

طراحی و تجزیه و تحلیل زنجیره تأمین: مدل‌ها و روش‌ها

ترجمه و تلخیص: مهندس احمد (ضاموی)

چکیده

برای سالیان متمادی، محققین و صاحب‌نظران عمدتاً فرآیندهای مختلف زنجیره‌های تأمین / عرضه و ساخت را به‌صورت جدا از هم بررسی می‌کردند. اما اخیراً توجه روزافزونی به عملکرد، طراحی و تجزیه و تحلیل زنجیره‌های عرضه شده و به‌صورت یک کلیت درآمده است. بخش عظیمی از این توجه، نتیجه افزایش هزینه‌های ساخت، کاهش منابع ساخت، کوتاه شدن دوره عمر محصولات، هموار شدن زمینه کار در ساخت و جهانی شدن اقتصاد بازار است. در این مقاله ادبیات متمرکز در مدل‌سازی زنجیره‌های تأمین / عرضه چند مرحله‌ای مرور شده و سپس یک برنامه تحقیقی برای تحقیقات آتی در این زمینه تعریف و ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: زنجیره تأمین - تولید - توزیع - لجستیک

۱- مقدمه

مجدد از محصول صورت گیرد.

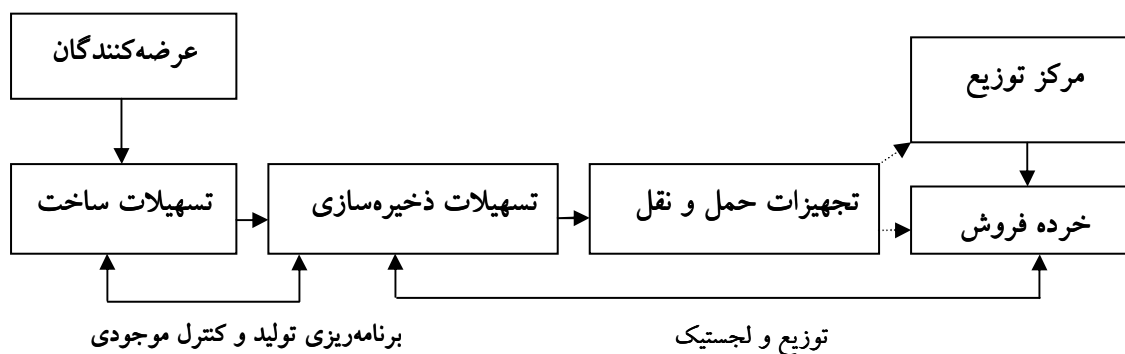
زنجیره تأمین را می‌توان به عنوان یک فرآیند یکپارچه تعریف کرد که در آن تعدادی از عوامل مختلف (تأمین‌کنندگان، سازندگان، توزیع‌کنندگان و خرده‌فروشان) با یکدیگر برای موارد زیر فعالیت می‌کنند: (۱) تهیه مواد خام، (۲) تبدیل مواد خام به محصولات نهایی، (۳) تحویل محصولات نهایی به خرده‌فروشان. این زنجیره به‌صورت سستی بوسیله یک جریان رو به جلو مواد و یک جریان رو به عقب اطلاعات قابل شناسایی است. برای سالیان متمادی، محققین و صاحب‌نظران، به طور ابتدایی و جداگانه، فرآیندهای گوناگون زنجیره تأمین را مورد بررسی قرار داده‌اند، اما اخیراً توجه روزافزونی به عملکرد، طراحی و تجزیه و تحلیل زنجیره‌های عرضه شده و به‌صورت یک کلیت درآمده است. از دیدگاه علمی، مفهوم زنجیره تأمین، از یک سری تغییرات در محیط ساخت سرچشمه می‌گیرد که شامل بالا رفتن هزینه‌های ساخت، کاهش منابع ساخت، کوتاه شدن دوره عمر محصولات، هموار شدن زمینه کار در واحدهای ساخت و جهانی شدن اقتصاد بازار است. امروزه، صاحب‌نظران تمایل دارند تا مفهوم زنجیره تأمین سستی را که شامل لجستیک معکوس است به بازیافت محصول تغییر دهند تا بازیافت، ساخت دوباره و استفاده

۲- تعریف زنجیره تأمین

همان طور که در بالا اشاره شد، زنجیره تأمین یک فرآیند ساخت یکپارچه است که در آن مواد خام به محصولات نهایی تبدیل شده، سپس در اختیار مشتری قرار می‌گیرد، در بالاترین سطح یک زنجیره تأمین یکپارچه شامل دو فرآیند اصلی می‌باشد:

۱- فرآیند برنامه‌ریزی تولید و کنترل موجودی
۲- فرآیند توزیع و لجستیک، این فرآیندها که در شکل «۱» نشان داده شده‌اند؛ چارچوب اصلی را برای حرکت و تبدیل مواد خام به محصولات نهایی فراهم می‌کنند.

فرآیند برنامه‌ریزی تولید و کنترل موجودی، شامل فرآیند ساخت و ذخیره‌سازی می‌باشد. به طوردقیق، برنامه‌ریزی تولید، طراحی و مدیریت فرآیند کامل ساخت را بیان می‌کند که شامل زمانبندی و تأمین مواد خام، زمانبندی و طراحی فرآیند ساخت، طراحی و کنترل مواد می‌باشد. کنترل موجودی، طراحی و مدیریت سیاست‌ها و برنامه‌های ذخیره‌سازی مواد خام، مواد در جریان ساخت و محصولات نهایی را شامل می‌شود. فرآیند توزیع و لجستیک، چگونگی بازیافت و انتقال محصولات را از



شکل ۱: فرآیند زنجیره تأمین

ارتباطی زنجیره تأمین، عنوان کرد. هدف از هر ابتکار این است که یک تولید را با کمترین هزینه انجام دهد و یا برنامه توزیعی را ارائه کند که تقاضای محصول نهایی را تأمین نماید. هزینه کل، مجموعه‌ای از میانگین موجودی کالا و هزینه‌های ثابت می‌باشد. در پایان، اجرای هر ابتکار، با استفاده از میزان وسیعی از آزمایش‌های تجربی مقایسه می‌شود و توصیه‌ها و دستورالعمل‌هایی براساس چگونگی حل آنها و ساختار شبکه ارتباطی داده می‌شود.

در سال ۱۹۸۳، ویلیامز، یک الگوریتم برنامه‌ریزی پویا را برای تعیین شبیه‌سازی تولید و شاخص گروه‌های توزیع در هر نمودار در یک شبکه زنجیره‌ای تأمین توسعه داد. هدف از این ابتکار این است که میانگین هزینه هر دوره که به صورت یک خط افقی نامحدود است را کاهش می‌دهد، جایی که میانگین هزینه، مجموعه‌ای از هزینه‌های فرآیندی و هزینه‌های موجودی کالا برای هر نمودار در شبکه ارتباطی می‌باشد.

در سال ۱۹۸۸، ایشی، مدلی را برای تعیین سطوح سرمایه توسعه داد و زمان‌هایی را که با کمترین هزینه در یک زنجیره تأمین همراه بودند، بر روی یک خط افقی مشخص کرد. سطوح سرمایه و زمان‌های مشخص شده در این روش به این منظور تعیین می‌شود که از خروج سرمایه جلوگیری کرده و مقدار محصولات منسوخ یا ضایعات را کاهش دهد.

مدل آنها، از یک سیستم ترتیبی استفاده می‌کند که

انبارها به خرده‌فروشان نشان می‌دهد. این محصولات، ممکن است به طور مستقیم به خرده‌فروشان تحویل داده شود یا ممکن است در ابتدا تحویل عوامل توزیع شود که آنها این محصولات را به خرده‌فروشان تحویل می‌دهند. این فرآیندها شامل مدیریت باز یافت محصولات، انتقال کالا و محصولات و تحویل محصول نهایی می‌باشد. این فرآیندها با یکدیگر در تعامل هستند و یک زنجیره تأمین یکپارچه را به وجود می‌آورند. طراحی و مدیریت این فرآیندها نشان می‌دهد که زنجیره تأمین تا چه اندازه به عنوان یک واحد عمل می‌کند تا هدف‌های اجرایی مورد نظر محقق شود.

۳- مرور ادبیات

زنجیره تأمین در شکل «۱»، شامل پنج مرحله می‌باشد. به طور کلی، مدل‌های چند مرحله‌ای طراحی و تجزیه و تحلیل زنجیره تأمین، به وسیله روش مدل‌سازی به چهار گروه تقسیم می‌شوند. که عبارتند از: ۱- مدل‌های تحلیلی قطعی که در آن تمام متغیرها شناخته شده و مشخص هستند، ۲- مدل‌های تحلیلی احتمالی که در آن حداقل یکی از متغیرها ناشناخته است و تصور می‌شود که یک توزیع احتمالی مشخص را دنبال می‌کند، ۳- مدل‌های اقتصادی و ۴- مدل‌های شبیه‌سازی.

۳-۱- مدل‌های تحلیلی قطعی

در سال ۱۹۸۱، ویلیامز، هفت الگوریتم ابتکاری را برای برنامه‌ریزی تولید و عملیات توزیعی در یک شبکه

در این حالت، از فرآیند تقاضای شناخته شده و خطی سرچشمه می‌گیرد.

در سال ۱۹۸۹، کوهن و لی یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی غیرخطی ارائه دادند. هدف این مدل که بر اساس فنون EOQ می‌باشد، توسعه آنچه که نویسندگان از آن به عنوان سیاست یاد می‌کنند «گسترش منابع جهانی» می‌باشد. به طور دقیق‌تر، هدف از مدل آنها این است که سود کلی بعد از کسر مالیات را برای تجهیزات تولید و مراکز توزیع افزایش دهند. خروجی که از مدل آنها نتیجه می‌شود عبارتند از:

حواله‌هایی برای محصولات تمام شده و تعیین گروهی برای دستگاه‌های ساخت - فروشنده‌هایی برای مراکز توزیع و مراکز توزیعی برای نواحی بازار، باید در تجهیزات ساخت، ساخته شود.

ضمناً این مدل که ملزومات لازم برای تمام محصولات را توسعه می‌دهد، سود بعد از کسر مالیات را نیز افزایش می‌دهد. در سال ۱۹۹۰، کوهن و مون مدل ۱۹۸۹ کوهن و لی را از طریق توسعه یک مدل بهینه‌سازی تحمیلی که PILOT نامیده می‌شود گسترش دادند تا تأثیرات پارامترهای مختلف را در ارزش زنجیره تأمین مورد بررسی قرار دهند. به طور دقیق‌تر این مؤلفین یک زنجیره تأمین را در نظر می‌گیرند که شامل تهیه‌کنندگان مواد خام، تجهیزات تولید، مراکز توزیع و خرده‌فروشان می‌باشد. این سیستم با استفاده از انواع گوناگون مواد خام، محصولات نهایی و میانی را تولید می‌کند.

در سال ۱۹۳۳، نیوهارت، با استفاده از یک روش دو مرحله‌ای، زنجیره تأمین مطلوبی را طرح کرد. اولین مرحله، شامل یک برنامه ریاضی ترکیبی و مدل ابتکاری می‌باشد که هدف از آن، کاهش تعداد انواع محصولات جداگانه‌ای است که در یک محصول در زنجیره تأمین بکار گرفته می‌شود. مرحله دوم یک فرآیند سرمایه‌ای است که پایین‌ترین مقدار سرمایه لازم را برای جذب

تقاضا تعیین می‌کند، این مؤلفین، چهار عامل جایگزین را برای جایگزینی عوامل مختلف در زنجیره تأمین در نظر گرفتند. قدم بعدی این است که مقدار سرمایه هر جایگزین را حساب کند تا جایگزینی را که دارای پایین‌ترین قیمت است انتخاب کند.

در سال ۱۹۹۵، آرنزن یک مدل برنامه‌ریزی ترکیبی به نام GSCM ارائه داد که می‌تواند با محصولات مختلف، عوامل، فرآیند، بازه‌های زمانی و روش‌های حمل‌ونقل سازگار باشد. به طور دقیق‌تر، این روش یعنی GSCM عوامل مختلفی را به حداقل می‌رساند مانند: روزهای کاری، قیمت کلی محصول، سرمایه، تبادل مواد، مخارج کلی و هزینه‌های حمل‌ونقل. این مدل نیاز به اطلاعاتی مانند موجودی مواد، حجم تقاضا، هزینه‌ها، مالیات‌ها و ملزومات روزمره کار دارد و به عنوان خروجی، موارد زیر را آماده می‌کند ۱- تعداد و جایگاه مراکز توزیع ۲- حواله توزیع به مشتری ۳- تعداد فرآیند و ۴- حواله تولید محصول.

در سال ۱۹۹۶، وُدوریس، یک مدل ریاضی را توسعه داد که می‌تواند تأثیرگذاری را در زنجیره تأمین بهبود بخشد. این مدل انعطاف پذیری سیستم را افزایش می‌دهد و از طریق مجموع اختلافات بین ظرفیت‌ها و کاربردهای دو نوع منبع (منابع سرمایه و منابع فعالیت‌ها) اندازه‌گیری می‌شود. منابع سرمایه، منابعی هستند که مستقیماً با مقدار سرمایه بکار گرفته شده در ارتباط هستند. منابع فعالیت، منابعی هستند که برای نگهداشتن جریان مواد مورد نیاز هستند. این مدل نیاز به داده‌های مصرفی و اطلاعاتی درباره موجودی مواد دارد و به عنوان خروجی موارد زیر را تولید می‌کند ۱- برنامه تولید، حمل‌ونقل و تحویل برای هر محصول ۲- سطوح سرمایه‌گذاری بومی برای هر محصول.

در سال ۱۹۹۷، گام یک مدل برنامه‌نویسی را برای شرکت‌های پراکتر و گمبل ارائه داد. هدف از این مدل این است که: ۱- جایگاه مراکز توزیع را تعیین کند

۲- این مراکز توزیع را به مشتری‌ها واگذار نماید. هدف از این مدل این است که هزینه کل جایگاه‌های مراکز توزیع را به حداقل برساند.

۳-۲- مدل‌های تحلیلی احتمالی

در سال ۱۹۸۸، کوهن و لی مدلی را برای همه مواد برای هر فرآیندی در سیستم زنجیره تأمین، ارائه دادند. در این کار، این مؤلفین از چهار مدل کوچک که بر اساس هزینه‌ها شکل گرفته، استفاده می‌کنند. هر یک از این مدل‌های کوچک در زیر توضیح داده شده است:

۳-۲-۱- کنترل مواد: این مدل کیفیت‌های سفارش مواد، فاصله‌های سفارش مجدد و زمان پاسخ برآورد شده برای تمام عوامل زنجیره تأمین، موجودی مواد، اطلاعات هزینه‌ها و ملزومات تولید را در نظر می‌گیرد.

۳-۲-۲- کنترل تولید: این مدل، اندازه‌های محصول و زمان‌های داده شده به هر محصول و زمان‌های داده شده برای تحویل مواد را تعیین می‌کند.

۳-۲-۳- انبار محصولات ساخته شده: این مدل اندازه سفارش اقتصادی و کیفیت هر محصول را تعیین می‌کند و از داده‌های اطلاعات هزینه، زمان‌های داده شده برای تولید و داده‌های تقاضا استفاده می‌کند.

۳-۲-۴- توزیع: این مدل سیاست‌های سفارش کالا را برای هر عامل توزیع تعیین می‌کند و بر اساس نیازهای زمانی حمل و نقل، داده‌های تقاضا، داده‌های هزینه و داده‌های شبکه ارتباطی می‌باشد.

هر یک از این مدل‌های کوچک بر اساس یک هدف هزینه می‌باشند. در آخرین مرحله محاسبه، این مؤلفین سیاست‌های تقریبی سفارشی را با استفاده از یک برنامه ریاضی که مجموع کل هزینه‌ها را برای هر چهار مدل کوچک کاهش می‌دهد، تعیین می‌کنند.

در سال ۱۹۹۱، سورونوس و زیپکین، سیستم‌های زنجیره تأمین از نوع توزیعی و چند پله‌ای را عنوان کردند. در این حالت، مؤلفین برای سهولت کار، یک سیاست یک به یک که بر اساس سرمایه باشد را در نظر

می‌گیرند. آنها با استفاده از تخمین و تقویت یک مدل بهینه‌سازی را پیشنهاد می‌کنند که کمترین سطح سرمایه را تعیین می‌کند.

در سال ۱۹۹۳، لی و بیلینگتون یک مدل احتمالی ابتکاری را برای اداره جریان مواد بر اساس مکان آنها توسعه دادند. به طور دقیقتر این مؤلفین، یک سیستم سرمایه‌ای دوره‌ای را مدلسازی می‌کنند و دوره بررسی و کیفیت مواد را بر اساس نوع محصول تعیین می‌کنند، آنها مدلی را ارائه می‌دهند که ۱- سیاست سفارش مواد را از طریق محاسبه سطح سرمایه مورد نیاز برای به انجام رساندن سرویس موردنظر برای هر محصول تعیین کند ۲- سطح سرویس موردنظر برای هر محصول را تعیین کند.

در سال ۱۹۳۳، لی یک مدل اجتماعی و دوره‌ای را برای محصولات آماده سفارش ارائه کرد که این مدل، راه را برای تمرکز فرآیند در زنجیره تأمین گسترش می‌داد. هدف از این مدل، طراحی فرآیندی از تولید کالا است که برای بخش‌های مختلف بازار مناسب بوده و کمترین هزینه و بالاترین سطح خدمات به مشتری را داشته باشد. در سال ۱۹۹۳، پایک و کوهن یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی را برای زنجیره تأمین ارائه دادند که از مدل‌های احتمالی برای محاسبه ارزش متغیرهای تصادفی در برنامه ریاضی استفاده می‌کرد.

آنها یک زنجیره تأمین سه مرحله‌ای را در نظر می‌گیرند که شامل یک محصول، یک عامل ساخت، یک عامل انبار و یک خرده‌فروش می‌باشد. این مدل هزینه کلی مربوط به سطح خدمات را کاهش می‌دهد و نیز زمان‌های عملکرد و ثبات و زمان‌های تهیه و ذخیره‌سازی را در بر می‌گیرد. این مدل، وقفه‌های اقتصادی و تقریبی سفارش دوباره محصول و نیز شاخص‌های ذخیره‌سازی و نیز سطح سفارش کالا را برای خرده‌فروش و شبکه مخصوص تولید را تصدیق و تأیید می‌کند.

در سال ۱۹۹۴، پایک و کوهن تحقیق سال ۱۹۹۳ خود را دنبال کردند و این بار یک شبکه ارتباطی

پیچیده‌تر تولید را ارائه دادند.

آنها دوباره یک زنجیره تأمین را در نظر گرفتند که شامل یک عامل ساخت، یک عامل انبار و یک عامل فروش بود. این مدل جدید خروجی‌های مشابهی را ارائه می‌دهد. با وجود این، این مدل، متغیرهای کلیدی را برای هر نوع محصول تعیین می‌کند.

در سال ۱۹۹۴، زافستاس و کاپسیاتیس یک روش برنامه‌ریزی ریاضی مشخص را برای بهینه‌سازی زنجیره تأمین بکار بردند و سپس از روش‌های شبیه‌سازی برای تحلیل مثال عددی مدل خود استفاده کردند. در این کار، آنها بهینه‌سازی را تحت سه سناریوی مختلف زیر انجام دادند:

الف- بهینه‌سازی بخش (تسهیلات) ساخت: تحت این سناریو، هدف این است که هزینه کلی را فقط از طریق تسهیلات ساخت کاهش دهند.

ب- بهینه‌سازی کلی زنجیره تأمین: این سناریو، یک ارتباط تنگاتنگ را بین تمام مراحل زنجیره تأمین در نظر می‌گیرد و بنابراین، هزینه‌های کلی زنجیره را کاهش می‌دهد.

ج- بهینه‌سازی غیر متمرکز: این سناریو، هر یک از قسمت‌های زنجیره تأمین را به طور انفرادی بهینه‌سازی می‌کند و بنابراین، هزینه انجام شده به وسیله هر سطح را کاهش می‌دهد.

این مؤلفین مشاهده می‌کردند که تفاوتها در هزینه‌های کلی بین سه سناریو، در مثال مورد نظرشان، بسیار ناچیز می‌باشد. در سال ۱۹۹۴، تاویل و دل و چو، یک تئوری فیلتر و شبیه‌سازی را در مطالعه زنجیره‌های تأمین در نظر گرفتند. در این تحقیق آنها مشخصه‌های فیلتر زنجیره‌های تأمین را برای تحلیل پاسخ‌های گوناگون زنجیره تأمین با احتمالات در الگوی تقاضا مقایسه می‌کنند. سپس این پاسخ‌ها با استفاده از شبیه‌سازی مقایسه می‌شوند تا کمترین سطح ایمنی شرایط سرمایه را مشخص کنند که برای به انجام خدمات

مورد نظر ضروری است.

در سال ۱۹۹۵، لی و فیتزینگر، یک مدل تحلیلی برای تجزیه و تحلیل وضعیت محصول ارائه دادند که تقاضاهای احتمالی محصول را در نظر می‌گرفت. این محققان از طریق برآورد هزینه قابل پیش‌بینی برای ساختارهای گوناگون محصول، این مسأله را حل کردند. این ساختارها عبارتند از موجودیها، کرایه، مشتری‌ها و هزینه‌های پردازش. ارزش مطلوب این است که مجموعه این هزینه‌ها به حداقل برسد.

در سال ۱۹۹۷، لی، مدل‌های ریاضی احتمالی را ارائه داد که «اثر شلاق چرمی» معروف است. این اصطلاح به عنوان پدیده‌ای بیان می‌شود که در آن متغیر تقاضای خریدار به طور فزاینده‌ای، در هر مرحله‌ای از زنجیره تأمین افزایش پیدا می‌کند. به این معنی که این متغیر، تنها متغیر واقعی است و تأثیر آن خیلی بیشتر از متغیر فروش می‌باشد و این پدیده در این زنجیره به سرعت افزایش می‌یابد در این تحقیق، آنها مدل‌های تحلیلی احتمالی را ارائه می‌دهند که دلایل «اثر شلاق چرمی» را بیان می‌کند و این چهار دلیل عبارتند از مرحله تقاضا، بازی سهم، گروه تقاضا و گوناگونی قیمت، و نشان می‌دهد که چگونه این دلایل به این اثر مربوط می‌شوند.

۳-۳- مدل‌های اقتصادی

در سال ۱۹۹۴، کریستی و گروت یک قالب اقتصادی را برای مدلسازی ارتباط خریدار - تولیدکننده در زنجیره تأمین ارائه دادند. اساس این کار یک زنجیره تأمین یا ماتریس ارتباط می‌باشد که ممکن است برای مشخص کردن شرایطی که هر ارتباطی لازم دارد، بکار برده شود. این موقعیت‌ها از مرحله بالا تا پایین و از محصول بالا تا پایین مشخص می‌شوند. بنابراین، ریسک مرتبط که به وسیله خریدار و تولیدکننده در نظر گرفته می‌شود در این ماتریس جای می‌گیرد. بنابراین، ریسک‌های مرتبطی که توسط خریدار و تولیدکننده در

نظر گرفته می‌شود در یک ماتریس قرار می‌گیرند. به عنوان مثال اگر مشخصه فرآیند پایین باشد، خریدار ریسک را در نظر می‌گیرد ولی اگر مشخصه تولید پایین باشد تولیدکننده ریسک را در نظر می‌گیرد. برای هر یک از این چهار گروه بندی ریسک، این محققین تلاش می‌کنند تا فنون مناسبی را برای مدل‌سازی ارتباط خریدار تولیدکننده طراحی نمایند.

۳-۴- مدل‌های شبیه‌سازی

در سال ۱۹۹۱ و ۱۹۹۲، تاویل از فنون شبیه‌سازی برای برآورد تأثیر استراتژی‌های گوناگون زنجیره تأمین در تقویت تقاضا استفاده کرد. استراتژی‌هایی که مورد بررسی قرار گرفتند عبارتند از:

۳-۴-۱- حذف مرحله توزیع از زنجیره تأمین، از طریق وارد کردن عامل توزیع در مرحله تولید.

۳-۴-۲- یکی کردن جریان اطلاعات در زنجیره تأمین.

۳-۴-۳- اجرای یک سیاست تولید به موقع (JIT)

برای کاهش تأخیرهای زمانی.

۳-۴-۴- بهبود حرکت محصولات و مواد میانی از طریق تکمیل و اصلاح برنامه‌های کمی سفارشات.

۳-۴-۵- اصلاح پارامترهای برنامه‌های کمی سفارشات موجود. هدف از مدل شبیه‌سازی این است که مشخص کند کدام یک از استراتژی‌ها در شفافیت متغیرها در الگوی تقاضا بسیار مؤثر هستند. استراتژی‌های ۱ و ۳ بالا به نظر می‌رسد که در شفافیت متغیرهای تقاضا مؤثرترند.

در سال ۱۹۹۱، ویکنر، پنج استراتژی پیشرفته را در زنجیره تأمین مورد بررسی قرار می‌دهد و سپس آنها را در یک مدل زنجیره‌ای تأمین بکار می‌برد. این پنج استراتژی عبارتند از:

الف- اصلاح قوانین تصمیم‌گیری موجود.

ب- کاهش تأخیرهای زمانی در هر مرحله‌ای از زنجیره تأمین.

ج- حذف مرحله توزیع از زنجیره تأمین.

د- بهبود قوانین تصمیم‌گیری در هر مرحله‌ای از

زنجیره تأمین.

ه- یکی کردن جریان اطلاعات و جداکردن تقاضاها به دو بخش «پیشنهادها واقعی» که تقاضاهای واقعی بازار هستند و «سفارشات پنهان» که سفارشات هستند که ایمنی سرمایه‌ها را تقویت می‌کنند.

این مدل شامل یک کارخانه، امکانات توزیع و خرده‌فروشان می‌باشد. بنابراین، این گونه تصور می‌شود که هر امکاناتی در این زنجیره دارای چند فهرست می‌باشد. اجرای هر یک از این پنج استراتژی متفاوت با استفاده از تئوری شبیه‌سازی صورت می‌گیرد. نتایجی که بعداً برای تعیین تأثیرات استراتژی‌های مختلف در کاهش نوسانات تقاضا بکار برده می‌شود. از نظر ارائه‌کنندگان این مدل، استراتژی پنج مؤثرترین استراتژی می‌باشد که جریان اطلاعات در تمام سطوح زنجیره را توسعه داده و سفارشات را جداسازی می‌نماید.

۴- شاخص‌های عملکرد زنجیره تأمین

یک بخش بسیار مهم در طراحی و تحلیل زنجیره تأمین، ایجاد شاخص‌های عملکرد مناسب می‌باشد. یک شاخص عملکرد یا یک گروه از شاخص‌های عملکرد برای تعیین مؤثر بودن سیستم موجود بکار می‌رود. شاخص‌های عملکرد با تعیین ارزش‌های متغیرهای موجود، برای طراحی سیستم‌های پیشنهادی نیز بکار می‌روند. این شاخص‌ها که در این بخش توضیح داده شده‌اند ممکن است به دو گروه شاخص‌های کیفی و شاخص‌های کمی گروه بندی شوند.

۴-۱- شاخص‌های عملکرد کیفی

شاخص‌های عملکرد کیفی، آن نوع از شاخص‌ها هستند که در آنها هیچ نوع اندازه‌گیری عددی مستقیم وجود ندارد. با وجود این، بعضی از جنبه‌های آنها ممکن است با اعداد اندازه‌گیری شوند. این اهداف مهم در این جا مشخص شده‌اند. اما در مدل‌های بررسی شده در این جا، بکار نرفته‌اند:

• رضایت مشتری: شاخصی است که مشتری‌ها با محصول و یا دریافت خدمات راضی می‌شوند و ممکن است هم برای مشتری‌های داخلی و هم خارجی بکارگرفته شود. رضایت مشتری از سه عنصر تشکیل شده است. الف- رضایت قبل از معامله: رضایتی است که با عناصر خدماتی در ارتباط بوده و قبل از خرید محصول اتفاق می‌افتد.

ب- رضایت از معامله: این رضایت مستقیماً با عناصر خدماتی که به هنگام توزیع کالاها صورت می‌گیرد در ارتباط است.

ج- رضایت پس از معامله: این رضایت با حمایتی که از محصولات به هنگام استفاده از آنها صورت می‌گیرد، ارتباط دارد.

• قابلیت انعطاف: درجه‌ای است که زنجیره تأمین می‌تواند به نوسانات اتفاقی در الگوی تقاضا پاسخ دهد. • یکسان‌سازی جریان اطلاعات و مواد: درجه‌ای است که تمام عوامل موجود در زنجیره تأمین موجب می‌شوند که اطلاعات برقرار و مواد منتقل شوند.

• مدیریت ریسک مؤثر: تمام ارتباطات بین زنجیره تأمین، دارای ریسک می‌باشند. مدیریت ریسک مؤثر درجه‌ای را بیان می‌کند که تأثیرات این خطرات کاهش می‌یابد. • عملکرد تهیه مواد: شاخصی است که در آن تهیه‌کنندگان مواد خام را به موقع و در شرایط مناسب به عوامل تولید تحویل می‌دهند.

۲-۴- شاخص‌های عملکرد کمی

شاخص‌های عملکرد کمی، آن دسته از شاخص‌ها هستند که مستقیماً با اعداد سر و کار دارند. شاخص‌های کمی زنجیره تأمین ممکن است به صورت زیر دسته‌بندی شود ۱- اهدافی که مستقیماً بر اساس هزینه یا سود هستند ۲- اهدافی که بر اساس شاخص واکنش‌های مشتری‌ها هستند.

۱-۲-۴- شاخص‌های مبتنی بر هزینه

• کاهش هزینه: این هدف، فراگیرترین هدف در زنجیره تأمین می‌باشد. به طور نمونه، هزینه یا برای کل

زنجیره تأمین کاهش می‌یابد و یا برای واحدها یا مراحل مخصوص. • افزایش فروش: مقدار فروش را در واحدها افزایش می‌دهد.

• افزایش سود: بازده را افزایش می‌دهد.

• کاهش سرمایه‌گذاری کالا: مقدار هزینه‌های کالاها را که شامل هزینه‌های ساخت محصول و هزینه‌های انجام شده است را کاهش می‌دهد.

• بازگشت افزایش سرمایه: نسبت سود به سرمایه‌ای را که برای تولید آن سود بکار رفته است را افزایش می‌دهد.

۲-۲-۴- شاخص‌های مبتنی بر واکنش مشتری

• افزایش نرخ موجودی: بخش سفارشات مشتری را افزایش می‌دهد که به موقع انجام شده است.

• کاهش تأخیر در تحویل محصول: مقدار زمانی را کاهش می‌دهد که بین تاریخ مقرر تحویل محصول و تاریخ واقعی تحویل محصول وجود دارد.

• کاهش زمان پاسخ به مشتری: مقدار زمان سفارش یک تقاضا تا زمان دریافت آن را کاهش می‌دهد. این حالت فقط برای مشتری‌های خارجی نمود پیدا می‌کند.

• کاهش زمان هدایت تولید: مقدار زمانی را کاهش می‌دهد که تولید یک محصول شروع و سپس به طور کامل تولید می‌شود.

• کاهش امور تکراری: تعداد کارهایی را کاهش می‌دهد که بیش از یک بار در یک امر تجاری صورت می‌گیرد.

۳-۴- شاخص‌های عملکرد استفاده شده در مدل‌سازی زنجیره تأمین

همچنان‌که در بالا اشاره شد، یک عنصر مهم در مدل‌سازی زنجیره تأمین، ایجاد شاخص‌های عملکرد مناسب می‌باشد. هر یک از مدل‌هایی که در بخش ۳ بررسی شد سعی داشتند که بهینه‌سازی یک یا چندین شاخص را در عملکرد زنجیره تأمین بکار گیرند.

۵- متغیرهای تصمیم‌گیری در مدل‌سازی زنجیره تأمین

در مدل‌سازی زنجیره تأمین، شاخص‌های عملکرد به

عنوان فعالیت متغیرهای تصمیم‌گیری بیان می‌شوند. این متغیرها به روشی انتخاب می‌شوند که شاخص‌های عملکرد را بهینه‌سازی کنند. این متغیرهای تصمیم‌گیری در مدل‌های بررسی شده، توضیح داده می‌شوند.

• برنامه‌ریزی تولید / توزیع: برنامه‌ریزی ساخت و یا توزیع را بیان می‌کند.

• سطوح ثبت کالا: مقدار و جایگاه هر ماده خام و ذخیره‌سازی نهایی را تعیین می‌کند.

• تعداد سطوح یا مراحل: تعداد مراحل را در زنجیره تأمین تعیین می‌کند. این متغیر با افزایش و یا کاهش سطح زنجیره از طریق ترکیب مراحل و یا جداکردن مراحل ارتباط دارد.

مرکز توزیع (DC) حواله مشتری: تعیین می‌کند که کدام DC به کدام مشتری سرویس ارائه می‌دهد.

حواله دستگاه/ محصول: تعیین می‌کند که کدام دستگاهها، کدام محصولات را تولید خواهند کرد.

ارتباط خریدار - تولیدکننده: جنبه‌های مهم ارتباط بین خریدار و تولیدکننده را تعیین می‌کند.

فهرست تعداد انواع محصولات: انواع مختلف محصولات را که تعیین می‌کند در لیست کالاهای تمام شده قرار دارد.

۶- برنامه تحقیقی

مدل‌هایی که در این جا مورد بررسی قرار گرفتند از تعدادی اعداد برای شاخص‌های عملکرد استفاده می‌کنند که در بخش‌های ۱-۴ و ۲-۴ مشخص شدند. جدول شماره «۱» مراحل انجام تحقیق را به طور خلاصه نشان می‌دهد. برای هر مدلی که مورد مطالعه قرار گرفته این جدول موارد زیر را نشان می‌دهد:

• انواع روش‌هایی که در مدل‌سازی به کار رفته،

• انواع شاخص‌های عملکرد که بکار گرفته شده،

۳- متغیرهای تصمیم‌گیری که برای بهینه‌سازی شاخص‌های عملکرد بکار برده شده است.

روش و هدف از تحقیق موجود در طراحی و تجزیه و تحلیل زنجیره تأمین بکار گرفته شده، مواردی را نشان می‌دهد که تا کنون در این تحقیق به آن اشاره نشده است و آنها عبارتند از: ۱- ارزشیابی و توسعه شاخص‌های عملکرد زنجیره تأمین، ۲- توسعه مدل‌ها و روش‌هایی که متغیرهای تصمیم‌گیری را به شاخص‌های عملکرد مرتبط می‌کند، ۳- در نظر گرفتن مواردی که بر مدل‌سازی زنجیره تأمین تأثیر می‌گذارند و ۴- دسته‌بندی سیستم‌های زنجیره تأمین به منظور توسعه فنون جزئی و کلی برای کمک به طراحی و تجزیه و تحلیل زنجیره‌های تأمین.

۱-۶- شاخص‌های عملکرد زنجیره تأمین

جدول شماره «۱» آن دسته از شاخص‌های عملکرد را مشخص می‌کند که تا کنون در این مقاله به کار رفته است. برای طراحی و تجزیه تحلیل زنجیره تأمین مناسب هستند، این تحقیق، به طور دقیق، کامل بودن و یا مناسب بودن شاخص‌های عملکرد زنجیره تأمین را مشخص نکرده است. به طور دقیق‌تر، سؤالاتی را که در این تحقیق ممکن است بتوان به آنها پاسخ داد، عبارتند از: ۱- آیا شاخص‌های عملکرد موجود برای زنجیره تأمین مناسب هستند؟ ممکن است که یک شاخص عملکرد منفرد برای کل یک زنجیره تأمین مناسب نباشد. احتمال بیشتری نیز وجود دارد که یک سیستم برای شاخص‌های اندازه‌گیری دقیق در سیستم‌های زنجیره تأمین ضروری باشد.

۲- شاخص‌های عملکرد مناسب برای زنجیره تأمین کدامند؟ در پاسخ به این پرسش باید سؤال کرد که چه نوع شاخص‌های عملکرد و یا چه نوع سیستم شاخص‌های عملکردی برای تجزیه و تحلیل عملکرد زنجیره تأمین مناسب هستند و چرا؟

۲-۶- بهینه‌سازی زنجیره تأمین

یک نکته مهم در طراحی زنجیره تأمین این است که تعیین کنیم چگونه یک زنجیره تأمین مؤثر با شاخص‌های عملکرد مناسب پیاده‌سازی می‌شود تحقیق

جدول شماره ۱: مدل‌های زنجیره تأمین

مؤلفین	انواع مدلها				شاخص‌های عملکرد			متغیر تصمیم‌گیری														
	تحلیل قطعی	تحلیل احتمالی	اقتصادی	شبیه‌سازی	هزینه	عکس‌العملی‌های و پیامدهای مشتری	زمان فعالیت	انحطاف پذیری	برنامه تولید/توزیع	مقدار سفارش/ساز	سطوح فهرست	تعداد مراحل	مشتری - مرکز توزیع	ارزیابی مکان	واگذاری دستگاہها	واگذاری محصول	ارتباط خریدار	ارتباط تهیه‌کننده	تفاوت‌های محصول	تشخیص مرحله	تعداد محصول	فهرست انواع موجودیت
التیوک و رنجان (۱۹۹۵)		X			X	X				X	X											
ارنزن (۱۹۹۵)	X				X		X		X	X			X	X								
کام (۱۹۹۷)	X				X								X									
کریستی زکرت (۱۹۹۳)			X		X	X													X			
کوهن زلی (۱۹۸۸)		X			X					X												
کوهن زلی (۱۹۸۹)	X				X				X	X												
کوهن زلمون (۱۹۹۰)	X				X				X													
ایشی (۱۹۸۸)	X				X	X			X	X												
لی و بیلینگتون (۱۹۹۳)		X				X				X												
لی و فیتزینگر (۱۹۹۵)		X			X														X			
لی (۱۹۹۳)		X			X	X				X												
لی (۱۹۹۷)		X			X					X												
بایک و کوهن (۱۹۹۳)		X			X					X												
بایک و کوهن (۱۹۹۴)		X			X					X												
نیو هارت (۱۹۹۳)	X				X	X				X											X	
سورزنوس و زیپکن (۱۹۹۱)		X			X	X				X												
تاویل (۱۹۹۱)				X	X	X				X	X											
تاویل (۱۹۹۲)				X	X	X				X	X											
تاویل و دل و جیو (۱۹۹۴)	X					X				X												
زافستاس و کاپسیاتیس (۱۹۹۴)	X				X					X												
زدوریس (۱۹۹۶)	X							X	X	X												
ویلیامز (۱۹۸۱)	X				X				X													
ویلیامز (۱۹۸۳)	X				X				X													
زیکنر (۱۹۹۱)				X	X	X				X	X											

محصول را برای مدیرانی که فقط اطلاعات بومی داشتند توسعه دهد که نتیجه آن کاهش قیمت‌های تقاضاهای برگشتی برای کل سیستم بود. جدول «۱» نشان می‌دهد که مدل‌های زیادی از سرمایه به عنوان یک متغیر تصمیم‌گیری استفاده می‌کنند. با این حال، همان‌طور که در جدول «۱» نشان داده شد تعدادی از متغیرهای تصمیم‌گیری دیگر نیز وجود دارند که ممکن است به طور مناسب به یک سیستم شاخص عملکرد در جدول «۱» وجود دارد مرتبط شوند و ممکن است متغیرهای دیگری وجود داشته باشد که تا کنون مورد مطالعه قرار نگرفته باشند.

درمدلسازی زنجیره تأمین فقط به طور سطحی چگونگی تأثیر استراتژی‌های زنجیره تأمین را بر شاخص عملکرد نشان می‌دهد. لی و وانگ در سال ۱۹۹۳ و چن در سال ۱۹۹۷ چنین تحقیقی را ارائه دادند. در سال ۱۹۹۳ لی و وانگ یک سیستم شاخص عملکرد را ایجاد کردند که سعی داشت مدیران زنجیره تأمین انفرادی را با کل زنجیره تأمین، هماهنگ سازد تا کاهش کلی ناشی از اهداف ناسازگار را به حداقل برساند به همین ترتیب در سال ۱۹۹۷، چن ارتباط بین مدیران زنجیره تأمین انفرادی و زنجیره تأمین کلی را بررسی کرد در این کار چن سعی کرد تا قوانین تصمیم‌گیری مطلوب

بنابراین، یک تحقیق لازم است که سیستم‌های شاخص عملکرد مناسب را به متغیرهای تصمیم‌گیری زنجیره تأمین مرتبط کند.

۶-۳-پی آمدهای مدلسازی زنجیره تأمین

در مدلسازی زنجیره تأمین پی آمدهایی وجود دارند که توجه زیادی را به خود جلب می‌کنند. این پی آمدها عبارتند از: ۱- به تعویق انداختن محصول ۲- مدلسازی زنجیره تأمین جهانی در برابر تک ملیتی ۳- تحریف تقاضا و افزایش اختلاف ۴-۳-۱- به تعویق انداختن محصول

به تأخیر انداختن محصول در نتیجه به تعویق افتادن یک یا چند عملیات تولیدی در زنجیره تأمین می‌باشد. فایده‌های پنهانی زیادی وجود دارد که می‌توان از تعویق استفاده کرد و یکی از آنها کاهش ارزش و مقدار محصول می‌باشد. نکات مهم در توسعه یک استراتژی تعویق وجود دارد: ۱- تعیین این که چند مرحله باید به تعویق بیفتد ۲- تعیین این که کدام مراحل باید به تعویق بیفتد. تحقیقات جدید درباره استراتژی تعویق مربوط به لی و فیتزنیگر در سال ۱۹۹۵ و جانسون و دیویس در سال ۱۹۹۵ می‌باشد.

۶-۳-۲- مدلسازی زنجیره تأمین جهانی در برابر تک ملیتی

زنجیره‌های تأمین جهانی (GCS)، زنجیره‌هایی هستند که در بین ملل مختلف انجام می‌گیرد. در مدلسازی زنجیره تأمین جهانی، عواملی وجود دارد که بر زنجیره تأمین تأثیر می‌گذارد. در صورتی که در زنجیره تأمین تک ملیتی این عوامل دیده نمی‌شود. این عوامل عبارتند از تنظیمات صادرات - نرخ‌های کاری و نرخ‌های تبادلات. در زمینه GSC افرادی چون کاولیس و گوتیز در سال ۱۹۹۷ و آرنزن در سال ۱۹۹۵ و کوهن و لی در سال ۱۹۸۹ تحقیقات زیادی را انجام داده‌اند.

۶-۳-۳- تحریف تقاضا و افزایش اختلاف

تحریف تقاضا پدیده‌ای است که در آن سفارشات تولیدکننده بیشتر از فروش به خریدار است و افزایش اختلاف زمانی رخ می‌دهد که تحریف تقاضا سیر

صعودی پیدا می‌کند. این پدیده که به اثر شلاق چرمی نیز معروف است در سیستم‌های زنجیره تأمین شناخته شده و متداول می‌باشد و قبلاً توسط فریستر در سال ۱۹۶۱ مشاهده شده، تأثیرات و نتایج اثر شلاق چرمی در زنجیره تأمین ممکن است بسیار شدید باشد و شدیدترین حالت، افزایش شدید ارزش محصولات اضافی است. در نتیجه، تعدادی از استراتژی‌های مؤثر توسعه داده شده‌اند تا تأثیرات تحریف تقاضا و افزایش اختلاف را خنثی کنند.

۶-۴- دسته‌بندی زنجیره تأمین

سیستم‌های زنجیره تأمین اساساً پیچیده هستند، بنابراین مدلها و روش‌هایی که برای مطالعه دقیق این سیستم‌ها بکار می‌رود نیز پیچیده است. با این حال، اگر سیستم‌های زنجیره تأمین بر اساس مشخصات دقیق‌تر دسته‌بندی می‌شدند، مانند حجم تقاضاها، تعداد مراحل و یا تعداد محصولات تولید شده، در این صورت دستیابی به هدفهای موردنظر به راحتی حاصل می‌شد. بنابراین یک تحقیق نیز در این زمینه لازم است که یک برنامه دسته‌بندی مشخص را توسعه دهد که بتواند قوانین دقیقی را بین متغیرهای تصمیم‌گیری و اهداف اجرایی بوجود آورد.

۷- نتیجه‌گیری

بر اساس تحقیق موجود در زمینه مدلسازی زنجیره تأمین، پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی در چهار زمینه ارائه شد: ۱- ارزیابی و توسعه شاخص‌های عملکرد زنجیره تأمین، ۲- توسعه مدل‌ها و روش‌هایی برای ارتباط دادن متغیرهای تصمیم‌گیری به شاخص‌های عملکرد، ۳- توجه به امور تأثیرگذار در مدلسازی زنجیره تأمین ۴- دسته‌بندی سیستم‌های زنجیره تأمین به منظور توسعه قوانین دقیق و آسان یا فنون عمومی که به طراحی و تجزیه و تحلیل زنجیره‌های تأمین کمک می‌کند.

منبع

Benita M. Beamon, Supply Chain Design and Analysis: models and methods, International Journal of production Economics, Vol.55, No.3, 1998