پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری
دوره ۹، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳، صص ۹۷-۱۲۵
نوع مقاله: پژوهشی

بازیافت دارو در بستر بلاکچین: مدل ریاضی و تدوین استراتژی عملیات برای ارائه دهندگان لجستیک معکوس شخص ثالث

مهدی علی محمدی [۱]، جواد بهنامیان [۲*]

۱. دانشجوی دکتری، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۲. استاد، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان ، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۱۵

چکیده

بازیافت دارو از جمله موضوعاتی است که اخیراً از ابعاد گوناگونی همچون کاهش عواقب زیست محیطی، تأمین داروهای ضروری و توسعه اقتصاد چرخشی مورد توجه قرار گرفته است. در این راستا، جمع-آوری داروهای مازاد شهروندان هم با هدف بازیافت مجدد داروهای ضروری مورد نیاز بیماران و هم در راستای مدیریت اصولی پسماندهای دارویی خطرناک از طریق لجستیک معکوس بیش از پیش اهمیت یافته است. از طرفی، با تخصصی‌تر شدن موضوعات مرتبط با مدیریت لجستیک معکوس، سازمان‌ها به منظور تمرکز بیشتر بر فعالیت‌های اصلی خود و صرفه‌جویی در هزینه‌ها، به دنبال واگذاری تمام و یا بخشی از فعالیت‌های خود به شرکت‌های ارائه‌دهنده لجستیک معکوس شخص ثالث (۳PRLP) هستند و در نتیجه لزوم انتخاب استراتژی عملیات مناسب توسط شرکت‌های ۳PRLP اهمیت فراوانی یافته است. در این پژوهش با هدف مدیریت بازیافت دارو با محوریت دولت، خرید و جمع‌آوری داروهای مازاد شهروندان به شرکت‌های ۳PRLP واگذار گردیده است. در اینجا با در نظر گرفتن سه ذینفع اصلی شامل دولت، جامعه و فروشندگان دارو و اهداف هر یک، از پتانسیل سه ابزار بلاکچین، لجستیک زنجیره سرد و همکاری میان شرکت‌های ۳PRLP در جهت تأمین این اهداف و انتظارات استفاده شده است و در ادامه یک استراتژی عملیات مناسب برای شرکت‌های ۳PRLP پیشنهاد گردیده است. با توجه به مدلسازی ریاضی پژوهش و محاسبه تابع هدف سود شرکت‌های ۳PRLP در قالب درآمد حاصل از فروش داروهای خریداری شده به دولت، نتایج نشان می‌دهد برنامه‌ریزی همکارانه بهتر از عدم همکاری بوده و از طرفی تعریف پارامتر "ضرورت دارو" بر سود نهایی شرکت تأثیرگذار خواهد بود.

کلیدواژه‌ها: بازیافت دارو، لجستیک معکوس شخص ثالث، بلاکچین، مدلسازی ریاضی، استراتژی عملیات

---

* نویسنده مسئول مقاله E-mail: Behnamian@basu.ac.ir

۱- مقدمه و بیان مسئله

لجستیک معکوس با هدف اجرا و کنترل جریان کارآمد و مقرون به صرفه موجودی در فرآیند و کالاهای نهایی از نقطه مصرف تا نقطه مبدأ به منظور بازیابی ارزش یا دفع مناسب [۱، ص ۲]، نقشی اساسی در تحقّق موضوعات مهمی همچون توسعه پایدار، مدیریت سبز و حرکت از اقتصاد خطی به سمت اقتصاد چرخشی دارد. تنوع و پیچیدگی محصولات امروزی در کنار سطوح گوناگون نیاز شهروندان به هر محصول، منجر به ایجاد ویژگی‌های متعددی شده است و لذا در کنار ارزش اقتصادی ویژه هر محصول، توجه به بحث تفاوت تبعات زیست محیطی منتج از دفع غیراصولی پسماندها را برجسته نموده است. این ویژگی‌ها به روش‌های پیچیده‌ای، با بازار و با مقرراتی که هر گونه رابطه مستقیم بین انواع محصول و نتایج پایان عمر مرتبط با استفاده مجدد، ساخت مجدد، بازیافت و دفع را حذف می‌کنند، تعامل دارند [۲، ص ۳٦۱]. در خصوص کالاهایی که در زمره مواد خطرناک دسته‌بندی می‌گردند مانند داروها، موضوع دفع پسماند یک مسأله پیچیده‌تر است. از طرفی نیاز بالاتری به تأمین به موقع داروهای ضروری نسبت به تأمین داروهای عادی برای درمان بیماران مبتلا به بیماری‌های خاص در جوامع وجود دارد. در نتیجه اهمیت و نوع محصولات بر طراحی شبکه لجستیک معکوس مرتبط با آنها تأثیرگذار است. با توسعه و پیشرفت عملکرد لجستیک معکوس، انتخاب کانال‌های عملیاتی لجستیک معکوس اهمیت بیشتری پیدا می‌کند [۳، ص ٤۱۸]. در حالت کلی سه نوع کانال معکوس شناسایی شده است: (۱) تولیدکننده محصولات استفاده شده را مستقیماً از مشتریان جمع‌آوری می‌کند. (۲) تولیدکننده جمع‌آوری محصولات استفاده شده را به خرده‌فروش واگذار می‌کند. (۳) تولیدکننده جمع‌آوری محصولات استفاده شده را به شخص ثالث واگذار می‌کند [٤، ص ۲۳۹]. البته اکثر سازمان‌ها به تنهایی فاقد زیرساخت و فناوری لازم برای انجام عملیات لجستیک معکوس هستند. به همین دلیل، آنها از طرف‌های بیرونی مانند شرکت‌های ارائه‌دهنده لجستیک معکوس شخص ثالث[۱] (۳PRLP) کمک می‌گیرند. اشخاص ثالث اغلب تخصص و فناوری لازم برای اجرای عملیات لجستیک معکوس را دارند [۵، ص ۸۹]. همچنین، با توجه به مزیت‌های عمده ناشی از بازیافت دارو (از قبیل توسعه اقتصاد چرخشی، مسائل زیست محیطی و ...) قاعدتاً منطقی است در کنار بهره‌مندی کامل از ظرفیت‌های شرکت‌های ۳PRLP، نسبت به ترسیم نقشه

۱- Third-Party Reverse Logistics Provider

راهی مناسب برای این شرکت‌ها به منظور استفاده بهینه از پتانسیل‌های موجود منابع در درازمدت با کمترین اتلاف در پیاده‌سازی شبکه لجستیک معکوس و رفع نیازهای موجود، اقدام شود. بنابراین در پژوهش حاضر، طراحی استراتژی عملیات برای شرکت‌های ۳PRLP در راستای برون‌سپاری خرید و جمع‌آوری داروهای مازاد موجود نزد شهروندان به این شرکت‌ها و با محوریت دولت مورد توجه قرار گرفته است.

سازمان بهداشت جهانی[۱] (WHO) در سال ۱۹۷۷ فهرست داروهای ضروری[۲] (EML) را ایجاد نمود تا به سیاستگذاران ملی و محلی راهنمایی مبتنی بر شواهد برای بهینه‌سازی اولویت‌بندی در سطح کشورها برای داروهای با ارزش بالا ارائه دهد [٦، ص ١٨٦٠]. مفهوم داروی ضروری از دیدگاه‌های گوناگون قابل تعریف است. به عنوان نمونه داروی ضروری دارویی است که کمبود آن و یا قیمت گزاف و ناتوانی بیمار در خرید آن موجب به مخاطره افتادن حیات بیمار شود؛ و یا اینکه این مفهوم می‌تواند به داروهایی اطلاق گردد که در شرایط بحرانی نقشی حیاتی پیدا می‌نمایند. از طرفی، کم توجهی بیماران به دستورات پزشکان و عدم مصرف کامل داروهای تجویزی عموماً منجر به انبار شدن مقادیر زیادی دارو نزد شهروندان می‌گردد. آنچه که مد نظر این پژوهش است، خرید داروهای ضروری برگرفته از EML از شهروندان است.

با در نظر گرفتن انواع محصول، تحقیق در مورد شبکه لجستیک معکوس برخی از محصولات، مانند محصولات پزشکی ناکافی است و این در حالی است که استفاده از فناوری‌های جدید و پیشرفته تأثیر زیادی بر ساخت مجدد شبکه لجستیک معکوس خواهد داشت [۷، ص ۱]. از طرفی اکثر داروها جهت سالم ماندن بایستی منطبق با دما، رطوبت و شرایط نوری خاص جابجا شوند. محموله‌ها تحت شرایط موجود درگیر افراد و تشریفات اداری فراوان‌اند که قابلیت دستکاری دارند. بنابراین بهتر است شرکت‌های حمل و نقل ملزم به ارائه گزارش هر گونه انحراف در درجه حرارات و یا دیگر شرایط به دریافت‌کننده داروی آسیب دیده باشند و تنها در صورت برآورده شدن تمام شرایط، داروها تحویل گرفته شود و در غیر اینصورت، طرفین از انحراف مطلع شوند [۸، ص ٣٦]. با این توضیح، استفاده از بلاکچین در حوزه لجستیک معکوس دارو به منظور حمل و نگهداری صحیح داروهای خریداری شده از شهروندان و اطلاع

۲- World Health Organization
۳- WHO model list of essential medicines

دقیق از شرایط حمل می‌تواند هم به کاهش خسارت وارده به داروها کمک نماید و هم پیگیری خسارت‌ها به منظور جبران آنها را به خوبی ردیابی نماید. بنابراین هدف از این تحقیق، تعیین استراتژی عملیات شرکت‌های ۳PRLP به عنوان کانال معکوس اصلی جمع‌آوری داروهای مازاد موجود نزد شهروندان، طراحی بستر مبتنی بر فناوری بلاکچین در زمینه حمل و نگهداری داروهای خریداری شده و مدلسازی و مقایسه حالت‌های همکاری و عدم همکاری میان شرکت‌های ۳PRLP است. سؤالات این پژوهش عبارتند از (۱) مناسب‌ترین معماری در راستای پیاده‌سازی فناوری بلاکچین در این پژوهش چگونه است؟، (۲) تأثیر پارامتر ضرورت داروهای جمع‌آوری شده بر میزان سود شرکت‌های ۳PRLP چگونه است؟ و(۳) آیا حالت همکاری میان شرکت‌های ۳PRLP بهتر از عدم همکاری است؟

ساختار این تحقیق به صورت زیر است: در بخش بعدی مبانی نظری و پیشینه تحقیق ارائه گردیده است. بخش ۳ روش‌شناسی پژوهش را تشریح نموده است. در بخش ٤ در قالب یافته‌های پژوهش، استراتژی عملیات پیشنهادی برای شرکت‌های ۳PRLP به همراه نتایج عددی حاصل از مدلسازی همکارانه و بینش‌های مدیریتی ارائه گردیده است. نهایتاً، بخش ٥ به نتیجه‌گیری و پیشنهادات مطالعات آتی اختصاص یافته است.

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

افزایش نگرانی‌های اجتماعی و زیست محیطی در سراسر جهان، تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان را برای اجرای استراتژی‌های حفاظت محیط زیست مانند بازیابی محصول، مدیریت ضایعات و استفاده از مواد بازیابی شده تحریک نموده و سبب ایجاد انگیزه در آنها می‌گردد [۹، ص ۲۲۸]. امروزه با توجه به افزایش انواع پسماندها به دلایلی همچون افزایش جمعیت و افزایش توجه سازمان‌ها به حفاظت از محیط زیست، سازمان‌ها تلاش می‌کنند تا با بازیافت پسماندها و بهره‌گیری از آنها در فرآیند تولید محصولات و فروش مجدد آنها، نقش بسزایی در کاهش هزینه و رفع نگرانی‌های زیست محیطی داشته باشند. در این مسیر طراحی شبکه‌های لجستیک معکوس می‌تواند بسیار تأثیرگذار باشد [۱۰، ص ۲۸]. در ادامه، پیشینه تحقیق در سه زیربخش برون‌سپاری، استراتژی عملیات و بلاکچین ارائه گردیده است.

۲-۱- برون‌سپاری

رایج‌ترین روش همکاری از گذشته تا کنون برون‌سپاری بوده است. برون‌سپاری یک تصمیم تجاری آگاهانه برای انتقال کار داخلی به یک تأمین‌کننده خارجی است. مسائل مهمی مانند افزایش رقابت، محدودیت منابع، پیچیدگی‌های فناورانه، عدم اطمینان به آینده و افزایش هزینه‌ها باعث گردیده که سازمان‌ها در الگوی مدیریتی خود تجدیدنظر نموده و به راهبردهای جدیدی روی آورند. به بیان دیگر، برون‌سپاری یک راهبرد بسیار محبوب برای کاهش هزینه‌ها و اجازه دادن به شرکت‌ها به منظور تمرکز بر مأموریت‌های اصلی خود به ویژه در هنگام مواجه با شرایط پیچیدگی محصولات و یا خدمات بوده است [۱۱، ص ۷۲و۷٦]. با توجه به قوانین زیست محیطی رو به رشد و توسعه فناوری‌های جدید، لجستیک معکوس توجه بیشتری را به خود جلب نموده است. برون‌سپاری لجستیک معکوس به شرکت‌های ۳PRLP به دلیل پیچیدگی عملیات لجستیک معکوس و کمبود منابع موجود، به عنوان یکی از مهمترین استراتژی‌های مدیریتی شناخته شده است. هر چند روندهای فعلی پایداری، فرآیند ارزیابی و انتخاب ۳PRLP را نیز پیچیده‌تر نموده است [۱۲، ص ۱۸۱٦]. عمده تحقیقات انجام شده به گونه‌ای است که ضمن آنکه در آنها بر مزایای عمده برون‌سپاری تأکید شده است، تلاش نموده‌اند فرآیند ارزیابی و انتخاب شرکت‌های ۳PRLP را بر مبنای توسعه روش‌های نوین بهینه‌سازی نمایند. حال آنکه موضوع ارزیابی فرآیند برون‌سپاری لجستیک معکوس با در نظر گرفتن اهداف و انتظارات ذینفعان و با بهره‌گیری از مدلسازی ریاضی به ندرت مورد توجه قرار گرفته است.

۲-۲- استراتژی عملیات

چالش‌هایی که امروزه صنایع در دنیای رقابتی جهانی با آن مواجه هستند، نه تنها شامل استراتژی‌های اقتصادی، بلکه شامل استراتژی‌های عملیاتی با تمایل به مراقبت از محیط‌زیست نیز می‌شود. بنابراین صنایع تولیدی عمدتاً استراتژی‌های عملیاتی گوناگون به ویژه استراتژی‌های عملیاتی مبتنی بر پایداری، طراحی محصول سبز و لجستیک معکوس را اجرا می‌کنند [۱۳، ص ٤۹٤]. از طرف دیگر، سیستم‌های تولید ترکیبی برای تولید همزمان محصولات جدید و بازتولید شده پیچیدگی مدیریتی بیشتری دارند و بنابراین تعیین یک استراتژی عملیات مناسب برای تعیین نسبت بازیافت محصول قدیمی و تخصیص ظرفیت‌های تولید به محصولات

جدید و بازسازی‌شده موضوع مهمی است [١٤، ص ٨٨]. مطالعه فانگ و همکاران[١] (٢٠١٧) عمدتاً بر روی یک سیستم تولید ترکیبی متمرکز بوده است که در آن استراتژی عملیات بهینه بر اساس هزینه‌های مرتبط، عدم اطمینان در مورد بازیافت، جایگزینی تقاضا و محدودیت ظرفیت تعیین می‌گردد [١٤، ص ٨٨]. در حوزه بهینه‌سازی کانال معکوس، نظریه بازی در مدلسازی تحلیلی یافتن تصمیمات بهینه برای ساختارهای کانال معکوس غالب بوده است [١٥، ص ٨٥٩]. به عنوان نمونه هافمن و ویساگی[٢] (٢٠٢٠) از طریق مدلسازی واقعی تولیدکننده، خرده‌فروش و شخص ثالث به عنوان کانال‌های مختلف جمع‌آوری و تولید مجدد محصولات استفاده‌شده، از نظریه بازی برای به حداکثر رساندن سود با شناسایی کانال بهینه استفاده نموده‌اند [١٦، ص ٢٣٩]. علیرغم وجود ابزارهای توانمند و کارا، بررسی تحقیقات پیشین، خلاء تدوین استراتژی عملیات مناسب برای شرکت‌های ٣PRLP در زمینه پیاده‌سازی شبکه لجستیک معکوس کالاهای خطرناک را به خوبی اثبات می‌نماید.

٢-٣- بلاکچین

توانمندی‌ها و قابلیت‌های متنوع و خاص فناوری‌های تحول دیجیتال در عصر حاضر، استفاده از آنها در لجستیک معکوس زنجیره تأمین را به یک ضرورت مبدل ساخته است [١٧، ص ١٤]. در سال‌های اخیر، فناوری بلاکچین به دلیل توانایی آن در کنترل جریان اطلاعات به سبب مزایای تغییرناپذیر و قابل ردیابی آن، محبوب شده است. علاوه بر این، عملکردهای متعدد بلاکچین از جمله دفتر کل توزیع شده، قرارداد هوشمند و خدمات ردیابی، پشتیبانی فنی جدیدی را برای فعالیت‌های حمل و نقل لجستیک معکوس ارائه می‌کند. هنگامی که بلاکچین به عنوان یک سرویس ردیابی استفاده می‌شود، می‌تواند به شرکت‌های شخص ثالث در شبکه‌های لجستیک معکوس کمک نماید تا در راستای ارائه خدمات بهتر بتوانند درک بهتری از کمیت، مکان، نوع و کیفیت محصولات پایان عمر داشته باشند [١٨، ص ٢]. بلاکچین فناوری اطلاعاتی بسیار امیدوارکننده‌ای است که در صنایع غذایی، مراقبت بهداشتی و دارویی بیشترین توجه را به خود جلب نموده و می‌تواند کاربردهای متعددی در عملیات و زنجیره‌های تأمین داشته باشد [١٩، ص ١٧٣]. ادغام فناوری‌های اطلاعاتی جدید مانند بلاکچین و اینترنت اشیا[٣] (IoT) به خوبی

١- Fang et al.
٢- Hofmann and Visagie
١- Internet of Things

می‌تواند به مدیریت پسماند خطرناک کمک نماید [۲۰، ص ۱]. توسعه استفاده از بلاکچین در لجستیک معکوس می‌تواند قابلیت ردیابی و شفافیت را ارتقا داده و به سبب فراهم نمودن امکان ثبت اطلاعات مربوط به بازگشت محصولات در محیطی با امنیت بسیار بالا، از بروز مواردی همچون تقلب و دستکاری در اطلاعات پیشگیری نماید. این امر به نوبه خود منجر به ایجاد سطح اعتماد بالاتر و در نتیجه بهبود روابط میان اجزای شبکه لجستیک معکوس خواهد گردید. استفاده از بلاکچین در زمینه لجستیک معکوس تجهیزات پزشکی استفاده شده از طریق پیشنهاد یک مکانیسم ردیابی بسیار قوی برای فعالیت‌های نوسازی تجهیزات پزشکی مبتنی بر بلاکچین و قراردادهای هوشمند در مطالعه دولادیریس و همکاران[۱] (۲۰۲۰) مورد بررسی قرار گرفته است [۲۱، ص ۱۴۸]. همچنین با در نظر گرفتن بازیافت دارو، سیستم لجستیک معکوس سبز مبتنی بر بلاکچین با سیستم لجستیک معکوس سبز جاری در وو و ژائو[۲] (۲۰۲۲) مقایسه شده است. نتایج نشان داده است که راندمان بازیافت دارو بر اساس بلاکچین افزایش یافته و نرخ پسماند نیز کاهش یافته است [۲۲، ص ۱]. بلاکچین بر مبنای قابلیت‌های خود می‌تواند با تسهیل فرآیندهای لجستیک معکوس بازیافت دارو و انتقال مجدد آن به مصرف کنندگان جدید، اتلاف داروها را به میزان قابل توجهی کاهش دهد. این امر می‌تواند ضمن کاهش هزینه‌های تأمین دارو برای بخش‌های کم درآمد جامعه، دسترسی به دارو توسط آنان را افزایش دهد. البته هزینه نصب بالا، مقاومت ذینفعان در برابر بلاکچین و فقدان پشتیبانی مدیریت ارشد، موانع حیاتی در موفقیت بلاکچین هستند. از منظر صنعتی همچنین نیاز است کسب‌وکارها به ارزیابی دقیق منافع و هزینه‌های بالقوه استفاده از بلاکچین توجّه داشته باشند [۲۳، ص ۱]. علیرغم انجام تحقیقات متعدد در زمینه اثبات مزایای متعدد به‌کارگیری فناوری بلاکچین در حوزه لجستیک معکوس، استفاده از پتانسیل بلاکچین در همکاری با ابزارهای دیگر و در جهت تدوین استراتژی عملیات چندان مورد توجه قرار نگرفته است. در جدول ۱ خلاصه‌ای از مرور ادبیات ارائه گردیده است.

۲- Douladiris et al.
۳- Wu and Zhao

جدول ۱. خلاصه مرور ادبیات

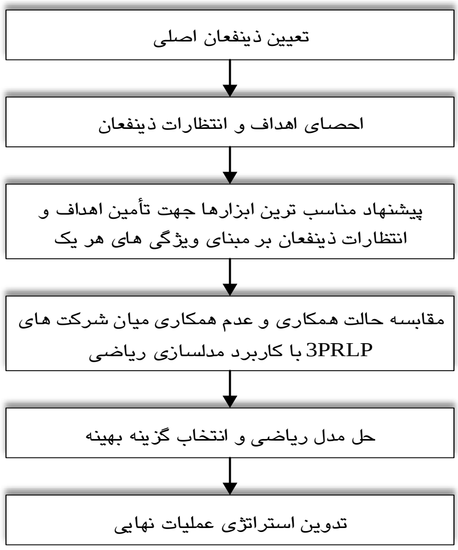
نویسندگان	استراتژی/ استراتژی عملیات	لجستیک معکوس	ماده خطرناک	تکنولوژی تحول دیجیتال	همکاری/ هماهنگی	شخص ثالث	شرایط/ تنوع محصول
ساواسکان و همکاران [٤]		✓			✓	✓	
میشرا و همکاران [١٢]	✓	✓				✓	
آلداس و همکاران [١٣]	✓	✓					
فانگ و همکاران [١٤]	✓	✓					✓
هافمن و ویساگی [١٦]		✓			✓	✓	
ژانگ و همکاران [١٨]	✓	✓		✓		✓	✓
هروگا و همکاران [٢٠]		✓	✓	✓			
وو و ژائو [٢٢]		✓	✓	✓			
پژوهش حاضر	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

با توجه به جدول ۱، تدوین استراتژی عملیات برای شرکت‌های ۳PRLP در حوزه لجستیک معکوس برون‌سپاری خرید داروهای مازاد از شهروندان برای حالتی که داروها بر مبنای ضرورت دسته‌بندی می‌گردند آن هم با کاربرد فناوری بلاکچین، به عنوان یک گپ تحقیقاتی شناسایی می‌گردد. بنابراین طراحی استراتژی عملیات برای شرکت‌های ۳PRLP در زمینه خرید و جمع‌آوری داروهای مازاد شهروندان به منظور پیاده‌سازی شبکه لجستیک معکوس بازیافت دارو با بهره‌گیری از سه ابزار بلاکچین، لجستیک زنجیره سرد، و همکاری/ عدم همکاری میان شرکت‌های ۳PRLP به عنوان نوآوری اصلی این پژوهش مطرح می‌گردد.

۳- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر پژوهشی است کاربردی و توسعه‌ای که با استفاده از ابزارهای کمی در پی ارائه یک استراتژی عملیات کارا برای شرکت‌های ۳PRLP است. از آنجایی که پژوهش حاضر به سبب بهره‌گیری از روش ارزیابی منافع و به‌کارگیری مدلسازی ریاضی در زمره پژوهش‌های تحلیلی به شمار می‌آید، فاقد نمونه و جامعه آماری است. ابزار گردآوری داده‌ها، جستجو در منابع معتبر کتابخانه‌ای آنلاین شامل مقالات و کتب مرتبط با موضوع پژوهش بوده است. در اینجا پس از تبیین اهداف و انتظارات ذینفعان و شرکت‌های ۳PRLP، مناسب‌ترین ابزارهایی که می‌توانند در راستای تأمین اهداف و انتظارات مذکور به‌کار گرفته شوند، پیشنهاد

گردیده است. به منظور دستیابی به نتایج دقیق‌تر و با هدف ارزیابی ابزار همکاری و یا عدم همکاری میان شرکت‌های ۳PRLP، از مدلسازی ریاضی استفاده شده است. مدل‌های ریاضی ارائه شده به صورت غیرخطی بوده و نتیجه بهینه‌سازی آنها، انتخاب حالت همکاری میان شرکت‌ها بوده است. نهایتاً پس از اعتبارسنجی مدل‌ها در قالب ارائه مثال عددی، یک استراتژی عملیات مناسب ارائه گردیده است. این مراحل در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. روش‌شناسی پژوهش

در ادامه این بخش پس از شناسایی و ارزیابی ذینفعان ۳PRLPها، ابزارهای پیشنهادی جهت تأمین اهداف و انتظارات ذینفعان و شرکت‌های ۳PRLP و نحوه تأمین آنها تشریح گردیده است.

۳-۱- اهداف و انتظارات ذینفعان در شبکه لجستیک معکوس

به منظور تدوین استراتژی عملیات برای ارائه دهندگان لجستیک معکوس شخص ثالث در ابتدا لازم است مشخص گردد که ذینفعان شبکه لجستیک معکوس پژوهش شامل چه اعضایی بوده و ۳PRLP در جایگاه خود به چه صورت می‌تواند اهداف و انتظارات آنها را تأمین نماید. در جدول ۲ ذینفعان و اهداف و انتظارات هر یک (به ترتیب اهمیت) ارائه گردیده است.

جدول ۲. ذینفعان و اهداف و انتظارات هر یک

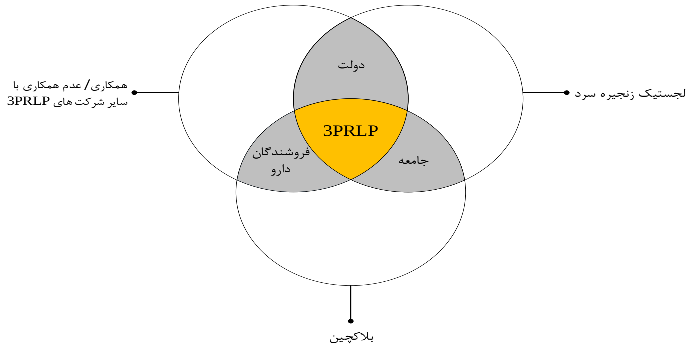
ردیف	ذینفع	اهداف و انتظارات
۱	دولت	۱- تأمین کافی و به موقع داروهای ضروری برای نجات جان بیماران نیازمند بر مبنای دسته‌بندی ۲- بهینه‌سازی هزینه ۲- امحای ایمن ٤- شفافیت عملکرد و امکان ردیابی محصول
۲	شهروندان فروشنده دارو	۱- کسب درآمد ۲- تسهیل فرآیند خرید ۳- امحای ایمن
۳	جامعه	۱- حفظ محیط زیست ۲- استخدام

در خصوص جدول ۲ واضح است که برخی از اهداف و انتظارات همراستا هستند و برخی نیز در تضاد با یکدیگر قرار دارند. به عنوان نمونه شهروندان به دنبال فروش داروهای مازاد خود با حداکثر قیمت به شرکت‌های ۳PRLP بوده (کسب درآمد) و از طرفی دولت نیز در پی خرید این داروها از شرکت‌های ۳PRLP با حداقل قیمت (بهینه‌سازی هزینه) است. از طرفی امحای ایمن پسماندهای دارویی خطرناک و حفظ محیط زیست میان ذینفعان یک انتظار مشترک است. نکته دیگر در خصوص جدول ۲ آنکه، تعیین اولویت میان اهداف و انتظارات جامعه کاملاً وابسته به ساختار جوامع است. واضح است که در یک کشور توسعه یافته با نرخ بیکاری پایین، حفظ محیط زیست دارای اولویت خواهد بود؛ ولی در کشوری با نرخ بیکاری بالا، مقوله استخدام مهم‌تر بوده که در این پژوهش مورد اول مورد نظر است. از آنجا که در هر سازمانی مسئولیت حوزه عملیات است که اهداف ذینفعان خود را شناسایی نموده و بر طبق آنها اهداف خود را تنظیم نماید [۲٤، ص ٥٥]، بنابراین اهداف عملکردی تدوین شده برای ۳PRLP بایستی در مرحله اول به دنبال تأمین اهداف و انتظارات ذینفعان و در مرحله بعدی به دنبال تأمین اهداف عملکردی مورد نظر خود باشد. در این پژوهش اهداف ۳PRLP به صورت زیر هستند:

- کسب درآمد از طریق فروش دارو و کاهش هزینه‌های مرتبط با حمل و نقل دارو
- کاهش ریسک مربوط به حمل و نگهداری داروهای خریداری شده از شهروندان

بنابراین ابزارهایی که می‌توانند در راستای تأمین اهداف و انتظارات ذینفعان و اهداف خود ۳PRLP به‌کار گرفته شوند، به صورت (۱) بلاکچین، (۲) لجستیک زنجیره سرد، و (۳) همکاری/ عدم همکاری با سایر شرکت‌های ۳PRLP پیشنهاد می‌شود. شکل ۲ ذینفعان و ابزارهای در اختیار ۳PRLP را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که همپوشانی دایره‌ها در شکل ۲ به سبب اشتراک برخی از اهداف و انتظارات ذینفعان است. همچنین میزان تأثیرات و نقش و پتانسیل

هر یک از ابزارهای معرفی شده در راستای تأمین اهداف و انتظارات ذینفعان و اهداف عملکردی ۳PRLP در جدول ۳ مشخص گردیده است. واضح است که با توجه به حساسیت موضوع دارو، در اکثر کشورها دولت به عنوان بازیگر اصلی پیاده‌سازی و نظارت بر زنجیره تأمین دارو نقش‌آفرینی می‌نماید و در این پژوهش نیز، با توجه به اینکه جمع‌آوری داروهای خریداری شده از شهروندان در شبکه لجستیک معکوس دارو از طرف دولت به شرکت‌های ۳PRLP برون‌سپاری شده است، بنابراین تأمین اهداف و انتظارات دولت بر دیگر ذینفعان اولویت خواهد داشت.



شکل ۲. ذینفعان و ابزارهای تأمین اهداف و انتظارات آنها توسط شرکت‌های ۳PRLP

در مرحله بعدی، با توجه به نقش اصلی داروهای خریداری شده از شهروندان در تأمین منافع اقتصادی شرکت‌های ۳PRLP، تأمین اهداف و انتظارات شهروندان در اولویت دوم قرار داشته و سرانجام تأمین اهداف و انتظارات جامعه در آخرین رده دسته‌بندی می‌گردد. بنابراین ترتیب برآورده‌سازی اهداف و انتظارات ذینفعان بر اساس جدول ۲ بدین صورت است که تأمین کافی و به موقع داروهای ضروری برای نجات جان بیماران دارای بیشترین اولویت بوده و استخدام در پایین‌ترین اولویت خواهد بود.

جدول ۳ . پتانسیل ابزارها در تأمین اهداف و انتظارات ذینفعان

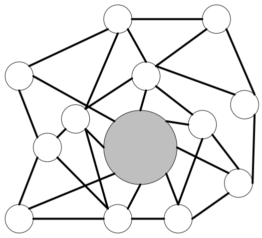
ردیف	ابزار	اهداف و انتظارات تأمین شونده
۱	بلاکچین	بهینه‌سازی هزینه، شفافیت عملکرد و امکان ردیابی محصول و جبران خسارت، تسهیل فرآیند خرید
۲	همکاری/ عدم همکاری شرکت‌های ۳PRLP	بهینه‌سازی هزینه برای دولت، کسب درآمد برای شرکت‌های ۳PRLP

ردیف	ابزار	اهداف و انتظارات تأمین شونده
۳	لجستیک زنجیره سرد	تأمین کافی و به موقع داروهای ضروری برای نجات جان بیماران بر مبنای دسته‌بندی، امحای ایمن، بهینه‌سازی هزینه، تسهیل فرآیند خرید، حفظ محیط زیست، افزایش استخدام، کاهش ریسک حمل و نگهداری دارو

۳-۲- چارچوب بلاکچین پیشنهادی

بلاکچین یک سیستم ثبت اطلاعات و گزارش است و تفاوت آن با سیستم‌های دیگر این است که اطلاعات ذخیره شده روی آن میان همه اعضای شبکه به اشتراک گذاشته می‌شود و با استفاده از رمزنگاری، امکان حذف و دستکاری اطلاعات ثبت شده تقریباً غیرممکن است. به بیان بهتر، بلاکچین یک سیستم کاملاً توزیع شده یکپارچه از یک واحد نرم‌افزاری به حساب می‌آید و شامل یک الگوریتم است که محتوای اطلاعاتی مجموعه داده و بلوک‌های متصل شده از داده‌ها را با فناوری‌های رمزنگاری و امنیتی به منظور دستیابی به تمامیت و حفظ آن به هم متصل می‌کند [۸، ص ۲و۱٤]. حوزه لجستیک در دنیای امروز به طور فزاینده‌ای پیچیده شده است و پرداختن به یکپارچگی داده‌ها، شفافیت و چالش‌های ذخیره‌سازی ایمن را ضروری می‌کند. با توجه به حجم بالای داده‌های تولید شده در این حوزه، نیاز به یک سیستم ذخیره‌سازی و مدیریت داده قابل اعتماد و مطمئن وجود دارد. این قبیل مشکلات مطرح شده را می‌توان با به‌کارگیری یک راهکار مبتنی بر بلاکچین برطرف نمود. بلاکچین یک فناوری نوآورانه است که بر روی یک سیستم پایگاه داده غیرمتمرکز عمل می‌کند و کاربردهای مختلفی دارد که شامل امور مالی، مراقبت‌های بهداشتی و ... می‌شود [۲۵، ص ٤۱۳۹]. راه‌های متعددی برای پیاده‌سازی سیستم نرم‌افزاری وجود دارد. یکی از تصمیمات اساسی در پیاده‌سازی سیستم نرم‌افزارها، توجه به معماری آن است که می‌تواند متمرکز و یا توزیعی باشد. در سیستم متمرکز، اجزای آن در اطراف جزء مرکزی قرار گرفته‌اند؛ در حالیکه در سیستم توزیعی، اجزاء در شبکه‌ای بدون تمرکز یا بدون کنترل هسته مرکزی قرار گرفته‌اند. از مهمترین مزایای سیستم توزیعی می‌توان به مواردی چون قدرت بالاتر محاسبات، تقلیل هزینه‌ها، قابلیت اتکای بالاتر و قابلیت ارتقا و توسعه اشاره نمود. در کنار این مزایا، وجود معایبی همچون هزینه سربار هماهنگی، هزینه سربار ارتباطی، وابستگی به شبکه‌ها، پیچیدگی بیشتر برنامه و مسائل امنیتی مربوط به یک سیستم توزیعی، ترکیب سیستم‌های توزیعی و متمرکز (به عنوان دو سیستم از نظر معماری مقابل هم) را به عنوان گزینه‌ای جذاب مطرح می‌سازد. دو مدل معماری برای این

ترکیب وجود دارد: ۱- ایجاد یک موجودیت مرکزی در یک سیستم توزیعی و ۲- تعبیه یک سیستم توزیعی در داخل یک مرکز. شکل ۳ معماری ترکیبی مربوط به مدل ایجاد یک موجودیت مرکزی در یک سیستم توزیعی را نشان می‌دهد که عنصر مرکزی (دایره بزرگتر) درون یک سیستم توزیعی قرار گرفته است. در اینجا تمام دایره‌ها به دایره بزرگتر واقع در مرکز متصل شده‌اند و اگرچه این سیستم توزیعی به نظر می‌رسد، اما در اصل نوعی سیستم متمرکز است [۸، ص ۱۵-۱۸].



شکل ۳. معماری ترکیبی از نوع ایجاد یک موجودیت مرکزی در یک سیستم توزیعی

با توجه به اینکه در پژوهش حاضر فرض شده است دولت نقشی محوری در تعیین و ابلاغ سیاست‌های مربوط به خرید و جمع‌آوری داروهای ضروری به شرکت‌های ۳PRLP دارد، بنابراین معماری مورد نظر قطعاً تا حد زیادی دارای ویژگی متمرکز خواهد بود. از طرفی با توجه به اینکه در بخش ۳-٤ ضرورت وجود همکاری میان شرکت‌های ۳PRLP اثبات گردیده است، معماری مورد نظر بایستی به اندازه کافی از ویژگی توزیعی نیز برخوردار باشد. بنابراین معماری ترکیبی مشابه شکل ۳ به عنوان مناسب‌ترین استراتژی در به‌کارگیری فناوری بلاکچین در این پژوهش پیشنهاد می‌گردد.

۳-۳- لجستیک زنجیره سرد

لجستیک زنجیره سرد به عنوان شاخه‌ای در صنعت لجستیک با مصرف انرژی و انتشار کربن بالا، در محیطی با دمای پایین کار می‌کند که در مقایسه با لجستیک معمولی به سوخت بیشتری نیاز دارد. هدف اصلی آن، اطمینان از ایمنی و کیفیت کالاهای فاسد شدنی است. زنجیره سرد باید به دستیابی به اهداف برد-برد مربوط به کارایی هزینه، به موقع بودن، کیفیت محصول، اثرات زیست محیطی و غلبه بر چالش‌های فنی خاص مربوط به کالاهای فاسد شدنی بپردازد [۲٦، ص ۱]. لجستیک زنجیره سرد یک جنبه مهم در ذخیره‌سازی، حفظ و حمل و نقل محموله

ایفا می‌کند که به پارامترهای محیطی اطراف آن بسیار حساس است. عدم نگهداری فرآورده‌های دارویی در محیط توصیه شده چه در حین حمل و چه در زمان نگهداری می‌تواند اثرات نامطلوبی از جمله کاهش اثرات و پایداری دارو داشته و در برخی موارد حتی منجر به بروز عواقب جدی برای سلامت مصرف‌کننده شود [۲۷، ص ۱۸۵]. از آنجایی که سیستم لجستیک زنجیره سرد دارویی مبتنی بر فناوری بلاکچین دارای زمان انتقال داده سریع و کارایی عملیاتی سیستمی بالاست [۲۸، ص ۱]، توسعه آن در لجستیک معکوس داروهای خریداری شده نیز دارای مزیت‌های مشابهی خواهد بود. در واقع الزام ردیابی اصالت محصول برای جلوگیری از ضررهای مالی و ثبت امن تراکنش‌های بین طرفین به منظور افزایش اعتماد و شفافیت [۲۹، ص ۱۰۷۷۶] می‌تواند به عنوان دلایل اصلی ادغام بلاکچین در لجستیک زنجیره سرد دارو مورد توجه قرار گیرد. بنابراین لازم است شرکت‌های ۳PRLP در ابتدا خود را به یک سیستم لجستیک زنجیره سرد کارا مجهز نمایند و در ادامه بر مبنای ابلاغیات دولت، نسبت به خرید داروهای EML از شهروندان اقدام نمایند. در خصوص نحوه قیمت‌گذاری و خرید دارو، ذکر این نکته کافی است که بهتر است اولویت خرید دارو بر مبنای سلسله مراتب اهمیت داروها مطابق EML تعیین گردد. به بیان واضح‌تر، حتی‌الامکان توصیه می‌گردد ابتدا حداقل مقدار مورد نیاز از نوع داروهایی خریداری گردد که دارای بیشترین ضرورت هستند؛ هر چند ممکن است این موضوع منجر به پرداخت هزینه بالاتری به شهروندان گردد. پس از آنکه دارو به مقصد رسید، داده‌ها به بلاکچین منتقل می‌شود که اجزای آن شامل دولت و شرکت‌های ۳PRLP مورد نظر است. در اینجا بهتر است با استفاده از یک قرارداد هوشمند مناسب، داده‌ها با الزامات قانونی مقایسه گردد و در صورت برآورده شدن تمام شرایط، داروها توسط دولت تحویل گرفته شود و در غیر اینصورت و به منظور جبران خسارات احتمالی، طرفین معامله از انحرافات مطلع شوند.

۳-۴- مدل همکارانه و غیرهمکارانه شرکت‌های ۳PRLP

در این بخش، از مدلسازی ریاضی به منظور مقایسه حالت‌های همکاری و عدم همکاری میان شرکت‌های ۳PRLP در دو حالت (الف) تحت نظارت دولت ولی به صورت مستقل از یکدیگر و (ب) تحت نظارت دولت و با همکاری یکدیگر استفاده شده است. بنابراین بدون در نظر گرفتن سایر هزینه‌ها، بر مبنای فرضیات و نمادگذاری زیر، مدل ریاضی محاسبه سود ۳PRLP برای حالت‌های (الف) و (ب) به صورت زیر خواهد بود:

۱- مقدار حداقل داروی مورد نیاز از هر نوع در هر دوره یک مقدار ثابت بوده که رسماً توسط ارگان‌های دولتی ذیربط اعلام می‌گردد.

۲- هر شرکت ۳PRLP از ظرفیت و ناوگان حمل و نقل کافی به منظور نگهداری و حمل داروهای خریداری شده از شهروندان برخوردار است.

۳- قیمت خرید پیشنهادی به شهروندان برای هر نوع دارو توسط دولت تعیین و به شرکت‌های ۳PRLP ابلاغ می‌گردد.

٤- پس از ارائه پیشنهاد قیمت خرید دارو به شهروندان، در صورت موافقت شهروند مزبور، معامله انجام و دارو خریداری می‌گردد و در غیر اینصورت پیشنهاد قیمت بالاتری به وی ارائه نمی‌گردد.

شاخص‌ها:

i: نوع داروی ضروری مورد نیاز $(i = ۱, \dots, St)$

k: تعداد شرکت‌های $۳PRLP$ $(k = ۱, \dots, ۳PRLP)$

پارامترها:

ES_i: ضرورت داروی نوع i

$D_{i,k}$: حداقل مقدار داروی ضروری مورد نیاز از نوع i مختص شرکت k

D_i^T: حداقل مقدار داروی ضروری مورد نیاز از نوع i برای مجموعه شرکت‌های $۳PRLP$

$Pr_{i,k}^{cit}$: قیمت خرید داروی ضروری نوع i از شهروندان توسط شرکت k

B_{gov}: حداکثر بودجه دولت برای خرید مجموع مقادیر دارو

متغیرهای تصمیم:

$Pr_{i,k}^{gov}$: قیمت فروش داروی ضروری نوع i به دولت توسط شرکت k

$Q_{i,k}$: مقدار داروی ضروری نوع i خریداری شده از شهروندان توسط شرکت k

(الف) تابع هدف سود شرکت k به صورت محاسبه درآمد حاصل از فروش داروهای خریداری شده از شهروندان به دولت بر مبنای رابطه (۱) محاسبه می‌گردد:

$$Max\ Z_{prof}^{(k)} = \sum_{i=1}^{St} Pr_{i,k}^{gov} * Q_{i,k} - \sum_{i=1}^{St} Pr_{i,k}^{cit} * Q_{i,k} \qquad (۱)$$

$$s.t.: ES_i * Q_{i,k} \geq ES_{i+۱} * Q_{i+۱,k} \qquad for\ k,i = ۱, \dots, St - ۱ \qquad (۲)$$

$$Q_{i,k} \geq D_{i,k} \qquad \forall\ k,i \qquad (۳)$$

$$\sum_{k=1}^{3PRLP}\sum_{i=1}^{St} Pr_{i,k}^{gov} * Q_{i,k} \le B_{gov} \quad (٤)$$

$$ES_i \ge ES_{i+1} \qquad for\ i = 1, \dots, St-1 \quad (٥)$$

$$Q_{i,k} \le UB \qquad \forall i,k \quad (٦)$$

$$Pr_{i,k}^{gov} \ge 0, Q_{i,k} \ge 0 \quad (٧)$$

نحوه محاسبه سود هر شرکت ۳PRLP در رابطه (۱) ارائه شده است. محدودیت (۲) مربوط به سیاست دولت در تعیین ارتباط میان مقادیر داروهای مورد نیاز و ضرورت آنها است. محدودیت (۳) مربوط به لزوم خرید و تأمین حداقل داروهای مورد نیاز از شهروندان توسط شرکت k است. محدودیت (٤) نشان می‌دهد بودجه تخصیصی دولت جهت خرید دارو از شرکت‌های ۳PRLP دارای سقف مشخصی بوده و محدودیت (٥) نشان می‌دهد سطوح ضرورت داروهای EML به صورت نزولی در نظر گرفته شده است. نهایتاً محدودیت (٦) یک کران بالا (UB) برای متغیر $Q_{i,k}$ تعیین می‌نماید.

(ب) در این حالت با توجه به همکاری شرکت‌ها در تأمین داروهای مورد نیاز، مدلسازی عیناً مشابه مدل حالت (الف) بوده و تنها تفاوت بدین صورت خواهد بود که محدودیت (۳) حذف شده و با محدودیت (۸) جایگزین خواهد شد:

$$\sum_{k=1}^{3PRLP} Q_{i,k} \ge D_i^T \qquad \forall\, i \quad (٨)$$

محدودیت (۸) مربوط به لزوم خرید و تأمین حداقل داروهای مورد نیاز از شهروندان توسط مجموعه شرکت‌های ۳PRLP است. در واقع تفاوت دو مدل در جایی است که در حالت (ب) شرکت‌ها مکلفند با همکاری یکدیگر نسبت به تأمین داروهای مورد نیاز اقدام نمایند؛ این در حالی است که در حالت (الف) هر شرکت بایستی خود به تنهایی نسبت به تأمین حداقل داروی سهم خود که توسط دولت میان شرکت‌ها به طور مساوی تقسیم می‌گردد، اقدام نماید. در اینجا یک مثال عددی ارائه می‌گردد.

– فرض کنید تعداد ٤ نوع داروی ضروری وجود دارد که بایستی از شهروندان خریداری گردد. با در نظر گرفتن تعداد دو شرکت ۳PRLP، مقادیر جدول ٤ برای داروها به عنوان ورودی در نظر گرفته شده است. اگر سقف بودجه دولت ۲۵۰۰۰۰ واحد پولی در نظر گرفته شود، نتایج حل مدل‌ها برای یک شرکت توسط نرم‌افزار گمز به صورت جداول ٥ و ٦ بوده است:

جدول ۴. ورودی‌های مثال

i	ES_i	$Pr_{i,k}^{cit}(\$)$	$D_{i,k}$		D_i^T
			شرکت ۱	شرکت ۲	
۱	۱	۱۰	۲۰۰	۲۰۰	۴۰۰
۲	۰/۹	۱۰	۳۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۳	۰/۸	۱۰	۳۵۰	۳۵۰	۷۰۰
٤	۰/۵	۱۰	۱۰۰	۱۰۰	۲۰۰

جدول ۵. جواب نرم‌افزار گمز برای حالت (الف) مثال

i	$Pr_{i,۱}^{gov}(\$)$	$Q_{i,۱}$		$Z_{prof}^{(۱)}$
		شرکت ۱	شرکت ۲	
۱	۲۲۷/۵۰۲	۲۸۰	۲۸۰	۲۳۹۵۸۸/۸۸۹
۲	۲۵۲/۷۸	۳۱۱	۳۱۱	
۳	۲۸٤/۳۷۷	۳۵۰	۳۵۰	
٤	۸۱/۲۵۱	۱۰۰	۱۰۰	

جدول ۶. جواب نرم‌افزار گمز برای حالت (ب) مثال

i	$Pr_{i,۱}^{gov}(\$)$	$Q_{i,۱}$		$Z_{prof}^{(۱)}$
		شرکت ۱	شرکت ۲	
۱	٤۱۲/۷٤۷	۱٦۰	٤۰۰	۲٤٤٦۲۲/۲۲۲
۲	٤۵٦/۷۲۹	۱۷۷	٤٤٤	
۳	۵۱۳/۸۲۱	۲۰۰	۵۰۰	
٤	۸۹٤۵/٤٦۹	–	۵۰۰	

همانطور که ملاحظه می‌گردد، با توجه به محدودیت بودجه در نظر گرفته شده، حداکثر واحد پولی سود قابل دستیابی برای ۳PRLP در حالتی که شرکت‌های ۳PRLP با یکدیگر همکاری می‌نمایند (حالت (ب))، بیشتر از حالتی است که هر یک به صورت مجزا عمل می‌نمایند (حالت(الف)) (البته سود به دست آمده بایستی بین شرکت‌ها تقسیم گردد). دلیل این موضوع آن است که در مدل (ب) محدودیت (۸) منجر به ایجاد انعطاف‌پذیری بیشتری در جهت تعیین و تغییر در مقادیر متغیر $Q_{i,k}$ می‌گردد و لذا با انتخاب و تنظیم دقیق پارامتر UB می‌توان سود نهایی شرکت‌ها را تا حد ممکن به سقف بودجه دولت نزدیک نمود. لازم به ذکر است که در مثال ارائه شده، سود شرکت در هر دو حالت با انتخاب مقدار $UB = ۵۰۰$ محاسبه شده است.

۴- یافته‌های پژوهش

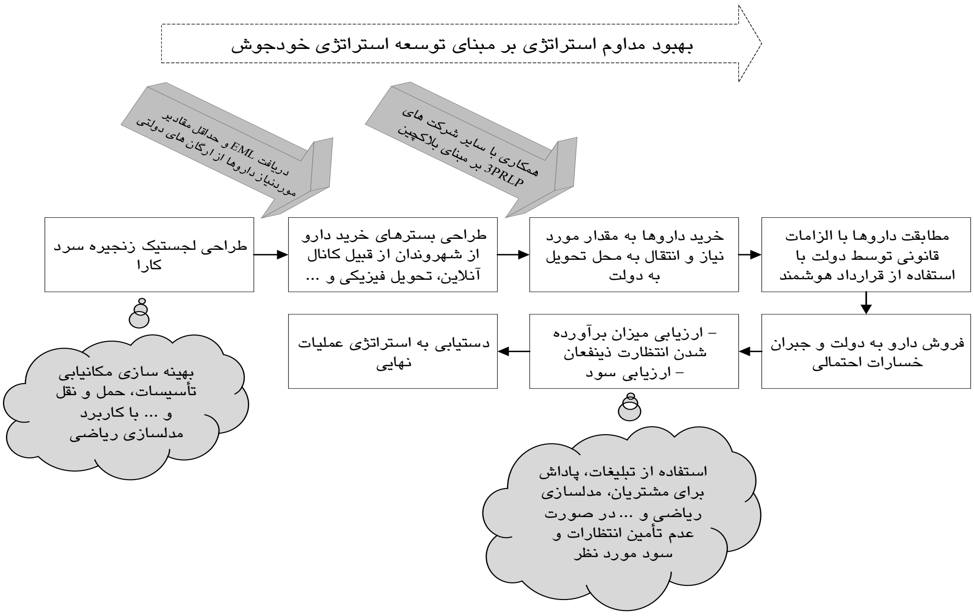
در اینجا یافته‌های پژوهش در دو بخش استراتژی عملیات پیشنهادی و نتایج عددی ارائه خواهد شد.

۴-۱- استراتژی عملیات پیشنهادی برای شرکت‌های ۳PRLP

با توجه به چهار دیدگاه موجود در خصوص توصیف استراتژی عملیات [۲٤، ص ١٤]، در این پژوهش نوع استراتژی عملیات پیشنهادی برای ۳PRLP از دو دیدگاه ذیل تعریف می‌گردد:

(۱) دیدگاه نیازمندی‌های جامعه؛ از آنجایی که دارو یک کالای ضروری است، تأمین به موقع و کافی آن به منظور رفع نیازمندی‌ها در اینجا به شدت مورد توجه است. بنابراین استراتژی عملیات انتخابی هم بایستی به خوبی ۳PRLP را قادر سازد که بتواند نیازهای جامعه هدف (در اینجا بیماران نیازمند) را برآورده نماید و هم از طرفی تضمین‌کننده حداقل سود مورد نظر شرکت نیز باشد. از سوی دیگر، موضوع ضرورت داروها رابطه مستقیمی با برآورد نیازمندی-های جامعه دارد؛ در واقع نیاز جامعه به داروی ضروری‌تر بیشتر است و این مقدار نیاز تا آخرین رده ضرورت داروها کاهش می‌یابد. بنابراین تدوین استراتژی عملیات مبتنی بر ضرورت داروها نیز خواهد بود.

(۲) دیدگاه از پایین به بالا؛ از آنجایی که توسعه شبکه لجستیک معکوس دارو سابقه چندانی ندارد، نیاز است پس از شروع اجرای شبکه لجستیک معکوس، از تجارب روزانه به خوبی در جهت بهبود استراتژی استفاده گردد. بنابراین در اینجا توانایی یادگیری از تجربیات و نیز وجود بهبود پیوسته و توسعه استراتژی خودجوش کاملاً منطقی است. نهایتاً با توجه به موارد مطرح شده، استراتژی عملیات پیشنهادی برای ۳PRLP مطابق شکل ٤ ارائه گردیده است.



شکل ۴. استراتژی عملیات پیشنهادی برای یک شرکت ۳PRLP

همانطور که در شکل ٤ ملاحظه می‌گردد، ۳PRLP بایستی پس از تجهیز خود به یک سیستم لجستیک زنجیره سرد کارا، نسبت به طراحی مناسب‌ترین بسترهای ارتباطی برای شهروندان جهت تسهیل فرآیند داد و ستد دارو آن هم داروهای مطابق EML اقدام نماید. در اینجا فرآیند خرید داروهای مورد نیاز با همکاری سایر شرکت‌های ۳PRLP و در بستری مبتنی بر فناوری بلاکچین صورت خواهد پذیرفت. داروهای خریداری شده پس از دپو در محل مناسب، از سوی دولت مورد بازرسی قرار گرفته و پس از مطابقت با الزامات قانونی با تکیه بر قرارداد هوشمند، فروش و تحویل دارو به دولت با در نظر گرفتن خسارت‌های احتمالی و جبران آن توسط شرکت‌های ۳PRLP انجام خواهد گرفت. این روند مرتباً انجام می‌گردد و در این بین شرکت ۳□□□□ بایستی میزان برآورده شدن اهداف و انتظارات ذینفعان و همچین اهداف مورد نظر خود را از طریق بازخوردگیری مناسب کنترل نموده و در صورت وجود انحراف، نسبت به اصلاح آن اقدام نماید. به عنوان نمونه در صورت مشارکت پایین شهروندان در پیاده‌سازی لجستیک معکوس دارو، شرکت ۳PRLP می‌تواند از طریق پاداش‌دهی مناسب، شهروندان را به

مشارکت هر چه بیشتر ترغیب نماید. همچنین با کاربرد مدلسازی ریاضی، شرکت ۳PRLP می‌تواند هم نسبت به بیشینه‌سازی درآمد و هم برنامه‌ریزی ظرفیت و بهینه‌سازی مکانیابی تجهیزات و تأسیسات و ناوگان حمل و نقل زنجیره سرد خود اقدام نماید. لازم به ذکر است که تکرار مداوم این چرخه در طی زمان و بر مبنای استراتژی خودجوش می‌تواند پس از گذشت چندین دوره، شرکت ۳PRLP را در دستیابی به مناسب‌ترین استراتژی عملیات به خوبی یاری نماید.

۴-۲- نتایج عددی

در ابتدای این بخش به منظور اعتبارسنجی مدل‌های ریاضی ارائه شده در بخش‌های قبلی، پس از ارائه مثال‌های عددی متنوع، از روش تحلیل حساسیت استفاده شده است.

جدول ۷. مثال‌های عددی ارائه شده به منظور اعتبارسنجی دو مدل ریاضی ارائه شده

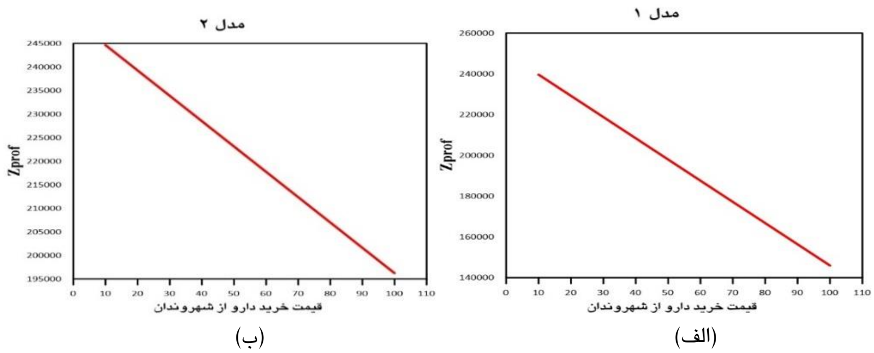
ردیف	St	$3PRLP$	B_{gov}	UB	$Z_{prof}^{(1)}$	
					حالت (الف)	حالت (ب)
۱	۳	۲	۲۰۰۰۰۰	٦٥٠	۱۹۰۵۸۸/۸۸۹	۱۹۸٦٥٥/٥٥٦
۲	۳	۳	۲۷٥۰۰۰	٥۲۰	۲٦٥٥۸۸/۸۸۹	۲۷٤۷۳۱/۱۱۱
۳	٤	۳	۳۳۰۰۰۰	٥۱۰	۳۱۹٥۸۸/۸۸۹	۳۲۹۱۹۳/۳۳۳
٤	٥	٤	۱۸۰۰۰۰	٤٥۰	۱٦٦٥۸۸/۸۸۹	۱۷۸٦٥٥/٥٥٦
٥	۳	٦	۷۷۰۰۰۰	٤۱۰	۷٦۰۵۸۸/۸۸۹	۷٦۸٦٥٥/٥٥٦
٦	۸	۲	۱٥٥۰۰۰۰	٦۰۰	۱٥۳۰۸٤٤/٤٤٤	۱٥٤٦۱٥٥/٥٥٦
۷	٥	٥	۹۱۰۰۰۰	٤۱٥	۸۹۷۳۸۸/۸۸۹	۹۰۷٥۸۰
۸	٦	٤	۳٥۰۰۰	٤۳٥	۱۷۳۷۸/۸۸۹	۳۲۱۹۰/٥٥٦
۹	۱۰	٦	۸٥۰۰۰	٤٤۰	٦۰۸۸٦/۹۳۹	۷٤٥۰۳/٥٤
۱۰	٤	۱۰	۲۰۰۰۰۰۰	۳۸٥	۱۹۸۹٥۸۸/۸۸۹	۱۹۹۹۰٥۸/۸۸۹

در جدول ۷ تعداد ۱۰ مورد مثال عددی ارائه شده است. در خصوص نحوه تولید مثال‌های جدول ۷ لازم به ذکر است که با در نظر گرفتن مقادیر مختلف B_{gov}، مقادیر St و $3PRLP$ به صورت تصادفی به ترتیب در بازه‌های گسسته [۳,۱۰] و [۲,۱۰] انتخاب شده‌اند. همانطور که مشخص است، با انتخاب دقیق UB، در تمامی مثال‌ها سود به دست آمده در حالت (ب) بیشتر از حالت (الف) بوده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت حالت همکاری میان شرکت‌های

۳PRLP برای هر شرکت منافع بیشتری نسبت به حالت عدم همکاری داشته و لذا در این پژوهش انتخاب گردیده است.

۴-۲-۱- تحلیل نتایج

نتایج تحلیل حساسیت مدل‌های ریاضی این پژوهش در شکل ۵ نشان داده شده است. در شکل ۵ میزان و نحوه تغییرات متغیر Z_{prof} بر مبنای تغییرات پارامتر قیمت خرید دارو از شهروندان ($Pr_{i,k}^{cit}$) بررسی شده است. همانطور که شکل ۵ نشان می‌دهد، با افزایش مقدار پارامتر قیمت خرید دارو از شهروندان، مقدار Z_{prof} کاهش یافته است که این کاهش در خصوص مدل ۲ (شکل ۵.ب)) با شروع از نقطه‌ای با مقدار سود بالاتر نسبت به مدل ۱ (شکل ۵.الف)) همراه بوده است.

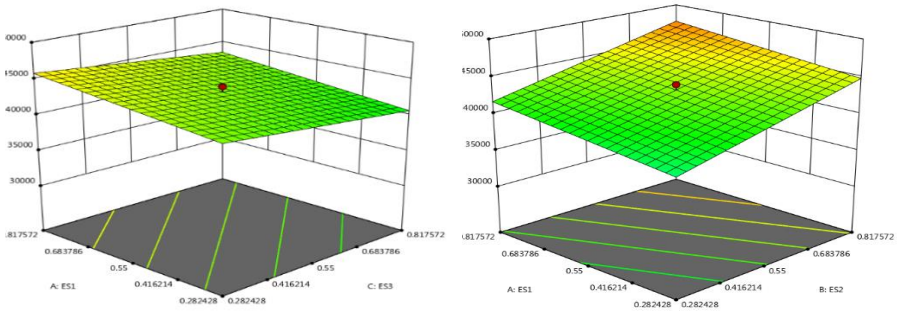


شکل ۵. نتایج تحلیل حساسیت مربوط به (الف) مدل ۱ و (ب) مدل ۲

در ادامه به منظور ارزیابی تأثیر پارامتر ضرورت داروها بر سود یک شرکت ۳PRLP، با توجه به ماهیت مدل از روش طراحی آزمایش RSM[۱] استفاده شده است. در اینجا تأثیر پارامتر ES_i در حالت $i = ۳$ بر متغیر Z_{prof} مورد بررسی قرار گرفته است. شکل ٦ نتایج به دست آمده مربوط به انجام آزمایش‌ها توسط نرم‌افزار Design Expert را نمایش می‌دهد. همانطور که شکل ٦ نشان می‌دهد، بهترین منحنی برازش شده به صورت خطی بوده است. با توجه به شکل ٦.الف)، با افزایش ضرورت داروهای نوع ۱ و ۲، مقدار سود نهایی شرکت نیز افزایش یافته است. این در حالی است که مطابق شکل ٦.ب)، افزایش ضرورت داروی نوع ۳ منجر به کاهش

۱- Response Surface Methodology

سود نهایی شرکت شده است. تحلیل آماری مرتبط با طراحی آزمایش‌های انجام شده نیز در جداول ۸ و ۹ ارائه گردیده است.



(ب) (الف)

شکل ۶. نتایج طراحی آزمایش‌ها برای (الف) ارزیابی تأثیر همزمان پارامتر ضرورت داروهای نوع ۱ و ۲ بر مقدار سود نهایی و (ب) ارزیابی تأثیر همزمان پارامتر ضرورت داروهای نوع ۱ و ۳ بر مقدار سود نهایی

جدول ۸. مشخصه‌های آماری منحنی برازش شده مربوط به طراحی آزمایش‌ها

Std. Dev.	۳٤۷٤.۸۹	**R^2**	۰.٤٦۰۳
Mean	٤۳۲٦۷.۸۷	**Adjusted R^2**	۰.۳٥۹۱
C.V. %	۸.۰۳	**Predicted R^2**	۰.۰۱۰۲
		Adeq Precision	۷.۱۰٤٤

جدول ۸ برازش آماری مدل و جدول ۹ نتایج آنالیز واریانس[۱] در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ را نشان می‌دهد. به عنوان نمونه مقدار Adeq Precision در جدول ۸ نسبت سیگنال به نویز را اندازه‌گیری می‌کند. نسبت بزرگتر از ٤ مطلوب است. نسبت مدل در اینجا برابر ۷/۱۰٤٤ است که نشان دهنده سیگنال کافی است. همچنین در جدول ۹، F-value مدل برابر ٤/٥٥ بوده است که نشان می‌دهد مدل معنی‌دار است. تنها ۱/۷۳ درصد احتمال دارد که یک F-value به این بزرگی به دلیل نویز ایجاد شود. به علاوه، p-value کمتر از ۰/۰۵ نشان‌دهنده معناداری مؤلفه‌های مدل بوده و بنابراین مدل $ES_۲$ معنی‌دار است.

۱- Analysis of Variance (ANOVA)

جدول ۹. نتایج آنالیز واریانس مربوط به طراحی آزمایش‌ها

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	۱.٦٤٨E+۰۸	۳	٥.٤٩۲E+۰۷	٤.٥٥	۰.۰۱۷۳	significant
A-ES[۱]	۲.٦٨٤E+۰۷	۱	۲.٦٨٤E+۰۷	۲.۲۲	۰.۱٥٥٤	
B-ES[۲]	۱.۱۹٦E+۰۸	۱	۱.۱۹٦E+۰۸	۹.۹۰	۰.۰۰٦۲	
C-ES[۳]	۱.٨۳٥E+۰۷	۱	۱.٨۳٥E+۰۷	۱.٥۲	۰.۲۳٥٤	
Residual	۱.۹۳۲E+۰۸	۱٦	۱.۲۰۷E+۰۷			
Lack of Fit	۱.۹۳۲E+۰۸	۱۱	۱.۷٥٦E+۰۷			
Pure Error	۰.۰۰۰۰	٥	۰.۰۰۰۰			
Cor Total	۳.٥٨۰E+۰۸	۱۹				

۴-۲-۲- بینش‌های مدیریتی

در این پژوهش استراتژی عملیات برای ۳PRLP از دو دیدگاه نیازمندی‌های جامعه و دیدگاه از پایین به بالا بر مبنای ماهیت موضوع اصلی پژوهش تدوین گردید. در اینجا ضرورت دارو و تأمین کافی، به موقع و دقیق آن به عنوان عاملی کلیدی در نجات بیماران نیازمند، بیشترین نقش را در انتخاب دیدگاه‌های مزبور داشته است؛ بنابراین با تکیه بر نتایج این پژوهش مدیران شرکت‌های ۳PRLP می‌توانند با در نظر گرفتن ارزش اقتصادی داروهای خریداری شونده از شهروندان و تأکید بیشتر بر این جنبه، علاوه بر کمک به توسعه موضوع نوین اقتصاد چرخشی، نسبت به تدوین استراتژی عملیات مناسب، آن هم با بهره‌گیری از سایر دیدگاه‌ها شامل دیدگاه بالا به پایین و دیدگاه منابع عملیات اقدام نمایند. البته وجود ویژگی‌های خاص و بعضاً متضاد داروها از جمله حیات‌بخشی به بیماران، ارزش اقتصادی بسیار بالا، امکان ایجاد پسماندهای خطرناک و امکان انجام دسته‌بندی بر مبنای کیفیت، نیاز به اعمال دقت بالا در تدوین استراتژی عملیات مناسب را دوچندان می‌سازد. همچنین استفاده همزمان از بلاکچین، لجستیک زنجیره سرد کارا و مدلسازی ریاضی در این پژوهش به مدیران کمک می‌نماید که در عین حال که در تدوین استراتژی عملیات، عامل صرف هزینه را مد نظر داشته باشند، بتوانند بر مبنای الگوسازی و ترکیب مناسب این سه ابزار، به بهترین شکل اهداف و انتظارات خود و ذینفعان را تأمین نمایند. به بیان دیگر، با توجه به وجود ابزارهای متعدد و منعطف در دنیای امروزی به ویژه فناوری‌های مرتبط با تحول دیجیتال، قاعدتاً انتخاب مناسب‌ترین ترکیب که بتواند با صرف

کمترین هزینه بیشترین حجم از اهداف و انتظارات را تأمین نماید، بایستی مورد توجه مدیران باشد. از طرف دیگر، از آنجایی که توزیع مجدد یا بازیافت داروهای استفاده نشده، یکی از کاربردهای اصل اقتصاد چرخشی است [۳۰، ص ۱] و با توجه به این موضوع که تولید اولیه تمایل به مصرف انرژی بیشتری نسبت به تولید ثانویه دارد، بازیافت دارو می‌تواند به تأمین مواد اولیه ارزان‌تر و تولید با هزینه کمتر در صنایع داروسازی منجر شود. نتیجه آنکه ارائه راهکارهایی مانند این پژوهش که بتواند زمینه پیاده‌سازی مناسب‌تر لجستیک معکوس بازیافت دارو را فراهم نماید، قطعاً مطلوب صنعت خواهد بود.

۵- نتیجه‌گیری

در این پژوهش با در نظر گرفتن شبکه لجستیک معکوس دارو، موضوع جمع‌آوری داروهای مازاد نزد شهروندان یک جامعه با محوریت داروهای ضروری مورد نیاز بیماران همان جامعه مورد بررسی قرار گرفت و از طریق برون‌سپاری فعالیت‌های مرتبط با خرید، حمل و نگهداری داروها به شرکت‌های ارائه‌دهنده لجستیک معکوس شخص ثالث (۳PRLP)، در نهایت یک استراتژی عملیات برای شرکت‌های ۳PRLP پیشنهاد گردید. در اینجا پتانسیل استفاده از سه ابزار بلاکچین، لجستیک زنجیره سرد و همکاری میان شرکت‌های ۳PRLP در راستای تأمین هر چه بهتر اهداف و انتظارات ذینفعان شامل دولت، شهروندان فروشنده دارو و جامعه نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. در این راستا نتایج عددی مدلسازی ریاضی انجام شده نشان داد برنامه‌ریزی همکارانه میان شرکت‌ها بر حالت عدم همکاری ارجحیت داشته و در نظر گرفتن پارامتر ضرورت داروها، بر میزان سود نهایی ۳PRLP تأثیرگذار است. این پژوهش با ارائه راهکاری کاربردی توانسته است از پتانسیل داروهای مازاد در راستای رفع نیاز بیماران استفاده نماید. بنابراین ایجاد صرفه‌جویی ارزی عمده ناشی از عدم نیاز به واردات دارو به ویژه داروهای خاص، به عنوان یکی دیگر از نتایج این پژوهش، بسیار مطلوب خواهد بود. از سوی دیگر، از آنجایی که توسعه استراتژی‌های عملیات متمایل به مراقبت از محیط زیست از مهمترین چالش‌هایی است که امروزه صنایع در دنیای رقابتی با آن مواجه هستند، تدوین استراتژی عملیات مناسب با تکیه بر مفاهیم مطرح شده موضوعی ضروری است. بنابراین و بر مبنای نتایج پژوهش حاضر، استراتژی عملیات پیشنهادی می‌تواند به عنوان یک استراتژی

عملیات کارآمد قلمداد گردد. تأکید پژوهش حاضر در کنار تدوین استراتژی عملیات، ارائه راهکار تأمین داروهای ضروری مورد نیاز بیماران از طریق بازیافت داروهای مازاد بوده است که با توجه به افزایش هزینه‌های دارویی در اغلب کشورها، این راهکار در صورت تحقق می‌تواند کمک شایانی در راستای کاهش هزینه‌ها نماید. از طرف دیگر، با توجه به اینکه امروزه بخش عمده‌ای از بحران‌های زیست محیطی ناشی از ورود پسماندهای خطرناک به ویژه دارویی به محیط‌های طبیعی است، پژوهش حاضر می‌تواند در زمینه مدیریت و کنترل صحیح این نوع پسماندها نیز راهگشا باشد. علیرغم آنکه تاکنون تحقیقات متعددی در زمینه بازیافت دارو انجام گرفته است، اما غالباً موضوعات مطرح شده به صورت کیفی و در قالب ارائه راهکارهایی در زمینه بهینه‌سازی بازیافت دارو بوده است. همچنین تحقیقات معدودی نیز با محوریت مباحث قیمت‌گذاری در بحث بازیافت دارو انجام شده است. پژوهش حاضر از نخستین پژوهش‌هایی است که با در نظر گرفتن ضرورت دارو، به نتایج سودمند و در عین حال کاربردی دست یافته است که قابلیت توسعه از ابعاد گوناگون را دارد. محدودیت اصلی پژوهش حاضر، فرض همسانی همه داروها و عدم در نظر گرفتن ماهیت داروهای مختلف (مانند خوراکی، تزریقی، موضعی و ...) بوده است. بررسی و ارزیابی دقیق انواع دارو و مقایسه ویژگی‌های مربوط به هر دسته از داروها از جمله شرایط نگهداری، عمر مفید و ... می‌تواند به نتایج مطلوب‌تری در تدوین استراتژی عملیات منجر گردد. محدودیت دیگر مربوط به عدم بهره‌مندی از رویکرد ادغام فناوری‌های تحول دیجیتال در پژوهش حاضر بوده است. بررسی پژوهش‌های مرتبط موجود در زمینه بهره‌مندی از مزایای فناوری‌های مزبور در سایر مسائل، ارائه راهکار در جهت استفاده ترکیبی از آنها در موضوع بازیافت دارو را تسهیل خواهد نمود. در واقع استفاده ترکیبی از فناوری‌های نوظهور با هدف ایجاد هم‌افزایی و پوشش معایب احتمالی در این مسأله می‌تواند مورد توجه قرارگیرد. بنابراین قیمت‌گذاری انواع داروهای مازاد با در نظر گرفتن قیمت‌های جاری مربوط به همان داروها در بازارهای دارویی و همچنین توسعه بهره‌مندی از ترکیب فناوری‌های تحول دیجیتال (به عنوان نمونه اینترنت اشیا مبتنی بر بلاکچین) در تدوین استراتژی عملیات، به عنوان مسیرهای جدیدی برای مطالعات آتی پیشنهاد می‌گردد.

۶- منابع

[۱] Rogers, D.S., Tibben-Lembke, R.S., Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices, Reverse Logistics Executive Council, University of Nevada, Reno, Center for Logistics Management, (۱۹۹۹). https://books.google.com/books?id=rFJwMgAACAAJ

[۲] Ogushi, Y., Kandlikar, M., Dowlatabadi, H., What determines end-of-life outcomes for consumer products? Insights from the Japanese experience, Progress in Industrial Ecology, (۲۰۰۸), ۵(٤), ۳٦۱-۳۸۷. https://doi.org/۱۰,۱۵۰٤/PIE.۲۰۰۸,۰۲۱۹۲٤

[۳] Senthil, S., Srirangacharyulu, B., Ramesh, A., A Decision Making Methodology for the Selection of Reverse Logistics Operating Channels, Procedia Engineering, (۲۰۱۲), ۳۸, ٤۱۸-٤۲۸. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.proeng.۲۰۱۲,۰٦,۰۵۲

[٤] Savaskan, R. C., Bhattacharya, S., Van Wassenhove, L. N., Closed-Loop Supply Chain Models with Product Remanufacturing, Management Science, (۲۰۰٤), ۵۰(۲), ۲۳۹-۲۵۲. https://doi.org/۱۰,۱۲۸۷/mnsc.۱۰۳۰,۰۱۸٦

[۵] Tombido, L., Baihaqi, I., Dual and Multi-channel closed-loop supply chains: A state of the art review, Journal of Remanufacturing, (۲۰۲۲), ۱۲(۱), ۸۹-۱۲۳. https://doi.org/۱۰,۱۰۰۷/s۱۳۲٤۳-۰۲۱-۰۰۱۰۳-٤

[٦] Jenei, K., Aziz, Z., Booth, C., Cappello, B., Ceppi, F., de Vries, E. G. E., Fojo, A., Gyawali, B., Ilbawi, A., Lombe, D., Sengar, M., Sullivan, R., Trapani, D., Huttner, B. D., Moja, L., Cancer medicines on the WHO Model List of Essential Medicines: processes, challenges, and a way forward, The Lancet Global Health, (۲۰۲۲), ۱۰(۱۲), e۱۸٦۰-e۱۸٦٦. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/S۲۲۱٤-۱۰۹X(۲۲)۰۰۳۷٦-X

[۷] Zhang, X., Zou, B., Feng, Z., Wang, Y., Yan, W., A Review on Remanufacturing Reverse Logistics Network Design and Model Optimization, Processes, (۲۰۲۲), ۱۰(۱), ۸٤. https://www.mdpi.com/۲۲۲۷-۹۷۱۷/۱۰/۱/۸٤

[۸] Akhavan, P., Dehghani, M., Blockchain from Bitcoin to the world of industry, Atinegar, Tehran, (۲۰۱۹). [In Persian]

[۹] Mohebbi, N., Rad, A., Motameni, A., Developing Sustainable Recovery Model Of End-Life Products (Case Study: End-Of-Life Vehicle), Management Research in Iran, (۲۰۱۸), ۲۲(۲), ۲۲۷-۲٤۹. https://dorl.net/dor/۲۰,۱۰۰۱,۱,۲۳۲۲۲۰۰,۱۳۹۷,۲۲,۲,۱۰,۱ [In Persian]

[۱۰] Siavashi, R., Shahbandarzadeh, H., Rajabzadeh Ghatari, A., Heidari, E., Application of intuitive fuzzy approach in multi-objective optimization of closed-loop logistics network with emphasis on employment development, Modern

Researches in Decision Making, (۲۰۲۲), ۷(۱), ۲۷-۵۹. https://dorl.net/dor/۲۰,۱۰۰۱,۱,۲٤۷٦٦۲۹۱,۱٤۰۱,۷,۱,۲,۷ [In Persian]

[۱۱] Roshandel, S., Karimi Govareshaki, M.H., Abbasi, M., Designing a supplier development model in order to transition from outsourcing to strategic alliance, Management Research in Iran, (۲۰۲۳), ۲۷(۲), ۷۲-۹٤. https://dorl.net/dor/۲۰,۱۰۰۱,۱,۲۳۲۲۲۰۰,۱۳۹۷,۲۲,۲,۱۰,۱ [In Persian]

https://mri.modares.ac.ir/article_٦٢٥_٠٩٨٣f٠٠f٧٠١e٥٤٥٤b٤٥٩٥١٠٥٣٦٩f٢٨٣a.pdf [In Persian]

[۱۲] Mishra, A. R., Rani, P., Saha, A., Pamucar, D., Hezam, I. M., A q-rung orthopair fuzzy combined compromise solution approach for selecting sustainable third-party reverse logistics provider, Management Decision, (۲۰۲۳), ٦۱(٦), ۱۸۱٦-۱۸٥۳. https://doi.org/۱۰,۱۱۰۸/MD-۰۱-۲۰۲۲-۰۰٤۷

[۱۳] Aldás, D., Mula, J., Díaz-Madroñero, M., Theoretical Advances in the Supply Chain Operations Strategy with a Circular Economy Approach, Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, (۲۰۲۳), ۱٦۰, ٤۹٤-٥۰۰. https://doi.org/۱۰,۱۰۰۷/۹۷۸-۳-۰۳۱-۲۷۹۱٥-۷_۸۷

[۱٤] Fang, C. C., Lai, M. H., Huang, Y. S., Production planning of new and remanufacturing products in hybrid production systems, Computers and Industrial Engineering, (۲۰۱۷), ۱۰۸, ۸۸-۹۹. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.cie.۲۰۱۷,۰٤,۰۱٥

[۱٥] Zhang, A., Duong, L., Seuring, S., Hartley, J. L., Circular supply chain management: a bibliometric analysis-based literature review, International Journal of Logistics Management, (۲۰۲۳), ۳٤(۳), ۸٤۷-۸۷۲. https://doi.org/۱۰,۱۱۰۸/IJLM-۰٤-۲۰۲۲-۰۱۹۹

[۱٦] Hofmann, F. M., Visagie, S. E., Choosing reverse logistics channel structures for the return of end-of-life products, Journal of Remanufacturing, (۲۰۲۰), ۱۰(۳), ۲۳۹-۲٥۸. https://doi.org/۱۰,۱۰۰۷/s۱۳۲٤۳-۰۲۰-۰۰۰۸۷-۷

[۱۷] Alimohammadi, M., Behnamian, J., Investigating digital transformation technologically enabled solutions in reverse logistics: a systematic review, Environment, Development and Sustainability, (۲۰۲۳). https://doi.org/۱۰,۱۰۰۷/s۱۰٦٦۸-۰۲۳-۰۳۸۲۱-w

[۱۸] Zhang, X., Zhu, S., Dai, S., Jiang, Z., Gong, Q., Wang, Y., Optimization of third party take-back enterprise collection strategy based on blockchain and remanufacturing reverse logistics, Computers and Industrial Engineering, (۲۰۲٤), ۱۸۷, ۱۰۹۸٤٦. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.cie.۲۰۲۳,۱۰۹۸٤٦

[۱۹] Jahanyan, S., Hashemi, F., Designig a supply chain model on blockchain- based IoT: A Grounded theory systematic review, Modern Researches in Decision Making, (۲۰۲۲), ۷(۳), ۱۷۱-۱۹۱. https://dorl.net/dor/۲۰,۱۰۰۱,۱,۲٤۷٦٦۲۹۱,۱٤۰۱,۷,۳,۷,۲ [In Persian]

[۲۰] Hrouga, M., Sbihi, A., Chavallard, M., The potentials of combining Blockchain technology and Internet of Things for digital reverse supply chain: A case study, Journal of Cleaner Production, (۲۰۲۲), ۳۳۷, ۱۳۰٦۰۹. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.jclepro.۲۰۲۲,۱۳۰٦۰۹

[۲۱] Douladiris, K., Dasaklis, T., Casino, F., Douligeris, C., A Blockchain framework for reverse logistics of used medical equipment, ACM International Conference Proceeding Series, (۲۰۲۰), ۱٤۸-۱٥۱. https://doi.org/۱۰,۱۱٤٥/۳٤۳۷۱۲۰,۳٤۳۷۲۹٥

[۲۲] Wu, Z., Zhao, Z., Sustainable Development of Green Reverse Logistics Based on Blockchain, Journal of Environmental and Public Health, (۲۰۲۲), ۳۷۹۷۷٦٥. https://doi.org/۱۰,۱۱٥٥/۲۰۲۲/۳۷۹۷۷٦٥

[۲۳] Naseem, M. H., Yang, J., Zhang, T., Alam, W., Utilizing Fuzzy AHP in the Evaluation of Barriers to Blockchain Implementation in Reverse Logistics, Sustainability (Switzerland), (۲۰۲۳), ۱٥(۱۰), ۷۹٦۱. https://doi.org/۱۰,۳۳۹۰/su۱٥۱۰۷۹٦۱

[۲٤] Slack, N., Lewis, M., Operations strategy (۳rd Edition), Moattar Husseini, S.M., Husseinzadeh Kashan, A., Mirzadeh Phirouzabadi, A., Amirkabir University of Technology Publication, Tehran, (۲۰۱۷). [In Persian]

[۲٥] Ugochukwu, N. A., Goyal, S. B., Rajawat, A. S., Verma, C., Illes, Z., Enhancing Logistics With the Internet of Things: A Secured and Efficient Distribution and Storage Model Utilizing Blockchain Innovations and Interplanetary File System, IEEE Access, (۲۰۲٤), ۱۲, ٤۱۳۹-٤۱٥۲. https://doi.org/۱۰,۱۱۰۹/ACCESS.۲۰۲۳,۳۳۳۹۷٥٤

[۲٦] Leng, L., Wang, Z., Zhao, Y., Zuo, Q., Formulation and heuristic method for urban cold-chain logistics systems with path flexibility – The case of China, Expert Systems with Applications, (۲۰۲٤), ۲٤٤, ۱۲۲۹۲٦. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.eswa.۲۰۲۳,۱۲۲۹۲٦

[۲۷] Bapatla, A. K., Mohanty, S. P., Kougianos, E., Puthal, D., PharmaChain ۲,۰: A Blockchain Framework for Secure Remote Monitoring of Drug Environmental Parameters in Pharmaceutical Cold Supply Chain, Proceedings - IEEE International Symposium on Smart Electronic Systems, iSES, (۲۰۲۲), ۱۸٥–۱۹۰. ۱۰.۱۱۰۹/□□□□٥٤۹۰۹.۲۰۲۲.۰۰۰٤٦

[۲۸] Cai, X., Xu, X., Li, Q., Pharmaceutical Cold Chain Logistics Traceability System Based on Blockchain Technology, ۲nd IEEE International Conference on Distributed Computing and Electrical Circuits and Electronics, ICDCECE, (۲۰۲۳). ۱۰,۱۱۰۹/ICDCECE٥٧٨٦٦,٢٠٢٣,١٠١٥٠٥٣٤

[۲۹] Badhotiya, G. K., Sharma, V. P., Prakash, S., Kalluri, V., Singh, R., Investigation and assessment of blockchain technology adoption in the pharmaceutical supply chain, Materials Today: Proceedings, (۲۰۲۱), ٤٦, ١٠٧٧٦–١٠٧٨٠. https://doi.org/١٠,١٠١٦/j.matpr.٢٠٢١,٠١,٦٧٣

[۳۰] Suhandi, V., Chen, P. S., Closed-loop supply chain inventory model in the pharmaceutical industry toward a circular economy, Journal of Cleaner Production, (۲۰۲۳), ۳۸۳, ١٣٥٤٧٤. https://doi.org/١٠,١٠١٦/j.jclepro.٢٠٢٢,١٣٥٤٧٤