

شناسایی و ارزیابی توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب در صنعت ۴.۰ با استفاده از روش اهمیت - عملکرد؛ مطالعه موردی شرکت همگام خودرو آسیا

ساراسلمانیان^۱، هادی شیرویه زاد^{۲*}

sarasalmanian887@gmail.com

Hadi.shirouyehzad@iau.ac.ir

خلاصه

امروزه تحولات فناوری، به ویژه با ظهور صنعت ۴.۰، ضرورت بهینه سازی زنجیره های تأمین را آشکار کرده است. زنجیره تأمین ناب، روشی است که به سازمان ها در کاهش ضایعات و افزایش انعطاف پذیری کمک می کند. صنعت ۴.۰ با استفاده از فناوری های نوین، زنجیره های تأمین را قادر به واکنش سریع به تغییرات بازار و نیازهای مشتریان می کند. این مقاله به شناسایی و دسته بندی توانمندسازها می پردازد و نقش آن ها را در تقویت زنجیره تأمین در بستر صنعت ۴.۰ با روش تحلیل اهمیت - عملکرد بررسی می کند. هدف اصلی این تحقیق، شناسایی و دسته بندی توانمندسازهایی است که سازمان ها می توانند با بهره مندی از رویکردهای ناب، به بهبود عملکرد زنجیره تأمین خود در عصر دیجیتال نائل شوند. ابتدا با مطالعه منابع کتابخانه ای و مقالات توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب شناسایی سپس پرسشنامه ای برای یافتن توانمندسازهای ناب در صنعت ۴.۰ طبق نظر خبرگان دانشگاهی تهیه شد. پس از آن پرسشنامه اهمیت - عملکرد تهیه و در اختیار خبرگان شرکت همگام خودرو قرار گرفت تا میزان اهمیت و عملکرد هر توانمندساز مشخص و رتبه بندی شود. ۶۷ توانمندساز پس از مطالعه مقالات شناسایی شد که پس از انجام تست لاوشه تعداد آنها به ۴۲ توانمندساز رسید. پس از رتبه بندی توانمندساز "رضایت مشتری" در رتبه اول قرار گرفت.

کلمات کلیدی: زنجیره تأمین، زنجیره تأمین ناب، صنعت ۴.۰، توانمندسازها، تحلیل اهمیت - عملکرد

۱. مقدمه

شرکت های تولیدی برای موفقیت در صحنه رقابت و اثربخشی بیشتر نیازمند به بهبود عملکرد در سازمان های خود هستند. این امر نیازمند شناخت انواع استراتژی های زنجیره تأمین است. شناخت استراتژی های زنجیره تأمین به سازمان ها کمک می کند تا عملکرد بهتری داشته باشند و در تجزیه و تحلیل بازار و پاسخگویی به نیازهای مشتری پیش دستی کنند (نوری و همکاران، ۱۳۹۹). ناب یک استراتژی است که برای بهبود کیفیت محصولات و خدمات، کاهش ضایعات، کاهش زمان و هزینه ها و افزایش کارایی در شرکت ها مورد استفاده قرار می گیرد (ژو^۱، ۲۰۱۶). همچنین روش های ناب در زنجیره تأمین باعث افزایش کارایی، رضایت مشتری، ارائه محصولات رضایت بخش و کنترل موجودی می شود (سینگ و جین^۲، ۲۰۲۱). امروزه سازمان ها از فناوری های صنعت ۴.۰ برای مدیریت زنجیره تأمین استفاده می کنند. این فناوری های مدرن مانند هوش

¹ Zhou

² Singh & Jain

مصنوعی، یادگیری ماشین، اتوماسیون و اینترنت اشیا موجب تصمیم‌گیری سریع‌تر، بهینه‌سازی شیوه تولید، شفافیت در زنجیره تأمین و بهبود در مدیریت انبار می‌شود. این فناوری‌ها در نهایت به یک زنجیره تأمین هوشمند تبدیل می‌شود (راجا سانتی و موثسوامی^۱، ۲۰۲۲).

صنعت ۴۰ حوزه بسیار گسترده‌ای است که تمامی فرایندهای تولید، کارایی، مدیریت داده، ارتباط با مصرف‌کنندگان، رقابت در بازار و... را در بر می‌گیرد (پیکاروزی و همکاران^۲، ۲۰۱۸).

توانمندسازهای مدیریت زنجیره تأمین عوامل کلیدی هستند که به اجرای مؤثرتر زنجیره تأمین کمک می‌کنند. همچنین می‌توانند اثرات مستقیم و غیر مستقیمی بر اجرای زنجیره تأمین داشته باشند (گوران و کانت^۳، ۲۰۱۶).

فناوری‌های صنعت ۴۰ نقش مهمی در شبکه‌های زنجیره تأمین هر سازمان ایفا می‌کنند. زیرا دید کاملی از زنجیره تأمین را در اختیار سازمان‌ها قرار می‌دهد و به‌روزترین داده‌ها را بلادرنگ جهت تصمیم‌گیری در اختیار مدیران قرار می‌دهند. به همین دلیل در بخش‌های مختلف تلاش می‌کنند تا شیوه‌های ناب و چابک را در فرایندهای زنجیره تأمین خود اجرا کنند. این اقدامات نوید افزایش کارایی، کاهش ضایعات و بهبود رضایت مشتری را می‌دهد. با این حال، اجرای موفقیت‌آمیز این استراتژی‌ها به شدت به گستره‌ای از توانمندسازها خاص سازمان و صنعت آن وابسته است (شارما و همکاران^۴، ۲۰۲۳).

روش‌های زیادی برای ارزیابی توانمندسازهای زنجیره تأمین در صنعت ۴۰ وجود دارد. یکی از این روش‌ها تکنیک اهمیت - عملکرد است. این تکنیک اولین بار توسط مارتیلا و جیمز در سال ۱۹۷۷ ارائه شده است.

این پژوهش به دنبال آن است که توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب در صنعت ۴۰ را شناسایی و سپس با استفاده از روش IPA توانمندسازهای پر اهمیت زنجیره تأمین ناب در صنعت ۴۰ سازمان‌ها را شناسایی و مورد ارزیابی قرار دهد و میزان اهمیت و عملکرد هر کدام را مشخص کند. در این پژوهش خبرگان مهم‌ترین توانمندسازها را انتخاب و میزان اهمیت و عملکرد هر توانمندساز را تعیین می‌کنند. این روش اجازه می‌دهد توانمندسازها اولویت‌بندی شوند و نقاط ضعف و قوت زنجیره تأمین سازمان شناسایی شوند که در نهایت موجب پاسخگویی سریع‌تر زنجیره تأمین می‌گردد. مدیران سازمان می‌توانند با ارزیابی شاخص‌های مهم تمرکز بیشتری بر توانمندسازهایی داشته باشند که در سازمان از اهمیت بیشتری برخوردار است؛ ولی عملکرد سازمان در آنها پایین بوده است. روش ارائه شده به صورت موردی در شرکت همگام خودرو پیاده‌سازی می‌شود. استراتژی ناب زنجیره تأمین یکی از استراتژی‌هایی است که مورد توجه بسیاری از محققین قرار دارد. محققین توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب را طبقه‌بندی و اولویت‌بندی کرده‌اند. اما در زمینه شناسایی توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب با در نظر گرفتن فناوری‌های صنعت ۴۰ مطالعات چندانی صورت نگرفته است. علاوه بر آن با رویکرد تحلیل اهمیت و عملکرد تحلیلی در توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب در صنعت ۴۰ صورت نگرفته است. این مطالعه در شرکت همگام خودرو آسیا صورت خواهد گرفت تا خلأهای موجود در این زمینه را شناسایی و به تحلیل درآورد. این شرکت یکی از شرکت‌های برجسته و موفق در حوزه تأمین قطعات خودرو است. با توجه به اینکه ارتقای زنجیره تأمین با توجه به خواسته‌های لجستیکی مشتریان، از اهداف مهم این سازمان شمرده می‌شود، لذا این مقاله میزان اهمیت و عملکرد توانمندسازهای صنعت ۴۰ را در زنجیره تأمین این سازمان مورد بررسی قرار می‌دهد.

¹ Raja Santhi & Muthuswamy

² Piccarozzi et al.

³ Gorane & Kant

⁴ Sharma et al.

۲- پیشینه پژوهش

رکن الدین و همکاران (۱۴۰۲) در تحقیقی به شناسایی توانمندسازهای پایداری زنجیره تأمین در صنعت ۴۰۰ پرداخته‌اند. آنها در ابتدا با مرور پژوهش‌ها توانمندسازهایی که بر قابلیت پایداری در زنجیره تأمین تأثیر می‌گذارند را به دست آوردند. سپس توانمندسازها را از طریق پرسشنامه در اختیار خبرگان در صنایع تولیدی کاشی در استان یزد قرار دادند. پس از آن مدلی با استفاده از ترکیب روش دیمتل - فرایند تحلیل شبکه‌های فازی^۱ ارائه دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که «فناوری» به عنوان تأثیرگذارترین بُعد، «محصول» به عنوان تأثیرپذیرترین و بُعد «اقتصاد» مهم‌ترین بعد محسوب شده‌اند.

انوری (۱۳۹۵) مطالعه‌ای با هدف طراحی مدل ترکیبی زنجیره تأمین، با رویکرد پارادایم‌های پنج‌گانه انجام داده است. مدیریت زنجیره تأمین با رویکرد پنج‌گانه در واقع رویکردهای ناب، چابک، تاب‌آور، سبز و پایدار را در فضای زنجیره تأمین کنار هم قرار می‌دهد تا زنجیره تأمین از مزایای تمام آنها بهره‌مند شود. این پژوهش در شرکت لاستیک‌سازی دنا - شیراز صورت گرفته و برای تحلیل داده‌ها از روش حداقل مجذورات جزئی^۲ استفاده شده است. طبق نتایج به دست آمده از این پژوهش پارادایم‌های پنج‌گانه در موفقیت عملکرد زنجیره تأمین نقش بسزایی دارند و می‌تواند تأثیر مثبتی بر عوامل عملکردی جهت کسب مزیت رقابتی داشته باشد. همچنین تاب‌آوری و چابکی در زنجیره تأمین این شرکت در رتبه اول و دوم قرار دارند.

زاهد پیپرانی و همکاران^۳ (۲۰۲۴) در پژوهشی به بررسی تأثیر تکنولوژی صنعت ۴۰۰ بر شیوه‌های ناب، چابک و سبز و بر عملکرد زنجیره تأمین پرداخته‌اند. این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SMART PLS به بررسی رابطه بین فناوری صنعت ۴۰۰ و شیوه‌های زنجیره تأمین در شرکت‌های تولیدی در کشور پاکستان پرداخته است. این پژوهش نشان می‌دهد صنعت ۴۰۰ به طور قابل توجهی بر تمام فعالیت‌های سازمان تأثیر می‌گذارد درحالی‌که زنجیره تأمین چابک به‌تنهایی تأثیر کمتری در زنجیره تأمین داشته است.

شارما و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی نقش شیوه‌های ناب در توانمندسازی چابکی زنجیره تأمین را در صنعت خودروسازی مورد بررسی قرار داده‌اند. در این مقاله از تکنیک واسپاس^۴ برای اولویت‌بندی و رتبه‌بندی توانمندسازهای ناب و برای وزن‌دهی به معیارها از تکنیک سوارا^۵ فازی استفاده شده است. در این تحقیق پاسخگویی به مشتری به عنوان مهم‌ترین توانمندساز زنجیره تأمین ناب شناسایی شد.

ریسا و همکاران^۶ (۲۰۲۳) تحقیقی به توسعه یک مدل مرجع مفهومی با ادغام فناوری‌های صنعت ۴۰۰ و با استفاده از ابزارهای ناب جهت به حداقل رساندن هزینه‌ها و ضایعات در زنجیره تأمین پرداخته‌اند. این پژوهش در شرکت تولید کفش مورد بررسی قرار گرفته است و در شرایطی که این شرکت با کمبود تقاضا به دلیل کووید ۱۹ مواجه بوده، بررسی شده است. این امر می‌تواند به مدیران برای برنامه‌ریزی و مدیریت زنجیره تأمین در شرایط غیره منتظره کمک کند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که ادغام این فناوری‌ها با زنجیره تأمین ناب بر بهبود عملکرد زنجیره تأمین تأثیرگذار است موجب تسهیل ارتباط بین تأمین‌کنندگان و تولیدکنندگان می‌شود.

کاتلانی و بوتانی^۷ (۲۰۲۲) با هدف شناسایی معیارهای مناسب برای اندازه‌گیری عملکرد زنجیره تأمین و در مرحله بعد پیدا کردن همبستگی بین اندازه شرکت و معیارهای شناسایی شده پژوهشی را انجام داده‌اند. آنها این تحقیق را با در نظر گرفتن تأثیر صنعت ۴۰۰ و کووید ۱۹ در زنجیره تأمین انجام دادند. در این پژوهش ۱۱۲ معیار از طریق مرور ادبیات بدست آمده

¹ Fuzzy DEMATEL-ANP² VIKOR, FAHP & PLS³ Arsalan Zahid Piprani et al.⁴ Weighted Aggregated Sum Product Assessment (WASPAS)⁵ Step wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA)⁶ John Reyes et al.⁷ Catellani & Bottani

است که ۱۵ معیار ضروری در نظر گرفته شده است. تحلیل داده‌های انجام شده در این پژوهش در شرکت‌های ایتالیا انجام شده است. این پژوهش نشان می‌دهد تمام معیارها تا حدودی به عملکرد زنجیره تأمین مرتبط هستند. کم‌ترین معیار مورد استفاده در سازمان‌ها "هزینه پردازش اطلاعات" بوده است.

الجوهری و همکاران^۱ (۲۰۲۱) در تحقیقی به بررسی فناوری‌های صنعت ۴.۰ مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین ناب پرداختند. آنها پس از مطالعات و مرور ادبیات انجام شده در این زمینه فناوری‌ها را به چهار حوزه لجستیک، تولید، زنجیره تأمین و بازاریابی طبقه‌بندی کردند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که فناوری‌هایی که در صنعت ۴.۰ در زمینه زنجیره تأمین به طور مکرر استفاده می‌شوند عبارت‌اند از: اینترنت اشیا، داده‌های بزرگ، هوش مصنوعی، محاسبات ابری و سیستم‌های سایبر فیزیکی.

۳- روش انجام پژوهش

با دقت پژوهش‌ها توانمندسازهای مهم و پر تکرار از مقالات استخراج شد. بعد از مطالعه دقیق در زمینه توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب در صنعت ۴.۰ تعداد ۶۷ توانمندساز ناب که از پرتکرارترین توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب شمرده می‌شدند جمع‌آوری شد در نهایت از پژوهش راجی و همکاران (۲۰۲۲) با عنوان "فناوری صنعت ۴.۰ به عنوان "توانمندسازهای استراتژی‌های ناب و چابک زنجیره تأمین" به عنوان دسته‌بندی اصلی و پژوهش رحیمی و همکاران (۲۰۲۲) تحت عنوان "ارائه مدلی از الگوهای ترکیبی ناب - چابک و تأثیر آن بر عملکرد زنجیره تأمین" به عنوان دسته‌بندی فرعی توانمندسازها انتخاب گردید. در ادامه، مراحل انجام این پژوهش به تفصیل ارائه شده است و خلاصه‌ای از این مراحل در شکل ۱ آمده است.



شکل ۱. مراحل انجام پژوهش

گام اول: شناسایی توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب در صنعت ۴.۰

در این گام با مطالعه منابع و مقالات مختلف در زمینه توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب در صنعت ۴.۰ توانمندساز ناب شناسایی شدند؛ بنابراین پژوهش‌های راجی و همکاران (۲۰۲۲) با عنوان "فناوری صنعت ۴.۰ به عنوان "توانمندسازهای استراتژی‌های ناب و چابک زنجیره تأمین" به عنوان دسته‌بندی اصلی و پژوهش رحیمی و همکاران (۲۰۲۲) تحت عنوان "ارائه مدلی از الگوهای ترکیبی ناب - چابک و تأثیر آن بر عملکرد زنجیره تأمین" به عنوان دسته‌بندی فرعی توانمندسازها انتخاب گردید.

¹ Asmae El Jaouhari

گام دوم: تهیه پرسشنامه توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب در صنعت ۴.۰ و تکمیل توسط خبرگان

این پرسشنامه توسط خبرگان دانشگاهی تکمیل می‌شود. در این مرحله از خبرگان درخواست شد که به توانمندسازهای شناسایی شده به عنوان توانمندساز ناب به تفکیک با عبارت بله و خیر پاسخ داده و به آنها بر اساس طیف سه‌بخشی لیکرت امتیاز دهند. سپس در صورتی که پاسخ آنها به سؤال "بله" است میزان ضروری بودن آن را مشخص کنند. عدد ۱ نشان‌دهنده ضروری بودن توانمندساز، عدد ۲ نشان‌دهنده مفید ولی غیرضروری بودن و عدد ۳ نشان‌دهنده غیرضروری بودن توانمندساز است.

گام سوم: تأیید روایی و ایجاد لیست نهایی توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب در صنعت ۴.۰

در این مرحله پس از آنکه پرسشنامه ای با هدف یافتن توانمندسازهای ناب در صنعت ۴.۰ طبق نظر خبرگان تهیه و تکمیل گردید برای سنجش روایی پرسشنامه از روایی محتوایی^۱ استفاده شد. این پرسشنامه قبل از اعتبار محتوایی دارای ۶۷ توانمندساز ناب بود که پس از تعیین اعتبار به ۴۲ توانمندساز ناب رسید. لیست توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب در صنعت ۴.۰ پس از انجام تست لاوشه در جدول ۱ آمده است.

گام چهارم: تهیه پرسشنامه IPA زنجیره تأمین ناب در صنعت ۴.۰ و تکمیل آن در سازمان مورد مطالعه

در این مرحله پرسشنامه ای با هدف یافتن میزان اهمیت و عملکرد توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب در صنعت ۴.۰ طراحی شد. این پرسشنامه توسط خبرگان در شرکت همگام خودرو تکمیل گردید. پرسشنامه ذکر شده شامل دو بخش اهمیت و عملکرد است. عملکرد توانمندساز بر اساس طیف لیکرت به ۵ طیف خیلی بد، بد، متوسط، خوب و خیلی خوب تقسیم بندی شده است. همچنین اهمیت توانمندسازها بر اساس طیف لیکرت ۵ تایی به خیلی بی‌اهمیت، بی‌اهمیت، متوسط، بااهمیت و خیلی بااهمیت تقسیم بندی می‌شوند.

گام پنجم: محاسبه اهمیت و عملکرد توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب در صنعت ۴.۰

پس از اینکه داده‌های اولیه پژوهش با استفاده از روش کتابخانه‌ای و توسط خبرگان تکمیل شد، لازم است با استفاده از ابزارهای تجزیه و تحلیل، داده‌ها مورد ارزیابی قرار گیرند. همان‌طور که قبلاً هم ذکر شد از مدل IPA به عنوان ابزاری برای ارزیابی و رتبه‌بندی توانمندسازها در این مقاله استفاده می‌شود. در این گام اهمیت و عملکرد توانمندسازهای ناب محاسبه می‌شود. همچنین برای انجام محاسبات از نرم‌افزار اکسل استفاده شده است.

گام ششم: رتبه‌بندی توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب در صنعت ۴.۰

در این مرحله هر کدام از توانمندسازهای ناب در هر ربع از نمودار قرار خواهند گرفت. چنانچه یک توانمندساز زنجیره تأمین ناب با توجه به نظر خبرگان سازمان اهمیت بالا و عملکرد پایین داشته باشد این توانمندساز به عنوان توانمندساز زنجیره تأمین ناب اولویت‌دار و بحرانی برای سازمان معرفی می‌شود. همچنین اگر در ربع دوم قرار بگیرد نشان‌دهنده اهمیت و عملکرد بالای آن توانمندساز در سازمان است و اگر در ربع سوم قرار بگیرد اهمیت و عملکرد آن توانمندساز زنجیره تأمین ناب در سازمان پایین است. در نهایت چنانچه توانمندساز زنجیره تأمین نابی در ربع چهارم قرار گیرد اهمیت کم و عملکرد بالای آن توانمندساز ناب را در سازمان نشان می‌دهد.

¹ Content Validity Ratio (CVR)

۴- یافته های پژوهش

پس از تکمیل پرسشنامه ها توسط خبرگان دانشگاهی و انجام تست لاوشه توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب در صنعت ۴۰۰ به صورت جدول ۱ شناسایی شدند. پس از تکمیل پرسشنامه IPA توسط خبرگان شرکت همگام خودرو و تحلیل آنها هرکدام از توانمندسازهای ناب در هر ربع از نمودار قرار خواهند گرفت. چنانچه یک توانمندساز زنجیره تأمین ناب با توجه به نظر خبرگان سازمان اهمیت بالا و عملکرد پایین داشته باشد این توانمندساز به عنوان توانمندساز زنجیره تأمین ناب اولویت دار و بحرانی برای سازمان معرفی می شود. همچنین اگر در ربع دوم قرار بگیرد نشان دهنده اهمیت و عملکرد بالای آن توانمندساز در سازمان است و اگر در ربع سوم قرار بگیرد اهمیت و عملکرد آن توانمندساز زنجیره تأمین ناب در سازمان پایین است. چنانچه توانمندساز زنجیره تأمین نابی در ربع چهارم قرار گیرد اهمیت کم و عملکرد بالای آن توانمندساز ناب را در سازمان نشان می دهد. با استفاده از فرمول میانگین هندسی پاسخ کلیه خبرگان یکپارچه می شود. سپس ارزش آستانه اهمیت و ارزش آستانه عملکرد برای توانمندسازهای ناب محاسبه می گردد. ارزش آستانه برای تعیین محدوده های نمودار IPA به کار می رود و برای محاسبه آن از فرمول میانگین حسابی استفاده می شود. ارزش آستانه اهمیت برابر با ۳.۷۵ و ارزش آستانه عملکرد برابر با ۳.۳۸ بدست آمده است. در جدول ۲ نتایج محاسبات و تحلیل های انجام شده برای توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب در صنعت ۴۰۰ آمده است. طبق نتایج توانمندساز "بسته بندی مناسب و استاندارد" بالاترین میزان عملکرد و توانمندساز "بسته بندی مناسب و استاندارد" بالاترین اهمیت را در بین توانمندسازهای ناب در این سازمان دارند. نمره کل نابی در سازمان همگام خودرو ۳.۳۸ است در حالی که میزان انتظار یا اهمیت نابی در سازمان برابر با ۳.۷۵ است. بنابراین اختلاف اهمیت و عملکرد توانمندسازهای ناب ۰.۳۷ است.

جدول ۱. توانمندسازهای شناسایی شده زنجیره تأمین ناب در صنعت ۴۰۰

شماره توانمندساز	توانمندساز ناب اصلی	توانمندساز ناب فرعی
(E1)	نگهداری و تعمیرات بهره ور فراگیر	5S
(E2)		نقشه برداری جریان ارزش
(E3)		آموزش منابع انسانی
(E4)		بهبود ایمنی شغلی با ماشین آلات و تجهیزات
(E5)	استانداردسازی روش انجام کار	پوکا یوکه
(E6)		اصلاح چیدمان ماشین آلات
(E7)		استفاده از سیستم های حمل مواد
(E8)		فناوری گروهی
(E9)		اتوماسیون تولید
(E10)		بهبود برنامه ریزی و برنامه ریزی تولید
(E11)		تولید یکپارچه کامپیوتر
(E12)		ساده سازی محصول و فرایند
(E13)		حداقل کردن ضایعات
(E14)		پیشرفت در فناوری و کاربرد تجهیزات جدید
(E15)		مهندسی مجدد تولید و فرایند
(E16)		شش سیگما

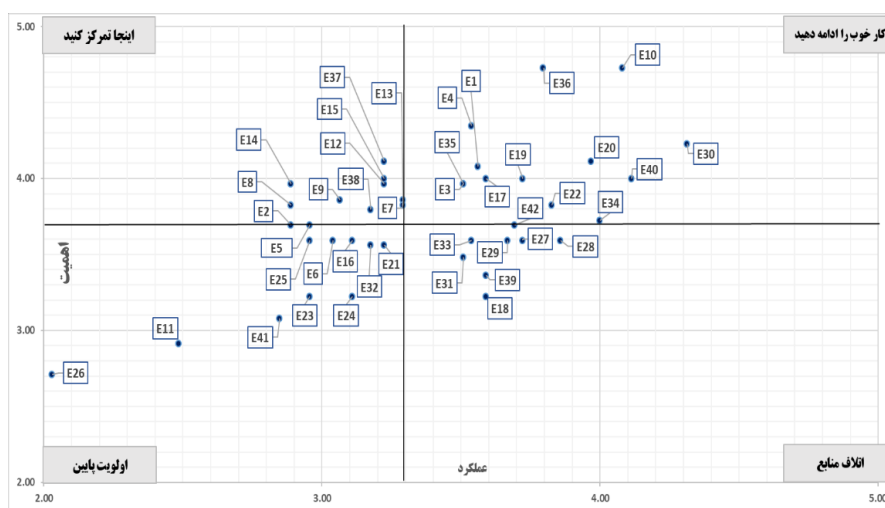
شماره توانمندساز	توانمندساز ناب اصلی	توانمندساز ناب فرعی
(E17)	تحويل به موقع تأمین کننده	مدیریت تغییر
(E18)		تغییر تقاضا
(E19)		مدیریت تأمین کننده
(E20)		مدیریت لجستیک
(E21)	بازخورد و رابطه تأمین کننده و مشتری	گواهی کیفیت تأمین کننده
(E22)		برون سپاری
(E23)		آموزش و توسعه تأمین کنندگان
(E24)		تبادل اطلاعات الکترونیکی داده با تأمین کنندگان
(E25)		تبادل اطلاعات الکترونیکی داده با مشتریان
(E26)		کمک های مالی و فناوری به تأمین کنندگان
(E27)		ارزیابی، نظارت و رتبه بندی تأمین کنندگان
(E28)	مشارکت مشتریان در تصمیمات عملیاتی	هماهنگی و همکاری بین اعضای زنجیره تأمین
(E29)		اعتماد بین اعضای زنجیره تأمین
(E30)	به حداقل رساندن موجودی	بسته بندی مناسب و استاندارد
(E31)		پیش بینی بلندمدت خواسته های مشتریان
(E32)	مشارکت کارکنان، افراد و کار تیمی	تولید ایده و طرح های پیشنهادی
(E33)		اندازه گیری عملکرد
(E34)		برنامه ریزی منابع سازمانی
(E35)		مدیریت دانش و اطلاعات
(E36)	کنترل فرایند آماری و مدیریت کیفیت جامع	رضایت مشتری
(E37)		دایره کنترل کیفیت
(E38)		انطباق با فرهنگ سازمانی
(E39)		کنترل فرایند آماری
(E40)	مشارکت تأمین کنندگان در توسعه محصول جدید	شناسایی فرکانس رادیویی و بارکد
(E41)		توانایی مالی
(E42)		مهندسی همزمان

در قسمت بعد، ارزش آستانه اهمیت و عملکرد محاسبه شده در مرحله قبل، بر روی نمودار مشخص می شود. هر توانمندساز در هر ربع از نمودار قرار می گیرد. مطابق با نمودار ۱ توانمندسازهای نابی که در ربع اول قرار گرفته اند توانمندسازهایی با اهمیت بالا و عملکرد پایین هستند. این ناحیه به عنوان ناحیه اولویت دار و نیاز به اقدام فوری برای سازمان محسوب می شود. توانمندسازهای E2 و E7 و E9 و E8 و E12 و E13 و E14 و E15 و E37 و E38 که در ربع اول قرار گرفته اند نیازمند تمرکز بیشتر هستند. توانمندسازهای E1 و E3 و E4 و E10 و E19 و E20 و E17 و E22 و E35 و E34 و E36 و E42 و E30 و E40 به عنوان نقاط قوت سازمان دسته بندی می شوند و در ربع دوم قرار دارند. توانمندسازهای

E31 و E 33 و E 18 و E 39 و E 29 و E 27 و E 28 در ربع چهارم نشان می‌دهد منابع سازمان برای اجرای این توانمندسازها در حال اتلاف است. توانمندسازهای E 5 و E 25 و E 6 و E 16 و E 32 و E 21 و E 23 و E 24 و E 41 و E 11 و E 26 در ربع سوم توانمندسازهای با اولویت پایین در این سازمان هستند.

جدول ۲. نتایج محاسبات توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب در صنعت ۴.۰

توانمندسازها	عملکرد	اهمیت	توانمندسازها	عملکرد	اهمیت
E1	3.56	4.08	E22	3.83	3.83
E2	2.89	3.69	E23	2.96	3.22
E3	3.51	3.97	E24	3.11	3.22
E4	3.54	4.35	E25	2.96	3.59
E5	2.96	3.69	E26	2.03	2.71
E6	3.04	3.59	E27	3.72	3.59
E7	3.29	3.86	E28	3.86	3.59
E8	2.89	3.83	E29	3.67	3.59
E9	3.06	3.86	E30	4.31	4.23
E10	4.08	4.73	E31	3.51	3.48
E11	2.49	2.91	E32	3.18	3.56
E12	3.22	3.97	E33	3.54	3.59
E13	3.29	3.83	E34	4.00	3.72
E14	2.89	3.97	E35	3.51	3.97
E15	3.22	4.00	E36	3.80	4.73
E16	3.11	3.59	E37	3.22	4.11
E17	3.59	4.00	E38	3.18	3.80
E18	3.59	3.22	E39	3.59	3.36
E19	3.72	4.00	E40	4.11	4.00
E20	3.97	4.11	E41	2.85	3.08
E21	3.22	3.56	E42	3.69	3.69
ارزش آستانه			3.38	3.75	



نمودار ۱. میزان اهمیت و عملکرد توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب در صنعت ۴۰

جایگاه هر توانمندساز در نمودار در جدول ۳ به همراه تحلیل هر کدام آمده است.

جدول ۳. جایگاه و وضعیت هر توانمندساز ناب در نمودار IPA

شماره توانمندساز	جایگاه در نمودار	تحلیل	شماره توانمندساز	جایگاه در نمودار	تحلیل
E1	ربع دوم	نقطه قوت	E22	ربع دوم	نقطه قوت
E2	ربع اول	ضعف (اولویت بالا)	E23	ربع سوم	اولویت اندک
E3	ربع دوم	نقطه قوت	E24	ربع سوم	اولویت اندک
E4	ربع دوم	نقطه قوت	E25	ربع سوم	اولویت اندک
E5	ربع سوم	اولویت اندک	E26	ربع سوم	اولویت اندک
E6	ربع سوم	اولویت اندک	E27	ربع چهارم	عدم نیاز به منبع
E7	ربع اول	ضعف (اولویت بالا)	E28	ربع چهارم	عدم نیاز به منبع
E8	ربع اول	ضعف (اولویت بالا)	E29	ربع چهارم	عدم نیاز به منبع
E9	ربع اول	ضعف (اولویت بالا)	E30	ربع دوم	نقطه قوت
E10	ربع دوم	نقطه قوت	E31	ربع چهارم	عدم نیاز به منبع
E11	ربع سوم	اولویت اندک	E32	ربع سوم	اولویت اندک
E12	ربع اول	ضعف (اولویت بالا)	E33	ربع چهارم	عدم نیاز به منبع
E13	ربع اول	ضعف (اولویت بالا)	E34	ربع دوم	نقطه قوت
E14	ربع اول	ضعف (اولویت بالا)	E35	ربع دوم	نقطه قوت
E15	ربع اول	ضعف (اولویت بالا)	E36	ربع دوم	نقطه قوت
E16	ربع سوم	اولویت اندک	E37	ربع اول	ضعف (اولویت بالا)
E17	ربع دوم	نقطه قوت	E38	ربع اول	ضعف (اولویت بالا)
E18	ربع چهارم	عدم نیاز به منبع	E39	ربع چهارم	عدم نیاز به منبع

شماره توانمندساز	جایگاه در نمودار	تحلیل	شماره توانمندساز	جایگاه در نمودار	تحلیل
E19	ربع دوم	نقطه قوت	E40	ربع دوم	نقطه قوت
E20	ربع دوم	نقطه قوت	E41	ربع سوم	اولویت اندک
E21	ربع سوم	اولویت اندک	E42	ربع دوم	نقطه قوت

برای ارزیابی و رتبه‌بندی توانمندسازهای ناب، ابتدا وزن‌های خام و وزن‌های نرمال این توانمندسازها محاسبه می‌شود. این فرایند به منظور ایجاد یک مقیاس استاندارد برای ارزیابی عملکرد و تأثیر هر یک از این توانمندسازها در سازمان انجام می‌گیرد. پس از محاسبه وزن‌ها، رتبه هر توانمندساز مشخص می‌گردد. مطابق با جدول ۴ توانمندسازهای "پیشرفت در فناوری و کاربرد تجهیزات جدید و" رضایت مشتری" در رتبه اول و "بهبود ایمنی شغلی با ماشین‌آلات" و تجهیزات و فناوری گروهی و دایره کنترل کیفیت" در رتبه سوم توانمندسازهای ناب قرار گرفتند.

جدول ۴. رتبه‌بندی توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب در صنعت ۴۰

توانمندسازها	عملکرد	اهمیت	وزن خام	وزن نرمال	رتبه	توانمندسازها	عملکرد	اهمیت	وزن خام	وزن نرمال	رتبه
E36	3.8	4.73	4.41	0.06	1	E17	3.59	۴۰۰	1.64	0.02	22
E14	2.89	3.97	4.28	0.06	2	E32	3.18	3.56	1.37	0.02	23
E37	3.22	4.11	3.66	0.05	3	E11	2.49	2.91	1.24	0.02	24
E8	2.89	3.83	3.59	0.05	4	E21	3.22	3.56	1.21	0.02	25
E4	3.54	4.35	3.53	0.05	5	E18	3.59	3.22	1.18	0.02	26
E15	3.22	۴۰۰	3.11	0.04	6	E19	3.72	۴۰۰	1.11	0.02	27
E10	4.08	4.73	3.07	0.04	7	E34	۴۰۰	3.72	1.03	0.01	28
E9	3.06	3.86	3.07	0.04	8	E28	3.86	3.59	0.96	0.01	29
E2	2.89	3.69	2.96	0.04	9	E23	2.96	3.22	0.86	0.01	30
E12	3.22	3.97	2.95	0.04	10	E39	3.59	3.36	0.76	0.01	31
E5	2.96	3.69	2.72	0.04	11	E41	2.85	3.08	0.72	0.01	32
E38	3.18	3.8	2.36	0.03	12	E20	3.97	4.11	0.6	0.01	33
E25	2.96	3.59	2.28	0.03	13	E27	3.72	3.59	0.47	0.01	34
E7	3.29	3.86	2.18	0.03	14	E40	4.11	۴۰۰	0.45	0.01	35
E1	3.56	4.08	2.11	0.03	15	E24	3.11	3.22	0.37	0.01	36
E13	3.29	3.83	2.05	0.03	16	E30	4.31	4.23	0.36	0.00	37
E6	3.04	3.59	1.98	0.03	17	E29	3.67	3.59	0.28	0.00	38
E26	2.03	2.71	1.85	0.03	18	E33	3.54	3.59	0.19	0.00	39
E3	3.51	3.97	1.82	0.03	19	E31	3.51	3.48	0.1	0.00	40
E35	3.51	3.97	1.82	0.03	19	E22	3.83	3.83	0.00	0.00	41
E16	3.11	3.59	1.73	0.02	21	E42	3.69	3.69	0.00	0.00	41

۵- بحث و نتیجه‌گیری

در این مقاله، ابتدا توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب در صنعت ۴۰ از طریق مطالعه پژوهش‌ها و مقالات شناسایی و استخراج شدند. تعداد ۶۷ توانمندساز ناب در این مرحله شناسایی شدند. پس از آن پرسشنامه‌ای برای جمع‌آوری نظرات

خبرگان تهیه شد و خبرگان میزان اهمیت توانمندسازها در زنجیره تأمین و اینکه آیا این توانمندسازها به عنوان توانمندسازهای ناب در صنعت ۴۰ هستند یا خیر را مشخص کردند. پس از انجام تست لاوشه بر روی نتایج تعداد توانمندسازهای ناب به ۴۲ توانمندساز رسید. سپس پرسشنامه اهمیت- عملکرد برای هر کدام از توانمندسازهای ناب تهیه و در اختیار خبرگان همگام خودرو قرار گرفت. در این پرسشنامه خبرگان میزان اهمیت و عملکرد توانمندسازهای انتخاب شده از مرحله قبل را تعیین کردند. پس از ایجاد نمودار IPA توانمندسازها در چهار دسته مختلف قرار گرفتند. توانمندسازهایی که در ربع اول قرار گرفتند به عنوان توانمندسازهایی هستند که اهمیت بالایی در سازمان داشته ولی عملکرد سازمان در اجرای آنها مطلوب نبوده است. توانمندسازهایی که در ربع دوم قرار گرفته‌اند از نظر اهمیت و عملکرد جایگاه خوبی داشته‌اند و روند جاری آن در سازمان باید ادامه یابد. توانمندسازهایی که در ربع سوم قرار گرفته‌اند اولویت پایینی داشته‌اند در حالی که عملکرد سازمان در اجرای این توانمندسازها بالا بوده است. همچنین توانمندسازهایی که در ربع چهارم قرار گرفتند اهمیت پایین و عملکرد بالایی توانمندسازها در سازمان را نشان می‌دهد.

با توجه به نتایج بدست آمده در این مقاله پیشنهاداتی برای مطالعات آینده ارائه می‌شود تا به گسترش دانش و درک بهتر این موضوع کمک کند.

- با توجه به اینکه در این مقاله از ابزار تجزیه و تحلیل اهمیت- عملکرد برای تحلیل داده‌ها استفاده شده است پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات آتی از ابزارهای متنوع دیگری برای تحلیل داده‌ها استفاده شود.
- در این مقاله تنها به بررسی توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب در صنعت ۴۰ پرداخته شده است لذا پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات آینده از محرک‌ها یا قابلیت‌های دیگر ناب در صنعت ۴۰ استفاده شود.
- همچنین در تحقیقات آتی می‌توان به شناسایی کامل توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب- چابک در صنعت ۴۰ پرداخت.
- این مقاله توانمندسازهای زنجیره تأمین ناب شناسایی شده را در شرکت همگام خودرو مورد بررسی قرار داده است. می‌توان تحقیقات آینده را در صنایع دیگر نیز مورد بررسی قرار داد.
- پیشنهاد می‌گردد اهمیت و عملکرد توانمندسازهای شناسایی شده زنجیره تأمین ناب در صنعت ۴۰ در چندین سازمان مختلف بطور همزمان مورد ارزیابی قرار گیرد.

در این مقاله توانمندسازهای بررسی شده در شرکت همگام خودرو بررسی و تحلیل شد.

- پیشنهاد می‌گردد با توجه به اینکه توانمندسازهای "اتوماسیون تولید"، "پیشرفت در فناوری تجهیزات جدید"، "فناوری گروهی"، "نقشه‌برداری جریان ارزش"، "استفاده از سیستم‌های حمل مواد"، "برنامه‌ریزی بلندمدت"، "دایره کنترل کیفیت"، "انطباق با فرهنگ سازمانی"، "مهندسی مجدد تولید و فرایند" و "حداقل کردن ضایعات" در ربع اول در تحلیل IPA توانمندسازهای ناب قرار گرفته و این نشان دهنده ضعف سازمان در اجرای این توانمندساز است به این توانمندساز توجه بیشتری شود و به منظور بهبود عملکرد اجرای این توانمندسازها در اولویت قرار گیرد.

- انوری. (۱۳۹۵). طراحی و رتبه‌بندی پارادایم های الرجس در مدیریت زنجیره تأمین رقابتی. فصلنامه مدیریت راهبردی در سیستم‌های صنعتی. مدیریت صنعتی سابق (۱۱)۳۸: ۶۷-۷۶.
- رکن الدینی، عندلیب اردکانی، داود، زارع احمدآبادی، حبیب و حسینی بامکان. (۱۴۰۲). مدل‌سازی توانمندسازهای صنعت ۴.۰ در پیاده سازی زنجیره تأمین پایدار با رویکرد دیمتل-فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی. چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱۳(۱)، ۱۴۱-۱۷۲.
- عسگرنژاد نوری، باقر، صائب نیا، فولادی. (۱۳۹۸). تأثیر استراتژی‌های ناب و چابک زنجیره تأمین بر پاسخگویی زنجیره تأمین و عملکرد شرکت: نقش میانجی به تعویق انداختن و مشارکت استراتژیک تأمین کنندگان (مورد مطالعه: صنعت خودروسازی). چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱۰(۴)، ۶۵-۸۹.
- Catellani, L., & Bottani, E. (2022). Supply Chain Performance Metrics in the Lean, Agile, Resilient, Green Perspectives: A survey and model. Paper presented at the Proceedings of the 24th International Conference on Harbor, Maritime and Multimodal Logistic Modeling & Simulation (HMS), Rome, Italy.
- El Jaouhari, A., Arif, J., Fellaki, S., Amejwal, M., & Azzouz, K. (2022). Lean supply chain management and Industry 4.0 interrelationships: the status quo and future perspectives. International Journal of Lean Six Sigma, 14(2), 335-367.
- Kant, R. (2016). ELK Asia Pacific Journals – Special Issue ISBN: 978-81-930411-8-5 LEAN, AGILE & LEAGILE SUPPLY CHAIN: A COMPARATIVE STUDY. .
- Müller, J. M., Buliga, O., & Voigt, K.-I. (۲۰۱۸). Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry ۴.۰. Technological forecasting and social change, ۱۳۲, ۱۷-۲۲.
- Rahimi, A., & Alemtabriz, A. (2022). Providing a model of LeAgile hybrid paradigm practices and its impact on supply chain performance. International Journal of Lean Six Sigma.
- Raja Santhi, A., & Muthuswamy, P. (۲۰۲۲). Pandemic, War, Natural Calamities, and Sustainability: Industry ۴.۰ Technologies to Overcome Traditional and Contemporary Supply Chain Challenges. Logistics, ۶(۴), ۸۱.
- Reyes, J., Mula, J., & Díaz-Madroño, M. (2023). Development of a conceptual model for lean supply chain planning in industry 4.0: multidimensional analysis for operations management. Production Planning & Control, 34(12), 1209-1224.
- Sharma, H., Sohani, N., & Yadav, A. (۲۰۲۳). A fuzzy SWARA-WASPAS based approach for determining the role of lean practices in enabling the supply chain agility. International Journal of System Assurance Engineering and Management, ۱۴(Suppl ۱), ۵۱۱-۴۹۲.
- Singh, R., & Jain, P. (۲۰۲۱). Inventory Management of Volvo Construction Equipment. Recent Trends in Production Engineering, ۴(۱), ۱۰-۱.
- Piccarozzi, M., Aquilani, B., & Gatti, C. (۲۰۱۸). Industry ۴.۰ in management studies: A systematic literature review. Sustainability, ۱۰(۱۰), ۳۸۲۱.
- Piprani, A. Z., Khan, S. A. R., & Yu, Z. (۲۰۲۴). Driving success through digital transformation: influence of Industry ۴.۰ on lean, agile, resilient, green supply chain

practices. Journal of Manufacturing Technology Management, ahead-of-print (ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/JMTM-0179-2023-05>

- Zhou, B. (۲۰۱۶). Lean principles, practices, and impacts: a study on small and medium-sized enterprises (SMEs). Annals of Operations Research, ۲۴۱, ۴۷۴-۴۵۷.