

## چکیده

هدف از این مطالعه ارائه مدلی برای شناسایی و تحلیل انعطاف‌پذیری موجود بین اجزای مختلف زنجیره تأمین است. انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین معرفی شده و اهمیت آن مورد بررسی قرار می‌گیرد. این با بررسی ادبیات انعطاف‌پذیری دنبال می‌شود. در مرحله بعد، روش‌هایی برای ارزیابی انعطاف‌پذیری مورد بررسی قرار می‌گیرند: تجزیه و تحلیل تصمیم، درخت تصمیم و اختیارات طبیعی. در این مقاله، چگونگی تنظیم بنگاه‌ها در برابر تأثیر عدم قطعیت در زنجیره تأمین و مراکز مورد بررسی قرار گرفته است که چگونه آن‌ها می‌توانند از اختیارات طبیعی برای مواجهه با آن و اتخاذ رویه‌های منابع دوگانه استفاده کنند. به عنوان یک ارائه، یک ساختار مشترک را برای کمک به مدیران در مورد وقفه‌های پیش‌آمده پیرامون نظم بنگاه و انتخاب سیستم‌های تنظیم‌شده مشخص می‌کند. در وهله اول، این یک بررسی کلی از پاسخ‌های قابل تصور برای نظارت بر وقفه‌های احتمالی را ترتیب می‌دهد. این مقاله رویکرد ویژه منابع دوگانه را تأکید می‌کند و بیان می‌کند که اختیارات طبیعی رویکردی برای مرور کلی چنین تکنیکی بوده و رویه مناسبی را در مورد رویکرد وابسته به منبع دوگانه ایجاد می‌نماید.

کلید واژه:

زنجیره تأمین، انعطاف‌پذیری، منبع دوگانه، تحلیل تصمیم، اختیارات طبیعی

مدیریت انعطاف‌پذیری در زنجیره  
تأمین

ابوالفضل خطی دیزآبدای

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه

مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی

نوشیروانی بابل، بابل، ایران

Moayedkhati81@gmail.com

عبدالله آراسته

استادیار، گروه مهندسی صنایع دانشگاه

صنعتی نوشیروانی بابل، بابل، ایران

arasteh@nit.ac.ir

محمد مهدی پایدار

دانشیار گروه مهندسی صنایع دانشگاه

صنعتی نوشیروانی بابل، بابل، ایران

Paydar@nit.ac.ir

## مقدمه

### ۱. معرفی

موفقیت یک شرکت در محیط تجاری امروز به مدیریت و هماهنگی درست اجزای مختلف و متمایز زنجیره تأمین آن بستگی دارد. در این محیط بسیار رقابتی، مهم‌ترین مزیت رقابتی پایدار در ارائه خدمات و هماهنگی فعالیت‌های با کیفیت بالا است که در نهایت منجر به رضایت مشتری می‌شود. این مقاله برای اطمینان از چالش‌های عرضه شامل یک پاسخ خاص است: منابع مختلف. هدف مشروعیت بخشیدن به این تکنیک با استفاده از چارچوب اختیارات طبیعی است.

### ۱.۱. چگونه می‌توان عدم قطعیت را مدیریت کرد؟

انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین یک موضوع مهم بین پژوهشگران است. انعطاف‌پذیری غالباً با مفهوم کیفیت دهه ۱۹۷۰ و ۸۰ در حوزه مونتاژ در آمریکا در تضاد است. قبل از آن زمان، اعتقاد بر این بود که مبادله‌ای غیرقابل اجتناب از هزینه و کیفیت وجود دارد و اینکه کیفیت «امری بیش از حد شلوغ» و لذا ارزیابی و نظارت دقیق با آن غیرممکن بود [۱۰]. استفاده از قابلیت‌های انعطاف‌پذیری می‌تواند منجر به بهبود عملکرد زنجیره تأمین و دستیابی به مزایای رقابت جمعی شود [۱۴]. ایجاد قابلیت‌های انعطاف‌پذیری در زنجیره تأمین منجر به کاهش هزینه‌ها، پاسخگویی فعال به نیازهای مشتری، استفاده بهتر از منابع و بهبود کارایی فرایند می‌شود [۳۵]. در حقیقت، امروز، رقابت واقعی مابین مؤسسات نیست، بلکه بین زنجیره تأمین است و مدیریت زنجیره تأمین باید یک رویکرد کلیدی برای طراحی و بهره‌برداری از اصلی‌ترین فعالیت‌های زنجیره تأمین فراهم کند [۵۰]. بنابراین، مدیریت زنجیره تأمین به عنوان ابزاری به شرکت‌ها کمک می‌کند تا از منابع تأمین‌کننده خود تأثیر ببخشند تا برتری رقابتی خود را بهبود بخشند [۲۳، ۳۰].

### ۲.۱. تاریخچه انعطاف‌پذیری

در سطحی بسیار بالا، این بخش می‌تواند به عنوان سه جریان پیشرفت در تولید صنعتی خلاصه

تاریخ ارسال: ۹۹/۰۷/۱۰

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۱۴

شود: موج اصلی بهره‌وری بود. دوم، کیفیت؛ سوم، انعطاف‌پذیری [۴۶]. در این اواخر، سیستم‌های تولیدی تأکید بر سرعت و انعطاف‌پذیری پاسخگوتر دارند. شرکت‌ها با چرخه سریع آشتی عمودی مجدد که پس از آن سطح صورت گرفته است، توصیف می‌شوند [۱۳]. شکل ۱ روند پیشرفت سیستم‌های تولیدی را نشان می‌دهد.



شکل (۱) تکامل سیستم‌های تولیدی

## ۰.۲ بررسی ادبیات

محققان و سازمان‌های بسیاری بر مسأله مشترک سازمان‌دهی بنگاه‌های اقتصادی نظارت می‌کنند، مراکزی که در صورت مواجه با عدم قطعیت فراوان در محیط پیرامونی خود بوده و در مواردی بسیار آسیب‌پذیر می‌نمایند. مجموعه تحقیقات MIT با عنوان «واکنش زنجیره تأمین به تروریسم در سراسر جهان» نشان داده است که سازمان‌ها بیش از آنکه خود را آماده کنند تا در مقابل خطرات تحت تأثیر قرار نگیرند، باید بر این هدف اساسی که چگونه می‌توانند آمادگی خود را در برابر خطرات ارتقا دهند، متمرکز باشند [۴۳].

آنچه باید مورد بررسی اساسی قرار گیرد نوع چالش‌ها و تهدیداتی است که ممکن است زنجیره تأمین با آن مواجه شود؛ یعنی اقدامات محدود یا چالش‌هایی که روی زنجیره تأمین تأثیر می‌گذارند. تأثیراتی نگران‌کننده نظیر بروز اعتصاب، زمین‌لرزه یا برخی چالش‌های دیگر ممکن است ایجاد شده و برای هر شرایطی، تأثیرات خاصی دارد که می‌توان آن‌ها را باهم مقایسه نمود. اینجا ۶ چالش ممکن در زنجیره‌های تأمین را مورد بررسی قرار می‌دهیم: چالش در عرضه، چالش در حمل‌ونقل، چالش در محل‌های کار، اشکالات در بار، چالش در تجارت، چالش در درخواست.

### ۱.۲ ادبیات انعطاف‌پذیری تولید

یک دسته گسترده و درعین حال تقسیم‌شده از مقالات و تحقیقات در حوزه انعطاف‌پذیری تولید وجود دارد. برای بررسی دقیق موضوع دو مقاله جدید این حوزه مورد تأکید قرار می‌گیرند: دی سوزا و ویلیامز<sup>۲</sup> [۷] بیچ و همکاران [۲]. همچنین یک مطالعه عالی در این حوزه پژوهش ستی و ستی<sup>۳</sup> است [۴۱]. کوست و مالهوترا از سه معنی انعطاف‌پذیری آپتون به‌عنوان پایه برای معاینه خود استفاده می‌کنند. با این حال، یک مورد خاص قابل‌توجه وجود دارد. در پژوهش‌های این حوزه موارد متعددی ارائه شده و تعداد زیادی از آن‌ها عالی هستند. با این حال، همه چیز بستگی به ترتیب مهم پیش‌فرض‌ها یا موانع موجود دارد که گسترش و ارتباط آن‌ها را مجبور می‌کند. اصولاً تولید سازگار به تنظیم بستگی دارد و با تغییر تنظیمات، سازگاری حیاتی نیز خواهد داشت. به‌رحال، نمای کلی کوست و مالهوترا در سال ۱۹۹۹ دیدی عالی از نوشتار ارائه می‌دهد [۲۶].

### ۰.۲.۲ ادبیات انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین

مفاهیم اساسی انعطاف‌پذیری به معنای تنظیم قدرتمند سازمان برای وضعیت در حال تحول است [۳۱]. محققان دیگر کوشیدند تا تعریف بنیادی را اصلاح کنند تا در مورد چارچوب نسل، فرآیند، مورد یا قطعه‌ای که سعی در ایجاد معنای انعطاف‌پذیری سودمندتر جهت بهره‌وری بیشتر دارند، بیندیشند. با توجه به این دیدگاه، بساکوت<sup>۴</sup> انعطاف‌پذیری ایجاد را به‌عنوان ظرفیت چارچوب تولید برای ارائه طیف گسترده‌ای از قطعات و بخش‌های جمع‌آوری شده بدون چالش بیرونی برای تغییر چارچوب مشخص می‌کند. در مقایسه با انعطاف‌پذیری تولید، حوزه تحقیقات انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین محدودتر است. مطمئناً، ادبیات انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین را می‌توان به‌عنوان بسطی از مونتاژهای پیچیده‌تر، مخصوص بنگاه، روی سیستم بزرگ‌تر و متصل‌تر تأمین‌کنندگان و مشتری‌ها دید.

براون و همکاران<sup>۵</sup> ابتدا هشت بعد مختلف را برای انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین معرفی کرد [۵]. پس از آن، سیت و ست<sup>۶</sup> این هشت بعد را به یازده بعد و کورکا و کلی<sup>۸</sup> ابعاد انعطاف‌پذیری را به پانزده بعد افزایش دادند از جمله انعطاف‌پذیری دستگاه، جریان مواد، عملیات، خودکارسازی، منابع انسانی، فرآیند، مسیریابی، محصول، طراحی جدید، تحویل محصول و حجم، گسترش، برنامه، تولید و بازار [۲۲، ۳۶].

### ۰.۳.۲ ادبیات انعطاف‌پذیری اقتصادی



انعطاف‌پذیری اقتصادی به تمایز در هزینه یا سود از دست‌رفته یا عدم انعطاف‌پذیری نگاه می‌کند. این نوشتار به‌طور قابل‌توجهی تئوریزه شده و کمتر عملیاتی شده است، با این حال این یک نقطه مرجع استثنایی برای ادبیات انعطاف‌پذیری مونتاژ و زنجیره تأمین است. جدول ذیل مهم‌ترین دیدگاه‌های دیگر درباره انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین را نشان می‌دهد.

جدول (۱) خلاصه چارچوب‌های مورد استفاده در توسعه انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین

محقق	بعد انعطاف‌پذیری
کومار و همکاران [۲۷]	انعطاف‌پذیری در بخش‌های مختلف زنجیره تأمین، از جمله توسعه محصول جدید، تدارکات و تهیه، تولید و توزیع.
گوناسکاران و همکاران [۱۶]	پاسخگویی، شایستگی، انعطاف‌پذیری و سرعت
مدل SCOR [۲۱]	تدارکات انعطاف‌پذیری افزایشی، ایجاد انعطاف‌پذیری افزایشی، توزیع انعطاف‌پذیری افزایشی، انعطاف‌پذیری بازگشت بیش از حد به تأمین‌کنندگان، ایجاد کاهش انعطاف‌پذیری و توزیع با کاهش انعطاف‌پذیری
گوپتا و همکاران [۱۷]	فناوری محصول، تکنیک‌های مدیریت محصول، منابع انسانی، ارتباط با زیردستان و توزیع‌کنندگان توزیع، طراحی محصول و سیستم اطلاعات
ناراسیمهان و داس [۳۴]	سه سطح انعطاف‌پذیری عملیاتی (شامل تجهیزات، مواد، مسیریابی، جابجایی مواد)، انعطاف‌پذیری فنی (از جمله ترکیب، حجم، گسترش و پالایش) و انعطاف‌پذیری استراتژیک (از جمله محصولات و بازارهای جدید)
لوستائوس [۲۸]	اولویت‌بندی شاخص‌های عملکرد و درآمد، شناسایی زیرساخت‌های حیاتی که بر اثرات تأثیر می‌گذارد، تعیین حساسیت و آمادگی زیرساخت‌ها، نوشتن سناریوهای مدل برای حساسیت و آمادگی، ایجاد پاسخ به سناریوها و نظارت، کشف و پاسخ به تغییرات و آشفتگی‌ها
رایس و کانیاو [۳۹]	امنیت اطلاعاتی، فیزیکی و حمل‌ونقل
کارا و کائیس [۲۴]	راهکارهایی برای کاهش عدم اطمینان و ایجاد انعطاف‌پذیری
کارا و کائیس [۲۴]	استراتژی‌های تولید انعطاف‌پذیر در دو زمینه کنترل تولید و تمرکز فنی (قابلیت دامنه فرآیند، قابلیت طراحی، زمان، فرآیند، یکپارچه‌سازی مقیاس و فرآیند و وضعیت نظارت خودکار) و تمرکز نیروی کار (نیروی کار چند رشته‌ای، نیروی کار منعطف و قراردادی، برون‌سپاری و واسطه تأخیر)
اله‌اگر و وست [۳۷]	
تانگ و تانگ [۴۷]	تأخیر، موجودی استراتژیک، زیرساخت‌های انعطاف‌پذیر تأمین، ساخت‌وساز و خرید، مشوق‌های اقتصادی، حمل‌ونقل انعطاف‌پذیر، قیمت‌گذاری و تبلیغ پویا، توالی و تغییر محصول آرام
تاملین [۴۸]	انعطاف‌پذیری در زنجیره تأمین بر اساس استراتژی‌های احتمالی و اقدامات کنترل
پارک [۲۸]	اشتراک اطلاعات، پذیرش امنیت تأخیر، میزان مشارکت و برنامه‌ریزی اضطراری
استادلر و کیلگر [۴۴]	ساختار سازمانی، روش شرکت، ارتباطات و تجارت، استراتژی‌های عملیاتی، اتصالات خریدار و تأمین‌کننده و کنترل هجوم
سرولاکی و دیویس [۴۵]	طراحی و ساخت محصولات جدید و سفارشی‌سازی
کسن و همکاران [۲۵]	هزینه، خدمات مشتری، کنترل موجودی، سطح خدمات، راندمان عملکرد، عملکرد تأمین‌کننده، زمان
وانگ [۵۲]	زمان، بهره‌برداری، موجودی، ارتباطات و اطلاعات
ویکری و همکاران [۴۹]	جهت‌گیری بازار و بازاریابی، پاسخگویی به بازار، کسب و توزیع، تحویل و تدارکات
ماتیلده و همکاران [۳۳]	انتقال کالا، تولید، حجم و سفارش، مسیر



محقق	بعد انعطاف‌پذیری
بسکه [۳]	در مورد مکمل‌های قابلیت‌های پویا و تحقیقات پایدار مدیریت زنجیره تأمین بحث نموده و چارچوبی را ایجاد کنید که آن‌ها را ادغام کند
فایزی و همکاران [۱۸]	بحث در مورد چگونگی بهبود تصمیم‌گیری در مورد انعطاف‌پذیری سازمانی از طریق تخصیص منابع هدفمند
وانگ و همکاران [۵۱]	برای ارزیابی میزان استفاده از تجزیه و تحلیل زنجیره تأمین (SCA) در لجستیک و مدیریت زنجیره تأمین (LSCM)، آن‌ها چارچوب بلوغ SCA را بر اساس چهار سطح قابلیت پیشنهاد می‌کنند.
لوهر و همکاران [۲۹]	سیستمی را برای ارزیابی انتخاب ارائه‌دهنده پایدار پیشنهاد داده و از دستورالعمل توضیحی Pecking استفاده کنید: اولویت‌بندی معیارهای ارزیابی انتخاب ارائه‌دهنده را تهیه کنید.
دوبی و همکاران [۹]	در این مقاله، استفاده از افزودن به مدل‌سازی کمکی تفسیری در مدیریت زنجیره تأمین پایدار، مدنظر است
برومن و همکاران [۴]	ما یک سیستم اتصال به هم را برای پیشرفت اقتصادی حیاتی به نمایش می‌گذاریم که نتیجه ۲۵ سال طولانی یادگیری در بین محققان و متخصصان است.
هرکزگ و همکاران [۱۹]	تدوین چارچوب نظری برای بهبود درک عملکرد
شبیبه و همکاران [۴۰]	آن‌ها با استفاده از یک موضوع فرضیه ذهنی و ذهنی، در مورد رویکرد کمک به دریافت آنچه که باعث ایجاد اختلال در زنجیره تأمین می‌شود و به‌منظور ارائه تجربیات فرضی در این منطقه رو به رشد، استفاده می‌کنند.

## ۴.۲. سایر ادبیات مرتبط

در تحقیق درباره انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین، تحقیقات بسیاری وجود دارد که در زمینه‌های مختلف به‌دست آمده یا به آن بستگی دارد. کمی از آن مباحث در اینجا بیان شده است. به‌احتمال‌زیاد مهم‌ترین بخش استراتژی است، زیرا بخش بزرگی از توسعه انعطاف‌پذیری را الهام‌بخش می‌کند. علاوه بر این، بخش‌های طراحی سازمانی و شبکه‌های صنعتی، رؤس مطالبی کاملاً مختصر از مباحث مرتبط را ارائه می‌دهند. مقالات متنوع بعدی، مباحث توصیه‌های عملکردی را ارائه می‌دهد. شفقی<sup>۹</sup> برای وقوع این مسئله توضیح می‌دهد که چگونه شمارش تعداد افزودنی در زنجیره تأمین می‌تواند بر «پیامد حملات ستیزه جوی روان‌شناختی» نظارت کند [۴۲]. مارتا و سوبیاکریشنا<sup>۱۱</sup> در مقاله خود «تمرکز بر زنجیره تأمین درست در مورد فاجعه ناگزیر پس‌از آن»، علاوه بر این، اقدامات لازم را پیشنهاد داد و با تجربه اندوختن از چالش‌های گذشته، اقداماتی را پیشنهاد می‌دهند [۳۲]. گزاره‌های پیشنهادی در این بخش به‌طور مختصر ذکر می‌گردد.

- شرکت‌ها باید درک درست از زنجیره تأمین را به‌روز کنند تا ظرفیت لازم برای پاسخ مناسب را داشته باشند؛
- شرکت‌ها می‌توانند افزودنی‌ها (ذخایر احتیاطی) را در برگیرند. همان‌طور که MIT در مجموعه «واکنش زنجیره تأمین به تروریسم در سراسر جهان» اظهار داشت، این کپی کردن منابع باز بودن یک دوره حمایتی از فعالیت را به فرصتی خاموش که باید یک رویداد چالشی روند معمول تولید را تحت تأثیر قرار دهد تضمین می‌کند که موجب می‌گردد هیچ‌چیز موجب گسترش خطر به ابعادی بزرگ‌تر و غیرقابل‌کنترل نگردد [۴۳]
- علاوه بر این، بنگاه‌ها می‌توانند سازگاری خود را بدون هیچ‌گونه کوششی در دارایی‌ها به دلیل داشتن ظرفیت پاسخگویی به تغییرات درونی، به‌کارگیرند. داشتن یک زنجیره تأمین تطبیق‌پذیر، شرکت‌ها را قادر می‌سازد که سهام خود را تغییر دهند، همان‌طور که این قضیه در باز بودن منابع نشان داده شده است.

## ۴.۳. ارزیابی انعطاف‌پذیری

اندازه‌گیری انعطاف‌پذیری به‌عنوان نتیجه‌ای در کلمات کلیدی اعلامیه گروین<sup>۱۱</sup> دشوار است: «آینده». انعطاف‌پذیری اندازه‌گیری پتانسیل است - و دقیقاً مانند خصوصیات مختلف، مثلاً توان، هزینه یا کیفیت، مقدار دقیق آن در زمان فعلی تخمین زده نمی‌شود. بر این اساس، انعطاف‌پذیری باید ارزیابی شود. همه موارد مد نظر، ارزیابی دقیق آن ضروری بوده به جهت تضمین اینکه ارزیابی معقول است.

ارزش فعلی خالص<sup>۱۲</sup> NPV آزمونی کامل است که برای ارزیابی میزان استفاده از سرمایه و گزینه‌های مختلف در بسیاری از بنگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌شرط اینکه پیشرفت جریان نقدی پیش‌بینی‌شده و تنزیل (DCF) دارای ارزش فعلی خالص مثبت باشد، در آن مرحله «تأیید» می‌شود. در غیر



این صورت، در این تجدید ساختار می‌شود. هنگام استفاده از NPV برای نشان دادن سازگاری نقاط ضعف وجود دارد. NPV می‌پذیرد که گزینه‌ها باید از همین حالا حل و فصل شوند و این انتخاب‌ها برگشت‌ناپذیر است. NPV بر روی دو موضوع متمرکز است:

۱. سرمایه‌گذاری در مقطعی از زمان تسویه شده انجام شود (به‌طور معمول زمان فعلی) یا در کمترین میزان انجام نمی‌شود. به‌طور معمول، این گمان که سرمایه‌گذاری اکنون یا هرگز انتخاب نشود قابل تعویق است. NPV از این سنخ نیست.
۲. به‌محض اینکه گزینه‌ای ایجاد شد، نمی‌توان آن را تغییر داد. NPV فرصتی برای ترک سرمایه‌گذاری، تغییر کار یا وقفه در تعهد ایجاد نمی‌کند. به بیان ساده‌تر، NPV انتظار دارد که سرمایه تا زمانی که انتخاب انجام شود و به‌طور دائم پس از زمان تأخیر پویا بوده و نمی‌تواند در نتیجه تأثیر بگذارد. گذشته از این، یک مسأله دیگر با بررسی NPV وجود دارد: تصمیم در مورد نرخ تنزیل مناسب برای مشخص کردن جریان نقدی آینده. این رویه می‌تواند بسیار سیاسی و ذهنی بوده و قابل کنترل است [۸].

### ۱.۳. نظریه اختیارات طبیعی

تحلیل اختیارات طبیعی<sup>۱۳</sup> (ROA) رویکردی برای استفاده از تکنیک‌های اختیارات مالی برای سرمایه‌گذاری در دارایی‌های فیزیکی است. به‌طور خاص، روشی را برای استفاده از انعطاف‌پذیری ارائه می‌دهد. به همین ترتیب، رویکرد دیگری برای در نظر گرفتن انعطاف‌پذیری توسط شرکت‌های بزرگ و معمولاً «در نظر گرفتن گزینه‌ها» ارائه می‌دهد. با توجه به این واقعیت که سرمایه‌گذاری را دارای ویژگی‌های برگشت‌ناپذیری، آسیب‌پذیری و برنامه‌ریزی انتخاب‌ها می‌داند کاملاً مشابه NPV نیست. اکنون و دوباره اختیارات طبیعی «به‌طور عادی» در کارها اتفاق می‌افتد و فقط باید در تحقیقات مربوط به سرمایه‌گذاری ادغام شوند. انتخاب شرایط مختلف باید با هزینه اضافی درج شود. انواع اختیارات طبیعی در پروژه‌ها عبارتند از: تعویق، تسلیم، تعویض ورودی‌ها، تنظیم مقیاس کار، اختیارات توسعه و گمانه‌زنی‌های سازمان‌یافته [۱۵].

اختیارات طبیعی با آسیب‌پذیری و شرایط عدم قطعیت شکوفا می‌شوند و نقش و اهمیت خود را آشکار می‌سازند. هرچه نتیجه مشکوک‌تر و با عدم قطعیت بیشتری توأم باشد، اختیارات طبیعی به سمت مفیدتر شدن حرکت می‌کنند. زمانی که عدم قطعیت و برگشت‌ناپذیری وجود دارد و تصمیمات سرمایه‌گذاری می‌توانند به تعویق بیفتند، دو وضعیت بروز می‌کند: در وهله اول بهینه است که قبل از اخذ تصمیمات سرمایه‌گذاری برای اطلاعات جدید ورودی صبر نماییم؛ ثانیاً، انعطاف‌پذیری لازم برای تغییر یک استراتژی قبلاً انتخاب‌شده به‌عنوان اطلاعات ورودی جدید در دسترس باشد. انعطاف‌های مدیریتی از این قسم در زمینه سرمایه‌گذاری در سرمایه‌های فیزیکی به نام «اختیارات طبیعی» نامیده می‌شود. «اختیار» یا «گزینه» در این مفهوم به‌منظور انتخاب فراهم شده توسط سرمایه‌گذاران یا مدیران برای تعویق انداختن تصمیم‌گیری یا تغییر استراتژی‌ها به سمتی دیگر است. به بیان خیلی ساده «اختیار» عبارتست از «مجاز بودن انجام عملی بدون وجود اجبار برای انجام آن». به دلیل این ویژگی که رو کردن اختیار، اختیاری است ارزش آن همواره «مثبت» است. البته ROA ضعیف‌هایی نیز دارد:

۱. مشکل در تصمیم‌گیری در مورد عدم ثبات سود.
۲. مشکل جایگزین کردن یک موضوع کسب و کار واقعی در ساختاری که در ابتدا انتظار می‌رود ارزش سهام شرکت‌های اوراق بهادار بازار را قابل اعتماد و با ارزش در نظر گیرد.

### ۲.۳. چگونه اختیارات طبیعی را مدیریت کنیم؟

«انعطاف‌پذیری‌های فعال» در تمایز با «انعطاف‌پذیری سازگار» به مفهوم «انطباق دارنده انتخاب برای پاسخ به شرایط مشخصه و افزایش عایدی وی» وجود دارد. این دلالت بر نوعی استاندارد سازگاری انتخابی نموده و برای انتخاب‌های معتبر مرتبط با پول نقد است. به‌عنوان مثال، یک دارنده اختیار می‌تواند انتخاب کند که آیا می‌خواهد یک کار را انجام دهد و چه زمانی این کار را با توجه به عقل انجام دهد و نتیجه‌گیری را برای بازیابی عمل خود انجام دهد. برای روشن شدن این بحث، باید تخمینی از اختیارات طبیعی داشته باشیم. اختیارات مستقیم بیشتری را می‌توان از شرایط دارک و اسکولز<sup>۱۴</sup> در نظر گرفت که برای در نظر گرفتن اختیارات مالی استفاده می‌شود:

$$C(S_t, t) = N(d_1)S_t - N(d_2)Ke^{-r(T-t)}$$

$$d_1 = \frac{1}{\sigma\sqrt{T-t}} \left[ \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t) \right]; d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t} \quad (1)$$



برای فرمول‌های فوق داریم:

$N$  تابع توزیع تجمعی توزیع نرمال استاندارد

$T-t$  زمان اعمال (تصمیم)

$S_t$  قیمت نقطه‌ای دارایی

$K$  قیمت اعمالی

$r$  نرخ بدون ریسک است

$\sigma$  نوسانات بازده دارایی است

از این رو، دارندگان اختیار می‌توانند با اعمال کمینه یکی از این ۶ اهرم، بر برآورد اختیارات طبیعی خود تأثیر بگذارند. انعطاف‌پذیری فعال این شانس را به «افزایش تخمین انتخاب پس از کسب» اختصاص می‌دهد. به‌طور معمول متناسب با اختیارات اصلی، به‌عنوان اختیارات مالی در یک تبلیغات مهم و مستقیم ردوبدل می‌شوند و دارندگان هیچ‌گونه کنترلی بر ۶ پارامتر ندارند. مهم‌ترین اهرم غیرمعقول موردی است که در گسترش بی‌ثباتی جریان‌های نقدی پیش‌بینی‌شده نقش دارد. مدیران تمایل دارند انواع خطر را وحشتناک بدانند، اما بی‌ثباتی بالاتر برآورد انعطاف‌پذیری را افزایش داده و از این طریق ارزش انتخاب را افزایش می‌دهد.

### ۳.۳. تجزیه و تحلیل: مدیریت انعطاف‌پذیری در زنجیره تأمین

منبع چندگانه به‌طور منظم به‌عنوان یک پاسخ قابل تصور برای اطمینان از «اختلال در تأمین» و «انعطاف‌پذیری افزایشی» شناخته می‌شود. در هر صورت، در دهه ۸۰ بیشتر شرکت‌ها تلاش‌هایی برای کاهش تعداد تأمین‌کنندگان خود داشتند و برخی از آن‌ها می‌توانند تا حدی تمایلی به درک روش منابع چندگانه نداشته باشند. انتخاب میزان ارائه‌دهندگان یکی از موضوعات اصلی مدیریت ارائه‌دهنده است. منابع تنها یا چندگانه؟ هر دوره از اقدامات دارای شرایط و ضعف‌های خاص خود است، همان‌طور که در جدول زیر ثبت شده است.

جدول (۲) مقایسه منبع تکی در مقابل منابع چندگانه

منبع تکی	منبع چندگانه
<ul style="list-style-type: none"> <li>دریافت قیمت‌های بهتری را از طریق حجم بالاتر</li> <li>دستیابی به استانداردهای با کیفیت بالاتر از طریق پیشرفت‌های مداوم</li> <li>هزینه‌های کمتر برای منبع، پردازش، تسریع و بازرسی</li> <li>درگیری بیشتر و داشتن اطلاعات بهتر</li> <li>روابط قوی‌تر و طولانی‌مدت</li> <li>تأثیر بیشتر و قوی‌تر با تأمین‌کننده</li> <li>کاهش زمان‌های تحویل</li> <li>کاهش موجودی</li> <li>ساده‌سازی روش</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>محافظت از خریدار در هنگام کمبود، اعتصاب یا سایر موارد اضطراری</li> <li>تهیه منبع پشتیبان</li> <li>حفظ رقابت</li> <li>حفظ احساس بازار</li> <li>خودداری از خرید از یک تأمین‌کننده در هنگام عدم رضایت</li> <li>برآورده نمودن شرایط محلی برای مکان‌های تولید بین‌المللی</li> <li>ارضای نیازهای مشتری</li> <li>بهتر در هنگام نامشخص بودن مسیر فناوری</li> </ul>

### ۴.۳. مدل‌سازی بر مبنای دیدگاه اختیارات طبیعی

این مسأله از شفی<sup>۱۵</sup> اقتباس شده است [۴۲]. یک شرکت کالایی را ارائه می‌دهد که به ازای هر واحد مبلغی به اندازه  $Pt$  را درخواست می‌کند که تقاضای  $D$  آن در طول زمان تغییر می‌کند. این شرکت دارای دو تأمین‌کننده است. تأمین‌کننده ۱ که فرض کنید یک شرکت غیرقابل دسترسی و تأمین‌کننده ۲ که یک تأمین‌کننده مجاور است و این کالا را با هزینه‌ای اساسی‌تر ارائه می‌دهد. سازمان بررسی می‌کند که احتمال وجود دارد که تأمین‌کننده خارجی از شرایط ناراضی باشد و توانایی برقراری ارتباط برای یک دوره طولانی را نداشته باشد. برای ارضای این ریسک، شرکت می‌تواند بخشی از دوره را به‌شرط غیرفعال نمودن تأیید برای تأمین بخش قابل‌توجه‌تری از پیش‌نیازهای سازمان که نیاز به توسعه دارد تأیید کند. در نظر گرفتن دو تأمین‌کننده، مستلزم یک حدس و گمان آغازین است که می‌خواهیم به‌عنوان فرضیه اصلی از آن استفاده کنیم. وقتی شرکت دو تأمین‌کننده را انتخاب کرد، انتخاب



قطعی نیست؛ این می‌تواند از دوره بلااستفاده از فعالیت عبور کند و کل ایجاد آن را به تأمین‌کننده بیرونی بازگرداند. علاوه بر این، شرکت می‌تواند به‌طور کامل تأمین‌کننده اصلی را انتخاب کند و به تأمین‌کننده مجاور وابسته باشد.

هر یک از این گزینه‌ها در شرایط ناپایداری و عدم قطعیت در طول زمان انجام می‌شود. به‌ویژه، با توافق با تأمین‌کننده مجاور، شرکت انتخابی را در نظر می‌گیرد که در صورت وقوع یک رویداد دارای تأثیر ناآرام، پشتیبانی داشته باشد. اختیارات طبیعی یک ابزار ضروری برای اعمال این روش سازگار است. افق زمانی با بازه  $[0, T]$  مشخص می‌شود که در آن  $T$  انتهای طول عمر محصول را نشان می‌دهد. زمان را به زمان‌های گسسته  $\Delta t$  از هم تفکیک کردیم. مقدار مجموع درخواست را طی دوره زمانی  $[0, T]$  توصیف می‌کند که در آن  $T$  دوره عمر محصول را نشان می‌دهد. میزان  $R(t)$  را می‌توان به‌صورت حرکت هندسی براونی توصیف نمود.

$$dR = \alpha dt + \sigma dw \quad (۲)$$

که در آن  $dw$  نشانگر افزایش فرآیند وینر،  $\alpha$  پارامتر میزان روانی و عدم قطعیت و  $\sigma$  واریانس است. اگر مسأله را به‌صورت گسسته رمزگشایی شده مد نظر قرار دهیم در هر دوره متغیر  $R$  حول وحوش یک مقدار کلی نوسان می‌کند.

$$\Delta R = \sqrt{\sigma^2 \cdot \Delta t + \left(\alpha - \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot \Delta t} \quad (۳)$$

احتمال صعود آن برابر است با

$$p_{up} = \left(1 + \left(\alpha - \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot \frac{\Delta t}{\Delta R}\right) / 2 \quad (۴)$$

تاریخ اختلال  $(q_1, q_2, \dots, q_n, \dots)$  پس از طی یک فرآیند پواسن صورت می‌گیرد. در حالت عادی  $N$ ، می‌دانیم که تأمین‌کننده اصلی می‌تواند به‌طور مرتب تبادلات کالایی و مالی خود را با تولیدکننده داشته باشد و در هنگام بروز وضعیت وقفه  $R_i$  تأمین‌کننده اصلی به نمی‌تواند کار خود را به‌خوبی انجام دهد. با توجه به فرضیات موجود، احتمال رفتن به حالت وقفه عبارتست از

$$p_{n \rightarrow d} = \lambda dt \quad (۵)$$

در صورت عدم موفقیت شرکت در حالت اختلال، احتمال عبور از این وضعیت و بازگشتن به حالت معمولی به زمان آخرین اختلال ( $q$ ) بستگی دارد.

$$\text{if } (t - q) < P,$$

$$p_{d \rightarrow n} = 0$$

$$P_{(d \rightarrow d) \text{ and last disruption at } q} = (1 - \lambda dt)$$

$$P_{(d \rightarrow d) \text{ and last disruption at } t} = \lambda dt \quad (۶)$$

$$\text{else, if } (t - q) \geq P$$

$$p_{d \rightarrow n} = 1 - \lambda dt$$

$$P_{(d \rightarrow d) \text{ and last disruption at } t} = \lambda dt$$

در زمان  $t$ ، شرکت می‌تواند تصمیم بگیرد که استراتژی منابع خود را تغییر دهد و تصمیم بگیرد که از منابع دوگانه استفاده کند حتی اگر تنها یک تأمین‌کننده داشته باشد، یا برعکس اگر در حال حاضر از دو مورد استفاده کند، یکی از تأمین‌کنندگان خود را رها کند. همچنین می‌تواند تصمیم بگیرد که تأمین‌کننده اصلی خود را متکی کند تا فقط به تأمین‌کننده محلی متکی باشد یا برعکس. سرانجام، به‌سادگی می‌تواند تصمیم بگیرد که سیاست فعلی منابع خود را حفظ کند. این متغیرها را توسط متغیرهای کنترلی که با  $KMS$  (نگه‌داشتن تأمین‌کننده اصلی)،  $KLS$  (نگه‌داشتن تأمین‌کننده محلی)،  $KDS$  (نگه‌داشتن منابع دوگانه)،  $TDS$  (تغییر استراتژی منابع به منبع دوگانه)،  $TLS$  (تغییر روش منبع یابی در جهت نیاز به تأمین‌کننده مجاور)،  $TMS$  (تغییر روش منبع یابی در جهت نیاز به تأمین‌کننده اصلی به دلیل موجود بودن) نشان می‌دهیم، مشخص می‌کنیم. مجموعه متغیرهای کنترل با  $U$  مشخص شده است.

فرض می‌کنیم که شرکت دستگاه‌ها را در بازار داخلی فروخته و اجزای اصلی آن را از یک تولیدکننده خارجی خریداری می‌کند. این تأمین‌کننده قطعات را با قیمت  $v_M$  دلار در هر قطعه تحویل می‌دهد و دستگاه‌ها با قیمت  $P$  دلار به ازای هر دستگاه فروخته می‌شوند. هزینه‌های ثابت از جمله بازاریابی و راه‌اندازی کانال برآورد شده است؛ بنابراین، با استفاده از فقط تأمین‌کننده اصلی، در حالت عادی شرکت می‌تواند سودهای زیر را کسب کند:

$$\pi_m = P - v_M - C \quad (۷)$$

تأمین‌کننده محلی همان قطعات را با قیمت بالاتر  $v_{L1} \geq v_M$  تحویل می‌دهد و این شرکت در محصولات با استفاده از این قطعات بدین میزان سود کسب می‌کند.

$$\pi_{locals}^1 = P - v_{L1} - C \quad (۸)$$

$$\pi_{locals}^1 < \pi_{mains}$$

به‌منظور در نظر گرفتن اثر مقیاس فرض می‌کنیم برای نسبت  $x$  (جایی که  $x < 100\%$ )، تأمین‌کننده محلی اجزای سازنده را به میزان  $v_{L2} \geq v_{L1}$  به فروش می‌رساند. بر روی این مؤلفه‌ها شرکت به میزان زیر سود می‌کند

$$\pi_{locals}^2 = P - v_{L2} - C \quad (۹)$$

یک حق بیمه هزینه وجود دارد که از تأمین‌کننده دوم بخواهیم در صورت اختلال در تأمین‌کننده اصلی، تولید خود را از  $x$  به  $100\%$  افزایش دهد.

از آنجاکه تهیه‌کننده بسیار سریع می‌تواند سرعت تولید آن را بالا ببرد، بلافاصله اجزای باقیمانده را با قیمتی معادل  $v_{L3} \geq v_{L2} \geq v_{L1}$  فراهم می‌کند. فروش اجزای باقیمانده فقط برای مدت‌زمان محدود - تا پایان اختلال تضمین‌شده است - که می‌تواند قیمت بالاتری را نیز توجیه کند. سود بر روی این اجزاء عبارتست از:

$$\pi_{locals}^3 = P - v_{L3} - C \quad (۱۰)$$

جایگزین دیگر برای مدل‌سازی حق بیمه، هزینه اضافه کردن تأخیر در تأمین قطعات باقیمانده است زیرا ممکن است تأمین‌کننده محلی نیاز به زمان برای افزایش تولید خود برای شرکت داشته باشد. در جدول ۳ این سود در صورت سه قیمت متفاوت از تأمین‌کننده محلی ( $v_{L3}, v_{L2}, v_{L1}$ ) و بدون تأخیر بیان شده است.

جدول (۳) سود شرکت

منبع تکی تأمین‌کننده محلی	منبع دوگانه	منبع تکی تأمین‌کننده اصلی	وضعیت عادی
$\pi_{locals}^1$	$(1-x) \cdot \pi_{mains} + x \cdot \pi_{locals}^2$	$\pi_{mains}$	وضعیت عادی
$\pi_{locals}^1$	$(1-x) \cdot \pi_{locals}^3 + x \cdot \pi_{locals}^2$	.	وضعیت بروز اختلال

با مشاهده فرضیات هزینه، سود با تقاضا خطی است. برای تغییر یا اضافه کردن تأمین‌کننده، نیاز به سرمایه‌گذاری است. در واقع، شرکت برای تعریف یک قرارداد تهیه جدید و ایجاد یک روند خرید جدید باید منابع خود را اختصاص دهد. هزینه‌های سرمایه‌گذاری مختلف عبارتند از

$$I_{mains \rightarrow dualsourcing}, I_{locals \rightarrow dualsourcing}, I_{mains \rightarrow locals}, I_{locals \rightarrow mains}$$

وقتی شرکت متغیرهای کنترل  $U_t$  را انتخاب می‌کند، سود  $\pi_t(X_t, U_t)$  را در زمان  $t$  دریافت می‌کند. در دوره  $(t+1)$ ، حالت  $X_{t+1}$  خواهد

بود. شرکت در صورت پیروی از تصمیم بهینه  $f_{t+1}(X_{T+1})$  را دریافت می‌کند. در زمان  $t$  آینده نامشخص بوده و انتظار می‌رود به میزان متوسط

برسد؛ بنابراین اگر شرکت در زمان  $t$ ،  $U_t$  را انتخاب کرده و بعد از آن همه تصمیمات را بهینه اخذ نماید در حالت ایده‌آل





عایدی خواهد داشت که در آن  $\beta$  نرخ تنزیل است. شرکت برای حداکثر رساندن سود  $U_t$  را انتخاب می‌کند و نتیجه مقدار  $f_t(X_t)$  خواهد بود. بدین ترتیب

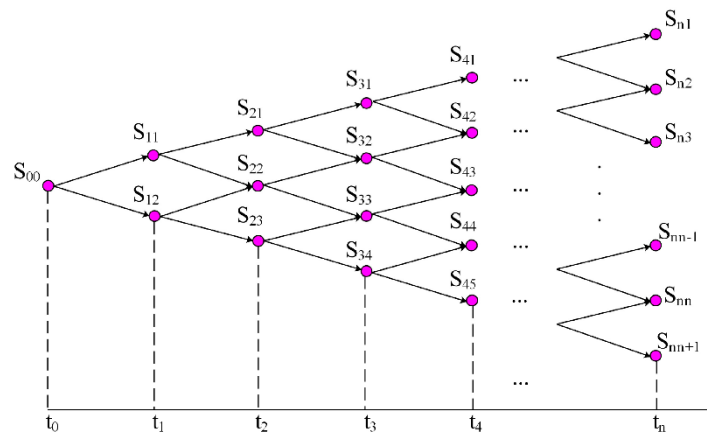
$$f_t(X_t) = \max_{U_t} \left\{ \pi_t(X_t, U_t) + \frac{E_t[f_{t+1}(X_{T+1})]}{1 + \beta} \right\} \quad (11)$$

معادله فوق شرط بلمن<sup>۱۶</sup> است. برای بررسی این موضوع، در شرایطی متفاوت از شرایط اولیه مسأله را بررسی می‌کنیم. برای آشکار کردن ترتیب محاسبات از نرم‌افزار متلب استفاده کردیم. برای رسیدگی به این مسأله، ترکیب و رسیدگی به شرایط تصادفی به دلیل وجود انگیزه‌هایی در گذشته و از همه مهم‌تر واکنش نشان دادن در زمانی کوتاه از بروز اختلال، رویکردی عددی را پی می‌گیریم. چنین رویکرد عددی، شرایط عدم قطعیت را پیچیده‌تر می‌کند. علاوه بر این، می‌توان از این روش برای درجه‌بندی سایر رویه‌های متنوع استفاده کرد که ممکن است سازمان‌ها پیش‌بینی کنند که از مداخلات غایب بمانند. به‌عنوان مثال، بنگاه‌ها می‌توانند به این روش وابسته باشند تا بتوانند در مورد تصمیم‌گیری در مورد میزان سهام ایده‌آل برای پوشش در برابر نواقص وقفه، تصمیم بگیرند.

برای حل این مسأله، همه شرایط را به سمت شرایط اولیه به عقب می‌کشیم. از انتهای افق  $T$  شروع می‌کنیم. در این مرحله هیچ حالت آینده وجود ندارد و هیچ مقدار مورد انتظار  $f$  نیست؛ بنابراین با توجه به حالت  $X_T$  می‌توانیم تصمیم بهینه  $u_T$  را تعیین کنیم. همچنین می‌توان  $f_T(X_T)$  و  $E_{T-1}[f_T(X_T)]$  را تعیین کرد. بعد، می‌توانیم یک قدم به عقب برویم و با استفاده از معادله ۱۱ برای  $t = (T-1)$ ،  $u_{T-1}$  را تعیین کنیم. این رویه با برداشتن یک قدم دیگر به عقب به  $T-2$  تکرار می‌شود و تا آغاز در نقطه  $T=0$  ادامه می‌یابد.

### ۳.۴.۱. برنامه‌نویسی در متلب

برای حل توالی محاسبات از نرم‌افزار متلب استفاده کردیم. یک شبکه، همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، تکامل تقاضا را مدل می‌کند.



شکل (۲) مدل تقاضا-درخت تصمیم

برای هر گره، شرکت می‌تواند در حالت عادی یا اختلال باشد و برنامه، مقادیر استراتژی منابع را در هر دو حالت محاسبه می‌کند. توجه به این نکته ضروری است که مقدار در حالت اختلال به گذشته بستگی دارد. در واقع احتمال رفتن به حالت بعدی به لحظه آخرین اختلال بستگی دارد. در نتیجه، در هر زمان برای هر گره تقاضا، برنامه محاسباتی انجام داده تا تمام شرایط احتمالی اختلال را در نظر بگیرد و یک محاسبه را در حالت عادی را در نظر می‌گیرد. از آنجاکه به تعداد  $t$  گره در زمان  $t$  وجود دارد، تعداد محاسبات در هر دوره عبارتست از  $(t+1)*t$ . برای پوشش دادن کل درخت، برنامه‌ها

$$\sum_{t=1}^T (t + t^2) = \frac{T(t+1)}{2} + \frac{T(T+1)(2T+1)}{6} \xrightarrow{T \rightarrow \infty} \approx \frac{T^3}{3}$$

این محاسبات را انجام می‌دهد

به این دلیل است که فرایند به مسیر وابسته است و در نتیجه اجرای برنامه ممکن است چند دقیقه طول بکشد.

حل این مسأله از طریق معادلات تصادفی دشوار است؛ زیرا ارزش  $f$  به گذشته و به‌ویژه به لحظه آخرین اختلال بستگی دارد. چنین رویکرد عددی، به‌عنوان شبکه‌های دوجمله‌ای، وضوح مسأله را آسان‌تر می‌کند. این روش همچنین می‌تواند برای تعیین کمیت سایر استراتژی‌های انعطاف‌پذیر که بنگاه‌ها می‌توانند برای جلوگیری از اختلال ایجاد کنند، مورد استفاده قرار گیرد. به‌عنوان مثال، بنگاه‌ها می‌توانند برای تعیین سهام ایمنی بهینه برای پوشش در برابر کمبودهای اختلال، به این رویکرد تکیه کنند.

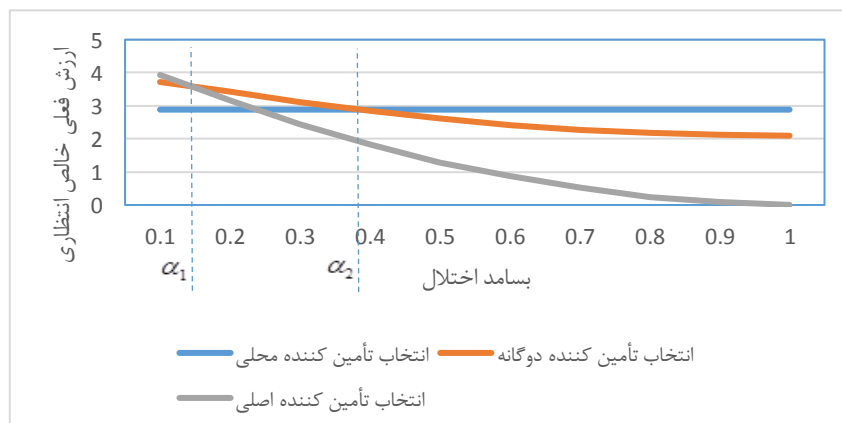
#### ۴. نتایج مدل

فرض نماییم شرکت ارزیابی می‌کند این احتمال وجود دارد که تأمین‌کننده از راه دور مختل شود و توانایی انتقال آن برای یک دوره گسترده را نداشته باشد. برای مواجهه با این خطر، شرکت در مورد چگونگی لحاظ کردن یک تأمین‌کننده دوم فکر می‌کند. در واقعیت، شرکت نیز می‌تواند کاملاً از تأمین‌کننده اصلی منفک شده و فقط به تهیه‌کننده محلی نزدیک باشد. سه روش مختلف منابع قابل تصور را به‌طور جداگانه فراخوانی کنیم: «استراتژی تأمین‌کننده اصلی»، «استراتژی تأمین منابع دوگانه» و «استراتژی تأمین‌کننده محلی». برای تصمیم‌گیری، شرکت باید مزایا و هزینه‌های هر راه‌حل را طبق جدول ذیل تحلیل نماید.

جدول (۴) جوانب مثبت و منفی استراتژی‌های مختلف منبع

وضعیت استراتژی	عادی	بروز اختلال
تأمین‌کننده اصلی	⊕ ارزان (قیمت $V_M$ )	⊕ کمبود اجزا ⊖ از دست رفتن سهم بازار
تأمین دوگانه	⊖ هزینه‌های نگهداری منبع دوگانه ⊖ اجزای حمل شده توسط منبع محلی گران‌تر هستند (قیمت $V_{12} > V_{11}$ )	⊕ پشتیبانی کامل ⊖ هزینه‌های نگهداری منبع دوگانه ⊖ اجزای اضافی گران‌تر هستند (قیمت $V_{13} > V_{12} > V_{11}$ ) ⊖ تأخیر
تأمین‌کننده محلی	⊖ گران (قیمت $V_{11} \geq V_M$ )	⊖ پشتیبانی کامل ⊕ ارزان (قیمت $V_{11} < V_{12} < V_{13}$ ) ⊕ تأمین پیوسته - بدون تأخیر

مدلی که در قسمت قبل ایجاد کردیم، اجازه می‌دهد نتایج کمی را محاسبه نموده و مقدار کل (مزایا- هزینه) هر استراتژی را در طول عمر محصول به دست آورد. بگذارید در نظر بگیریم که این شرکت هنوز پروژه خود را راه‌اندازی نکرده است و می‌خواهد استراتژی‌های مختلف منابع را ارزیابی کند. همچنین فرض می‌کنیم شرکت تا انتهای دوره به همان روش عمل نموده و تمام پارامترها طی زمان ثابت می‌مانند. سرانجام، برای پیاده‌سازی استراتژی‌های مختلف منابع برابر با صفر، هزینه‌های سرمایه‌گذاری آنی را می‌گیریم. استراتژی بهینه برای منابع به‌شدت اختلال بستگی دارد. شکل ۳ نشان می‌دهد که منابع دوگانه بهترین پاسخ برای دامنه محدود بسامدهای اختلال  $[\alpha_1, \alpha_2]$  است.





شکل (۳) استراتژی بیهنه منابع با توجه به بسامد اختلال

شکل سودهای مورد انتظار (یا ارزش فعلی خالص مورد انتظار) را که در طول مدت محصول با توجه به استراتژی منابع انتخابی خود و بسامد اختلال کسب می‌کند، نشان می‌دهد. همان‌طور که می‌توانیم به راحتی درک کنیم، اگر شرکت تصمیم بگیرد که فقط به تأمین‌کننده محلی اعتماد کند، سود حاصل از وی به بسامد اختلال در تأمین‌کننده اصلی بستگی ندارد. برعکس، اگر شرکت تصمیم به فقط استفاده از منبع اصلی بگیرد، سود آن با فراوانی اختلال کاهش می‌یابد. ۳ مورد مختلف را تشخیص می‌دهیم:

- هنگامی که احتمال اختلال بسیار کم باشد، بهترین راهکار تأمین این است که فقط به تأمین‌کننده اصلی اعتماد کنید؛ بنابراین شرکت انتظار می‌رود بیشترین سود را داشته باشد؛ زیرا تأمین‌کننده اصلی نسبتاً قابل اعتماد است (هزینه‌های اختلال برای توجیه استفاده از تأمین‌کننده دوم به اندازه کافی نیست) و قیمت‌های آن ارزان‌ترین است.

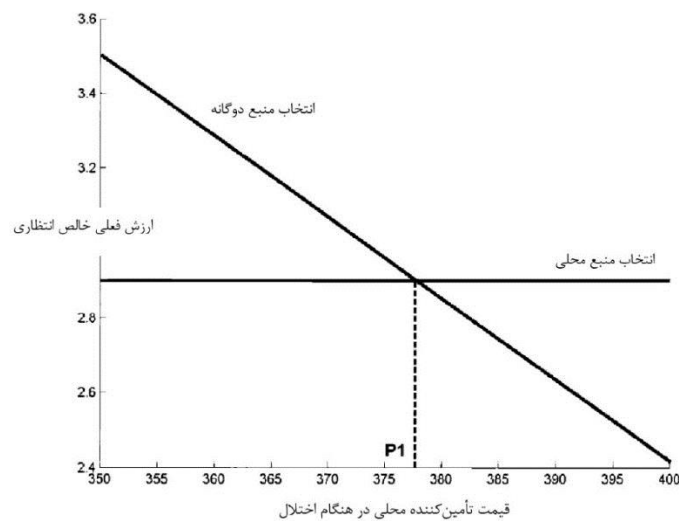
- بین  $\alpha_1$  و  $\alpha_2$ ، منبع اصلی اطمینان کمتری دارد و احتمالاً عرضه آن مختل می‌شود. از آنجا که هزینه‌های اختلال بیشتر است، شرکت برای دستیابی به خطر برای ایجاد اختلال، تهیه یک عرضه با تأمین‌کننده محلی را با ارزش می‌داند.

- هنگامی که احتمال اختلال به اندازه کافی زیاد باشد، تأمین‌کننده اصلی به احتمال زیاد به‌طور پیش‌فرض عمل می‌کند و بنگاه نسبتاً اغلب با تأمین‌کننده دوم تماس می‌گیرد. مشکل این است که گزینه منبع دوگانه بسیار گران است: در صورت بروز اختلال، تأمین‌کننده محلی برای منعکس کردن وضعیت اضطراری فرمان، حق بیمه را به اجزای اضافی اضافه می‌کند و حتی ممکن است یک تأخیر کوتاه وجود داشته باشد. علاوه بر این نگرانی این دو فروشنده نیاز به هزینه‌های نگهداری بالایی دارد. در نتیجه بهتر است به‌طور مستقیم به تأمین‌کننده دوم متکی باشید که محصولات را با قیمت معمولی و بدون تأخیر به فروش می‌رساند.

#### ۱.۴. تحلیل حساسیت

مقادیر استراتژی‌های منبع به پارامترهای بی‌شماری بستگی دارد. برای مثال به قیمت تأمین‌کنندگان محلی و اصلی، مدت‌زمان اختلال، از دست دادن سهم بازار در صورت عدم عرضه، تأخیر در تأمین توسط تأمین‌کننده محلی، پیش‌بینی تحول تقاضا و غیره. تجزیه و تحلیل حساسیت اجازه می‌دهد تا تأثیر هر یک از این پارامترها بر ارزش را اندازه‌گیری کرده و مهم‌ترین پیشران‌ها را تعیین کنیم. بگذارید مثلاً قیمت عرضه‌کننده محلی در صورت بروز اختلال را تغییر دهیم. تغییر قیمت بر ارزش «استراتژی تأمین منابع دوگانه» تأثیر خواهد گذاشت، اما نه در مورد ارزش «استراتژی تأمین‌کننده محلی». در شکل ۳، این قیمت برابر ۳۶۰ دلار در نظر گرفته می‌شود. (محصول ۴۰۰ دلار فروخته می‌شود) و اگر احتمال اختلال ۰,۲۵ باشد، منابع دوگانه بهترین استراتژی تأمین منابع است.

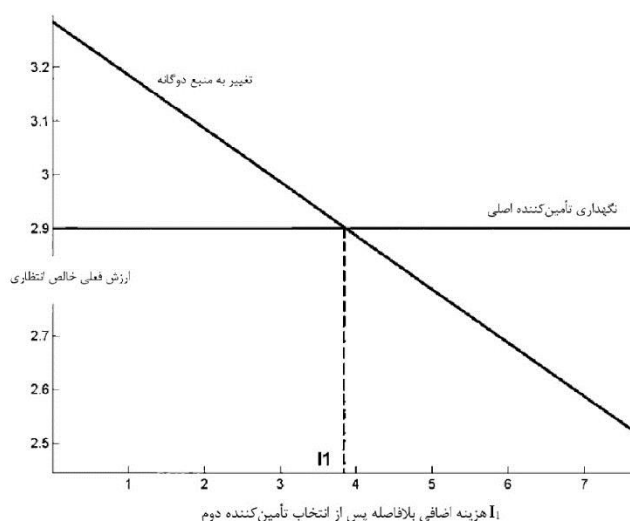
اگر همواره تأمین‌کننده محلی قیمت خود را افزایش دهد، تکیه بر منابع دوگانه جذابیت چندانی نخواهد داشت و شکل ۴ نشان می‌دهد که چنانچه قیمت از  $P_1$  فراتر رود، این راه‌حل دیگر مناسب‌ترین نیست. دانستن این نکات در هنگام مذاکره در مورد قرارداد با تأمین‌کننده محلی مفید است. شکل ۴ نوع دیگری از اطلاعات را ارائه می‌دهد. اندازه‌گیری تأثیر قیمت بر ارزش مجاز است. فرض کنید شرکت معتقد است که تغییر در ارزش به میزان ۰,۱ نتیجه مورد انتظار است. در حالت قیمت واقعی ۳۶۰ دلار، شکل ۴ نشان می‌دهد که این تغییر مربوط به تغییر قیمت از ۳۶۰ به ۳۶۵ یا از ۳۶۰ به ۳۵۵ دلار است. در نتیجه این شرکت می‌داند که باید در قیمت‌های تأمین‌کننده محلی کالا بسیار مراقب باشد و تغییر قیمت فقط ۵ دلار (در جهت مثبت یا منفی) عواقب مهمی را به همراه دارد.



شکل (۴) تغییرات در ارزش طبق تغییرات در قیمت تأمین‌کننده محلی

روش دیگر برای فکر کردن در مورد این مسأله، بررسی میزان تغییر مقدار برای واحد یک پارامتر است. هرچه نرخ بالاتر باشد، بیشترین تأثیر پارامتر را بر ارزش داشته و بیشترین توجه شرکت باید به آن داشته باشد. انجام تحلیل حساسیت برای همه پارامترها به فرد امکان می‌دهد آن‌ها را به صورت سلسله مراتبی سازمان داده و مواردی را که بیشترین تأثیر را دارند شناسایی کند. اگر با پارامترهایی سر و کار داشته باشیم که شرکت بتواند روی آن‌ها کنترل داشته باشد، چنین سلسله مراتبی مفید است زیرا شرکت می‌تواند تلاش‌های خود را روی مهم‌ترین پیشران‌ها - به‌ویژه در زمان مذاکره - متمرکز کند. همچنین ارزشمند است بدانیم که پارامترهای برون‌زا<sup>۱۷</sup> ممکن است مقدار زیادی تأثیر داشته باشد. با چنین اطلاعاتی شرکت می‌داند که برای دستیابی به نتایج دقیق، کدام یک از آن‌ها را با دقت بیشتری ارزیابی کند. به‌طور کلی، دانستن تأثیر کمی متغیرهای برون‌زا تعیین صحت نتیجه را مجاز می‌کند.

در تحلیلی که اخیراً انجام شده است، شرکت هنوز پروژه خود را راه‌اندازی نکرده است و از نظر عرضه «از صفر شروع می‌شود». بگذارید یک مورد جدید را در نظر بگیریم. اکنون، این شرکت به تأمین‌کننده خارجی متکی است و در حال تغییر استراتژی منابع است. یکی از پارامترهای حائز اهمیت، ارزش سرمایه‌گذاری برای تحقق این تغییر (یا ارزش سرمایه‌گذاری فوری برای استفاده از دو تأمین‌کننده یا دیگری برای تأمین‌کننده محلی است). اگر احتمال اختلال ۰٫۲۵ باشد، شکل ۳ نشان می‌دهد که منبع دوگانه بهترین راه‌حل است. در شرایط جدید، این بدان معنی است که اگر ارزش سرمایه‌گذاری برای استفاده از منابع دوگانه صفر نباشد، شرکت باید علاوه بر تأمین‌کننده خارجی، با تأمین‌کننده محلی قرارداد ببندد. با این حال، سرمایه‌گذاری به احتمال زیاد صفر نیست و مهم است که شرکت بداند تا چه مقدار می‌تواند منبع دوگانه را در نظر بگیرد. وقتی هزینه سرمایه‌گذاری افزایش می‌یابد، ارزش گرفتن یک تأمین‌کننده دوم کاهش می‌یابد. شکل ۵ نشان می‌دهد که  $I_1$  میزان سرمایه‌گذاری محدود است. با یک بار فراتر رفتن از این نقطه شکست، هزینه‌ها برای توجیه مزایای منبع دوگانه بسیار بالا هستند.



شکل (۵) تأثیر هزینه‌های سرمایه‌گذاری بر استراتژی منابع

## نتیجه‌گیری و بحث

اختیارات طبیعی به مدیران اجازه می‌دهد تا مزایای منابع دوگانه را تعیین نموده و به آن‌ها کمک می‌کند تا تعیین کنند آیا چنین راهبردی با شرایطشان سازگار است یا خیر. محاسبات می‌تواند برای بسیاری از موارد مختلف مفید باشد. به‌عنوان مثال، مدیران قادر خواهند بود پارامترهایی را که مهم‌ترین آن‌ها در مورد نظارت است، نشان دهند تا بتوانند به‌طور پویا گزینه خود را در طول زمان مدیریت کنند. این اطلاعات همچنین مذاکرات را تسهیل می‌کند، زیرا مدیران حد و حدودی را که می‌توانند بپذیرند و پارامترهای تحت کنترل را می‌دانند. اختیارات طبیعی بیش از یک ابزار محاسبه، به مدیران کمک می‌کند تا درباره زنجیره تأمین فکر کنند. داشتن چنین ایده‌ای باعث خواهد شد دائماً در مورد انعطاف‌پذیری و چگونگی افزودن ارزش به پروژه‌های خود فکر کنند. مهم است که انعطاف‌پذیری را نه تنها به‌عنوان محافظت در برابر اختلالات، بلکه به‌عنوان راهی برای کسب منافع در نظر بگیرید. شرکتی که بهترین انتخاب را در برابر اختلال ایجاد می‌کند بهتر از رقبای خود عمل می‌کند.

بیش از یک ابزار محاسبه، تحلیل اختیارات طبیعی یک روش تفکر است. این یک روش ساده برای انعطاف‌پذیری مدل‌سازی را فراهم می‌کند. اختیارات زیادی وجود دارد: اختیار تأخیر که مربوط به امکان انتظار قبل از سرمایه‌گذاری است، اختیار رشد که به شما امکان می‌دهد پس از سرمایه‌گذاری اولیه درآمد بیشتری را به دست آورید، اختیار تعویض که به صاحبش امکان می‌دهد بین یک یا چند مورد جابجا شود. حالت‌های عملیاتی، اختیار کنار گذاشتن و غیره. توجه به این مفاهیم به مدیران این امکان را می‌دهد تا انعطاف‌پذیری را در استراتژی‌های خود معرفی نموده و از عدم قطعیت‌ها به نحو مطلوب استفاده نمایند. در صورت بروز اختلال، تأمین‌کننده دوم برای تهیه نسخه پشتیبان از اختیارات طبیعی است. برای افزودن انعطاف‌پذیری و افزایش ارزش کل می‌توان اختیارات طبیعی دیگری را در این پروژه معرفی کرد. بسته به اینکه متغیرها نامشخص و روند تصمیم‌گیری پیچیده هستند، ارزیابی اختیارات طبیعی می‌تواند دشوار باشد و دقیقاً، وقایع ایجاد اختلال نسبتاً دشوار است. شاید اعتماد به متخصصانی که روش‌های مختلف ارزیابی را در مورد اختیارات طبیعی ایجاد کرده‌اند، مفید باشد. پیشرفت در قدرت محاسباتی و درک ارزش اختیارات طی سال‌های گذشته، تحلیل استراتژی تجارت به‌عنوان زنجیره‌ای از اختیارات طبیعی را آسان‌تر می‌کند.

ورودی‌های زیادی برای ساخت مدل لازم است و تعیین هر یک از آن‌ها به‌طور کلی کار زیادی را می‌طلبد. در مدل ساده یابی دوگانه ما بیش از ده پارامتر وجود دارد و تعداد بسیار کمی آشکار است. به‌عنوان مثال، ارزیابی هزینه‌های تأمین‌کنندگان محلی نیاز به یک کار مهم تحقیق دارد تا تأمین‌کنندگان جایگزین را پیدا کرده و از آن‌ها بخواهید که در شرایط عادی و در صورت بروز اختلال، قیمت آن‌ها را بررسی کنند. انتخاب نرخ تنزیل کافی نیز دشوار است و هیچ روش عامی برای کمک به شرکت‌ها وجود ندارد. به‌ویژه، نرخ تنزیل به‌طور کلی در طول زمان ثابت تلقی می‌شود درحالی‌که باید به‌طور مداوم تنظیم شود تا تغییرات سطح پروژه ریسک را منعکس کند. تخمین احتمال اختلال نیز دشوار است زیرا شامل بسیاری از خطرات مختلف است که همیشه به‌خوبی شناخته نشده‌اند.



هنگامی که روش ارزیابی پیدا شد و محاسبات انجام شد، استفاده از توان حداکثری این رویه مهم است. به عنوان مثال، انجام تحلیل حساسیت و تعیین پارامترهایی که بیشترین تأثیر را دارند، امکان پذیر است. این امر در زمان مذاکره بسیار مفید خواهد بود، زیرا شرکت قادر خواهد بود تنها بر روی مهم ترین پارامترها متمرکز شود، زیرا در اینجا دوباره شرکت می تواند تلاش های خود را برای پیشبران های مهم حفظ کند.

## منابع

- Barclay, D., C. Higgins, and R. Thompson, *The Partial Least Squares (pls) Approach to Casual Modeling: Personal Computer Adoption Ans Use as an Illustration*. 1995.
- Beach, R., et al., *A review of manufacturing flexibility*. *European journal of operational research*, 2000. 122(1): p. ۴۱-۵۷.
- Beske, P., *Dynamic capabilities and sustainable supply chain management*. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2012. 42(4): p. 372-387.
- Broman, G.I. and K.-H. Robèrt, *A framework for strategic sustainable development*. *Journal of Cleaner Production*, ۲۰۱۷. ۱۴۰: ۱۷-۳۱.
- Brown, J.E. and C. Hendry, *Industrial districts and supply chains as vehicles for managerial and organizational learning*. *International Studies of Management & Organization*, 1997. 27(4): p. 127-157.
- Cohen, J., *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd. 1988, Hillsdale, NJ: erlbaum.
- D'Souza, D.E. and F.P. Williams, *Toward a taxonomy of manufacturing flexibility dimensions*. *Journal of operations management*, 2000. 18(5): p. 577-593.
- De Neufville, R., *Applied systems analysis: engineering planning and technology management*. Vol. 990. 1990: McGraw-Hill New York.
- Dubey, R., et al., *Sustainable supply chain management: framework and further research directions*. *Journal of Cleaner Production*, 2017. 142: p. 1119-1130.
- Duclos, L.K., R.J. Vokurka, and R.R. Lummus, *A conceptual model of supply chain flexibility*. *Industrial Management & Data Systems*, 2003. 103(6): p. 446-456.
- Fayezi, S., A. Zutshi, and A. O'Loughlin, *Developing an analytical framework to assess the uncertainty and flexibility mismatches across the supply chain*. *Business Process Management Journal*, 2014. 20(3): p. 362-391.
- Fiks, A.G., et al., *Using freelisting to understand shared decision making in ADHD: parents' and pediatricians' perspectives*. *Patient education and counseling*, 2011. 84(2): p. 236-244.
- Fine, C.H., *Clockspeed-based strategies for supply chain design*. *Production and Operations Management*, 2000. ۹(۳): ۲۱۳-۲۲۱.
- Flynn\*, B. and E. Flynn, *Synergies between supply chain management and quality management: emerging implications*. *International Journal of Production Research*, 2005. 43(16): p. 3421-3436.
- Ford, D.N., D.M. Lander, and J.J. Voyer, *A real options approach to valuing strategic flexibility in uncertain construction projects*. *Construction Management & Economics*, 2002. 20(4): p. 343-351.
- Gunasekaran, A., K.-h. Lai, and T.E. Cheng, *Responsive supply chain: a competitive strategy in a networked economy*. *Omega*, 2008. 36(4): p. 549-564.
- Gupta, M.C., *Environmental management and its impact on the operations function*. *International Journal of Operations & Production Management*, 1995. 15(8): p. 34-51.
- Heckman, J.J. *Flexibility, Job Creation and Globalization: The Case of Italy*. in *Third Millennium Colloquia organised by the Instituto di Studi Economici et per l'Occupazione*, Venice. 2002.
- Herczeg, G., R. Akkerman, and M.Z. Hauschild, *Supply chain collaboration in industrial symbiosis networks*. *Journal of Cleaner Production*, 2018. 171: p. 1058-1067.
- Hier, A., *A COMPARISON OF ATTITUDES SHOWN BY BOYS AND GIRLS IN KEY STAGE 3 AND 4 TOWARDS PHYSICAL EDUCATION*. 2013, Cardiff Metropolitan University.
- Huan, S.H., S.K. Sheoran, and G. Wang, *A review and analysis of supply chain operations reference (SCOR) model*. *Supply Chain Management: An International Journal*, 2004. 9(1): p. 23-29.
- Ivanov, D., A. Das, and T.-M. Choi, *New flexibility drivers for manufacturing, supply chain and service operations*. ۲۰۱۸, ۰۰۰۰۰۰۰ ۰ ۰۰۰۰۰۰۰۰.



- Jones, T.C. and D.W. Riley, *Using inventory for competitive advantage through supply chain management. International Journal of Physical Distribution & Materials Management*, 1985. 15(5): p. 16-26.
- Kara, S. and B. Kayis, *Manufacturing flexibility and variability: an overview. Journal of Manufacturing Technology Management*, 2004. 15(6): p. 466-478.
- Kesen, S.E., S.K. Das, and Z. Güngör, *A genetic algorithm based heuristic for scheduling of virtual manufacturing cells (VMCs). Computers & Operations Research*, 2010. 37(6): p. 1148-1156.
- Koste, L.L. and M.K. Malhotra, *A theoretical framework for analyzing the dimensions of manufacturing flexibility. Journal of operations management*, 1999. 18(1): p. 75-93.
- Kumar, V., et al., *Implementation and management framework for supply chain flexibility. Journal of Enterprise Information Management*, 2006. 19(3): p. 303-319.
- Lusthaus, C., M.-H. Adrien, and G. Anderson, *Enhancing organizational performance: a toolbox for self-assessment. 1999: IDRC.*
- Luthra, S., et al., *An integrated framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply chains. Journal of Cleaner Production*, 2017. 140: p. 1686-1698.
- M., E.L. and C.M. C., *Supply Chain Management, Partnership, and the Shipper - Third Party Relationship. The International Journal of Logistics Management*, 1990. 1(2): p. 1-10.
- Mandelbaum, M. and J. Buzacott, *Flexibility and decision making. European Journal of Operational Research*, 1990. 44(1): p. 17-27.
- Martha, J. and S. Subbaprishna, *Targeting a just-in-case supply chain for the inevitable next disaster. SUPPLY CHAIN MANAGEMENT REVIEW*, V. 6, NO. 5 (SEPT/OCT. 2002), P. 18-23: ILL, 2002.
- Matilde, V.-S., et al., *Prevention of Herbicides Pollution Using Sorbents in Controlled Release Formulations, in Herbicides and Environment. 2011, InTech.*
- Narasimhan, R. and A. Das, *An empirical investigation of the contribution of strategic sourcing to manufacturing flexibilities and performance. Decision Sciences*, 1999. 30(3): p. 683-718.
- Novel, A.-S., *Is sharing more sustainable? the environmental promises of the sharing economy. Innovation for Sustainable Development*, 2014: p. 139-144.
- Nurdiani, I., J. Börstler, and S.A. Fricker, *Literature review of flexibility attributes: A flexibility framework for software developing organization. Journal of Software: Evolution and Process*, 2018: p. e1937.
- Olhager, J. and B.M. West, *The house of flexibility: using the QFD approach to deploy manufacturing flexibility. International Journal of Operations & Production Management*, 2002. 22(1): p. 50-79.
- Park, K., *Flexible and redundant supply chain practices to build strategic supply chain resilience: contingent and resource-based perspectives. 2011.*
- Rice, J.B. and F. Caniato, *Building a secure and resilient supply network. SUPPLY CHAIN MANAGEMENT REVIEW*, V. 7, NO. 5 (SEPT/OCT. 2003), P. 22-30: ILL, 2003.
- Scheibe, K.P. and J. Blackhurst, *Supply chain disruption propagation: a systemic risk and normal accident theory perspective. International Journal of Production Research*, 2018. 56(1-2): p. 43-59.
- Sethi, A.K. and S.P. Sethi, *Flexibility in manufacturing: a survey. International journal of flexible manufacturing systems*, 1990. 2(4): p. 289-328.
- Sheffi, Y., *Supply chain management under the threat of international terrorism. The International Journal of logistics management*, 2001. 12(2): p. 1-11.
- Sheffi, Y., et al. *Supply chain response to global terrorism: A situation scan. in Center for Transportation and Logistics, MIT, Department of Management, Economics and Industrial Engineering, Politecnico di Milano, EurOMA POMS Joint International Conference. 2003.*
- Stadler, H. and C. Kilger, *Supply Chain Management and Advanced Planning: Concepts, Models, Software and Case Studies, Berlin, 2002.*
- Stavroulaki, E. and M. Davis, *Aligning products with supply chain processes and strategy. The International Journal of Logistics Management*, 2010. 21(1): p. 127-151.
- Suarez, F.F., M.A. Cusumano, and C.H. Fine, *An empirical study of flexibility in manufacturing. Sloan management review*, 1995. 37(1): p. 25.
- Tang, C.-J.C., C.-Y. Lin, and T.K. Tang, *Dynamic localization and functional implications of Aurora-C kinase during male mouse meiosis. Developmental biology*, 2006. 290(2): p. 398-410.



Tomlin, B., *On the value of mitigation and contingency strategies for managing supply chain disruption risks. Management Science*, 2006. 52(5): p. 639-657.

Vickery, S.K., et al., *The effects of an integrative supply chain strategy on customer service and financial performance: an analysis of direct versus indirect relationships. Journal of operations management*, 2003. 21(5): p. ۵۲۳-۵۳۹.

Vonderembse, M.A., et al., *Designing supply chains: Towards theory development. International Journal of production economics*, 2006. 100(2): p. 223-238.

Wang, G., et al., *Big data analytics in logistics and supply chain management: Certain investigations for research and applications. International Journal of Production Economics*, 2016. 176: p. 98-110.

Wang, J.X., *Lean manufacturing: Business bottom-line based*. 2010: CRC Press.

بی نوشت:

<sup>۱</sup> *Supply Chain Reaction to Worldwide Terrorism*

<sup>۲</sup> *D'Souza and Williams*

<sup>۳</sup> *Beach et al*

<sup>۴</sup> *Sethi and Sethi*

<sup>۵</sup> *Bossacut*

<sup>۶</sup> *Brown et al.*

<sup>۷</sup> *Sith and Seth*

<sup>۸</sup> *Korkka and Kelly*

<sup>۹</sup> *Sheffi*

<sup>۱۰</sup> *Martha and Subbkrishna*

<sup>۱۱</sup> *Gerwin*

<sup>۱۲</sup> *Net Present Value (NPV)*

<sup>۱۳</sup> *Real Options Analysis (ROA)*

<sup>۱۴</sup> *Dark and Scholes*

<sup>۱۵</sup> *Sheffi*

<sup>۱۶</sup> *bellman condition*

<sup>۱۷</sup> *Exogenous*