



به نام خدا



دانشگاه تهران  
پردیس دانشکده‌های فنی  
دانشکده مهندسی صنایع

حل مسئله انتخاب تامین کننده براساس شاخص‌های LARG. با استفاده از روش‌های یادگیری ماشین  
و مدل سازی عامل بنیان (ABM)

استاد راهنما:

نگارنده:

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع - گرایش بهینه سازی سیستم‌ها

بهمن ۱۳۹۹

## چکیده

امروزه طراحی زنجیره تامین و انتخاب تامین‌کنندگان یکی از مهمترین استراتژی‌های تصمیم‌گیری برای رشد و توسعه هر سازمانی است، که مهمترین تاثیرات را در دراز مدت بر توسعه یک شرکت می‌گذارد. سازمان‌ها می‌توانند مراتب موفقیت در رقابت‌های جهانی را با انتخاب درست تامین‌کنندگان خود که همسو با اهداف سازمان هستند، کسب کنند. این واضح است که اعمال شاخص‌های مناسب برای انجام پروسه‌ی انتخاب تامین‌کننده از اهمیت زیادی در موفقیت سازمان برخوردار است. به همین دلیل در این مطالعه تلاش شده است تا با بررسی تامین‌کنندگان مختلف برای هر پروسه تعریف شده از سوی سازمان مورد مطالعه و استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، مدل‌سازی عامل بنیان (ABM) و یادگیری ماشین، تامین‌کنندگانی که بیشترین سازگاری را با شاخص‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز دارا میباشند انتخاب و رتبه‌بندی گردند. سپس با استفاده از نرم افزار نت لوگو و مدل‌سازی عامل بنیان به بررسی رفتار تامین‌کنندگان در شرایط مختلف و تحت تاثیر اختلالات موجود در دنیای واقعی می‌پردازیم.

**کلمات کلیدی:** انتخاب تامین‌کننده، لارج، ناب، چابک، تاب‌آور، سبز، سیستم شبیه‌سازی چند عامله، یادگیری ماشین

## فهرست مطالب

۴	مقدمه	۱-۱
۳	بیان مسئله	۱-۱-۱
۵	ضرورت تحقیق	۱-۱-۲
۵	اهداف پژوهش	۱-۱-۳
۸	مرور ادبیات	۲-۱
۶	ناب	۲-۱-۲
۶	چابکی	۲-۲
۷	تابآوری	۲-۳
۸	سبز	۲-۴
۹	پارادایم لارج	۲-۵
۱۱	سیستمهای چند عامله	۲-۶
۱۱	مراجع	۳-۱

## ۱-۱- بیان مسئله (تشریح ابعاد، حدود مسئله، معرفی دقیق مسئله، بیان جنبه‌های مجحول و مبهم، هدف تحقیق)

زنجیره تامین تمام فعالیت‌ها از تامین مواد اولیه تا محصول نهایی را پوشش می‌دهد و آنچه در زنجیره تامین مورد نیاز است نحوه بهبود عملکرد است. زنجیره‌های تامین، در تلاش برای رقابت پذیری بیشتر، در حال اتخاذ الگوهای جدید مدیریتی هستند. امروزه تامین‌کنندگان نقشی اساسی در دستیابی به اهداف زنجیره تامین دارند و شرکت‌ها با انتخاب تامین‌کنندگان مناسب که با استراتژی-های خود همسو هستند، می‌توانند رمز موفقیت در رقابت جهانی را بدست آورند. با توجه به اینکه تامین‌کنندگان متداول ترین منبع خطرات خارجی در زنجیره های تامین مدرن هستند، واضح است که استفاده از نگرش‌ها و معیارهای مناسب از اهمیت زیادی در انتخاب تامین‌کنندگان در فرآیند تصمیم‌گیری توسط برخوردار است.

در میان این نگرش‌ها و استراتژی‌ها، چهار مورد وجود دارد که به دلیل اهمیت آن‌ها برای عملکرد بهتر زنجیره تامین، شایسته ذکر است: پارادایم‌های ناب، چابک، تاب آور و سبز [۱]. الگوی "ناب" به مجموعه ای از فعالیت‌ها یا راه حل‌ها برای از بین بردن اتلاف‌ها، کاهش عملیات‌های بدون ارزش افزوده و بهبود فعالیت‌های دارای ارزش افزوده اشاره دارد [۲]. استراتژی ناب سعی دارد سیستم کشتی را به عنوان یک برنامه تولیدی مورد استفاده قرار دهد و از استراتژی‌های "به موقع" و "موجودی صفر" که از ارکان اصلی تولید ناب محسوب می‌شوند، برای دستیابی به اهداف خود استفاده کند [۳]. برخلاف پارادایم "ناب"، الگوی "تاب آور" به اغتشاشات غیر منتظره برای دستیابی به یک مزیت رقابتی پاسخ می‌دهد [۴]. پارادایم تاب‌آور بر اینکه چگونه سازمان در برابر اختلال‌ها مقاومت کند و چگونه پس از بروز اختلال‌ها، به سرعت به حالت اولیه یا جدید و مطلوب بازگردد، متمرکز است [۵]. حتی اگر زنجیره تامین تاب‌آور کم هزینه‌ترین زنجیره تامین نباشد، ابزاری برای مقابله با شوک‌های برهم زننده است. گوناکاران و همکاران معتقدند که چابکی زنجیره تامین و تاب‌آوری زنجیره تامین قابلیت‌های پویایی هستند که تاثیر قابل توجهی بر عملکرد زنجیره تامین دارند [۶]. حسینی و همکاران نیز معتقدند که دستیابی به زنجیره تامین تاب‌آور شامل پذیرش رویکردهای واکنشی و پیشگیرانه با ایجاد برخی روش‌های حفاظتی و در نظر گرفتن اغتشاشات احتمالی از طریق برنامه‌های احتمالی و برنامه ریزی تامین پشتیبان است [۷]. زنجیره تامین چابک، بر توانایی پاسخگویی سریع به تغییرهای پیش بینی ناپذیر بازار متمرکز است. "چابکی" به معنی پاسخگویی سریع به تقاضاها در تنوع و حجم متغیر است [۸]. چابکی قابلیت پویایی است که سازمان را قادر می‌سازد در محیط کسب و کار در حال تغییر و غیرقطعی، پاسخگو باشد و موقعیت خود را در بازار پایدار کند و به شرکای تجاری این امکان را می‌دهد تا در برابر تغییرات بازار واکنشی مناسب نشان دهند [۹]. زنجیره تامین "سبز" از نظر زیست محیطی به یک ذهنیت یکپارچه در زنجیره تامین اشاره دارد، با انتخاب و تهیه مواد سبز، طراحی سبز، تولید سبز، تحویل سبز، مصرف سبز و مدیریت محصول سبز در پایان عمر [۱۰]. وانالی و همکاران نشان دادند که پذیرش شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین سبز، بر عملکرد اقتصادی نیز تاثیر مثبت دارد [۱۱].

ماچادو معتقد بود که با کنار هم گذاشتن پارادایم‌های موفق زنجیره تامین، می‌توان به مدلی رسید که از هم‌افزایی آنها بهره برد و با همپوشانی‌هایی که در حوزه‌های مختلف اتفاق می‌افتد، ضعف‌های هر یک را مرتفع کرد. پارادایم‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز، از روش‌های نوین مدیریت زنجیره تامین هستند که پایداری زنجیره تامین را تضمین می‌کنند. ترکیب این پارادایم‌ها، می‌تواند به‌عنوان فرمولی برای دستیابی به کسب و کار پایدار و مزیت رقابتی در نظر گرفته شود [۱۲]. یکپارچگی همزمان این پارادایم‌ها، به زنجیره تامین کمک می‌کند تا کارآمدتر، مؤثرتر و پایدارتر شود. ازودو و همکارانش بر این باورند که پذیرش شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج، به بهبود پایداری شرکت‌ها کمک کرده و پایداری کسب و کار را افزایش می‌دهد [۱۳].

در نظر گرفتن چهار استراتژی مختلف به صورت همزمان در مدیریت زنجیره تأمین کاملاً مهم است، اما به دلیل این واقعیت که هر یک از این استراتژی‌ها روش‌های مختلفی برای بهبود عملکرد زنجیره تأمین را دارند، مسئله‌ای چالش برانگیز است. این چهار استراتژی علاوه بر تأثیرات منفی بر روی برخی روش‌ها و تناقض‌هایی که به صورت ظاهری با یکدیگر دارند، سازگار هستند و به طور مثبت بر روی سایر روش‌ها نیز موثر هستند. بنابراین، علاوه بر ضرورت داشتن هر چهار استراتژی برای مدیریت زنجیره تأمین، مدیران باید به توازن بین روشها و استراتژیهای موجود دست یابند [۱۴]. بدیهی است که هر استراتژی جنبه متفاوتی از زنجیره تأمین را در نظر می‌گیرد، در حالی که با استفاده از رویکرد مدیریت زنجیره تأمین لارج می‌توان روش‌های همه استراتژی‌های ذکر شده را همزمان ترکیب کرد و می‌توان از آن برای انتخاب تأمین‌کننده مناسب و بهبود اثربخشی، عملکرد و رقابت در مدیریت زنجیره تأمین استفاده کرد تا سازمان در بازارهای پویا و متنوع به بقای خود ادامه دهد [۱۵].

برای کسب مزیت‌های رقابتی در شرایط نامتعادل کسب و کار، سازمان‌ها باید در راستای افزایش کارایی عملیاتی خود گام بردارند و با تأمین کنندگان خود همکاری کنند. در شرایط نامتوازن است که اهمیت زنجیره تأمین و تأمین کنندگان نمو پیدا می‌کند، زیرا تأمین کنندگان می‌توانند به سرعت و به طور موثر به تغییرات و اختلالات معمول و دراماتیک به وجود آمده در زنجیره پاسخ بدهند و یا اینکه موجب افزایش تأثیرات مخرب اختلالات موجود شوند. در شرایط اخلاص و یا تغییر در تقاضا و هرگونه تغییری در زنجیره‌های تأمین است که نقش تأمین کنندگان به صورت جدی مورد اهمیت قرار می‌گیرد، زیرا در صورت اینکه تأمین کنندگان دارای ویژگی‌های مناسب باشند و براساس شاخص‌های مناسب، شرایط زنجیره تأمین، شرایط محیطی، شرایط اقتصادی و ... انتخاب شوند، مدیران صنایع با اطمینان خاطر بیشتری می‌توانند بر تأمین کنندگان خود اتکا کنند و از پس هرگونه مشکل در زنجیره تأمین برآیند. به طور مثال از جمله مشکلات محتمل در صنایع خودروسازی می‌توان به افزایش و یا کاهش تقاضای خودروسازان اشاره کرد. در بهمن ماه ۱۳۹۹ با افزایش سفارشات گروه‌های خودروسازی به تعداد ۳۰۰۰ عدد قطعه در روز، تأمین‌کننده مرحله پخ‌زنی با از دست دادن یک نیروی کار خبره، ظرفیت خود را به ۱۹۰۰ قطعه در روز کاهش داد. این کاهش ظرفیت توسط پیمانکار پخ‌زنی موجب از دست رفتن ظرفیت‌های کاری سازمان و کاهش شدید شاخص‌های OEE، TEEP، درصد تحقق برنامه، امتیاز سازمان نزد گروه‌های خودروسازی، درآمدهای حاصل از فروش محصول و عدم کسب تمام فرصت‌های ممکن توسط سازمان گردید. بنابراین، کاملاً واضح و شفاف است که انتخاب صحیح جزئی‌ترین اعضای زنجیره‌های تأمین هم از اهمیت بسزایی برخوردار هستند.

سازمان‌ها به اندازه کافی به تأمین کنندگان خود توجه ندارند، در صورتی که اگر اصول لارج را در زنجیره تأمین خود پیاده‌سازی و تأمین کنندگان خود را بر اساس اصول لارج انتخاب کنند، می‌توانند با استفاده از مزیت‌های زنجیره تأمین لارج در شرایط نامناسب به خوبی واکنش نشان دهند و از افت عملکردی سازمان خود جلوگیری کنند.

در این پژوهش به دنبال انتخاب تأمین کنندگان بر اساس شاخص‌های لارج در یک شرکت تولید کننده قطعات خودرو به نام صنایع هیدرولیک ایران هستیم. این مجموعه در سال ۱۳۶۶ با تولید پمپ‌های هیدرولیک پره‌ای طرح VICKERS فعالیت خود را آغاز نمود و از سال ۱۳۷۴ با تولید اولین پمپ هیدرولیک فرمان خودرو پژو ۴۰۵ به زنجیره خودروسازی کشور پیوست که با ایجاد زمینه اشتغال حدوداً ۴۰۰ نفر در ۳ سایت در صنعت قطعه‌سازی و مجموعه‌سازی فعال می‌باشد. این گروه به صورت متمرکز به تولید محصولات جهت مصرف در صنایع مختلف شامل خودروسازی، معدن، راه‌سازی، کشتی‌سازی، نفت، گاز و پتروشیمی مشغول است. در این کارخانه محصولات تولیدی شامل پمپ‌های فرمان هیدرولیک خودروهای سنگین و سواری، جعبه فرمان هیدرولیک خودروهای سواری، جک‌های گازی، انواع ستون فرمان خودروهای سواری، پمپ‌های پره‌ای و پیستونی، جک‌های بالابر خودروهای سنگین می‌باشد که هر کدام از محصولات از قطعات بسیاری تشکیل شده‌اند. تهیه هر یک از قطعات تشکیل دهنده محصولات به چهار صورت عمده

تولید در سازمان، خرید از تامین‌کنندگان خارجی، خرید از تامین‌کنندگان داخلی و برون‌سپاری تولید انجام می‌گیرد. تولید درون سازمانی و برون‌سپاری تولید نیازمند خرید مواد اولیه می‌باشند که تهیه مواد اولیه نیز به دو صورت تامین داخلی و خارجی صورت می‌گیرد. از آنجایی که تولیدات این سازمان تماما متصل به تامین‌کنندگان داخلی و خارجی آن است، در صورت به وجود آمدن اختلال و مشکلی در زنجیره تامین قطعات و مواد اولیه این سازمان، تولید آن متوقف و یا با کاهش شدید سرعت مواجه خواهد شد.

از آنجایی که با در نظر گرفتن کل مجموعه و تمام خطوط تولید گستردگی و پیچیدگی مساله بسیار زیاد خواهد شد، در این مسئله تنها خط تولید جک گازی خودرو در نظر گرفته خواهد شد که زنجیره‌تامین آن شامل تولید درون سازمانی، خرید از خارج، خرید داخلی و برون‌سپاری تولید می‌شود.

از جمله فعالیت‌های تامین‌کنندگان داخلی می‌توان به برشکاری، پخ‌زنی، رنگ‌زنی، تزریق پلاستیک، پرس‌کاری، ریخته‌گری، تولید چسب‌های صنعتی، تولید رنگ‌های شیمیایی، تولید مواد شوینده صنعتی، تولید روغن‌های صنعتی، تولید فنر، ماشین‌کاری با دستگاه-های CNC، سنگ‌زنی، تولید میله‌های فولادی، کشش مواد فولادی، الکتروپولیش مواد فلزی و ... اشاره کرد. همچنین قابل ذکر است که هرکدام از فعالیت‌های ذکر شده دارای یک، دو و یا سه تامین‌کننده می‌باشند. همچنین، قسمت زیادی از مواد اولیه تولید و قسمت اندکی از قطعات موجود در BOM محصول نهایی به صورت تامین خارجی و توسط بازرگانی سازمان تهیه می‌شوند که از جمله کشورهای همکار می‌توان به سوئیس، چین، تایوان، کره جنوبی و ترکیه اشاره کرد.

در نهایت هدف اصلی این مطالعه مسئله انتخاب تامین‌کنندگانی است که سازمان می‌تواند بر عملکرد آنها در شرایط مناسب و شرایط بحران و اختلال اعتماد کند و مطمئن باشد که در صورت بروز هرگونه مشکل در زنجیره‌های تامین، آسیبی به تولید وارد نمی‌شود و یا کمترین آسیب ممکن وارد میشود.

## ۱-۲- ضرورت تحقیق

یک زنجیره تامین لارج مجموعه‌ای از شرکت‌ها را در بر می‌گیرد که مجزا از یکدیگر هستند و در عین حال از لحاظ کاری به یکدیگر وابستگی‌هایی دارند. این شرکت‌ها توسط جریان رو به جلو مواد و جریان بازخور اطلاعات با یکدیگر مرتبط می‌شوند.

در فضایی که دائما تغییرات اساسی و برهم‌زننده تعادل در حال اتفاق است، موفقیت زنجیره‌های تامین در پس در نظر گرفتن شرایط موجود، پیش‌بینی اتفاقات و جلوگیری از اختلالات آینده نهفته است تا بتوان تهدیدات را به فرصت تبدیل کرد. سازمان‌ها با انتخاب درست چهارچوب زنجیره تامین و تامین‌کنندگان خود، گامی بزرگ در راستای اهداف خود برداشته و درصد زیادی از موفقیت خود را تضمین می‌کنند. به همین دلیل، وجود مدل و چهارچوبی برای بررسی میزان عملکرد تامین‌کنندگان و انتخاب درست آن‌ها براساس شاخص‌هایی که نتایج موفقیت آمیزی از خود نشان داده‌اند، بسیار اهمیت دارد. علاوه بر این، پس از انتخاب تامین‌کنندگانی که دارای شاخص‌های عملکردی خوبی هستند، برای اینکه زنجیره تامین از اتفاقات و اختلالات آینده نیز در امان باشد، باید رفتار هریک از تامین‌کنندگان را مورد بررسی قرار داد تا بتوان تامین‌کنندگانی را انتخاب کرد که در مواقع بحران عملکرد خوبی را از خود نشان می‌دهند.

## ۱-۳- اهداف پژوهش

هدف اصلی این مطالعه انتخاب تامین‌کنندگان بر اساس اصول لارج است. تامین‌کنندگانی که در شرایط بحران به خوبی از خود واکنش نشان می‌دهند و کم‌ترین آسیب ممکن را دریافت می‌کنند.

اهداف فرعی:

- شناسایی عوامل موثر بر عملکرد زنجیره تامین صنایع خودرویی بر اساس اصول لارج
- شناسایی روابط میان عوامل و شاخص‌های شناسایی شده در زنجیره تامین
- شناسایی تامین‌کنندگان نامناسب و کاهش تهدیدهای ممکن با حذف آنها از زنجیره تامین
- پیش‌بینی واکنش‌های احتمالی تامین‌کنندگان به اختلالات زنجیره تامین

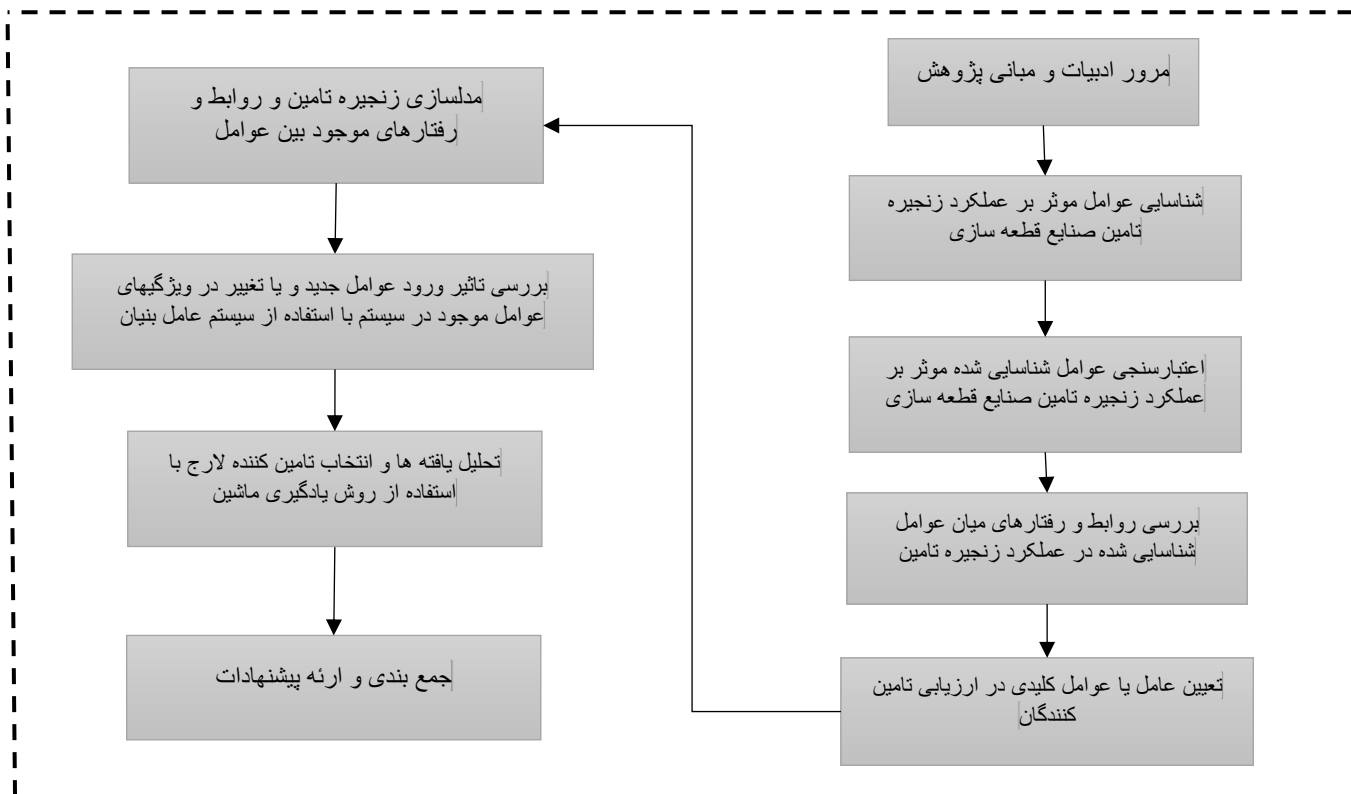
## روش و فنون اجرایی

نوع روش تحقیق:

به طور کلی مطالعات از چندین جنبه دسته‌بندی می‌شوند. مطالعه حاضر از جنبه هدف، مطالعه‌ای کاربردی است زیرا می‌توان از نتایج آن در دنیای واقعی و در صنعت بهره برد. همچنین از نظر روش کار، مطالعه‌ای توصیفی-اکتشافی است، زیرا از طریق بررسی مبانی نظری، مشاهده و مصاحبه گام‌های مطالعه طی خواهد شد.

## روش گردآوری اطلاعات:

جهت گردآوری داده‌ها و اطلاعات پژوهش، از دو رویکرد کتابخانه‌ای و میدانی استفاده می‌شود. از مطالعات کتابخانه‌ای جهت شناسایی مبانی نظری و ادبیات تحقیق، شناسایی اولیه معیارهای بررسی عملکرد تامین‌کنندگان و دیگر موارد مشابه از مطالعات کتابخانه‌ای استفاده میشود. جهت جمع‌آوری داده‌های صنعت مورد مطالعه و نظر خبرگان، از رویکردهای میدانی استفاده میگردد.



شکل ۱ - فرایند اجرایی

## ۲- مرور ادبیات

### ۵-۲- پارادایم لارج

با پیچیدگی و جهانی شدن ساختارهای زنجیره‌های تامین، شرکت‌های تولیدی به طور فزاینده‌ای به تأمین کنندگان خود وابسته می‌شوند. پیچیدگی و جهانی شدن نیز باعث افزایش در معرض خطر قرار گرفتن زنجیره‌های تامین می‌شود [۱۶]. تقریباً هر تصمیمی که باید در مدیریت زنجیره‌های تامین و شبکه‌ها گرفته شود تحت تأثیر فعالیت‌های ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده قرار می‌گیرد. علاوه بر این، ابعاد پایداری محیطی، اقتصادی و اجتماعی در فعالیت‌های مدیریت تأمین‌کننده ادغام شده و پس از آن از طریق کل زنجیره ارزش به کل زنجیره تأمین و عملیات تولید گسترش می‌یابد. بر این اساس، بسیاری از محققان تلاش می‌کنند تا با توسعه ابزارها و تکنیک‌های مختلف، به مسئله ارزیابی و انتخاب پایدار تأمین‌کننده بپردازند [۱۷].

موضوع محوری پارادایم لارج چگونگی فعالیت همزمان پارادایم‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز است، چراکه مدیریت پارادایم‌های مختلف با فلسفه و روش عملکردی متفاوت در قالب یک روش هماهنگ و منسجم کمی دشوار به نظر می‌رسد [۱۸]. کابیرتا و همکاران [۱۲]، یکپارچه‌سازی اصول پارادایم لارج و مدل کسب و کار را مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه آنها به تجزیه و تحلیل و مقایسه نظری اصول لارج از مناظر گوناگون مدل کسب و کار شامل ارزش، بخش‌بندی مشتریان، ارتباط با مشتریان، کانال‌های مشتریان، جریان درآمد، فعالیت‌های کلیدی، منابع کلیدی، شرکای کلیدی و ساختار هزینه پرداختند. نتایج حاکی از امکان ادغام پارادایم لارج با مدل کسب و کار برای ایجاد نوع ایده‌آلی از مدل کسب و کار است. کاروالهو و همکاران [۱۹] یک مدل مفهومی برای بیان تفاوت‌ها و شباهت‌های این چهار استراتژی مدیریت برای دستیابی به یک زنجیره تأمین رقابتی و پایدار ارائه دادند. آنها سه معیار اصلی برای ارزیابی معرفی کرده‌اند: سطح خدمت، زمان آماده‌سازی و هزینه. در پایان، آنها تأثیرات هر استراتژی مدیریت را بر این معیارها نشان دادند. همچنین آزدو و همکاران [۲۰] یک مدل مفهومی برای بهبود عملکرد عملیاتی، اقتصادی و زیست محیطی زنجیره‌های تامین با توجه به روش‌ها و فعالیت‌های استراتژی‌های ناب، چابک، انعطاف‌پذیر و سبز پیشنهاد داده‌اند. آنها پیشنهاد کردند که از روش ترکیبی لارج به عنوان یک استراتژی مناسب برای بهبود عملکرد زنجیره تأمین به صورت تجربی استفاده شود.

راکش و همکاران در مطالعه خود نقش "تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ" را به عنوان واسطه بین "عملکرد زنجیره تأمین پایدار" و عوامل کلیدی، یعنی شیوه‌های ناب، اجتماعی، زیست محیطی، سازمانی، مالی و مدیریت کیفیت جامع بررسی کردند. آنها نمونه‌ای از ۲۹۷ پاسخ از سی و هفت بنگاه تولیدی هند را جمع‌آوری کردند. آنها معتقد بودند که پارادایم‌های LARG مکمل یکدیگر هستند و ویژگی‌های زنجیره تامین، مانند ظرفیت مازاد، دوره‌ی دوباره پر کردن و سطح موجودی، روی الگوی تاب‌آوری به روشی مثبت تأثیر می‌گذارند اما پارادایم سبز را به روشی منفی تحت تأثیر قرار می‌دهند. این سه ویژگی در الگوهای ناب و چابک در جبهه‌هاب مخالف قرار می‌گیرند. بنابراین، سازمان‌ها باید بین پارادایم‌های مختلف ارتباط برقرار کنند تا زنجیره تاملی کارآمد، روان و پایدار باشد [۲۱]. در مطالعه‌ای از زنجیرانی و همکاران سعی شد رویکرد ناب، چابک، تاب‌آور و سبز (LARG) در مدلی که برای انتخاب تأمین‌کننده پایدار طراحی شد، اعمال شود. آنها در ابتدا، هنگام بررسی و بهره‌برداری از ادبیات، مهم‌ترین شاخص‌ها را با توجه به اهدافی که در زمینه‌ی نگرش‌های LARG از سوی سازمان دنبال می‌شد، جداسازی و انتخاب کردند، سپس درجه اهمیت آنها را از طریق تحلیل عملکرد چند هدفه مشخص کردند. آنها از ماتریس خانه کیفیت (HOQ) برای تعیین درجه اهمیت مشخصات فنی تأمین‌کنندگان



و از تابع از دست دادن تاگوچی<sup>۱</sup> برای تعیین درجه انحراف عملکرد آنها از مقدار هدف در هر یک از مشخصات فنی استفاده کردند [۲۲]. حسن و همکاران به منظور به حداقل رساندن هزینه کل سیستم و تأمین نیازهای مشتریان، رویکردهای جدیدی را در مدیریت از طریق مدلی که توسط آنها برای ارزیابی و بهبود عملکرد زنجیره تأمین ارائه شد، معرفی کردند. در میان این رویکردها، پنج الگو با تأثیر قابل توجه در بهبود عملکرد زنجیره تأمین معرفی شدند که شایسته توجه ویژه‌ای هستند. این رویکردها عبارتند از: ناب، چابک، تاب‌آوری، سبز و بخش‌بندی استعداد، که به عنوان رویکردهای LARGT معرفی شدند [۱]. کاروالو و همکاران در مطالعه‌ای در مورد صنعت خودرو نتیجه‌گیری کردند که آنچه برای خودروساز مهم است و باید در برنامه‌های توسعه و بهبود اولویت‌بندی شود، کیفیت و به دنبال آن انعطاف‌پذیری، تحویل، هزینه و در نهایت، حفاظت از محیط زیست است. آن‌ها اظهار داشتند که شاخص‌های انتخاب شده برای مدیریت بهتر زنجیره تأمین در هر چهار روش به شرح زیر هستند:

ناب: تولید به موقع و تمرکز جغرافیایی با تأمین کنندگان، چابک: سیستم تولید چند محصولی و هماهنگ سازی حمل و نقل با تولید، انعطاف پذیر: سهام استراتژیک و حمل و نقل انعطاف پذیر، سبز: گواهینامه ISO 14001 و بسته بندی سازگار با محیط زیست [۲۳].

آزفر در جستجوی یافتن زمینه‌های مرسوم برای یکپارچه‌سازی و متعادل‌سازی فاکتورهای اصلی زنجیره تأمین در رویکرد LARG، به این نتیجه رسید که کاهش در فاصله حمل و نقل، زمان اجرای سفارش و هزینه می‌تواند بهترین فرصت را برای ترکیب عوامل زنجیره تأمین فراهم کند [۲۴]. مالکی و کروز ماچادو از طریق تجزیه و تحلیل شبکه های شلوغ، روشی را برای ادغام استراتژی‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز با توجه به ارزش‌های مشتری در صنعت خودرو ارائه دادند. آن‌ها راهنمایی استراتژی LARG را با توجه به روش‌های تولید، مونتاژ و لجستیک دسته‌بندی کردند و سپس آن را به شش ارزش مشتری (کیفیت، هزینه، ملاحظات زیست محیطی، دانش، سفارشی‌سازی و زمان) تعمیم دادند [۲۵]. کابرال و همکاران از روش تصمیم‌گیری کلیدی فرآیند تحلیلی شبکه (ANP) برای اولویت‌بندی عملکرد زنجیره تأمین و استراتژی‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز با توجه به چهار شاخص کلیدی عملکرد: سطح خدمات، هزینه، زمان و کیفیت در زنجیره تأمین فولکس واگن استفاده کردند [۲۶]. کابریتا و همکاران یک رویکرد سیستماتیک برای ادغام اصول LARG در دیدگاه بوم مدل کسب و کار<sup>۲</sup> (BMC) برای دستیابی به رویکرد ایده‌آل ارائه کردند. این رویکرد یک دیدگاه گسترده‌تر برای شناسایی عوامل حیاتی در مدل کسب‌وکار سازمان، چگونگی و دلیل ارتباط آن‌ها و شرایط و محدودیت‌های این روابط را ارائه داد. تحقیق آن‌ها به بحث در مورد ایجاد یک مدل تجاری ایده‌آل سازگار با استراتژی LARG کمک می‌کند [۱۲]. سیفان و همکاران یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره یکپارچه را برای تجزیه و تحلیل تبادلات بین الگوهای ناب، چابک، تاب‌آور و سبز در مدیریت زنجیره‌تأمین مرتبط با اولویت‌های رقابتی پیشنهاد کردند. آن‌ها از روش آنتروپی برای بدست آوردن وزن معیارهای ارزیابی و سپس از روش TOPSIS برای رتبه‌بندی گزینه‌های ممکن به ترتیب اولویت استفاده کردند و در آخر تبادلات را در میان اهداف متناقض اندازه‌گیری کردند. آن‌ها با یک رویکرد مطالعه تجربی تبادلات موجود در زنجیره‌های تأمین دارویی اردن را شناسایی کردند [۲۷]. امجد و همکاران امکان همکاری بین عناصر تولید LARG با جنبه های صنعت ۴.۰ آنها کشف کردند که عناصر LARG را می‌توان با جنبه های مختلف صنعت ۴.۰ ترکیب کرد تا منافع عملیاتی، زیست محیطی و اقتصادی فراهم کند.

<sup>1</sup> Taguchi loss function

<sup>2</sup> Business Model Canvas

برای پرداختن به ماهیت تعاملی و پویایی زنجیره تأمین، بسیاری از محققان از فناوری‌های سیستم چند عاملی (MAS) در زمینه زنجیره تأمین در صنایع مختلف مانند زنجیره تأمین تجارت الکترونیکی، زنجیره تأمین صنایع غذایی، زنجیره تأمین نفت و گاز و زنجیره تأمین صنایع خودروپی استفاده کرده‌اند. در یک فعالیت تحقیقاتی که توسط والوری و کراسان انجام شد، یک مسئله انتخاب تأمین کننده با استفاده از مدل نظریه بازی مبتنی بر عامل در مورد وجود اطلاعات جزئی از تأمین کننده و خریدار مورد بررسی قرار گرفت [۲۸]. سورور و همکاران هم عامل ارزیابی تأمین کننده را طراحی کردند که در آن از فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) و توسعه عملکرد کیفیت (QFD) برای مدل سازی رفتار درونی عامل استفاده شده است که برای محاسبه و رتبه بندی تأمین کنندگان در یک محیط مشترک استفاده شده است [۲۹]. همچنین محبی و لی مسئله انتخاب تأمین کننده را در محیط شبکه زنجیره تأمین الکترونیکی در نظر گرفتند و مدل شبیه سازی مبتنی بر عامل را برای بهینه سازی یک مدل خطی چند هدفه مورد استفاده قرار دادند. سازوکار پیشنهادی آن‌ها اهمیت خریداران استراتژیک را برای تأمین کنندگان در فرآیند مدل سازی و تصمیم گیری معرفی می کند [۳۰].

لی و همکاران از فناوری مبتنی بر عامل برای تسهیل روند اشتراک اطلاعات بین تأمین کنندگان و تولیدکنندگان با استفاده از یک مدل مذاکره با محدودیت فازی (AFCN)<sup>۱</sup> آزمایش شده با استفاده از یک مثال عددی از مسئله برنامه ریزی و زمان بندی زنجیره تأمین استفاده کردند. آن‌ها به این نتیجه دست یافتند که مدل AFCN به اندازه کافی انعطاف پذیر است تا بتواند استراتژی‌های مختلف مذاکره مانند استراتژی‌های رقابتی، برد-برد<sup>۲</sup> و مشارکتی را برای محیط‌های مختلف تولید در خود بگنجاند. نتایج تجربی آن‌ها نیز نشان می‌دهد که مدل AFCN پیشنهادی نه تنها می‌تواند برنامه‌ای ایجاد کند که قابل مقایسه با یک راه حل تقریباً بهینه باشد بلکه از نظر زمانی نیز کارآمد است [۳۱]. وونگ و لی برای ادغام اثرات هم افزایی محصولات با مدل انتخاب تأمین کننده چند محصوله، یک MAS را طراحی کردند. آن‌ها از مدل‌های مذاکره مبتنی بر عامل برای خودکار کردن فرآیند انتخاب تأمین کننده استفاده کردند [۳۲]. قدیمی و همکاران از سیستم‌های چند عامله برای ارزیابی مداوم تأمین کنندگان یک شرکت تولیدکننده تجهیزات پزشکی در ایرلند استفاده کردند. آن‌ها از یک سیستم استنتاج فازی کارآمد (FIS) در رویکرد MAS توسعه یافته استفاده کردند تا رفتار داخلی تصمیم گیرنده را با یکپارچه سازی سه بعد پایداری (جنبه های زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی) در فرآیند ارزیابی تأمین کننده دوره ای برای اطمینان از ارزیابی مداوم و مستمر عملکرد تأمین کنندگان در جهت زیرموضوعات پایدار تعریف شده، بررسی کنند [۳۳].

گیاناکیس و لوویس برای افزایش چابکی زنجیره تأمین، یک سیستم چند عامله با تحلیل اطلاعات حجیم را پیشنهاد کردند. آنها در ابتدا برای توسعه ساختار سیستم، رویکرد متوالی را مورد پذیرش قرار دادند و سه بعد اساسی زنجیره‌های تأمین چابک یعنی پاسخگویی، سرعت و انعطاف-پذیری را به عوامل سیستم تعیین کردند. سپس آنها طراحی سیستم سازمانی را توسعه دادند و برای هر عامل قوانین و نقش‌های درون سیستم و همچنین ارتباط عوامل را مشخص کردند. آنها در مطالعه خود کاربردهای مدل ارائه شده را مورد بحث قرار دادند تا نشان دهند چگونه مدل پیشنهاد شده می‌تواند به طور بالقوه سطوح پیشرفته در هر یک از ابعاد چابکی زنجیره تأمین را فراهم کند [۳۴]. لی و همکاران برای افزایش انسجام و گردش کار در صنایع کشتی سازی، یک سیستم چند عامله را پیشنهاد می‌کنند که متشکل از یک عامل مدیریت خدمات، یک عامل پیکربندی، یک عامل مدیریت اعضا، یک ماژول فرآیند محور و یک ماژول تقویت شده معنایی است. این مولفه‌ها برای ادغام داده‌های ناهمگن و فاقد ابهامات معنایی با یکدیگر همکاری می‌کنند، در نتیجه انسجام و کارایی گردش کار را بهبود می‌بخشند. نتایج

<sup>1</sup> agent-based fuzzy constraint-directed negotiation (AFCN)

<sup>2</sup> Win Win

آن‌ها نشان می‌دهد که سیستم چند عامله پیشنهاد شده به طرز نوآورانه‌ای موجب انتخاب بهتر تامین‌کنندگان می‌شود. در انتها نیز آن‌ها برای اثبات ادعا خود، یک مثال برجسته از صنعت کشتی سازی را عنوان می‌کنند که نشان دهنده کارایی بهتر سیستم چندعامله پیشنهاد شده است [۳۵]. فورکا و همکاران در مقاله خود یک پیکربندی هوشمند از سیستم مبتنی بر عامل برای انتخاب تامین‌کننده دوتایی چند محصولی را ارائه کردند. هدف آن‌ها این بود که تامین‌کنندگان برای چندین محصول به طور همزمان در یک زمینه همکاری عمودی در زنجیره تامین انجام دهند و آنها تامین‌کنندگان مناسب را انتخاب کنند. نوآوری مقاله آنها شامل در نظر گرفتن مشتری سازمان و ترجیحات آن است. سیستم تصمیم‌گیری ارائه شده توسط آنها شامل سه مرحله است: پیش انتخاب تامین‌کنندگان دوگانه، مذاکره تامین‌کنندگان جفت و انتخاب نهایی تامین‌کننده [۳۶].

مراجع

- [۱] H. Hassan, E. Nabil, and M. Rady, "A Model for evaluating and improving supply chain performance," *International Journal of Computer Science and Software Engineering*, vol. 4, no. 11, pp. 283-302, 2015.
- [۲] M. Dora, M. Kumar, and X. Gellynck, "Determinants and barriers to lean implementation in food-processing SMEs—a multiple case analysis," *Production Planning & Control*, vol. 27, no. 1, pp. 1-23, 2016.
- [۳] Z. Lyu, P. Lin, D. Guo, and G. Q. Huang, "Towards Zero-Warehousing Smart Manufacturing from Zero-Inventory Just-In-Time production," *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 64, p. 101932, 2020.
- [۴] M. Dora and X. Gellynck, "Lean Six Sigma implementation in a food processing SME: a case study," *Quality and Reliability Engineering International*, vol. 31, no. 7, pp. 1151-1159, 2015.
- [۵] S. Duarte and V. C. Machado, "Manufacturing paradigms in supply chain management," *International Journal of Management Science and Engineering Management*, vol. 6, no. 5, pp. 328-342, 2011.
- [۶] N. Altay, A. Gunasekaran, R. Dubey, and S. J. Childe, "Agility and resilience as antecedents of supply chain performance under moderating effects of organizational culture within the humanitarian setting: a dynamic capability view," *Production Planning & Control*, vol. 29, no. 14, pp. 1158-1174, 2018.
- [۷] S. Hosseini, D. Ivanov, and A. Dolgui, "Review of quantitative methods for supply chain resilience analysis," *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 125, pp. 285-307, 2019.
- [۸] D. Larson and V. Chang, "A review and future direction of agile, business intelligence, analytics and data science," *International Journal of Information Management*, vol. 36, no. 5, pp. 700-710, 2016.
- [۹] B. Rachid, D. Roland, D. Sebastien, and R. Ivana, "Risk management approach for lean, agile, resilient and green supply chain," *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*, vol. 11, no. 4, pp. 742-750, 2017.
- [۱۰] S. K. Srivastava, "Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review," *International journal of management reviews*, vol. 9, no. 1, pp. 53-80, 2007.
- [۱۱] R. M. Vanalle, G. M. D. Ganga, M. Godinho Filho, and W. C. Lucato, "Green supply chain management: An investigation of pressures, practices, and performance within the Brazilian automotive supply chain," *Journal of cleaner production*, vol. 151, pp. 250-259, 2017.

- [١٢] M. do Rosário Cabrita, S. Duarte, H. Carvalho, and V. Cruz-Machado, "Integration of lean, agile, resilient and green paradigms in a business model perspective: theoretical foundations," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 49, no. 12, pp. 1306-1311, 2016.
- [١٣] S. G. Azevedo, H. Carvalho, and V. Cruz-Machado, "LARG index A Benchmarking tool for improving the leanness, agility, resilience and greenness of the automotive supply chain," *BENCHMARKING-AN INTERNATIONAL JOURNAL*, vol. 23, no. 6, pp. 1472-1499, 2016.
- [١٤] M. Mohammadzadeh, M. Sobhanollahi, and A. A. Khamseh, "Closed loop supply chain mathematical modeling considering lean agile resilient and green strategies," *Croatian Operational Research Review*, pp. 177-197, 2020.
- [١٥] A. TIZROO, A. AZAR, R. AHMADI, and M. RAFIEI, "Modeling agility of supply chain case study: Zobahan Co," 2011.
- [١٦] S. Y. Gao, D. Simchi-Levi, C.-P. Teo, and Z. Yan, "Disruption risk mitigation in supply chains: The risk exposure index revisited," *Operations Research*, vol. 67, no. 3, pp. 831-852, 2019.
- [١٧] P. Ghadimi, A. H. Azadnia, C. Heavey, A. Dolgui, and B. Can, "A review on the buyer-supplier dyad relationships in sustainable procurement context: past, present and future," *International Journal of Production Research*, vol. 54, no. 5, pp. 1443-1462, 2016/03/03 2016.
- [١٨] S. Yaakub and H. K. Mustafa, "Supply chain risk management for the SME's," *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, vol. 4, no. 1 S2, p. 151, 2015.
- [١٩] H. Carvalho, S. Duarte, and V. C. Machado, "Lean, agile, resilient and green: divergencies and synergies," *International Journal of Lean Six Sigma*, 2011.
- [٢٠] S. G. Azevedo, H. Carvalho, and V. C. Machado, "The influence of green practices on supply chain performance: A case study approach," *Transportation research part E: logistics and transportation review*, vol. 47, no. 6, pp. 850-871, 2011.
- [٢١] R. D. Raut, S. K. Mangla, V. S. Narwane, M. Dora, and M. Liu, "Big Data Analytics as a mediator in Lean, Agile, Resilient, and Green (LARG) practices effects on sustainable supply chains," *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 145, p. 102170, 2020.
- [٢٢] D. Mohamadi Zanjiran, S. Hashemkhani Zolfani, and O. Prentkovskis, "LARG supplier selection based on integrating house of quality, Taguchi loss function and MOPA," *Economic research-Ekonomska istraživanja*, vol. 32, no. 1, pp. 1944-1964, 2019.
- [٢٣] H. Carvalho and S. Azevedo, "Trade-offs among lean, agile, resilient and green paradigms in supply chain management: a case study approach," in *Proceedings of the seventh international conference on management science and engineering management*, 2014, pp. 953-968: Springer.
- [٢٤] K. R. W. Azfar, "Finding common ground for alignment of supply chain paradigms," *The 6th International Days of Statistics and Economics*, pp. 586-593, 2012.
- [٢٥] M. Maleki and V. CRUZ MACHADO, "Generic Integration of Lean, Agile, Resilient, and Green Practices in Automotive Supply Chain," *Review of International Comparative Management/Revista de Management Comparat International*, vol. 14, no. 2, 2013.
- [٢٦] I. Cabral, A. Grilo, and V. Cruz-Machado, "A decision-making model for lean, agile, resilient and green supply chain management," *International Journal of Production Research*, vol. 50, no. 17, pp. 4830-4845, 2012.
- [٢٧] T. Suifan, M. Alazab, and S. Alhyari, "Trade-off among lean, agile, resilient and green paradigms: an empirical study on pharmaceutical industry in Jordan using a TOPSIS-entropy method," *International Journal of Advanced Operations Management*, vol. 11, no. 1-2, pp. 69-101, 2019.
- [٢٨] A. Valluri and D. C. Croson, "Agent learning in supplier selection models," *Decision Support Systems*, vol. 39, no. 2, pp. 219-240, 2005.
- [٢٩] J. Soroor, M. J. Tarokh, F. Khoshalhan, and S. Sajjadi, "Intelligent evaluation of supplier bids using a hybrid technique in distributed supply chains," *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 31, no. 2, pp. 240-252, 2012.

- [30] S. Mohebbi and X. Li, "Designing intelligent agents to support long-term partnership in two echelon e-Supply Networks," *Expert Systems with Applications*, vol. 39, no. 18, pp. 13501-13508, 2012/12/15/ 2012.
- [31] C.-Y. Hsu, B.-R. Kao, V. L. Ho, L. Li, and K. R. Lai, "An agent-based fuzzy constraint-directed negotiation model for solving supply chain planning and scheduling problems," *Applied Soft Computing*, vol. 48, pp. 703-715, 2016/11/01/ 2016.
- [32] C. Yu, T. N. Wong, and Z. Li, "A hybrid multi-agent negotiation protocol supporting supplier selection for multiple products with synergy effect," *International Journal of Production Research*, vol. 55, no. 1, pp. 18-37.2017.2017.1/2017,
- [33] P. Ghadimi, C. Wang, M. K. Lim, and C. Heavey, "Intelligent sustainable supplier selection using multi-agent technology: Theory and application for Industry 4.0 supply chains," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 127, pp. 588-60.2019,
- [34] M. Giannakis and M. Louis, "A multi-agent based system with big data processing for enhanced supply chain agility," *Journal of Enterprise Information Management*, vol. 29, no. 5, pp. 706-727, 2016.
- [35] J. Li *et al.*, "Semantic multi-agent system to assist business integration: An application on supplier selection for shipbuilding yards," *Computers in Industry*, vol. 96, pp. 10-26, 2018/04/01/ 2018.
- [36] F. ZAIR, M. NEJMA, M. FOURKA, and A. CHERKAOUI, "Conceptual Architecture for Agent-Based Modelling of Supplier Selection Conducted by a Supply Chain Dyad," *Int. J Sup. Chain. Mgt Vol*, vol. 8, no. 2, p. 483, 2019.