸۸۱	۰/۸۱۲۷۳۶	۰/۶۰۴۱۴۵	انگیزش کارکنان (QM _۲)
۳	۰/۲۳۰۳۵۸	۱۱	۱۱	۰/۰۳۹۶۱۵	-۰/۶۳۳۰۱	۱/۱۷۳۴۴۱	۱/۱۷۳۲۲۷	۰/۵۴۰۲۱۴	کنترل وضعیت عملکرد و سلامت اجزای ... (QM _۳)
۱	۰/۳۴۲۹۸۲	۸	۸	۰/۰۵۸۹۸۳	-۰/۵۲۳۰۳	۲/۶۷۱۳۷۱	۱/۵۹۷۲	۱/۰۷۴۱۷۱	بهبود کیفیت مبتنی بر اصول ناب و بهنگام (QM _۴)
-	۰/۲۲۹۶۲۳	(۱)	-	-	-۰/۲۲۱۵۳	۰/۵۷۲۸۱۴	۰/۴۰۰۶۷۳	۰/۱۷۳۱۴۱	مدیریت موجودی و انبار (IW)
۱	۰/۳۱۶۶۵۸	۳	۳	۰/۰۸۳۰۴۴	-۱/۰۵۸۲۴	۱/۹۹۹۷۰۲	۱/۵۲۸۹۷۲	۰/۴۷۰۷۳	موقعیت و ظرفیت مکان‌های انباشت (IW _۱)
۲	۰/۳۴۵۷۷۵	۴	۴	۰/۰۷۹۳۹۷	-۰/۹۳۰۳۷	۱/۸۵۴۲۵	۱/۳۹۳۳۱	۰/۴۶۱۹۴	مکان‌یابی اقلام (IW _۲)
۳	۰/۲۹۲۶۱۸	۷	۷	۰/۰۶۷۱۹۱	-۰/۶۴۹۳۴	۲/۳۵۹۹۱۵	۱/۵۰۴۶۲۹	۰/۸۵۵۲۸۶	کنترل موجودی و تقاضا (IW _۳)
-	۰/۱۹۵۲۴۹	(۳)	-	-	-۰/۱۷۶۱۵	۰/۵۹۹۱۵۵	۰/۳۳۶۶۵۳	۰/۲۶۱۵۰۳	بازاریابی، فروش و خدمات مشتری (MS)
۲	۰/۳۷۵۵۹۲	۶	۶	۰/۰۷۱۷۷۲	-۱/۱۲۰۱	۲/۳۹۶۳۳۳	۱/۷۵۸۱۶۸	۰/۶۳۸۰۶۵	نوآوری و رقابت‌پذیری محصولات و خدمات (MS _۱)
۴	۰/۱۲۳۰۵۰	۱۵	۱۵	۰/۰۲۳۹۱۹	-۰/۴۹۶۳۶۸	۱/۷۹۹۸۷	۰/۶۵۱۷۵۱	۱/۱۴۸۱۱۹	کانال‌های ارتباطی با مشتریان (MS _۲)
۱	۰/۳۷۴۰۶۰	۵	۵	۰/۰۷۳۰۳۵	-۱/۰۸۶۲	۲/۵۳۵۲۷	۱/۸۱۰۷۳۷	۰/۷۳۴۵۳۳	قابلیت‌های بازاریابی، توزیع و فروش (MS _۳)
۳	۰/۱۳۵۸۴۱	۱۴	۱۴	۰/۰۲۶۵۲۳	-۰/۳۹۹۸۰۹	۲/۰۲۷۷۰۹	۰/۸۱۳۹۵	۱/۲۱۳۷۵۹	بیش‌بینی رفتار مشتریان (MS _۴)

همان طوری که داده‌های جدول ۴ نشان می‌دهد، بر اساس وزن‌های (جهانی) حاصل شده از تکنیک دنپ، شاخصه‌های EP_۲ و BM_۱، به ترتیب وزن اهمیت، مهم‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین شاخصه زنجیره تأمین دیجیتال در صنعت مورد مطالعه هستند. همچنین، حوزه‌های فرایندی SB و IW به ترتیب وزن اهمیت، مهم‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین حوزه فرایندی زنجیره تأمین دیجیتال در صنعت مورد مطالعه می‌باشند. بر مبنای شاخص $I-C$ مثبت، شاخصه‌های BM_۱، SB_۱، EP_۱، SB_۲، MS_۲، BM_۲، SB_۳، MS_۳، SB_۴، EP_۲، BM_۳، SB_۴، MS_۴ و QM_۱، به ترتیب شدت تأثیرگذاری، در گروه علی قرار دارند و لذا، از بیشترین تأثیرات بر سایر شاخصه‌ها، به‌ویژه، واقع در گروه معلولی برخوردارند؛ هر چند که، شاخصه‌های گروه معلولی خود نیز تأثیراتی بر یکدیگر و یا نسبت به برخی شاخصه‌های گروه علی دارند. بر مبنای فزونی شاخص $I+C$ ، شاخصه EP_۲ مهم‌ترین عامل از لحاظ تعامل (تأثیرگذاری و تأثیرپذیری همزمان) با سایر شاخصه‌ها و شاخصه QM_۲ کم‌اهمیت‌ترین عامل است. از طرفی، بر مبنای شاخص $I-C$ مثبت، حوزه‌های فرایندی SB و BM، به ترتیب شدت تأثیرگذاری، در گروه علی و سایرین در گروه معلولی قرار دارند. بر مبنای فزونی شاخص $I+C$ ، 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



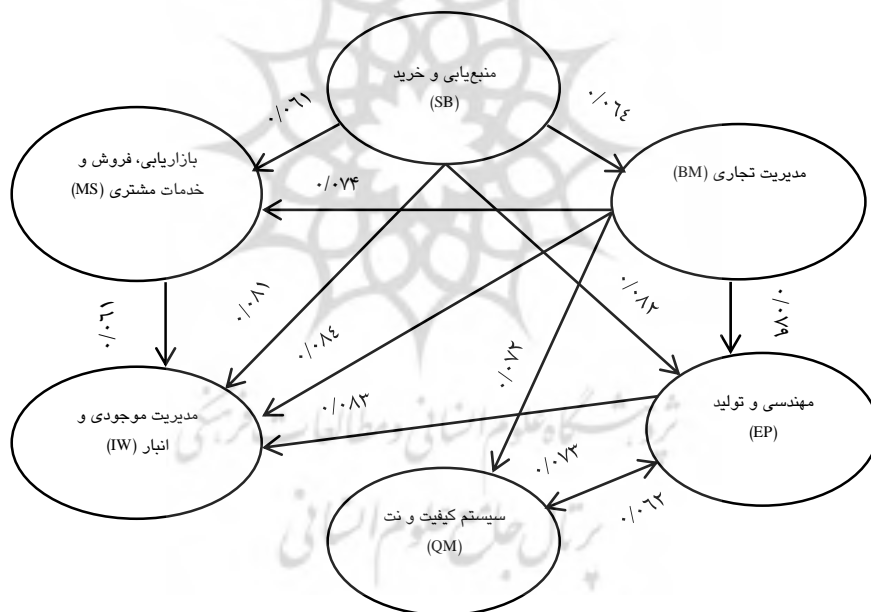
تصمیم‌گیری تسهیل خواهد شد. با این توضیح که، حد آستانه‌ای، نباید زیاد یا کم تعیین گردد. چنانچه زیاد تعیین گردد، بسیاری از تأثیرات غیرمعنی‌دار و برخی عوامل مستقل (عدم تأثیرپذیری و تأثیرگذاری مطلق) پنداشته می‌شوند و چنانچه کم تعیین گردد، پیچیدگی روابط میان عوامل تصمیم‌گیری را با چالش مواجه می‌سازد. حد آستانه‌ای باید بر مبنای توافق نظر خبرگان تعیین شود [۲۴، ص ۱۳۶]. 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	.	-.۰۷۷	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-.۰۷۸	.	.	.
SB	.	.	-.۰۷۴	-.۰۷۷	.	.	.	-.۰۹۰	-.۰۲۱	-.۰۱۱۵	.	.	.	.	-.۰۲	.	.	-.۰۵	-.۰۱۷	.	-.۰۱۹	.
SB	-.۰۸۰	-.۰۸۷	.	-.۰۸۵	.	-.۰۷۹	-.۰۸۰	-.۰۹۲	-.۰۱۵	.	.	.	-.۰۷۷	-.۰۹۰	-.۰۱۰	.	.	-.۰۵	.	.	-.۰۱۵	.
SB	-.۰۸۲	-.۰۹۳	-.۰۸۸	.	.	-.۰۹۰	-.۰۹۹	-.۰۸۳	-.۰۱۷	.	.	.	-.۰۸۷	-.۰۱۱	-.۰۰۹	.	.	-.۰۱۰	-.۰۱۴	.	-.۰۲۱	.
BM	.	-.۰۷۹	-.۰۸۲	-.۰۶۳	.	-.۰۹۴	-.۰۹۳	-.۰۱۰	-.۰۳۳	-.۰۱۱۴	.	.	-.۰۱۶	-.۰۱۸	.	-.۰۱۶	-.۰۱۶	-.۰۱۶	-.۰۱۷	.	-.۰۲۳	-.۰۹۴
BM	.	-.۰۶۴	.	.	.	.	-.۰۶۴	-.۰۰۹	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-.۰۹۸
BM	-.۰۸۱	-.۰۸۸	-.۰۷۷	-.۰۸۳	.	-.۰۸۵	.	-.۰۱۳	-.۰۳۸	-.۰۱۲۸	-.۰۹۹	.	-.۰۱۲	-.۰۱۳	-.۰۱۵	.	.	-.۰۱۸	-.۰۱۳	.	-.۰۲۹	.
BM
EP	.	.	-.۰۳۰	.	-.۰۶۴	-.۰۷۳	-.۰۸۳	-.۰۲۷	-.۰۱۹	.	.	.	-.۰۹۶	-.۰۰۸	-.۰۰۶	.	.	.	-.۰۰۸	.	-.۰۷۱	.
EP	-.۰۸۰	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-.۰۹۰	.	-.۰۸۶
EP	.	.	-.۰۴۲	-.۰۲۲	.	.	.	.	-.۰۸۶	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-.۰۹۴	.	-.۰۷۱
QM	.	.	.	-.۰۳۷	.	-.۰۵۱	-.۰۳۳	-.۰۶۳	-.۰۱۳	.	.	-.۰۵۸	.	-.۰۰۴	.	.	.	.	-.۰۸۲	-.۰۰۶	-.۰۷۸	-.۰۱۰
QM	-.۰۴۳	-.۰۰۷۹	-.۰۸۳	.	.	-.۰۶۴	-.۰۶۹	.	.	.	.	.	.	.	.
QM	-.۰۷۰	.	.	.	.	.	.	.	-.۰۶۱	.	.	.	.	.	.
QM	-.۰۳۷	-.۰۲۱	-.۰۴۴	-.۰۴۹	.	-.۰۳۳	-.۰۳۷	.	-.۰۰۹	-.۰۹۶	.	-.۰۶۳	-.۰۵۵	.	-.۰۷۶	.	.	-.۰۷۸	-.۰۹۱	.	-.۰۶۳	
IW	-.۰۷۳	-.۰۶۸	.	.	.	.	.	.	-.۰۷۸	.	-.۰۴۸	.	-.۰۶۳	
IW	-.۰۶۹	-.۰۶۴	.	.	-.۰۴۰	-.۰۴۴	.	.	.	.	.	.	-.۰۵۶	
IW	.	-.۰۵۱	.	.	-.۰۱۹	-.۰۱۱	-.۰۳۳	.	-.۰۹۱	-.۰۷۸	-.۰۴۳	.	.	.	-.۰۸۸	-.۰۸۵	.	-.۰۷۸	.	-.۰۸۴		
MS	-.۰۶۳	.	.	.	.	.	-.۰۷۶	
MS	.	-.۰۱۵	.	.	.	-.۰۵۴	-.۰۴۸	-.۰۷۴	-.۰۰۸۵	.	-.۰۸۹	.	.	-.۰۷۹	.	.	.	.	-.۰۸۲	-.۰۹۱	.	-.۰۱۰
MS	.	.	-.۰۱۷	-.۰۱۶	.	.	-.۰۴۴	-.۰۰۷۹	-.۰۸۰	.	.	.	.	-.۰۸۲	-.۰۸۳	.	.	.	.	.	.
MS	.	-.۰۲۸	-.۰۱۵	-.۰۱۵	.	-.۰۷۷	-.۰۶۷	-.۰۷۴	-.۰۰۹۷	-.۰۰۹۰	-.۰۸۹	.	.	-.۰۱۰	.	.	.	-.۰۹۵	-.۰۰۸	.	-.۰۰۹	

مطابق با جدول ۵، BM_1 و BM_3 هر یک بر ۱۵ شاخصه دیگر تأثیرگذاری معنی‌دار دارند ($BM_1 \rightarrow SB_2, SB_3, SB_4, BM_2, BM_3, BM_4, EP_2, EP_3, QM_2, QM_4, IW_2, IW_3, MS_1, MS_2, MS_3$) و $BM_3 \rightarrow SB_1, SB_2, SB_3, SB_4, BM_2, BM_4, EP_2, EP_3, QM_1, QM_3, QM_4, IW_1, IW_3$ و MS_4 (در ضمن، BM_3 میانگین شدت تأثیرات بیشتری نسبت به شاخصه BM_1 دارد. همچنین، QM_4 با تأثیرگذاری بر ۱۴ شاخصه در رتبه بعدی از لحاظ تعداد نفوذ (تأثیر) قرار

دارد ($QM_4 \rightarrow SB_1, SB_2, SB_3, SB_4, BM_3, BM_4, EP_2, EP_3, QM_2, QM_3, IW_1, IW_2, MS_1$) به همین ترتیب، سایر الویت‌ها از لحاظ تعداد تأثیرات عبارت است از: SB_4 و MS_3 هر کدام با ۱۳ تأثیرگذاری (با این توضیح که میانگین شدت اثرات SB_4 به صورت قابل ملاحظه بیشتر از MS_4 است)، SB_3 ، EP_1 و QM_1 هر کدام با ۱۲ تأثیرگذاری (به طوری که از لحاظ میانگین شدت اثرات رابطه $QM_1 < EP_1 < SB_3$ برقرار است) و عوامل MS_2 و IW_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 تأثیرات 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 ۴ حوزه فرایندی دیگر تأثیرگذار هستند ($SB \rightarrow BM, EP, IW, MS$ و $BM \rightarrow EP, QM, IW, MS$)؛ با این توضیح که،



میانگین شدت تأثیرات BM بزرگتر از SB است. به همین ترتیب، EP با ۲ تأثیر (EP→QM,) و QM و MS هر کدام با ۱ تأثیر (EP→QM 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 ۶ محاسبه می‌گردد.

جدول ۶ مقادیر شاخص‌های دیمتل بر مبنای تأثیرات کل معنی‌دار

r_i-c_i	r_i+c_i	c_i	r_i	بعد / شاخصه
-۰/۲۸۹۴۰۷	-۰/۲۸۹۴۰۷	۰	-۰/۲۸۹۴۰۷	منبع‌یابی و خرید (SB)
-۰/۱۲۵۰۱	-۰/۴۳۶۴۷۷	-۰/۲۸۰۷۴۱	-۰/۱۵۵۷۳۶	سوابق عملکردی گزینه‌های تأمین (SB _۰)
-۰/۲۸۵۳۸۴	۱/۵۱۲۴۷۸	-۰/۶۱۳۵۴۷	-۰/۸۹۸۹۳۱	ریسک منبع‌یابی و خرید (SB ₊)
-۰/۶۱۵۸۱۸	۱/۵۵۴۰۱۶	-۰/۴۶۹۰۹۹	۱/۰۸۴۹۱۷	کانال‌های ارتباطی با تأمین‌کنندگان (SB ₊)
-۰/۹۰۹۵۳۱	۱/۸۰۲۲۵۵	-۰/۴۴۶۳۶۲	۱/۳۵۵۸۹۳	همکاری منسجم (SB ₊)
-۰/۲۴۷۳۷۶	-۰/۳۷۵۹۴۳	-۰/۶۴۲۸۳	-۰/۳۱۱۶۵۹	مدیریت تجاری (BM)
۱/۴۸۴۵۸۵	۱/۶۱۱۹۱۹	-۰/۶۳۶۶۷	۱/۵۴۸۲۵۲	زیرساخت فنی و ارتباطی (BM _۱)
-۰/۱۹۴۷۲	-۰/۸۶۶۶۱	-۰/۵۳۰۶۶۵	-۰/۳۳۵۹۴۵	مدیریت شاخص‌های کلیدی عملکرد (BM ₊)
۱/۰۴۴۳۲۱	۲/۰۹۹۷۴۹	-۰/۵۲۷۷۱۴	۱/۵۷۲۰۳۵	استانداردسازی داده‌ها و اطلاعات عملیاتی (BM ₊)
-۱/۰۷۶۶۶۴	۱/۰۷۶۶۶۱	۱/۰۷۶۶۶۱	۰	امنیت داده‌ها و اطلاعات (BM ₊)
-۰/۰۶۱۱۶	-۰/۲۸۱۰۸۶	-۰/۲۳۴۶۲۱	-۰/۱۵۶۴۶۵	مهندسی و تولید (EP)
۱/۰۵۷۳۰۹	۱/۰۵۷۳۰۹	۰	۱/۰۵۷۳۰۹	اتوماسیون طراحی، تولید و حمل‌ونقل (EP _۱)
-۱/۴۸۶۵۲	۲/۰۰۲۳۳	۱/۷۴۳۳۷۸	-۰/۲۵۶۸۵۵	تولید چابک و انعطاف‌پذیر (EP ₊)
-۰/۹۱۶۳۶	۱/۵۴۷۹۴۱	۱/۲۳۲۱۵	-۰/۳۱۵۷۹۱	کارایی منابع (EP ₊)
-۰/۰۸۳۷	-۰/۲۰۸۳۵۶	-۰/۱۴۶۰۲۷	-۰/۰۶۲۳۲۹	سیستم کیفیت و نت (QM)
-۰/۵۹۷۳۸۱	۱/۲۳۷۷۰۷	-۰/۳۲۰۱۶۳	-۰/۹۱۷۵۴۴	پیگیری انتظارات مشتریان نسبت به کیفیت ... (QM _۱)
-۰/۲۱۶۸۰۷	-۰/۴۵۹۷۹۳	-۰/۱۲۱۴۹۳	-۰/۳۲۳۳	انگیزش کارکنان (QM ₊)
-۰/۴۹۷۵۹	-۰/۷۵۹۷۷۸	-۰/۶۲۸۶۸۶	-۰/۱۳۱۰۹۲	کنترل وضعیت عملکرد و سلامت اجزای سیستم (QM ₊)
-۰/۲۴۶۱۶	۱/۹۵۵۸۶۲	۱/۱۰۱۰۱	-۰/۸۵۴۸۵۲	بهبود کیفیت مبتنی بر اصول ناب و بهنگام (QM ₊)
-۰/۳۱۱۱	-۰/۳۱۱۱۰۴	-۰/۳۱۱۱۰۴	۰	مدیریت موجودی و انبار (IW)
-۰/۴۰۶۰۸	۱/۰۶۶۳۳۶	-۰/۷۳۶۲۰۷	-۰/۳۳۰۱۲۹	موقعیت و ظرفیت مکان‌های انباشت (IW _۱)
-۰/۰۸۵۰۶	-۰/۶۳۳۴۰۶	-۰/۳۶۰۹۸۵	-۰/۲۷۲۴۳۱	مکان‌یابی اقلام (IW ₊)
-۰/۲۴۰۹	۱/۵۶۳۵۹۱	-۰/۹۰۲۲۴۷	-۰/۶۱۱۳۴۴	کنترل موجودی و تقاضا (IW ₊)
-۰/۰۷۳۸۳	-۰/۱۹۷۷۴۷	-۰/۱۳۵۱۸۶	-۰/۰۶۱۹۶۱	بازاریابی، فروش و خدمات مشتری (MS)
-۱/۱۸۳۶۵	۱/۴۶۱۷۳۹	۱/۳۲۳۶۹۴	-۰/۱۳۹۰۴۵	نوآوری و رقابت‌پذیری محصولات و خدمات (MS _۱)
-۰/۷۱۷۸۳۱	-۰/۸۷۴۸۰۱	-۰/۷۸۴۸۵	-۰/۷۹۶۳۱۶	کانال‌های ارتباطی با مشتریان (MS ₊)
-۱/۱۷۴۹۴	۱/۹۷۵۹۳۴	۱/۵۷۵۴۳۸	-۰/۴۰۰۴۹۶	قابلیت‌های بازاریابی، توزیع و فروش (MS ₊)
-۰/۷۰۸۱۶۹	۱/۲۲۱۴۲۷	-۰/۲۵۶۶۲۹	-۰/۹۶۴۷۹۸	پیش‌بینی رفتار مشتریان (MS ₊)

مطابق با داده‌های جدول ۶ و بر مبنای شاخص $r-c$ مثبت، شاخصه‌های BM_+ , EP , BM_+

$SB_1, MS_1, MS_2, MS_3, SB_2, QM_1, SB_2, QM_2$ و SB_2, QM_2 به ترتیب شدت تأثیرگذاری، در گروه علی و سایرین در گروه معلولی قرار دارند. بر مبنای فزونی شاخص $r+c$ ، شاخص BM_2 مهم‌ترین و شاخص SB_1 کم‌اهمیت‌ترین عامل است. همچنین، بر مبنای شاخص $r-c$ مثبت، حوزه‌های فرایندی SB_1 و BM_1 به ترتیب شدت تأثیرگذاری، در گروه علی 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 توأم 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 ۴، حوزه‌های فرایندی مدیریت موجودی و انبار (IW)،



مهندسی و تولید (EP) و بازاریابی، فروش و خدمات مشتری (MS)، به ترتیب 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 ۴ و ۶، 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^{۳۶} و همکاران [۲۵] 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 [۲۶]. 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 [۱؛ ۱۸].

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^{۳۷} و همکاران [۲۷] 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_r) 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_r)، رضوانی [۲۸]، صص ۱۱۳-۱۰۲، ۲۱۵-۲۰۹] پایش محیط‌های رقابتی به لحاظ فاکتورهای قیمت صنعت، تعداد رقبای، محصولات مشابه/جایگزین، فناوری‌ها و روش‌های نوین تولیدی، رویکرد رقابتی رقبای، روش‌های توزیع و بازاریابی، شرکای تجاری و فرایندهای تولیدی رقیب، نهادهای قانون‌گذاری، اتحادیه‌ها و تعداد مشتریان و روند تغییرات در سلايق 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_r)، 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، ۶۵-۶۲، ۸۳، ۱۲۱-۱۱۹، ۱۲۵، ۱۳۴]. در ضمن، مطابق با جدول ۵ 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 ۴ و ۶ حوزه‌های فرایندی منبع‌یابی و خرید (SB) و مدیریت تجاری (BM)، به ترتیب، 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_1) 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 تأثیرگذار نیز می‌تواند به بهبود آن‌ها کمک نماید. مطابق با شکل ۳، حوزه‌های فرایندی منبع‌یابی و خرید (SB) و مدیریت تجاری (BM) اثرگذار 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، ۳/۴/۵G، 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 ۵ بر شاخصه مکان‌یابی اقلام (IW_2) اثرگذار است (سازگار با نتایج تحقیقات [۱۸]، [۲۹، ص ۱۲۶] 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 تأمین‌کنندگان (SB_۲)) 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 اینترنت/اکس‌ترانت [۳۲]. معماری سرویس‌گرا^{۳۳} [۳۳] و بلاک‌چین [۳۴] (بر مبنای شاخصه اثرگذار استانداردسازی داده‌ها و اطلاعات عملیاتی (BM_۲)) 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_۳)) باشد و از همین رو، در پیش‌بینی و برنامه‌ریزی موجودی‌ها نقش بسزایی دارد [۲۹، صص ۴۱-۴۰، ۱۳۳، ۱۳۸؛ ۳۵]. مطابق با جدول ۵، شاخصه‌های کانال‌های ارتباطی با تأمین‌کنندگان (SB_۲)، همکاری منسجم (SB_۳) و استانداردسازی داده‌ها و اطلاعات عملیاتی (BM_۲) بر شاخصه موقعیت و ظرفیت مکان‌های انباشت (IW_۱) به‌صورت معنی‌دار اثرگذار هستند؛ چرا که پیش‌آنلاین وضعیت سفارشات خرید و عملکرد تأمین‌کنندگان امکان پیش‌بینی مقادیر اقلام موجودی و موقعیت‌های مکانی مراکز توزیع (انبارها) را میسر می‌سازد [۲۹، صص ۴۱-۴۰].

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_۳)، زیرساخت فنی و ارتباطی (BM_۱) و استانداردسازی داده‌ها و اطلاعات عملیاتی (BM_۲) 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؛ ۳۶] و از این جهت، شاخصه‌های تولید چابک و انعطاف‌پذیر (EP_۲) و کارایی منابع (EP_۳) را تقویت می‌نماید. از طرفی، این شاخصه‌های اثرگذار به‌واسطه بهبود مدیریت برنامه‌های تولید و



همکاری‌های نزدیک عملیاتی و توأم 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 ۶، تعیین نمود. لذا، به صنعت مورد مطالعه پیشنهاد می‌شود بر مبنای این نتایج اقدامات بهسازی و توسعه‌بخش را برنامه‌ریزی نماید.

۶- پی‌نوشت‌ها

- | | |
|---|---|
| ۱. Acatech | ۱۸. Raman |
| ۲. DANP (DEMATEL-based ANP) | ۱۹. Abdel-Basset |
| ۳. Industry ۴.۰ | ۲۰. Scuotto |
| ۴. Digitalization Commission | ۲۱. Wang |
| ۵. Augmented reality | ۲۲. Piccoli |
| ۶. Cloud computing | ۲۳. Significant confidence |
| ۷. Big data | ۲۴. Chiu |
| ۸. Data analytics | ۲۵. Liou |
| ۹. Omni-channel | ۲۶. Mourtzis |
| ۱۰. Internet of things (IoT) | ۲۷. Qian |
| ۱۱. ۳D printer (additive manufacturing) | ۲۸. Tachograph |
| ۱۲. Blockchain | ۲۹. Embedded systems |
| ۱۳. Cyber-physical systems (CPSs) | ۳۰. Actuators |
| ۱۴. Digitization | ۳۱. Controlers |
| ۱۵. Büyüközkan & Göçer | ۳۲. Microprocessors |
| ۱۶. Kittipanya-Ngam & Tan | ۳۳. Service oriented architecture (SOA) |
| ۱۷. Garay-Rondero | |

۷- منابع

- [۱] Büyüközkan, G., & Göçer, F. (۲۰۱۸). Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research. *Computers in Industry*, ۹۷, ۱۵۷-۱۷۷.
- [۲] Gürdür, D., El-khoury, J., & Törngren, M. (۲۰۱۹). Digitalizing Swedish industry: What is next? Data analytics readiness assessment of Swedish industry, according to survey results. *Computers in industry*, ۱۰۵, ۱۵۳-۱۶۳.

- [۲] Büyüközkan, G., & Göçer, F. (۲۰۱۸b). An Extension of ARAS Methodology under Interval Valued Intuitionistic Fuzzy Environment for Digital Supply Chain. *Applied Soft Computing*, ۶۹, ۶۳۴-۶۵۴.
- [۳] 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)
- [۴] Davis, J., Edgar, T., Porter, J., Bernaden, J., & Sarli, M. (۲۰۱۲). Smart manufacturing, manufacturing intelligence and demand-dynamics performance. *Computers & Chemical Engineering*, ۴۷, ۱۴۵-۱۵۶.
- [۵] Gunasekaran, A., & Ngai, E. W. T. (۲۰۰۴). Virtual supply-chain management. *Production planning & control*, ۱۵(۶), ۵۸۴-۵۹۵.
- [۶] Schuh, G., Anderl, R., Gausemeier, J., Hompel, M.T., Wahlster, W. (Eds.) (۲۰۱۷). Industrie ۴.۰ Maturity Index Managing the Digital Transformation of Companies. *acatech STUDY*, Munich: Herbert Utz Verlag ۲۰۱۷.
- [۷] Zagardi, H., & Esmaeili, M. (۲۰۰۹). Information System Impact on excellence in Iranian's enterprises. *Human sciences teacher (Management researches in Iran)*, ۱۲(۲), ۱۱۶-۱۵۷. (in Persian)
- [۸] Ghlichkhani, M., Samadimoghadam, I. & Fathihafshjani, K. (۲۰۲۱). To investigate main dimensions of digital transformation maturity in industrial organizations by using SLR. *Technology development management*, ۱۱(۴), ۱۱-۴۷. (in Persian)
- [۹] 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 ۴.۰. *Journal of Manufacturing Technology Management*, DOI: <https://doi.org/10.1108/BIJ-12-2018-0430>
- [۱۰] Roßmann, B., Canzaniello, A., von der Gracht, H., & Hartmann, E. (۲۰۱۷). The future and social impact of Big Data Analytics in Supply Chain Management: Results from a Delphi study. *Technological forecasting & social change*, ۱۲۰, ۱۳۵-۱۴۹.
- [۱۱] Wu, L., Yue, X., Jin, A., & Yen, D. C. (۲۰۱۶). Smart supply chain management: a review and implications for future research. *Logistics management*, ۲۷(۲), ۱-۲۳.
- [۱۲] Kittipanya-Ngam, P., & Tan, K. H. (۲۰۱۹). A framework for food supply chain digitalization: lessons from Thailand. *Production planning & control*, ۳۰. doi:10.1080/09537287.2019.1631462
- [۱۳] Velsberg, O. (۲۰۱۶). 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.
- [۱۴] Raman, S., Patwa, N., Niranjani, 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., Ghiasi, 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 ۱۳th 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. (۲۰۱۴). *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*, ۵۷(۱۵-۱۶), ۴۷۱۹-۴۷۴۲.
- [۳۱] Cohen, M. A. (۲۰۱۵). Inventory management in the age of big data. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/۲۰۱۵/۰۶/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*, ۱(۴)، ۲۵۱-۲۷۲. (in persian)
- [۳۳] Leyh, C., Schäffer, T., Bley, K., & Forstehäusler, S. (۲۰۱۷). Assessing the IT and Software Landscapes of Industry ۴.۰-Enterprises: The Maturity Model SIMMI ۴.۰. *Information Technology for Management: New Ideas and Real Solutions*, ۱۰۳-۱۱۹. doi: 10.1007/978-3-319-53076-5_7
- [۳۴] Bai, C., & Sarkis, J. (۲۰۲۰). A supply chain transparency and sustainability technology appraisal model for blockchain technology. *International Journal of Production Research*, doi: 10.1080/00207179.2019.1701911.
- [۳۵] Tiwari, S., H. M. Wee, & Y. Daryanto. (۲۰۱۷). Big data analytics in supply chain management between ۲۰۱۰ and ۲۰۱۶: Insights to industries. *Computers & Industrial Engineering*, ۱۱۵, ۳۱۹-۳۳۰.
- [۳۶] Wang, G., Gunasekaran, A., Ngai, E. W. T. & Papadopoulos, T. (۲۰۱۶). Big data analytics in logistics and supply chain management: Certain investigations for research and applications. *Int. J. Production Economics*, 177: 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.