

مدلسازی زنجیره تأمین با استفاده از شبیه‌سازی

ترجمه و تنظیم: مهندس همت ویسی

کلید واژه‌ها: شبیه‌سازی، زنجیره تأمین.

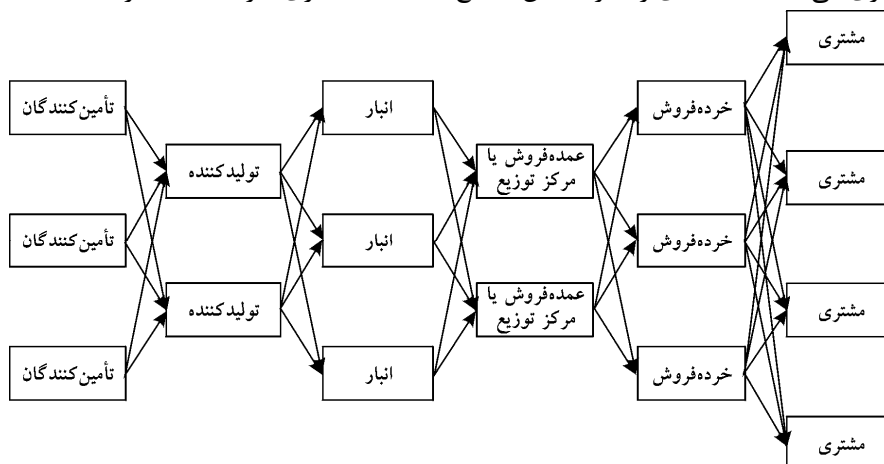
چکیده

در بازار جهانی امروز، مدیریت کل زنجیره تأمین یک عامل کلیدی برای تجارت موفق می‌باشد. سازمانهای در سطح کلاس جهانی، امروزه دریافته‌اند که فرآیندهای تولید و توزیع غیریکپارچه و ارتباط ضعیف با تأمین‌کنندگان و مشتریان، برای شکست آنها کافی است. آنها تأثیر طرح سازمانی را در سایر حوزه‌های زنجیره تأمین درک کرده‌اند. تأثیر یک طرح سازمانی بر کل زنجیره تأمین قبل از اجرای آن قابل پیش‌بینی نیست. شبیه‌سازی، زمینه ارزیابی عملکرد را قبل از اجرای یک طرح فراهم می‌کند. توسعه مدل شبیه‌سازی مدیریت زنجیره تأمین به طور عملی تبدیل به یک ضرورت شده است. این مقاله موضوعات مدیریت زنجیره تأمین و نیاز به مدل کردن آن را با استفاده از شبیه‌سازی توضیح می‌دهد.

۱- مقدمه

در بازار پر رقابت امروز، سازندگان با چالشهایی از قبیل کم کردن زمان تولید، تأخیر زمانی در تحویل و کاهش سطح موجودی مواجه‌اند. با وجود این، هر سازمانی (شرکتی) اهداف مخصوص به خود و فرآیندهای تصمیم‌گیری خاص خود را دارد. به علت تضاد میان اهداف هر سازمان و فرآیندهای تصمیم‌گیری غیریکپارچه، نیاز به یک ساز و کار جدید برای کمک به حل تضادها و یکپارچه سازی فرآیندها وجود دارد.

در اوایل دهه ۱۹۹۰ واژه «مدیریت زنجیره تأمین» به کار گرفته شد. مدیریت زنجیره تأمین، فرآیند یکپارچه‌سازی تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، انبارها و خرده‌فروشان است به گونه‌ای که طی آن کالاها به تعداد مناسب، تولید و در زمان مناسب تحویل شوند و در عین حال از لحاظ قیمت مناسب بوده و نیازهای مشتری را نیز مرتفع نمایند. شکل «۱»، ساختار یک زنجیره تأمین نوعی را نشان می‌دهد. زنجیره تأمین شامل تعدادی سازمان است. این سازمانها با تهیه‌کنندگان (که مواد خام را برای تولیدکنندگان محصولات فراهم کرده و کالاهای تولیدی آنها را در انبارها نگه می‌دارند) شروع می‌شود. سپس محصولات را برای عمده‌فروشان یا مراکز توزیع که اجناس را برای خرده‌فروشان ارسال می‌دارند می‌فرستند. مشتریان محصولات را از خرده‌فروشان خریداری می‌کنند. شبکه‌های زنجیره تأمین صنایع مختلف ساختاری تقریباً مشابه دارند.



شکل ۱: یک نمونه زنجیره تأمین

ساختار این مقاله به صورت زیر است. ابتدا روشهای مختلف عملکرد صنعت در این حوزه مقایسه می‌شود و سپس کارکردها و مزایای مدیریت زنجیره تأمین مرور می‌گردد و پس از آن ضرورت شبیه‌سازی با وقایع گسسته برای مدلسازی زنجیره تأمین نشان داده می‌شود. در نهایت رویه‌ها و نیازمندیهای داده‌ای برای شبیه‌سازی مدیریت زنجیره تأمین واقعی پیشنهاد می‌گردد.

۲- طرح‌ریزی منابع اقتصادی (ERP) در مقابل مدیریت زنجیره تأمین (SCM)

در اوایل دهه ۱۹۹۰ مدیریت منابع گسترش بیشتری یافت و حوزه‌هایی مانند مهندسی، مالی، منابع انسانی، مدیریت پروژه و غیره را تحت پوشش خود درآورد، بنابراین واژه برنامه‌ریزی منابع اقتصادی ابداع شد. برنامه‌ریزی منابع اقتصادی به عنوان یک راه‌حل نرم‌افزاری قابل تعریف است که برای رسیدن به اهداف سازمانی (از جمله اهداف تولید) همه فعالیت‌های شرکت را یکپارچه نماید. سیستم برنامه‌ریزی منابع اقتصادی می‌تواند دارای نرم‌افزاری برای تولید، ورود سفارش، حسابهای دریافتی و پرداختی، دفتر کل، خرید انبارداری، حمل‌ونقل و منابع انسانی باشد. در حالی که سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع اقتصادی حجم بالایی از قابلیت برنامه‌ریزی را تأمین می‌کنند محدودیتهای مواد، ظرفیت و تقاضا همگی به صورت مجزا از هم دیده می‌شوند (به‌صورت متوالی بجای همزمان).

بسته‌های نرم‌افزاری زیادی در اواسط دهه ۹۰ ایجاد شدند که سیستم‌های مدیریت زنجیره تأمین یا سیستم‌های برنامه‌ریزی نامیده می‌شوند. سیستم مدیریت زنجیره تأمین از فناوریهای پیشرفته برای دستیابی به طرح‌های مناسب استفاده می‌کند. این برنامه‌ها اکثر عوامل و محدودیتهایی که توانایی تحویل به موقع کالاها و خدمات را محدود می‌کنند، در نظر می‌گیرند. در سیستم مدیریت زنجیره تأمین می‌توان تمام قیود مربوط به تأمین، تولید، توزیع، حمل‌ونقل و انبارداری را لحاظ کرده شبیه‌سازیهای بلادرنگی را انجام دهد. سیستم‌های طرح‌ریزی منابع اقتصادی، وضعیت دشوارتری برای اضافه کردن این نوع از تواناییها دارند چون آنها اساساً با پردازش قراردادهای سر و کار داشته و همچنین کارهای بیشتری نسبت به بهینه‌سازی زنجیره تأمین انجام می‌دهند. جواب گرفتن از سیستم مدیریت زنجیره تأمین ممکن است چند ثانیه یا چند دقیقه طول بکشد در حالی که برای جواب گرفتن از سیستم طرح‌ریزی منابع اقتصادی ممکن است به ساعتها زمان نیاز باشد. بعلاوه، جوابهای به دست آمده از سیستم مدیریت زنجیره تأمین نتایج مهمتری برای تجارت شرکتها پدید می‌آورد. به همین دلیل است که فروشندگان نرم‌افزار برنامه‌ریزی منابع اقتصادی، مدولهای طرح‌ریزی پیشرفته و جدید و همچنین سایر اجزای مدیریت زنجیره تأمین را توسعه داده‌اند.

۳- کارکردها و فواید مدیریت زنجیره تأمین

جدول زیر، بخشهای عمومی مدیریت زنجیره تأمین را نشان می‌دهد.

جدول ۱: وظایف / بخشهای مدیریت زنجیره تأمین

بخشهای زنجیره تأمین	توضیح
برنامه ریزی تقاضا	طرح‌ریزی تقاضا به منظور کاهش خطای برآورد و پیشنهاد مواردی برای بررسی میزان متغیر بودن تقاضا برای بهبود دقت برآورد و همچنین برآورد میزان مشارکت ضروری است.
برنامه ریزی مادر	برنامه‌ریزی سایت‌های چند وجهی. برنامه‌ریزی مادر بر مبنای مواد، ظرفیت، حمل‌ونقل و سایر محدودیتهای به صورت همزمان
تدارکات	قیودی مثل ظرفیتهای فروشنده، هزینه‌ها و تأخیرهای زمانی می‌توانند به عنوان بخشی از زنجیره تأمین در طرحها مدل گردند.
حمل و نقل	نیازهای حمل‌ونقل پویا را بررسی کرده و طرح حمل‌ونقل بهینه را ایجاد می‌کند.
تولید	برنامه‌ای متناسب با مواد، ظرفیت، و سایر محدودیتهایی که روی تولید اثر گذار هستند.

سال گذشته ب فواید مورد انتظار از مدیریت زنجیره تأمین به شرح زیر قابل بیان است:

- بهبود جریان مواد: هماهنگی بهتر مواد و ظرفیت از به هدر رفتن منابع در انتظار قطعات و اقلام جلوگیری می‌کند.
- کاهش زمان سیکل: بررسی قیود و آلترناتیوهای آن در زنجیره تأمین، به کاهش زمان چرخه کمک می‌کند.
- کاهش هزینه‌های موجودی: تقاضا و مشاهده پذیری تأمین، نیازهای سطوح موجودی را در مقابل عدم قطعیت کاهش می‌دهد. توانایی دانستن زمان خرید مواد مطابق تقاضای مشتری لجستیک، ظرفیت و سایر موارد می‌بایست با یکدیگر ایجاد شوند.
- حمل‌ونقل بهینه: با بهینه‌سازی لجستیک و بارگیری خودروها می‌بایست به حمل‌ونقل بهینه رسید.
- افزایش نرخ تکمیل سفارش: مشاهده پذیری واقعی زنجیره تأمین (تغییر رویه‌ها، تغییر ظرفیت) توانایی افزایش نرخ تکمیل سفارش را پدید می‌آورد.
- تحلیل مدیریت زنجیره تأمین می‌تواند به پیش‌بینی میزان گسترش اغتشاش در پایین دست زنجیره کمک کند
- افزایش مسئولیت مشتری: درک قابلیت تحویل بر اساس قابلیت دسترسی مواد، ظرفیت و لجستیک

۴- چرا شبیه‌سازی؟

طبق اثر بال و ویپ، یک طرح به راحتی می‌تواند در کل حوزه‌های زنجیره تأمین نفوذ نماید. اثر یک طرح ضعیف بر روی تجارت کلی بسیار زیاد است. طرح ضعیف باعث ایجاد چرخه‌های مازاد تولید و انبار، برآورد ضعیف تولید، ظرفیتهای نامتعادل، خدمات ضعیف به مشتری، طرحهای تولید غیر قطعی و قیمتهای بالای اقلام موجودی، یا در بعضی مواقع حتی از دست رفتن فرصتهای فروش می‌شود. اگر چه روشهای طرح‌ریزی منابع اقتصادی و مدیریت زنجیره تأمین فواید زیادی برای صنایع به همراه داشته‌اند، اما استفاده از آنها در پژوهشهای دانشگاهی بسیار هزینه‌بر است.

تفکیک شبیه‌سازی وقایع، امکان ارزیابی عملکرد را قبل از اجرای یک سیستم فراهم می‌کند. این کار شرکتها را قادر می‌سازد تا تحلیل‌های قوی «چه خواهد شد - اگر...» را انجام دهند که خود منجر به برنامه‌ریزی برای تصمیم‌گیری بهتر می‌گردد. این کار همچنین امکان مقایسه راهکارهای عملکردی مختلف را بدون ایجاد وقفه در سیستم واقعی فراهم نموده و در نهایت این که امکان تراکم زمان پدید می‌آید به طوری که تصمیمات اساسی به موقع قابل اتخاذ خواهند بود.

اغلب ابزارهای شبیه‌سازی به صورت ابزارهای تعاملی طراحی می‌شوند تا توسط نیروی انسانی قابل استفاده باشند. این ابزارها مثل ابزارهای تصمیم‌گیری بلادرنگ نیستند که مستقیماً به سیستم کنترل متصل هستند تا کارها را انجام دهند ابزارهای شبیه‌سازی به انسان کمک می‌کنند تا با تأمین اطلاعات، درست تصمیم بگیرد. با وجود این، طراح باید قادر به تعبیر و تغییر طرح (برای حصول به عملکرد بهتر زنجیره تأمین) باشد.

مزایای شبیه‌سازی زنجیره تأمین به قرار زیر است:

- شبیه‌سازی به درک فرآیندها و خصوصیات کلی زنجیره تأمین (با استفاده از گرافیک / انیمیشن) کمک می‌کند.
- شبیه‌سازی قادر به تعیین پویایی سیستم می‌باشد؛ با استفاده از توزیع احتمال، کاربر می‌تواند وقایع غیر منتظره را مدلسازی کند که در حوزه‌های خاصی اتفاق می‌افتند و تأثیر این وقایع را بر زنجیره تأمین تعیین کند.
- شبیه‌سازی باید ریسک تغییرات در فرآیندهای برنامه‌ریزی را حداقل کند. با استفاده از شبیه‌سازی «چه خواهد شد - اگر...» کاربر می‌تواند راهکارهای مختلفی را قبل از تغییر طرح، آزمایش کند.

۵- نیازمندیهای داده‌ای برای مدلسازی زنجیره تأمین

در زنجیره تأمین، تصمیمات اتخاذ شده معمولاً در دسته‌های استراتژیکی، تاکتیکی یا عملکردی طبقه‌بندی می‌شوند. تصمیمات استراتژیکی مربوط به استراتژی شرکت بوده و طولانی مدت (۲ تا ۵ سال) می‌باشند و اغلب شرکای زنجیره تأمین را شامل می‌شوند. تصمیمات تاکتیکی عموماً از نوع تصمیمات میان مدت (از یک ماه تا یک سال) می‌باشند. تصمیمات عملیاتی، کوتاه مدت بوده و به فعالیتهای روزانه مربوط می‌شوند. تصمیمات تاکتیکی و عملکردی در حوزه‌های مختلف زنجیره تأمین گرفته

می‌شوند (به عنوان مثال کارخانه و انبار). این تصمیمات به بحث در مورد تقاضا، تأمین، تولید، انبار و توزیع می‌پردازند. گاناسکاران و دیگران یک چهارچوب برای ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین طراحی کردند. انتخاب معیارهای عملکرد به اهداف سازمانی بستگی دارد.

برای مطالعه شبیه‌سازی مدیریت زنجیره تأمین روندهای زیر پیشنهاد می‌شوند:

- درک فرآیندهای زنجیره تأمین (درک فرآیند تجارت و شاخصهای صنعت) و فرآیندهای طرح‌ریزی
- سناریوی طراحی (اغلب اوقات، مدل کردن تمام جزئیات زنجیره تأمین مناسب نیست. ایده خوب این است که روی بخشهای مربوط به مسأله تمرکز کنیم).
- جمع‌آوری داده (جدول ۲)
- تعریف وضعیت نهایی
- ارزیابی سیاستها/ راهبردهای زنجیره تأمین

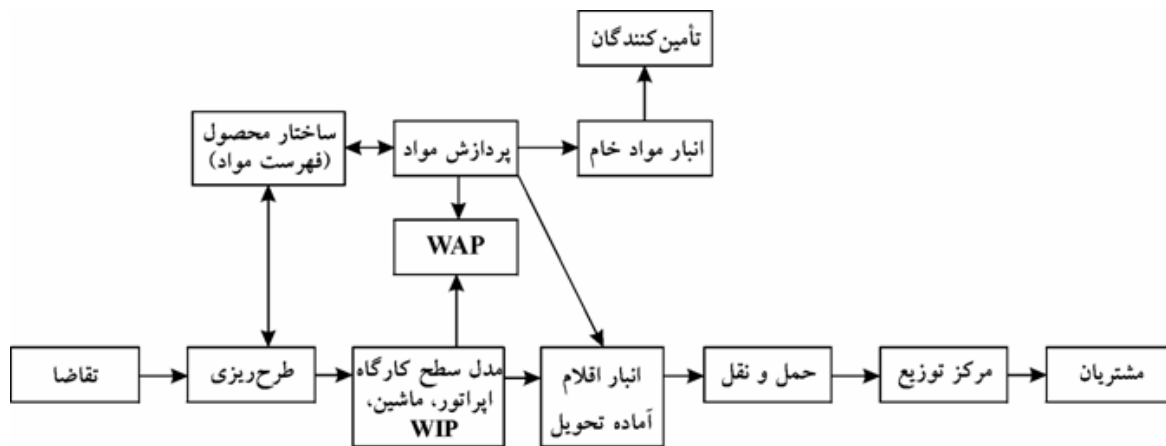
شکل ۲ و جدول ۲ به ترتیب یک مدل ساده زنجیره تأمین و یک مثال از نیازهای داده‌ای برای مدل‌سازی زنجیره تأمین را نشان می‌دهند.

برخی از سؤالاتی که کاربران ممکن است داشته باشند عبارتند از:

- تحت شرایط داده شده و الگوی تقاضای موجود کدام یک از سیاستهای تأمین‌کننده به بهترین عملکرد منجر می‌شود؟
 - کدام یک از سیاستهای تأمین‌کننده در شرایط نوسان تقاضا پایدارتر است؟
 - تحت شرایط داده شده کدام یک از سیاستهای تأمین‌کننده در مورد موجودیها مقرون به صرفه‌تر است؟
 - با افزودن X درصد به ظرفیت، سود چه تغییری می‌کند؟
 - اثر دقیق بودن اطلاعات بر روی عملکرد تولید (به عنوان مثال، چرخه زمانی، نرخ تکمیل سفارش) چیست؟
- بسیاری از محققان ایجاد یک سیستم برنامه‌ریزی بلادرنگ (شبیه‌سازی) را ممکن دانسته‌اند که قادر خواهد بود حالت سیستم را نشان داده و تصمیمات لازم را بلافاصله اخذ نماید. برای داشتن این قابلیت، بهتر است که موارد زیر را داشته باشیم:
- ۱) قابلیت دسترسی به پایگاههای داده مورد نیاز برای کسب اطلاعات
 - ۲) قابلیت پردازش سخت‌افزاری و نرم‌افزاری برای کار شبیه‌سازی در محدوده زمانی بسیار کوتاه
 - ۳) قابلیت تعامل با سیستم کنترل برای واگذاری کارها و دریافت بازخورد از حالت و عملکرد سیستم

جدول ۲: نیازهای داده‌ای نمونه در مدل زنجیره تأمین

حوزه	داده مورد نیاز
فرآیند ساخت و اطلاعات زمانی	۱- داده‌های فرآیند تولید (زمان فرآیند، زمان انتظار، زمان راه‌اندازی، تعداد ماشینها در هر فرآیند، مسیرهای دیگر)، ۲- داده‌های تقویم (اطلاعات جابجایی، اطلاعات روزهای تعطیل، اطلاعات مربوط به نت پیش‌گیرانه)، ۳- داده‌های ماشین‌آلات (تعداد ماشین، متوسط زمان بین دو خرابی، متوسط زمان تعمیر، زمان نت داده‌های دیگر)، ۴- ساختار فهرست مواد.
اطلاعات سیاستهای کنترل موجودی	سطح (تعداد) بهینه اقلام، نقطه سفارش مجدد. سطح موجودی محصولات آماده تحویل، مواد خام و قطعات نیمه ساخته موقعیت اقلام در سطح فروش
اطلاعات تأمین و لجستیک	۱- تأخیر زمانی در تأمین توسط تأمین‌کننده، ۲- ظرفیت تأمین، ۳- زمان تأمین، ۴- ضمانت تأمین
اطلاعات تقاضا	زمان تحویل داده‌های شروع و اولویت ختم
اطلاعات سیاستها/ استراتژیها	سیاستهای کنترل سفارش، سیاستهای ارسال



شکل ۲: نمودار یک نمونه مدل شبیه‌سازی زنجیره تأمین

۶- نتایج

هدف مدیریت زنجیره تأمین، برآوردن تقاضای مشتری به منظور تضمین تحویل محصولات با کیفیت بالا و قیمت کم و با حداقل تأخیر می‌باشد. برای تحقق این هدف، شرکتها نیازمند داشتن بصیرت کامل نسبت به کل زنجیره تأمین برای طرحهای خود و همچنین طرحهای تأمین کنندگان و مشتریان می‌باشند. شرکتها امروزه باید به قدر کافی چابک باشند تا بتوانند برنامه‌ها را به صورت بلادرنگ تطبیق نموده و بازسازی کنند تا بدین ترتیب مراقب وقایع غیر منتظره در زنجیره تأمین باشند. این نیازها، کاربرد وقایع مجزا را در جهت تحلیل کل فرآیند زنجیره تأمین سوق می‌دهند. در این مقاله فواید، وظایف، و داده‌های مورد نیاز که برای مدلسازی و شبیه‌سازی زنجیره تأمین مورد نیاز است، مرور گردید.

مدیریت کارآمد زنجیره تأمین، از بررسی دقیق اطلاعات مربوط به مواد و ظرفیت قابل دستیابی است. امروزه شرکتها خواستار تقلیل ناکارآمدی در فرآیندهای تجاری خود و طراحی مجدد فرآیندهای تجاری در جهت دستیابی به کارآمدی تجاری در سطح کلاس جهانی می‌باشند. بعضی از ناکارآمدیها را می‌توان در شرکت یافت. بعضی دیگر توسط تأمین کنندگان آنها ایجاد می‌شوند و بعضی دیگر نیز توسط هر دو پدید می‌آیند. شبیه‌سازی به شرکتها کمک می‌کند که بیشتر در جریان کارایی و پویایی زنجیره تأمین خود قرار گیرند.

در هنگام توسعه مدل‌های شبیه‌سازی زنجیره تأمین، مهم‌تر از هر چیز باید یک درک خوبی از زنجیره تأمین کلی بدست آورد. درک خوب مشخصات تجاری (به عنوان مثال، معیارهای عملکرد، ساخت برای انبار، یا ساخت طبق سفارش) نیز ضروری است چرا که هر صنعتی، خصوصیات تجاری و فرآیند مدیریت زنجیره تأمین مخصوص به خود را داشته و بهتر است که بر روی حوزه مسأله و بر اساس سناریوی خاص خود تمرکز نماید. تعبیه و ایجاد معیارهای عملکرد مناسب کار مهم دیگری است که باید صورت گیرد.

پی‌نوشت

- 1- Enterprise Resource Planning
- 2- Supply Chain Management
- 3- Bullwhip Effect
- 4- What-If

منبع

[http://ducati.doc.ntu.ac.uk/uksim/journal/vol-2/no-1/Yoon Change/Chanf.pdf](http://ducati.doc.ntu.ac.uk/uksim/journal/vol-2/no-1/Yoon%20Change/Chanf.pdf)