

شناسایی چالش‌های موثر بر پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ در مدیریت زنجیره تامین

سحر شریفیان جزی^{۱*}، علی محمدی^۲، عباس عباسی^۳، مسلم علی‌محمدلو^۴

۱. دکتری مدیریت صنعتی، بخش مدیریت، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

۲. استاد، بخش مدیریت، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

۳. دانشیار، بخش مدیریت، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

۴. استاد، بخش مدیریت، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۰

چکیده

امروزه جهت پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ در مدیریت زنجیره تامین چالش‌هایی وجود دارد که با شناسایی و تحلیل این چالش‌ها می‌توان این مفاهیم را در سازمان پیاده‌سازی کرده و از مزایای آن‌ها بهره‌مند گردید. هدف پژوهش حاضر بررسی و تعیین روابط چالش‌های پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ در مدیریت زنجیره تامین با استفاده از تحلیل محتوای کیفی و نقشه‌شناختی فازی شهودی است. در همین راستا، با تحلیل محتوای کیفی، چالش‌های موثر در پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ در مدیریت زنجیره تامین شناسایی و در ۴ بعد فرهنگی - آموزشی، مالی - قانونی، زیرساختی - تکنولوژیکی، سازمانی - استراتژیک دسته‌بندی شده‌اند. سپس با نقشه‌شناختی فازی شهودی و نرم‌افزارهای FCMapper و Mental Modeler برای چالش‌های «عدم وجود سیستم ردیابی و دسترسی به مواد بازیافتی»، «عدم یکپارچه‌سازی زنجیره ارزش درون و برون سازمانی» و «عدم ارتباط موثر با شرکای لجستیک و تامین کنندگان» که دارای بیشترین اثرپذیری بوده‌اند، سناریو رو به عقب طراحی شده است. در گام بعد نیز برای چالش‌های «عدم شناخت صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش»، «عدم آموزش مناسب»، و «عدم وجود استراتژی مناسب با صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی» که دارای بیشترین تاثیرگذاری بوده‌اند سناریوهای روبه جلو طراحی شده است. نتایج این پژوهش مدیران سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا با شناخت این چالش‌ها بتوانند قبل از پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ آن‌ها را شناسایی کرده و برای غلبه به آن‌ها برنامه‌ریزی نمایند.

کلیدواژه‌ها: مدیریت زنجیره تامین، اقتصاد چرخشی، صنعت ۴.۰، نقشه‌شناختی فازی شهودی

۱- مقدمه و بیان مسئله

زمانی که جامعه بین‌المللی اولویتی برای محدود کردن گرمایش زمین تا آستانه بحرانی ۱/۵ درجه سانتیگراد تعیین کرد، منجر به راه‌اندازی طرح‌های ملی و شرکتی متنوع برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای گردید و موضوعات کاهش منابع طبیعی و آلودگی زیست‌محیطی و بهینه‌سازی مدیریت پسماند به مسائل داغ جهانی تبدیل شده است. پاریس نیز با توافق‌نامه‌ای برای انتشار خالص کربن صفر در بریتانیا از طریق سیاست‌های دولتی مانند استراتژی کربن‌زدایی صنعتی در این راستا گام برداشته است. علاوه بر این، بحران انرژی ناشی از تهاجم روسیه به اوکراین باعث شده است تا بریتانیا و اتحادیه اروپا رویکردهای کربن صفر را با تأکید بیشتر بر دستیابی به امنیت انرژی و اقتصادی بازنگری کنند [۱] دیجیتالی شدن و اقتصاد چرخشی دو گرایش تکنولوژیکی و سازمانی نوظهور با پتانسیل بهبود بهره‌وری شرکت، عملکرد پایدار و مسائل زیست‌محیطی هستند [۲]؛ که به عنوان استراتژی‌هایی برای مقابله با این مسائل ظاهر شده‌اند [۳]. کرشر^۱ و همکاران (۲۰۱۷) پس از بررسی ۱۱۴ تعریف از اقتصاد چرخشی، این مفهوم را با هدف دستیابی به توسعه پایدار تعریف کردند که دلالت بر ایجاد ارزش زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی به نفع نسل فعلی و آینده دارد. برای دستیابی به اهداف گسترده اقتصاد چرخشی، برخی پیشرفت‌ها برای به‌دست آوردن ارزش اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی با کاوش در فرصت‌ها و بهبود چالش‌ها در زنجیره تامین چرخشی مورد نیاز است [۴]. اقتصاد چرخشی به معنای ترویج استفاده مسئولانه و چرخه‌ای از منابع است و می‌تواند به طور بالقوه در دستیابی به هدف توسعه پایدار، رشد اقتصادی با کاهش وابستگی به مواد خام و انرژی، کمک کند [۵] و به عنوان راه‌حلی برای مدیریت فشار فزاینده مقررات زیست‌محیطی، نوسان قیمت در منابع و عدم قطعیت در عرضه شناخته می‌شود [۶] و بر اساس اصول آن یعنی استفاده مجدد، کاهش، بازیافت، طراحی مجدد، ساخت مجدد و عملیات تعمیر محصولات، محصولات جانبی و خدمات بنا شده است [۷]. از طرفی انقلاب صنعتی چهارم یا صنعت ۴.۰ اولین بار در سال ۲۰۱۱ در نمایشگاه تجاری هانوفر در آلمان ابداع شد [۸] و تکنیک‌های جدید تولید را در بر می‌گیرد، تکنیک‌هایی که دیجیتالی‌سازی را از طریق استفاده از اینترنت اشیاء در دنیای صنعتی وارد می‌کنند [۹]. تمرکز فناوری‌های صنعت ۴.۰ رسیدگی به موضوع منابع کمیاب و بهبود بهره‌وری با ارائه راه‌حل‌هایی برای صرفه‌جویی در استفاده از

منابع محدود و یافتن مواد جایگزین دیگر است [۶]. بنابراین تحقیقات در مورد اقتصاد چرخشی و پتانسیل مرتبط با فناوری‌های دیجیتال در سال‌های اخیر به طور قابل توجهی افزایش یافته است. به جز هشدارهای گاه به گاه، اکنون اجماع گسترده‌ای در میان محققان وجود دارد که فناوری‌های دیجیتال نقش اساسی در گذار از اقتصاد خطی فعلی به اقتصاد چرخشی دارند. بسیاری از تحقیقات مانند اسماعیلیان و همکاران (۲۰۲۰) [۱۰]؛ سنتوبلی^۲ و همکاران (۲۰۲۰) [۱۱]؛ وانگ^۳ و همکاران (۲۰۲۰) [۱۲]؛ گاریدوهیدالگو^۴ و همکاران (۲۰۲۰) [۱۳]؛ هرناوندس دپائولا ایسیلوا^۵ و همکاران (۲۰۲۱) [۱۴]؛ گیهارت^۶ و همکاران (۲۰۲۱) [۱۵]؛ مستوس^۷ و همکاران (۲۰۲۱) [۱۶]؛ مزایای بالقوه فناوری‌های دیجیتال را شناسایی می‌کند، یا گزارش‌هایی در مورد مطالعات موردی منفرد یا چندگانه که مزایای واقعی استفاده از فناوری‌های دیجیتال برای اقتصاد چرخشی و مدیریت پایداری را نشان می‌دهد، بیان می‌کنند. اما در مورد چالش‌های پیاده‌سازی این مفاهیم و بررسی ارتباط میان چالش‌ها با طراحی سناریو مطالعات اندکی وجود دارد. لذا با عنایت به مطالب بیان شده، هدف این پژوهش شامل موارد زیر می‌باشد:

- شناسایی چالش‌های پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ در مدیریت زنجیره تامین
- بررسی روابط میان چالش‌های پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ در مدیریت زنجیره تامین

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

۲-۱- اقتصاد چرخشی

مفهوم اقتصاد چرخشی برای اولین بار در کتاب اقتصاد سفینه فضایی آینده زمین^۸ نوشته کنت بولدینگ^۹ در سال ۱۹۶۶ ظاهر شد. تصور بولدینگ این بود که زمین را به عنوان یک سیستم اقتصادی بسته در نظر بگیرد که در آن اقتصاد و محیط زیست با یک رابطه دایره‌ای مشخص می‌شوند. به گفته بولدینگ، یک سیستم اقتصادی خطی از منابع، تولید و مصرف می‌تواند از طریق بازیافت زباله به اقتصاد چرخشی تبدیل شود [۳]. اقتصاد چرخشی در سال‌های اخیر به یکی از حوزه‌های برجسته اقتصاد تبدیل شده است و قانون ارتقای اقتصاد چرخشی چین^{۱۰}، تصویب شده در سال ۲۰۰۹، و برنامه اقدام اقتصاد چرخشی اتحادیه اروپا^{۱۱} در سال ۲۰۱۵ راه‌اندازی شد، کشورهای اروپایی و چین برنامه‌هایی را برای ایجاد یک اقتصاد چرخشیت‌تر اتخاذ کرده‌اند [۵]. مک‌آرتور^{۱۲} ادعا می‌کند که اقتصاد چرخشی مشتمل بر سه اصل اساسی

حفظ و تقویت سرمایه طبیعی، بهینه‌سازی بازده منابع و تقویت اثربخشی سیستم‌ها می‌باشد [۱۶]. اقتصاد چرخشی مبتنی بر مفهوم بازیافت، ساخت مجدد و استفاده مجدد برای بهبود چرخش استفاده از مواد است و توجه قابل توجهی را از سوی متخصصان تولید به خود جلب کرده است [۶]. در واقع اقتصاد چرخشی شامل اقدامات ساده و در عین حال موثر برای مصرف‌کنندگان و شرکت‌ها می‌باشد تا بار مورد نیاز ورودی مواد را کاهش دهد. این اقدامات عبارتند از کاهش (کاهش نیاز به مواد یا منابع مورد نیاز به دستیابی به مواد اولیه)، استفاده مجدد (استفاده از برخی از محصولات چندین بار بدون از دست دادن عملکرد اصلی خود)، ساخت مجدد (با تعمیر، بازسازی یا ساخت مجدد عمر مفید محصولی که دچار اختلال شده است افزایش می‌باید)، بازیافت (تبدیل فازهای فیزیکی مواد از طریق انرژی با مدیریت و فرآیندهای مناسب) و بازیابی (تبدیل زباله‌ها به منابعی مانند گرما، برق یا حتی سوخت) [۱۷].

۲-۲- صنعت ۴.۰

دیجیتالی سازی و اتوماسیون به عنوان مهم‌ترین پایه‌های تحول صنعتی بزرگ، یعنی صنعت ۴.۰، به عنوان یک تحول عظیم معرفی [۱۸] و به عنوان تحولی دیجیتالی در صنعت تولید است که توسط فناوری‌های رو به رشد فزاینده صورت می‌گیرد و تولید دیجیتال و فناوری اطلاعات را گرد هم می‌آورد [۱۹]. این ابتکار استراتژیک آلمانی، برای هوشمندسازی با استفاده از فناوری‌های ادغام‌شده مانند تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ، اینترنت اشیاء، چاپگرهای سه‌بعدی، واقعیت افزوده، محاسبات ابری و سیستم‌های رباتیک برای توسعه سیستم‌های سایبرفیزیکی، توسعه داده شده‌اند. عملکرد سازمان‌ها با به کارگیری فناوری‌های صنعت ۴.۰ باعث کاهش هزینه‌های محصول، بهبود زمان تولید، کیفیت محصول و ارائه سایر مزایای مرتبط با استفاده از فناوری‌ها می‌شود. انتظار می‌رود فناوری‌های صنعت ۴.۰ صنایع را به سمت توسعه شایستگی‌های عملیاتی خارق‌العاده و بهبود بهره‌وری پیش برد [۶]. صنعت ۴.۰، اکثر سیستم‌های تولیدی توسط سیستم‌های اطلاعاتی پیشرفته پشتیبانی می‌شوند که شامل کارخانه‌های هوشمند و فناوری‌های هوشمند برای دستیابی به کارایی بهتر در زنجیره ارزش و حرکت از تولید ماشین‌های غالب به تولید دیجیتال است و از فناوری‌های پیشرفته برای تغییر سیستم‌های تولیدی با هدف ارائه اطلاعات در زمان واقعی در مورد وضعیت تولید، مصرف انرژی، سفارشات مشتری، ماشین آلات و جریان مواد استفاده می‌کند [۲۰]. در واقع مزایای

صنعت ۴۰ در زنجیره تأمین می‌تواند شامل: ادغام سهامداران، سفارشی سازی، شفافیت فرآیند، انعطاف‌پذیری در تولید، داده‌های زمان واقعی، خودکارسازی، داده‌های مشتری، افزایش رضایت مشتری [۲۱] افزایش چشمگیر بهره‌وری تولید تا ۵۵ درصد، می‌باشد [۲۲].

۲-۳- اقتصاد چرخشی و صنعت ۴۰ در مدیریت زنجیره تأمین

بشریت در حال حاضر با چالش‌های فقر، نابرابری، تغییرات آب و هوایی، تخریب محیط زیست، خشونت و بی‌عدالتی روبرو است [۲۳]. اقتصاد چرخشی یک چارچوب مفهومی است که به دنبال متعادل کردن مصرف انسان با ظرفیت زمین برای تأمین منابع است و برای پیاده‌سازی فناوری‌های جدیدتر در آن، مهم است که موانع را با پیشرفت‌ها و مفاهیم تکنولوژیکی در حال ظهور، مانند صنعت ۴۰، برطرف کند [۲۴]. صنعت ۴۰ و اقتصاد چرخشی که در گذشته به عنوان دو جریان جداگانه در نظر گرفته شده بودند، امروزه تلفیق هر دو مفهوم سودمند خواهد بود و نشان دهنده اهمیت نقش فناوری‌های دیجیتال در گذار از اقتصاد خطی به اقتصاد چرخشی می‌باشد [۲۵] و این فناوری‌های دیجیتال، به عنوان عوامل مهم در پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی شناخته شده‌اند [۲۶]. زنجیره تأمین اغلب پرهزینه‌تر، پیچیده‌تر، نامطمئن‌تر و آسیب‌پذیرتر هستند، در حالی که مدیران همچنان به دنبال زنجیره‌های تأمین ارزان‌تر، سریع‌تر و بهتر هستند. برای غلبه بر این چالش‌ها، زنجیره‌های تأمین باید هوشمندتر و چرخش‌پذیرتر باشند. فناوری‌های صنعت ۴۰ می‌توانند با حمایت از مدیریت جریان کالا از جمله امکان ردیابی موقعیت و تجزیه و تحلیل خودکار منابع طبیعی با اینترنت اشیا، بهینه‌سازی هم‌ترازی زباله به منبع در شبکه‌های همزیستی صنعتی در زمان واقعی، با داده‌های بزرگ برای مدیریت منابع پیشرفته، توانمندسازهای اساسی اقتصاد چرخشی باشند. زنجیره تأمین چرخشی با فناوری‌های صنعت ۴۰ می‌توانند سبب زنجیره تأمین هوشمند گردند که به گونه‌ای طراحی شوند که انعطاف‌پذیر و همه‌کاره باشد و به چالش‌ها و اختلالات زنجیره تأمین پاسخ دهد [۲۷]. در راستای پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴۰ در مدیریت زنجیره تأمین توسط سازمان‌ها موانعی وجود دارد. لذا با شناسایی این موانع و رفع آنها، سازمان‌ها می‌توانند زنجیره‌های تأمین خطی و سنتی خود را به زنجیره تأمین چرخشی و دیجیتال تبدیل نمایند. در جدول ۱ بخشی از تحقیقات مرتبط با موضوع تحقیق مشاهده می‌شود.

جدول ۱: خلاصه پیشینه پژوهش

منبع	عنوان	تکنیک	مهمترین موانع
[۲۸]	چالش‌های پیش‌روی صنایع تولیدی در اجرای صنعت ۴.۰: یک تحقیق تجربی	مرور سیستماتیک	هزینه بالای پذیرش؛ هزینه آموزشی و مشاوره بالا؛ نیاز به نیروی کار ماهر پیشرفته
[۲۹]	شناسایی موانع پذیرش صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی در زنجیره تأمین کشاورزی با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای و مدلسازی ساختاری تفسیری	فرایند تحلیل شبکه‌ای و مدلسازی ساختاری تفسیری	عدم حمایت دولت؛ عدم سیاست و پروتکل موثر و عدم آگاهی
[۳۰]	تجزیه و تحلیل موانع زنجیره تأمین چرخشی مواد غذایی و پیشنهاد حل‌های صنعت ۴.۰ راه	مرور سیستماتیک	فرهنگی؛ مالی و کسب و کار؛ دولتی و قانونی؛ مدیریتی؛ مدیریت زنجیره تأمین؛ دانش و مهارت
[۳۱]	شرکت‌های کوچک و متوسط در اقتصاد چرخشی: چالش‌ها و فرصت‌ها	مرور سیستماتیک	فقدان اطلاعات، آگاهی، آموزش و های فنی؛ مهارت های جمع‌آوری و فقدان روش‌ها و سیستم گذاری؛ به اشتراک هزینه ناسازگاری با عملیات موجود؛
[۳۲]	اولویت‌بندی موانع مدیریت زنجیره تأمین چرخشی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی: موردی از صنعت پلاستیک هند	فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی	فقدان سیاست‌های تسهیل مالیاتی؛ اجرای ضعیف قوانین و مقررات برای حفاظت از محیط‌زیست
[۳۳]	های چالش‌های صنعت ۴.۰ برای شرکت کوچک و متوسط در لهستان و اسلوواکی	مرور سیستماتیک	کمبود سرمایه؛ کمبود متخصص
[۳۴]	ارزیابی چالش‌های اجرای صنعت ۴.۰: پیامدهای ایمنی برای پردازش و حفاظت از محیط زیست	تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین-بدترین فازی	های فناوری نبود زیرساخت
[۳۵]	ارزیابی چالش‌های ابتکارات صنعت ۴.۰ برای پایداری زنجیره تأمین در اقتصادهای نوظهور	تحلیل سلسله مراتبی	عدم درک صحیح درباره پیامدهای صنعت ۴.۰؛ تحقیق و توسعه محدود در مورد پذیرش صنعت ۴.۰



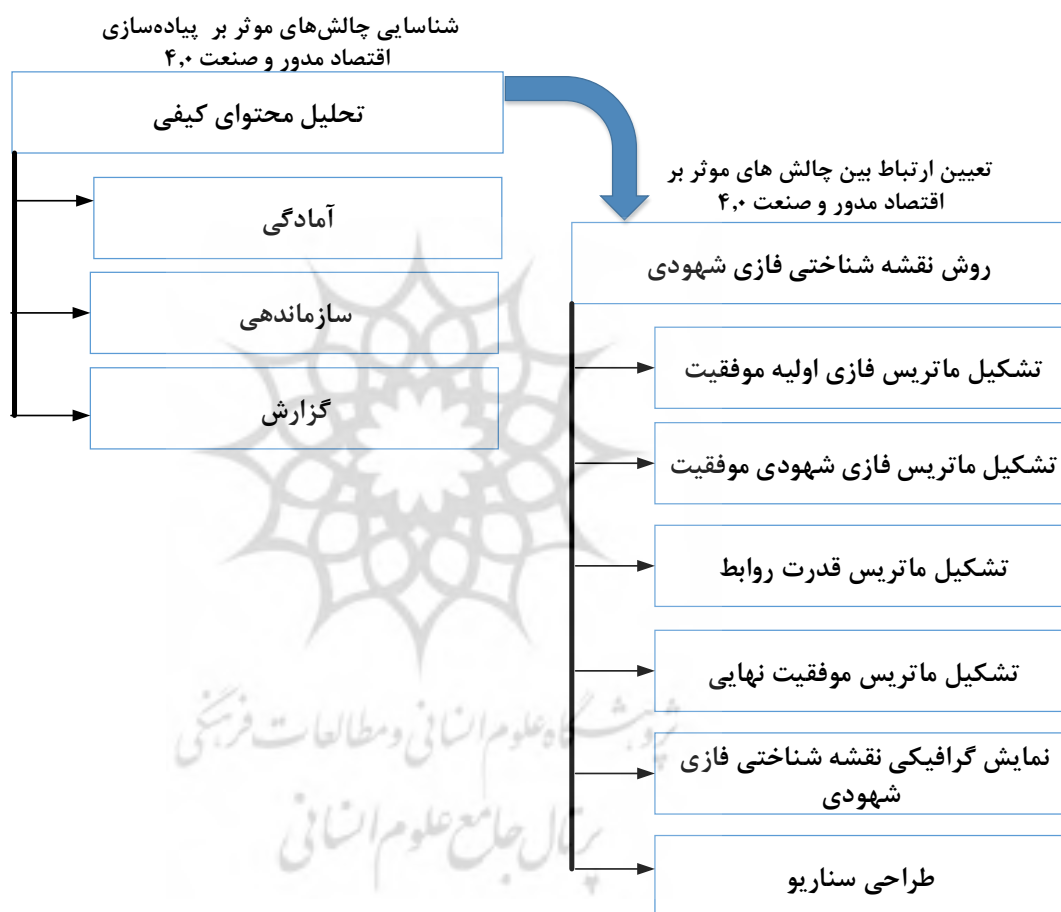
منبع	عنوان	تکنیک	مهمترین موانع
[۳۶]	شرکت‌های کوچک و متوسط و اقتصاد چرخشی: از سیاست تا موانع سازی پیاده	مرور سیستماتیک	کمبود متخصص؛ هزینه رعایت مقررات یا استانداردها؛ مشکلات دسترسی به امور مالی
[۳۷]	بررسی چالش‌های اقتصاد چرخشی در کرواسی	مرور سیستماتیک	کمبود اطلاعات قابل اعتماد؛ کمبود فناوری پیشرفته
[۳۸]	پیاده‌سازی مدل‌های تجاری اقتصاد های کوچک و چرخشی توسط شرکت متوسط، موانع و توانمندسازها	مرور سیستماتیک	کمبود سرمایه؛ عدم حمایت دولت/ قانون موثر؛ کمبود دانش فنی؛
[۷]	شناسایی و اولویت‌بندی چالش‌های پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تامین چرخشی در شرکت پرمیوم‌باند	تحلیل محتوا تأسیس فازی مجدد	فقدان منابع مالی؛ کمبود بودجه؛ عدم حمایت و تعهد مدیران عالی؛ فقدان ساختار مدیریت زنجیره تامین چرخشی؛ کمبود نیروی کار ماهر

در پژوهش‌های فوق تعداد محدودی مانند کومار و همکاران (۲۰۲۱) [۳۰] و ادا و همکاران (۲۰۲۱) [۳۱] به چالش‌های اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ به صورت توأمان پرداخته‌اند. لذا در این پژوهش با بررسی پیشینه و استخراج کد، تلاش در جهت در نظر گرفتن هر دو مفهوم به صورت همزمان می‌باشد تا صناعی که قصد پیاده‌سازی این مفاهیم را دارند، از چالش‌های پیش‌روی خود آگاهی یابند.

۳- روش‌شناسی پژوهش

هدف از این تحقیق، بررسی و تعیین روابط چالش‌های پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ در مدیریت زنجیره تامین است. برای این هدف، ابتدا چالش‌های پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ در مدیریت زنجیره تامین با بررسی گسترده ادبیات تحقیق و استفاده از روش تحلیل محتوای کیفی شناسایی و دسته‌بندی شدند و در مرحله دوم، روابط بین چالش‌ها با نظرخواهی از خبرگان و استفاده از روش نقشه شناختی فازی شهودی صورت گرفت. جامعه آماری در مرحله اول پژوهش شامل کلیه پژوهش‌های منتشرشده در پایگاه علمی اسکاپوس مرتبط با چالش‌های پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ در مدیریت زنجیره

تامین می‌باشد. در مرحله دوم پژوهش، جامعه آماری دربرگیرنده مدیران شرکت پرمیوم‌باند یکی از شرکت‌های آلومینیوم در ایران می‌باشد که با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند و قضاوتی، ۱۱ نفر انتخاب شدند که در مرحله تعیین روابط بین چالش‌ها همکاری کردند. در شکل ۱ چارچوب اجرای تحقیق مشاهده می‌شود.



شکل ۱: چارچوب اجرای تحقیق

۴- یافته‌های پژوهش

۴-۱- شناسایی چالش‌های موثر بر پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ در مدیریت زنجیره تامین

۱-آمادگی

۱-۱- مشخص کردن مسأله پژوهش: پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ در زنجیره تامین، موانع و چالش‌های زیادی در سازمان‌ها را به وجود می‌آورد که با آسیب‌شناسی و شناسایی این چالش‌ها می‌توان آن‌ها را پیاده‌سازی کرده و از مزایای آن‌ها بهره‌مند گردید.

۱-۲- تدوین سوالات و اهداف: در این مرحله سوالات با توجه به مسأله پژوهش و اهداف تعیین می‌شوند. هدف در این بخش شناسایی چالش‌های پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ در زنجیره تامین می‌باشد که سوالی که مطرح می‌شود این است که چالش‌های پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ در زنجیره تامین کدام‌اند؟

۱-۳- تعریف و مشخص کردن متغیرها: در این مرحله کلید واژه‌های مدیریت زنجیره تامین، اقتصاد چرخشی، صنعت ۴.۰، چالش و کلید واژه‌های مشابه مورد استفاده قرار گرفت.

۲-سازماندهی

۲-۱- نمونه‌گیری و انتخاب واحدهای تحلیل و زمینه: جامعه آماری در بخش کیفی، شامل مطالعات اقتصاد چرخشی، صنعت ۴.۰ و چالش‌های پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ در زنجیره تامین، در پایگاه داده‌های اسکوپوس از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳، می‌باشد. با توجه به بررسی‌ها، پژوهشگر در هر بازنگری، تعدادی از مقالات را رد می‌کند که این مقالات در تحلیل محتوا مورد بررسی قرار نمی‌گیرد. در پژوهش حاضر در فرآیند جستجو و انتخاب منابع، با بررسی ۲۵۰۰ مقاله، در نهایت تعداد ۸۸ مقاله مناسب و قابل پذیرش تشخیص داده شد. سوال این است که مهم‌ترین چالش‌ها در پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ در زنجیره تامین چه چیزی می‌باشد؟

۲-۲- کدگذاری و مقوله‌بندی: به منظور شناسایی چالش‌های پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ در زنجیره تامین با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای، کدهایی شناسایی شدند. در مرحله بعد، کدهای تکراری حذف و کدهایی که از نظر معنایی یکسان بودن، تحت یک مفهوم

دسته‌بندی شدند (پیوست ۱). پس از ایجاد مفاهیم (چالش)، این مفاهیم در ۴ دسته فرهنگی - آموزشی، مالی - قانونی، زیرساختی - تکنولوژیکی، سازمانی - استراتژیک دسته‌بندی شدند. سپس جهت بررسی کنترل کیفیت (پایایی مدل)، از شاخص کاپا استفاده شده است. بدین طریق که خبره دیگری که متخصص حوزه مدیریت و پایداری بود، بدون اطلاع از نحوه ادغام کدها و مفاهیم ایجاد شده توسط پژوهشگر، اقدام به گروه‌بندی مفاهیم می‌کند. سپس گروه‌های ارائه شده توسط پژوهشگر با گروه‌های ارائه شده توسط خبره، مقایسه می‌شود. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود تعداد دسته‌بندی پژوهشگر ۴ و خبره ۵ گروه بود که از این تعداد، ۳ گروه مشترک هستند. طبق محاسبات صورت گرفته، مقدار شاخص کاپا برابر است با ۰/۵۸۹، که در سطح توافق مناسب قرار می‌گیرد و نتیجتاً، پایایی مدل تأیید می‌شود.

جدول ۲: نحوه محاسبه وضعیت تبدیل کدها به مفاهیم توسط پژوهشگر و فرد خبره

		نظر پژوهشگر		
		بله	خیر	مجموع کدگذار اول
نظر خبره	بله	A=۳	B=۱	۴
	خیر	C=۱	D=۰	۱
	مجموع کدگذار دوم	۴	۱	N=۵

$$\begin{aligned} \text{توافقات مشاهده شده} &= \frac{A+D}{N} = \frac{3}{5} = 0.6 \\ \text{توافقات شانسی} &= \frac{A+C}{N} \times \frac{A+B}{N} = \frac{4}{5} \times \frac{4}{5} = 0.64 \\ \text{مقدار شاخص کاپا} &= \frac{\text{توافقات شانسی} - \text{توافقات مشاهده شده}}{1 - \text{توافقات شانسی}} = \frac{0.6 - 0.64}{1 - 0.64} = 0.089 \end{aligned}$$

۳- گزارش

۳-۱- تحلیل و استنباط نتایج و گزارش: با نظرخواهی از اساتید و خبرگان، در نهایت ۲۲ چالش در قالب ۴ دسته به عنوان مهم‌ترین چالش‌های پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ در زنجیره تامین شناسایی شدند که در جدول ۳ و شکل ۲ مشاهده می‌شود.

جدول ۳: چالش‌های موثر بر اجرای اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ در زنجیره تامین

ردیف	ابعاد	مفهوم (چالش)
۱	فرهنگی-آموزشی	مقاومت افراد در مقابل تغییرات سازمانی
۲		عدم وجود فرهنگ دیجیتال
۳		تفکر خطی در سازمان
۴		نیاز به مهارت‌های پیشرفته در خصوص اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰
۵		عدم آموزش مناسب
۶	مالی-قانونی	نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه بالا
۷		هزینه‌های مبهم عملیاتی
۸		کمبود بودجه جهت آموزش
۹		عدم حمایت دولت و وجود قوانین موثر
۱۰		های دیجیتال و فقدان شاخص‌ها، معیارها، استانداردها و دستورالعمل اقتصاد چرخشی
۱۱		عدم وجود مکانیزم حقوقی
۱۲	زیرساختی-تکنولوژیکی	عدم وجود قابلیت‌های فنی و زیرساخت مناسب
۱۳		عدم یکپارچه‌سازی زنجیره ارزش درون و برون سازمانی
۱۴		هاعدم وجود یکپارچه سازی میان فناوری
۱۵		عدم وجود سیستم ردیابی و دسترسی به مواد بازیافتی
۱۶		عدم وجود مدل‌های دیجیتال و چرخشی و استانداردهای یکسان
۱۷	سازمانی-استراتژیک	فقدان سیستم مدیریت دانش و اطلاعات در سازمان
۱۸		عدم ارتباط موثر با شرکای لجستیک و تامین کنندگان
۱۹		عدم شناخت صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش
۲۰		عدم وجود استراتژی مناسب با صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی
۲۱		فقدان سیستم سنجش عملکرد مبتنی بر صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی
۲۲		عدم وجود تحقیق و توسعه متناسب با صنعت ۴.۰



شکل ۲: چالش‌های موثر بر بر اجرای مدیریت زنجیره تامین چرخشی مبتنی بر صنعت ۴.۰

۴-۲- تعیین روابط میان چالش‌های اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ در مدیریت

زنجیره تامین با رویکرد نقشه شناختی فازی شهودی

گام اول: تشکیل ماتریس فازی اولیه موفقیت

در این گام از انجام پژوهش ماتریس اولیه موفقیت با توجه به ابعاد ۲۲ گانه چالش‌ها، ایجاد گردید. بنابراین ماتریس اولیه موفقیت یک ماتریس ۲۲*۱۰ شامل ۲۲ سطر (به اندازه چالش‌های موثر بر اجرای مدل مدیریت زنجیره تامین چرخشی مبتنی بر صنعت چهار) و ۱۰ ستون (به تعداد افراد خبره) بود که پس از گردآوری نظرات افراد خبره پیرامون میزان اهمیت هریک از چالش‌ها در قالب طیف نه‌تایی لیکرت تبیین گردید.

جدول ۴: نظرات خبرگان

خبره ۱۰	خبره ۹	خبره ۸	...	خبره ۳	خبره ۲	خبره ۱	
۷	۹	۷	...	۹	۹	۹	C۱
۳	۵	۳	...	۹	۷	۵	C۲
۵	۵	۳	...	۹	۹	۹	C۳
۹	۹	۹	...	۹	۵	۹	C۴
۹	۹	۹	...	۹	۹	۷	C۵
⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮	⋮	⋮
۷	۷	۷	...	۷	۷	۹	C۱۸
۵	۳	۵	...	۹	۷	۹	C۱۹
۵	۳	۵	...	۹	۹	۹	C۲۰
۵	۵	۷	...	۷	۷	۷	C۲۱
۳	۵	۷	...	۷	۷	۹	C۲۲

گام دوم: تشکیل ماتریس فازی شهودی موفقیت

در این مرحله از انجام پژوهش، ماتریس فازی شهودی بر اساس ماتریس نظرات خبرگان (جدول ۳)، ایجاد گردید. به این ترتیب که نظرات افراد خبره در ماتریس اولیه موفقیت با توجه به متغیرهای زبانی فازی شهودی مثلثی جدول ۵، تعریف گردید.

جدول ۵: اعداد فازی شهودی مثلثی [۳۹] (پرنومو^{۲۰} و همکاران، ۲۰۲۰)

اصطلاحات زبانی	اعداد فازی شهودی
خیلی مهم	(۰، ۰/۱، ۰/۹)
مهم	(۰/۰۵، ۰/۲۰، ۰/۷۵)
اهمیت متوسط	(۰/۰۵، ۰/۴۵، ۰/۵)
بی‌اهمیت	(۰/۰۵، ۰/۳۵، ۰/۶)
خیلی بی‌اهمیت	(۰، ۰/۹، ۰/۱۰)

ماتریس فازی شده شهودی موفقیت چالش‌ها به شرح جدول ۶ است:

جدول ۶: ماتریس اولیه موفقیت

	خبره ۱			خبره ۲			خبره ۳						خبره ۸			خبره ۹			خبره ۱۰		
	μ	ν	π	μ	ν	π	μ	ν	π	μ	ν	π	μ	ν	π	μ	ν	π	μ	ν	π
C۱	۰/۹	۰/۱	۰	۰/۹	۰/۱	۰	۰/۹	۰/۱	۰	۰	۰	۰	۰/۷۵	۰/۲	۰/۰۵	۰/۹	۰/۱	۰	۰/۷۵	۰/۲	۰/۰۵
C۲	۰/۵	۰/۴۵	۰/۰۵	۰/۷۵	۰/۲	۰/۰۵	۰/۹	۰/۱	۰	۰	۰	۰	۰/۳۵	۰/۶	۰/۰۵	۰/۵	۰/۴۵	۰/۰۵	۰/۳۵	۰/۶	۰/۰۵
C۳	۰/۹	۰/۱	۰	۰/۹	۰/۱	۰	۰/۹	۰/۱	۰	۰	۰	۰	۰/۳۵	۰/۶	۰/۰۵	۰/۵	۰/۴۵	۰/۰۵	۰/۵	۰/۴۵	۰/۰۵
C۴	۰/۹	۰/۱	۰	۰/۵	۰/۴۵	۰/۰۵	۰/۹	۰/۱	۰	۰	۰	۰	۰/۹	۰/۱	۰	۰/۹	۰/۱	۰	۰/۹	۰/۱	۰
C۵	۰/۷۵	۰/۲	۰/۰۵	۰/۹	۰/۱	۰	۰/۹	۰/۱	۰	۰	۰	۰	۰/۹	۰/۱	۰	۰/۹	۰/۱	۰	۰/۹	۰/۱	۰
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
C۱۸	۰/۹	۰/۱	۰	۰/۷۵	۰/۲	۰/۰۵	۰/۷۵	۰/۲	۰/۰۵	۰	۰	۰	۰/۷۵	۰/۲	۰/۰۵	۰/۷۵	۰/۲	۰/۰۵	۰/۷۵	۰/۲	۰/۰۵
C۱۹	۰/۹	۰/۱	۰	۰/۷۵	۰/۲	۰/۰۵	۰/۹	۰/۱	۰	۰	۰	۰	۰/۵	۰/۴۵	۰/۰۵	۰/۳۵	۰/۶	۰/۰۵	۰/۵	۰/۴۵	۰/۰۵
C۲۰	۰/۹	۰/۱	۰	۰/۹	۰/۱	۰	۰/۹	۰/۱	۰	۰	۰	۰	۰/۵	۰/۴۵	۰/۰۵	۰/۳۵	۰/۶	۰/۰۵	۰/۵	۰/۴۵	۰/۰۵
C۲۱	۰/۷۵	۰/۲	۰/۰۵	۰/۷۵	۰/۲	۰/۰۵	۰/۷۵	۰/۲	۰/۰۵	۰	۰	۰	۰/۷۵	۰/۲	۰/۰۵	۰/۵	۰/۴۵	۰/۰۵	۰/۵	۰/۴۵	۰/۰۵
C۲۲	۰/۹	۰/۱	۰	۰/۷۵	۰/۲	۰/۰۵	۰/۷۵	۰/۲	۰/۰۵	۰	۰	۰	۰/۷۵	۰/۲	۰/۰۵	۰/۵	۰/۴۵	۰/۰۵	۰/۳۵	۰/۶	۰/۰۵

گام سوم: تشکیل ماتریس قدرت روابط

در این مرحله، ماتریس قدرت روابط با استفاده از روابط (۱) و (۲) به دست آمد.

$$d(A, B) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ((\mu_A(X_i) - \mu_B(X_i))^2 + (\nu_A(X_i) - \nu_B(X_i))^2 + (\pi_A(X_i) - \pi_B(X_i))^2)} \quad (۱)$$

بنابراین همبستگی یا شباهت میان دو مفهوم (S_{ij}) با کمک رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

$$S_{ij} = 1 - d_{ij} \quad (۲)$$

جدول ۷ ماتریس قدرت روابط را نشان می‌دهد.

جدول ۷: ماتریس فازی موفقیت

	C۱	C۲	C۳	C۴	C۵	...	C۱۸	C۱۹	C۲۰	C۲۱	C۲۲
C۱	۱	۰/۷۲۳	۰/۷۷۹	۰/۸۶۰	۰/۸۹۸	...	۰/۸۸۵	۰/۷۵۰	۰/۷۲۳	۰/۸	۰/۷۴۴
C۲	۰/۷۲۳	۱	۰/۸۵۹	۰/۶۶۵	۰/۶۶۹	...	۰/۷۵۴	۰/۸۳۵	۰/۸۲۳	۰/۸۰۳	۰/۷۶۶
C۳	۰/۷۷۹	۰/۸۵۹	۱	۰/۶۹۸	۰/۷۰۳	...	۰/۸	۰/۸۸۱	۰/۸۵۵	۰/۸۱۲	۰/۷۷۱
C۴	۰/۸۶۰	۰/۶۶۵	۰/۶۹۸	۱	۰/۸۶۰	...	۰/۸۴۸	۰/۳۹۴	۰/۶۵۵	۰/۷۵۱	۰/۶۹۱
C۵	۰/۸۹۸	۰/۶۶۹	۰/۷۰۳	۰/۸۶۰	۱	...	۰/۸۲۷	۰/۶۷۷	۰/۶۵۹	۰/۷۴۴	۰/۶۹۵
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
C۱۸	۰/۸۸۵	۰/۷۵۴	۰/۸۰۰	۰/۸۴۸	۰/۸۲۷	...	۱	۰/۷۹۳	۰/۷۶۷	۰/۸۱۸	۰/۷۵۸

	C1	C2	C3	C4	C5	...	C18	C19	C20	C21	C22
C19	۰/۷۵۰	۰/۸۳۵	۰/۸۸۱	۰/۶۹۸	۰/۶۷۷	...	۰/۷۹۳	۱	۰/۸۷۲	۰/۸۶۵	۰/۷۹۶
C20	۱	۰/۸۲۳	۰/۸۵۵	۰/۶۵۵	۰/۶۵۹	...	۰/۷۶۷	۰/۸۷۲	۱	۰/۸۱۸	۰/۸۲۸
C21	۰/۸	۰/۸۰۳	۰/۸۱۲	۰/۷۵۱	۰/۷۴۴	...	۰/۸۱۸	۰/۸۶۵	۰/۸۱۴	۱	۰/۸۵۷
C22	۰/۷۴۴	۰/۷۶۶	۰/۷۷۱	۰/۶۹۱	۰/۶۹۵	...	۰/۷۵۸	۰/۷۹۶	۰/۸۳۱	۰/۸۵۷	۱

گام چهارم: تشکیل ماتریس موفقیت نهایی

همانطور که مشاهده می‌شود اعداد این ماتریس در بازه $[-1, 1]$ قرار دارند. این ارتباطاتی که در ماتریس از لحاظ آماری نشان داده شده‌اند پس از مراجعه مجدد و جلب نظر خبره و صفر قرار دادن برخی اعداد به ماتریسی بدل شد که برخی ارتباطات را نادیده انگاشته است. به عبارت دیگر در گام چهارم ماتریس نهایی موفقیت که در جدول ۸ مشاهده می‌شود، حاصل نادیده انگاشته شدن روابطی هستند که از نظر منطقی معنادار نیستند. این ماتریس در مرحله بعد وارد نرم‌افزار افسی‌مپر شد و تحلیل‌های لازم صورت گرفت.

جدول ۸: ماتریس همبستگی بین چالش‌ها برای ورودی نرم افزار FCMapper

چالش‌ها	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22
C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

گام پنجم: نمایش گرافیکی نقشه شناختی فازی شهودی

در نمایش گرافیکی ماتریس نهایی موفقیت، یک نقشه شناختی فازی هدفمند برای مفاهیم ترسیم می‌شود. پس از بدست آوردن ماتریس ارتباط میان ۲۲ چالش از پرسشنامه و مصاحبه با خبره، ماتریس جدول ۸ در نرم‌افزار FCMapper قرار داده شد. اطلاعات کلی مدل FCM در جدول ۹ نشان داده شده است.

جدول ۹: اطلاعات کلی مدل FCM برای چالش‌ها

No تعداد	تعداد Ordinari	تعداد Receiver	تعداد Transmitter	تعداد کل اتصالات	تعداد کل عوامل	دانشیه (چگالی)
۰	۲۲	۰	۰	۱۸۹	۲۲	۰/۳۸۴۲

مدل بدست آمده از ۲۲ چالش که ۱۸۹ ارتباط بین آنها مشاهده می‌شود. از میان ۲۲ چالش، تعداد ۲۲ چالش Ordinari می‌باشد، به این مفهوم که هم دارای ورودی و هم دارای خروجی هستند. همچنین از میان این چالش‌ها، تعداد Transmitter و Receiver برابر صفر است که نشانگر این است که هیچ چالشی وجود ندارد که تنها دریافت کننده یا ارسال کننده یک ارتباط باشد. به عبارتی یعنی چالشی وجود ندارد که فقط یا ورودی یا خروجی داشته باشد و تمامی ۲۲ چالش هم دارای ورودی و هم دارای خروجی هستند. از سویی دیگر چگالی چالش‌ها برابر با ۳۸ درصد است که نشان از درصد روابط نگه داشته میان چالش‌های اثرگذار از کل روابط موجود است. درجه اثرپذیری (Indegree) میزان تاثیرپذیری عوامل را نشان می‌دهد که در جدول ۱۰ همانطور که مشاهده می‌شود، چالش‌های «عدم وجود سیستم ردیابی و دسترسی به مواد بازیافتی»، «عدم یکپارچه‌سازی زنجیره ارزش درون و برون سازمانی» و «عدم ارتباط موثر با شرکای لجستیک و تامین کنندگان» به ترتیب بیشترین تاثیرپذیری و چالش‌های «نیاز به مهارت‌های پیشرفته در خصوص اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰»، «هزینه‌های مبهم عملیاتی» و «عدم شناخت صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش» دارای کمترین تاثیرپذیری هستند. درجه اثرگذاری (Outdegree) نشان‌دهنده تاثیرات اعمال شده توسط یک مفهوم می‌باشد، به عبارت دیگر، میزان تاثیرگذاری چالش‌ها را نشان می‌دهد. هر چه یک عامل درجه od بیشتری داشته باشد، نشان دهنده تاثیرگذاری بیشتر آن عامل در کل سیستم خواهد بود. طبق جدول ۹، چالش‌های «عدم شناخت صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش»، «عدم آموزش مناسب»،

و «عدم وجود استراتژی مناسب با صنعت ۴۰ و اقتصاد چرخشی» به ترتیب دارای بیشترین تاثیرگذاری و چالش‌های «عدم وجود سیستم ردیابی و دسترسی به مواد بازیافتی»، «نیاز به مهارت‌های پیشرفته در خصوص اقتصاد چرخشی و صنعت ۴۰» و «فقدان سیستم سنجش عملکرد مبتنی بر صنعت ۴۰ و اقتصاد چرخشی» به ترتیب دارای کمترین تاثیرگذاری می‌باشند. درجه مرکزیت (Centrality) در واقع جمع دو عامل قبلی می‌باشد. هر عامل با درجه مرکزیت بالاتر در واقع یا od بالاتر و یا id بالاتری نسبت به دیگر عوامل داشته است و در هر دو حالت این عامل در سیستم یک عامل مهم تلقی می‌شود و باید مورد توجه قرار گیرد. همانطور که در جدول ۹ مشاهده می‌شود در سیستم موردنظر چالش‌های «فقدان شاخص‌ها، معیارها، استانداردها و دستورالعمل‌های دیجیتال و اقتصاد چرخشی»، «عدم آموزش مناسب»، «عدم وجود مدل‌های دیجیتال و چرخشی و استانداردهای یکسان» به ترتیب بیشترین مرکزیت یا به عبارت دیگر، بیشترین اهمیت را در سیستم موردنظر بررسی دارند.

جدول ۱۰: میزان تاثیرپذیری، تاثیرگذاری و درجه مرکزیت چالش‌ها

نماد	چالش‌ها	درجه مرکزیت	درجه تاثیرگذاری	نسبت تاثیرپذیری	نسبت تاثیرگذاری
C ^۱	مقاومت افراد در مقابل تغییرات سازمانی	۴/۵۸	۵/۳۷	۹/۹۵	۰/۴۱۹
C ^۲	عدم وجود فرهنگ دیجیتال	۶/۰۸	۹/۳۷	۱۵/۴۵	۰/۵۵۶
C ^۳	تفکر خطی در سازمان	۴/۷۳	۱۰/۰۹	۱۴/۸۲	۰/۴۳۲
C ^۴	های پیشرفته در خصوص اقتصاد چرخشی و نیاز به مهارت صنعت ۴۰	۳/۰۵	۲/۳۰	۵/۳۶	۰/۲۷۹
C ^۵	عدم آموزش مناسب	۶/۶۶	۱۱/۷۳	۱۸/۳۹	۰/۶۰۹
C ^۶	گذاری اولیه بالانیز به سرمایه	۱/۶۰	۳/۶۱	۵/۲۲	۰/۱۴۶
C ^۷	هزینه‌های مهم عملیاتی	۳/۱۹	۳/۷۰	۶/۸۹	۰/۲۹۲
C ^۸	کمبود بودجه جهت آموزش	۶/۶۲	۳/۸۸	۱۰/۵۰	۰/۶۰۵
C ^۹	عدم حمایت دولت و وجود قوانین موثر	۴/۲۵	۴/۳۶	۸/۶۰	۰/۳۸۸
C ^{۱۰}	فقدان شاخص‌ها، معیارها، استانداردها و دستورالعمل‌های دیجیتال و اقتصاد چرخشی	۸/۷۳	۱۰/۱۰	۱۸/۸۳	۰/۷۹۸
C ^{۱۱}	عدم وجود مکانیزم حقوقی	۶/۳۹	۳/۶۹	۱۰/۰۸	۰/۵۸۴
C ^{۱۲}	های فنی و زیرساخت مناسب عدم وجود قابلیت	۷/۹۳	۷/۸۲	۱۵/۷۵	۰/۷۲۵

نماد	چالش‌ها	درجه اثرپذیری	درجه اثرگذاری	درجه موثریت	نسبت اثرگذاری	نسبت اثرپذیری
C۱۳	عدم یکپارچه‌سازی زنجیره ارزش درون و برون سازمانی	۱۰/۱۳	۳/۲۱	۱۳/۳۳	۰/۲۷۲	۰/۹۲۶
C۱۴	عدم وجود یکپارچه سازی میان فناوری‌ها	۸/۵۰	۴/۷۹	۱۳/۲۹	۰/۴۰۶	۰/۷۷۷
C۱۵	عدم وجود سیستم ردیابی و دسترسی به مواد بازیافتی	۱۰/۹۴	۲/۲۷	۱۳/۲۱	۰/۱۹۳	۱
C۱۶	های دیجیتال و چرخشی و استانداردهای عدم وجود مدل یکسان	۸/۱۰	۱۰/۲۲	۱۸/۳۲	۰/۸۶۷	۰/۷۴۰
C۱۷	فقدان سیستم مدیریت دانش و اطلاعات در سازمان	۸/۵۴	۸/۲۰	۱۶/۷۴	۰/۶۹۶	۰/۷۸۱
C۱۸	عدم ارتباط موثر با شرکای لجستیک و تامین کنندگان	۹/۶۱	۱/۴۷	۱۱/۰۹	۰/۱۲۵	۰/۸۷۸
C۱۹	عدم شناخت صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش	۳/۹۱	۱۱/۷۹	۱۵/۷۰	۱	۰/۳۵۷
C۲۰	عدم وجود استراتژی مناسب با صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی	۴/۸۷	۱۱/۳۰	۱۶/۱۷	۰/۹۵۸	۰/۴۴۵
C۲۱	فقدان سیستم سنجش عملکرد مبتنی بر صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی	۷/۳۲	۲/۶۷	۹/۹۸	۰/۲۲۶	۰/۶۶۹
C۲۲	عدم وجود تحقیق و توسعه متناسب با صنعت ۴.۰	۴/۶۵	۸/۴۵	۱۳/۱۱	۰/۷۱۷	۰/۴۲۵

جهت بررسی و وضوح بیشتر می‌توان اطلاعات جدول ۱۰ را به چهار ناحیه مطابق شکل ۳ تقسیم کرد که در ابتدا درجه اثرگذاری و اثرپذیری را به داده‌هایی در بازه [۱، ۰] تبدیل شد (شکل ۳).

ناحیه ۱: این ناحیه چالش‌هایی را شامل می‌شود که تاثیرپذیری و تاثیرگذاری بالایی را دارند. چالش‌هایی از قبیل: عدم وجود فرهنگ دیجیتال، عدم آموزش مناسب، فقدان شاخص‌ها، معیارها، استانداردها و دستورالعمل‌های دیجیتال و اقتصاد چرخشی، عدم وجود قابلیت‌های فنی و زیرساخت مناسب، عدم وجود مدل‌های دیجیتال و چرخشی و استانداردهای یکسان، فقدان سیستم مدیریت دانش و اطلاعات در سازمان که با برطرف کردن این چالش‌ها کمک موثری در پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ می‌شود.

ناحیه ۲: این ناحیه چالش‌هایی را شامل می‌شود که تاثیرگذاری بالا اما تاثیرپذیری پایینی دارند. چالش‌های تفکر خطی در سازمان، عدم شناخت صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش، عدم وجود استراتژی مناسب با صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی، عدم وجود تحقیق و توسعه

متناسب با صنعت ۴۰ در این ناحیه قرار دارند و اهمیت این چالش‌ها در پیاده‌سازی بالا می‌باشد بنابراین باید توجه خاصی نسبت به این چالش‌ها صورت بگیرد.

ناحیه ۳: این ناحیه چالش‌هایی را شامل می‌شود که تاثیرگذاری آن‌ها کم و تاثیرپذیری بالایی دارند. چالش‌های عدم وجود مکانیزم حقوقی، کمبود بودجه جهت آموزش، عدم یکپارچه‌سازی زنجیره ارزش درون و برون سازمانی، عدم وجود یکپارچه سازی میان فناوری‌ها، عدم وجود سیستم ردیابی و دسترسی به مواد بازیافتی، عدم ارتباط موثر با شرکای لجستیک و تامین کنندگان، فقدان سیستم سنجش عملکرد مبتنی بر صنعت ۴۰ و اقتصاد چرخشی در این ناحیه قرار دارند. مدیریت این چالش‌ها دشوار است زیرا موارد زیادی باعث ایجادشان می‌شوند.

ناحیه ۴: این ناحیه چالش‌هایی را شامل می‌شود که تاثیرپذیری و تاثیرگذاری پایینی دارند. چالش‌های مقاومت افراد در مقابل تغییرات سازمانی، نیاز به مهارت‌های پیشرفته در خصوص اقتصاد چرخشی و صنعت ۴۰، نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه بالا، هزینه‌های مبهم عملیاتی، عدم حمایت دولت و وجود قوانین موثر در این ناحیه قرار دارند. اهمیت این چالش‌ها نسبت به سایرین کمتر می‌باشد.



شکل ۳: نسبت اثرگذاری و اثرپذیری مفاهیم

۴-۳- رسم نقشه شناختی فازی

همانطور که توضیح داده شد، برای رسم نقشه شناختی فازی از خروجی نرم‌افزار FCMapper به عنوان ورودی در نرم‌افزار Mental Modeler استفاده شد که گراف حاصل نشان‌دهنده روابط علی و معلولی بین چالش‌ها می‌باشد.

سناریوهای حاصل از FCMapper

سناریو در FCM نشان‌دهنده توالی از عملیات است که منجر به بهبود فضای کلی پژوهش می‌شود. در این پژوهش سه سناریو روبه عقب و سه سناریو روبه جلو طراحی شده است. در مرحله اول سناریوسازی رو به عقب انجام پذیرفت. در نوع دوم، سناریوسازی به صورت روبه‌جلو صورت پذیرفت که در ادامه به بررسی آن‌ها پرداخته می‌شود.

طراحی سناریو رو به عقب

در این راستا ابتدا ۳ چالش با id بالا انتخاب شد و برای بهبود هر یک از چالش‌ها مسیر سناریو شکل گرفت. در این پژوهش برای چالش‌های عدم وجود سیستم ردیابی و دسترسی به مواد بازیافتی، عدم یکپارچه‌سازی زنجیره ارزش درون و برون سازمانی و عدم ارتباط موثر با شرکای لجستیک و تامین کنندگان سناریوهای برگشت به عقب تدوین شد.

طراحی سناریو رو به عقب عدم وجود سیستم ردیابی و دسترسی به مواد بازیافتی

در ابتدا برای چالش عدم وجود سیستم ردیابی و دسترسی به مواد بازیافتی، اقدام به سناریوسازی رو به عقب شد. بدین منظور چالش‌های ورودی به چالش عدم وجود سیستم ردیابی و دسترسی به مواد بازیافتی به شرح جدول ۱۱ تعیین کرده و سپس به منظور ایجاد مسیر سناریو تمامی چالش‌های ورودی به این چالش را به صورت مجزا صفر کرده و تغییرات بدست آمده از آن را مورد بررسی قرار می‌دهیم. نتایج حاصل از این تغییرات در جدول ۱۱ مشاهده می‌شود.

جدول ۱۱: نتایج حاصل از تغییر چالش‌های موثر بر عدم وجود سیستم ردیابی و دسترسی به مواد بازیافتی در سناریو رو به عقب

نماد	چالش‌های موثر	میزان تغییر در عدم وجود سیستم ردیابی و دسترسی به مواد بازیافتی
C۳	تفکر خطی در سازمان	-۰/۰۰۰۰۰۸۴۲
C۵	عدم آموزش مناسب	-۰/۰۰۰۰۰۶۶۸
C۶	گذاری اولیه بالانیز به سرمایه	-۰/۰۰۰۰۰۵۹۱
C۱۰	فقدان شاخص‌ها، معیارها، استانداردها و دستورالعمل‌های دیجیتال و اقتصاد چرخشی	-۰/۰۰۰۰۰۸۳۶
C۱۲	های فنی و زیرساخت مناسب عدم وجود قابلیت	-۰/۰۰۰۰۰۷۷۶
C۱۳	عدم یکپارچه‌سازی زنجیره ارزش درون و برون سازمانی	-۰/۰۰۰۰۰۸۹۲
C۱۶	های دیجیتال و چرخشی و استانداردهای عدم وجود مدل یکسان	-۰/۰۰۰۰۰۸۹۳
C۱۷	فقدان سیستم مدیریت دانش و اطلاعات در سازمان	-۰/۰۰۰۶۲۹۳۸
C۱۸	عدم ارتباط موثر با شرکای لجستیک و تامین کنندگان	-۰/۰۰۰۰۰۸۰۲
C۱۹	عدم شناخت صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش	-۰/۰۰۰۰۰۹۴۱
C۲۰	عدم وجود استراتژی مناسب با صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی	-۰/۰۰۰۰۰۷۷۶
C۲۱	فقدان سیستم سنجش عملکرد مبتنی بر صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی	-۰/۰۰۰۰۰۹۰۴
C۲۲	عدم وجود تحقیق و توسعه متناسب با صنعت ۴.۰	-۰/۰۰۰۰۰۹۴۲

با استفاده از اطلاعات جدول ۱۱ و بزرگترین قدر مطلق تغییرات صورت گرفته، چالش فقدان سیستم مدیریت دانش و اطلاعات در سازمان به عنوان چالشی که بیشترین تاثیرگذاری را بر روی عدم وجود سیستم ردیابی و دسترسی به مواد بازیافتی دارد، شناسایی شد. حال باید با ایجاد مجدد سناریو، چالش‌های موثر بر عدم وجود سیستم ردیابی و دسترسی به مواد بازیافتی را مورد سنجش قرار دهیم. با توجه به شکل ۲ چالش‌های موثر بر فقدان سیستم مدیریت دانش و اطلاعات در سازمان شناسایی گردیده و مطابق با حالت قبلی تمامی آن‌ها به صورت جداگانه صفر در نظر گرفته می‌شوند. نتایج حاصل از این اقدام در جدول ۱۲ مشاهده می‌شود.

جدول ۱۲: نتایج حاصل از تغییر چالش‌های موثر بر فقدان سیستم مدیریت دانش و اطلاعات در سازمان

نماد	چالش‌های موثر	میزان تغییر در فقدان سیستم مدیریت دانش و اطلاعات در سازمان
C۱	مقاومت افراد در مقابل تغییرات سازمانی	-۰/۰۰۰۰۷۱۲۱
C۲	عدم وجود فرهنگ دیجیتال	-۰/۰۰۰۰۹۷۹۰
C۵	عدم آموزش مناسب	-۰/۰۰۰۰۶۲۲۳
C۹	عدم حمایت دولت و وجود قوانین موثر	-۰/۰۰۰۰۰۰۰۱
C۱۰	فقدان شاخص‌ها، معیارها، استانداردها و دستورالعمل‌های دیجیتال و اقتصاد چرخشی	-۰/۰۰۰۰۹۵۵۷
C۱۲	های فنی و زیرساخت مناسب عدم وجود قابلیت	-۰/۰۰۰۰۶۳۵۸
C۱۴	عدم وجود یکپارچه سازی میان فناوری‌ها	-۰/۰۰۰۰۱۰۱۷۹
C۱۵	عدم وجود سیستم ردیابی و دسترسی به مواد بازیافتی	-۰/۰۰۰۰۹۴۸۷
C۱۶	های دیجیتال و چرخشی و استانداردهای عدم وجود مدل یکسان	-۰/۰۰۰۰۹۸۱۵
C۱۹	عدم شناخت صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش	-۰/۰۰۰۰۱۰۸۷۲
C۲۰	عدم وجود استراتژی مناسب با صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی	-۰/۰۰۰۰۸۱۵۵

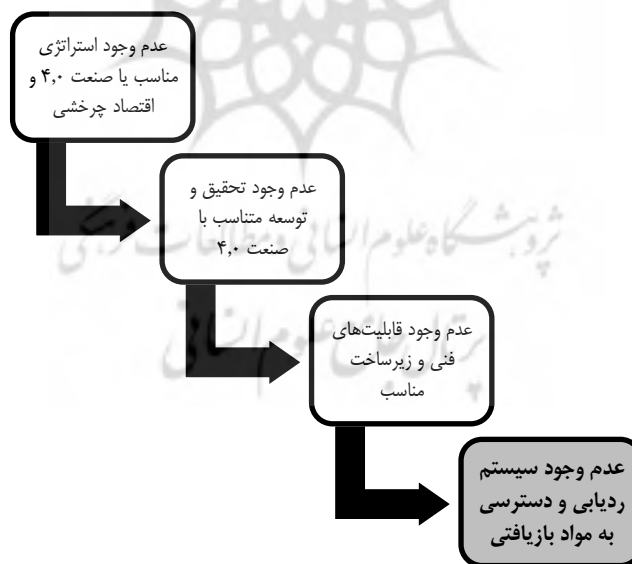
همان‌گونه که در جدول ۱۲ و بزرگترین قدر مطلق تغییرات صورت گرفته، مشاهده می‌شود چالش عدم شناخت صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش دارای بیشترین اثرگذاری بر روی فقدان سیستم مدیریت دانش و اطلاعات در سازمان می‌باشد. مطابق با مراحل قبل، چالش-های موثر بر عدم شناخت صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش شناسایی و برابر با صفر در نظر گرفته شدند که نتایج آن در جدول ۱۳ مشاهده می‌شود.

جدول ۱۳: نتایج حاصل از تغییر چالش‌های موثر بر عدم شناخت صنعت ۴۰ و اقتصاد چرخشی و

پیامدهایش

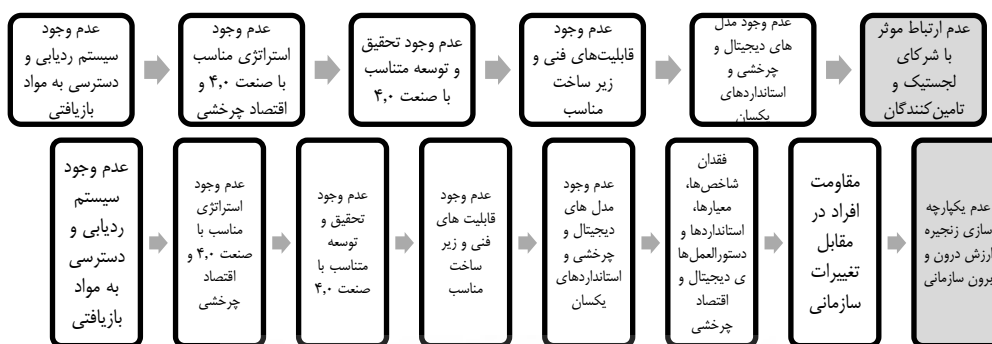
نماد	محرك‌های موثر	میزان تغییر در عدم شناخت صنعت ۴۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش
C۲	عدم وجود فرهنگ دیجیتال	-۰/۰۰۹۶۶۹۱۰
C۵	عدم آموزش مناسب	-۰/۰۰۷۱۸۱۲۵
C۸	کمبود بودجه جهت آموزش	-۰/۰۰۷۵۴۲۵۷
C۱۷	فقدان سیستم مدیریت دانش و اطلاعات در سازمان	-۰/۰۱۰۹۳۸۸۶
C۲۲	عدم وجود تحقیق و توسعه متناسب با صنعت ۴۰	-۰/۰۰۸۹۲۸۵۷

همان‌گونه که از جدول ۱۳ مشخص است و بزرگترین قدر مطلق تغییرات صورت گرفته، فقدان سیستم مدیریت دانش و اطلاعات در سازمان دارای بیشترین تاثیرگذاری بروی عدم شناخت صنعت ۴۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش می‌باشد. در این بخش چون این چالش قبلاً مورد بررسی قرار گرفته بود و به اصطلاح لوپ تشکیل می‌شود، ادامه فرآیند سناریوسازی متوقف می‌گردد و در نتیجه سناریوی این مبحث به صورت شکل ۴ قابل بیان است.



شکل ۴: مسیر حاصل از ایجاد سناریو رو به عقب عدم وجود سیستم ردیابی و دسترسی به مواد بازیافتی

دیگر سناریوهای رو به عقب نیز در شکل ۵ مشاهده می‌شود.



شکل ۵: مسیر حاصل از ایجاد سناریوهای رو به عقب

همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، چالش عدم وجود سیستم ردیابی و دسترسی به مواد باز یافتی با توجه به اینکه اثرپذیری بالاتری نسبت به دیگر چالش‌ها داشته است مبنا قرار داده شده و سناریوی رو به عقب برای آن تعریف شد. با توجه به سناریو اول، چالش عدم وجود سیستم ردیابی و دسترسی به مواد باز یافتی به علت فقدان سیستم دانش و اطلاعات در سازمان می‌باشد و این فقدان سیستم دانش به علت عدم وجود استراتژی مناسب با صنعت ۴۰۰ و اقتصاد چرخشی بوجود آمده است. در سناریو دوم روبه عقب که چالش عدم یکپارچه‌سازی زنجیره ارزش درون و برون سازمانی با بیشترین درجه اثرپذیری مبنا قرار گرفته شد. در این سناریو چالش عدم یکپارچه‌سازی زنجیره ارزش درون و برون سازمانی به علت عدم وجود مدل‌های دیجیتال و چرخشی و استانداردهای یکسان در سازمان صورت گرفته است و همین چالش ناشی از عدم آموزش مناسب در سازمان است. عدم آموزش ناشی از کمبود بودجه برای آموزش و عدم وجود قابلیت‌های فنی و زیرساخت مناسب در سازمان می‌باشد. در سناریو سوم روبه عقب، چالش عدم ارتباط موثر با شرکای لجستیک و تامین کنندگان با توجه به اینکه اثرپذیری بالایی نسبت به دیگر چالش‌ها داشته است مبنا قرار داده شده است. عدم ارتباط موثر با شرکای لجستیک و تامین کنندگان ناشی از عدم آموزش مناسب می‌باشد که افراد شیوه‌های ارتباطی مناسب را آموزش ندیده‌اند و این عدم آموزش به دلیل کمبود بودجه جهت آموزش و عدم وجود قابلیت‌های فنی و زیرساخت مناسب در سازمان می‌باشد.

طراحی سناریو رو به جلو

در این راستا ۳ چالش با od بالا انتخاب شد و برای هر یک از این چالش‌ها مسیر سناریو شکل گرفت تا مشخص شود در صورت بهبود در این چالش چه فرآیندی بهبود پیدا می‌کند. برای چالش‌های عدم شناخت صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش، عدم آموزش مناسب و عدم وجود استراتژی مناسب با صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی سناریوهای روبه‌جلو تدوین گردید. در ادامه برای چالش‌هایی که دارای od بالایی بوده‌اند سناریوی روبه‌جلو تدوین گردیده است.

طراحی سناریو به جلو عدم شناخت صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش

اولین سناریو مربوط به چالش عدم شناخت صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش است و برای این چالش اقدام به سناریوسازی رو به جلو می‌نماییم. بدین منظور در ابتدا عوامل خروجی از این چالش به شرح جدول ۱۴ شناسایی شده است. به منظور ایجاد مسیر سناریو، چالش عدم شناخت صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش را صفر نموده و تاثیرپذیری چالش‌های خروجی از این چالش مورد بررسی قرار داده می‌شود. تغییرات بدست آمده در جدول ۱۴ نشان داده شده است.

جدول ۱۴: نتایج حاصل از تغییر چالش عدم شناخت صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش

نماد	چالش‌های موثر	میزان تغییر در عدم شناخت صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش
C۱	مقاومت افراد در مقابل تغییرات سازمانی	-۰/۰۰۴۲۹۸۴۳
C۲	عدم وجود فرهنگ دیجیتال	-۰/۰۰۱۱۱۵۴۷
C۳	تفکر خطی در سازمان	-۰/۰۰۴۶۳۲۱۳
C۴	های پیشرفته در خصوص اقتصاد چرخشی نیاز به مهارت و صنعت ۴.۰	-۰/۰۱۷۵۰۵۷۹
C۵	عدم آموزش مناسب	-۰/۰۰۰۴۹۰۵۱
C۸	کمبود بودجه جهت آموزش	-۰/۰۰۰۵۵۷۹۷
C۹	عدم حمایت دولت و وجود قوانین موثر	-۰/۰۰۵۸۷۵۶۰
C۱۰	فقدان شاخص‌ها، معیارها، استانداردها و دستورالعمل‌های دیجیتال و اقتصاد چرخشی	-۰/۰۰۰۰۷۸۱۴
C۱۱	عدم وجود مکانیزم حقوقی	-۰/۰۰۰۶۹۸۲۳

نماد	چالش‌های موثر	میزان تغییر در عدم شناخت صنعت ۴۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش
C۱۲	های فنی و زیرساخت مناسب عدم وجود قابلیت	-۰/۰۰۰۱۴۷۶۷
C۱۵	عدم وجود سیستم ردیابی و دسترسی به مواد بازیافتی	-۰/۰۰۰۰۹۴۱
C۱۶	های دیجیتال و چرخشی و استانداردهای عدم وجود مدل یکسان	-۰/۰۰۰۱۵۹۷۷
C۱۷	فقدان سیستم مدیریت دانش و اطلاعات در سازمان	-۰/۰۰۰۱۰۸۷۲
C۱۸	عدم ارتباط موثر با شرکای لجستیک و تامین کنندگان	-۰/۰۰۰۰۳۱۴۹
C۲۰	عدم وجود استراتژی مناسب با صنعت ۴۰ و اقتصاد چرخشی	-۰/۰۰۰۳۹۶۹۹۸

با استفاده از اطلاعات جدول ۱۴ و بزرگترین قدر مطلق تغییرات صورت گرفته، چالش نیاز به مهارت‌های پیشرفته در خصوص اقتصاد چرخشی و صنعت ۴۰ به عنوان چالشی که بیشترین اثرپذیری از عدم شناخت صنعت ۴۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش دارد، شناسایی شد. حال باید با ایجاد مجدد سناریو، چالش‌های تاثیرپذیر از فقدان سیستم مدیریت دانش و اطلاعات در سازمان را مورد سنجش قرار دهیم.

جدول ۱۵: نتایج حاصل از تغییر چالش نیاز به مهارت‌های پیشرفته در خصوص اقتصاد چرخشی و صنعت ۴۰

نماد	چالش‌های موثر	های میزان تغییر در نیاز به مهارت پیشرفته در خصوص اقتصاد چرخشی و صنعت ۴۰
C۵	عدم آموزش مناسب	-۰/۰۰۰۶۴۵۳۳
C۱۰	فقدان شاخص‌ها، معیارها، استانداردها و دستورالعمل‌های دیجیتال و اقتصاد چرخشی	-۰/۰۰۰۰۴۸۳۶
C۱۸	عدم ارتباط موثر با شرکای لجستیک و تامین کنندگان	-۰/۰۰۰۰۳۲۸۷

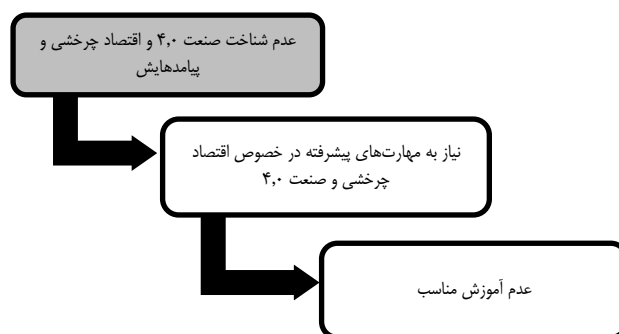
با استفاده از اطلاعات جدول ۱۵ و بزرگترین قدر مطلق تغییرات صورت گرفته، چالش عدم آموزش مناسب به عنوان چالشی که بیشترین اثرپذیری از فقدان سیستم مدیریت دانش و اطلاعات در سازمان دارد، شناسایی شد. حال باید با ایجاد مجدد سناریو، چالش‌های تاثیرپذیر از عدم آموزش مناسب را مورد سنجش قرار دهیم.



جدول ۱۶: نتایج حاصل از تغییر چالش عدم آموزش مناسب

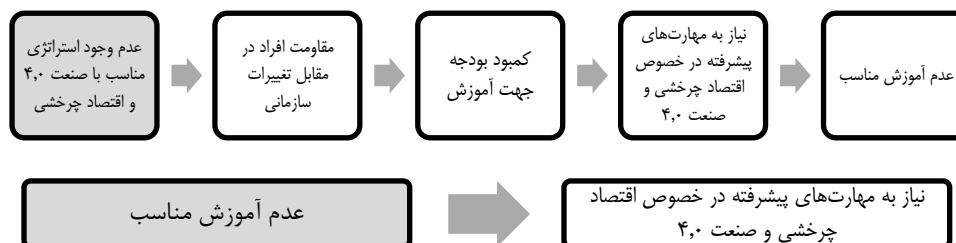
نماد	چالش‌های موثر	میزان تغییر در عدم آموزش مناسب
C۱	مقاومت افراد در مقابل تغییرات سازمانی	-۰/۰۰۵۶۶۵۳۸
C۲	عدم وجود فرهنگ دیجیتال	۰/۰۰۰۸۲۹۴۸
C۳	تفکر خطی در سازمان	-۰/۰۰۳۴۳۵۳
C۴	های پیشرفته در خصوص اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ نیاز به مهارت	-۰/۰۲۴۰۱۳۵۳
C۱۰	فقدان شاخص‌ها، معیارها، استانداردها و دستورالعمل‌های دیجیتال و اقتصاد چرخشی	-۰/۰۰۰۰۵۰۰۵
C۱۱	عدم وجود مکانیزم حقوقی	۰/۰۰۰۳۸۰۶۶
C۱۲	های فنی و زیرساخت مناسب عدم وجود قابلیت	-۰/۰۰۰۲۰۳۰۲
C۱۳	عدم یکپارچه‌سازی زنجیره ارزش درون و برون سازمانی	-۰/۰۰۰۰۱۲۶۱
C۱۴	عدم وجود یکپارچه سازی میان فناوری‌ها	-۰/۰۰۰۰۶۷۰۸
C۱۵	عدم وجود سیستم ردیابی و دسترسی به مواد بازیافتی	۰/۰۰۰۰۰۶۶۸
C۱۶	های دیجیتال و چرخشی و استانداردهای یکسان عدم وجود مدل	-۰/۰۰۰۰۱۰۵۹۱
C۱۷	فقدان سیستم مدیریت دانش و اطلاعات در سازمان	-۰/۰۰۰۰۶۲۲۳
C۱۸	عدم ارتباط موثر با شرکای لجستیک و تامین کنندگان	-۰/۰۰۰۰۳۴۱۰
C۱۹	عدم شناخت صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش	-۰/۰۰۷۱۸۱۲۵
C۲۰	عدم وجود استراتژی مناسب با صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی	-۰/۰۰۲۷۴۰۵۸
C۲۱	فقدان سیستم سنجش عملکرد مبتنی بر صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی	-۰/۰۰۰۲۷۸۵۵
C۲۲	عدم وجود تحقیق و توسعه متناسب با صنعت ۴.۰	-۰/۰۰۳۵۷۵۹۰

با استفاده از اطلاعات جدول ۱۶ و بزرگترین قدر مطلق تغییرات صورت گرفته، چالش نیاز به مهارت‌های پیشرفته در خصوص اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ به عنوان چالشی که بیشترین اثرپذیری از عدم آموزش مناسب دارد، شناسایی شد. در این بخش چون این چالش قبلاً مورد بررسی قرار گرفته بود و به اصطلاح لوپ تشکیل می‌شود، ادامه فرآیند سناریوسازی متوقف می‌گردد و در نتیجه سناریوی این مبحث به صورت شکل ۶ قابل بیان است.



شکل ۶: مسیر حاصل از ایجاد سناریو رو به عقب عدم شناخت صنعت ۴۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش

دیگر سناریوهای روبه‌جلو را نیز می‌توان در شکل ۷ مشاهده کرد. همانطور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود چالش عدم شناخت صنعت ۴۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش به دلیل اینکه دارای بالاترین اثرگذاری نسبت به دیگر چالش‌ها را داشته مبنا قرار گرفته و اولین سناریو روبه‌جلو برای آن تعریف شد. این سناریو بیانگر آن است که چالش عدم شناخت صنعت ۴۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش بر نیاز به مهارت‌های پیشرفته در خصوص صنعت ۴۰ و اقتصاد چرخشی تاثیر دارد و نیاز به مهارت‌های پیشرفته در خصوص صنعت ۴۰ و اقتصاد چرخشی نیز بر عدم آموزش مناسب تاثیر می‌گذارد. چالش عدم آموزش مناسب نیز به دلیل بالا بودن درجه اثرگذاری انتخاب شد و برای آن دومین سناریو روبه‌جلو تعریف شد. بر این اساس چالش عدم آموزش مناسب بر چالش نیاز به مهارت‌های پیشرفته در خصوص صنعت ۴۰ و اقتصاد چرخشی تاثیر می‌گذارد. سومین سناریوی روبه‌جلو برای چالش عدم وجود استراتژی مناسب با صنعت ۴۰ و اقتصاد چرخشی به دلیل بالا بودن درجه اثرگذاری تعریف شد. طبق این سناریو چالش عدم وجود استراتژی مناسب با صنعت ۴۰ و اقتصاد چرخشی تاثیر می‌گذارد بر عدم حمایت دولت و وجود قوانین موثر و این چالش بر چالش عدم وجود مکانیزم حقوقی تاثیر می‌گذارد.



شکل ۷: مسیر حاصل از ایجاد سناریوهای رو به جلو

۵- بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر بررسی چالش‌های پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴۰ در مدیریت زنجیره تامین با تحلیل محتوای کیفی و بررسی روابط میان این چالش‌ها با تکنیک نقشه شناختی فازی شهودی است. در همین راستا، محققین در گام نخست با تحلیل محتوای کیفی، ۲۲ چالش موثر در پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴۰ در مدیریت زنجیره تامین را شناسایی و در قالب ۴ بعد فرهنگی - آموزشی، مالی - قانونی، زیرساختی - تکنولوژیکی، سازمانی - استراتژیک دسته‌بندی کردند. در گام بعد جهت بررسی ارتباط بین چالش‌ها و ارائه نقشه راه، روش نقشه شناختی فازی شهودی با نرم‌افزارهای افسی‌مپر و متال‌مدلر ارائه شد. در این مرحله برای چالش‌ها سه سناریو رو به عقب و سه سناریو روبه‌جلو طراحی گردید. اولین سناریو روبه عقب که بالاترین تاثیرپذیری را دارد انتخاب شده، نشان می‌دهد برای برطرف کردن چالش عدم وجود سیستم ردیابی و دسترسی به مواد بازیافتی، باید برنامه‌ریزی در راستای ایجاد استراتژی‌هایی همسو با صنعت ۴۰ و اقتصاد چرخشی مانند ایجاد یک تیم مدیریتی قوی برای مدیریت اصول اقتصاد چرخشی و فناوری‌های هوشمند و تدوین تصمیم‌های استراتژیک نسبت به اقتصاد چرخشی و صنعت ۴۰ صورت گیرد. همچنین فقدان سیستم دانش و اطلاعات و تخصص گسترده مورد نیاز برای حفظ نوآوری‌های صنعت ۴۰ و اقتصاد چرخشی اجرای آنها را محدود می‌کند. بنابراین با تشکیل سیستم مدیریت دانش در سازمان می‌توان به این چالش غلبه کرده که در نهایت بتوان به چالش عدم وجود سیستم ردیابی و دسترسی به مواد بازیافتی غلبه کرد. در ارتباط با این چالش نیز پیشنهاد می‌شود از فناوری‌های دیجیتال که در این زمینه شناسایی شده است استفاده گردد. برقراری ارتباط

نزدیک با مصرف‌کنندگان و تامین‌کنندگان در قالب قراردادهای بلندمدت نیز می‌تواند جهت دسترسی به مواد بازیافتی انجام گیرد. مطالعه و چن و همکاران (۲۰۲۱) [۴۰] نیز به اهمیت چالش عدم وجود سیستم ردیابی و دسترسی به مواد بازیافتی اشاره کرده‌اند. در سناریو دوم روبه عقب، بیانگر اهمیت چالش عدم یکپارچه‌سازی زنجیره ارزش درون و برون سازمانی می‌باشد که به علت عدم وجود مدل‌های دیجیتال و چرخشی و استانداردهای یکسان در سازمان است و سازمان‌ها باید با بررسی مطالعات از مدل‌های چرخشی و دیجیتال در سازمان استفاده نمایند. البته عدم آموزش مناسب ناشی از کمبود بودجه و عدم وجود قابلیت‌های فنی و زیرساخت مناسب در سازمان نیز موثر هستند در این راستا پیشنهاد می‌شود دولت از شرکت‌هایی که اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ را در فرآیندهای تجاری خود پیاده‌سازی کرده‌اند، حمایت مالی کند، زیرا اجرای آن‌ها نیاز به سرمایه‌گذاری بالایی دارد. باید مشوق‌هایی از سوی دولت در نظر گرفته شود و پاداش و غرامتی را برای سازمان‌ها در نظر بگیرند تا این سیاست‌ها را در فرآیند خود اتخاذ کنند. آن‌گاه با حمایت مالی و مقرراتی دولتی، بودجه جهت استخدام متخصصین داخلی و خارجی جهت آموزش و پیاده‌سازی زیرساخت مناسب فراهم می‌گردد. مطالعات راج و همکاران (۲۰۱۹) [۴۱]، کومار و همکاران (۲۰۲۰) [۴۲] نیز به اهمیت چالش عدم یکپارچه‌سازی زنجیره ارزش درون و برون سازمانی اشاره شده است. در سناریو سوم روبه عقب، بیانگر اهمیت چالش عدم ارتباط موثر با شرکای لجستیک و تامین‌کنندگان است که ناشی از عدم آموزش مناسب و کمبود بودجه جهت آموزش و عدم وجود قابلیت‌های فنی و زیرساخت مناسب در سازمان می‌باشد. به شرکت‌های دولتی و خصوصی توصیه می‌شود که برنامه‌های آگاهی‌بخشی را برای آموزش نیروی کار برای افزایش بیشتر کارایی فرآیند پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ اجرا کنند. دولت نیز با در اختیار قرار دادن بودجه کافی برای شرکت‌ها زمینه را برای آموزش و ایجاد زیرساخت‌ها می‌تواند فراهم نماید. با برطرف شدن این چالش‌ها شرکت‌ها می‌توانند با شرکای خود برای بهبود عملکرد اقتصادی و زیست محیطی خود همکاری کنند. در مطالعات کومار و همکاران (۲۰۲۰) [۴۲]، کومار و همکاران (۲۰۲۱) [۲۹]، و گیر و همکاران (۲۰۲۱) [۴۳]، دوویدی و همکاران (۲۰۲۲) [۴۴] نیز به اهمیت چالش عدم ارتباط موثر با شرکای لجستیک و تامین‌کنندگان اشاره شده است. چالش عدم شناخت صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش که اولین سناریو روبه جلو می‌باشد و دارای بالاترین درجه تاثیرگذاری

می‌باشد، بر چالش نیاز به مهارت‌های پیشرفته در خصوص صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی و چالش عدم آموزش مناسب تاثیرگذار است. بنابراین پیشنهاد می‌شود با انجام مطالعات موردی در شرکت پرمیوم‌باند، به مدیران نشان داد که چگونه مفاهیم اقتصاد چرخشی و صنعت ۴.۰ در شرکت قابل اجرا و ارزش آفرین هستند. علاوه بر این، استخدام مشاوران خارج از سازمان با تخصص‌های مربوطه و همچنین، تشویق مدیران به شرکت در نمایشگاه‌ها و کنفرانس‌های مرتبط با صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی که امکان برقراری تماس با تکنولوژی‌ها و شرکت‌هایی که در این زمینه‌ها فعالیت دارند را فراهم می‌کند، می‌تواند توسط مدیران و دست‌اندرکاران شرکت پرمیوم‌باند انجام شود. در مطالعات جنگ و دوبرستین (۲۰۰۸) [۴۵]، آنداباکا و همکاران (۲۰۱۸) [۳۷]، محمد (۲۰۱۸) [۴۷]، لوترا و منگلا (۲۰۱۸) [۳۵]، سویچ و همکاران (۲۰۱۸) [۴۸]، یولوچ و همکاران (۲۰۱۹) [۳۳]، گاویندان و حسناگیچ (۲۰۱۸) [۴۹]، بنیک و خولا (۲۰۲۰) [۳۱]، کومار و همکاران (۲۰۲۰) [۵۰]، سینگت و همکاران (۲۰۲۰) [۵۱]، وگیر و همکاران (۲۰۲۱) [۴۳]، بای و همکاران (۲۰۲۱) [۵۲] نیز به اهمیت چالش عدم شناخت صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی و پیامدهایش اشاره شده است. چالش عدم آموزش مناسب به عنوان دومین سناریو روبه جلو تعریف شد. بر این اساس این چالش بر چالش نیاز به مهارت‌های پیشرفته در خصوص صنعت ۴.۰ و اقتصاد چرخشی تاثیر می‌گذارد. استفاده از دستاوردهای جدید دانشگاهی در علوم محیطی و فناوری‌های زیست‌محیطی، مانند آن‌هایی که در زمینه‌های طراحی زیست‌محیطی، تولید پاک‌تر و ارزیابی چرخه زندگی مشارکت داشته‌اند، به انقلابی در زمینه‌های مرتبط بیوتکنولوژی، فناوری اطلاعات و علم مواد کمک خواهند کرد. این انقلاب با دستیابی به همان بازده صنعتی در حالی که انرژی کمتر و مواد خام کمتری با هزینه معقول مصرف می‌کند و در عین حال آلودگی کمتری تولید می‌کند، به صنعت سبز کمک خواهد کرد. بدون استفاده از چنین فناوری‌های پیشرفته، بعید است که شرکت‌ها بتوانند کارایی زیست محیطی خود را بهبود بخشند و مجموع انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را کاهش دهند. با این حال تقاضا برای فناوری‌های برتر از نظر زیست‌محیطی هنوز ضعیف است و هم توانایی‌های فنی و هم منابع مالی ناکافی هستند. بنابراین انتقال فناوری‌ها از کشورهای توسعه‌یافته به کشور امکان‌پذیر است، اما جهت اجرا یا تداوم، معمولاً کمبود آموزش و منابع مالی مناسب وجود دارد. در این راستا با استخدام نیروی متخصص از داخل کشور، آموزش‌های ضمن خدمت، استخدام نیروی

متخصص از خارج از کشور جهت آموزش، می‌تواند به این امر کمک کند. سومین سناریوی روبه جلو بیانگر اهمیت چالش عدم وجود استراتژی مناسب با صنعت ۴۰ و اقتصاد چرخشی می‌باشد که این چالش بر چالش عدم حمایت دولت و وجود قوانین موثر و چالش عدم وجود مکانیزم حقوقی تاثیر می‌گذارد. در این راستا پیشنهاد می‌شود برای شرکت‌هایی که برنامه‌ریزی می‌کنند استراتژی‌های متناسب با اقتصاد چرخشی و صنعت ۴۰ را در عملیات خود پیاده‌سازی کنند، باید یک تیم مدیریتی قوی برای مدیریت اصول اقتصاد چرخشی و فناوری‌های هوشمند و تدوین تصمیم‌های استراتژیک نسبت به اقتصاد چرخشی و صنعت ۴۰ ایجاد کنند. مدیران و تصمیم‌گیرندگان ممکن است با برخی موقعیت‌های بحرانی مانند مقابله با فناوری پیچیده به دلیل محیط تجاری رقابتی مواجه شوند که برای مقابله با آن‌ها نیاز به مجموعه‌ای از مهارت‌های نیروی انسانی فنی دارد. بنابراین، اجرای موفقیت آمیز این مفاهیم به شدت به پرسنل فناوری اطلاعات ماهر بستگی داشته باشد. در مطالعات شرودر (۲۰۱۷) [۵۳]، عبدل‌مکتدیر و همکاران (۲۰۱۸) [۳۴]، کومار و همکاران (۲۰۲۰) [۵۰]، کومار و همکاران (۲۰۲۱) [۲۹]، وگیر و همکاران (۲۰۲۱) [۴۳] به اهمیت چالش عدم وجود استراتژی مناسب با صنعت ۴۰ و اقتصاد چرخشی اشاره شده است. استفاده صرف از نتایج تحقیقات گذشته و ابزار پرسشنامه و عدم استفاده از ابزارهای مکمل مانند مصاحبه و ... جهت جمع‌آوری داده‌ها و همچنین کمبود مطالعات داخلی در ارتباط با این موضوعات از محدودیت‌های این پژوهش به شمار می‌رود. بنابراین به محققان آتی پیشنهاد می‌شود از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم جهت بررسی روابط بین چالش‌ها و تحلیل روابط پویای بین چالش‌ها استفاده نمایند. علاوه بر این جهت تعیین روابط میان این چالش‌ها از روش‌های دیگری مانند دیمتل، ISM در بخش‌های مختلف فازی (شهودی، نوع دو، مردد و ...) استفاده نمایند. به دلیل اینکه چالش‌هایی که در این پژوهش شناسایی و تحلیل گردید، عمدتاً مبتنی بر پژوهش‌های خارجی بوده است، پیشنهاد می‌شود به منظور تطبیق مدل ارائه شده با صنایع ایران، با انجام مصاحبه‌های عمیق با صاحبان صنایع، در برخی چالش‌ها که ممکن است با توجه به شرایط خاص ایران مصداقی وجود نداشته باشد یا درک و استنباطی متفاوت از آن‌ها وجود داشته باشد، بازنگری شود.

۷- منابع

- [۱] Okorie, O., Russell, J., Cherrington, R., Fisher, O., & Charnley, F. (۲۰۲۳). Digital transformation and the circular economy: Creating a competitive advantage from the transition towards Net Zero Manufacturing, *Resources, Conservation & Recycling*, ۱۸۹, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106756>
- [۲] Schöggl, J.F., Rusch, M., Stumpf, L., & Baumgartner, R. (۲۰۲۳). Implementation of digital technologies for a circular economy and sustainability management in the manufacturing sector, *Sustainable Production and Consumption*, ۳۵, ۴۰۱-۴۲۰, <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.11.012>
- [۳] Jayarathna, C.P., Agdas, D., & Dawes, L. (۲۰۲۲). Exploring sustainable logistics practices toward a circular economy: A value creation perspective, *Business Strategy and The Environment*, ۳۲, ۷۰۴-۷۲۰, <https://doi.org/10.1002/bse.3170>
- [۴] Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (۲۰۱۷). Conceptualizing the circular economy: An analysis of ۱۱۴ definitions, *Resources, Conservation and Recycling*, ۱۲۷, ۲۲۱-۲۳۲, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- [۵] Knäble, D., Puente, E., Pérez-Cornejo, C., & Baumgärtler, T. (۲۰۲۲). The impact of the circular economy on sustainable development: A European panel data approach, *Sustainable Production and Consumption*, ۳۴, ۲۲۳-۲۴۳, <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.09.016>
- [۶] Kamble, S.S., & Gunasekaran, A. (۲۰۱۹). Analyzing the role of industry ۴.۰ technologies and circular economy practices in improving sustainable performance in Indian manufacturing organizations, *Production Planning and Control*, ۱-۳۰, <https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1980904>
- [۷] Sharifian jazi, S., Mohammadi, A., Abbasi, A., & Alimohammadlou, M. (۲۰۲۴). Identifying and prioritizing the challenges of implementing circular supply chain management in the Premiumbond company, *Modern Researches in Decision Making*, ۸ (۳), (In Persian).
- [۸] Mazroui Nasrabadi, E., & Sadeqi Arani, Z. (۲۰۲۴). Strategic analysis of industry ۴.۰ acceptance factors in healthcare: scenario analysis approach, *Modern Researches in Decision Making*, ۸ (۳), (In Persian).
- [۹] Ryalat, M., ElMoaqet, H., & AlFaouri, M. (۲۰۲۳). Design of a Smart Factory Based on Cyber-Physical Systems and Internet of Things towards Industry ۴.۰, *Application Science*, ۱۳, <https://doi.org/10.3390/app13042156>
- [۱۰] Esmaeilian, B., Sarkis, J., Lewis, K., & Behdad, S. (۲۰۲۰). Blockchain for the future of sustainable supply chain management in Industry ۴.۰, *Resources, Conservation & Recycling*, ۱۶۳, ۱-۱۵
- [۱۱] Centobelli, P., Cerchione, R., Del Vecchio, P., Oropallo, E., & Secundo, G. (۲۰۲۰). Blockchain technology for bridging trust, traceability and transparency in circular supply chain, *Information & Management*, ۱-۱۴, <https://doi.org/10.1016/j.im.2021.103508>
- [۱۲] Wang, B., Luo, W., Zhang, A., Tian, Z., & Li, Z. (۲۰۲۰). Blockchain-enabled circular supply chain management: A systemarchitecture for fast fashion, *Computers in Industry*, ۱۲۳, <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103224>
- [۱۳] Garrido-Hidalgo, C., Ramirez, F., Olivares, T., & Roda-Sanchez, L. (۲۰۲۰). The adoption of Internet of Things in a Circular Supply Chain framework for the recovery of WEEE: The

- case of Lithium-ion electric vehicle battery packs, *Waste Management*, ۱۰۳, ۳۲-۴۴, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.09.045>
- [۱۴] Hernandes de Paula e Silva, M., Martins, T., Aparecido Lopes Silva, D., & Mergulhao, R. (۲۰۲۱). The ۱۳ Advantages of using Industry ۴.۰ Technologies in a Circular Supply Chain: A Systematic Literature Review, Conference: ۱۰th International Workshop Advances in Cleaner ProductionAt: Ferrara,
- [۱۵] Gebhardt, M., Kopyto, M., Birkel, H., & Hartmann, E. (۲۰۲۱). Industry ۴.۰ technologies as enablers of collaboration in circular supply chains: a systematic literature review, *International Journal of Production Research*, <https://doi.org/10.1080/00207179.2021.1999521>
- [۱۶] Mastos, T., Nizamias, A., Terzi, S., Gkortzis, D., Papadopoulos, A., Tsagkalidis, N., Ioannidis, D., Votis, K., & Tzovaras, D. (۲۰۲۱). Introducing an application of an industry ۴.۰ solution for circular supply chain management, *Journal of Cleaner Production*, ۳۰۰, ۱-۱۳, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.126886
- [۱۷] Jabbour, A., Jabbour, C., Filho, M., & Roubaud, D. (۲۰۱۸). Industry ۴.۰ and the circular economy: a proposed research agenda and original roadmap for sustainable operations, *International Journal of Production Economics*, Elsevier, ۲۷۰, ۲۷۳-۲۸۶, <https://doi.org/10.1016/j.iip.2018.08.017>
- [۱۸] Khompatraporn, C. (۲۰۲۱). Circular Supply Chain Management, *An Introduction to Circular Economy*, ۴۱۹-۴۳۵, https://doi.org/10.1016/978-981-10-8510-4_21
- [۱۹] Mehdipour, P., Safaei Ghadikolaee, A., Fallah Lajimi, H., & Aghajani, H. (۲۰۲۲). To assess digital supply chain in manufacturing industries (Case study: Bedding industry), *Journal of Management in Iran*, ۲۶ (۱), (In Persian).
- [۲۰] Mboli, J., Thakker, D., & Mishra, J. (۲۰۲۰). An Internet of Things-enabled decision support system for circular economy business model, *WIELY*, <https://doi.org/10.1002/spe.28250>
- [۲۱] Patel, M. N., Pujara, A. A., Kant, R., and Malviya, R. K. (۲۰۲۱). Assessment of circular economy enablers: Hybrid ISM and fuzzy MICMAC approach, *Journal of Cleaner Production*, ۳۱۷: ۱۲۸۳۸۷, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128387>
- [۲۲] Bar, K., Herbert-Hansen, Z.N.L., & Khalid, W. (۲۰۱۸). Considering Industry ۴.۰ aspects in the supply chain for an SME, *Production Engineering*, ۱۲, ۷۴۷-۷۵۸, <https://doi.org/10.1007/s11743-018-0851y>
- [۲۳] Pham, T., Luo, T., Tseng, M., Tan, R., Tan, K., Ika, D., & Lin, C. (۲۰۱۹). Industry ۴.۰ to Accelerate the Circular Economy: A Case Study of Electric Scooter Sharing, *Sustainability*, ۱۱ (۲۳), ۱-۲۶ <http://do.oagg102390uuu1236661>
- [۲۴] Shahabi Shahabi, V., Azar, A., Faezirazi, F., & Falah-Shams, M. (۲۰۲۱). Modeling the impact of the ۴th industrial revolution on the supply chain of banking services using the system dynamics approach and fuzzy dimtel technique, *International Business Management*, ۴(۱), ۶۷-۸۹. (In Persian).
- [۲۵] Reddy, Y.S., Gangadasari, P.R., & Prakash, S. (۲۰۲۱). Exploring Industry ۴.۰ and Circular Economy, *Technical Article*, <https://www.researchgate.net/publication/348252669>
- [۲۶] Ranta, V., Aarikka-Stenroos, L., & Matti Väisänen, J. (۲۰۲۱). Digital Technologies Catalyzing Business Model Innovation for Circular Economy—Multiple Case Study, *Resources, Conservation & Recycling*, ۱۶۴, ۱-۱۱, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105155>
- [۲۷] Kayikci, Y., Kazancoglu, Y., Gozacan-Chase, N., Lafci, G., & Batista, L. (۲۰۲۲). Assessing smart circular supply chain readiness and maturity level of small and medium-sized



- enterprises, *Journal of Business Research*, ۱۴۹, ۳۷۵-۳۹۲, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.05.042>
- [۲۸] Nimawat, D., & Das Gidwani, B. (۲۰۲۲). Challenges facing by manufacturing industries towards implementation of industry ۴.۰: an empirical research, *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, ۱۶, ۱۳۷۱-۱۳۸۳, <https://doi.org/10.1007/s12008-022-00961-7>
- [۲۹] Kumar, P., Singh, R.K., & Kumar, V. (۲۰۲۱). Managing supply chains for sustainable operations in the era of industry ۴.۰ and circular economy: Analysis of barriers, *Resources, Conservation & Recycling*, ۱۶۴, ۱-۱۲, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105210>
- [۳۰] Ada, N., Kazancoglu, Y., Deniz Sezer, D., Ede-Senturk, C., Ozer, I., & Ram, M. (۲۰۲۱). Analyzing Barriers of Circular Food Supply Chains and Proposing Industry ۴.۰ Solutions, *Journal of Sustainability*, ۱۳, ۱-۲۹, <https://doi.org/10.3390/su13126812>
- [۳۱] Binek, D. & Khawla, A. (۲۰۲۰). Small and Medium-Sized Enterprises Within the Circular Economy: Challenges and Opportunities, *Hungarian Agricultural Engineering*, ۳۷, <https://doi.org/10.17776/HAE.2020.37.0>
- [۳۲] Khandelwal, C., & Kumar Barua, M. (۲۰۲۰). Prioritizing Circular Supply Chain Management Barriers Using Fuzzy AHP: Case of the Indian Plastic Industry, *Global Business Review*, ۱-۲۰, <https://doi.org/10.1177/0972150920948818>
- [۳۳] Ulewicz, R., Novy, F., & Sethanan, K. (۲۰۱۹). The Challenges of Industry ۴.۰ for Small and Medium Enterprises in Poland and Slovakia, *Quality Production Improvement*, ۱ (۱), ۷۷۷-۴۴۴, <http://do.og/10.22478/qppi-9999-0020>
- [۳۴] Abdul Moktadir, Md., Mithun Ali, S., Sarpong, S., & Aftab Ali Shaikh, Md. (۲۰۱۸). Assessing challenges for implementing Industry ۴.۰: Implications for process safety and environmental protection, *Journal of Process Safety and Environmental Protection*, ۱۱۷, ۷۳۰-۷۴۱, <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.04.020>
- [۳۵] Luthra, S., and Mangla, S.K. (۲۰۱۸). Evaluating challenges to Industry ۴.۰ initiatives for supply chain sustainability in emerging economies, *Process Safety and Environmental Protection*, ۱۱۷: ۱۶۸-۱۷۹, <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.04.018>
- [۳۶] Ghența, M., & Matei, A. (۲۰۱۸). SMEs and the Circular Economy: from Policy to Difficulties Encountered during Implementation, *Amfiteatru Economic*, ۲۰(۴۸), ۲۹۴-۳۰۹, <https://doi.org/10.2481/EA/2018/48/294>
- [۳۷] Andabaka, A., Beg, M., & Gelo, T. (۲۰۱۸). Challenges of Circular Economy in CROATIA, *International Journal of Multi Disiplinary in Business and Science*, ۴(۵), - ۱۱۵, <https://hrcak.srce.hr/205032>
- [۳۸] Rizos, V., Behrens, A., Gaast, W., Hofman, E., Ioannou, A., Kafyeke, T., Flamos, A., Rinaldi, R., Papadelis, S., Hirschnitz-Garbers, M., & Topi, C. (۲۰۱۶). Implementation of Circular Economy Business Models by Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): Barriers and Enablers, *Sustainability*, ۸, <https://doi.org/10.3390/su8111212>
- [۳۹] Purnomo, M. R. A., Anugerah, A. R., & Dewiprimesti, B. T. (۲۰۲۰). Sustainable Supply Chain Management Framework in a Higher Education Laboratory Using Intuitionistic Fuzzy Cognitive Map, *Journal of Industrial Engineering and Management*, ۱۳ (۲), ۴۱۷-۴۲۹, <https://doi.org/10.3926/jiem.3204>
- [۴۰] Chen, L., Duan, D., Mishra, A.R. and Alrasheedi, M. (۲۰۲۱). Sustainable third-party reverse logistics provider selection to promote circular economy using new uncertain interval-valued intuitionistic fuzzy-projection model. *Journal of Enterprise Information Management*, ۳۵(۴-۵): ۹۵۵-۹۸۷.

- [۴۱] Raj, A., Dwivedi, G., Sharma, A., Beatriz, A., Sousa, L. D, and Rajak, S. (۲۰۱۹). Barriers to the Adoption of Industry ۴.۰ Technologies in the Manufacturing Sector: An Inter-Country Comparative Perspective. *International Journal of Production Economics*, ۲۲۴: ۱۰۷۵-۱۰۸۶.
- [۴۲] Kumar, S., Suhaib, M., and Asjad, M. (۲۰۲۰). Analyzing the Barriers to Industry ۴.۰ through Best-Worst Method. *International Journal of Performability Engineering*, ۱۶(۱): ۷۷, <http://doi.org/10.23944/iipfe.2020.1ppf.2736>
- [۴۳] Wagire, A. A., Singh Rathore, A. P, & Jain, R. (۲۰۲۱). Identification and prioritisation of challenges to Industry ۴.۰ adoption in the Indian manufacturing industry, *International Journal of Business Excellence*, ۲۴(۲): ۲۴۸-۲۷۴, <https://doi.org/10.1002/IJBEX.2021.11070>.
- [۴۴] Dwivedi, A., Chowdhury, P., Kumar Paul, S., & Agrawal, D. (۲۰۲۲). Sustaining circular economy practices in supply chains during a global disruption, *The International Journal of Logistics Management*, <https://doi.org/10.1108/IJLM-04-2022-0104>
- [۴۵] Geng, Y., & Doberstein, B. (۲۰۰۸). Developing the circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving leapfrog development, *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, ۱۵, ۲۳۱-۲۳۹, doi:۱۰.۳۸۴۳/SusDev.۱۵,۳:۶, <https://doi.org/10.2843/SusDev.15,3:6>
- [۴۶] Mohamed, M. (۲۰۱۸). Challenges and Benefits of Industry ۴.۰: An overview, *International Journal of Supply and Operations Management*, ۵(۳), ۲۵۶-۲۶۵, <https://doi.org/10.22034/2018.3.7>
- [۴۷] Agyemang, M., Kusi-Sarpong, S., Ahmed Khan, S., Mani, V., Rehman, S. T., & Kusi-Sarpong, H. (۲۰۱۹). Drivers and barriers to circular economy implementation: An explorative study in Pakistan's automobile industry, *Management Decision*, <https://doi.org/10.1108/MD-11-2018-1178>
- [۴۸] Sevinç, A., Gür, S., & Eren, T. (۲۰۱۸). Analysis of the Difficulties of SMEs in Industry ۴.۰ Applications by Analytical Hierarchy Process and Analytical Network Process, *Processes*, ۶ ۴۴۴ ۱-۶۶ <http://doi.org/10.3390/pr6120444>
- [۴۹] Govindan, K., & Hasanagic, M. (۲۰۱۸). A Systematic Review on Drivers, Barriers, and Practices Towards Circular Economy: A Supply Chain Perspective, *International Journal of Production Research*, ۵۵, ۲۷۸-۳۱۱, <https://doi.org/10.1080/00207179.2017.1402141>
- [۵۰] Kumar, R., Singh, R. K., and Dwivedi, Y. K. (۲۰۲۰). Application of industry ۴.۰ technologies in SMEs for ethical and sustainable operations: Analysis of challenges, *Journal of Cleaner Production*, ۲۷۵: ۱۲۴۰۶۳, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124063>
- [۵۱] Singh, E., Mishra, R., Kumar, A., Shukla, S.K. (۲۰۲۲). Circular economy-based environmental management using biochar: Driving towards Sustainability, *Process Safety and Environmental Protection*, ۱۶۲(۳), <https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.05.006>
- [۵۲] Bai, C., Zhu, Q. and Sarkis, J. (۲۰۲۲). Circular economy and circularity supplier selection: a fuzzy group decision approach. *International Journal of Production Research*, <https://doi.org/10.1080/00207179.2022.2037779>
- [۵۳] Schroder, C. (۲۰۱۷). *The Challenges of Industry 4.0 for Small and Medium-sized Enterprises*, book, Publisher: Friedrich-Ebert-Stiftung
- [۵۴] Ritzén, S., & Ölundh Sandström, G. (۲۰۱۷). Barriers to the Circular Economy – integration of perspectives and domains, The ۹th CIRP IPSS Conference: Circular Perspectives on Product/Service-Systems, ۷-۱۲. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.000>



- [۵۵] Kiel, D., Muller, J.M., Arnold, C., & Voigt, K. (۲۰۱۷). Sustainable Industrial Value Creation: Benefits and Challenges of Industry ۴.۰, *International Journal of Innovation Management*, <https://doi.org/10.1142/S1333919617500151>
- [۵۶] Manda, M.I., & Ben Dhauo. (۲۰۱۹). Responding to the challenges and opportunities in the ۴th Industrial revolution in developing countries, ICEGOV۲۰۱۹ Proceedings of the ۱۲th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance, Melbourne, ۴۴۴-۲۵۳, <http://do.org/10.1145/33263653326398>
- [۵۷] Haleem, A., Khan, S., Pundir, H., Jain, A., Upadhyay, P., Khan, M. I. (۲۰۲۱). Investigating barriers toward the implementation of circular economy: A fuzzy critic approach, *Journal of Industrial Integration and Management*, ۶(۱), ۱۰۷-۱۳۹, <https://doi.org/10.1142/S2424862220500177>
- [۵۸] Bag, S., Gupta, S., & Foropon, C. (۲۰۱۸). Examining the role of dynamic remanufacturing capability on supply chain resilience in circular economy, *Journal of Management Decision*, ۵۷(۴), ۸۶۳-۸۸۵, <https://doi.org/10.1108/MD-07-2018-0724>
- [۵۹] Mangla, S.K., Luthra, S., Mishra, N., Singh, A., Rana, N. P., Dora, M., & Dwivedi, Y.K. (۲۰۱۸). Barriers to effective circular supply chain management in a developing country context, *Production Planning and Control*, ۲۹ (۶), ۵۵۱-۵۶۹, <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1449265>
- [۶۰] Saroha, M., Garg, D., & Luthra, S. (۲۰۱۸). Key Issues and Challenges in Circular Supply Chain Management Implementation- A Systematic Review, *International Journal of Applied Engineering Research*, ۱۳ (۹), ۹۱-۱۰۴, <http://www.ripublication.com>
- [۶۱] Bressanelli, G., Perona, M., & Saccani, N. (۲۰۱۱). Challenges in supply chain redesign for the circular economy: a literature review and a multiple case study, *International Journal of Production Research*, ۵۷ (۲۳), ۱-۲۸, <https://doi.org/10.1080/00207179.2018.1542176>
- [۶۲] Farooque, M., Zhang, A., Thurer, M., Qu, T., & Huisin, D. (۲۰۱۹). Circular supply chain management: A Definition and Structured Literature Review, *Journal of Cleaner Production*, ۲۲۸, ۸۸۲-۹۰۰, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.303>
- [۶۳] Kazancoglu, I., Kazancoglu, Y., Kahraman, A., Yarimoglu, E., & Soni, G. (۲۰۲۰). Investigating barriers to circular supply chain in the textile industry from Stakeholders' perspective, *International Journal of Logistics Research and Applications*, ۲۵ (۴-۵), ۵۲۱-۵۴۸, <https://doi.org/10.1080/13675067.2020.1847694>
- [۶۴] Ozkan-Ozen, Y.D., Kazancoglu, Y., & Kumar Mangla, S. (۲۰۲۰). Synchronized Barriers for Circular Supply Chains in Industry ۴.۰/ Industry ۴.۰ Transition for Sustainable Resource Management, *Resources, Conservation & Recycling*, ۱۶۱, ۱-۱۱, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104986>
- [۶۵] Milki, M. S., & Islam, M. A. (۲۰۲۱). Barriers to Circular Supply Chain Adoption: A Perspective of Electric Battery Industries of Bangladesh, *research square*, <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-800336/v1>
- [۶۶] Lahan, S., & Kant, R. (۲۰۲۱). Evaluating the circular supply chain implementation barriers using Pythagorean fuzzy AHP-DEMATEL approach, *Cleaner Logistics and Supply Chain*, ۲ <http://do..ogg/10.1016/j.jcccn.2021100014>
- [۶۷] Raj, A., Dwivedi, G., Sharma, A., Beatriz, A., Sousa, L. D, and Rajak, S. (۲۰۱۹). Barriers to the Adoption of Industry ۴.۰ Technologies in the Manufacturing Sector: An Inter-Country Comparative Perspective, *International Journal of Production Economics*, ۲۲۴: ۱۰۷۵-۴۶ <http://do..org/10.1016/j.jjpe.2019110546>

- [۶۸] Chen, L., Duan, D., Mishra, A.R. & Alrasheedi, M. (۲۰۲۲). Sustainable third-party reverse logistics provider selection to promote circular economy using new uncertain interval-valued intuitionistic fuzzy-projection model, *Journal of Enterprise Information Management*, ۳۵(۴-۵): ۹۵۵-۹۸۷, <https://doi.org/10.1108/JEIM-02-2021-0066>
- [۶۹] Majumdar, A., Garg, H., and Jain, R. (۲۰۲۱). Computers in Industry managing the barriers of Industry ۴.۰ adoption and implementation in textile and clothing industry: Interpretive structural model and triple helix framework, *Computers in Industry*, ۱۲۵: ۱۰۳۳۷۲, <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103372>
- [۷۰] Kumar, V., Vrat, P., and Shankar, R. (۲۰۲۱). Prioritization of strategies to overcome the barriers in Industry ۴.۰: a hybrid MCDM approach, *OPSEARCH*, ۵۸: ۷۱۱-۷۵۰, <https://doi.org/10.1007/s12597-020-00505-1>
- [۷۱] Khan, A., & Turowski, K. (۲۰۱۶). A Perspective on Industry ۴.۰: From Challenges to Opportunities in Production Systems, In Proceedings of the International Conference on Internet of Things and Big Data (IoTBD ۲۰۱۶), ۴۴۱-۴۴۸, <https://doi.org/10.5220/00092970.4410.448>
- [۷۲] Kumar, V., Sezarsan, I., Garza-Reyes, J., Gonzalez, E., & ALShboul, M. (۲۰۱۹). Circular economy in the manufacturing sector: benefits, opportunities and barriers, *Management Decision*, <https://doi.org/10.1108/MD-09-2018-1070>

