





دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت

پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی

ارزیابی تاب آوری زنجیره تامین با رویکرد نوین چند معیاره فازی (مطالعه موردی: صنعت داروسازی)

نگارنده: معصومه سادات شریفیان

استاد راهنما:

دکتر سید محمدحسن حسینی

استاد مشاور:

دکتر رضا شیخ

اسفند ۱۴۰۰

۷۰۹۱ - ۱۴۰۰
۱۴۰۱/۱۲/۲۴



فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خاتم / آقای معصومه سادات شریفیان با شماره دانشجویی ۹۸۱۳۸۳۴ رشته مدیریت صنعتی گرایش تولید و عملیات تحت عنوان ارزیابی تاب آوری زنجیره تامین با رویکرد نوین فازی (مطالعه موردی: صنعت داروسازی) که در تاریخ ۰۷/۱۲/۱۴۰۰ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار شد به شرح ذیل اعلام می گردد:

الف) درجه عالی: نمره ۱۹-۲۰ ☒ ب) درجه خیلی خوب: نمره ۱۸-۱۹ ☐ ج) درجه خوب: نمره ۱۷-۱۶ ☐ د) درجه متوسط: نمره ۱۵-۱۴ ☐ ه) کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول و نیاز به دفاع مجدد دارد ☐ نوع تحقیق: نظری ☒ عملی ☐			
عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اول	دکتر سید محمد حسن حسینی		
۲- استاد راهنمای دوم	-		
۳- استاد مشاور اول	دکتر رضا شیخ		
۴- استاد مشاور دوم	دکتر -		
۵- استاد داور اول	دکتر محمد رستمی		
۶- استاد داور دوم	دکتر مجتبی غیائی		
۷- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر سعید آبیانی اصفهانی		

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده:
تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:

ماحصل آموخته هایم را تقدیم می کنم به آنان که مهر آسمانی شان آرام بخش آلام زمینی ام است
به استوارترین تکیه گاهم، دستان پرمهر پدرم
به سبزترین نگاه زندگیم، چشمان مادرم
به همراهان همیشگی و پشتوانه های زندگیم، خواهران عزیزم

پدر و مادر عزیزم، هرچه آموختم در مکتب عشق شما آموختم و هرچه بکوشم قطره ای از دریای بی
کران مهربانیتان را سپاس نتوانم بگویم.
امروز هستی ام به امید شماست و فردا کلید باغ بهشتم رضای شما
را آوردی گران سنگ تر از این ارزان نداشتم تا به خاک پایتان نثار کنم، باشد که حاصل تلاشم
نسیم گونه غبار خستگیان را بزدايد.

بوسه بر دستان پرمهرتان

تشکر و قدردانی

سپاس خدای را که هر چه دارم از اوست .

اکنون که به لطف پروردگار مهربانم، تدوین این پایان نامه به اتمام رسیده است شایسته است تا سپاس قلبی خود را از همه بزرگوارانی که همواره مرا یاری نمودند ابراز نمایم:

از استاد صبور و باتقوا؛ جناب آقای دکتر سید محمدحسن حسینی که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این پایان نامه را برعهده گرفتند که بدون مساعدت ایشان، این پژوهش به نتیجه مطلوب نمی رسید؛

از استاد با کمالات و شایسته؛ جناب آقای دکتر رضا شیخ که در امر مشاوره این پایان نامه مساعدت نمودند. یافتن موضوع مورد علاقه و دلخواه خود را در نقطه اوج بحران مدیون راهنمایی های بی دریغ ایشان هستم و نمی دانم که با چه زبانی و با کدامین واژگان محبتشان را ارج نهم بی نهایت سپاس گزارم و به راستی انجام این پژوهش بدون نظرهای صائب، پیگیری های دلسوزانه و تشویق های امیدبخش ایشان میسر نبود. لطف و مهربانی بی شائبه شان همیشه در خاطر من خواهد ماند؛

و از اساتید فرزانه و دلسوز؛ آقایان دکتر محمد رستمی و دکتر مجتبی غیاثی که زحمت داوری این پایان نامه را مستقبل شدند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

و همچنین از خانواده ام به جهت محبت و همراهیشان در طول سالیان تحصیل تشکر و قدردانی می نمایم.

باشد که این خردترین، بخشی از زحمات آنان را سپاس گوید.

تعهدنامه

اینجانب معصومه سادات شریفیان دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مدیریت صنعتی دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه ارزیابی تاب آوری زنجیره تامین با رویکرد نوین چند معیاره فازی (مطالعه موردی: صنعت داروسازی) تحت راهنمایی دکتر سید محمدحسن حسینی متعهد می‌شوم:

- تحقیقات این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش‌های محقق‌های دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا افراد دیگر برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج پایان نامه تأثیرگذار بوده‌اند رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

امضاء:

تاریخ:

مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود. استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

چکیده:

در طول چند دهه گذشته، زنجیره تأمین به یک مسئله اساسی و مهم در بازار جهانی تبدیل شده است. در سراسر دنیا شرکت ها به دلیل عواملی مانند جهانی شدن، تنگاتنگ شدن رقابت بین شرکت ها در بازارهای آشفته، افزایش نوسانات تقاضا، کاهش شدید در ذخایر موجودی، کاهش چرخه حیات محصولات، افزایش سطح برون سپاری فعالیت ها، تغییرات تکنولوژیکی، پاندمی غیرمنتظره و غیره در طبیعت، آشفته تر و آسیب پذیرتر شده‌اند. بنابراین امروزه زنجیره های تامین با چالش ها و تهدید های زیادی از قبیل بحران های اقتصاد جهانی و یا حوادث مواجه هستند که همه این موارد می توانند موجب شکست و وقفه در زنجیره تامین، کاهش رقابت پذیری و رضایت مشتری و در نهایت، کاهش سودآوری شوند. با وجود این شرایط نیاز به تاب آوری و توسعه این مفهوم در زنجیره تامین و به طور خاص زنجیره تامین صنعت دارو که به مراتب از حساسیت بیشتری برخوردار است، افزایش یافته است و همچنین مدیران نیاز به ابزارهایی برای پایش تاب آوری زنجیره تامین شرکت خود نسبت به اختلالات دارند. هدف اصلی پژوهش حاضر، ارزیابی تاب آوری زنجیره تامین در صنعت داروسازی است. برای دستیابی به این هدف مهم در این مطالعه، شاخص های شناسایی شده تاب آوری زنجیره تامین صنعت دارویی با روش PIPRECIA-E وزن دهی شد و با استفاده از روش نوین چند معیاره (FUZZY MARCOS) چهل شرکت فعال درحوزه داروسازی رتبه بندی و ارزیابی گردید. نتایج این پژوهش به مدیران در تجزیه و تحلیل تاب آوری و انتخاب شاخص های اثربخش کاهش اختلال زنجیره تامین، کمک نموده و تصمیم گیری را تسهیل می کند.

واژگان کلیدی: زنجیره تامین، تاب آوری، تاب آوری زنجیره تامین، روش نوین چند معیاره فازی، صنعت داروسازی

فهرست مطالب

فصل اول کلیات پژوهش.....	۱
۱-۱. مقدمه.....	۲
۲-۱. تعریف مسئله.....	۳
۳-۱. اهمیت و ضرورت تحقیق.....	۸
۴_۱. قلمرو تحقیق.....	۱۱
۱. ۴. ۱. قلمرو موضوعی تحقیق.....	۱۱
۲. ۴. ۱. قلمرو مکانی تحقیق.....	۱۱
۳. ۴. ۱. قلمرو زمانی.....	۱۱
۵_۱. اهداف تحقیق.....	۱۲
۶_۱. سوالات تحقیق.....	۱۲
۷_۱. تعریف واژه ها و اصطلاحات تخصصی تحقیق.....	۱۲
۱. ۷. ۱. زنجیره تامین(SC):.....	۱۲
۲. ۷. ۱. مدیریت زنجیره تامین(SCM):.....	۱۳
۳. ۷. ۱. اختلال زنجیره تامین.....	۱۴
۴. ۷. ۱. تاب آوری:.....	۱۴
۵. ۷. ۱. تاب آوری زنجیره تامین(SCRES):.....	۱۴
۶. ۷. ۱. روش های تصمیم گیری چند معیاره (MCDM):.....	۱۴
۷. ۷. ۱. روش MARCOS:.....	۱۵
۸. ۷. ۱. روش PIPRECIA-E:.....	۱۵
۸_۱. ساختار پایان نامه.....	۱۶
فصل دوم مبانی نظری و پیشینه پژوهش.....	۱۷
۱_۲. مقدمه.....	۱۸
۲_۲. مبانی نظری تحقیق.....	۱۹
۱_۲_۲. زنجیره تامین(SC).....	۱۹
۲_۲_۲. سیر تکامل مدیریت زنجیره تامین.....	۲۰

۲۲	۳_۲_۲. مدیریت زنجیره تامین (SCM).....
۲۴	۴_۲_۲. فرایندهای اصلی زنجیره تامین.....
۲۶	۵_۲_۲. سطوح عملکرد مدیریت زنجیره تأمین.....
۲۷	۶_۲_۲. انواع پارادایم در مدیریت زنجیره تامین.....
۳۲	۷_۲_۲. مدیریت ریسک زنجیره تامین.....
۳۷	۸_۲_۲. آسیب پذیری و اختلال در زنجیره تامین.....
۳۸	۹_۲_۲. عوامل مؤثر در ایجاد اختلال در زنجیره تامین.....
۳۹	۱۰_۲_۲. پاسخ به اختلال SC.....
۴۰	۱۱_۲_۲. تاب آوری.....
۴۴	۱۲_۲_۲. سطوح تاب آوری.....
۴۵	۱۳_۲_۲. تاب آوری زنجیره تامین.....
۴۷	۱۴_۲_۲. شاخصهای تاب آوری زنجیره تامین.....
۶۰	۱۵_۲_۲. صنعت داروسازی.....
۶۰	۱-۱۵-۲. آشنایی با صنعت دارو سازی.....
۶۱	۲-۱۵-۲. مدیریت زنجیره تامین در صنعت داروسازی.....
۶۲	۳-۱۵-۲. تاب آوری زنجیره تامین شرکت های دارویی.....
۶۵	۲_۳. پیشینه تحقیق).....
۶۵	۱_۳_۲. پیشینه تحقیقات داخلی:.....
۶۸	۲_۳_۲. پیشینه تحقیقات بین المللی:.....
۷۸	۴_۲. جمع بندی و خلاصه فصل.....
۷۹	فصل سوم روش تحقیق.....
۸۰	۱_۳. مقدمه.....
۸۱	۲_۳. روش تحقیق و ابزار گرد آوری داده ها.....
۸۳	۳_۳. جامعه آماری و نمونه پژوهش.....
۸۳	۱_۳_۳. جامعه آماری.....
۸۳	۲_۳_۳. نمونه پژوهش.....
۸۳	۴_۳. جمع آوری داده ها با روش دلفی.....

۵_۳	روش MARCOS فازی	۹۰
۵_۳_۱	آشنایی با منطق فازی مثلثی	۹۰
۵_۳_۲	مراحل روش MARCOS فازی	۹۲
۵_۳_۶	روش های وزن دهی	۹۶
۵_۳_۱	محاسبه ضرایب وزن توسط روش PIPRECIA-E فازی در یک محیط تصمیم گیری گروهی	۹۷
۵_۳_۷	مراحل رویکرد پیشنهادی MARCOS فازی و PIPRECIA فازی	۱۰۲
۵_۳_۸	جمع بندی و خلاصه فصل	۱۰۳
۵_۳_۱۰	فصل چهارم تجزیه و تحلیل و یافته های پژوهش	۱۰۵
۴_۱	مقدمه	۱۰۶
۴_۲	مطالعه موردی	۱۰۶
۴_۲_۱	تاریخچه مختصری از صنعت دارو سازی کشور	۱۰۶
۴_۳	نتایج	۱۰۸
۴_۳_۱	روش MARCOS فازی	۱۰۸
۴_۳_۱_۱	تهیه ماتریس بسط یافته	۱۰۸
۴_۳_۲	محاسبه وزن معیارها با استفاده از روش PIPRECIA-E (توسعه یافته)	۱۱۲
۴_۳_۲_۱	ارزیابی ماتریس $\bar{S}_j$ و $\bar{S}_j'$	۱۱۲
۴_۳_۲_۲	محاسبه ضریب $\bar{K}_j$	۱۱۶
۴_۳_۲_۳	محاسبه وزن $\bar{q}_j$	۱۱۶
۴_۳_۲_۴	محاسبه وزن های نسبی معیارهای ارزیابی $\bar{W}_j$	۱۱۷
۴_۳_۲_۵	محاسبه ضریب معکوس $\bar{K}_j'$	۱۱۸
۴_۳_۲_۶	محاسبه وزن معکوس $\bar{q}_j'$	۱۱۹
۴_۳_۲_۷	محاسبه وزن های نسبی معکوس $\bar{W}_j'$	۱۱۹
۴_۳_۲_۸	مقادیر نهایی وزن معیار ها	۱۲۰
۴_۳_۳	ماتریس نرمال شده فازی	۱۲۱
۴_۳_۴	محاسبه مقادیر ماتریس نرمال شده وزنی	۱۲۳
۴_۳_۵	محاسبه ماتریس فازی S_i	۱۲۴
۴_۳_۶	محاسبه T_i, K_i^+, K_i^-	۱۲۵

۱۲۶	۴_۳_۷. محاسبه توابع کمکی در رابطه با راه حل ایده آل fki^- و ضد ایده آل fki^+
۱۲۶	۴_۳_۸. تعیین عملکرد مطلوب گزینه ها fki
۱۲۹	۴_۳_۹. تحلیل نتایج.....
۱۳۱	فصل پنجم نتیجه گیری.....
۱۳۲	۵_۱. مقدمه.....
۱۳۳	۵_۲. خلاصه نتایج.....
۱۳۶	۵_۳. محدودیت های تحقیق.....
۱۳۷	۵_۴. پیشنهادات.....
۱۳۷	۵_۴_۱. پیشنهادات کاربردی_مدیریتی.....
۱۳۸	۵_۴_۲. پیشنهادات برای تحقیقات آتی.....
۱۳۹	۵-۵. ارزیابی صحت نتایج.....
۱۴۱	فهرست منابع.....

فهرست اشکال

- شکل ۲-۱. مراحل تکامل مدیریت زنجیره تامین ۲۲
- شکل ۲-۲. انواع ریسک زنجیره تامین برگرفته از منبع [۵۴] ۳۴
- شکل ۲-۳. الگوی پذیرش تاب آوری ۴۱
- شکل ۲-۴. سطوح تاب آوری و مهمترین شاخص های هر سطح ۴۵
- شکل ۲-۵. زنجیره تامین دارو. ۶۱
- شکل ۳-۱. الگوریتم روش جدید توسعه یافته (MARCOS فاز۱). ۱۰۲
- شکل ۳-۲. الگوریتم ارزیابی وزن روش PIPRECIA توسعه یافته. ۱۰۲

فهرست جداول

جدول ۱-۲. دسته بندی ریسک های زنجیره تامین.....	۳۳
جدول ۲-۲. تعاریف انواع ریسک زنجیره تامین و منابع ریسک مربوط به هریک از آن ها [۵۵, ۵۶].....	۳۵
جدول ۳-۲. برخی از تعاریف تاب آوری و معیار های آن در حوزه های تحقیقاتی مختلف	۴۳
جدول ۴-۲. برخی از شاخص ها شناسایی شده در زنجیره تامین دارو	۶۴
جدول ۵-۲. بررسی اجمالی تحقیقات تجربی تاب آوری زنجیره تامین.....	۷۳
جدول ۱-۳. معیارهای اصلی و زیر معیار های شناسایی و نهایی شده پژوهش حاضر	۸۵
جدول ۲-۳. یک مقیاس جدید تعریف شده برای ارزیابی راه حل های بالقوه.....	۹۳
جدول ۳-۳. مقیاس 1-2 برای ارزیابی معیارها	۹۹
جدول ۴-۳. مقیاس 0-1 برای ارزیابی معیارها	۹۹
جدول ۱-۴. مقادیر معیار های گزینه اول (A1) توسط تصمیم گیرنده اول (D1)	۱۰۹
جدول ۲-۴. مقادیر ارائه شده توسط تصمیم گیرندگان برای شرکت اول (A1).....	۱۱۰
جدول ۳-۴. ماتریس توسعه یافته اولیه	۱۱۱
جدول ۴_۴. ارزیابی مقادیر معیار ها توسط تصمیم گیرنده اول (D1) روش PIPRECIA فازی.....	۱۱۳
جدول ۵-۴. ارزیابی مقادیر معیار ها توسط تصمیم گیرنده اول (D1) روش PIPRICIA-I.....	۱۱۳
جدول ۶-۴. مقادیر معیار ها توسط تصمیم گیرندگان برای روش PIPRECIA فازی	۱۱۴
جدول ۷-۴. مقادیر معیار ها توسط تصمیم گیرندگان برای روش PIPRECIA-I فازی	۱۱۵
جدول ۸-۴. مقادیر مرتبط با وزن روش PIPRECIA فازی	۱۱۷
جدول ۹-۴. مقادیر مرتبط با وزن روش PIPRECIA-i فازی	۱۲۰
جدول ۱۰-۴. ماتریس تصمیم گیری نرمال شده فازی	۱۲۲
جدول ۱۱-۴. ماتریس تصمیم گیری موزون فازی	۱۲۳
جدول ۱۲-۴. مقادیر K_i^- و K_i^+ به همراه مقادیر غیر فازی شده آن ها و مقادیر TI و D	۱۲۵
جدول ۱۳-۴. مقادیر $f_{k_i^-}$ ، $f_{k_i^+}$ و f_k به همراه مقادیر غیر فازی شده آن ها.....	۱۲۷
جدول ۱۴-۴. مقادیر غیر فازی شده k^+ ، k^- ، $f_{k_i^+}$ ، $f_{k_i^-}$ به همراه مقدار k_i و رتبه بندی گزینه ها.....	۱۲۸

فهرست نمودار

نمودار ۴-۱. وزن معیارها ۱۲۱

فصل اول

کلیات پژوهش

۱-۱. مقدمه

مدیریت زنجیره تامین در گذشته، به معنای هدایت یکپارچه و هماهنگ بخش های مختلف زنجیره تامین جهت بهبود عملکرد و ارتقای بهره وری و سود بود و مدیران زنجیره تامین در تلاش بودند تا کالا و خدمات را سریع تر، با هزینه پایین و کیفیت بالا در محیط بدون تغییر به دست مشتریان برسانند. اما امروزه، به دلیل عواملی مانند جهانی شدن، تنگاتنگ شدن رقابت بین شرکت ها در بازارهای آشفته، افزایش نوسانات تقاضا، کاهش شدید در ذخایر موجودی، کاهش چرخه حیات محصولات و افزایش سطح برون سپاری فعالیت ها، موجب گردیده است تا شاهد شرایط درحال تغییر و پویای کسب و کارها و وجود سطح بالایی از عدم اطمینان و رفتارهای آشفته در زنجیره های تامین باشیم. بنابراین امروزه زنجیره های تامین با چالش ها و تهدید های زیادی از قبیل بحران های اقتصاد جهانی و یا حوادث طبیعی از قبیل سیل، زلزله، طوفان، آتش سوزی، تحریم، اختلالات در سیستم تامین، تولید و توزیع مواجه شده اند که همه این موارد می توانند موجب شکست و وقفه در زنجیره تامین، کاهش رقابت پذیری و رضایت مشتری و در نهایت، کاهش سودآوری شوند. بنابراین، اگر فعالیت های زنجیره تامین نتوانند به خوبی اختلالات پیش بینی نشده را مدیریت کنند، با پیامدهای منفی بالقوه ای مواجه می شوند و این امر، ریسک تداوم کسب و کارها را بالا برده و زیان های مالی سنگینی را به بار می آورد. لذا برای مقابله با آسیب های زنجیره تامین باید طراحی زنجیره های تامین به نحوی باشد که برای هر نوع رویدادی آمادگی داشته باشد تا بتواند علاوه بر پاسخی کارا و اثربخش، توانایی بازگشت به وضعیت اولیه و یا حتی وضعیتی بهتر از قبل را داشته باشند و در واقع زنجیره های تامین باید تاب آور باشند.

۱-۲. تعریف مسئله

امروزه زنجیره تأمین^۱ به عامل مهم و حیاتی در بازارهای جهانی تبدیل شده است، به طوری که در عرصه جهانی رقابت اصلی بین زنجیره تأمین صورت می گیرد. اعضای زنجیره تأمین مثل گذشته به صورت محلی فعالیت نمی کنند و عملیات آن ها به صورت منطقه ای یا جهانی انجام می گردد. زنجیره تأمین در برگیرنده اعضای با فرهنگ های مختلف است، از این رو مدیریت زنجیره ی تأمین به عنوان یک موضوع چالش برانگیز و پیچیده در نظر گرفته می شود.

پژوهشگران معتقدند هدف زنجیره تأمین تبدیل لجستیک، به دغدغه ی اصلی مدیریت است. تغییرات به وجود آمده در نیاز ها و سلیقه های مشتریان و همچنین پیچیدگی کالا و خدمات که از نوآوری های جدید در دنیای امروز نشأت گرفته است موجب گردیده سازمان یا موسسه ای به تنهایی و بدون کمک و همکاری سایر موسسات قادر به برآوردن نیاز های مشتریان نباشد و نتواند محصولی را تولید و یا خدمتی ارائه کند. سازمان ها و مؤسسات برای حفظ رقابت پویا باید با سایر سازمان ها و مؤسسات در یک رابطه چند جانبه همکاری کنند. جهت گیری سازمان ها به سمت بهره گیری از تخصص، مزیت نسبی و امکانات سایر شرکا، با هدف تامین نیازهای مشتریان به صورت زنجیره تامینی کارآمد و منسجم، سبب می شود که سازمان در مواقعی بخشی از سهام شرکت های دیگر را خریداری کرده تا بتواند در تصمیم گیری های آن ها مشارکت کرده و تأثیرگذار باشد[۱].

زنجیره تامین را می توان به عنوان مجموعه ای از فرایندها و نهاد ها (تامین کنندگان، کارخانه ها، توزیع کنندگان، خرده فروشان و مشتریان) که به دنبال فراهم نمودن سفارش مشتری بوده تعریف نمود. از اصلی ترین ویژگی های زنجیره تامین ارتباط تمام اعضای زنجیره با یکدیگر است. مدیریت زنجیره تأمین^۲ فلسفه کسب و کاری است که می تواند شرکت های جدا از هم را به منظور دستیابی به سطوح بالاتر و بهره وری و سود در کنار هم

^۱ Supply Chain (SC)

^۲ Supply Chain Management (SCM)

قرار دهد[۲]. به بیانی دیگر مدیریت زنجیره تامین شبکه متوالی از شرکای کسب و کاری است که از طریق ارتباطات بالادستی و پایین دستی در فرآیندها و فعالیت های تولیدی نقش دارند که ارزش را در قالب محصولات و خدمات نهایی تولید می کنند تا تقاضای مشتریان به موقع و با کیفیت بالا و با کمترین هزینه بر آورده شود[۳]. شبکه زنجیره تأمین باید به نحوی باشد که کارایی و بهره وری خود را با وضعیت استراتژیک از نظر افزایش ظرفیت سازگار کند. زنجیره تأمین به عنوان یکی از مؤلفه های مهم مدیریت راهبردی، می تواند به مزیت رقابتی دست پیدا کند. برای کسب مزیت رقابتی اجتناب از فجایع و غلبه بر شرایط بحرانی ضرورت دارد و تنها هزینه های پایین، کیفیت بالا، کاهش زمان تاخیر و سطح بالای خدمات نشان دهنده مزیت رقابتی زنجیره تأمین نیست[۴].

در محیط های جهانی و به طور فزاینده پویا و آشفته امروزی، زنجیره های تامین با رویداد های متعددی روبرو هستند که تهدید به مختل کردن و به خطر انداختن عملکرد موثر و کارآمد فعالیت های عملیاتی SC می کنند. سیستم های SC باید به گونه ای طراحی شوند که بتوانند در برابر اختلالات (آسیب پذیری کم) مقاومت کنند و به سرعت و با حداقل هزینه (قابلیت بازیابی بالا) اختلالات به وجود آمده را از بین ببرند[۵]. ازین رو برای مقابله با اختلالات، ایجاد یک زنجیره تامین تاب آور می تواند به صنایع کمک کند تا از اختلالات ایمن باشند.

تاب آوری^۱ یکی از مفاهیم مهمی است که در سال های اخیر توجه محققان را به خود جلب کرده است. اصطلاح تاب آوری را برای اولین بار گارمزی^۲ در سال ۱۹۷۳ مطرح کرد[۶]. مفهوم تاب آوری ریشه در نظریه های روانشناسی و اجتماعی داشته و موضوعی نوین در رشته مدیریت ریسک و زنجیره تأمین می باشد. تحقیقات در مورد تاب آوری زنجیره تامین^۳ در سال های اخیر رشد چشمگیری داشته است. مفهوم SCRES در حال حاضر نشان دهنده یک حوزه تحقیقاتی پر جنب و جوش در تحقیقات مدیریت زنجیره تامین است. افزایش علاقه به SCRES ناشی از جهانی شدن، تغییرات تکنولوژیکی و افزایش تمرکز بر بهره وری در یک محیط کسب و کار

¹ Resilience

² Garmezy

³ Supply Chain Resilience (SCRES)

آشفته است که کسب و کارها را در معرض طیف وسیعی از ریسک ها و اختلالات زنجیره تامین داخلی و خارجی (SC) قرار داده است. به طور کلی SCRES خود را به عنوان یکی از حوزه‌های تحقیقاتی مهم در تحقیقات مدیریت زنجیره تامین معاصر تثبیت کرده است. در زمینه مدیریت زنجیره تامین، مفهوم تاب آوری در سال ۲۰۰۳ پدیدار شد. کریستوفر و پک^۱ [۷] اولین کسانی بودند که تعریف ساختاری از SCRES را به عنوان "ظرفیت یک سیستم برای بازگشت به حالت اصلی خود یا حرکت به حالت جدید و مطلوب‌تر پس از اختلال" ارائه دادند. این تعریف برای بیش از یک دهه تحقیق در مورد تعریف و مفهوم SCRES به کار رفت. در بین شبکه‌های زنجیره تامین تاب آور نسبت به سایر شبکه‌های زنجیره تامین از قبیل ناب و چابک، چالش‌هایی وجود دارد که سازمان قادر است با کنترل آن‌ها مزیت رقابتی خود را حفظ کند. شبکه زنجیره تامین باید به گونه‌ای باشد که کارایی و بهره‌وری خود را با وضعیت استراتژیک از نظر افزایش ظرفیت سازگار کند. چنانچه تاب آوری زنجیره تامین مورد توجه قرار بگیرد، افزایش ظرفیت می‌تواند انعطاف‌پذیری بیشتری در راستای سرمایه‌گذاری مورد انتظار فراهم آورد. همچنین با کاهش زمان تأخیر و زمان‌هایی که ارزش افزوده‌ای ندارند، می‌توان سرعت پاسخگویی زنجیره تامین برای نیاز مشتریان را بهبود بخشید [۸]. به اعتقاد ملنیک^۲ و همکاران در حال حاضر تاب آوری، قلب تفکر مدیریت زنجیره تامین به شمار می‌آید [۹].

توانایی انطباق زنجیره تامین برای رسیدگی به اختلالات و پاسخگویی به آن‌ها، بهبود و بازگشت به موقع و مقرون به صرفه، و درنهایت دستیابی به وضعیتی بعد از اختلال که در حالت ایده‌آل، وضعیتی بهتر از وضعیت قبل از بروز اختلال است، همان تاب آوری زنجیره تامین است. باتوجه به تعریف ارائه شده، SCRES را به طور خلاصه در چهار جنبه می‌توان مورد ارزیابی قرار داد که شامل ۱- آمادگی زنجیره در رویارویی با یک رخداد اختلال برانگیز؛ ۲- پاسخ‌گویی به آن رخداد؛ ۳- بهبود و بازگشت؛ و ۴- رشد و دستیابی به مزیت رقابتی پس از بروز رخداد می‌باشد. استراتژی‌ها و یا قابلیت‌های تاب آوری زنجیره تامین باید به کسب اطمینان از این که هر

¹ Christopher and Peck

² Melnyk

یک از این جنبه ها در زمان مشخص و با کم ترین هزینه به بیش ترین امکان خود دست پیدا کنند، هدف گیری شود [۱۰].

اگر چه مفهوم تاب آوری زنجیره تأمین برای محققان و مدیران جالب توجه است، اما اصطلاح و مفهوم آن برای خلق یک زنجیره تأمین تاب آور، دارای ابهام و غیر قابل درک است، به خصوص اکنون که تعریف پایه ای و مورد پذیرش عمومی از تاب آوری زنجیره تأمین وجود ندارد و مفاهیم و تعاریفی متفاوت با توجه به عناصر، ویژگی ها، توانمندی ها و تقویت کننده ها ایجاد شده است. حوزه بهداشت و درمان در هر کشوری از پراهمیت ترین حوزه ها بوده و زنجیره تأمین این حوزه، جایگاهی ویژه در سیستم سلامت جامعه دارد. امروزه، تاب آوری زنجیره تأمین به حوزه مورد علاقه در میان محققان و دست اندرکاران زنجیره تأمین شرکت های داروسازی تبدیل شده است. بخش دارویی نقش مهمی در سیستم پزشکی و بهداشتی ایفا می کند. صنعت دارویی^۱ ایران در طی چند دهه گذشته شرایط مختلف و پرنوسانی را به دلیل افزایش جمعیت و سن، رشد سریع اقتصادی و افزایش شیوع بیماری های مزمن (مانند بیماری های قلبی عروقی، سرطان و بیماری های تنفسی مزمن و پاندمی) طی کرده و به سرعت در حال گسترش است [۱۱]. در زنجیره تأمین دارو، دارو باید با کیفیتی بالا، به موقع، در تعداد درست و مکان مناسب با قیمتی معقول به مشتریان تحویل داده شود، به صورتی که به اهداف سیستم سلامت خدشه ای وارد نشود و برای ذینفعان دارای سود باشد چرا که هزینه های زنجیره تأمین بر قیمت اقلام دارویی تاثیر می گذارد. در این حوزه ضرورت دارد تا شرکت های دارویی بتواند با بیشترین سرعت و دقت نیازهای دارویی جامعه را تامین نماید.

برای ارزیابی تاب آوری زنجیره تأمین در صنعت داروسازی، تصمیم گیری در مورد اهمیت هر یک از معیار های تاب آوری زنجیره تأمین ضروری است. از این رو روش های تصمیم گیری چند معیاره^۲ ابزارهای بسیار مفیدی برای تصمیم گیری روزانه در زمینه های مختلف هستند. علاوه بر این، تعیین یک راه حل قابل قبول با توجه به

^۱ Pharmaceutical industry

^۲ MCDM

عوامل مختلف مطمئناً کاری بسیار دشواری است. ارزیابی جدیدی از گزینه ها و رتبه بندی آن ها با توجه به روش راه حل مشترک به نام زوش MARCOS توسعه یافته است [۱۲]. همچنین برای ارزیابی وزن هرکدام از معیار های تصمیم گیری روش PIPRECIA-E که اصلاح شده روش SWARA در محیط تصمیم گیری گروهی است که در واقع روش نسبتاً جدیدی می باشد، توسعه یافته است.

هدف تحقیق حاضر، ارزیابی شرکت های داروسازی از لحاظ میزان تاب آوری آن ها است. این تحقیق قصد دارد که با ارائه مدل تصمیم گیری چندمعیاره فازی، به شناسایی معیارها و عوامل دخیل و اثرگذار تاب آوری شرکت های داروسازی بپردازد و سپس این شرکت ها را بر اساس میزان برخورداری از این عوامل و در نتیجه میزان تاب آوری آن ها، رتبه بندی کند. بنا بر اهداف تحقیق، معیارها، عوامل و جنبه های مختلف تاثیرگذار بر تاب آوری با نظر به ادبیات موضوع گردآوری می شوند. سپس اهمیت هرکدام از معیار ها باروش PIPRECIA توسعه یافته مورد ارزیابی قرار میگیرد و درنهایت با بهره گیری از روش MARCOS فازی و با توجه به معیارهای موثر در ایجاد تاب آوری، شرکت های دارو سازی بنا به نظرات خبرگان در مورد کیفیتشان در هر یک از این معیارها، رتبه بندی می شوند. مدیرانی که در حوزه مدیریت ریسک و ارتقاء قابلیت پاسخ دهی شرکت ها در مواجهه با حوادث غیر متقربه فعالیت می کنند، میزان تاب آوری شرکت ها را خواهند فهمید و خواهند توانست برنامه ریزی های مناسبی را برای ارتقاء سطوح تاب آوری و انعطاف شرکت ها برای مقابله با اختلالات و ریسک انجام دهند. از این رو روش MARCOS فازی قادر خواهد بود با انجام این رتبه بندی، راه حلی بسیار کارآمد در تصمیم سازی و تصمیم گیری برای افزایش تاب آوری زنجیره تامین شرکت های داروسازی به مدیران ارائه کند و همچنین مدیران شرکت ها نیز از مهارت کافی در شناسایی این عوامل برخوردار گردیده و قادر خواهند بود به ارزیابی جامع و کاملی در مورد نقاط ضعف پرداخته و به دیدگاهی آینده نگر در مورد شاخص ها یا سوابق تاب آوری در صورت رویارویی با ریسک احتمالی و اختلالات پیش بینی نشده دست یابند.

۱-۳. اهمیت و ضرورت تحقیق

در سال های اخیر آشفته گی و عدم اطمینان در بازارها، آسیب پذیری زنجیره تأمین را به موضوعی با اهمیت برای شرکت ها تبدیل کرده است. پیچیده شدن زنجیره تأمین به عنوان یک نتیجه از جهانی شدن کسب و کار، ریسک زنجیره تأمین را افزایش می دهد. از این رو یکی از مباحث نوین مطرح شده در زمینه ی مدیریت ریسک که به شرکت ها کمک می کند که اختلالات زنجیره ی تأمین را مدیریت کنند پژوهش در زمینه ی تاب آوری زنجیره تأمین است. تاب آوری به عنوان یک قابلیت کلیدی سازمانی برای پایداری در محیط آشفته فعلی در نظر گرفته می شود و تاب آوری زنجیره تأمین توانایی زنجیره تأمین در رسیدگی به اختلال است، بدون اینکه بر ارائه خدمات به مشتری تأثیر قابل توجهی بگذارد.

با جهانی شدن سازمان ها، اختلالات زیادی تداوم کسب و کار زنجیره های تأمین را تهدید می کند، و این امر ایجاد یک زنجیره تأمین تاب آور را ضروری می سازد. همچنین پیش بینی و تحقق توانایی های تاب آوری زنجیره ی تأمین برای مقابله با بروز اختلال در فعالیت های سازمان ضروری است [۱۳].

یک زنجیره ی تأمین به خوبی ساخت یافته از کارایی عملیاتی بالا برخوردار می باشد، ریسک های موجود، همچنان یک نگرانی محسوب شده و نباید از آن غفلت نمود چرا که در بازارهای نامطمئن امروز، آسیب پذیری زنجیره ی تأمین به یک مسئله ی حائز اهمیت برای بسیاری از شرکت ها تبدیل شده است. تاب آوری زنجیره تأمین مبحثی است که پاسخگوی ریسک های بسیار زیاد زنجیره می باشد. موضوعات اجتماعی، سیاسی، فرهنگی و اقتصادی که تاثیر بسزایی بر فضای کسب و کار دارند امروزه با تلاطم و تحولات زیادی مواجه هستند [۱۴]، این تلاطم ها درصد بروز حوادث تاثیرگذار بر عملکرد زنجیره تامین را بالا می برد لذا چنانچه مدیران زنجیره تامین قادر به مدیریت صحیح اختلالات پیش بینی نشده نباشند، با پیامدهای منفی رو به رو خواهند شد و این موضوع، ریسک کسب و کار را افزایش داده و ضررهای مالی به بار می آورد [۱۵].

در طول چند دهه گذشته، محققان و متخصصان زنجیره تامین در حال تلاش برای ایجاد زنجیره تامین تاب آور برای مقابله با عدم قطعیت و اختلالات هستند. مفهوم تاب آوری زنجیره تامین به این دلیل مورد توجه قرار گرفته است که با طراحی زنجیره تامین برای افزایش قابلیت بازگشت به حالت اصلی خود از رویدادها یا اختلالات غیر منتظره سر و کار دارد. تاب آوری زنجیره تامین یک رویکرد فعال ضروری است که به شرکت ها کمک می کند تا ریسک های سنتی را کاهش دهند. زنجیره تامین تاب آور توانایی شناسایی ریسک، بازیابی سریع از رخدادهای انسانی یا طبیعی را دارد. در بازار پویای امروز، ایجاد تاب آوری در زنجیره تامین به یکی از بزرگترین چالش ها برای متخصصان و مدیران زنجیره تامین تبدیل شده است [۱۶].

زنجیره تأمین تاب آور، به شرکت ها در پاسخگویی به تغییرات تقاضای بازار و اختلال، پیش از رقبا، کمک می کند. در این مفهوم زنجیره تأمین تاب آور می تواند به عنوان یک منبع قوی برای مزیت رقابتی باشد. در تحقیقات قبلی هدف از اقدامات تاب آور دو چیز عنوان شده است که این موارد شامل ۱. بازیابی ارزش های مطلوب در یک دوره زمانی قابل قبول و با هزینه قابل قبول در یک سیستم که مختل شده است. ۲. کاهش اثرپذیری از اختلال از طریق تغییر سطح تأثیرپذیری از تهدیدات بالقوه می باشد [17].

تمامی شرکت ها در سراسر دنیا هر ساله تجربه وقوع اختلالات و آسیب های پیش بینی نشده در زنجیره تامین خود را دارند. صنایع دارویی نیز همانند سایر صنایع در معرض اختلالات و ریسک های متعدد قرار دارد. از این رو این شرکت ها باید برای بقا در برابر اختلالات و بازیابی عملیات برای ادامه فعالیت های خود تاب آور باشند. الخصوص که صنعت دارویی از پراهمیت ترین حوزه ها در هر کشوری بوده و زنجیره تأمین این حوزه، بخشی از سیستم سلامت جامعه و دارای جایگاهی استراتژیک است. در ایران در سال های پس از انقلاب، این صنعت رشد کمی و کیفی قابل توجهی داشته است. عوامل متعددی نظیر سودآوری، اشتغال زایی، وجود بازار مناسب داخلی و خارجی، ارتباط با سایر صنایع و غیره موقعیت این صنعت را در مقایسه با سایر صنایع ممتاز و استراتژیک نموده است. سرمایه گذاری های کلان و حمایت دولت نیز بر اهمیت این صنعت در ایران افزوده است. مصرف دارو در

ایران بالاست و از این نظر دومین مصرف کننده در آسیا و دهمین در دنیاست. در ایران، گروه دارویی یکی از ۳۹ صنعت مهم بورس است و با دارا بودن ۳۵ شرکت فعال در بازارهای بورس و فرا بورس، ۲/۵ درصد از ارزش کل بازار سهام را به خود اختصاص داده و از این بابت در میان همه صنایع بورسی رتبه یازدهم را دارا است؛ بنابراین شرکت های موجود در این صنعت پتانسیل بالایی را برای رسیدن به مرحله ظهور در صورت ثبات شرایط دارند. حدود ۱۰۰ تولیدکننده دارو، ۱۳۰ واردکننده (۳۰ واردکننده تک نسخه ای)، ۳۰ توزیع کننده و ده هزار داروخانه، زنجیره تأمین دارو در کشور را بر عهده دارند [۱۸]. صنعت داروسازی یکی از سریع ترین بخش های در حال رشد در اقتصاد کلان بوده به علاوه این زنجیره تأمین به دلیل ماهیت مهم و حساس خود، با چالش های بسیاری مواجه است. و تهدیدات بالقوه زیادی در این صنعت وجود دارد. نظم و شرایط مناسب، تعیین کننده ارزش داروها است. لذا یک زنجیره تأمین دقیق برای صنعت دارو ضروری است، به نحوی که اطمینان زیر صد درصد در مورد هر نوع فعالیتی مستقیماً سطح خدمات به مشتریان را از نظر بهداشتی و ایمنی تحت تاثیر قرار می دهد [۱۹]. دارو جزو اصلی ترین اقلام مایحتاج عمومی است. اهمیت دارو در برخی از موارد به حدی است که پیش از خوراک مورد توجه قرار میگیرد، بنابراین وجود زنجیره ای یکپارچه و کارآمد از تولیدکننده ی اولیه تا خرده فروش نهایی برای در اختیار قراردادن درست و به موقع دارو در دست مشتری از جمله موضوعاتی است که باید در همه ی شرایط مورد توجه مسئولان امر قرار گیرد و از آنجایی که کشور ما در شرایط سخت و بحران اقتصادی در عرصه ی داخلی و خارجی قرار دارد، کمبود دارو در هر زمینه ای می تواند موجب تلفات انسانی و هزینه های جبران ناپذیر بسیاری شود. لزوم توجه به بحث دارو و رفع نیاز افراد و ایجاد تاب آوری زنجیره ی تأمین در صنعت داروسازی ایران بسیار حائز اهمیت است [۲۰]. همچنین صنعت داروسازی تاثیر زیادی بر حیات سالم یک جامعه دارد، عدم طراحی زنجیره های تأمین تاب آور در این صنعت می تواند در زمان بروز بحران های اقتصادی، سیاسی و اجتماعی و محیطی خسارات جبران ناپذیری را برای هر کشور به وجود آورد [۱۰].

لذا در چند دهه گذشته، محققان در زمینه ارزیابی عملکرد زنجیره تامین تاب آور سهم زیادی داشته‌اند و همچنین مطالعات زیادی به مسائل مربوط به آسیب پذیری و ریسک زنجیره تامین و کاهش آن پرداخته‌اند اما پژوهش‌های کمی وجود دارد که بر تاب آوری و عناصر مؤثر بر آن تمرکز کرده‌اند. تمامی مطالعات تحقیقاتی، شاخص‌های عملکرد (PIs) زنجیره تامین تاب آور را برای کل سازمان فراهم می‌کنند. با این حال، شناسایی PIs مناسب برای ارزیابی تاب آوری زنجیره تامین در صنایع دارویی هنوز نیاز به بررسی‌های بیشتر دارد. بنابراین، ضرورت توجه به این امر برای بخش‌های مختلف دخیل در موضوع شامل دولت، صنعت و دانشگاه، اجتناب ناپذیر است. لذا در این پژوهش سعی شده است معیارهای تاب آوری زنجیره تامین دارویی را شناسایی کرده و با استفاده از روش نوین تصمیم‌گیری چند معیاره مورد ارزیابی و رتبه‌بندی قرار گیرد.

۱_۴. قلمرو تحقیق

قلمرو این پژوهش در سه بخش موضوعی، زمانی و مکانی قابل تبیین است. در ادامه هر کدام از این سه بخش مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۱.۴.۱. قلمرو موضوعی تحقیق

قلمرو موضوعی تحقیق در حوزه تاب آوری زنجیره تامین در صنایع داروسازی می‌باشد. همچنین باتوجه به تکنیک به کار گرفته شده این تحقیق در قلمروی روش‌های کمی قرار می‌گیرد.

۱.۴.۲. قلمرو مکانی تحقیق

قلمرو مکانی این تحقیق مجموعه شرکت‌های داروسازی در صنایع داروسازی ایران می‌باشد.

۱.۴.۳. قلمرو زمانی

قلمرو زمانی تحقیق از بهمن ۱۳۹۹ تا دی ۱۴۰۰ می‌باشد.

۱_۵. اهداف تحقیق

- ارزیابی تاب آوری زنجیره تامین شرکت های داروسازی و رتبه بندی شرکت های داروسازی براساس میزان تاب آوری آن ها با رویکرد نوین چند معیاره (MARCOS) فازی
 - شناسایی معیارهای تاب آوری زنجیره تامین شرکت های داروسازی
 - ارزیابی میزان اهمیت و وزن هریک از معیارهای تاب آوری زنجیره تامین شرکت های داروسازی
- اندازه گیری و رتبه بندی میزان تاب آوری زنجیره تامین شرکت های داروسازی با روش MARCOS فازی

۱_۶. سوالات تحقیق

- چگونه می توان با استفاده از رویکرد نوین چند معیاره (MARCOS) فازی به ارزیابی تاب آوری زنجیره تامین شرکت های داروسازی پرداخت و شرکت های داروسازی را براساس میزان تاب آوری آن ها رتبه بندی کرد؟
- مهم ترین معیار های تاب آوری زنجیره تامین شرکت های داروسازی کدام اند؟
- اهمیت و وزن هریک از معیارهای تاب آوری زنجیره تامین شرکت های داروسازی چه میزان می باشد؟
- چگونه می توان شاخص های تاب آوری زنجیره تامین شرکت دارویی را طبق تکنیک MARCOS اندازه گیری کرد؟

۱_۷. تعریف واژه ها و اصطلاحات تخصصی تحقیق

۱. ۷. ۱. زنجیره تامین (SC):

یک زنجیره تامین به عنوان سیستمی مد نظر قرار می گیرد که کاربران مختلف را از تامین کننده به مشتری نهایی به وسیله خدمات و تولید با حفظ جریان کالاها و اطلاعات پیوند می دهد تا مواد، کالاها، خدمات و

اطلاعات را از مبدأ تا محل تحویل، مدیریت و کنترل کرده و بهبود دهند و نیاز مشتریان با نازل ترین قیمت برطرف گردد. این موضوع برای درک نحوه برآورده کردن نیازهای کسب و کار مفید است. هر زنجیره تأمین دارای سه جز، می باشد:

الف. زنجیره تأمین بالادست: این قسمت در برگیرنده تأمین کنندگان اولیه (مونتاژ کننده یا سازنده) هستند که تمامی این مسیرها از مواد نشات می گیرد. فعالیت های اساسی این بخش خرید و حمل می باشد.

ب. زنجیره تأمین داخلی: این قسمت در برگیرنده پردازش های انجام شده توسط یک سازمان در تبدیل داده های منتقل شده به سازمان به وسیله تأمین کنندگان به خروجی ها است، از زمان ورود مواد به سازمان تا زمانی که محصول نهایی برای توزیع از سازمان خارج می شود را در برمی گیرد؛ فعالیت ها شامل انتقال مواد، مدیریت موجودی، ساخت و کنترل کیفیت است.

ج. زنجیره تأمین پایین دست: این قسمت نیز در برگیرنده کلیه فرایندهای درگیر در توزیع و تحویل محصولات به مشتریان نهایی می باشد. فعالیت های این بخش شامل بسته بندی، انبار و حمل است. این فعالیت ها ممکن است با استفاده از چندین توزیع کننده مثل عمده فروشان و خرده فروشان انجام شود [۲۱].

۱. ۷. ۲. مدیریت زنجیره تأمین (SCM):

انجمن متخصصان مدیریت زنجیره تأمین، مدیریت زنجیره تأمین را اینطور تعریف کرده است: "مدیریت زنجیره تأمین شامل برنامه ریزی و مدیریت همه فعالیت های مربوط به تأمین منابع، تبدیل آن ها به محصول و مدیریت و پشتیبانی می باشد". همچنین مدیریت زنجیره تأمین ارتباطات و همکاری بین اعضای زنجیره را نیز شامل می شود [۲۲].

۱. ۳. ۷. اختلال زنجیره تامین

اختلال زنجیره تامین به عنوان حوادث برنامه ریزی نشده و پیش بینی نشده ای هستند که جریان طبیعی محصولات و مواد را در زنجیره تامین مختل می کنند [۲۳].

۱. ۴. ۷. تاب آوری:

تاب آوری در فرهنگ لغت، توانایی بازیابی، بهبود سریع، تغییر، شناوری، کشسانی و همچنین خاصیت فنری و ارتجاعی ترجمه شده است. به گفته شورای تحقیقات ملی (NSA2012) تاب آوری به صورت "توانایی آماده سازی و برنامه ریزی برای، جذب، بازیابی، و سازگاری موفقیت آمیزتر با رویدادهای ناگوار" تعریف می شود.

۱. ۵. ۷. تاب آوری زنجیره تامین (SCRES):

تاب آوری زنجیره تامین توانایی زنجیره تامین برای واکنش نشان دادن به یک اختلال غیرمنتظره است. کریستوفر و پک تاب آوری زنجیره تامین را توانایی زنجیره تامین برای مقابله با عواقب ناشی از خطرات اجتناب ناپذیر به منظور بازگشت به عملکرد اصلی خود و یا رسیدن به یک حالت مطلوب تر و جدید تعریف می کند [7].

تاب آوری در یک زنجیره تامین می تواند به عنوان توانایی یک شرکت برای مقاومت در برابر اختلال و بازیابی از اختلال در حالت اصلی خود یا حتی حرکت به سمت حالت مطلوب تر پس از اختلال تعریف شود.

۱. ۶. ۷. روش های تصمیم گیری چند معیاره (MCDM):

روش های تصمیم گیری با معیارهای چندگانه (MCDM) امکان انتخاب بهترین گزینه را از میان گزینه های

محدود یا نامحدود دارند. قابل ذکر است، هنگام انجام تجزیه و تحلیل چند بعدی می توان از روش های

MCDM استفاده کرد، زیرا این روش ها در کشف یک شاخص واحد و همچنین در رتبه بندی مفید هستند.

یک تصمیم گیرنده با استفاده از روش های MCDM گزینه های احتمالی را با استفاده از معیارهای تصمیم گیری

تعیین شده ارزیابی می کند و همچنین ارزیابی می کند که گزینه ها چگونه هدف تعیین شده تصمیم گیری را

برآورده می کنند. اخیراً، روش های MCDM بطور فزاینده ای برای حل مشکلات مختلف مورد استفاده قرار

گرفته و برخی از روش های جدید نیز توسعه یافته است.

۱. ۷. ۷. روش MARCOS:

روش MARCOS مبتنی بر تعریف رابطه بین گزینه ها و مقادیر مرجع (گزینه های ایده آل و ضد ایده آل) است.

بر اساس روابط تعریف شده، توابع سودمندی گزینه ها تعیین می شود و رتبه بندی سازش در رابطه با راه حل

های ایده آل و ضد ایده آل انجام می شود. ترجیحات تصمیم بر اساس توابع سودمندی تعریف می شوند. توابع

سودمند موقعیت یک جایگزین را با توجه به راه حل ایده آل و ضد ایده آل نشان می دهد. بهترین جایگزین

جایگزینی است که به ایده آل نزدیک ترین و در عین حال دورتر از نقطه مرجع ضد ایده آل باشد [۲۴].

۱. ۷. ۸. روش PIPRECIA-E:

روش PIPRECIA توسعه یافته یا ارزیابی اهمیت نسبی معیارهای محوری، در واقع روشی برای برطرف کردن

مشکل روش SWARA است. بنابراین روش PIPRECIA-E اصلاح شده روش SWARA در یک محیط تصمیم گیری

گروهی می باشد. که با در نظر گرفتن اصلاحات پیشنهادی، روش PIPRECIA-E به طور دقیق در یازده مرحله

ارائه گردیده که در فصل سوم به طور کامل مراحل آن ارائه گردیده است.

۸_۱. ساختار پایان نامه

در این فصل به بیان کلیاتی در خصوص موضوع مورد بررسی پرداخته شد. برای این منظور، در ابتدا مسئله پژوهش تشریح و در ادامه اهمیت و ضرورت انجام آن تبیین گردید. قلمرو پژوهش در سه حوزه ی موضوعی، زمانی و مکانی مشخص گردید؛ در ادامه فصل هدف اصلی این پژوهش که ارزیابی تاب آوری زنجیره ی تأمین در صنایع دارو سازی ایران می باشد مطرح گردید و در این راستا سؤالات پژوهش تدوین گردیده است. سپس واژه ها و اصطلاحات پژوهش به اختصار شرح گردید. در فصل دوم نیز به بررسی وسیع تر موضوع از طریق مرور ادبیات و جمع آوری اطلاعات کتابخانه ای و میدانی در دو بخش مبانی نظری و پیشینه تحقیق پرداخته خواهد شد در فصل سه با تکمیل معیار های مورد مطالعه از طریق روش دلفی نظرات خبرگان و اساتید دانشگاه در خصوص معیار های تاب آوری جمع آوری نمی گردد و با بررسی روش MARCOS فازی و تطبیق آن برای مسئله مورد مطالعه در فصل چهارم به تهیه متدولوژی نهایی و اجرای آن پرداخته خواهد شد و در نهایت در فصل پنجم با توجه به یافته های پژوهش در فصل چهارم، اقدام به پاسخ پرسش های پژوهش، تشریح نتایج و ارائه پیشنهادات و ذکر محدودیت ها و موانع خواهد شد.

فصل دوم

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲_۱. مقدمه

در طول چند دهه گذشته، زنجیره تأمین به یک مسئله اساسی و مهم در بازار جهانی تبدیل شده است. در سراسر دنیا شرکت ها به دلیل سرعت بالا در جهانی سازی، تقاضای متنوع مشتریان، تغییرات تکنولوژیکی، پاندمی غیرمنتظره و غیره در طبیعت، آشفته تر و آسیب پذیرتر شده اند. از این رو سازمان ها برای مدیریت و کنترل موثر زنجیره های تأمین خود فشار زیادی را متحمل می شوند. سازمان هایی که در فرآیند جهانی شدن شرکت می کنند، با کمک فن آوری های پیشرفته، سرمایه گذاری مالی و تجربه مدیریتی غنی به مزیت رقابتی دست می یابند. هرچند جهانی شدن فرصت هایی برای توسعه بیشتر سازمان ها فراهم می کند؛ فرآیند جهانی شدن ریسک بزرگی را برای این سازمان ها به وجود می آورد. زنجیره تأمین فعالیت های متعددی را انجام می دهد که منجر به اختلال و عواقب ناخواسته می شود. طبق مطالعات شرکت های زیادی در سراسر دنیا هر ساله حداقل با یک اختلال در زنجیره تأمین خود مواجه می شوند. شرکت های دارو سازی نیز همانند سایر شرکت ها از این امر مستثنی نیستند و در معرض اختلالاتی مانند قطعی مواد اولیه حیاتی، رقابت با آزمایشگاه های خارجی، ریسک فن آوری اطلاعات، زمان تحویل طولانی، تحریم و غیره قرار دارند. از این رو، این شرکت ها باید برای بقا در برابر اختلالات و بازیابی عملیات برای ادامه عرضه دارو به داروخانه ها و بیماران، تاب آور باشند. سازمان های تجاری برای حفظ موقعیت بازار، به دنبال استراتژی های مناسبی هستند که ممکن است نقاط قوت خود را در برخی از حوزه های کلیدی زنجیره تأمین و عملیات افزایش دهند. مدیریت ریسک و اختلال در زنجیره تأمین یک قابلیت اساسی برای شرکت ها است. ایجاد زنجیره تأمین تاب آور یکی از استراتژی های مفید برای غلبه عاقلانه بر وضعیت نامطلوب و همچنین بهبود عملکرد کلی کسب و کار است. در طول چند سال گذشته، بسیاری از دانشگاهیان و متخصصان صنعت، علاقه زیادی به ایجاد زنجیره تأمین تاب آور نشان داده اند. علاوه بر این، در حال حاضر یک پاندمی مخرب جدید و گسترده به نام شیوع COVID۱۹، تاب آوری را در کانون توجه قرار داده است.

در این فصل، به بررسی اجمالی بر مفاهیم کلیدی تحقیق در دو بخش کلی، مبانی نظری شامل توضیح زنجیره تأمین و مدیریت زنجیره تأمین از دیدگاه محققان مختلف و فرایندهای اصلی مدیریت زنجیره تأمین و همچنین سطوح عملکرد زنجیره تأمین پرداخته شده است و در بخش دیگر انواع پارادایمهای زنجیره تأمین و مقایسه این پارادایمها ارائه گردیده است. پس از آن به تشریح انواع ریسکها و اختلالاتی که امکان وقوع آن در طول زنجیره تأمین وجود دارد و تعاریف تابآوری و سطوح تابآوری و تابآوری زنجیره تأمین پرداخته شده است که نهایتاً منجر به شناسایی ابعاد مختلف تابآوری زنجیره تأمین بر اساس نتایج حاصل از پژوهشهای محققان شده است. همچنین زنجیره تأمین دارویی نیز در بخشی دیگر تعریف گردیده است. در نهایت با مطالعه اجمالی و دقیق پژوهشهایی که تا به امروز توسط محققین داخلی و خارجی انجام شده است، پیشینه پژوهش ارائه شده است.

۲-۲. مبانی نظری تحقیق

۲-۲-۱. زنجیره تأمین (SC)

زنجیره ی تأمین یک شاخه مهم از مدیریت عملیات است که با مدیریت جریان مواد، اطلاعات و سرمایه مالی در تلاش برای ایجاد ارتباط موثر بین مشتریان و تأمین کنندگان سازمان است. زنجیره تأمین شامل دو جریان متمایز مواد و اطلاعات از طریق سازمان می باشد. دامنه زنجیره تأمین از منبع تأمین شروع گردیده و در نقطه مصرف خاتمه می یابد. این موضوع از یک نگرانی ساده در مورد جریان فیزیکی مواد فراتر رفته و با مدیریت خرید و تأمین کننده، مدیریت مواد اولیه، مدیریت تولید، برنامه ریزی تاسیسات، کنترل مواد و قطعات، هماهنگی، کنترل کالاهای تمام شده، خدمات به مشتری و جریان اطلاعات، حمل و نقل و توزیع فیزیکی مرتبط می باشد. پس به طور کلی، زنجیره تأمین، تمام فعالیت های مرتبط با تحول و جریان کالاها و خدمات، از جمله جریان اطلاعات مربوط به مواد خام تا کاربران نهایی، را شامل می شود [۲۵] و در واقع همان شکل دادن به فرایندهای

جریانات فیزیکی، اطلاعاتی، مالی و دانش به منظور ارضای نیاز و خواسته های مصرف کننده نهایی به وسیله ی محصولات و خدمات مرتبط با تأمین کنندگان است.

۲_۲_۲. سیر تکامل مدیریت زنجیره تامین

در دهه ۶۰ و ۷۰ سازمان ها در تلاش بودند تا با استاندارد سازی و بهبود فرآیندها به منظور افزایش رقابت پذیری، گامی موثر در جهت افزایش مشتریان خود بردارند. بهبود پیوسته عملکرد در یک کسب و کار پویا به یک وظیفه پیچیده برای بیشتر تامین کنندگان، تولید کنندگان، و خرده فروشان تبدیل شده است. یک سیستم مدیریت عملکرد پیچیده شامل طیف گسترده ای از فرآیندهای مدیریتی مانند شناسایی معیارها، تعریف اهداف، برنامه ریزی، ارتباطات، نظارت، گزارش دهی و بازخورد است. از آنجایی که زنجیره تامین شامل تمام این موارد است، بنابراین، زنجیره تامین و مدیریت مناسب آن برای کسب و کار ضروری است. در دهه های گذشته، مفهوم مدیریت زنجیره تامین و منبع یابی استراتژیک یکی از سریع ترین حوزه های در حال رشد مدیریت بوده است. این امر در دهه ۱۹۸۰ آغاز شد تا به یک مفهوم مدیریت برجسته تبدیل شود. این مفهوم اولین بار توسط الیور و وبر^۱ در "مدیریت زنجیره تامین: تطابق تدارکات با استراتژی" ذکر شد و در سال ۱۹۸۲ در لندن منتشر شد [۲۶].

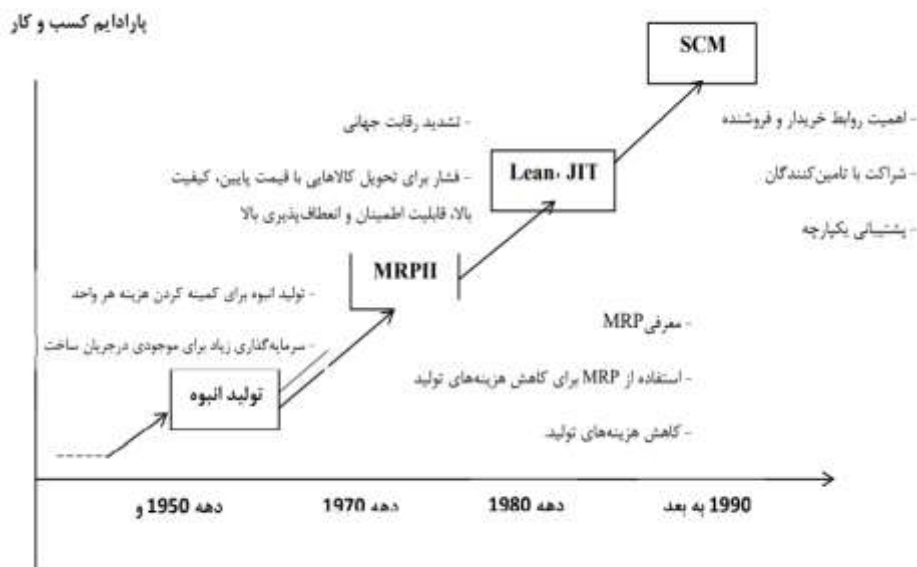
در اواخر دهه ۱۹۹۰، قابلیت های فناوری اطلاعات بهبود یافت و شیوه های مدیریت زنجیره تامین، مانند اشتراک اطلاعات تقاضا در طول زنجیره تامین برای کاهش موجودی در بسیاری از شرکت های Fortune ۵۰۰، پذیرفته شد. با افزایش محبوبیت مدیریت زنجیره تامین، چندین مقاله دانشگاهی و مقالاتی نیز وجود داشت که مزایای آن را تمجید می کرد، برخی حتی سعی کردند واژه مدیریت زنجیره تامین را تعریف کنند، اما ناسازگاری وجود داشت. از اواخر دهه ۱۹۹۰ به عنوان زمانی یاد می شود که استفاده از اصطلاحات زنجیره تامین و مدیریت زنجیره تامین به اوج خود می رسد. پدیده مدیریت زنجیره تامین نقطه عطفی در اواخر دهه ۱۹۹۰ بود زمانی که

¹ Oliver and Weber

شرکت‌ها دریافتند که بیانیه های هنجاری در مورد زنجیره تامین که در دهه ۱۹۵۰ نوشته شده (به عنوان مثال، فارس‌تر ۱۹۵۸) باید در عصر افزایش رقابت جهانی تطبیق داده شود.

اواخر دهه ۱۹۹۰ با حرکت بیشتر به سمت جهانی شدن و تغییر در قدرت بازار از تولید کنندگان به خرده فروشان، مشخص شد، مشتریان در طول زنجیره تامین انتظار "مزایای بیشتر در قبال پول کم‌تر" (یعنی افزایش ارزش مشتری) را داشتند. آن‌ها همچنین به درجات بالاتری از سفارشی سازی نیاز داشتند تا متناسب با نیازها و خواسته‌های منحصر به فردشان باشد. جهانی شدن به معنای افزایش رقابت با افزایش فاصله بین منبع محصول و مصرف بازار از نظر جغرافیایی به دنبال کیفیت بالاتر یا هزینه کم‌تر است. با تشدید رقابت در بحبوحه جهانی شدن، شرکت‌ها استراتژی های مختلفی را برای انطباق با نیازهای متغیر بازار به کار گرفتند که از جمله این استراتژی ها می توان به (۱) شخصی سازی ویژگی های محصول با نظر مشتری نهایی ، (۲) ارائه بسته های اضافی با محصول استاندارد ، (۳) سفارشی سازی عنصر اصلی تمایز محصول برای بخش های مختلف مشتری ، (۴) تغییر شکل محصول به ازای نیاز نهایی مشتری تحت یک مارک یکسان اشاره کرد [۲۷].

تکامل مدیریت زنجیره تامین در دهه ۱۹۹۰ نیز ادامه یافت و سازمان ها روش های مدیریت منابع انسانی را با در نظر گرفتن تامین کنندگان راهبردی و عملیات پشتیبانی در زنجیره تامین، بسط دادند. در سال های اخیر گسترش فناوری اطلاعات و توسعه تجارت الکترونیک اجزای مختلف زنجیره تامین را دستخوش تحولات زیادی کرده است [۲۸]. شکل زیر مراحل تکامل مدیریت در طی دهه های مختلف را نشان می دهد.



شکل ۱-۲. مراحل تکامل مدیریت زنجیره تامین

۲_۲_۳. مدیریت زنجیره تامین (SCM)

در طول ۲۰ سال گذشته، مسئله مدیریت زنجیره تامین به دلیل نقش آن در افزایش بهره‌وری و سود شرکت‌ها و سازمان‌ها به یکی از محبوب‌ترین مسائل در میان محققان تبدیل شده‌است. هنگامی که جنبه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی به طور همزمان در نظر گرفته می‌شوند، زنجیره تامین سنتی به یک زنجیره تامین پایدار تبدیل می‌شود. در دو دهه گذشته، مدیران زنجیره تامین توجه بیشتری به پایداری برای کاهش اثرات فعالیت‌های خود بر محیط‌زیست، بهبود روابط بلندمدت خود و همچنین افزایش رضایت مشتری نهایی خود داشته‌اند [۲۹].

در سال‌های اخیر، مدیریت زنجیره تامین به عنوان یک عامل کلیدی برای افزایش کارایی و رقابت‌پذیری شرکت‌ها در نظر گرفته شده‌است که با بهبود نتایج عملیاتی از نظر کارایی بیشتر در فرآیندها، سطح پایین‌تر موجودی کالا، رضایت بالاتر مشتری، کیفیت بهتر، هزینه کمتر و بهبود در تحویل، به عنوان یک استراتژی مناسب شناخته می‌شود و هدف از آن بهبود عملکرد زنجیره تامین در هر دو طرف تامین‌کننده و خریدار است.

همچنین این روش بهترین، طولانی‌ترین و مطمئن‌ترین رابطه بین خریداران و تامین کنندگان است. امروزه، این ایده نوآورانه به بخش جدایی ناپذیری از کسب و کار تبدیل شده است [۳۰] و یک مزیت واقعی برای شرکت‌ها است زیرا مدیریت زنجیره تامین قدرت افزایش خدمات به مشتریان، کاهش هزینه‌های عملیاتی و بهبود وضعیت مالی شرکت را دارد. مدیریت زنجیره تامین می‌تواند به طور قابل توجهی متفاوت از یک کسب و کار به کسب و کار دیگر باشد. این شبکه می‌تواند یک شبکه واقعا پیچیده، جهانی، چند لایه، با انواع مختلفی از شرکای تجاری باشد.

بنابراین مدیریت زنجیره تامین شامل مجموعه‌ای از روش‌های مورد استفاده برای یکپارچگی مؤثر و کارایی تامین کنندگان، تولید کنندگان، انبارها و فروشندگان و جریان‌های اطلاعاتی مرتبط با آن‌ها از طریق بهبود در روابط زنجیره برای دستیابی به مزیت رقابتی و هماهنگ سازی فعالیت‌ها در زنجیره تامین، تولید و عرضه محصول است و بهترین ترکیب پاسخگویی و کارایی برای موفقیت در بازار را شامل می‌شود. به گونه‌ای که به منظور حداقل کردن هزینه‌های سیستم و تسريع در تحقق تقاضای مشتریان، با انتخاب تامین کنندگان برتر و تامین بهینه مواد اولیه، سعی گردیده کالاها به تعداد صحیح در مکان مناسب و در زمان مناسب تولید و توزیع گردند و حجم موجودی کاهش و فروش افزایش یابد.

به طور کلی می‌توان از اهداف اصلی مدیریت زنجیره تامین به کاهش ریسک زنجیره تامین، کاهش هزینه‌های تولید، حداکثر سود دهی، بهبود خدمات دهی به مشتریان، بهینه سازی سطوح نوآوری و فرآیندهای تجاری و منجر شدن به رقابت فزاینده و در نهایت رضایت و سودمندی مشتری نام برد.

۲_۲_۴. فرایند های اصلی زنجیره تامین

مدیریت زنجیره تامین از سه فرایند اصلی مدیریت اطلاعات و سیستم های اطلاعاتی در زنجیره تامین، مدیریت لجستیک در زنجیره تامین و مدیریت روابط در زنجیره تامین تشکیل شده است که در ادامه به شرح مختصری از هر کدام پرداخته شده است.

• مدیریت اطلاعات و سیستم های اطلاعاتی در زنجیره تامین:

نقش و جایگاه اطلاعات، سبب شده تا مدیریت اطلاعات و سیستم های اطلاعاتی زنجیره تامین بر روی بسیاری از تصمیم گیری های داخلی بخش های مختلف زنجیره تامین مؤثر باشد. گردش مناسب و انتقال صحیح اطلاعات باعث می شود تا فرآیند ها موثرتر و کاراتر گشته و مدیریت آن تسهیل گردد. موضوع هماهنگی در فعالیت ها در زنجیره تامین از اهمیت بالایی برخوردار است چرا که مدیریت اطلاعات هماهنگ و مناسب میان شرکاء باعث خواهد شد تا تاثیرات فزاینده ای در تصمیم گیری ها از لحاظ سرعت، دقت، کیفیت و جنبه های دیگر وجود داشته باشد [۳۱، ۳۲].

• مدیریت لجستیک در زنجیره تامین:

لجستیک به معنای انجام فعالیت ها به منظور تضمین تامین بودن محصول به شکلی صحیح، در مقدار، زمان، مکان و در شرایط مناسب برای مشتری مناسب و با هزینه مناسب می باشد. عبارت تامین بودن در این تعریف به تأکید بیش از حد لجستیک به موضوع موجود بودن در سطح بالا اشاره دارد که به عنوان هسته اصلی پیدایش رسالت لجستیک است. نکته جالب توجه این است که اگر فهرستی از مفاهیم وابسته به لجستیک تهیه و طبقه بندی گردد، می توان آنها را در قالب سه گروه تامین گرا، تولیدگرا و توزیع گرا قرار داد [۳۳]. مدیریت امور لجستیکی از ابتدای ایجاد سازمان ها وجود داشته است. در چارچوب جدید لجستیک، نسبت به چارچوب قدیمی آن، به جای تمرکز بر روی عملکرد هریک از اجزا، بر روی عملکرد کلی تمرکز شده است به این صورت که

عملیات برنامه ریزی تولید، برنامه ریزی مواد، برنامه ریزی کار و خرید ادغام شد و هدف از این ادغام مربوط به سه دلیل اصلی بهبود شرایط تحویل محصولات به مشتریان، بهبود سطح موجودی محصولات و بهبود هزینه های تولید می باشد. در نتیجه در این نظام مدیریت روابط و مشارکت ها دارای اهمیت است و همچنین کاهش هزینه های کل مجموعه از الویت خاصی برخوردار می باشد. به طور کلی این بخش کلیه فعالیت های فیزیکی از مرحله تهیه مواد خام تا محصول نهایی، فعالیت های حمل و نقل، انبارداری، زمان بندی تولید و غیره را شامل می شود [۳۴].

- مدیریت روابط در مدیریت زنجیره تأمین:

مهمترین مباحث زنجیره تأمین مدیریت روابط زنجیره است که تأثیر شگرفی بر همه زمینه های زنجیره تأمین و همچنین سطح عملکرد آن دارد. برای انجام فعالیت های مدیریت زنجیره تأمین، سیستم های اطلاعاتی و فناوری لازم، به راحتی در دسترس بوده و می تواند در یک دوره زمانی تقریباً کوتاه به کار برده شود. بسیاری از شکست های که در زنجیره تأمین شاهد آن هستیم، به علت عدم انتقال درست انتظارات و توقعات بوده و همچنین نتیجه رفتارهای طرفین درگیر در زنجیره می باشد. برای برخورداری از روابط هماهنگ و سازمان یافته با سایر اعضای زنجیره تأمین، وجود جریان مواد روان با نظم مناسب و درخور توجه و بهره گیری از یک سیستم جریان اطلاعات دقیق و کامل در زمان و مکان های مناسب ضروری می باشد. در صورت آسیب دیدن این مؤلفه، آثار آن بر روی دو مؤلفه دیگر (جریان مواد و جریان اطلاعات) قابل مشاهده است. بنابراین داشتن رابطه ی مشخص و تعریف شده با سایر اعضای زنجیره بسیار حیاتی است و همچنین برای آگاهی از تقاضای مشتریان داشتن رابطه ای مناسب با آنان ضروری است.

۲_۲_۵. سطوح عملکرد مدیریت زنجیره تأمین

- ترکیب شرکای زنجیره تأمین:

برنامه ریزی زنجیره تأمین باتوجه به کارا بودن عوامل راهبردی و براساس تقاضای مشتریان زنجیره تأمین صورت می گیرد به نحوی که محدوده کالاهای موجود، خدمات کالاهای جدید یا واحد مشتریان را پوشش می دهد و براساس آگاهی از کالاهای نهایی در زنجیره تأمین پایه ریزی می گردد.

- استقرار ارتباط های مشارکتی:

این بخش به مشارکت ها و تعاملات مهم سازمان می پردازد ارتباطات زنجیره تأمین با توجه به این عملکرد به مشارکت با عوامل بیرونی شرکت افزایش می یابد. هر تغییری که در زنجیره تأمین صورت می گیرد باید به تمامی شرکا اطلاع داده شود تا در تمام زنجیره پیاده شود.

- طراحی زنجیره تأمین بر مبنای سود دهی:

مدیریت زنجیره تأمین مشارکت موثر عوامل بیرون از شرکت را می طلبد ولی برقراری ارتباط یک شرکت با شرکت های خارج از آن بسیار مشکل ساز می باشد. در مورد شرکا توجه به مواردی نظیر مرکز رقابت، انگیزه شرکا و ترکیب آن ها مهم می باشد.

- اطلاعات مدیریت زنجیره تأمین:

سیستم های اطلاعاتی در زنجیره تأمین نقش و اهمیت خاصی دارد. این بخش نقش فناوری را در زنجیره تأمین نشان می دهد.

- کاهش هزینه زنجیره تأمین:

از اهداف اصلی و مهم استقرار زنجیره تأمین کاهش هزینه ها می باشد. از دلایل اصلی که موجب ایجاد هزینه می شود، می توان به وجود ابهام در فرآیند زنجیره تأمین، تغییر در رویه های داخلی و خارجی شرکت، ضعف در طراحی تولید، عدم اطلاعات کافی برای تصمیم گیری و ارتباط ضعیف بین حلقه های زنجیره تأمین اشاره کرد [۳۵].

۲_۲_۶. انواع پارادایم در مدیریت زنجیره تامین

پارادایم های مدیریت زنجیره تأمین برگرفته از مدل لارج^۱ است که در واقع شامل چهار ویژگی اصلی در زنجیره تأمین اعم از ناب بودن^۲، چابکی^۳، تاب آوری^۴ و سبز بودن^۵ به دنبال ایجاد محیطی در مدیریت زنجیره تأمین است.

■ پارادایم ناب

رویکرد ناب که گاهی اوقات به عنوان "تولید ناب"^۶، "سیستم ناب"^۷، "زنجیره تامین ناب"^۸، "تفکر ناب"^۹ و "فلسفه ناب"^{۱۰} شناخته می شود، یک استراتژی مبتنی بر به حداقل رساندن هزینه است و بر شناسایی و حذف منابع مختلف اتلاف تمرکز دارد. مفهوم ناب در درجه اول بر بهبود فرآیند تمرکز می کند، و این کار را از طریق حذف تمام ضایعات و فعالیت های فاقد ارزش افزوده انجام می دهد. مفهوم ناب شامل همه فرآیندها در طول چرخه عمر محصول، از طراحی محصول تا فروش محصول، از سفارش مشتری تا تحویل است. در یک زنجیره تامین ناب، تمرکز بر افزایش بهره وری تامین کننده ضروری است. این تمرکز شامل از بین بردن ضایعات بین یا

¹ LARG

² Lean

³ Agile

⁴ Resilienc

⁵ Green

⁶ Lean Production

⁷ Lean System

⁸ Lean Supply Chain

⁹ Lean thinking

¹⁰ Lean philosophy

درون سازمان با استفاده از ابزارهای ناب نه تنها در سازمان، بلکه در طول شبکه زنجیره تامین شرکت است. در واقع، یک زنجیره تامین ناب باید دارای مجموعه اهداف و ویژگی‌هایی باشد که این ویژگی‌ها شامل حذف ضایعات، جریان عملیات روان، سطح بالای بهره‌وری، و تضمین کیفیت است. اصلاح اهداف ناب نیازمند به‌کارگیری شیوه‌هایی همچون به حداقل رساندن موجودی، به اشتراک گذاری اطلاعات در سراسر شبکه، فهرست JIT، و زمان‌های انتظار کوتاه‌تر می‌باشد. همچنین عملکرد ناب را می‌توان از طریق سه بعد کیفیت، هزینه، و زمان تدارک اندازه‌گیری کرد [۳۶].

■ پارادایم چابک

رویکرد مدیریت چابک به عنوان پایه و اساس سیستم تولید با هدف پاسخ سریع و بهره‌وری به تغییر در حجم تولید و تنوع تقاضا توسعه یافت. ایده چابکی در زمینه‌های کاربردی مختلفی سازماندهی شده بود که این موارد شامل سازمان چابک^۱، نیروی کار چابک^۲، چابکی فن‌آوری اطلاعات^۳، تولید چابک^۴، زنجیره تامین چابک^۵، چابکی کسب و کار^۶ می‌باشد [۳۷]. همچنین به ظرفیت واکنش سریع و مقرون به صرفه به تغییرات کوتاه مدت در بازارها و محیط‌های آشفته اشاره دارد.

چابکی زنجیره تأمین عبارت از توانایی سازمان در انجام فعالیت‌های عملیاتی همراه با سایر شرکای فعال در زنجیره، به منظور انطباق یا پاسخگویی به تغییرات بازار در سریع‌ترین زمان ممکن استبه عبارت دیگر به معنای قابلیت درک از محیط پیرامون و ارائه پاسخ متناسب با تغییرات محیطی در قالب محدودیت‌های زمانی است. یک زنجیره تأمین چابک برای شکل‌گیری مجدد، به سطح بالایی از انعطاف‌پذیری برای پاسخگویی به شرایط

¹ Agile organization

² Agile workforce

³ Agile IT

⁴ Agile manufacturing

⁵ Agile supply chain

⁶ Agile business

محیط تجاری نیاز دارد؛ بنابراین، می تواند به عنوان شبکه ای پویا از شرکت های عضو در نظر گرفته شود که ساختار آن ها باید با توجه به تغییرات محیط پی در پی تغییر کند [۳۸].

هریسون و همکاران^۱ [۳۹] استدلال کرده اند که الگوی چابک باید به سرعت در کل شبکه زنجیره تامین بدون اینکه فقط به سطح داخلی تولید و عملیات محدود شود، توسعه داده شود. این بدان معنی است که تامین کنندگان، حمل و نقل، تولید کنندگان، توزیع کنندگان، انبارها، خرده فروشان، مشتریان و دیگر نهاد ها باید با شیوه های چابک درگیر شوند. مجموعه ای از شیوه های زنجیره تامین چابک را شناسایی شده اند که می توان آن ها را به موجودی در پاسخ به تقاضا، ظرفیت اضافی بافر، پاسخ سریع به نیازهای مصرف کننده، دید کلی بازار، اتحاد پویا، سرعت تامین کننده، انعطاف پذیری و کیفیت، و زمان هدایت کوتاه تر دسته بندی کرد. کریستوفر [۳۷] مجموعه ای از اهداف و ویژگی های یک زنجیره تامین چابک را شناسایی کرده است که شامل: ۱. حساسیت بازار (توانایی خواندن و پاسخ به تقاضای واقعی) ۲. مجازی بودن (هوشمند بودن برای یکپارچه سازی و تفسیر اطلاعات) ۳. یکپارچگی فرآیند (یک رویکرد مشارکتی برد - برد بین خریداران و تامین کنندگان) ۴. شبکه متعهد (یک رابطه نزدیک و پاسخگو با مشتریان) است. ابعاد و شاخص های ارائه شده در مطالعات قبلی برای اندازه گیری چابکی شامل ۱. حساسیت مشتری ۲. ادغام مجازی ۳ ادغام فرآیند ۴. یکپارچه سازی شبکه می باشد. سایر مطالعات نیز اهداف و ویژگی های این پارادایم را به صورت ۱. پاسخ به تغییرات مد و سلیقه مشتری ۲. انعطاف پذیری در حجم تولید و عملیات تولیدی پیشنهاد کرده اند.

▪ پارادایم تاب آور

با تغییرات در بازار معاصر، سطوح بالاتری از آشفتگی و نوسانات ممکن است در حال ظهور باشد. در نتیجه، زنجیره تامین می تواند در برابر اختلال آسیب پذیر شود. در زمینه زنجیره تامین، تاب آوری به معنای توانایی بیشتر برای بقا در یک محیط نامطمئن است. ماری و همکاران^۲ [۴۰] تاب آوری را به عنوان یک رویکرد جدید

¹ Harrison et al

² Mari et al

در کسب و کار که به طور موثر به اختلالات و رویداد ها و تهدید های منفی پاسخ می دهد، توصیف می کنند. یک زنجیره تامین تاب آور به ظرفیت واکنش به اختلالات غیر منتظره، و توانایی بازیابی در کوتاه مدت از اختلال اشاره دارد. با توجه به نظر کریستوفر و پک [۷] ، ایجاد زنجیره تامین تاب آور شامل پنج اصل ۱. انتخاب استراتژی های زنجیره تامین که گزینه های جایگزین را باز نگه می دارند. ۲. تبادل بین کارایی و افزونگی ۳. ارتقا یک محیط کاری مشارکتی با تامین کنندگان ۴. آینده را در معرض دید قرار می دهد و ۵. تقویت سرعت و شتاب، می باشد. معیارهای کلیدی عملکرد تاب آوری در ادبیات موضوع به چهار رویکرد اصلی ۱. یکپارچه ۲. اعمال ۳. توانمندی ۴. چند بعدی و سلسله مراتبی تقسیم شده اند.

رویکرد یکپارچه نشان دهنده ادغام بین فعالیت های فعال و واکنشی است که برای کمک به شرکت ها در تطبیق با رویداد های منفی به منظور اجتناب از تبلیغات بد استفاده می شوند [۴۱]. این هدف را می توان با استفاده از چابکی و استحکام به دست آورد، که در آن چابکی نشان دهنده قابلیت های واکنش موثر به رویداد های غیر منتظره است؛ و استحکام^۱ شامل توانایی مدیریت نوسانات منظم تحت شرایط عادی به منظور حفظ سطح بالایی از آمادگی است. رویکرد اعمال شامل اندازه گیری تاب آوری است و بر اقدامات خاصی که توسط شبکه زنجیره تامین شرکت از نظر مدیریت ریسک زنجیره تامین، حمل و نقل تاب آور، و پایه تامین تاب آور یا منبع یابی تاب آور، متکی است [۴۲]. در مقابل، رویکرد قابلیت بر قابلیت های در اختیار شرکت تمرکز می کند که برای پاسخ به ریسک های غیر منتظره مورد نیاز است. این قابلیت ها شامل تاب آوری، افزونگی^۲ ، یکپارچه سازی^۳ و کارایی^۴ هستند. هدف از رویکرد چند بعدی و سلسله مراتبی سنجش عملکرد تاب آوری با استفاده از تمامی رویکردهای فوق، از جمله قابلیت پیش گستر، طراحی زنجیره تامین^۵ ، آمادگی و پاسخ – بازیابی^۶ است. هدف این رویکرد

¹ Strength

² Redundancy

³ Integration

⁴ Performance

⁵ Supply Chain Design

⁶ Recovery

نه تنها پاسخ به اختلالات است؛ بلکه بازگشت به وضعیت اصلی یا وضعیت جدید پس از اختلال را تضمین می‌کند و به اجتناب از اختلال در آینده کمک می‌کند [۴۳، ۳۶].

▪ پارادایم سبز

سبز یک نوآوری زیست محیطی است که هدف آن کاهش یا حذف ضایعات از جمله انتشار مونواکسید کربن، مواد سمی، تراکم ترافیک، مواد شیمیایی خطرناک، انتشار گازهای گلخانه‌ای، انرژی و زباله‌های جامد و سایر آلودگی‌های صنعتی است. "زنجیره تامین سبز"^۱ شیوه‌های مدیریت محیطی سازمان را ادغام و گسترش می‌دهد تا کل شبکه زنجیره تامین را در بر بگیرد، که با خرید سبز و تولید سبز آغاز می‌شود، و در حال حرکت به سمت بستن حلقه با لجستیک معکوس است [۴۴]. امروزه، انواع فرصت‌های تکنولوژیکی و مدیریتی را می‌توان در ادبیات و همچنین در شیوه‌ها یافت. این موارد شامل گواهی‌نامه ISO ۱۴۰۰۱ اعطا شده توسط سازمان بین‌المللی استانداردسازی (ISO) برای تشویق و کمک به سازمان‌ها برای اتخاذ شیوه‌های سبز می‌باشد [۴۲]. اتخاذ این شیوه‌ها می‌تواند به یک سازمان برای دستیابی به تولید پایدار و مزیت رقابتی کمک کند. ابعاد و شاخص‌های ارائه شده در مطالعات قبلی برای اندازه‌گیری سبزبودن در زمینه زنجیره تامین شامل: ۱. مدیریت داخلی محیط‌زیست ۲. خرید سبز ۳. کاهش آلودگی ۴. طراحی سازگار با محیط‌زیست ۵. تولید و بسته بندی سبز ۶. مشارکت محیطی ۷. بازاریابی سبز ۸. تامین کنندگان سبز ۹. سهام سبز می‌باشد [۴۵، ۴۶].

سبز کردن زنجیره تامین، همان فرایند در نظر گرفتن معیارها یا ملاحظات زیست محیطی در سراسر زنجیره تامین است. مدیریت زنجیره تامین سبز، یکپارچه کننده مدیریت این زنجیره با الزام های زیست محیطی در تمام مراحل طراحی محصول، انتخاب و تامین مواد اولیه، تولید و ساخت، فرایندهای توزیع و انتقال و تحویل به مشتری و خدمات پس از مصرف شامل، مدیریت بازیافت و مصرف مجدد به منظور بیشینه کردن میزان بهره وری، مصرف انرژی و منابع همراه با بهبود عملکرد کل زنجیره تامین می باشد.

¹ Green supply chain

۷_۲_۲. مدیریت ریسک زنجیره تامین^۱

در محیط به سرعت در حال تغییر امروز، زنجیره های تامین به دلیل عواملی مانند نرخ بالای جهانی شدن، انتظارات بالاتر مشتریان، نوسانات محیطی و وقوع رویدادهای ریسک داخلی و خارجی، به راحتی در معرض خطرات قرار می گیرند. محققان و متخصصان تاکید می کنند که مدیریت ریسک و اختلال در زنجیره تامین یک قابلیت حیاتی برای شرکت ها به منظور رقابت در بازار آشفته و غیرقابل پیش بینی امروزی است. مدیریت ریسک زنجیره تامین به صورت "مدیریت خطرات زنجیره تامین از طریق هماهنگی یا همکاری بین شرکای زنجیره تامین به منظور اطمینان از سودآوری و تداوم تعریف می شود. [۴۷]" همچنین یک رویکرد نامتقارن برای شناسایی، ارزیابی و نظارت بر خطرات احتمالی در یک شبکه زنجیره تامین به منظور کاهش اثرات منفی اختلال بر عملیات زنجیره تامین است.

یک طبقه بندی کلی از ریسک های زنجیره تامین، طبقه بندی ریسک ها به ریسک های اختلال و ریسک های عملیاتی است [۴۷، ۴۸]. ریسک های اختلال معمولاً به عنوان رویداد های برنامه ریزی نشده ای تعریف می شوند که سیستم زنجیره تامین را محدود می کنند؛ آن ها ممکن است از بلایای طبیعی یا انسانی مانند رکود اقتصادی، تغییرات فن آوری، طوفان ها، اعتصابات کارگری و حملات تروریستی ناشی شوند. ریسک های عملیاتی^۲ بیشتر مربوط به رویدادهای هماهنگی عرضه - تقاضا هستند، که ممکن است ناشی از فرایندهای ناکافی یا ناموفق، کنترل افراد یا سیستم ها باشند. ریسک های عملیاتی فراوانی بیشتری دارند اما شدت اثر کمتری دارند، در حالی که ریسک های اختلال فراوانی کمتری دارند اما باعث آسیب های اقتصادی و اجتماعی قابل توجه تری می شوند [۴۹]. بنابراین ریسک های عملیاتی نسبت به ریسک های اختلال قابل کنترل تر هستند. اگرچه مطالعات متعددی در این زمینه به ریسک های عملیاتی پرداخته اند، اما پرداختن به ریسک های اختلال در طراحی شبکه زنجیره تامین بیشتر یک جریان تحقیقاتی در حال ظهور است. حوادث فاجعه بار مانند ۱۱ سپتامبر در سال

^۱ Supply Chain Risk Management (SCRM)

^۲ Operational Risk

۲۰۰۱، سونامی در سال ۲۰۰۴، طوفان کاترینا در سال ۲۰۰۵، طوفان هاروی در هوستون در سال ۲۰۱۷، و طوفان ماریا در پورتوریکو در سال ۲۰۱۷، انگیزه‌ای برای محققان زنجیره تامین برای در نظر گرفتن ریسک زنجیره تامین و اثرات آن بر طراحی زنجیره های تامین هستند. انجمن PwC / MIT برای نوآوری در زنجیره تامین، نظرسنجی جهانی مدیریت ریسک زنجیره تامین^۱ را [۵۰]، برای نشان دادن زمینه های ریسک از جمله برنامه های تداوم کسب وکار، نوسان قیمت مواد خام، نوسان ارز و تغییر بازار انجام داد. مطالعات پیشین نشان داد که یک طبقه‌بندی و تعریف کلی برای انواع ریسک های اختلال زنجیره تامین وجود ندارد با این حال چندین دسته‌بندی از ریسک‌های زنجیره تامین ارائه شده است که در جدول ۱-۲ آمده است.

جدول ۱-۲. دسته بندی ریسک های زنجیره تامین

شماره	ریسک	منبع
۱	دیدگاه حاکمیت شرکتی	[۵۱]
	دیدگاه ریسک مالی	
	دیدگاه سیستم پیچیده چند سطحی	
۲	کلان	[۵۲]
	خرد	
۳	فاجعه بار و عملیاتی	[۵۳]
۴	اختلال و عملیاتی	[۴۸, ۴۷]
۵	اختلال داخلی	(شورای مدیریت ریسک زنجیره تامین ۲۰۱۱)
	اختلال خارجی	
۶	داخلی شرکت	[۷]
	خارجی شرکت اما داخلی زنجیره	
	خارجی شبکه	

¹ Supply Chain Risk Management

از بین انواع دسته بندی ریسک های زنجیره تامین که در جدول ۲-۱ آورده شده است، مورد ششم که شامل ریسک های داخلی شرکت (مانند: ریسک فرآیند^۱ و ریسک کنترل^۲)، خارجی شرکت اما داخلی زنجیره تامین (مانند: ریسک تقاضا^۳ و ریسک عرضه^۴) و خارجی شبکه (مانند: ریسک محیطی^۵) که کامل ترین دسته بندی می باشد، برای درک بهتر به صورت شکل زیر نشان داده شده است.



شکل ۲-۲. انواع ریسک زنجیره تامین برگرفته از منبع [۵۴]

برهمن اساس در جدول زیر محققین، برای انواع ریسک زنجیره تامین که به این پنج نوع (فرآیند، کنترل، تقاضا، عرضه و محیطی) گسترش می یابد، تعاریف زیر را به همراه منابع ریسک آن مطرح کرده اند.

¹ Process Risk
² Control Risk
³ Demand Risk
⁴ Supply Risk
⁵ Environmental Risk

جدول ۲-۲. تعاریف انواع ریسک زنجیره تامین و منابع ریسک مربوط به هریک از آن ها [۵۵، ۵۶]

شماره	انواع ریسک	تعریف	منابع ریسک
۱	تقاضا	شامل (۱) تفاوت بالقوه بین تقاضای واقعی و تقاضای پیش‌بینی‌شده، و (۲) اختلالات بالقوه در جریان محصولات و اطلاعات درون شبکه یا بین شرکت های مرکزی و بازار است.	تقاضای پیش‌بینی‌نشده یا متغیر
			اطلاعات ناکافی یا تحریف شده از مشتریان در مورد سفارشات یا مقادیر تقاضا
			تاخیرهای غیر معمول پرداخت مشتری
			تغییرات بازار
			خطاهای پیش‌بینی
			رقبای نوآورانه
۲	تامین	شامل (۱) انحرافات بالقوه در منابع ورودی از نظر زمان، کیفیت و کمیت، و (۲) اختلالات بالقوه در جریان محصولات و اطلاعات از داخل شبکه بالادست شرکت های مرکزی است. هدف مدیران زنجیره تامین کاهش هزینه مدیریت تامین کنندگان متعدد و تقویت روابط بهتر تامین کنندگان است.	عملکرد ضعیف لجستیک تامین کنندگان (به عنوان مثال در قابلیت اطمینان تحویل، یا در ظرفیت تکمیل سفارشات)
			مشکلات کیفیت تامین‌کننده
			سقوط ناگهانی یک تامین‌کننده (به عنوان مثال به دلیل ورشکستگی)
			عملکرد ضعیف تدارکات ارائه دهندگان خدمات لجستیک
			نوسانات ظرفیت یا کمبود در بازارهای تامین
			مسائل برون سپاری و جهانی شدن
			تعهد تامین‌کننده
			تغییر پذیری زمان تدارک مجدد
			منابع ریسک فرآیند دو نوع اصلی از تغییرپذیری در یک سیستم تولیدی هستند مانند: تغییرپذیری فرآیند و تغییرپذیری جریان.
۳	فرآیند	شامل انحرافات بالقوه از کیفیت تولید و کمیت مطلوب در زمان مناسب است. این نوع ریسک شامل ریسک‌های کیفیت، زمان و ظرفیت است که با لجستیک داخلی و خارجی و عملیات داخلی در ارتباط هستند. ریسک فرآیند همچنین به اختلال در دارایی‌های داخلی و قابلیت اطمینان سیستم ارتباطی پشتیبان، سیستم حمل و نقل و زیرساخت‌ها مربوط می‌شود.	خرابی یا از دست دادن ظرفیت تولید به دلیل اختلال محلی (مانند اعتصابات کارگری، آتش‌سوزی، انفجار،

حوادث صنعتی)			
خرابی یا از دست دادن ظرفیت تولید به دلایل فنی (به عنوان مثال خرابی ماشین، تنگنا ها، فرآیند های انعطاف ناپذیر			
عدم اطمینان تجهیزات، زمان راه اندازی طولانی مدت)			
اختلال یا خرابی زیرساخت IT داخلی (به عنوان مثال ناشی از ویروس های کامپیوتری، باگ های نرم افزاری)			
اختلال یا خرابی زیرساخت های IT خارجی			
در دسترس نبودن اپراتور			
مشکلات کیفیت محصول			
مقادیر سفارش	مفروضات، قوانین، سیستم ها و رویه هایی است که چگونگی اعمال کنترل	کنترل (شبکه)	۴
اندازه دسته	یک سازمان بر فرآیندهای خود را شامل می شود. همچنین می توانند برای		
سیاست های سهام ایمنی	یک تامین کننده که به صورت عمودی ادغام می شود زمانی رخ دهند که		
روش های حاکم بر مدیریت دارایی و حمل و نقل	یک رقیب مستقیما از شرکت مشتری مجبور به پایان دادن به رابطه		
روابط نامتقارن قدرت	می شود.		
فقدان برنامه ریزی و پیش بینی های مشترک			
دید ضعیف در طول زنجیره تامین			
بی ثباتی سیاسی	این ریسک ها خارج از شرکت هستند. آن ها یک جریان ارزشی خاص (به	محیطی	۵
تروریسم و جنگ	عنوان مثال آلودگی محصول) یا هر گره یا پیوندی که زنجیره تامین		
بیماری ها یا اپیدمی	از طریق آن عبور می کند (از طریق یک حادثه، اقدام مستقیم، آب و هوای		
بلایای طبیعی	نامساعد یا بلایای طبیعی) را تحت تاثیر قرار می دهد.		
نارضایتی اجتماعی و سیاسی			
رکود اقتصادی			
تغییرات فن آوری			

هر فعالیت زنجیره تامین دارای ریسک ذاتی است که ممکن است باعث اختلال غیرمنتظره شود. در واقع ریسک چیزی است که شرکت ها باید آن را به حداقل برسانند، زیرا نشان دهنده یک تهدید است. ریسک زنجیره تامین

نسبتاً بی‌اثر است، زیرا اکثر ریسک‌ها غیرقابل پیش‌بینی هستند، و اطلاعات آماری وجود ندارد [۵۷]. مدیریت ریسک و آسیب‌پذیری مرتبط با زنجیره تامین، توجه رو به رشدی را از سوی دست‌اندرکاران و سیاست‌گذاران به خود جلب کرده‌است. از این رو، به دلیل اختلال ناشی از بلایای طبیعی یا بلایای ساخته دست بشر، مدیریت ریسک زنجیره تامین به عنوان یک موضوع کلیدی برای بحث در میان دانشگاهیان و دست‌اندرکاران باقی می‌ماند [۴۷، ۵۸].

۲_۲_۸. آسیب‌پذیری و اختلال در زنجیره تامین

هر فرایند و سیستمی در دنیای واقعی از اختلالات و چالش‌ها مصون نمی‌ماند. زنجیره تامین یک شرکت هم از این امر مستثنا نیست؛ و امکان دارد در هر قسمت از آن چالش‌ها و اختلالات کوچک و بزرگی رخ دهد که باعث کاهش عملکرد مناسب سیستم زنجیره تامین می‌گردد. چه بسا که این اختلالات در سیستم‌های تامین آسیب‌های جبران‌ناپذیری را نه تنها برای دست‌اندرکاران؛ بلکه برای دیگر بهره‌مندان از این سیستم (به عنوان مثال مشتریان) ایجاد کند. با توجه به پیچیدگی تعاملات میان خرده سیستم‌های مختلف در دنیای امروز اهمیت پیشگیری و یا بازیابی از این اختلالات در کلیه سیستم‌ها و بخش‌های اجتماعی دوجندان گردیده است و مدیران ناگزیر از ارائه راهکار برای مقابله با این اختلالات هستند.

جانتر آسیب‌پذیری زنجیره تامین را "مواجهه با اختلالات جدی زنجیره تامین و تحت تأثیر قرار گرفتن توانایی زنجیره تامین در زمینه ارائه خدمات و محصولات نهایی" تعریف کرده است. آزوودو و همکاران^۱ آسیب‌پذیری زنجیره تامین را این‌طور تعریف کرده‌اند: آسیب‌پذیری زنجیره تامین، ناتوانی زنجیره تامین در لحظه‌ای است که باید نسبت به اختلالات واکنش مناسب نشان دهد تا به اهداف خود برسد. شکاف‌های زنجیره تامین هنگامی مشاهده می‌شود که در معرض اختلالات و حوادث ناگهانی و پیش‌بینی نشده مانند بحران اقتصادی و سیاسی و یا اختلالات زیست‌محیطی قرار گیرد. تعاریف متعددی از اختلال در پژوهش محققان وجود دارد. کریگه‌د و

¹ Azevedo et al

همکاران^۱ اختلال زنجیره تأمین را به عنوان حوادث برنامه ریزی نشده و پیش بینی نشده که جریان طبیعی محصولات و مواد را در زنجیره تأمین مختل می کند، تعریف کرده اند. ویو و همکاران^۲ اختلالات زنجیره تأمین را حوادث غیرمنتظره و غیرقابل پیشبینی می دانند که در زنجیره تأمین رخ می دهد. ناتاجاراسیرام و همکاران اختلال در زنجیره تأمین را حواث پیش بینی نشده ای که فعالیت های اعضای آن را تحت تأثیر قرار داده و در نتیجه اختلال عمده ای را در جریان طبیعی کالا یا خدمات ایجاد می کند، می دانند.

گسترش جهانی شدن و برون سپاری منجر به ایجاد زنجیره های تأمین شده است که بزرگتر، پیچیده تر و در نتیجه نسبت به اختلالات آسیب پذیرتر شده اند [۵۹].

۲_۲_۹. عوامل مؤثر در ایجاد اختلال در زنجیره تامین

شیوه های فعلی، کسب و کارها را در معرض طیف گسترده ای از اختلالات غیرمنتظره قرار می دهند. این اختلالات می تواند شامل از دست دادن یک تامین کننده مهم، چرخه های کوتاه تر عمر محصول، مشکلات تولید و افزایش تقاضای مشتری، نقص در فن آوری اطلاعات، محدودیت های ظرفیت، عدم قطعیت تقاضا برای انواع محصولات باشد.

زنجیره تامین به دلیل مواجهه با چالش های مختلف ناپایدارتر و غیرقابل پیش بینی می شود. دلایل مختلفی برای این اختلالات در زنجیره تامین وجود دارد که توسط محققان و پژوهش گران مختلف در مقالات توضیح داده شده است. با توجه به گفته ربرتا^۳، پریرا و همکاران^۴ [۶۰] و گاج و همکاران^۵ [۶۱]، چرخه عمر کوتاه محصول و تنوع زیاد در تقاضا به دلیل تغییر الزامات و انتظارات مشتری دلایل احتمالی این تغییرات هستند. شورای زنجیره تامین (APICS) گزارشی را در سال ۲۰۱۵ منتشر کرد و ذکر کرد که بلایای طبیعی، عدم به اشتراک گذاری

¹ Craighead et al

² Wu et al

³ Roberta

⁴ Pereira et al

⁵ Ghadge

اطلاعات و عملکرد ضعیف شرکا عمده ترین دلیل اختلال در زنجیره تامین هستند ، در حالی که گزارش تاب آوری زنجیره تامین BCI (۲۰۱۷) نشان می دهد که عدم دید ، حمله سایبری ، ارتباطات فناوری اطلاعات و از دست دادن مهارت ها، عامل اصلی اختلال هستند. کاروالهو و همکاران^۱ ، شانزده حادثه مهم را که باعث اختلال در زنجیره تامین می شوند را معرفی کردند این حوادث شامل آتشفشان، بحران مالی، اعتصاب، محصول غیر منطبق با نیاز مشتری، تراکم بنادر، نقص محصول، اعتصاب توسط تامین کننده، ورشکستگی تامین کننده، تأخیر تامین کننده، حمله تروریستی، انفجار در برنامه تولید انرژی، آتش، طوفان، حمله بزرگ به یک خط لوله، اعتصاب جهانی، جاری شدن سیل می باشد. این حوادث را می توان به سه دسته تقسیم کرد که شامل بلایای طبیعی: هر نوع پدیده ی طبیعی (مانند موج گرما ، طوفان ، سیل ، زمین لرزه و خشک سالی) است [۶۲]. عملیاتی: حوادث ناشی از عملیات شرکت مانند محصول غیر منطبق با نیاز مشتری، تراکم بنادر، نقص محصول، تأخیر تامین کننده می باشد. فاجعه های انسانی: به عنوان مثال اعتصاب جهانی، اعتصاب تامین کننده، حمله تروریستی، رکود اقتصادی، آشفته گی های سیاسی، از دست دادن تامین کنندگان مهم ، مسائل مربوط به کیفیت ، خرابی تجهیزات ، ارتباطات ضعیف و خطاهای انسانی است [۴۹]. این اختلالات به طور فزاینده ای بر سازمان ها ، صنایع و کل اقتصادها تأثیر می گذارد و شرکت ها باید مدل های تجاری مقاومتری را برای مقابله با اختلالات مدیریتی و محیطی طراحی کنند. حوادث مالی: بحران مالی و ورشکستگی تامین کننده را شامل می شود.

۲_۲_۱۰. پاسخ به اختلال SC

واکنش سازمانی به اختلال در زنجیره تامین طی هشت مرحله شامل ۱. آمادگی نهایی برای ایجاد اختلال ۲. وقوع رویداد مخرب ۳. واکنش اول ۴. تاثیر اولیه ۵. تاثیر کامل ۶. آماده سازی برای بازیابی ۷. بازیابی و ۸. تاثیر بلند مدت صورت می گیرد [۶۳، ۶۴]. در حالی که دو مرحله اول به ترتیب به مراحل پیش بینی و مقاومت در تاب آوری زنجیره اشاره می کند ، مراحل سوم تا هشتم به وضوح به بازیابی و پاسخ می پردازند. چن و همکاران

¹ Carvalho

^۱ [۶۳] تأکید کردند که سرعت بازیابی با تأکید بر اینکه تاب آوری زنجیره را می توان با طراحی مجدد زنجیره تامین به منظور کاهش حوادث و اختلالات نامطلوب به دست آورد ، نقش مهمی ایفا می کند.

روش های کنترلی مختلفی برای مقابله و پاسخ به اختلالات وجود دارند که شامل مدیریت امنیت زنجیره تأمین، ذخیره احتیاطی، موجودی مواد استراتژیک، تنوع در بازار و برون سپاری، انعطاف پذیری خط تولید و ماژول بندی، هماهنگی، پایش و مدیریت حوادث هستند. ذخیره احتیاطی پایه و اساس همه اقدامات پیشگیرانه است. درجه اهمیت عواملی مثل استفاده از ذخیره احتیاطی یا تنوع بازار در هر زنجیره تأمین اقدامات پیشگیرانه متفاوتی را می طلبد[۶۵]. همچنین زنجیره تامین نیاز به تاب آوری برای حفظ ظرفیت کاهش سریع ریسک و ظرفیت حفظ عملیات حتی در طول اختلالات دارد.

۲_۲_۱۱. تاب آوری

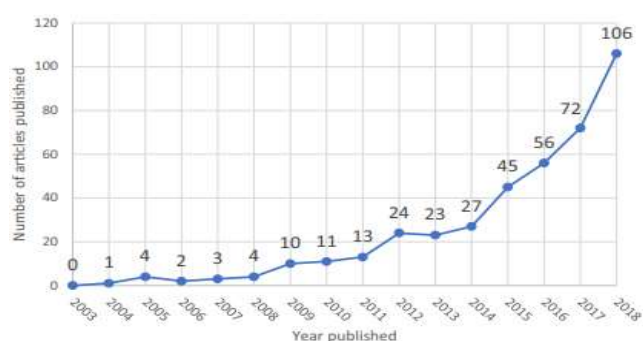
یکی از مفاهیم مهمی که در سال های اخیر توجه محققان را به خود جلب کرده است، تاب آوری است. به طور کلی تاب آوری، توانایی زنجیره تامین برای بازیابی از اختلالات است. در ادبیات، تاب آوری با اشاره به مراحل پیش بینی، سازگاری، پاسخگویی و سرعت بهبود از رویدادهای غیرقابل پیش بینی، تعریف شده است[۶۶]. تاب آوری توانایی زنجیره تامین برای رسیدن به وضعیت پایدار اصلی یا وضعیت پایدار جدید است [۴۱]. به همین ترتیب، تاب آوری به عنوان "توانایی یک زنجیره تامین برای بازگشت به عملکرد عادی، در یک دوره زمانی قابل قبول پس از اختلال" تعریف می شود. همچنین تاب آوری را به توانایی واکنش به اختلالات غیرقابل پیش بینی نسبت می دهند. بنابراین، علاوه بر این که تاب آوری قابلیت های واکنشی را تحمل می کند که برای بازیابی پس از اختلال مورد استفاده قرار می گیرند، به عنوان قابلیت فعال برای آمادگی برای رویداد های غیر منتظره نیز در نظر گرفته می شود [۶۷]. هوهنستین و همکاران^۲ مرحله دیگری را پس از بازیابی از اختلالات که رشد پس از اختلالات است، اضافه کردند[۶۸]. به این ترتیب، هدف تاب آوری زنجیره تامین، شرکت در

¹ Chen et al

² Hohenstein et al

کسب و کارها برای مقاومت در برابر اختلالات به منظور حفظ تداوم و بازیابی عملیات است. بنابراین، به توانایی شرکت برای حفظ یک مزیت رقابتی با قرار دادن خود در موقعیت بهتری نسبت به رقبا و پاسخ به انتظارات مشتریان (در محصول و خدمات) که تاثیر ناپایدار و غیرقابل پیش بینی دارند، تاب آوری گفته می شود.

به دنبال ظهور مفهوم تاب آوری، زنجیره تامین در اواخر دهه ۱۹۹۰، اوایل دهه ۲۰۰۰ شاهد موجی از توسعه بود که کاربردهای گسترده‌ای را تا سال ۲۰۱۰ ایجاد کرد. افزایش تحقیقات و کاربردهای تاب آوری زنجیره تامین در طول این دهه بسیار هیجان‌انگیز بوده و راه درازی را برای پیشبرد درک ما از تاب آوری طی کرده‌است. نمودار زیر که توسط بیدرمان و همکاران^۱ [۶۹] توسعه یافته است، الگوی پذیرش تاب آوری از ابتدای پیدایش آن در زنجیره تامین را نشان می‌دهد که با رشد سریع در کارهای پژوهشی در مورد تاب آوری زنجیره تامین دنبال می‌شود.



شکل ۲-۳. الگوی پذیرش تاب آوری

از سال ۲۰۱۰، طیف گسترده‌ای از روش‌های تحقیق به منظور ارزیابی عوامل تاب آوری و همچنین تاثیر آن بر عملکرد، مورد استفاده قرار گرفته‌اند. بسیاری از محققان از یک رویکرد مدل سازی برای ترکیب ماهیت تصادفی محیط کسب و کار، از جمله برنامه ریزی آرمانی وزن دار، شبیه سازی‌های رویداد گسسته، شبیه سازی‌های دینامیک سیستم ها، شبیه سازی های مبتنی بر عامل، مدل سازی معادله ساختاری، مدل سازی شبکه پتری استفاده کرده اند.

¹ Biedermann et al

یکی از رایج‌ترین تعاریف تاب آوری براساس نظر کریستوفر و پک [۷] است که تاب آوری را به عنوان توانایی یک زنجیره تامین برای بازگشت به حالت اولیه خود یا حرکت به حالت جدید و مطلوب‌تر پس از یک اختلال تعریف می‌کنند .

هولینگ ^۱ [۷۰] دو شکل از تاب آوری شامل تاب آوری مهندسی و تاب آوری اکولوژیکی را شناسایی می‌کند. تاب آوری مهندسی بر روی کارایی و ظرفیت سیستم برای بازیابی سریع پس از یک اختلال و یا به عبارتی بازگشت به فعالیت های عادی تمرکز می‌کند. تاب آوری اکولوژیکی بر روی ظرفیت سیستم برای سازگاری با یک اختلال تمرکز می‌کند [۷۱]. بر این اساس ، تعریف فیکسل ^۲ از تاب آوری "ظرفیت یک بنگاه برای بقا ، سازگاری و رشد در مواجهه با تغییرات آشفته" می باشد [۷۲]. اگرچه بیشتر اختلالات در زنجیره‌های تامین معمولاً ناشی از رویدادهای خارجی هستند، اما برخی اختلالات ممکن است ناشی از علل داخلی باشند. تاب آوری یک پدیده پیچیده و چند بعدی است و تاب آوری از طریق یک لنز چند سطحی مورد مطالعه قرار گرفته است [۷].

برخی از تعاریف تاب آوری به همراه معیار های آن که پژوهشگران در مطالعات خود در یک حوزه تحقیقاتی خاص بررسی کرده اند به صورت جدول زیر ارائه شده است

¹ Holling

² Fiksel

جدول ۲-۳. برخی از تعاریف تاب آوری و معیار های آن در حوزه های تحقیقاتی مختلف

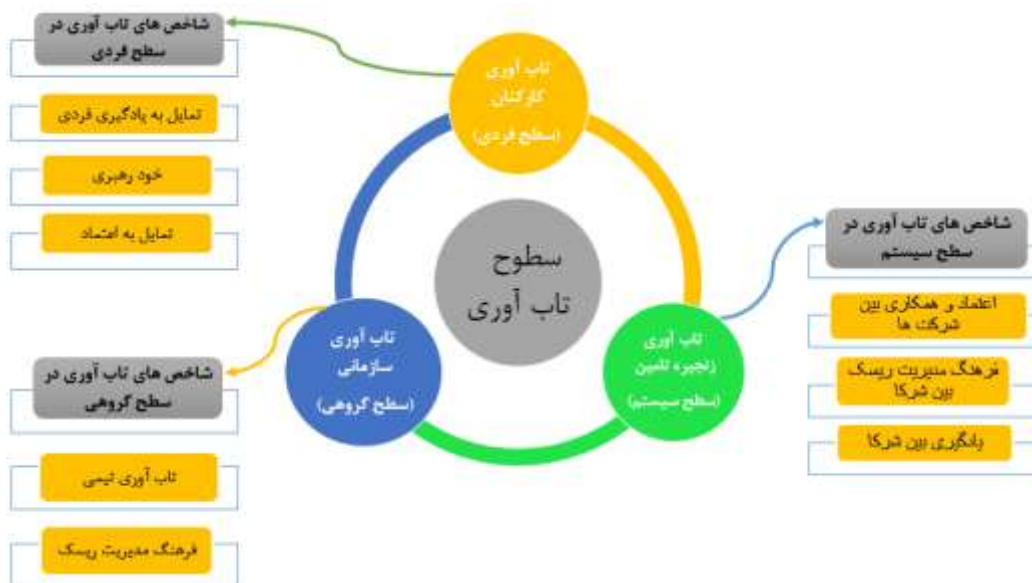
تعریف	معیارهای تاب آوری	حوزه	منبع
توانایی انطباق زنجیره برای کاهش احتمالات، مقاومت در برابر گسترش اختلالات و بهبود واکنش سریع و مؤثر است.	«آمادگی و پاسخگویی کارکنان»، «ایمنی زیرساخت ها و تجهیزات»، «بازیابی زیرساخت ها بعد از فاجعه و جایگزینی منابع»، «سیستم های پشتیبانی و ظرفیت بالقوه بیمارستان»، «همکاری و مشارکت ارگان های مختلف و سیستم ارتباطی بین آنها»، «هماهنگی و انعطاف پذیری تأمین کنندگان»، «برنامه ریزی فاجعه و فرماندهی آن»، «تأمین منابع مالی»، «تداوم خدمات درمانی»، «نظارت و ارزیابی»، «ماهیت حادثه»، «سیاست های دولت قبل و بعد از بحران»، «تحریم های دارویی و تجهیزات» و «فرهنگ مردم در زمان حادثه»	بیمارستان	[۷۳]
تاب آوری زنجیره تأمین، توانایی زنجیره تأمین برای بازگشت به شرایط اولیه خود پس از وقوع اختلال تعریف می شود.	۱. ارتباط با تأمین کننده ۲. چابکی ۳. افزونگی ۴. انعطاف پذیری	شرکت مواد غذایی	[9]
تاب آوری قابلیت سیستم برای برگشت به وضعیت نخستین خود و یا حالتی بهتر از وضعیت پس از ایجاد اختلال است. تاب آوری منبعی مجزا از مزیت رقابتی پایدار برای تأمین کنندگان به حساب می آید.	الف) تولیدی-فنی: ۱. قیمت ۲. کیفیت ۳. کنترل ریسک ۴. انعطاف پذیری ب) پاسخ دهی-پشتیبانی: ۱. ایمنی زنجیره ۲. سبز بودن فعالیت ۳. شفافیت فعالیت ها در زنجیره ۴. تحقیق و توسعه	صنعت	[2]
توانایی انطباق یک زنجیره تأمین برای آمادگی در مواجهه با اختلالات و پاسخگویی به آنها، بهبود و بازگشتی به موقع و مقرون به صرفه و درنهایت نیل به سمت وضعیت عملکرد بعد از بروز اختلال که در حالت ایده آل، وضعیتی بهتر از وضعیت قبل از بروز اختلال است.	قابلیت ها: ۱. انعطاف پذیری ۲. همکاری ۳. منابع مالی و انسانی ۴. تطبیق پذیری ۵. وضوح/مرئی بودن زنجیره تأمین توانمندسازها: ۱. تکنولوژی اطلاعات ۲. چابک سازی عملیات و فرایند ۳. منابع انسانی ۴. حمایت های دولتی ۵. فرهنگ مدیریت و ریسک بحران محرك ها: ۱. مسائل قانونی ۲. کاهش ریسک ۳. پیچیدگی زنجیره تأمین ۵. دوراندیشی ۶. مدیریت استمرار کسب و کار ۷. کاهش عدم اطمینان محیطی آسیب پذیری ها: ۱. آشفتگی و تلاطم محیطی ۲. اختلال در فعالیت تأمین کننده / مشتری ۳. فشار های بیرونی ۴. محدودیت های منبع یابی و توزیع ۵. ارتباطات، فرایند تولید، مالی و کارکنان. و در آخر خود تاب آوری: ۱. پیش بینی و آمادگی ۲. پاسخ گویی ۳. بهبود بازیابی ۴. رشد و بالندگی در زنجیره.	داروسازی	[1]

زنجیره های تامین به ستون فقرات اقتصاد جهانی تبدیل شده اند. با وجود اهمیت آن‌ها، زنجیره‌های تامین با ریسک قابل توجهی مواجه هستند، و مدیریت آن‌ها همیشه آسان نبوده است و تحقیقات زیادی در زمینه یافتن روش‌های جدید برخورد و غلبه بر ریسک‌ها و اختلالات پیش روی زنجیره‌های تامین وجود دارد [۷۱، ۷۴]. محققان بر قابلیت تاب آوری زنجیره تامین، ظرفیت یک سیستم برای بازگشت از یک اختلال، به عنوان ابزاری برای مدیریت ریسک و آسیب‌پذیری زنجیره تامین تمرکز کرده اند. با توجه به اهمیت آن، درک ما از چگونگی توسعه، مدیریت و اندازه‌گیری تاب آوری از اهمیت نظری و عملی برخوردار است و تحقیقات زیادی در این زمینه صورت گرفته است.

الزامات و مسائل مربوط به سطح در زنجیره تامین تاب آور واضح است زیرا بازیگران کلیدی یک زنجیره تامین که در سطوح مختلف تجزیه و تحلیل عمل می‌کنند، روشن هستند. به عنوان مثال، ادبیات تاب آوری نشان داده است که تاب آوری در سازمان‌ها را می‌توان با عواملی در سطح فردی کارکنان یا سازمانی و همچنین روابط متقابل و تعاملاتی که سازمان‌ها با سایر بازیگران در طول زنجیره تامین دارند، به ارمغان آورد [۷۵]. تحقیقات نشان داده اند بین تاب آوری یک عامل و تاب آوری زنجیره تامین بطور کلی تفاوت‌هایی وجود دارد. ساتکلیف و وگاس^۲ [۷۶] خاطر نشان کردند که تاب‌آوری در سطوح چندگانه (فردی، گروهی، سازمانی) صورت می‌گیرد و برخی از توافقات وجود دارد که مسائل سطح همواره در تحقیقات مربوط به تاب‌آوری زنجیره تامین مورد توجه قرار نگرفته است. در این پژوهش تاب آوری زنجیره تامین یا تاب آوری در سطح سیستم مد نظر قرار گرفته است. برخی از مهم ترین شاخص های تاب آوری در سطوح مختلف به صورت شکل زیر نشان داده شده است.

¹ Resilience Levels

² Sutcliffe and Vegas



شکل ۲-۴. سطوح تاب آوری و مهمترین شاخص های هر سطح

۲_۲_۱۳. تاب آوری زنجیره تامین

تاب آوری زنجیره تامین در بین دانشمندان برجسته شده است و این مفهوم در بین پژوهشگران نیز به طور فزاینده ای مورد توجه قرار گرفته است. مفهوم تاب آوری زنجیره تامین در اوایل سال ۲۰۰۰ با مطالعات هممل و ولیکنگاس^۱ [۷۷] رایس و کانیا تو^۲ [۷۸]، کریستوفر و پک^۳ [۷] و شفلی و رایس^۴ [۷۹] پدیدار شد. کمال احمدی و پرست^۵ [۶۷] تعاریف و رویکردهای متعددی برای مفهوم تاب آوری زنجیره تامین، مورد بحث قرار می دهند و آن را به عنوان قابلیت انطباق زنجیره تامین برای کاهش احتمال مواجهه با اختلالات ناگهانی، مقاومت در برابر گسترش اختلالات با حفظ کنترل ساختارها و عملکردها و بازیابی و پاسخگویی از طریق برنامه های واکنشی فوری و موثر برای عبور از اختلال و بازگرداندن زنجیره تامین به حالت عملیات قوی می دانند.

¹ Hamel and Valikangas

² Rice and Caniato

³ Christopher and Peck

⁴ Sheffi and Rice

⁵ Kamalahmadi and Parast

تاب آوری زنجیره تامین با شناسایی استراتژی‌هایی که به زنجیره تامین اجازه می‌دهد تا به یک اختلال واکنش نشان دهد و در عین حال با بازیابی به حالت عملکرد اصلی (اولیه) خود یا حالتی بهتر از قبل، تاثیر اختلالات را کاهش می‌دهد. SCRES در سال‌های اخیر به عنوان یکی از ویژگی‌های اصلی یک شرکت برای بهبود پاسخگویی به پویایی غیر منتظره در محیط کسب و کار توجه بیشتری را به خود جلب کرده است.

تحقیقات در مورد تاب آوری زنجیره تامین در سال‌های اخیر رشد چشمگیری داشته‌است. مفهوم SCRES در حال حاضر نشان‌دهنده یک حوزه تحقیقاتی پر جنب و جوش در تحقیقات مدیریت زنجیره تامین است. جهانی شدن، چرخه‌های عمر کوتاه محصول و محیط‌ها آشفته اجتماعی - سیاسی، زنجیره تامین را در برابر اختلالات و ناملازمات بالقوه آسیب‌پذیر می‌سازد. تحولات سیاسی، حوادث ناشی از کار، بلایای طبیعی، بحران‌های مالی و شکست‌های تامین‌کنندگان می‌تواند بر درآمدها و هزینه‌های کل زنجیره تامین تاثیر بگذارد. با توجه به این تشخیص‌های محیطی معاصر، ظرفیت زنجیره تامین برای ارائه یک پاسخ موثر به اختلالات بالقوه و بازیابی به حالت اولیه خود یا حتی حالتی بهتر، پس از حوادث مخرب، تاب آوری زنجیره تامین نامیده می‌شود.

تحقیقات SCRES به سرعت هویت منحصر به فرد خود را شکل داده و برای ساخت مجموعه ای متمایز از مطالعات در این زمینه رشد کرده است. به طور خاص، اگرچه برخی از محققان قبلاً SCRES را به عنوان یک مولفه از مدیریت ریسک زنجیره تامین در نظر گرفته بودند، یک مجموعه قابل توجه از تحقیقات در مدیریت زنجیره تامین آن را به عنوان یک پدیده ای که از خود زنجیره نشات گرفته است، می‌دانند [۶۷]. بر این اساس، تحقیقات مدیریت زنجیره تامین تعاریف مستقل از SCRES را توسعه داده است، یکی از مهم ترین تعریف های تاب آوری زنجیره تامین شامل قابلیت تطبیقی یک زنجیره تامین برای آمادگی در برابر رویدادهای اجرایی نشده، پاسخ به اختلالات و بازیابی از آن‌ها با حفظ تداوم عملیات، سطح مطلوب ارتباط و کنترل بر ساختار و عملکرد می باشد.

یک زنجیره تامین تاب آور قادر به بازیابی اثرات منفی اختلالات ناشناخته و انطباق با رویدادهای نامشخص آینده است. در یک زنجیره تامین، رویکرد تاب آوری، توانایی آماده سازی و ارائه عملکرد های اساسی در هنگام ایجاد اختلال و سپس بازیابی و انطباق پس از اختلال را به شکلی که با "حال حاضر" مناسب تر است، اندازه گیری می کند. اگرچه پایداری، استحکام، کاهش ریسک و سایر شیوه های مدیریت زنجیره تامین برای موفقیت در کسب و کار مهم هستند، اما تاب آوری زنجیره تامین در تمرکز بر بازیابی از یک رویداد مخرب، منحصر به فرد است [۸۰].

ویژگی های متمایز SCR این است که (۱) می توان آن را پیش از بروز اختلال در یک زنجیره تامین ایجاد کرد، (۲) همکاری پیچیده و گسترده بین سازمانی برای شناسایی و مقابله با ریسک ها ضروری است، (۳) واکنش سریع به رویدادهای پیش بینی نشده از اهمیت اساسی برخوردار است، و (۴) فرهنگ جامع مدیریت ریسک یک ضرورت برای توسعه SCR است [۷].

۲_۲_۱۴. شاخص های تاب آوری زنجیره تامین^۱

تمرکز SCRES بر روی مقابله با وقایع مخرب موقت است. این موضوع به سادگی به عنوان ظرفیت آماده سازی برنامه و ایجاد شبکه زنجیره تامین توصیف می شود که می تواند شرایط مشکل ساز ناگهانی یا منفی را پیش بینی کند و به طور تطبیقی به وقفه ها در حالی که فرمان را در شبکه و ساختار زنجیره تامین حفظ می کند واکنش نشان دهد. SCRES این ظرفیت را دارد که مانند قبل از اختلال به وضعیت اولیه برسد، یا ترجیحا بهتر و سودآورتر باشد. توکامابوا و همکاران^۲ [۷۴] نشان دادند که بیست و چهار استراتژی مختلف برای دستیابی به SCRES وجود دارد. آن ها نشان دادند که افزایش انعطاف پذیری، بهبود چابکی زنجیره تامین، تشکیل روابط

¹ Supply Chain Resilience Indicators

² Tukamuhabwa et al

مشارکتی زنجیره تامین، و ایجاد افزونگی بیش‌ترین تاثیر را بر بهبود SCRES دارند. در بخش‌های زیر، شاخص های SCRES به طور خلاصه مورد بحث قرار گرفته است.

○ همکاری^۱

در یک فرهنگ مشارکتی در زنجیره تامین، همکاری صرفاً به این معنی است که عملیات زنجیره تامین به طور مشترک توسط دو یا چند شرکت مستقل برای منافع متقابل در حوزه‌هایی مانند پیش‌بینی، به تعویق انداختن، و به اشتراک گذاری اطلاعات و ریسک به منظور بهبود دید زنجیره تامین، کاهش عدم قطعیت زنجیره تامین، و افزایش رقابت، برنامه‌ریزی و اجرا می‌شود. همکاری مشارکتی به پیش‌بینی اختلال و مدیریت موثر ریسک‌ها کمک می‌کند [۸۱، ۸۲]. در شرایط اختلال، همکاری می‌تواند سازمان‌های زنجیره تامین را کنار هم نگه دارد. علاوه بر این، سطح بالایی از همکاری در سراسر یک زنجیره تامین می‌تواند به کاهش اختلال و کاهش ریسک کمک کند. همترازی انگیزشی و همگامی در تصمیم‌گیری دو نقش اصلی همکاری زنجیره تامین هستند و برای واکنش موفق به اختلال در سطح سازمان حیاتی هستند [۸۳]. سازمان‌ها باید نقش حیاتی همکاری را در افزایش مزیت رقابتی و کاهش هزینه و عدم قطعیت کلی در یک زنجیره تامین درک کنند. این معیار با توجه به مطالعات پیشین شامل زیر معیار های زیر است:

- اعتماد^۲: همانطور که قبلاً در بخش ۲_۳_۱۴_۲ گفته شد اعتماد به عنوان یک عنصر مهم در روابط زنجیره تامین می‌باشد. اعتماد می‌تواند به طور قابل توجهی به ثبات بلند مدت یک سازمان و زنجیره تامین آن کمک کند. اعتماد بین شرکت‌ها، تاب‌آوری را ارتقا می‌دهد زیرا مزایای خاصی را به بازیگران می‌دهد. اعتماد ریسک را کاهش می‌دهد، همکاری را تقویت می‌کند، احساس اجتماع ایجاد می‌کند و زندگی اجتماعی را قابل پیش‌بینی می‌سازد [۸۴، ۸۵].

¹ Cooperation

² Confidence

- به اشتراک گذاری درآمد و ریسک^۱ : اشتراک درآمد و ریسک دست اندرکاران زنجیره تامین را تشویق می کند. اشتراک گذاری سود با بالاترین شریک جریان و پایین ترین شریک جریان برای ایجاد مزیت رقابتی است [۸۶]. اگر برخی سازمان ها بخواهند برای منافع متقابل همکاری کنند، آنگاه به اشتراک گذاری درآمد و ریسک نقش حیاتی ایفا می کند [۸۷].

- قابلیت IT (به اشتراک گذاری اطلاعات)^۲ : در زنجیره تامین، به اشتراک گذاری اطلاعات مناسب بسیار مطلوب است و ریسک را در زنجیره تامین کاهش می دهد. در محیط زنجیره تامین پویا و نامشخص فعلی، به منظور به حداقل رساندن ریسک در زنجیره تامین، تشکیل گروهی از شرکای فعال ضروری است و اطلاعات صحیح باید در بین همه شرکا جریان یابد. به اشتراک گذاری اطلاعات نیز نقش حیاتی در به حداقل رساندن اثر شلاقی بازی می کند [۸۸].

○ پایداری در منابع^۳

پایداری به طور کلی استفاده از منابعی است که می تواند مشکلات فعلی را بدون استفاده از منابعی که باید در سال های آینده برای کاهش مشکلات استفاده شود، کاهش دهد [۸۹]. رویه های پایداری از منافع امنیتی متعددی هم برای ارائه دهندگان و هم برای سازندگان برخوردار است [۹۰]. پژوهشگران درک خود را در مورد آنچه که پایداری به SCRES کمک می کند را افزایش دادند. این کار به انتخاب کیفیت بهتر و کاهش ضایعات و ریسک کل سازمان ها کمک می کند. تحقیقات زیادی در SCRES نشان داده اند که تاب آوری یک بخش ضروری در حمایت از مهارت های پویا و حفظ ارتباط حیاتی بین مزیت رقابتی پایدار و قابلیت های یکپارچه است [۹۱] و شامل زیر معیارهای زیر است:

- تلاش های مستقیم مالی و غیرمالی

¹ Income and Risk Sharing

² IT capability (Information Sharing)

³ Resource Sustainability

- تدارک فرایندهای بازیافت ضایعات

- طراحی مجدد و

- کاهش مصرف به خصوص در منابع تجدید ناپذیر [۸۴، ۸۷]

- پایداری در زنجیره^۱

به عنوان "مدیریت جریان‌های مواد، اطلاعات و سرمایه و همچنین همکاری بین شرکت‌ها در زنجیره تامین تعریف می شود در حالی که اهداف هر سه بعد توسعه پایدار (زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی) را در نظر می‌گیرند که از نیازهای مشتری و ذینفعان مشتق شده‌اند" و شامل زیر معیارهای زیر می باشد:

- استحکام^۲ : استحکام، ظرفیت زنجیره تامین برای مخالفت با تغییر است و شامل پیش بینی اختلال، قبل از وقوع اختلال است [۴۱]. ایجاد استحکام مستلزم برنامه‌ریزی استراتژیک برای ساخت شبکه زنجیره تامین است [۹۲]. برای این منظور، طراحی یک شبکه زنجیره تامین ارزش آفرین مورد نیاز است که قادر به مقاومت در برابر عملیات قبل و بعد از اختلال باشد. یک زنجیره تامین مستحکم با وجود چند اختلال می تواند با حفظ قابلیت اطمینان خود در زمان وقوع تغییرات، کار کند و خود را با آن تطبیق دهد.

- آگاهی/حساسیت^۳: حساسیت می‌تواند به عنوان پیش‌بینی تقاضای واقعی تعریف شود. آگاهی شامل درک آسیب‌پذیری‌های زنجیره تامین و ایجاد ترتیبات برای چنین مواقعی است. آگاهی نیاز به ظرفیت درک یک اختلال قابل تصور با تشخیص و ترجمه موقعیت‌ها از طریق سیستم‌های هشداردهنده اولیه، و تنظیم هماهنگی دارد [۹۳]. این روش‌ها در ترسیم آسیب‌پذیری‌های زنجیره تامین به منظور دور ماندن، مهار یا کنترل حادثه کمک خواهند کرد. در عین حال، این شیوه‌ها نیاز به هماهنگی، به اشتراک گذاری

¹ Chain Stability

² Strength

³ Awareness/sensitiveness

اطلاعات و یادگیری بین دست اندرکاران زنجیره تامین برای ایجاد و افزایش سطح آگاهی از شرایط در انتظار اختلال دارد [۹۴].

• یکپارچگی^۱: یکپارچگی ارائه دهنده ی همکاری و هماهنگی بین بخش ها یا وظایف سازمانی است. در یک سیستم زنجیره تأمین، یکپارچگی ممکن است به یکپارچگی داخلی (هماهنگی میان وظایف مختلف سازمانی) یا یکپارچگی بیرونی (تعهد و همکاری درازمدت با اعضای زنجیره تأمین به منظور برآوردن تقاضا های مشتریان) باشد [۹۵]. از آنجایی که هر دو نوع یکپارچگی اغلب با ریسک بالا همراه است، سازمان ها باید تبادلات مؤثر اطلاعات بین یکدیگر را به منظور کاهش عدم اطمینان، ایجاد کنند. یکپارچه سازی در به اشتراک گذاری اطلاعات و ادغام عملیات بین سازمان ها منعکس می شود بدین صورت که اعضای زنجیره تأمین را قادر به فرستادن اطلاعات و واکنش سریع در مواجهه با اختلالات می کند. علاوه بر این، شامل به اشتراک گذاری تجارب بین شرکای زنجیره تأمین بعد از غلبه بر اختلالات است [۷۹].

○ چابکی^۲

چابکی زنجیره تامین را می توان به عنوان ظرفیت واکنش سریع به تغییرات نامنظم در عرضه و تقاضا توصیف کرد [۷]. یک زنجیره تامین چابک، سرعت خود را برای انطباق سریع با تغییرات پیش بینی نشده در تقاضا یا عرضه افزایش داده است [۹۶]، و همچنین سرعت زمان پاسخگویی را افزایش می دهد [۹۷] مشاهده می شود که تاب آوری نیاز به چابکی برای واکنش سریع به موقعیت های تصادفی و حفظ یک مزیت جایگزین در شرایط غیرقابل رسیدگی و مبهم دارد. بنابراین چابکی یکی از قدرتمندترین راه ها برای دستیابی و همچنین افزایش تاب آوری زنجیره تامین است و برای یک واکنش به موقع و کارآمد در کاهش اختلالات حیاتی است. چابکی به

¹ Integration

² Agility

عنوان یک ابتکار مدیریت ریسک، شرکت را قادر می‌سازد تا به سرعت به تغییرات بازار و اختلالات بالقوه یا واقعی در زنجیره تامین پاسخ دهد. این شاخص زیر معیار های زیر را در بر می گیرد :

- شفافیت^۱ : شفافیت به صورت «هویت، موقعیت و وضعیت نهادهایی که از زنجیره تامین عبور می کنند، دریافت به موقع پیام های مرتبط با رویدادها به همراه تاریخ و زمان برنامه ریزی این رویدادها تعریف می شود». به زبان ساده تر، شفافیت را می توان دیدن انتهای یک لوله از انتهای دیگر آن تعریف کرد. پتیت و همکاران^۲ [۹۸] شفافیت را به عنوان آگاهی از وضعیت دارایی های عملیاتی و محیطی تعریف کرده اند. دستیابی به شفافیت در زنجیره تامین بر پایه همکاری نزدیک با مشتریان و تامین کنندگان شکل می گیرد که این خود نتیجه سرمایه گذاری در به اشتراک گذاری اطلاعات است.

- پاسخگویی مناسب^۳ : به توانایی فرایندها در پاسخ دهی به رویدادی غیر منتظره در بازه زمانی معقول مرتبط است [۹۹، ۷۲]

- سرعت^۴ : سرعت زنجیره تامین سرعت واکنش زنجیره تامین برای گزارش تغییرات است. ظرفیت واکنش نشان دادن به تغییرات تا حد زیادی به اثربخشی اشتراک گذاری داده بین افراد زنجیره تامین بستگی دارد [۶۶]. منوج و منتزر^۵ سه نوع سرعت را از یکدیگر تمیز دادند که شامل سرعت وقوع حادثه ، سرعت وقوع خسارت و سرعت کشف رویدادهای ریسکی می باشد. همچنین کریستوفر و پک^۶ [۷] سه پایه اساسی را برای بهبود سرعت در زنجیره تامین پیشنهاد کردند:

۱. استفاده از فرآیندهای کارآمدی که فعالیت ها را به طور موازی و نه سری انجام دهد و به جای کاغذ مبنا بودن، الکترونیکی باشد.

۲. حذف زمان فعالیت هایی که از دیدگاه مشتری ارزش افزوده ای ایجاد نمی کنند.

¹ Transparency

² Pettit et al

³ Appropriate Responsiveness

⁴ Velocity

⁵ Manuj and Mentzer

⁶ Christopher and Peck

۳. و کاهش در زمان های انتظار به طوری که قادر باشد به سرعت پاسخ دهد و با تغییراتی در بازه زمانی کوتاه مقابله کند [۱۰۰].

○ افزونگی^۱

افزونگی شامل استفاده استراتژیک از ظرفیت مازاد و موجودی اضافی است که می تواند در مواقع اضطراری برای مقابله با یک بحران به کار رود و باعث ایجاد انطباق گردد ، به عنوان مثال، در شرایطی که با افزایش تقاضا [۱۰۱] یا با کمبود عرضه [۷] مواجه شده باشد. علاوه بر این، گفته می شود که افزونگی شامل تکرار محدودیت با یک هدف نهایی مشخص برای ادامه عملیات در زمان نا امید است و اینکه می تواند در این راستا به عنوان راهی برای تاب آوری تلقی شود. علاوه بر این، افزونگی مانند یک ذخیره بافر است؛ گاهی اوقات این روش می تواند روش گران قیمتی برای ایجاد تاب آوری باشد، زیرا هزینه نگهداری را در نظر می گیرد. شفای و رایس^۲ [۷۹] توصیه کردند که ایجاد افزونگی یک گزینه موثر برای ایجاد تاب آوری و افزایش بازیابی از اختلالات است. کمال احمدی و پاراست^۳ [۱۰۲] نشان دادند که چگونه اجرای سه نوع استراتژی افزونگی (موجودی، تامین کنندگان پشتیبان، و تامین کنندگان محافظت شده) می تواند عملکرد یک شرکت را در یک محیط کسب و کار آشفته و پیچیده بهبود بخشد که نیازمند کاهش اثرات اختلال زنجیره تامین است. زیرمعیار های افزونگی شامل موارد زیر می باشد:

- تامین کنندگان متعدد^۴
- ذخیره احتیاطی^۵
- ظرفیت مازاد^۱

¹ Redundancy

² Sheffi and Rice

³ Kamalahmadi and Parast

⁴ Multiple Suppliers

⁵ Safety Stock

- تامین کنندگان پشتیبان^۲ [۱۰۳].

○ انعطاف پذیری^۳

انعطاف‌پذیری به توانایی یک شرکت در پاسخ به تغییرات بلند مدت یا بنیادی در زنجیره تامین و محیط بازار با تنظیم پیکربندی زنجیره تامین اشاره دارد. شاخص انعطاف‌پذیری، توانایی یک شرکت در پاسخ به تغییرات محیطی، تغییرات تقاضا، تغییرات عرضه، و تغییرات فن‌آوری را نشان می‌دهد. مطالعات متعددی به نقش مهم انعطاف‌پذیری در افزایش SCRES اشاره کرده‌اند. از طریق سازماندهی سیستم انعطاف‌پذیر، یک شبکه تامین تاب آور می‌تواند به طور موثر تحقق یابد. همچنین، انعطاف‌پذیری با افزایش سازگاری سریع در طول تلاطم، SCRES را ایجاد می‌کند. انعطاف‌پذیری یک استراتژی حیاتی برای مقابله با محیط ناپایدار و پرداختن به ریسک‌های متعدد مانند خطرات در دسترس نبودن مواد خام، خطر انعطاف‌پذیری در مقدار محصولات است. دی (۱۹۹۴) بیان کرد که انعطاف‌پذیری توانایی کسب و کار برای حمایت سریع و موثر از نیازهای در حال نوسان مشتری برای تحویل، پشتیبانی و خدمات داخلی و خارجی است [۷۹، ۸۸]. زیر معیارهای انعطاف‌پذیری به صورت زیر تعریف می‌شود:

- انعطاف‌پذیری تامین^۴ (منبع یابی) [۹۶، ۱۰۴]: منبع یابی چندگانه (داشتن حداقل دو تامین‌کننده برای تهیه مواد اولیه و قطعات اصلی)، قراردادهای انعطاف‌پذیر با تامین‌کنندگان (از نظر تعداد، زمان و نحوه دریافت سفارش)، تدوین استراتژی خرید (دسته بندی مواد اولیه از نظر درجه اهمیت و اتخاذ استراتژی مناسب برای تهیه آن‌ها از تامین‌کنندگان)، الزام تامین‌کنندگان برای داشتن تنوع مشتری/ بازار، طراحی مجدد قطعات وارداتی مطابق توانمندی‌های داخلی.

¹ Excess Capacity

² Support Suppliers

³ Flexibility

⁴ Supply Flexibility

- انعطاف پذیری سیستم عملیاتی (تولید) ^۱: حجم خروجی که شرکت می تواند تولید کند، محدوده محصولات یا خدمات جدید که شرکت می تواند در هر سال توسعه دهد، توانایی تغییر حجم خروجی، توانایی تغییر ترکیب محصولات، توانایی برای تنظیم و تعدیل تسهیلات تولید و فرآیندها.
- انعطاف پذیری محصول ^۲ [۱۰۵]
- انعطاف پذیری توزیع ^۳: تعداد انبارها، ظرفیت بارگیری، و دیگر امکانات توزیع، توانایی اضافه کردن و یا حذف حامل و یا دیگر توزیع کنندگان، توانایی تغییر فضای انبار، ظرفیت بارگیری و سایر تسهیلات توزیع، توانایی تغییر حالت تحویل، قابلیت انتقال برنامه و زمان بندی تحویل.
- انعطاف پذیری سیستم اطلاعاتی ^۴: پشتیبانی سیستم های اطلاعاتی در مدیریت حمل و نقل و توزیع، پشتیبانی سیستم های اطلاعاتی در مدیریت موجودی شرکت، پشتیبانی از سیستم های اطلاعاتی در سراسر توابع چندگانه و واحدها.
- انعطاف پذیری فرآیند ^۵ [۱۰۵]
- انعطاف پذیری در انجام سفارش ^۶: به معنای توانایی تعویض سریع خروجی ها یا نحوه ی تحویل خروجی ها می باشد.
- انعطاف پذیری نیروی انسانی ^۷
- انعطاف پذیری حمل و نقل ^۸ [۱۰۵].
- قابلیت دید ^۹

¹ Production Flexibility

² Product Flexibility

³ Distribution Flexibility

⁴ Information System Flexibility

⁵ Process Flexibility

⁶ Order Flexibility

⁷ Manpower Flexibility

⁸ Transportation Flexibility

⁹ Visibility

قابلیت دید زنجیره تامین به عنوان توانایی مدیر زنجیره تامین برای مشاهده از یک طرف به طرف دیگر تعریف می‌شود و می‌تواند مکان رویداد مخرب را پیدا کند [۷]. قابلیت دید، یک دستگاه میانجی‌گری است که به مدیران این فرصت را می‌دهد تا با توجه به ارزیابی دقیق و مداوم، به سرعت در برابر وقفه‌ها یا اختلالات واکنش نشان دهند [۶۶]. قابلیت دید، ضرورت ساختارها و رویه‌های ساده را برای تشخیص سریع الزامات و وقفه‌ها و داشتن توانایی انجام تغییرات به شیوه‌ای موفق نشان می‌دهد [۹۶] و به عنوان یک روش اطلاع‌رسانی، فرصتی به شرکت‌ها می‌دهد تا بتوانند قابلیت‌های خود را برای محدود کردن اثر اختلال تنظیم کنند. علاوه بر این، اطلاعاتی در مورد وضعیت فعلی منابع کاری و محیط زنجیره تامین با استفاده از اندازه‌گیری‌های کلیدی برای نظارت بر اجرا ارائه می‌دهد.

○ نوآوری^۱

علی‌رغم این حقیقت که نوآوری به عنوان مولفه کلیدی بقا و بهبود بلندمدت یک شرکت دیده می‌شود، نقش نوآوری در افزایش تاب‌آوری یک شرکت نسبتاً نادیده گرفته شده است. گلگسی و پونوماروف^۲ [۱۰۶] تاب‌آوری را به عنوان مولفه حیاتی تداوم می‌دانند و نوآوری شرکت را به عنوان یکی از محرک‌های اصلی تاب‌آوری در نظر گرفته‌اند. نوآوری یک موضوع اصلی برای شرکت‌ها است، و ظرفیت نوآوری آن‌ها یک عامل مهم در موفقیت آن‌ها است. به منظور واکنش به تغییرات سریع در محصولات، خدمات، مشکلات، و اولویت‌های مشتری، شرکت‌ها به نوآوری نیاز دارند. نوآوری مربوط به کاربرد جدید ایده‌ها، مهارت‌ها، روش‌ها، و دانش است که می‌تواند بر رقابت‌پذیری یک سازمان و ایجاد قابلیت‌های متمایز تاثیر بگذارد. در واقع نوآوری یکی از توانایی‌هایی است که به شرکت‌ها در ایجاد تاب‌آوری در برابر اختلال کمک می‌کند [۶۷] محققان نتیجه گرفتند که شرکت‌ها می‌توانند اختلالات را برطرف کنند و تنها زمانی با تغییرات سریع در محیط سازگار شوند که منابع کافی را برای نوآوری اختصاص دهند. این معیار شامل زیر معیارهای زیر است [۱۰۶، ۶۷]:

¹ Innovation

² Golgeci and Ponomarov

- تشویق و حمایت از طرح های مبتکرانه و خلاقانه پرسنل
- سرمایه گذاری و گسترش واحد تحقیق و توسعه (R&D) برای گسترش ایده نوآوری های تازه
- استفاده از تکنولوژی نوین در فرآیند تولید
- بومی سازی و انطباق تکنولوژی وارداتی با شرایط کشور
- پیاده سازی طرح چرخه عمر محصول
- استفاده از نظرات و مشارکت اعضای زنجیره تامین در مرحله طراحی محصول

○ فرهنگ مدیریت ریسک زنجیره تامین^۱

پس از جهانی شدن و ظهور فرایندهای متعدد ارزش افزوده، زنجیره تامین با تغییرات مختلفی مواجه می شوند و این عامل اصلی آسیب پذیری در زنجیره تامین است. زنجیره تامین پویا با پیچیدگی بالا در برابر اختلالات حائز اهمیت است. برای اینکه زنجیره تامین تاب آور باشد، باید ابتکار عمل داشته باشد و هر سازمانی باید یک عضو در اعضای هیئت مدیره داشته باشد که درک درستی از ریسک، عنصر SCRES و ساختار زنجیره تامین داشته باشد [۸۵، ۶۶]. این معیار در برگیرنده زیر معیار های زیر است:

- در نظر گرفتن عامل ریسک در تصمیم گیری [۱۰۷]
- مدیریت پیوسته زنجیره تامین
- رهبری^۲: نقش رهبری و مدیریت ارشد در تغییر فرهنگ یک سازمان حیاتی است. کریستوفر و پک [۷] اظهار داشتند که تمامی فرآیند تغییرات فرهنگی در یک سازمان، و به طور کلی هیچ چیزی بدون حمایت و تعهد رهبری ممکن نیست. القای یک فرهنگ مدیریت ریسک نیازمند رهبری است که رویه

¹ Supply chain risk management culture (SCRM) Culture

² Leadership

ها و سیاست های یک شرکت را مورد بررسی قرار داده و تأثیر آن ها بر ریسک زنجیره تأمین را تعیین نماید[۱۰۸].

○ امنیت^۱

امنیت یک بخش اساسی از SCR است که به جای اینکه بعد از یک حادثه ناگوار بررسی شود باید قبل از موعد ساخته شود [۷۸]. ایجاد امنیت، زنجیره تأمین را در برابر جعل، برای مثال امنیت سایبری و امنیت حمل و نقل، حفاظت می کند [۱۰۹]. علاوه بر این، امنیت را می توان با همکاری با شریک زنجیره تأمین و شریک خصوصی – دولتی افزایش داد.

○ سازگاری^۲

قابلیت های انطباق به عنوان تحمل قطعی پیشرفت و ایجاد چارچوبی مناسب برای تطبیق با شرایط و اهداف جدید شناخته می شوند [۹۳]. اگر یک زنجیره تأمین این قابلیت را داشته باشد که به راحتی با همه چیز سازگار شود، پس می تواند پس از اختلال به حالت اولیه یا پیشرفته خود بازگردد. تاب آوری زنجیره تأمین بر انطباق با موقعیت های مشکل ساز گذرا تمرکز دارد [۱۱۰]. زیر معیار های سازگاری شامل موارد زیر است:

- کاهش زمان تحویل سفارش به مشتری
- یادگیری از وقایع گذشته و استفاده از آن در تصمیم گیری های آتی و نحوه مدیریت سازمان (سازمان یادگیرنده)
- توجه به علائم هشدار اولیه
- شناسایی فرصت های ایجاد شده بر اثر وقفه

¹ Security

² Adaptability

- تنوع در داشتن مشتریان/بازار/محصول
- گردآوری اطلاعات در زمینه های مختلف کسب و کار

○ بازیابی^۱ (بهبود)

بهبود یا بازیابی به بازگشت به حالت پیش از اختلال یا حالتی بهتر از قبل گفته می شود. و زیر معیارهای آن شامل موارد زیر می شود [۷۹، ۱۱۱]:

- منابع انرژی پشتیبان
- برنامه ریزی سناریو و شبیه سازی برای حوادث و شرایط اضطراری
- قیمت گذاری سایر محصولات با رویکرد پاسخگویی
- ذخیره مالی مناسب برای کاهش اثرات منفی بحران و برگشت سریع تر از آن

○ موقعیت بازار^۲

موقعیت بازار با قابلیت مالی سازمان در ارتباط است [۹۶]. موقعیت قوی بازار مربوط به افزایش سهم بازار و در نتیجه اجازه سرمایه گذاری در SCRES است، که قطعا به حفظ رابطه با مشتریان پس از رویداد ناخواسته کمک می کند [۶۰].

○ مشارکت دولتی - خصوصی^۳

ایجاد سرمایه اجتماعی بین شرکای زنجیره تامین و سایر سازمان ها، به عنوان مثال، سهامداران جامعه، قدرت سازمان را افزایش می دهد و فرصت یادگیری از یکدیگر را می دهد. مشارکت دولتی - خصوصی ممکن است به

¹ Recovery

² Market position

³ Public-private partnership

دلیل روابط بین فردی و توانایی اجتماعی به حالت پس از اختلال در زنجیره تامین کمک کند[۸۶]. چنین اقداماتی را می توان با ایجاد اعتماد و استفاده از فرآیندهای خلق مشارکت تشویق کرد[۹۳].

○ طراحی شبکه زنجیره تامین^۱

به نظر می رسد که یک زنجیره تامین وقتی پیچیده و پویا باشد، در برابر اختلال آسیب پذیرتر می شود. برای تاب آوری زنجیره تامین، لازم است که درک درستی از طراحی شبکه زنجیره تامین وجود داشته باشد[۹۷]. در نتیجه، SCRES با توسعه مدیریت یادگیری در مرحله قبل از اختلال از طریق شیوه هایی مانند آموزش و آماده سازی افزایش می یابد[۶۶].

۲_۲_۱۵. صنعت داروسازی^۲

۲-۲-۱۵-۱- آشنایی با صنعت دارو سازی

صنعت داروسازی به عنوان مجموعه ای از فرایندها، عملیات ها و سازمان های درگیر در کشف و تولید دارو تعریف می شود. توسعه صنعت دارویی هر کشوری، نشان دهنده توانمندی آن کشور در حوزه تأمین بهداشت و سلامت افراد آن جامعه است. صنعت دارویی با تغییرات ساختاری پیشرفت می کند. هزینه های توسعه دارو افزایش یافته و رقابت جهانی نیز رو به گسترش است. برای نگهداری سطح رشد، بنگاه های جهانی دارویی با امید دستیابی به مزیت های مقیاس بالا و تحقق صرفه جویی در بازاریابی و تحقیق و توسعه با یکدیگر ترکیب می شوند. در طی دهه ۹۰ بیشتر شرکت های قدیمی دارویی به منظور تشکیل بنگاهی بسیار بزرگ با یکدیگر ادغام شده اند. نتیجه اصلی این ترکیب، تمرکز بیشتر بر جنبه های توزیع و بازاریابی صنعت دارویی است. ویژگی های این

¹ SC Network Design

² Pharmaceutical Industry

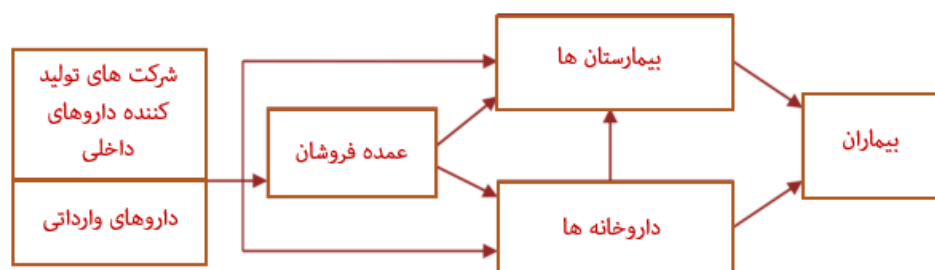
صنعت بسیاری از جنبه های بخش زیست داروها را تعریف می کند. این صنعت دارای چند ویژگی برجسته است که شامل:

۱. بازارهای جهانی ۲. مقررات بین المللی ۳. موانع زیاد ورود ۴. نیازهای سرمایه ای ۵. فناوری دارای حقوق انحصاری ۶. دسترسی به کانال های توزیع ۷. دسترسی به افراد متخصص و ماهر ۸. عدم قطعیت فناورانه می باشد.

۲-۲-۱۵-۲-مدیریت زنجیره تامین در صنعت داروسازی

زنجیره تامین دارو^۱ پیچیده تر از سایر صنایع است. این زنجیره همانطور که گفته شد از سه بخش اصلی تولید، توزیع و فروش دارو بدست می آید. بازار دارویی براساس ماهیت عرضه و تقاضا برای دارو در بسیاری از کشورها تنظیم می شود. با توجه به رقابت بازار دارو، دولت ها باید منافع اقتصادی و بهداشتی را متعادل کنند [۱۱۲].

زنجیره تامین دارو شامل سازمان هایی با امکانات، تجهیزات و فعالیتهایی است که در واحدهای تولید و ارائه خدمات فعالیت دارند. یک زنجیره تامین دارو معمولی شامل تولید اولیه، تولید ثانویه، انبار ها/ مراکز توزیع بازار، عمده فروشان، بیمارستان ها و بیماران می باشد [۱۱۳]. یک شمای کلی از یک زنجیره تامین دارو به صورت زیر نمایش داده می شود.



شکل ۲-۵. زنجیره تامین دارو.

¹ Drug Supply Chain

برخی از مشکلاتی که ممکن است در گذار از یک اقتصاد برنامه ریزی شده به یک زنجیره تامین قوی در صنعت داروسازی به وجود آید شامل موارد زیر است [۱۱۴]:

الف. عدم نظارت موثر و بدون نتیجه

ب. یک قیمت بالاتر برای یک دارو برابر است با سود بیشتر برای تولید کنندگان

ج. نقض و انحراف از قیمت‌های تایید شده و ثابت

د. عدم آموزش قابل اعتماد.

همچنین چالش‌های که این شبکه با آن مواجه است شامل کاهش هزینه‌ها، تضمین تحویل به موقع و کاهش زمان حمل و نقل برای عکس‌العمل بهتر به محیط پیرامون، افزایش هزینه‌های زیست محیطی در شبکه‌های زنجیره تامین، رشد فشار مصرف کنندگان برای ارائه کالاهایی که از نظر زیست محیطی استاندارد باشند، آگاهی جامعه و کارکنان شرکت از مسائل اجتماعی مرتبط با سازمان‌ها، ایجاد گروهایی در حمایت از جامعه و افزایش مسئولیت اجتماعی سازمان‌ها که موجب شده است که بسیاری از سازمان‌ها به سمت پایداری در زنجیره تامین حرکت کنند و معیارهای جدیدی را در فرایند تولید و عملیات خود مدنظر قرار دهند، می‌باشد که این معیارها علاوه بر الزامات سودآوری شرکت مسائل اجتماعی و زیست محیطی را مدنظر قرار می‌دهند [۱۱۵].

۳-۱۵-۲. تاب آوری زنجیره تامین شرکت‌های دارویی

امروزه، تاب آوری زنجیره تامین به یکی از حوزه‌های مورد علاقه محققان و متخصصان زنجیره تامین شرکت‌های دارویی تبدیل شده است. تاب آوری به عنوان یک مفهوم چند رشته‌ای توانایی یک سیستم، جامعه یا حتی یک فرد است که نه تنها یک شوک را جذب می‌کند بلکه برای انطباق با تغییر ویژگی‌های آن‌ها و بهبود آمادگی برای کاهش تاثیر منفی شوک‌های آینده و ریسک‌های قریب‌الوقوع شناخته می‌شود. تاب آوری به عنوان مهم‌ترین و استراتژیک‌ترین موضوع برای سیستم‌های بهداشت و درمان به طور کلی و زنجیره تامین

دارویی به طور خاص برای پاسخ به شوک‌های خارجی در نظر گرفته می‌شود [۱۱۶]. در یک بررسی هدفمند، چارچوبی جامع برای تاب آوری کل سیستم بهداشت و درمان ارائه شد. براساس این چارچوب نظری، شش موضوع اصلی می‌توانند بر تاب آوری سیستم سلامت تاثیر بگذارند این موارد شامل رهبری و حاکمیت، اطلاعات، تامین مالی، نیروی کار سلامت، ارائه خدمات، و محصولات پزشکی مانند داروها و تجهیزات پزشکی می‌باشد [۱۱۷].

با توجه به نقش دارو در تاب آوری سیستم‌های سلامت، تاب آوری فرصتی را برای زنجیره تامین دارو فراهم می‌کند تا به جایگاه اولیه خود یا حتی به جایگاه بهینه تری نسبت به گذشته بازگردد. علاوه بر این، توانایی شناسایی تهدیدها برای پیش‌بینی تلفات یا عیوب احتمالی و جلوگیری از عود آن‌ها را به همراه دارد. تاب آوری در زنجیره های تامین دارویی تقریباً در تمام کشورها یک چالش بزرگ است. علاوه بر این، ثابت شده است که هر گونه نقص در زنجیره تامین دارویی می‌تواند منجر به عواقب فاجعه باری مانند مرگ یا ناتوانی بیماران شود. در مقابل، لازم است عوامل موثر بر آسیب پذیری زنجیره تامین دارویی شناسایی و طبقه‌بندی شوند. به طور کلی عواملی که می‌توانند منجر به اختلال در زنجیره تامین شوند را می‌توان به سه بعد اصلی تقسیم کرد که شامل چالش‌های اقتصادی، تولیدی و قانونی است [۱۱۸]. در عین حال، شواهد نشان می‌دهد که نیروهای محیطی نیز می‌توانند عدم قطعیت بیشتری در مدیریت زنجیره تامین دارو ایجاد کنند.

علاوه بر شناسایی عوامل مخرب، استراتژی‌های متعددی برای بهبود تاب آوری زنجیره تامین دارویی پیشنهاد شده است که شامل تعهد شرکت به تولید اضافی، حفظ موجودی ایمنی و از بین بردن نقاط ضعف زنجیره تامین می‌باشد [۱۱۹]. فن آوری اطلاعات، ساختارهای سازمانی، امور نظارتی و تعهد مدیریت نیز به عنوان استراتژی‌های دیگر ذکر شده‌اند [۱۲۰]. اگرچه این استراتژی‌ها به طور مداوم بر شرکت‌های تولیدی متمرکز هستند، اما می‌توانند برای حفظ تاب آوری زنجیره تامین دارویی نیز به کار روند.

اخیراً شیوع COVID-19، تاب آوری را در مرکز توجه قرار داده است. این بیماری همه گیر زنجیره تامین جهانی را به شدت تحت تأثیر قرار داده است. در بحبوحه چنین آشفتگی هایی ، این شیوع فرصت طلایی را برای سازمان ها فراهم کرده است تا استراتژی های خود را مجدداً مورد بررسی قرار داده و قابلیت های خود را برای سازگاری با تاب آوری طولانی مدت در شبکه تامین برای مدیریت چالش های آینده افزایش دهند [۱۲۱]. با داشتن ساختار پیچیده و پویا، زنجیره تامین دارویی با چالش های مختلفی برای ایجاد تاب آوری در زنجیره مواجه است. به منظور حفظ جریان روان داروها از تولید کنندگان به مشتریان در میان چنین مشکلاتی، داشتن یک زنجیره تامین تاب آور، اجتناب ناپذیر است. برخی از شاخص های قابل توجه وجود دارند که اگر بهبود یابند، به تصمیم گیرندگان در ایجاد یک زنجیره تامین تاب آور کمک خواهند کرد. بسیاری از محققان در حال حاضر تعدادی از شاخص ها را برای زنجیره تامین تاب آور شناسایی کرده اند. جدول زیر ۱۹ شاخص را با تعریف نشان می دهد.

جدول ۲-۴. برخی از شاخص ها شناسایی شده در زنجیره تامین دارو

شماره	شاخص	تعریف	منبع
۱	همکاری	به عنوان دو یا چند زنجیره تامین که در برنامه ریزی و عملیات به طور مشترک کار می کنند ، تعریف شده است.	[۸۳]
۲	قابلیت دید	قابلیت یک شرکت برای یافتن راحت موجودی.	[۱۲۲]
۳	به اشتراک گذاری اطلاعات	به اشتراک گذاری اطلاعات بین اعضا برای بهبود تاب آوری زنجیره تامین مهم است.	[۱۲۳]
۴	چابکی	توانایی یک شرکت در تولید و تحویل اقلام با لیدتایم کوتاه.	[۶۷، ۷]
۵	انعطاف پذیری	توانایی یک شرکت برای تجدید ساختار عملیات و استراتژی خود برای پاسخگویی سریع به خواسته های مشتری.	[۹۸]
۶	پایداری	مربوط به شبکه زنجیره تامین از نظر محیط زیست و هزینه های ضایعات می باشد.	[۱۲۴، ۹۱]
۷	افزونگی	یک شرکت باید از نظر ظرفیت در زنجیره تامین افزونگی ایجاد کند تا تاب آوری را بهبود بخشد.	[۱۲۵، ۷]
۸	قدرت	توانایی زنجیره تامین در محافظت در برابر اختلالات و کاهش تأثیر آنها به محض وقوع.	[۸۳]
۹	جهت گیری ریسک SC	جهت گیری عوامل ریسک زنجیره تامین در سراسر شرکت.	[۷]
۱۰	منبع موجود	در دسترس بودن منابع مورد نیاز برای بهبود تاب آوری زنجیره تامین.	[۱۱۰، ۷]

۱۱	سرعت	توانایی شرکت در تکمیل فعالیت های زنجیره تامین در اسرع وقت.	[۷]
۱۲	ظرفیت تولید	حداکثر حجم محصولاتی که می تواند توسط یک شرکت تولید شود.	[۱۱۰]
۱۳	تقسیم درآمد	تقسیم درآمد بین سطوح مختلف زنجیره تامین.	[۱۲۶]
۱۴	مشارکت برای تقسیم ریسک	مشارکت بین سطوح مختلف زنجیره تامین برای تقسیم ریسک.	[۹۳]
۱۵	تطبیق پذیری	قابلیت تنظیم طرح زنجیره تامین در هنگام تغییر تقاضای بازار.	[۱۱۰, ۹۳]
۱۶	طراحی شبکه SC	طراحی کارآمد زنجیره تامین بر انعطاف پذیری زنجیره تأمین تأثیر می گذارد.	[۱۲۳, ۴۷]
۱۷	امنیت	امنیت و حریم خصوصی داده ها ، اطلاعات و سایر فعالیت ها در زنجیره تامین.	[۹۳]
۱۸	آگاهی/حساسیت	نظارت بر زمان واقعی هر فعالیت در زنجیره تامین.	[۹۳]
۱۹	موقعیت بازار	موقعیت رقابتی یک شرکت در بازار.	فیکسل ۲۰۱۵

۲_۳. پیشینه تحقیق

در بخش های زیر به مرور ادبیات موجود بر روی SCRES همچنین روش های MCDM در مجلات داخلی و بین المللی پرداخته شده است.

۲_۳_۱. پیشینه تحقیقات داخلی:

عادل آذر و امیر خرمی در سال ۱۳۹۹ با استفاده از مدل سازی ساختاری تفسیری، روابط متقابل متغیرهای موثر بر تاب آوری زنجیره تأمین در صنعت دارو را در مقاله ای تحت عنوان طراحی مدل تاب آوری زنجیره تأمین صنعت دارو در شرایط بحران با رویکرد مدل سازی ساختاری تفسیری ارائه نمودند. با مطالعه کتابخانه ای و ادبیات موضوع متغیرهای موثر بر تاب آوری زنجیره تأمین استخراج و با استفاده از نظر خبرگان متغیرهای نهایی وارد مدل شد. این متغیرها در سطوح مختلف و با توجه به قدرت و وابستگی آن ها طبقه بندی و سطح بندی شد و جهت آزمون و تایید مدل از تحلیل میک مک و تکنیک دیمتل استفاده گردید. ISM روشی را ارائه کرد که توسط آن نظم را می توان بر پیچیدگی چنین متغیرهایی تحمیل کرد که به مدیران در برنامه ریزی استراتژیک برای تاب آوری زنجیره تأمین و بهبود آن کمک می کند. هدف از انجام این پژوهش ارائه مدلی از تعاملات عوامل تاب آوری زنجیره تأمین در صنعت دارو بود [۱۲۷].

حمزه امین طهماسبی و مهسا حامی در سال ۱۳۹۹ در مقاله ای با عنوان تحلیل معیارهای تاب آوری و پایداری زنجیره ی تأمین در صنعت داروسازی با استفاده از روش تحلیل ساختاری تفسیری، به بررسی این مهم در صنعت دارویی کشور و به طور خاص دو شرکت داروسازی زهراوی و داروپخش پرداختند. بدین صورت که پس از شناسایی معیارهای تاب آوری و معیارهای پایداری از منابع موجود و دریافت نظرات خبرگان صنعت دارو، تعیین روابط و سطح بندی معیارها با استفاده از روش تحلیل ساختاری تفسیری انجام شد. نتایج حاصل از پژوهش نشانگر آن بود که عواملی چون یادگیری، مدیریت ذینفعان، میدان دید، سازمان، جایگاه در بازار، قدرت اقتصادی، فشارهای خارجی، فشارهای داخلی عواملی توانمند جهت تاب آوری زنجیره تأمین هستند و باید بیش از سایر عوامل موردتوجه قرار گیرند [۲۰].

در سال ۱۳۹۸ مطالعه ای توسط سجاد احمدی انجام شد. در این پژوهش به منظور ارائه مدل مفهومی برای بهینه سازی مدیریت زنجیره ارزش تاب آور تولیدات داخلی و دانش بنیان در شرایط اقتصاد مقاومتی مطالعه ای موردی بر شرکت داروسازی خرمان، برای دستیابی به راهکاری برای توسعه و رشد شرکت های داروسازی با شاخص های زنجیره ارزش، تاب آوری، تولید دانش بنیان، اقتصاد مقاومتی و شاخص های ضروری داروسازی انجام گرفت. این تحقیق از نوع کاربردی و طبقه بندی تحقیق کمی توصیفی و از نوع مطالعه موردی بود که با استفاده از روش های کتابخانه ای صورت گرفت. همچنین شاخص هایی از تحقیقات انجام گرفته شامل: شاخص های زنجیره ارزش، شاخص های تاب آوری، شاخص های تولیدات دانش بنیان، شاخص های اقتصاد مقاومتی، شاخص های داروسازی استخراج گردید. در مدل ساخته شده این مؤلفه ها و شاخص ها بر حلقه خود و حلقه های دیگر شاخص ها اثرگذار بودند [۱۲۸].

عبدالرضا صدیق پور و همکاران در سال ۱۳۹۷ با استفاده از تکنیک مدل سازی ساختاری و نرم افزار لیزرل، تجزیه و تحلیلی برای تبیین ارتباطات بین عوامل، در مقاله ای تحت عنوان طراحی و تبیین مدل زنجیره تامین تاب آور در صنعت داروسازی ایران مورد مطالعه قرار دادند. الگوی پیشنهادی پژوهش روابط بین مؤلفه هایی

نظیر محرک ها، آسیب پذیری ها، قابلیت ها و توانمند سازهای زنجیره تامین و تاثیر آن ها بر یکدیگر را نشان داد. استنتاج این تحقیق نشان داد در صنایع داروسازی مدیران از طریق تقویت توانمند سازها و بهره گیری از قابلیت ها، علاوه بر کاهش عواملی که شرکت ها را مستعد اختلال می کند، تاب آوری لازم را در رو به رو شدن با آن ها کسب نمایند [۱۰].

حامد محمدی و حسین تیموری در مقاله ای با عنوان ارزیابی سیستم مدیریت سلامت، ایمنی و محیط زیست از دیدگاه مهندسی تاب آوری شهرک تخصصی روی زنجان در سال ۱۳۹۷، با استفاده از ابزار پرسشنامه در ۱۲ شرکت فعال در حوزه تولید شمش روی که دارای سیستم مدیریت سلامت، ایمنی و محیط زیست (سیستم مدیریت یکپارچه) بودند، انجام دادند. ملاحظه همزمان سیستم مدیریت سلامت، ایمنی و محیط زیست با رویکردهای ساختاری، عملکردی، عملیاتی و مهندسی تاب آوری، نسبت به روش های ارزیابی معمول سیستم مدیریت سلامت، ایمنی و محیط زیست، ارزیابی جامعی ارائه داد و قوت ها و ضعف های سیستم مدیریت سلامت، ایمنی و محیط زیست بهتر شناسایی شد [۱۲۹].

پروانه زراعتی فوکلایی و همکاران مطالعه ای تحت عنوان طراحی مدل بومی ارزیابی تأثیر قابلیت های فناوری اطلاعات بر عملکرد شرکت ها با میانجی گری رویکردهای زنجیره تأمین (مطالعه موردی: شرکت های دارویی) در سال ۱۳۹۶ انجام دادند. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر قابلیت های فناوری اطلاعات بر عملکرد سازمان های صنعت دارویی کشور بود. با توجه به بررسی آمار ارائه شده توسط وزارت بهداشت کشور، مشخص شد بیش از ۱۷۰ شرکت دارویی بهداشتی (شیمیایی و گیاهی) در سطح کشور فعالیت می کنند. مهمترین نتایج این پژوهش عبارت اند از: ۱. قابلیت های فناوری بر سه رویکرد زنجیره تأمین یعنی ناب بودن، تاب آوری و چابک بودن تأثیر مثبت دارد و ۲. سه رویکرد زنجیره تأمین (ناب بودن، تاب آوری و چابک بودن) بر عملکرد سازمانی تأثیر مثبت دارد [130].

رحیمیان و رجب زاده قطری در سال ۱۳۹۶ در پژوهش خود تحت عنوان سنجش تاب آوری زنجیره تأمین با رویکرد سیستم های پیچیده سازگار؛ مطالعه موردی: صنعت داروسازی ایران با استفاده از مؤلفه های شناسایی شده تاب آوری زنجیره تأمین در چارچوب تئوری نام برده با مطالعه ادبیات موضوع و ارائه روشی یکپارچه با استفاده از ترکیب روش های مدل سازی ساختاری تفسیری، دیمتل، تئوری گراف و رویکرد ماتریسی و تحلیل عملکرد- اهمیت، اقدام به سنجش و ارزیابی جامع سطح تاب آوری در دو زنجیره تأمین مذکور نمودند. نتایج این پژوهش مدیران را در تجزیه و تحلیل تاب آوری و انتخاب استراتژی اثربخش کاهش ریسک زنجیره تأمین، پشتیبانی نموده و تصمیم گیری را تسهیل می کند. این رویکرد جدید باعث ایجاد مزیت رقابتی برای دستیابی به سهم بازار حتی زمان وقوع اختلالات می شود [۱۳۱].

جعفرنژاد چقوشی و همکاران در پژوهشی که در سال ۱۳۹۵ با عنوان شناسایی و اولویت بندی شاخص های ارزیابی تاب آوری تأمین کنندگان بر پایه روش بهترین_بدترین انجام دادند، به شناسایی و اولویت بندی شاخص های ارزیابی تاب آوری تأمین کنندگان «گروه صنعتی اروند» با بهره گیری از روش تصمیم گیری چند شاخصه بهترین - بدترین پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که شاخص های چابکی، افزونگی و مشاهده پذیری به ترتیب مهمترین شاخص های ارزیابی تاب آوری تأمین کنندگان شرکت اروند هستند [۱۳۲].

۲_۳_۲. پیشینه تحقیقات بین المللی:

منصور شکریان و ماهور ملت پرست^۱ در سال ۲۰۲۰ یک مرور جامع و سیستماتیک از متون به منظور ارزیابی تاثیر هر یک از شیوه های شناخته شده به منظور افزایش تاب آوری (انعطاف پذیری، چابکی، افزونگی و هم کاری) بر کاهش هر نوع اختلال در زنجیره تامین (تقاضا، عرضه، فرآیند، کنترل و اختلالات محیطی) انجام دادند. مرور مقالات نشان داد که هم کاری توسط مقالات به عنوان مهم ترین استراتژی برای مقابله با اختلالات کنترل شناخته می شود، و انعطاف پذیری توسط مقالات به عنوان مهم ترین استراتژی برای مقابله با اختلال در

¹ Shekarian and Mellat Parast

تقاضا، عرضه، فرآیند، و اختلالات محیطی است. سپس چارچوبی برای شناسایی سوابق مناسب در بهبود تاب آوری در برابر انواع مختلف اختلالات زنجیره تامین توسعه دادند [۵۵].

سويفان و همکاران^۱ در سال ۲۰۱۹ در مطالعه خود تحت عنوان تبادل میان پارادایم‌های ناب، چابک، تاب آور و سبز: مطالعه تجربی صنعت داروسازی در اردن با استفاده از روش آنتروپی TOPSIS یک روش تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره یکپارچه (MCDM) را برای تجزیه و تحلیل مبادلات در میان پارادایم‌های مختلف مدیریت زنجیره تامین، مرتبط با اولویت‌های رقابتی پیشنهاد کردند. این مطالعه از روش آنتروپی برای استخراج وزن‌های جایگزین معیارهای ارزیابی استفاده کرد. این مطالعه همچنین از تکنیک ترتیب اولویت با شباهت به راه‌حل ایده‌آل (TOPSIS) برای رتبه‌بندی جایگزین‌های عملی به ترتیب اولویت استفاده نمود و سپس تبادلات میان اهداف متضاد را اندازه‌گیری کرد. تجزیه و تحلیل حساسیت برای تایید نیرومندی مدل پیشنهادی انجام شد. یک رویکرد مطالعه تجربی برای شناسایی معاملات در زمینه زنجیره‌های تامین دارویی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که روش‌های TOPSIS و آنتروپی می‌توانند در یک فرآیند تجزیه و تحلیل چند تصمیمی مورد استفاده قرار گیرند که در آن پارادایم‌های SCM باید به منظور تاثیر مثبت بر موقعیت رقابتی اجرا شوند. این یافته‌ها همچنین نشان داد که اولویت‌های رقابتی بین هر پارادایم متفاوت است. برای صنعت داروسازی اردن، توالی اولویت‌های رقابتی ناشی از این مطالعه به این صورت است: اول "کیفیت" باید توسعه یابد، سپس "دانش فنی"، "انعطاف‌پذیری"، "تحويل"، "تمرکز بر مشتری"، "نوآوری" و در نهایت "هزینه". این یافته نشان داد که اولویت رقابتی که بیش از همه توسط پارادایم‌های مدیریت زنجیره تامین تحت‌تاثیر قرار می‌گیرد اولویت "کیفیت" است [۱۳۳].

جعفرنژاد و همکاران^۲ در سال ۲۰۱۹ به ارائه پژوهشی با عنوان تاب آوری زنجیره تامین در صنعت تجهیزات پزشکی پرداختند. هدف این پژوهش یافتن عوامل کلیدی موثر بر انعطاف‌پذیری و تاب آوری زنجیره تامین

¹ Suifan et al

² Jafarnejad et al

تجهیزات پزشکی که نقش حیاتی در عملکرد سیستم سلامت در سطح ملی دارد و در نهایت روابط پویای این عوامل را مورد تجزیه و تحلیل و بررسی قرار دادند و با استفاده از روش دلفی ۱۰ عامل به عنوان عوامل کلیدی تاب آوری زنجیره تامین شناسایی و سپس با استفاده از روش پویایی سیستم، روابط عوامل شناسایی شده را مورد تحلیل قرار دادند [۱۳۴].

الوش و همکاران^۱ در مقاله ای با عنوان تحریم‌های اقتصادی سلامت جامعه را تهدید می‌کند، در سال ۲۰۱۹ با هدف بررسی شواهد پیامدهای منفی تحریم‌های اقتصادی بین‌المللی بر سلامت جامعه در ایران و مسیرهایی است که تحریم‌ها از طریق آن‌ها سلامت را تحت‌تاثیر قرار می‌دهند، داده‌های بانک جهانی و بانک مرکزی ایران را برای روشن‌شدن پیامدهای اقتصادی تحریم‌ها جمع‌آوری کردند. علاوه بر این، ادبیات موضوع برای داده‌های منتشر شده در مورد پیامدهای بهداشتی تحریم‌های اقتصادی در ایران و بحران اقتصادی در سایر نقاط جهان مورد بررسی قرار دادند. در نهایت، برخی مکانیزم‌ها که از طریق آن‌ها تحریم‌های اقتصادی می‌توانند سلامت را تحت‌تاثیر قرار دهند، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد ایران در سال ۲۰۱۲ در مقایسه با سال ۲۰۱۱، ۱۱٫۸ درصد کاهش در رشد تولید ناخالص داخلی را تجربه کرده‌است. علاوه بر این، تورم ۴۰ درصد و کاهش ۲۰۰ درصدی ارزش پول ایران را تجربه کرده‌است. در نهایت منجر به افزایش هزینه‌های زندگی و بیکاری شد. یک سال پس از پایان تحریم‌ها، رشد تولید ناخالص داخلی ایران در سال ۲۰۱۶ به میزان ۱۴٫۱ درصد افزایش یافت. داده‌ها نشان داد که سلامت روانی در طول تحریم‌ها تحت‌تاثیر قرار گرفته‌است. علاوه بر این، دسترسی به داروهای ضروری و نجات‌بخش همانند دیگر کشورها در طول رکود اقتصادی به خطر افتاده‌است. و به طور کلی تحریم‌های اقتصادی با آسیب رساندن به تعیین‌کننده‌های اجتماعی سلامت و دسترسی به دارو و مراقبت، پیامدهای منفی بر سلامت جمعیت در ایران داشت. این تحریم‌ها نابرابری اقتصادی و شکاف سلامت را گسترش می‌دهند [۱۳۵].

¹ Aloosh

در مقاله منچری و همکاران^۱ در سال ۲۰۱۹ با هدف تحلیل تاثیر سیاست های چین بر تاب آوری زنجیره تأمین مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفت. قوانین تجارت بین الملل، سرمایه گذاری های جدید و استخراج غیر قانونی به عنوان مکانیسم های محرک تاب آوری شناخته شد. هدف از این مطالعه بررسی سیاست های تاب آوری زنجیره تأمین چین و اثرات آن بر تاب آوری زنجیره تأمین بود [۱۳۶].

رستم زاده و همکاران^۲ در سال ۲۰۱۸ در تحقیقی باهدف ارزشیابی مدیریت ریسک زنجیره تأمین پایدار به بررسی شکل گیری و توسعه زنجیره تأمین پایدار پرداختند. آن ها به منظور مطالعه میدانی، به بررسی صنعت نفت ایران پرداختند. بر اساس نتایج به دست آمده مشخص شد که ابعاد زنجیره تأمین در سازمان عبارت است از: ریسک های محیطی، ریسک های IT، ریسک های پایداری زنجیره و ریسک های سازمانی. آن ها پس از انجام محاسبات فرآیند تصمیم گیری چند معیاره فازی بیان نمودند که زنجیره تأمین پایدار را به عنوان ایجاد زنجیره های تأمین هماهنگ شده از طریق یکپارچگی ملاحظات محیطی و اقتصادی با سیستم های کلیدی سازمانی، تعریف می نماید. در "زنجیره تأمین پایدار" مدیریت سرمایه، اطلاعات و جریان های مواد با تولید، تهیه و توزیع خدمات و محصولات، به طور موثر و کارآمد در ارتباط با ذینفعان همکاری می کنند [۱۳۷].

علی، محفوظ و آریشا^۳ در سال ۲۰۱۷ از یک رویکرد SLR برای تجزیه و تحلیل مفهوم SCRES در یک چارچوب نقشه مفهومی برای جست و جوی وضوح مفهومی، با تاکید بر تعریف SCRES، عناصر اساسی، و شیوه های مدیریتی استفاده کردند. نتایج آن ها سه ساختار اصلی مورد استفاده برای تعریف SCRES را شناسایی کرد: مراحل تاب آوری، استراتژی های تاب آوری و قابلیت های مورد نیاز برای تاب آوری. علاوه بر این، آن ها نشان دادند که تاکید قابلیت های مورد نیاز برای SCRES در ادبیات فعلی بر توانایی بازیابی و انطباق است، در حالی که توجه کمتری به ظرفیت پیش بینی و یادگیری از تجربه می شود [۱۲۵].

¹ Mancheri et al

² Rostamzadeh et al

³ Ali, Mahfouz and Arisha

هوهنستین و همکاران^۱ در سال ۲۰۱۵ یک SLR از ۶۷ مطالعه بررسی شده را اجرا کردند؛ نویسندگان بر چهار مرحله SCRS تاکید کرده‌اند: آمادگی، پاسخ، بازیابی و رشد. آن‌ها دریافتند که تعاریف SCRES بسیاری از محققان بر پاسخ و بازیابی به اختلالات غیر منتظره متمرکز بوده، و بر آمادگی و رشد تمرکز کمتری دارند. علاوه بر این، آن‌ها دریافتند که انعطاف‌پذیری زنجیره تامین، افزونگی، هم‌کاری و چابکی، عناصر SCRES هستند که اغلب در مقالات ذکر شده‌اند [۶۸].

دوراچ، ویلانت و ماچوکا^۲ در سال ۲۰۱۵، ۹۴ مطالعه را مورد بررسی قرار دادند تا زمینه را برای یک نظریه نوظهور درمورد استحکام زنجیره تامین به عنوان یک بعد از SCRES فراهم کنند. آن‌ها دریافتند که قابلیت دید، جهت‌گیری مدیریت ریسک، و کاهش پیچیدگی شبکه، پیش‌بینی‌کننده‌های اصلی استحکام زنجیره تامین هستند [۱۳۸].

گویندان و همکاران^۳ در سال ۲۰۱۳ مدلی بر مبنای ارزیابی سه گانه به منظور اندازه‌گیری عملکرد تأمین کنندگان در زنجیره ی تأمین پایدار ارائه کردند و براساس مدل ارائه شده چهار تأمین کننده با استفاده از تکنیک FTOPSIS ارزیابی و رتبه بندی شدند. در پژوهش دیگری با استفاده از روش ترکیبی تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) به انتخاب مواد پایدار در صنعت ساخت و ساز و ساختمان سازی در امارات پرداخته شده است در پژوهش ایشان دو بعد زیست محیطی و اقتصادی زنجیره ی تأمین مورد توجه قرار گرفته است [۱۳۹].

ویلند و والبورگ^۴ در سال ۲۰۱۳ در مقاله ای تاثیر شایستگی های رابطه ای را بر تاب آوری زنجیره تامین را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها در تحقیق خود بین ابعاد واکنشی و پیش‌گراانه تاب آوری (مقاوم بودن و چابکی) تمایز قائل شدند براین اساس مشخص گردید روابط همکارانه برخلاف یکپارچگی، تاثیر مثبتی بر تاب آوری دارد [۴۱].

¹ Hohenstein et al

² Durach, Wieland and Machuca

³ Govindan et al

⁴ Wieland and Wallenburg

کریستوفر و پک^۱ با بررسی نمونه های متعدد رویدادهای واقعی و آنالیز تاثیر آن ها بر زنجیره های تامین جهانی، وقفه های با شدت اثربالا واحتمال وقوع پایین را در پژوهشی با عنوان ساخت زنجیره تامین تاب آور شناسایی و طبقه بندی نموده و چهار اصل کلیدی شامل چابکی، ایجاد فرهنگ مدیریت ریسک زنجیره تامین، مهندسی مجدد زنجیره تامین و همکاری در زنجیره تامین را برای ایجاد تاب آوری زنجیره تامین معرفی کردند [۷].

جدول ۲-۵. بررسی اجمالی تحقیقات تجربی تاب آوری زنجیره تامین

نویسنده و سال	مطالعه موردی	موضوع تحقیق	روش/تکنیک مورد استفاده	توضیحات
آذر و خرمی (۱۳۹۹)	✓	طراحی مدل تاب آوری زنجیره تامین صنعت دارو در شرایط بحران	مدل سازی ساختاری تفسیری	هدف: ارائه مدلی از تعاملات عوامل تاب آوری زنجیره تامین در صنعت دارو. تحمیل نظم بر پیچیدگی متغیرها با ارائه روشی توسط ISM و کمک به مدیران در برنامه ریزی استراتژیک برای تاب آوری زنجیره تامین و بهبود آن.
امین طهماسبی و حامی (۱۳۹۹)	✓	تحلیل معیارهای تاب آوری و پایداری زنجیره تامین در صنعت داروسازی	تحلیل ساختاری تفسیری	توانمند سازهای تاب آوری: یادگیری، مدیریت ذینفعان، میدان دید، سازمان، جایگاه در بازار، قدرت اقتصادی، فشارهای خارجی، فشارهای داخلی.
احمدی (۱۳۹۸)	-	بهینه سازی مدیریت زنجیره ارزش تاب آور تولیدات داخلی و دانش بنیان در شرایط اقتصاد مقاومتی در صنعت دارویی	ارائه مدل مفهومی	اثر گذاری شاخص های زنجیره ارزش، شاخص های تاب آوری، شاخص های تولیدات دانش بنیان، شاخص های اقتصاد مقاومتی، شاخص های داروسازی در مدل ساخته شده بر حلقه خود و حلقه های دیگر.
صدیق پور و همکاران (۱۳۹۷)	✓	طراحی و تبیین مدل زنجیره تامین تاب آور	مدل سازی ساختاری	بدست آوردن تاب آوری لازم مدیران از طریق تقویت توانمند سازها و بهره گیری از قابلیت ها به همراه کاهش عواملی که شرکت ها را مستعد اختلال می کند
محمدی و	✓	ارزیابی سیستم مدیریت	ارزیابی با رویکردهای	شناسایی بهتر نقاط قوت و ضعف های سیستم مدیریت

¹ Christopher and Peck

تیموری(۱۳۹۷)		سلامت، ایمنی و محیط زیست از دیدگاه مهندسی تاب آوری	ساختاری، عملکردی، عملیاتی و مهندسی تاب آوری	سلامت، ایمنی و محیط زیست در ۱۲ شرکت فعال در حوزه تولید شمش روی
زراعتی فوکلائی و همکاران(۱۳۹۶)	✓	ارزیابی تأثیر قابلیت های فناوری اطلاعات بر عملکرد شرکت ها با میانجی گری رویکردهای زنجیره تأمین	تحلیل آماری	هدف: بررسی تأثیر قابلیت های فناوری اطلاعات بر عملکرد سازمان های صنعت دارویی. نتایج: ۱. تأثیر مثبت قابلیت های فناوری بر سه رویکرد زنجیره تأمین یعنی ناب بودن، تاب آوری و چابک بودن. ۲. تأثیر مثبت سه رویکرد زنجیره تأمین (ناب بودن، تاب آوری و چابک بودن) بر عملکرد سازمانی.
رحیمیان و رجب زاده قطری(۱۳۹۶)	✓	سنجش تاب آوری زنجیره تأمین	ترکیب روش های مدل سازی ساختاری تفسیری، دیمتل، ثنوری گراف و رویکرد ماتریسی و تحلیل عملکرد- اهمیت	پشتیبانی از مدیران در تجزیه و تحلیل تاب آوری و انتخاب استراتژی اثربخش کاهش ریسک زنجیره تأمین و تسهیل تصمیم گیری و همچنین ایجاد مزیت رقابتی برای دستیابی به سهم بازار در زمان وقوع اختلالات .
جعفرنژاد چقوشی و همکاران(۱۳۹۵)	✓	شناسایی و اولویت بندی شاخص های ارزیابی تاب آوری تأمین کنندگان	تصمیم گیری چند شاخصه بهترین - بدترین	مهم ترین شاخص های تاب آوری ارزیابی تامین کنندگان شرکت ارونند : چابکی، افزونگی و مشاهده پذیری
Shekarian and Mellat Parast(2020)	-	ارائه رویکرد یکپارچه برای ریسک اختلال زنجیره تامین و مدیریت تاب آوری	systematic literature review(SLR)	هم کاری به عنوان مهم ترین استراتژی برای مقابله با اختلالات کنترل شناخته می شود، و انعطاف پذیری به عنوان مهم ترین استراتژی برای مقابله با اختلال در تقاضا، عرضه، فرآیند، و اختلالات محیطی است.
Suifan, Alazab and Alhyari(2019)	-	تبادل بین پارادایم های ناب، چابک، انعطاف پذیر و سبز	تحلیل سلسله مراتبی(تاپسیسی)	توالی اولویت های رقابتی این مطالعه به این صورت است: اول "کیفیت" باید توسعه یابد، سپس "دانش فنی"، "انعطاف پذیری"، "تحويل"، "تمرکز بر مشتری"، "نوآوری" و در نهایت "هزینه". همچنین اولویت رقابتی که بیش از همه توسط پارادایم های SCM تحت تأثیر قرار می گیرد اولویت "کیفیت" است
Jafarnejad et al(2019)	✓	ارائه مدل تاب آوری	روش پویایی سیستم	هدف: یافتن عوامل کلیدی موثر بر انعطاف پذیری و تاب آوری

زنجیره تامین تجهیزات پزشکی و تجزیه و تحلیل روابط پویای این عوامل.		زنجیره تامین پویا		
مکانیسم های محرک تاب آوری: قوانین تجارت بین الملل، سرمایه گذاری های جدید و استخراج غیر قانونی. هدف: بررسی سیاست های تاب آوری زنجیره تامین چین و اثرات آن بر تاب آوری زنجیره تامین.	تحلیل آماری	تأثیر سیاست های چین بر انعطاف پذیری زنجیره تامین	-	Mancheri et al(2019)
ابعاد زنجیره تامین در صنعت نفت عبارت اند از: ریسک های محیطی، ریسک های IT، ریسک های پایداری زنجیره و ریسک های سازمانی. همچنین در "زنجیره تامین پایدار" مدیریت سرمایه، اطلاعات و جریان های مواد با تولید، تهیه و توزیع خدمات و محصولات، به طور موثر و کارآمد در ارتباط با دینفعان همکاری می کنند.	تحلیل سلسله مراتبی فازی (تاپسیس فازی)	ارزیابی مدیریت ریسک زنجیره تامین پایدار	-	Rostamzadeh et al (2018)
شناسایی سه ساختار اصلی مورد استفاده برای تعریف SCRES: مراحل تاب آوری، استراتژی های تاب آوری و قابلیت های مورد نیاز برای تاب آوری. قابلیت های مورد نیاز برای توانایی بازیابی و انطباق است و توجه کمتری به ظرفیت پیش بینی و یادگیری از تجربه می شود.	SLR	تجزیه و تحلیل تاب آوری زنجیره تامین، ادغام سازه ها در چارچوب نگاشت مفهومی	-	Ali, Mahfouz and Arisha(2017)
تمرکز نویسندگان بر چهار مرحله تاب آوری زنجیره تامین: آمادگی، پاسخ، بازیابی و رشد. تمرکز بسیاری از محققان در زنجیره تامین تاب آور بر پاسخ و بازیابی به اختلالات غیر منتظره و تمرکز کمتر بر آمادگی و رشد.	SLR	تحقیق در مورد پدیده تاب آوری زنجیره تامین	-	Hohenstein, Feisel, Hartmann and Giunipero(2015)
پیش بینی کننده های اصلی استحکام زنجیره تامین: قابلیت دید، جهت گیری مدیریت ریسک، و کاهش پیچیدگی شبکه،	بررسی نظام مند ادبیات	سوابق و ابعاد استحکام زنجیره تامین	-	Durach, Wieland and Machuca(2015)
توانمندسازهای کاهش دهنده ریسک زنجیره تامین: تامین انعطاف پذیر، همکاری با شرکا، شفافیت زنجیره تامین، سرعت زنجیره تامین، برنامه ریزی استراتژیک ریسک، برنامه ریزی دسته بندی پویا، پیش بینی دقیق تقاضا، امنیت اطلاعات، انطباق پذیری تکنولوژی، استراتژی تاخیر، فرآیندهای انعطاف -	تحلیل سلسله مراتبی (دیمتل خاکستری)	مدل سازی توانمندسازهای کاهش -دهنده ریسک زنجیره تامین الکترونیکی	-	Rajesh and Ravi(2015)

				پذیر، ذخیره سازی استراتژیک، سیاست های قیمت گذاری پاسخگو و زنجیره تامین یکپارچه. نتایج این پژوهش نشان داد که هریک از توانمندسازها می تواند علت یا معلول سایر توانمندسازها باشد.
Mari, Lee and Memon(2014)	-	طراحی شبکه زنجیره تامین تاب آور و پایدار تحت شرایط ریسک	برنامه نویسی وزن دهی به هدف	اهداف مورد بررسی: اهداف اقتصادی، پایداری، تاب آوری. ابعاد مورد بررسی: هزینه های زنجیره تامین، هزینه اختلال، هزینه انتشار کربن.
Soni, Jian and Kumar(2014)	-	اندازه گیری تاب آوری زنجیره تامین با استفاده از روش مدل سازی قطعی	تحلیل پوششی داده ها (DEA)	تقویت کننده های تاب آوری زنجیره تامین: چابکی زنجیره تامین، همکاری میان بازیکنان، به اشتراک گذاری ریسک و درآمد، اعتماد در میان بازیکنان، شفافیت زنجیره تامین، ایجاد فرهنگ مدیریت ریسک، قابلیت انطباق، ساختار زنجیره تامین.
Wieland and Wallenburg(2013)	-	تأثیر شایستگی های ارتباطی بر تاب آوری زنجیره تامین	تحلیل آماری	بررسی شرکت های تولیدی با نرخ پاسخ ۱۹,۸٪ و تمایز بین ابعاد واکنشی و پیشگراانه تاب آوری (مقاوم بودن و چابکی) همچنین تأثیر مثبت روابط همکارانه بر تاب آوری برخلاف یکپارچگی.
Pettit, Croxton and Fiksel(2013)	✓	یک ابزار ارزیابی برای تاب آوری زنجیره تامین	تحلیل مقایسه ای	هفت تولید کننده جهانی و شرکت های خدماتی و گروه های تمرکز (خرده فروش جهانی مراقبت شخصی، محصولات زیبایی، و پوشاک، الکترونیک، شرکت حمل و نقل پزشکی که به عنوان یک شرکت غیر انتفاعی عمل می کند، وسایل مراقبت شخصی، مصالح ساختمانی و مواد شیمیایی)
Carvalho, Barros o, Machado, Azevedo and Machado(2012)	✓	طراحی مجدد زنجیره تامین برای تاب آوری در زنجیره تامین خودرو	شبیه سازی	استراتژی انعطاف پذیری (که موجب کاهش هزینه کل میشود)، استراتژی افزونگی (در صورت اجرای این استراتژی، زمان تحویل مطلوب تر خواهد بود).
Juttner and Maklan(2011)	-	تاب آوری زنجیره تامین در بحران مالی جهانی	کدگذاری داده های کیفی ساده	اقدامات دانش و مدیریت ریسک موثر در تاب آوری زنجیره تامین: بهبود انعطاف پذیری، افزایش شفافیت، افزایش سرعت و بهبود همکاری در زنجیره تامین
Blackhurst, Dunn and Craighead (2011)	✓	توانمندسازها و بازدارنده های تامین	تحلیل آماری	یک تولید کننده خودرو، دو تامین کننده و یک توزیع کننده؛ و یک تولید کننده دارویی با بیش از ۱۰۰۰۰۰ کارگر، سه خرده

فروش و دو ارائه دهنده تدارکات				
تمرکز گروهی از خرده فروشان محصولات پوشاک و زیبایی. هشت گروه متمرکز جداگانه، هر یک را به عنوان یک مطالعه موردی فردی انجام دادند.	اعتبارسنجی آماری	تاب آوری زنجیره تامین از طریق تطبیق نقاط قوت و ضعف	-	Pettit, Fiksel and Croxton (2010)
مهمترین عوامل در ایجاد تاب آوری زنجیره تامین: چابکی و پاسخگویی، شفافیت، انعطاف پذیری، افزونگی، دانش و ساختار زنجیره تامین، کاهش عدم اطمینان، پیچیدگی و مهندسی مجدد، یکپارچه سازی، توانایی های عملیاتی و سطح همکاری است. انسجام، یکپارچگی و ارتباط میان توانمندی های لجستیکی، تاب آوری زنجیره تامین را ارتقا بخشیده و بازگشت از حوادث و وقفه را تسهیل می کند.	SLR	درک مفهوم تاب آوری زنجیره تامین	-	Ponomarov and Holcomb(2009)
زیر معیارهای انتخاب تامین کننده در محیط فازی: تحویل، انعطاف پذیری، هزینه تولید، محدوده ظرفیت تامین کننده و	تحلیل سلسله مراتبی فازی	مدل انتخاب تامین کننده فازی با در نظر گرفتن مزایا، فرصت ها، هزینه ها و ریسک ها	-	Lee(2009)
چهار اصل کلیدی برای ایجاد تاب آوری زنجیره تامین: ۱. مهندسی مجدد زنجیره تامین: درک زنجیره تامین، استراتژی های اساسی تامین، اصول طراحی زنجیره تامین ۲. چابکی زنجیره تامین: شفافیت زنجیره تامین و سرعت و شتاب زنجیره تامین ۳. ایجاد فرهنگ مدیریت ریسک زنجیره تامین: استقرار تیم های مداوم در زنجیر تامین، مسئولیت پذیری در سطح هیئت مدیره و قدرت رهبری و توجه به عامل ریسک در تصمیم گیری ۴. سطح همکاری: برنامه ریزی مشارکتی و آگاهی در زنجیر تامین.	SLR	ایجاد زنجیره تامین کننده	-	Christopher and Peck(2004)
مطالعه ۲۰ شرکت متوسط و بزرگ از حوزه تکنولوژی بالا و هوافضا تا داروسازی و کالاهای بسته بندی شده مصرفی	تحلیل آماری	زنجیره تامین امن و چابک برای حمله به تروریست	✓	Caniato and Rice(2003)

۲_۴. جمع بندی و خلاصه فصل

در این فصل ابتدا مباحث مربوط به زنجیره تأمین و مدیریت آن توضیح داده شد و در ادامه به اختلالاتی که در طول زنجیره تأمین اتفاق می افتد اشاره شد. در دنیای کسب و کار امروزی که با آشفتگی و تغییر مداوم همراه است تاب آوری یکی از ضروریات به شمار می آید. به نحوی که زنجیره های تأمینی که با دقت و ظرافت بالایی طراحی شده اند هم در برابر رویداد های پیش بینی نشده آسیب پذیر هستند. در چنین موقعیتی کسب و کارها باید خود را برای مواجه با چالش ها و اختلالات آماده کنند. لذا در این فصل به شناسایی عوامل و معیار هایی که به تاب آوری زنجیره تأمین کمک می کنند، اشاره گردید. این عوامل و معیار ها با بررسی پیشینه پژوهش جز مهم ترین عواملی هستند که باعث ایجاد تاب آوری در زنجیره های تأمین می شوند. بنابراین با بررسی تعداد زیادی از پژوهش های انجام شده در این حوزه، در نهایت ۱۰ معیار به همراه زیر معیار های آن شناسایی شد. با توجه به اهمیت شرکت های دارویی و رشد روزافزون این شرکت ها و همچنین آسیب پذیری بالای آن ها بررسی و ارزیابی تاب آوری در این صنعت بسیار ضروری بوده لذا این زنجیره تامین نیازمند تحقیقات بیشتری در زمینه تاب آوری می باشد. با بررسی مطالعات پیشین مشخص شد ارزیابی تاب آوری زنجیره تامین در صنایع داروسازی با روش نوین تصمیم گیری چند معیاره MARCOS فازی تاکنون انجام نشده است. لذا در این تحقیق برای اولین بار این روش نوین برای ارزیابی تاب آوری زنجیره تامین در صنایع داروسازی ایران مورد استفاده قرار می گیرد و این پژوهش از حیث روش دارای نوآوری می باشد.

فصل سوم

روش تحقیق

۳_۱. مقدمه

پژوهش‌فرایندی است که می‌توان درباره موقعیت‌های نامعلوم و ناشناخته‌ها به طور منظم به تشخیص و تبیین پرداخت. روش پژوهش به عنوان بخشی از طرح پژوهش، در برگیرنده مجموعه‌ای از ابزارها و روش‌هایی است که برای جمع‌آوری و تحلیل اطلاعات استفاده می‌شود. در هر مطالعه و تحقیقی انتخاب روش پژوهش، به اهداف، ماهیت و موضوع مورد تحقیق و امکانات اجرایی بستگی دارد و انتخاب این ابزارها و روش‌ها باید معنادار، منطقی و توجیه‌پذیر باشد که بتواند به پژوهشگر در جلوگیری از بروز اشتباهات در تحقیق کمک کند. هدف از روش‌شناسی پژوهش، دستیابی به اهداف و پاسخ واقعی به سؤالات تحقیق یا راه‌حلی برای مسئله است که این امر تنها در سایه انتخاب یک روش تحقیق مناسب تحقق می‌یابد.

در مورد بهترین روشی که بتواند عدم قطعیت‌ها را مدل کند تا کنون بحث‌های زیادی مطرح شده است. بیشتر روش‌های پیشنهادی در این زمینه، مبتنی بر تئوری احتمالات و منطق فازی هستند. با توجه به عدم قطعیت در قضاوت‌های خبرگان، از رویکرد فازی در اجرای پژوهش حاضر استفاده شد. روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره یکی از پرکاربردترین روش‌های تصمیم‌گیری در علوم، تجارت و دولت‌ها است که مبتنی بر فرض یک جهان پیچیده است و می‌تواند به صریح‌تر و منطقی‌تر ساختن فرایند تصمیم‌گیری، به بهبود کیفیت تصمیمات کارآمد در زندگی واقعی کمک کند. یک تصمیم‌گیرنده قبل از هر چیز باید شرایط را درک کند و توصیف کند. این مرحله شامل تعیین و ارزیابی ذینفعان، گزینه‌های مختلف اقدامات عملی، تعداد زیادی معیار تصمیم‌گیری متفاوت و مهم، نوع و کیفیت اطلاعات و غیره است. تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه در حال تبدیل شدن به یکی از مهمترین و سریع‌ترین زمینه تحقیقات عملیاتی است.

یکی از جدیدترین روش‌های MCDM که توسط استوویسی و همکاران^۱ در سال ۲۰۲۰ ارائه شده است روش MARCOS فازی است [۲۴]. روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، به ویژه در تلفیق با نظریه فازی، ابزار بسیار

¹ Stević et al

قدرتمند و مفیدی برای تصمیم‌گیری قابل اطمینان در زمینه‌های مختلف تصمیم‌گیری می‌باشند [۱۴۰].

[۱۴۱]. فرآیند تصمیم‌گیری، طبق نظر استوجیسی و همکاران^۱ [۱۴۲]، به تعریف قبلی و اجرای عوامل خاص نیاز دارد، به خصوص زمانی که بحث حل مسائل در زمینه‌های پیچیده مطرح باشد. نظریه تصمیم‌گیری چند معیاره براساس زاوآداسکاس و همکاران^۲ [۱۴۳] جایگاه ویژه‌ای در زمینه علم دارد. استفاده از روش‌های MCDM فازی به تعیین دقیق یک راه‌حل قابل قبول کمک می‌کند، به ویژه این که در نظر گرفتن آن‌ها نسبت به عوامل مختلف، کار بسیار سخت و دشواری می‌باشد همچنین این امر در فرآیندهای تصمیم‌گیری گروهی نیز بیان شده است. که در این فصل با توجه به هدف‌ها و پرسش‌های پژوهش، تعیین نوع مطالعه، روش‌های گردآوری، تحلیل داده‌ها و... مطرح می‌گردد.

۲-۳. روش تحقیق و ابزار گرد آوری داده‌ها

پژوهشگران تحقیقات را به صورت‌های مختلفی تقسیم‌بندی کرده و انواع گوناگونی را برای آن در نظر گرفته‌اند. براساس ماهیت و روش، تحقیقات علمی را می‌توان به پنج گروه تقسیم کرد که شامل تحقیقات تاریخی، توصیفی، همبستگی، تجربی و علی می‌باشد [۱۴۴]. یکی از مهمترین تقسیم‌بندی‌ها تقسیم پژوهش‌ها از نظر هدف تحقیق و نحوه گردآوری اطلاعات است. در این نوع دسته‌بندی پژوهش‌ها از منظر هدف به سه گروه بنیادی، توسعه‌ای و کاربردی و از منظر روش گردآوری داده‌ها، به دو دسته آزمایشی و توصیفی تقسیم می‌شوند. در پژوهش کاربردی از دانش موجود برای رفع معضلات و مشکلات موجود استفاده می‌شود، اما هدف از پژوهش‌های بنیادی و توسعه‌ای، گستره دانش موجود و درک بهتر پدیده‌ها است، تا بتوان با بهره‌گیری از نتایج آن به نظریه‌هایی دست یافت که مبنای استفاده آیندگان در ارائه نظریه‌های جدیدتر و ادامه فرایند توسعه علم و دانش باشد. تحقیق توصیفی یا غیرآزمایشی شامل پنج دسته پیمایشی، هم‌بستگی، پس‌رویدادی،

¹ Stojić et al

² Zavadskas et al

اقدام پژوهی، بررسی موردی می باشد و تحقیق آزمایشی به دو دسته تحقیق تمام آزمایشی و تحقیق نیم آزمایشی تقسیم می شود.

پژوهش حاضر به لحاظ طبقه بندی بر مبنای هدف کاربردی و از نظر شیوه اجرا توصیفی از نوع پیمایشی می باشد. با استفاده از روش پیمایش می توان اطلاعاتی در مورد بینش ها، اعتقادات، نظرات، رفتارها، مشوق ها یا مشخصات یک نمونه به دست آورد که روشی آماری است و از طریق تحقیق و پژوهش علمی میسر می شود. در واقع پژوهش پیمایشی روشی در پژوهش اجتماعی است که فراتر از یک تکنیک خاص در گردآوری اطلاعات است و معمولاً از پرسشنامه برای جمع آوری اطلاعات استفاده می شود، اما فنون دیگری از قبیل مصاحبه ساختار یافته، مشاهده، تحلیل محتوا و غیره هم به کار می روند [۱۴۵]. تحقیق توصیفی به تحقق چرایی و چگونگی انجام کار ها مربوط می شود این نوع از تحقیقات دامنه وسیعی دارند. اگر نتوانیم پدیده ها را به درستی توصیف کنیم، قطعاً نمی توانیم به نحو مناسب آن را در مراحل بعدی تبیین کنیم لذا توصیف از اهمیت زیادی برخوردار است همچنین اگر قادر به شناسایی پدیده های اجتماعی به شیوه مناسب نباشیم بدون شک در تحلیل و تبیین آن نیز با محدودیت و نواقص روبرو خواهیم شد. کاربرد شیوه توصیفی در برجسته ساختن مسائل، تشریح مسائل مختلف سازمانی و همچنین بیان ابعاد مختلف آن در تصمیم گیری صحیح، ضروری و مهم قلمداد می شود. بنابراین می توان گفت تحقیق توصیفی شامل مجموعه روش هایی است که هدف آن ها توصیف شرایط با پدیده های مورد بررسی است و اجرای آن می تواند صرفاً برای شناخت شرایط موجود یا یاری دادن به فرایند تصمیم گیری باشد [۱۴۶]. تحقیقات کاربردی با استفاده از نتایج تحقیقات بنیادی، با هدف بهبود رفتارها، روش ها، ابزارها، ساختارها و الگوهای مورد استفاده جوامع انسانی، درصدد یافتن راه حلی برای یک مشکل فوری می باشد که جامعه یا سازمان های تجاری و صنعتی با آن روبه رو می شوند ولی وقتی برای بهبود درک خود درباره مسائل خصوصی که به طور معمول در محیط های سازمانی روی می دهند و چگونگی حل آن تحقیق می کنیم آن را تحقیق بنیادی یا پایه ای و همچنین تحقیق محض می نامیم [۱۴۷].

در پژوهش حاضر، برای جمع آوری اطلاعات از دو روش کتابخانه ای یا اسنادی و میدانی استفاده شده است. برای نگارش ادبیات و پیشینه پژوهش مشتمل بر تعیین چارچوب نظری و شناسایی ابعاد، مولفه ها و گویه های ارزیابی تاب آوری زنجیره تامین از روش اسنادی با استفاده از مجالت علمی معتبر با ضریب تاثیر بالا در پایگاه های علمی مختلف بر روی شبکه اینترنت استفاده شد. همچنین از پرسشنامه متناسب با موضوع برای جمع آوری اطلاعات و انجام تجزیه و تحلیل استفاده گردیده است.

۳_۳. جامعه آماری و نمونه پژوهش

۳_۳_۱. جامعه آماری: جامعه خبرگان شامل مدیران شرکت های داروسازی و کارشناسان شاغل در سازمان های سیاست گذار صنعت دارو (در ایران هولدینگ های دارویی تقریباً سیاست گذار اصلی صنعت دارو هستند. در حال حاضر سه هولدینگ تحت اختیار سازمان تامین اجتماعی، ستاد اجرایی فرمان امام و بانک ملی حدود ۶۶ درصد بازار داروی کشور را در اختیار دارند)، و همچنین اساتید آشنا به مباحث زنجیره تامین دردانشگاه با حداقل ده سال سابقه کار مرتبط است. برای انتخاب اعضای تیم دلفی (خبرگان) شاخص هایی نظیر ۱. دانش و تجربه ۲. تمایل به مشارکت در تحقیق و ۳. زمان کافی مدنظر قرار گرفته شده است.

۳_۳_۲. نمونه پژوهش: با توجه به جامعه آماری خبرگان تعریف شده در قسمت قبل دوازده نفر از این افراد به عنوان مصاحبه شوندگان با استفاده از روش نمونه گیری هدفمند انتخاب شدند.

۳_۴. جمع آوری داده ها با روش دلفی

ابزار گرد آوری داده ها دراین تحقیق روش دلفی است که برای تطبیق معیارهای شناسایی شده بر اساس ادبیات تحقیق با شرایط صنعت داروسازی ایران استفاده شده است. موارد زیر دلایل استفاده از روش دلفی می باشد:

۱. روش دلفی مناسب برای سوال هایی است که پیچیدگی بالایی دارند و افرادی که متخصص نیستند نمی توانند به سوالات پاسخ دهند.

۲. در روش دلفی هدف رسیدن به توان آماری نیست بلکه نزدیک شدن به اجمال مد نظر است.

۳. روش دلفی نسبت به پیمایش غنی تر است و علت این موضوع تعاملات چندگانه در این روش است.

در این تحقیق پیش آزمون های انجام شده پایایی روش دلفی را بالا برده و فرآیند تکرار و تعدیل پاسخ ها موجب بازنگری پاسخ ها و در نتیجه افزایش قابلیت اطمینان و پایایی شده است. همچنین، از مصاحبه نیمه ساختار یافته برای شناسایی مهمترین معیار های تاب آوری در صنعت دارو کشور استفاده شده است. در طی تکمیل مراحل تحقیق به منظور بالا بردن دقت داده های گرد آوری شده ابتدا در بخش مرور ادبیات پژوهش و مطالعه مقاله های مربوطه ، معیار مربوط به تاب آوری در صنعت دارو شناسایی و تعدیل گردید و نسبت به آن شناخت نسبی به دست آمد. لیست معیارها و سلسله مراتبی (شامل معیارها و زیر معیارهای انتخاب شده) برای تأیید به صورت پرسشنامه، برای خبرگان ارسال شد. نظرات دریافتی از تیم تصمیم گیری جمع گردید و به لیست قبلی در صورت نیاز معیارهایی اضافه و یا از آن کم شد (تغییرات مورد نظر گروه را اعمال گردید) و لیست جدید شامل معیارها و زیر معیارها مجدداً برای اعضای تیم تصمیم گیری ارسال شد. در این روش این روند آنقدر تکرار می شود تا معیارهای انتخابی و سلسله مراتبی طراحی شده مورد تأیید تمام اعضاء تیم تصمیم گیری قرار بگیرد. جدول زیر نشان دهنده معیار ها و زیر معیار های نهایی می باشد که به همراه تعاریف و منابع آن نشان داده شده است.

جدول ۳-۱. معیارهای اصلی و زیر معیار های شناسایی و نهایی شده پژوهش حاضر

شماره	معیار اصلی	تعریف معیار	زیر معیار	منبع زیر معیار ها	منبع معیار اصلی
۱	همکاری	به عنوان دو یا چند زنجیره تامین که در برنامه ریزی و عملیات به طور مشترک کار می کنند ، تعریف شده است. (آیا سازمان های برای کاهش اختلال و ریسک قادر به همکاری هستند؟)	الف) اعتماد ب) اشتراک درآمد و ریسک ج) قابلیت IT (به اشتراک گذاری اطلاعات): به اشتراک گذاری اطلاعات بین اعضا برای بهبود تاب آوری زنجیره تامین مهم است. (اشتراک گذاری در طول زنجیره به چه صورت است؟ آیا همه حلقه های زنجیره، اطلاعات را به اشتراک می گذارند؟)	[۸۴، ۸۵] [۸۶، ۸۷] [۶۷، ۸۸]	[۸۱-۸۳]
۲	پایداری در منابع	مربوط به شبکه زنجیره تامین می باشد که سبب انتخاب کیفیت بهتر و کاهش ضایعات و ریسک کل سازمان ها می شود. و شرکت ها را قادر می سازد تا عواقب سیاست ها و اقدامات شرکای خود را در مورد مسائل اخلاقی و زیست محیطی مدنظر قرار دهند تا خطرهای کل شبکه کاهش یابد.	الف) تلاش های مستقیم مالی و غیرمالی ب) تدارک فرایندهای بازیافت ضایعات د) طراحی مجدد ر) کاهش مصرف به خصوص در منابع تجدیدناپذیر	[۸۴، ۸۷]	[۸۹-۹۱]
۳	پایداری در زنجیره	به عنوان "مدیریت جریان های مواد، اطلاعات و سرمایه و همچنین همکاری بین شرکت ها در زنجیره تامین تعریف می شود در حالی که اهداف هر سه بعد توسعه پایدار (زیست محیطی، اجتماعی و	الف) استحکام: توانایی زنجیره تامین در محافظت در برابر اختلالات و کاهش تأثیر آنها به محض وقوع. (درجه استحکام زنجیره با وجود اختلال و قابلیت اطمینان عملکرد در شرایط اختلال چگونه است؟)	[۴۱، ۹۲]	[۱۶، ۲۰]

		اقتصادی) را در نظر می‌گیرند که از نیازهای مشتری و ذینفعان مشتق شده‌اند".		(ب) آگاهی/حساسیت: نظارت بر زمان واقعی هر فعالیت در زنجیره تامین و درک از آسیب پذیری های زنجیره. (درک از آسیب پذیری های زنجیره به چه اندازه است؟	[۹۳, ۹]	
				(ب) یکپارچگی: شامل یکپارچگی داخلی: آیا بین وظایف مختلف سازمانی هماهنگی وجود دارد؟ ویکپارچگی بیرونی: تعهد و همکاری بلند مدت اعضای زنجیره چگونه است؟	[۷۹, ۶۸]	
4	چابکی	توانایی یک شرکت در تولید و تحویل اقلام با لیدتایم کوتاه یا ظرفیت واکنش سریع به تغییرات نامنظم در عرضه و تقاضا.		الف) شفافیت: به اطلاعات موجودیت ها و رویدادهای زنجیره تامین اشاره دارد. شفافیت، تضمین کننده اطمینان در زنجیره تامین و نیز مانع واکنش بیش از حد، مداخلات غیرضروری و تصمیمات غیر مؤثر در وضعیت ریسک است.	[۹۸, ۴۱]	[۹۶, ۷]
				(ب) پاسخگویی مناسب: به توانایی فرایندها در پاسخ دهی به رویدادی غیر منتظره در بازه زمانی معقول مرتبط است	[۷۲]	
				ج) سرعت: سرعتی که پس از بروز اختلال، زنجیره تامین می تواند بازیابی شود.	[۶۷, ۶۶]	
				د) قدرت ریکاوری: توانایی بازگشت سریع به سطح عملیاتی پس از وقوع تلاطم ها	-	
				ر) توانایی واکنش اضطراری	-	
5	افزودگی	یک شرکت باید از نظر ظرفیت در زنجیره تامین افزودگی ایجاد کند تا تاب آوری را بهبود بخشد. (آیا می تواند برای مقابله با بحران ظرفیت مازاد ایجاد کند؟)		الف) تامین کنندگان متعدد	[۱۲۵, ۸۴, ۶۷]	[۱۰۱, ۷۹]
				ب) ذخیره احتیاطی		[۱۰۲]
				ج) ظرفیت مازاد		
				د) تامین کنندگان پشتیبان		

6	نوآوری	نوآوری مربوط به کاربرد جدید ایده‌ها، مهارت‌ها، روش‌ها، و دانش است که می‌تواند بر رقابت‌پذیری یک سازمان و ایجاد قابلیت‌های متمایز تاثیر بگذارد. (میزان نوآوری در حلقه‌ها به چه صورت است؟)	الف) تشویق و حمایت از طرح‌های مبتکرانه و خلاقانه پرسنل ب) سرمایه‌گذاری و گسترش واحد تحقیق و توسعه (D&R) برای گسترش ایده نوآوری‌های تازه ج) استفاده از تکنولوژی نوین در فرآیند تولید د) بومی‌سازی و انطباق تکنولوژی وارداتی با شرایط کشور ر) پیاده‌سازی طرح چرخه عمر محصول ز) استفاده از نظرات و مشارکت اعضا زنجیره تامین در مرحله طراحی محصول	-	[۱۴۸] [۱۰۶, ۶۷]
7	فرهنگ مدیریت ریسک	درک اعضای هیئت مدیره از ریسک ساختار زنجیره تامین.	الف) در نظر گرفتن عامل ریسک در تصمیم‌گیری ب) مدیریت پیوسته زنجیره تامین ج) رهبری: نقش رهبری و مدیریت ارشد در تغییر فرهنگ یک سازمان حیاتی است. چراکه فرآیند تغییرات فرهنگ در یک سازمان، بدون حمایت و تعهد رهبری ممکن نیست	[۱۰۷] - [۱۰۸]	[۸۵, ۶۶, ۷]
8	قابلیت انطباق (سازگاری)	میزان سازگاری زنجیره پس از اختلال و بازگشت به حالت اولیه.	الف) کاهش زمان تحویل سفارش به مشتری ب) یادگیری از وقایع گذشته و استفاده از آن در تصمیم‌گیری‌های آتی و نحوه مدیریت سازمان (سازمان یادگیرنده) ج) توجه به علائم هشدار اولیه د) شناسایی فرصت‌های ایجاد شده	- - - -	[۸۷, ۴۳] [۹۳]

		برائزوقفه			
	-	(ر)تنوع در داشتن مشتریان/بازار/محصول			
	-	(ز) گردآوری اطلاعات در زمینه های مختلف کسب وکار			
۹	بازیابی(بهبود) (	الف) منابع انرژی پشتیبان	بازیابی به حالت پیش از اختلال یا حالتی بهتر از قبل.		[۷۹, ۴۱], [۸۵]
		ب) برنامه ریزی سناریو و شبیه سازی برای حوادث و شرایط اضطراری			
		ج) قیمت گذاری سایر محصولات با رویکرد پاسخگویی			
		د) ذخیره مالی مناسب برای کاهش اثرات منفی بحران و برگشت سریع تر از آن			
		ر) شفاف سازی دارایی ها(تجهیزات، مواداولیه، نیروی انسانی، مالی و...) برای تصمیم گیری سریع و موثر در مواقع بحرانی			
۱۰	انعطاف پذیری	الف) انعطاف پذیری تامین(منبع یابی)	توانایی شرکت و زنجیره تأمین در تطابق با تغییرات موردنیاز با حداقل زمان و تلاش و همچنین انعطاف پذیری در تأمین کنندگان، سیستم تولید، کانال های توزیع، روش های حمل و نقل و کارکنان چند مهارته.		[۱۰۴, ۹۶]
		ب)انعطاف پذیری سیستم عملیاتی(تولید) (حجم خروجی که شرکت می تواند تولید کند، محدوده محصولات یا خدمات جدید که شرکت می تواند در هر سال توسعه دهد، توانایی تغییر حجم خروجی، توانایی تغییر			

[۱۰۰] ۸۸,۷۹]		ترکیب محصولات، توانایی برای تنظیم و تعدیل تسهیلات تولید و فرآیندها.		
	[۱۰۵]	ج) انعطاف پذیری محصول		
	-	د) انعطاف پذیری توزیع (تعداد انبارها- ظرفیت بارگیری و دیگر امکانات توزیع، توانایی اضافه کردن و یا حذف حامل و یا دیگر توزیع کنندگان، توانایی تغییر فضای انبار- ظرفیت بارگیری و سایر تسهیلات توزیع، توانایی تغییر حالت تحویل، قابلیت انتقال برنامه و زمان بندی تحویل.)		
	-	ر) انعطاف پذیری سیستم اطلاعاتی (پشتیبانی سیستم های اطلاعاتی در مدیریت حمل و نقل و توزیع، پشتیبانی سیستم های اطلاعاتی در مدیریت موجودی شرکت، پشتیبانی از سیستم های اطلاعاتی در سراسر توابع چندگانه و واحدها)		
	[۱۰۵]	ز) انعطاف پذیری فرآیند		
	-	ت) انعطاف پذیری در انجام سفارش: توانایی تعویض سریع خروجی ها یا نحوه ی تحویل خروجی ها		
	-	ث) انعطاف پذیری نیروی انسانی		
	[105]	خ) انعطاف پذیری حمل و نقل		

۳_۵. روش MARCOS فازی

۳_۵_۱. آشنایی با منطق فازی مثلثی

لطفی علی عسکرزاده^۱ مشهور به لطفی زاده یا لطفی ع. زاده، ریاضی‌دان، دانشمند کامپیوتر، مهندس برق و استاد علوم رایانه در دانشگاه کالیفرنیا، برکلی و مبدع نظریه منطق فازی^۲ و شاخه‌های متنوع آن در سال ۱۹۶۱ بود. مقاله کلاسیک پرفسور لطفی زاده درباره مجموعه فازی که در سال ۱۹۶۵ به چاپ رسید، گامی نوین در علوم و مهندسی سیستم و کامپیوتر بود [۱۴۹]. منطق کلاسیک هر چیزی را بر اساس یک سیستم دوتایی نشان می‌دهد (درست یا غلط، ۰ یا ۱، سیاه یا سفید) ولی منطق فازی درستی هر چیزی را با یک عدد که مقدار آن بین صفر و یک است نشان می‌دهد. به عنوان مثال چنانچه رنگ سیاه عدد صفر و رنگ سفید با عدد یک نشان داده شود، آنگاه رنگ خاکستری عددی نزدیک به صفر خواهد بود. طبق منطق فازی ابهام در ماهیت علم است. تئوری مجموعه‌ی فازی بر اساس مجموعه‌های فازی است که نشان دهنده‌ی طبقه‌ای از موضوعات با درجه عضویت هستند. چنین مجموعه‌هایی توسط تابع عضویت مشخص می‌شوند که به هم موضوع طبقه با یک رتبه اختصاص داده می‌شود که درون بازه $[0, 1]$ در حرکت است. اعداد فازی مثلثی با سه عدد حقیقی به صورت $\tilde{A} = (l, m, u)$ نشان داده می‌شوند. کران بالا با u نشان داده می‌شود، بیشینه مقادیری است که عدد فازی $\tilde{A}$ می‌تواند اختیار کند. کران پایین که با l نشان داده می‌شود کمینه مقادیری است که عدد فازی $\tilde{A}$ می‌تواند اختیار کند. مقدار m محتمل‌ترین مقدار یک عدد فازی است. درجه عضویت فازی یا تابع عضویت یک عدد فازی مثلثی به صورت زیر است:

یک عدد فازی $\tilde{A}$ بر روی R اگر یک عدد فازی مثلثی^۳ باشد تابع عضویت آن به صورت زیر خواهد بود.

¹ Lotfi Aliasker Zadeh

² Fuzzy Logic

³ TFN

$\mu_{\tilde{A}}(x) \in [0, 1]$ که برابر با معادله (۱) می باشد:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l} & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m} & m \leq x \leq u \\ 0 & \text{درغیراین صورت} \end{cases} \quad (1)$$

باتوجه به تابع عضویت اعداد مثلثی مشخص است اگر x بین l و m باشد آنگاه هر چه بزرگتر باشد درجه عضویت آن نیز بزرگتر خواهد شد تا جاییکه برای $x=m$ درجه عضویت برابر یک می شود. اگر x بین m و u باشد هر چه بزرگتر باشد، درجه عضویت کوچکتر خواهد شد و در $x=u$ درجه عضویت صفر خواهد شد.

کارایی محاسباتی اعداد فازی مثلثی به علت سادگی انجام عملیات ریاضی روی آن بسیار زیاد است. عملیات ریاضی روی اعداد فازی مانند $\tilde{A}_1$ و $\tilde{A}_2$ به سادگی قابل انجام است و به صورت زیر انجام می شود [۱۵۰، ۱۵۱]:

$$\tilde{A}_1 = (l_1, m_1, u_1) \quad \tilde{A}_2 = (l_2, m_2, u_2)$$

: جمع

$$\tilde{A}_1 + \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) + (l_2, m_2, u_2) \quad (2)$$

: ضرب

$$\tilde{A}_1 \times \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) \times (l_2, m_2, u_2) = (l_1 \times l_2, m_1 \times m_2, u_1 \times u_2) \quad (3)$$

: تفریق

$$\tilde{A}_1 - \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) - (l_2, m_2, u_2) = (l_1 - l_2, m_1 - m_2, u_1 - u_2) \quad (4)$$

: تقسیم

$$\frac{\tilde{A}_1}{\tilde{A}_2} = \frac{(l_1, m_1, u_1)}{(u_2, m_2, l_2)} = \left(\frac{l_1}{u_2}, \frac{m_1}{m_2}, \frac{u_1}{l_2} \right) \quad (5)$$

: معکوس

$$\tilde{A}_1^{-1} = (L_1, m_1, u_1)^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1} \right) \quad (6)$$

۳_۵_۲. مراحل روش MARCOS فازی

همانطور که در مقدمه گفته شد در پژوهش حاضر از یک روش نوین چند معیاره فازی برای ارزیابی معیار های تاب آوری زنجیره تامین در صنعت دارو سازی استفاده شده است. روش MARCOS^۱ دارای مزایایی به شرح زیر است:

- در نظر گرفتن نقاط مرجع فازی از طریق راه حل ایده آل فازی و ضد ایده آل فازی در آغاز شکل گیری مدل
- تعیین دقیق تر درجه مطلوبیت با توجه به هر دو راه حل مجموعه
- پیشنهاد یک روش جدید برای تعیین توابع مطلوبیت و تجمع آن
- امکان در نظر گرفتن مجموعه بزرگی از معیارها و گزینه ها

این روش شامل ۱۰ مرحله به شرح زیر می باشد [۲۴]:

- مرحله ۱: ایجاد یک ماتریس تصمیم گیری فازی اولیه.

مدل های MCDM شامل تعریف مجموعه ای از n معیار و m گزینه می باشند.

¹ Measurement Alternatives and Ranking according to the COmpromise Solution

یک مقیاس زبانی جدید برای ارزیابی گزینه ها و برای هر جمله، عدد فازی مثلثی آن تعریف شده است، که در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول ۳-۲. یک مقیاس جدید تعریف شده برای ارزیابی راه حل های بالقوه.

مقیاس زبانی	علامت	عدده فازی		
		l	m	u
فوق العاده ضعیف	EP	1.000	1.000	1.000
خیلی ضعیف	VP	1.000	1.000	3.000
ضعیف	P	1.000	3.000	3.000
ضعیف متوسط	MP	3.000	3.000	5.000
متوسط	M	3.000	5.000	5.000
خوب متوسط	MG	5.000	5.000	7.000
خوب	G	5.000	7.000	7.000
خیلی خوب	VG	7.000	7.000	9.000
فوق العاده خوب	EG	7.000	9.000	9.000

- مرحله ۲: ایجاد یک ماتریس فازی توسعه یافته اولیه. این بسط با تعیین راه حل ضد ایده آل فازی $\tilde{A}(AI)$ و ایده آل فازی $\tilde{A}(ID)$ به صورت معادله (۷) انجام می شود.

(7)

$$\tilde{X} = \begin{matrix} \tilde{A}(AI) \\ \tilde{A}_1 \\ \tilde{A}_2 \\ \dots \\ \tilde{A}_m \\ \tilde{A}(ID) \end{matrix} \begin{bmatrix} \tilde{x}_{ai2} & \dots & \tilde{x}_{ain} & \tilde{x}_{ai1} \\ \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} & \tilde{x}_{11} \\ \tilde{x}_{21} & \dots & \tilde{x}_{2n} & \tilde{x}_{21} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{mn} & \tilde{x}_{m1} \\ \tilde{x}_{id2} & \dots & \tilde{x}_{idn} & \tilde{x}_{id1} \end{bmatrix}$$

$\tilde{A}(AI)$ فازی بدترین گزینه است در حالی که $\tilde{A}(ID)$ فازی یک گزینه با بهترین عملکرد است. بسته به نوع معیار، $\tilde{A}(AI)$ و $\tilde{A}(ID)$ با اعمال معادلات (۸) و (۹) تعریف می شوند:

$$\tilde{A}(AI) = \min_i \tilde{x}_{ij} \text{ if } j \in B \text{ and } \max_i \tilde{x}_{ij} \text{ if } j \in C \quad (8)$$

$$\tilde{A}(ID) = \max_i \tilde{x}_{ij} \text{ if } j \in B \text{ and } \min_i \tilde{x}_{ij} \text{ if } j \in C \quad (9)$$

B به گروه به حداکثر رساندن معیارها (سود) تعلق دارد در حالی که C به گروه به حداقل رساندن معیارها (هزینه) تعلق دارد.

• مرحله ۳: ایجاد یک ماتریس فازی نرمال $\tilde{N} = [\tilde{n}_{ij}]_{m \times n}$ که با اعمال معادلات (۱۰) و (۱۱) به دست می آید:

$$\tilde{n}_{ij} = (n_{ij}^l, n_{ij}^m, n_{ij}^u) = \left(\frac{x_{id}^l}{x_{ij}^u}, \frac{x_{id}^m}{x_{ij}^m}, \frac{x_{id}^u}{x_{ij}^l} \right) \text{ if } j \in C \quad (10)$$

$$\tilde{n}_{ij} = (n_{ij}^l, n_{ij}^m, n_{ij}^u) = \left(\frac{x_{ij}^l}{x_{id}^u}, \frac{x_{ij}^m}{x_{id}^m}, \frac{x_{ij}^u}{x_{id}^l} \right) \text{ if } j \in B \quad (11)$$

که در آن عناصر $x_{ij}^l, x_{ij}^m, x_{ij}^u, x_{id}^l, x_{id}^m, x_{id}^u$ عناصر ماتریس $\tilde{X}$ را نشان می دهند.

• مرحله ۴: محاسبه ماتریس فازی وزن دار $\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}$ ماتریس $\tilde{V}$ با ضرب ماتریس $\tilde{N}$ با ضرایب وزن فازی معیار $\tilde{w}_j$ ، به صورت معادله (۱۲) محاسبه می شود.

$$\tilde{v}_{ij} = (v_{ij}^l, v_{ij}^m, v_{ij}^u) = n_{ij} \times w_j = (n_{ij}^l \times w_j^l, n_{ij}^m \times w_j^m, n_{ij}^u \times w_j^u) \quad (12)$$

• مرحله ۵: محاسبه ماتریس فازی $\tilde{S}_i$ با استفاده از معادله (۱۳).

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{v}_{ij} \quad (13)$$

که در آن $\tilde{S}_i = (s_i^l, s_i^m, s_i^u)$ نشان دهنده مجموع عناصر ماتریس فازی وزن دار $\tilde{V}$ است.

- مرحله ۶: محاسبه درجه مطلوبیت گزینه‌ها با استفاده از معادلات (۱۴) و (۱۵).

$$\tilde{k}_i^- = \frac{\tilde{s}_i}{\tilde{s}_{ai}} = \left(\frac{s_i^l}{s_{ai}^u}, \frac{s_i^m}{s_{ai}^m}, \frac{s_i^u}{s_{ai}^l} \right) \quad (14)$$

$$\tilde{k}_i^+ = \frac{\tilde{s}_i}{\tilde{s}_{id}} = \left(\frac{s_i^l}{s_{id}^u}, \frac{s_i^m}{s_{id}^m}, \frac{s_i^u}{s_{id}^l} \right) \quad (15)$$

- مرحله ۷: محاسبه ماتریس فازی $\tilde{T}_i$ با استفاده از معادله (۱۶).

$$\tilde{T}_i = \tilde{t}_i = (t_i^l, t_i^m, t_i^u) = \tilde{k}_i^- + \tilde{k}_i^+ = (k_i^{-l} + k_i^{+l}, k_i^{-m} + k_i^{+m}, k_i^{-u} + k_i^{+u}) \quad (16)$$

سپس، لازم است که یک عدد فازی جدید $\tilde{D}$ با استفاده از معادله (۱۷) تعیین شود.

$$\tilde{D} = (d^l, d^m, d^u) = \max_i \tilde{t}_{a_j} \quad (17)$$

و پس از آن، لازم است که با استفاده از عبارت $df_{crisp} = \frac{l+4m+u}{6}$ عدد $\tilde{D}$ را غیرفازی کنیم و عدد df_{crisp} را به دست آوریم.

- مرحله ۸: تعیین توابع مطلوبیت در رابطه با راه حل ایده‌آل $f(k_i^+)$ و ضد ایده‌آل $f(k_i^-)$ با اعمال

معادلات (۱۸) و (۱۹).

$$f(\tilde{k}_i^+) = \frac{\tilde{k}_i^-}{df_{crisp}} = \left(\frac{k_i^{-l}}{df_{crisp}}, \frac{k_i^{-m}}{df_{crisp}}, \frac{k_i^{-u}}{df_{crisp}} \right) \quad (18)$$

$$f(\tilde{k}_i^-) = \frac{\tilde{k}_i^+}{df_{crisp}} = \left(\frac{k_i^{+l}}{df_{crisp}}, \frac{k_i^{+m}}{df_{crisp}}, \frac{k_i^{+u}}{df_{crisp}} \right) \quad (19)$$

پس از آن، انجام غیر فازی سازی برای $f(k_i^+) \triangleright f(k_i^-)$, $f(k_i^+) \triangleright f(k_i^-)$ در مرحله بعد ضروری است.

- مرحله ۹: تعیین تابع مطلوبیت گزینه های $f(k_i)$ توسط معادله (۲۰).

$$f(k_i) = \frac{k_i^+ + k_i^-}{1 + \frac{1 - f(k_i^+)}{f(k_i^+)} + \frac{1 - f(k_i^-)}{f(k_i^-)}} \quad (20)$$

- مرحله ۱۰: رتبه بندی گزینه ها براساس مقادیر نهایی توابع مطلوبیت بدست می آید. مطلوب است که یک گزینه بالاترین مقدار ممکن تابع مطلوبیت را داشته باشد.

۳_۶. روش های وزن دهی

اهمیت معیارهای ارزیابی که اغلب اوقات معیارها یا وزن های کوتاه تر نامیده می شوند ، می تواند تأثیر قابل توجهی در نتایج رتبه بندی به دست آمده با استفاده از روش های MCDM داشته باشد. بنابراین ، نویسندگان بیشمار روش های متنوعی را برای تعیین وزن معیارها مانند روش LINMAP، مقایسه دوتایی گرفته شده از روش AHP، رویکرد انتروپی ، روش دلفی، CILOS، IDOCRIW و غیره ارائه داده اند. همچنین یکی دیگر از روش های ارزیابی وزن، تجزیه و تحلیل نسبت ارزیابی وزن گام به گام یا روش SWARA است. این روش می تواند برای تعیین وزن معیارها و همچنین برای حل مشکلات مختلف MCDM استفاده شود. از روش SWARA می توان به عنوان یک روش MCDM نام برد. در مواردی که از روش SWARA برای تعیین وزن معیارها استفاده می شود، بسیار مهم و ضروری است که از اتفاق نظر در مورد انتظارات معیارهای ارزیابی اطمینان حاصل شود. روش SWARA به مقایسه قابل توجه کمتری نیاز دارد. علاوه بر این رویه های محاسباتی روش SWARA نیز در مقایسه با رویه های محاسباتی مورد استفاده در روش های مشابه پیچیدگی کمتری دارد.

۳_۶_۱. محاسبه ضرایب وزن توسط روش PIPRECIA-E فازی در یک محیط تصمیم گیری گروهی

روش PIPRECIA-E^۱ در واقع روشی برای برطرف کردن مشکل روش SWARA است. یک مشکل واقعی که می تواند هنگام استفاده از روش SWARA برای حل مشکلات تصمیم گیری در دنیای واقعی در یک محیط گروهی ایجاد شود، تشکیل لیست معیارهای ارزیابی مرتب شده براساس اهمیت مورد انتظار آن ها است. در چنین مواردی پاسخ دهندگان درگیر در ارزیابی، ممکن است نگرش های مختلفی نسبت به اهمیت معیارهای ارزیابی داشته باشند. انجام مصاحبه با پاسخ دهندگان تصادفی با هدف تعیین عواملی که مربوط به انتخاب چیزی هستند، معمولاً شامل دسته های مختلف پاسخ دهندگان است که می تواند به عنوان یکی از این موارد معمول مشخص شود.

بنابراین رویکرد گسترده ای مبتنی بر استفاده از روش SWARA که قادر به کنار آمدن با لیست معیارهای ارزیابی قبلاً مرتب نشده است، در این بخش در نظر گرفته شده است. برای استفاده از آن لازم است تغییراتی در روش محاسباتی SWARA معمولی انجام شود. به عنوان اولین و اصلی ترین تغییر رویکرد SWARA معمولی، نحوه تخصیص مقادیر S_j و بعد از آن اصلاح تعیین مقدار k_j می باشد و بقیه مراحل همان روش معمول SWARA باقی می ماند.

بنابراین روش PIPRECIA-E اصلاح شده روش SWARA در یک محیط تصمیم گیری گروهی می باشد. با در نظر گرفتن اصلاحات پیشنهادی قبلی، روش PIPRECIA-E را می توان به طور دقیق به شرح زیر در یازده مرحله ارائه داد [۱۵۲]:

- مرحله ۱. تشکیل مجموعه معیارهای مورد نیاز و تشکیل تیم تصمیم گیری (گروهی از پاسخ دهندگانی که در ارزیابی شرکت می کنند بسته به اهداف، تعداد شرکت کنندگان که باید در مطالعه تحقیق

¹ Pivot Pairwise Relative Criteria Importance Assessment

گنجانده شود ، از تعداد کمی از متخصصان و یا تصمیم گیرندگان تا تعداد زیادی از پاسخ دهندگان عادی متفاوت است).

- مرحله ۲. دستیابی به اتفاق نظر درباره اهمیت مورد انتظار معیارهای ارزیابی ، زمانی که یک مطالعه تحقیقاتی تعداد زیادی از پاسخ دهندگان را شامل می شود ، آسان نیست. در چنین مواردی ، روش پیشنهادی PIPRECIA-E می تواند مزایایی داشته باشد زیرا نیازی به استفاده از لیست طبقه بندی شده از معیارهای ارزیابی ندارد و مزیت اساسی روش PIPRECIA-E این است که اجازه می دهد معیارها بدون مرتب سازی قبلی، ارزیابی شوند که در مورد روش SWARA فازی چنین نیست. امروزه ، بیشتر مشکلات تصمیم گیری چند معیاره با اعمال تصمیم گیری گروهی حل می شود. در چنین مواردی ، به ویژه با افزایش تعداد تصمیم گیرندگان درگیر در مدل فازی ، PIPRECIA-E به مزایای خود دست می یابد. براین اساس به منظور تعیین اهمیت نسبی معیارها ، هر تصمیم گیرنده به طور جداگانه با شروع از معیار دوم ، به صورت معادله (۲۱)، ارزیابی معیارها را انجام می دهد:

$$\overline{S_j^r} = \begin{cases} > 1 & \text{if } C_j > C_{j-1} \\ = 1 & \text{if } C_j = C_{j-1} \\ < 1 & \text{if } C_j < C_{j-1} \end{cases} \quad (21)$$

$\overline{S_j^r}$ ارزیابی معیارها توسط یک تصمیم گیرنده r را نشان می دهد. برای به دست آوردن ماتریس s_j ، لازم است که میانگین ماتریس s_j^r را با استفاده از میانگین هندسی بدست آوریم. تصمیم گیرندگان معیارها را با استفاده از مقیاس های تعریف شده جدید ارزیابی می کنند که این مقیاس ها در جدول ۲۱ آورده شده است.

جدول ۳-۳. مقیاس 1-2 برای ارزیابی معیارها

عدد فازی					
مقیاس زبانی		l	m	u	DFV
ارزش تقریباً برابر	1	1.000	1.000	1.050	1.008
کمی مهم تر	2	1.100	1.150	1.200	1.150
نسبتاً قابل توجه تر	3	1.200	1.300	1.350	1.292
قابل توجه تر	4	1.300	1.450	1.500	1.433
بسیار مهم تر	5	1.400	1.600	1.650	1.575
غالباً قابل توجه تر	6	1.500	1.750	1.800	1.717
کاملاً قابل توجه تر	7	1.600	1.900	1.950	1.858

جدول ۳-۴. مقیاس 0-1 برای ارزیابی معیارها

عدد فازی					
مقیاس زبانی		l	m	u	DFV
ضعیف کمتر قابل توجه	1	0.667	1.000	1.000	0.944
نسبتاً کمتر قابل توجه	2	0.500	0.667	1.000	0.694
کمتر قابل توجه	3	0.400	0.500	0.667	0.511
واقعا کم اهمیت تر	4	0.333	0.400	0.500	0.406
بسیار کمتر قابل توجه	5	0.286	0.333	0.400	0.337
غالباً کمتر قابل توجه	6	0.250	0.286	0.333	0.288
کاملاً کمتر قابل توجه	7	0.222	0.250	0.286	0.251

در مراحل بعد وزن های نسبی معیارهای ارزیابی تعیین می گردد. وزن های نسبی باید با استفاده از معادله (۲۲) ، (۲۳) و (۲۴) برای هر پاسخ دهنده به روش های زیر محاسبه شود:

- مرحله ۳. تعیین ضریب k_j توسط معادله (۲۲).

$$\bar{k}_j = \begin{cases} = 1 & \text{if } j = 1 \\ 2 - \bar{S}_j & \text{if } j > 1 \end{cases} \quad (22)$$

- مرحله ۴. تعیین وزن فازي q_j توسط معادله (۲۳).

$$\bar{q}_j = \begin{cases} = 1 & \text{if } j = 1 \\ \frac{q_{j-1}}{k_j} & \text{if } j > 1 \end{cases} \quad (23)$$

- مرحله ۵. تعیین وزن نسبي معيار w_j با معادله (۲۴)

$$\bar{w}_j = \frac{\bar{q}_j}{\sum_{j=1}^n \bar{q}_j} \quad (28)$$

✓ در مراحل زیر ، باید از روش PIPRECIA-I فازي معكوس استفاده شود.

برای تعیین وزن نهایی معيارها ، لازم است از معادلات (۲۹-۲۵) ، یعنی روش PIPRECIA فازي معكوس استفاده شود. براساس ارزیابی انجام شده توسط تصمیم گیرندگان و استفاده از میانگین هندسی ، ماتریس $\bar{s}_j^r$ بدست می آید.

- مرحله ۶. انجام ارزیابی مقیاس کاربردی تعریف شده در بالا اما این بار از یک معيار یکی مانده به آخر به صورت معادله (۲۵) شروع می شود:

$$\bar{s}_j^r = \begin{cases} > 1 & \text{if } C_j > C_{j+1} \\ = 1 & \text{if } C_j = C_{j+1} \\ < 1 & \text{if } C_j < C_{j+1} \end{cases} \quad (25)$$

$\bar{s}_j^r$ نشانگر ارزیابی معكوس معيارها توسط یک تصمیم گیرنده r است. مجدداً لازم است با استفاده از میانگین هندسی میانگین ماتریس $\bar{s}_j^r$ محاسبه شود.

- مرحله ۷. تعیین ضریب معكوس $\bar{k}_j^r$ با استفاده از معادله (۲۶).

$$\bar{k}'_j = \begin{cases} = 1 & \text{if } j = n \\ 2 - \bar{s}'_j & \text{if } j > n \end{cases} \quad (26)$$

n تعداد کل معیارها را نشان می دهد. به طور خاص ، در این حالت ، به این معنی است که مقدار آخرین معیار برابر با عدد یک فازی است.

- مرحله ۸. تعیین وزن فازی معکوس $\bar{q}'_j$ با استفاده از معادله (۲۷).

$$\bar{q}'_j = \begin{cases} = 1 & \text{if } j = 1 \\ \frac{\bar{q}_{j-1}'}{\bar{k}'_j} & \text{if } j > 1 \end{cases} \quad (27)$$

- مرحله ۹. تعیین وزن نسبی معکوس معیار w'_j از طریق معادله (۲۸).

$$\bar{w}'_j = \frac{\bar{q}'_j}{\sum_{j=1}^n \bar{q}'_j} \quad (28)$$

مرحله ۱۰. به منظور تعیین وزن نهایی معیارها ، لازم است میانگین مقادیر فازی w'_j و w_j به صورت معادله (۲۹) بدست آید.

$$\bar{w}''_j = \frac{1}{2}(w_j + w'_j) \quad (29)$$

- مرحله ۱۱. بررسی نتایج بدست آمده با استفاده از ضرایب همبستگی اسپیرمن و پیرسون

۳-۷. مراحل رویکرد پیشنهادی MARCOS فازی و PIPRECIA فازی



شکل ۳-۱. الگوریتم روش جدید توسعه یافته (MARCOS فازی).



شکل ۳-۲. الگوریتم ارزیابی وزن روش PIPRECIA توسعه یافته

۳_۸. جمع بندی و خلاصه فصل

بعد از مرور جامع ادبیات تحقیق در حوزه تاب آوری زنجیره تأمین و استخراج عوامل مؤثر بر آن و همچنین ارائه معیار ها و زیر معیار های تاب آوری زنجیره تامین صنعت دارو سازی در فصل دوم، به معرفی جامعه ی آماری، نمونه و روش گردآوری داده ها در این فصل پرداخته شد. در ادامه مراحل تکنیک نوین تصمیم گیری چند معیاره مورد استفاده در این پژوهش و همچنین تکنیک ارزیابی وزن به کار برده شده است در پژوهش ارائه شد. در فصل بعدی به تحلیل داده ها با استفاده از روش های ارائه شده و رتبه بندی گزینه ها پرداخته خواهد شد.

فصل چهارم

تجزیه و تحلیل و یافته های

پژوهش

۴_۱. مقدمه

هدف از این فصل، ارائه یافته های پژوهش حاضر است. یافته هایی که پس از تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع آوری شده برای پاسخ به هر سوال پژوهش، حاصل گردیده اند. لذا در این فصل با استفاده از روش ارائه شده در فصل سوم، برای دستیابی به هدف اصلی پژوهش که ارزیابی میزان تاب آوری زنجیره تامین چهل شرکت داروسازی در ایران است، به تجزیه و تحلیل پرداخته شد. بر این اساس، با استفاده از تکنیک MARCOS فازی، اقدام به ارزیابی هریک از معیارهای تاب آوری ارائه شده توسط تصمیم گیرندگان و درنهایت رتبه بندی گزینه های (شرکت ها) مد نظرمی گردد همچنین با استفاده از روش PIPRICIA-E میزان وزن معیار های تصمیم گیری با رویکرد فازی محاسبه می گردد. در بخش بعد شرح مختصری از مطالعه موردی ارائه شده و سپس به مسأله ارزیابی و رتبه بندی شرکت های دارو سازی بر اساس متدلوژی ارائه شده پرداخته شده است.

۴_۲. مطالعه موردی

۴_۲_۱. تاریخچه مختصری از صنعت دارو سازی کشور

دانش داروسازی تقریباً از ۱۰۰ سال پیش و صنعت داروسازی از ۷ دهه پیش تر وارد ایران شد. صنایع داروسازی ایران چهار دوره را پشت سر گذاشته است. دوره اول، از اوایل دهه ۱۳۳۰ تا سال ۱۳۵۷ را شامل می شود که دوره ایجاد است که با تأسیس اولین کارخانه داروسازی از اوایل دهه ۱۳۳۰ در ایران، صنعت داروسازی در کشور ایجاد شد و تا سال ۱۳۵۷ به تدریج توسعه یافت. دوره دوم، از سال ۱۳۵۷ آغاز شد و تا ابتدای دهه ۱۳۷۰ ادامه پیدا کرد که این دوره، دوره تکوینی است. دولت در این دوره نقش قابل توجهی در رشد صنعت داروسازی در کشور داشت. دوره سوم توسعه از اوایل دهه ۱۳۷۰ تا سال های ابتدایی دهه ۱۳۸۰ را در برمی گیرد و به عنوان دوره "رشد و توسعه صنایع دارویی" شناخته می شود. دوره چهارم که از اواسط دهه ۱۳۸۰ آغاز شده و تاکنون

نیز ادامه دارد، دوره سکون نسبی صنایع دارویی است. البته این دوران باید به دوره شکوفایی و بالندگی صنایع دارویی تبدیل می شد که اینگونه نشد [۱۳۵].

حدود ۳۵۰ کارخانه تولیدکننده دارو در کشور وجود دارد و به همین تعداد هم واحدهای تولید مواد اولیه و ملزومات تولید دارو در کشور فعال هستند. ایران با داشتن یک درصد جمعیت جهان، تجارت دارو ۰,۴ درصد معادل چهار میلیارد دلار را در سال گذشته به خود اختصاص داده است و از نگاهی دیگر سهم هزینه‌های دارویی در کل هزینه‌های سلامت کشور هم ۱۵ درصد است که در مقایسه با شاخص نرخ میانگین جهانی آن جایگاه مطلوبی دارد. از سوی دیگر، به این دلیل از صنعت دارو به عنوان یک صنعت استراتژیک یاد می‌شود که نیاز عمومی به دارو در کشور انکار ناشدنی می‌باشد. به لحاظ تعداد دارو، سالانه حدود ۳۶-۳۰ میلیارد عدد انواع دارو به اشکال مختلف در کشور مصرف می شود که نزدیک به ۹۷ درصد آن ساخت داخل بوده و ۶۸ درصد ارزش فروش کل داروها را به خود اختصاص می دهد. به بیان دیگر ارزش داروهای وارداتی از نظر عددی ۳ درصد و از نظر ارزش ریالی ۳۲ درصد ارزش داروها را تشکیل می دهد. هزینه بالای دارو، تحریم و افزایش پیوسته آن به عنوان یک نگرانی جهانی مطرح است، از طرف دیگر این حوزه باید قادر باشد تا با بیشترین سرعت، نیازهای دارویی جامعه را پوشش دهد. در این پژوهش از بین شرکت های موجود در این صنعت، تاب آوری ۴۰ شرکت با استفاده از تکنیک MARCOS فازی مورد ارزیابی و رتبه بندی قرار گرفت.

۴_۳. نتایج

۴_۳_۱. روش MARCOS فازی

۴_۳_۱_۱. تهیه ماتریس بسط یافته

برای ارائه ماتریس بسط یافته اولیه، ابتدا لازم است به عنوان نمونه نحوه محاسبه مقادیر هریک از معیارها نشان داده شود. نتایج محاسبه مقادیر معیارها برای شرکت اول (A_1) توسط تصمیم گیرنده اول (D_1) در جدول ۴-۱ آورده شده است. به این صورت که مقادیر هر معیار از میانگین زیر معیارهای آن بدست آمده است.

جدول ۴-۱. مقادیر معیار های گزینه اول (A1) توسط تصمیم گیرنده اول (D1)

زومعيار	c1			c2			c3			c4			c5			c6			c7			c8			c9			c10		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
ci-1	5.0000	5.0000	7.0000	3.0000	5.0000	5.0000	3.0000	5.0000	5.0000	3.0000	3.0000	5.0000	7.0000	7.0000	9.0000	5.0000	5.0000	7.0000	1.0000	1.0000	3.0000	5.0000	7.0000	7.0000	5.0000	5.0000	7.0000	5.0000	5.0000	7.0000
ci-2	1.0000	3.0000	3.0000	1.0000	3.0000	3.0000	5.0000	5.0000	7.0000	3.0000	5.0000	5.0000	7.0000	9.0000	9.0000	3.0000	5.0000	5.0000	5.0000	5.0000	7.0000	1.0000	3.0000	3.0000	1.0000	1.0000	3.0000	1.0000	3.0000	3.0000
ci-3	7.0000	7.0000	9.0000	1.0000	1.0000	3.0000	5.0000	5.0000	7.0000	5.0000	7.0000	7.0000	7.0000	9.0000	9.0000	5.0000	7.0000	7.0000	5.0000	7.0000	7.0000	3.0000	5.0000	5.0000	3.0000	5.0000	5.0000	3.0000	5.0000	5.0000
ci-4				1.0000	1.0000	3.0000							5.0000	7.0000	7.0000	3.0000	5.0000	5.0000				3.0000	3.0000	5.0000	1.0000	1.0000	3.0000	5.0000	7.0000	7.0000
ci-5																1.0000	3.0000	3.0000				7.0000	7.0000	9.0000				3.0000	3.0000	5.0000
ci-6																5.0000	5.0000	7.0000				5.0000	7.0000	7.0000				3.0000	5.0000	5.0000
ci-7																												7.0000	7.0000	9.0000
ci-8																												5.0000	7.0000	7.0000
ci-9																												5.0000	7.0000	7.0000
AVERAGE	4.3333	5.0000	6.3333	1.5000	2.5000	3.5000	4.3333	5.0000	6.3333	3.6667	5.0000	5.6667	6.5000	8.0000	8.5000	3.6667	5.0000	5.6667	3.6667	4.3333	5.6667	4.0000	5.3333	6.0000	2.5000	3.0000	4.5000	4.1111	5.4444	6.1111

در اینجا لازم است نتایج محاسبه مقادیر هر معیار توسط تصمیم گیرندگان ارائه شود که مجدداً به عنوان نمونه، جدول زیر مقادیر ارائه شده برای هریک از

معیار های گزینه اول (A₁) توسط تصمیم گیرنده را نشان می دهد. بدین صورت که مقادیر معیار های گزینه اول از میانگین نظر دوازده تصمیم گیرنده

بدست آمده است.

جدول ۴-۲. مقادیر ارائه شده توسط تصمیم گیرندگان برای شرکت اول (A1)

	c1			c2			c3			c4			c5			c6			c7			c8			c9			c10		
1 شرکت	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
D1	4.3333	5.0000	6.3333	1.5000	2.5000	3.5000	4.3333	5.0000	6.3333	3.6667	5.0000	5.6667	6.5000	8.0000	8.5000	3.6667	5.0000	5.6667	3.6667	4.3333	5.6667	4.0000	5.3333	6.0000	2.5000	3.0000	4.5000	4.1111	5.4444	6.1111
D2	5.6000	6.3000	7.6000	1.5000	2.0000	3.5000	4.3333	5.6666	6.3333	4.3000	5.6000	6.3000	6.0000	7.5000	8.0000	4.0000	5.3000	6.0000	4.3000	5.0000	6.3000	5.0000	6.3000	7.0000	2.5000	3.5000	4.5000	4.7000	5.8000	6.7000
D3	3.6000	5.0000	5.6000	2.5000	3.5000	4.5000	5.0000	5.6000	7.0000	3.6667	5.0000	5.6667	6.5000	7.5000	8.5000	3.0000	4.3000	5.0000	3.6000	5.0000	5.6000	4.6000	6.0000	6.6000	2.0000	3.3000	4.0000	4.5000	5.8000	6.5000
D4	3.0000	4.3000	5.0000	2.0000	3.3000	4.0000	5.6000	6.3000	7.6000	3.0000	4.3000	5.0000	6.5000	7.0000	8.5000	4.3000	5.6000	6.3000	3.0000	4.3000	5.0000	4.3000	5.3000	6.3000	3.5000	4.5000	5.5000	4.5000	5.6000	6.5000
D5	5.0000	5.6000	7.0000	3.5000	4.5000	5.5000	3.0000	4.3000	5.0000	5.0000	5.6000	7.0000	6.0000	7.0000	8.0000	3.6000	5.0000	5.6000	3.6000	4.3000	5.6000	5.0000	5.6000	7.0000	2.0000	3.0000	4.0000	4.7000	5.6000	6.7000
D6	4.3000	5.6000	6.3000	2.0000	3.0000	4.0000	4.3333	5.0000	6.3333	3.0000	4.3000	5.0000	7.0000	8.0000	9.0000	3.0000	4.3000	5.0000	4.3000	5.6000	6.3000	5.6000	6.6000	7.6000	2.5000	3.0000	4.5000	5.2000	6.3000	7.2000
D7	4.3333	5.0000	6.3333	1.5000	2.5000	3.5000	4.3333	5.0000	6.3333	3.6667	5.0000	5.6667	6.5000	8.0000	8.5000	3.6667	5.0000	5.6667	3.6667	4.3333	5.6667	4.0000	5.3333	6.0000	2.5000	3.0000	4.5000	4.1111	5.4444	6.1111
D8	5.6000	6.3000	7.6000	1.5000	2.0000	3.5000	4.3333	5.6666	6.3333	4.3000	5.6000	6.3000	6.0000	7.5000	8.0000	4.0000	5.3000	6.0000	4.3000	5.0000	6.3000	5.0000	6.3000	7.0000	2.5000	3.5000	4.5000	4.7000	5.8000	6.7000
D9	3.6000	5.0000	5.6000	2.5000	3.5000	4.5000	5.0000	5.6000	7.0000	3.6667	5.0000	5.6667	6.5000	7.5000	8.5000	3.0000	4.3000	5.0000	3.6000	5.0000	5.6000	4.6000	6.0000	6.6000	2.0000	3.3000	4.0000	4.5000	5.8000	6.5000
D10	3.0000	4.3000	5.0000	2.0000	3.3000	4.0000	5.6000	6.3000	7.6000	3.0000	4.3000	5.0000	6.5000	7.0000	8.5000	4.3000	5.6000	6.3000	3.0000	4.3000	5.0000	4.3000	5.3000	6.3000	3.5000	4.5000	5.5000	4.5000	5.6000	6.5000
D11	5.0000	5.6000	7.0000	3.5000	4.5000	5.5000	3.0000	4.3000	5.0000	5.0000	5.6000	7.0000	6.0000	7.0000	8.0000	3.6000	5.0000	5.6000	3.6000	4.3000	5.6000	5.0000	5.6000	7.0000	2.0000	3.0000	4.0000	4.7000	5.6000	6.7000
D12	4.3000	5.6000	6.3000	2.0000	3.0000	4.0000	4.3333	5.0000	6.3333	3.0000	4.3000	5.0000	7.0000	8.0000	9.0000	3.0000	4.3000	5.0000	4.3000	5.6000	6.3000	5.6000	6.6000	7.6000	2.5000	3.0000	4.5000	5.2000	6.3000	7.2000
AVERAGE	4.3056	5.3000	6.3056	2.1667	3.1333	4.1667	4.4333	5.3111	6.4333	3.7722	4.9667	5.7722	6.4167	7.5000	8.4167	3.5944	4.9167	5.5944	3.7444	4.7556	5.7444	4.7500	5.8556	6.7500	2.5000	3.3833	4.5000	4.6185	5.7574	6.6185

حال به ارائه ماتریس توسعه یافته اولیه طبق فرمول ۷ که در فصل سوم ارائه گردید، پرداخته شده است که در جدول ۳-۴ آورده شده است.

جدول ۴-۳. ماتریس توسعه یافته اولیه

شركت	c1			c2			c3			c4			c5			c6			c7			c8			c9			c10		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
AI	1.5000	2.0000	3.5000	1.5000	2.5000	3.5000	1.7000	2.7000	3.7000	1.0000	3.0000	3.0000	2.0000	3.0000	4.0000	1.5000	2.0000	3.5000	1.7000	2.7000	3.7000	1.0000	3.0000	3.0000	1.8000	2.7000	3.8000	2.1000	3.1000	4.1000
A1	4.3056	5.3000	6.3056	2.1667	3.1333	4.1667	4.4333	5.3111	6.4333	3.7722	4.9667	5.7722	6.4167	7.5000	8.4167	3.5944	4.9167	5.5944	3.7444	4.7556	5.7444	4.7500	5.8556	6.7500	2.5000	3.3833	4.5000	4.6185	5.7574	6.6185
A2	7.0000	7.0000	9.0000	5.6000	6.6000	7.6000	6.0000	7.5000	8.0000	6.5000	7.5000	8.5000	5.6000	6.3000	7.6000	6.4000	7.5000	8.4000	5.2000	6.3000	7.2000	6.0000	7.0000	8.0000	6.0000	7.5000	8.0000	6.5000	8.0000	8.5000
A3	6.5000	7.5000	8.5000	4.7000	5.8000	6.7000	5.2000	6.3000	7.2000	5.0000	7.0000	7.0000	6.5000	7.5000	8.5000	6.0000	7.5000	8.0000	5.6000	6.6000	7.6000	5.0000	6.3000	7.0000	6.5000	8.0000	8.5000	6.4000	7.5000	8.4000
A4	6.4000	7.5000	8.4000	5.0000	5.6000	7.0000	5.2000	6.3000	2.0000	5.0000	5.6000	7.0000	6.0000	7.0000	8.0000	5.6000	6.3000	7.6000	5.2000	6.3000	7.2000	6.3000	7.5000	8.3000	5.6000	6.6000	7.6000	6.0000	7.5000	8.0000
A5	7.0000	8.0000	9.0000	5.0000	5.6000	7.0000	6.0000	7.5000	8.0000	6.4000	7.5000	8.4000	5.2000	6.3000	7.2000	5.6000	6.6000	7.6000	5.0000	5.6000	7.0000	6.0000	7.0000	8.0000	5.0000	7.0000	7.0000	6.5000	7.5000	8.5000
A6	6.0000	7.0000	8.0000	4.6000	5.7000	6.6000	5.2000	6.3000	7.2000	6.0000	7.5000	8.0000	6.7000	7.8000	8.7000	5.2000	6.3000	7.2000	5.6000	6.3000	7.6000	6.0000	7.5000	8.0000	6.3000	7.5000	8.3000	6.4000	7.5000	8.4000
A7	6.3000	7.5000	8.3000	6.4000	7.5000	8.4000	6.5000	8.0000	8.5000	6.0000	7.0000	8.0000	6.0000	7.5000	8.0000	5.6000	6.6000	7.6000	5.0000	7.0000	7.0000	5.0000	5.6000	7.0000	5.2000	6.3000	7.2000	7.0000	9.0000	9.0000
A8	6.7000	7.8000	8.7000	6.5000	8.0000	8.5000	5.0000	5.6000	7.0000	5.6000	6.6000	7.6000	6.0000	7.0000	8.0000	6.0000	7.5000	8.0000	6.4000	7.5000	8.4000	5.6000	6.6000	7.6000	6.3000	7.5000	8.3000	6.6000	7.6000	8.6000
A9	6.6000	7.6000	8.6000	4.6000	6.0000	6.6000	5.6000	6.6000	7.6000	6.3000	7.5000	8.3000	5.2000	6.3000	7.2000	5.0000	5.0000	7.0000	6.7000	7.8000	8.7000	6.0000	7.5000	8.0000	4.7000	5.8000	6.7000	6.3000	7.5000	8.3000
A10	6.4000	7.5000	8.4000	5.2000	6.3000	7.2000	5.6000	6.3000	7.6000	6.0000	7.0000	8.0000	6.5000	7.5000	8.5000	6.4000	7.5000	8.4000	6.0000	7.5000	8.0000	5.0000	6.3000	7.0000	4.6000	5.7000	6.6000	6.6000	7.6000	8.6000
A11	6.5000	7.5000	8.5000	5.0000	5.6000	7.0000	6.5000	8.0000	8.5000	6.5000	7.5000	8.5000	6.4000	7.5000	8.4000	6.0000	7.5000	8.0000	6.4000	7.5000	8.4000	6.3000	7.5000	8.3000	5.0000	6.3000	7.0000	6.0000	7.0000	8.0000
A12	5.2000	6.3000	7.2000	3.0000	3.0000	5.0000	3.5000	4.9000	5.5000	3.7000	4.7000	5.7000	4.3000	5.0000	6.3000	5.0000	5.0000	7.0000	6.5000	8.0000	8.5000	2.5000	3.4000	4.5000	4.3000	5.0000	6.3000	3.6000	4.3000	5.6000
A13	3.6000	4.3000	5.6000	3.5000	4.5000	5.5000	4.3000	5.6000	6.3000	3.6000	4.3000	5.6000	2.5000	3.0000	4.5000	4.0000	5.3000	6.0000	2.5000	3.4000	4.5000	4.3000	5.6000	6.3000	5.0000	7.0000	7.0000	5.0000	5.6000	7.0000
A14	5.0000	7.0000	7.0000	3.7000	4.7000	5.7000	4.1000	5.4000	6.1000	5.0000	5.6000	7.0000	5.0000	7.0000	7.0000	2.5000	3.4000	4.5000	5.2000	6.3000	7.2000	3.5000	4.9000	5.5000	3.0000	4.3000	5.0000	6.4000	7.5000	8.4000
A15	4.6000	5.7000	6.6000	2.5000	3.0000	4.5000	3.6000	4.3000	5.6000	5.0000	5.0000	7.0000	6.0000	7.5000	8.0000	3.0000	4.3000	5.0000	5.0000	5.6000	7.0000	4.7000	5.8000	6.7000	1.8000	2.7000	3.8000	2.5000	3.0000	4.5000
A16	4.7000	5.8000	6.7000	4.0000	5.3000	6.0000	4.3000	5.0000	6.3000	2.5000	3.4000	4.5000	4.1000	5.4000	6.1000	4.6000	5.7000	6.6000	4.7000	5.6000	6.7000	5.6000	6.6000	7.6000	5.2000	6.3000	7.2000	4.7000	5.8000	6.7000
A17	5.0000	5.6000	7.0000	4.1000	5.4000	6.1000	4.4000	5.3000	6.4000	3.5000	4.5000	5.5000	5.0000	6.3000	7.0000	6.4000	7.5000	8.4000	3.6000	4.3000	5.6000	5.6000	6.3000	7.6000	3.0000	3.0000	5.0000	6.0000	7.5000	8.0000
A18	3.6000	5.0000	5.6000	3.7000	4.9000	5.7000	4.6000	5.7000	6.6000	2.1000	3.1000	4.1000	3.6000	4.3000	5.6000	3.7000	4.7000	5.7000	6.0000	7.5000	8.0000	5.0000	5.0000	7.0000	2.0000	3.0000	4.0000	4.5000	5.6000	6.5000
A19	3.0000	4.3000	5.0000	3.6000	4.3000	5.6000	4.4000	5.3000	6.4000	4.0000	5.3000	6.0000	6.0000	7.5000	8.0000	3.6000	4.3000	5.6000	2.1000	3.1000	4.1000	6.0000	7.0000	8.0000	4.6000	6.0000	6.6000	3.7000	4.7000	5.7000
A20	2.5000	3.4000	4.5000	4.5000	5.6000	6.5000	4.6000	5.7000	6.6000	5.0000	7.0000	7.0000	6.0000	7.0000	8.0000	4.7000	5.8000	6.7000	4.4000	5.3000	6.4000	3.0000	4.3000	5.0000	4.1000	5.4000	6.1000	5.2000	6.3000	7.2000
A21	3.5000	4.9000	5.5000	5.2000	6.3000	7.2000	5.6000	6.3000	7.6000	5.0000	5.6000	7.0000	4.6000	5.7000	6.6000	3.0000	3.0000	5.0000	4.3000	5.6000	6.3000	4.0000	5.3000	6.0000	4.7000	5.8000	6.7000	4.3000	5.0000	6.3000
A22	3.0000	5.0000	5.0000	4.7000	5.6000	6.7000	5.2000	6.3000	7.2000	4.3000	5.3000	6.3000	2.0000	3.0000	4.0000	3.7000	4.9000	5.7000	5.6000	6.3000	7.6000	4.3000	5.3000	6.3000	4.3000	5.0000	6.3000	2.5000	3.5000	4.5000
A23	4.6000	6.0000	6.6000	4.1000	5.4000	6.1000	5.0000	5.6000	7.0000	2.1000	3.1000	4.1000	4.0000	5.3000	6.0000	2.5000	3.0000	4.5000	4.7000	5.8000	6.7000	3.7000	4.7000	5.7000	4.5000	5.5000	6.5000	4.3000	5.0000	6.3000
A24	5.6000	6.6000	7.6000	4.3000	5.3000	6.3000	4.0000	5.3000	6.0000	4.3000	5.0000	6.3000	6.4000	7.5000	8.4000	2.5000	3.0000	4.5000	3.0000	3.0000	5.0000	1.5000	2.0000	3.5000	4.0000	5.3000	6.0000	4.0000	5.3000	6.0000
A25	3.5000	4.5000	5.5000	2.0000	3.0000	4.0000	6.0000	7.5000	8.0000	3.0000	3.0000	5.0000	3.7000	4.7000	5.7000	3.7000	4.9000	5.7000	4.0000	5.3000	6.0000	4.6000	6.0000	6.6000	3.0000	4.3000	5.0000	4.7000	5.8000	6.7000
A26	3.5000	4.5000	5.5000	3.6000	4.3000	5.6000	4.7000	5.6000	6.7000	4.5000	5.6000	6.5000	5.0000	5.0000	7.0000	5.0000	5.6000	7.0000	4.1000	5.4000	6.1000	2.0000	3.0000	4.0000	4.3000	5.3000	6.3000	4.6000	6.0000	6.6000
A27	2.0000	3.0000	4.0000	3.5000	4.9000	5.5000	3.6000	4.3000	5.6000	5.2000	6.3000	7.2000	3.7000	4.7000	5.7000	4.6000	5.7000	6.6000	4.3000	5.0000	6.3000	3.6000	4.3000	5.6000	4.4000	5.3000	6.4000	4.3000	5.3000	6.3000
A28	3.7000	4.9000	5.7000	3.0000	5.0000	5.0000	4.3000	5.0000	6.3000	3.0000	5.0000	5.0000	3.5000	4.9000	5.5000	5.6000	6.3000	7.6000	5.0000	5.6000	7.0000	5.6000	6.6000	7.6000	2.6000	3.4000	4.6000	5.0000	5.6000	7.0000
A29	5.6000	6.3000	7.6000	5.6000	6.6000	7.6000	6.5000	7.5000	8.5000	4.4000	5.3000	6.4000	5.6000	6.6000	7.6000	3.0000	3.0000	5.0000	6.4000	7.5000	8.4000	5.2000	6.3000	7.2000	3.5000	4.5000	5.5			

پس از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری اولیه فازی، تعیین اهمیت پارامترهای ورودی، یعنی مقادیر آن‌ها ضروری است. برای این منظور، روش فازی PIPRECIA توسعه‌یافته اعمال شد.

۴_۳_۲. محاسبه وزن معیارها با استفاده از روش PIPRECIA-E (توسعه یافته)

۴_۳_۱. ارزیابی ماتریس $\bar{S}_j$ و $\bar{S}_j'$

برای ارائه ماتریس S_j ابتدا لازم است به عنوان نمونه نحوه محاسبه مقادیر هریک از معیارها با روش PIPRECIA فازی و PIPRECIA معکوس فازی ارائه شود. برای این منظور در جدول ۴-۴ و ۴-۵ که مرتبط با نظر تصمیم‌گیرنده اول است، نحوه محاسبه معیارها به این صورت که برای مقادیر هر معیار از میانگین هندسی زیرمعیارهای آن محاسبه گردیده است که جدول ۴-۴ برای روش PIPRECIA فازی و جدول ۴-۵ برای روش PIPRECIA-I ارائه شده است.

جدول ۴-۴. ارزیابی مقادیر معیار ها توسط تصمیم گیرنده اول (D1) روش PIPRECIA فازی

زومعيار	C1			C2			C3			C4			C5			C6			C7			C8			C9			C10		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
CI-1				1.0000	1.0000	1.0500	1.0000	1.0000	1.0500	1.1000	1.1500	1.2000	0.5000	0.6670	1.0000	0.5000	0.6670	1.0000	1.3000	1.4500	1.5000	0.4000	0.5000	0.6670	0.3330	0.4000	0.5000	1.3000	1.4500	1.5000
CI-2				0.6670	1.0000	1.0000	0.4000	0.5000	0.6670	1.3000	1.4500	1.5000	1.5000	1.7500	1.8000	1.1000	1.1500	1.2000	0.5000	0.6670	1.0000	1.4000	1.6000	1.6500	1.0000	1.0000	1.0500	1.4000	1.6000	1.6500
CI-3				1.4000	1.6000	1.6500	1.2000	1.3000	1.3500	1.4000	1.6000	1.6500	1.4000	1.6000	1.6500	1.3000	1.4500	1.5000	1.3000	1.4500	1.5000	0.5000	0.6670	1.0000	0.2860	0.3330	0.4000	0.4000	0.5000	0.6670
CI-4				0.5000	0.6670	1.0000							1.3000	1.4500	1.5000	0.5000	0.6670	1.0000				1.0000	1.0000	1.0500	1.5000	1.7500	1.8000	1.4000	1.6000	1.6500
CI-5																0.6670	1.0000	1.0000				0.5000	0.6670	1.0000				0.4000	0.5000	0.6670
CI-6																1.1000	1.1500	1.2000				1.3000	1.4500	1.5000				1.3000	1.4500	1.5000
CI-7																												1.4000	1.6000	1.6500
CI-8																												0.6670	1.0000	1.0000
CI-9																												1.4000	1.6000	1.6500
MG				0.8266	1.0164	1.1473	0.7830	0.8662	0.9815	1.2603	1.3870	1.4374	1.0809	1.2828	1.4528	0.8001	0.9739	1.1370	0.9454	1.1193	1.3104	0.7528	0.8956	1.0960	0.6148	0.6948	0.7841	0.9600	1.1473	1.2494

جدول ۴-۵. ارزیابی مقادیر معیار ها توسط تصمیم گیرنده اول (D1) روش PIPRICIA-I

زومعيار	c10			c9			c8			c7			c6			c5			c4			c3			c2			c1		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
CI-1				1.0000	1.0000	1.0500	0.5000	0.6670	1.0000	1.1000	1.1500	1.2000	0.3330	0.4000	0.5000	0.4000	0.5000	0.6670	1.3000	1.4500	1.5000	0.4000	0.5000	0.6670	0.3330	0.4000	0.5000	1.1000	1.1500	1.2000
CI-2				1.2000	1.3000	1.3500	1.3000	1.4500	1.5000	1.4000	1.6000	1.6500	1.3000	1.4500	1.5000	1.3000	1.4500	1.5000	1.4000	1.6000	1.6500	1.0000	1.0000	1.0500	1.0000	1.0000	1.0500	1.4000	1.6000	1.6500
CI-3				1.3000	1.4500	1.5000	1.2000	1.3000	1.3500	1.4000	1.6000	1.6500	1.5000	1.7500	1.8000	1.2000	1.3000	1.3500	1.3000	1.4500	1.5000	1.3000	1.4500	1.5000	1.1000	1.1500	1.2000	1.6000	1.9000	1.9500
CI-4				1.4000	1.6000	1.6500	1.1000	1.1500	1.2000				1.0000	1.0000	1.0500	1.5000	1.7500	1.8000							0.4000	0.5000	0.6670			
CI-5							1.5000	1.7500	1.8000				1.1000	1.1500	1.2000															
CI-6							1.4000	1.6000	1.6500				0.4000	0.5000	0.6670															
CI-7																														
CI-8																														
CI-9																														
MG				1.2157	1.3178	1.3686	1.1031	1.2625	1.3901	1.2919	1.4332	1.4838	0.8116	0.9142	1.0213	0.9836	1.1333	1.2487	1.3325	1.4984	1.5484	0.8041	0.8984	1.0166	0.6187	0.6925	0.8051	1.3507	1.5177	1.5688

حال لازم است نتایج محاسبه مقادیر هر معیار توسط تصمیم گیرندگان ارائه شود که مجدداً به عنوان نمونه، مقادیر ارائه شده توسط دوازده تصمیم گیرنده برای روش PIPRECIA-I فاز ۴-۶ و برای روش PIPRECIA-I فاز ۴-۷ آمده است. که برای بدست آوردن مقادیر هریک معیار ها میانگین هندسی نظرات تصمیم گیرندگان محاسبه گردیده است.

جدول ۴-۶. مقادیر معیار ها توسط تصمیم گیرندگان برای روش PIPRECIA-I فاز ۴-۶

فردان تصمیم	s _j																													
	c ₁			c ₂			c ₃			c ₄			c ₅			c ₆			c ₇			c ₈			c ₉			c ₁₀		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
D1				0.8266	1.0164	1.1473	0.7830	0.8662	0.9815	1.2603	1.3870	1.4374	1.0809	1.2828	1.4528	0.8001	0.9739	1.1370	0.9454	1.1193	1.3104	0.7528	0.8956	1.0960	0.6148	0.6948	0.7841	0.9600	1.1473	1.2494
D2				1.0000	1.0000	1.0500	1.2000	1.3000	1.3500	0.4000	0.5000	0.6670	0.8260	1.0160	1.1470	0.7520	0.8950	1.0950	0.2500	0.2860	0.3330	1.1000	1.1500	1.2000	0.8040	0.8980	1.0160	1.6000	1.9000	1.9500
D3				0.4000	0.5000	0.6670	0.9830	1.1330	1.2480	1.0000	1.0000	1.0500	0.3330	0.4000	0.5000	0.9450	1.1190	1.3100	1.2150	1.3170	1.3680	0.8000	0.9730	1.1360	0.8260	1.0160	1.1470	1.1000	1.1500	1.2000
D4				0.6140	0.6940	0.7840	0.9450	1.1190	1.3100	1.2000	1.3000	1.3500	0.6140	0.6940	0.7840	1.3320	1.4980	1.5480	0.9450	1.1190	1.3100	1.2000	1.3000	1.3500	0.9830	1.1330	1.2480	1.1030	1.2620	1.3900
D5				1.0800	1.2820	1.4520	0.7820	0.8660	0.9810	0.9450	1.1190	1.3100	1.1000	1.1500	1.2000	1.3000	1.4500	1.5000	1.2600	1.3860	1.4370	0.6140	0.6940	0.7840	1.0800	1.2820	1.4520	0.9830	1.1330	1.2480
D6				0.6670	1.0000	1.0000	1.1000	1.1500	1.2000	0.7820	0.8660	0.9810	0.6140	0.6940	0.7840	1.1030	1.2620	1.3900	1.3000	1.4500	1.5000	1.1030	1.2620	1.3900	0.9450	1.1190	1.3100	1.2000	1.3000	1.3500
D7				0.8260	1.0160	1.1470	0.7820	0.8660	0.9810	1.2600	1.3860	1.4370	1.0800	1.2820	1.4520	0.8000	0.9730	1.1360	0.9450	1.1190	1.3100	0.7520	0.8950	1.0960	0.6140	0.6940	0.7840	0.9600	1.1470	1.2490
D8				1.0000	1.0000	1.0500	1.2000	1.3000	1.3500	0.4000	0.5000	0.6670	0.8260	1.0160	1.1470	0.7520	0.8950	1.0950	0.2500	0.2860	0.3330	1.1000	1.1500	1.2000	0.8040	0.8980	1.0160	1.6000	1.9000	1.9500
D9				0.4000	0.5000	0.6670	0.9830	1.1330	1.2480	1.0000	1.0000	1.0500	0.3330	0.4000	0.5000	0.9450	1.1190	1.3100	1.2150	1.3170	1.3680	0.8000	0.9730	1.1360	0.8260	1.0160	1.1470	1.1000	1.1500	1.2000
D10				0.6140	0.6940	0.7840	0.9450	1.1190	1.3100	1.2000	1.3000	1.3500	0.6140	0.6940	0.7840	1.3320	1.4980	1.5480	0.9450	1.1190	1.3100	1.2000	1.3000	1.3500	0.9830	1.1330	1.2480	1.1030	1.2620	1.3900
D11				1.0800	1.2820	1.4520	0.7820	0.8660	0.9810	0.9450	1.1190	1.3100	1.1000	1.1500	1.2000	1.3000	1.4500	1.5000	1.2600	1.3860	1.4370	0.6140	0.6940	0.7840	1.0800	1.2820	1.4520	0.9830	1.1330	1.2480
D12				0.6670	1.0000	1.0000	1.1000	1.1500	1.2000	0.7820	0.8660	0.9810	0.6140	0.6940	0.7840	1.1030	1.2620	1.3900	1.3000	1.4500	1.5000	1.1030	1.2620	1.3900	0.9450	1.1190	1.3100	1.2000	1.3000	1.3500
MG				0.7258	0.8761	0.9852	0.9533	1.0604	1.1688	0.8744	0.9777	1.0974	0.7054	0.8130	0.9220	1.0138	1.1780	1.3188	0.8736	0.9911	1.0909	0.9019	1.0222	1.1403	0.8617	1.0049	1.1377	1.1403	1.2924	1.3780

جدول ۴-۷. مقادیر معیار ها توسط تصمیم گیرندگان برای روش PIPRECIA-I فاز۱

گوناگون تصمیم	s _j																													
	c10			c9			c8			v7			c6			c5			c4			c3			c2			c1		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
D1				1.2157	1.3178	1.3686	1.1031	1.2625	1.3901	1.2919	1.4332	1.4838	0.8116	0.9142	1.0213	0.9836	1.1333	1.2487	1.3325	1.4984	1.5484	0.8041	0.8984	1.0166	0.6187	0.6925	0.8051	1.3507	1.5177	1.5688
D2				1.1000	1.1500	1.2000	1.2000	1.3000	1.3500	0.6140	0.6940	0.7840	0.9450	1.1190	1.3100	0.6180	0.6920	0.8050	0.7820	0.8660	0.9810	0.8110	0.9140	1.0210	0.9830	1.1330	1.2480	0.8000	0.9730	1.1360
D3				0.9830	1.1330	1.2480	1.1030	1.2620	1.3900	1.0800	1.2820	1.4520	0.2500	0.2860	0.3330	1.2150	1.3170	1.3680	0.9450	1.1190	1.3100	0.7820	0.8660	0.9810	0.6180	0.6920	0.8050	1.1030	1.2620	1.3900
D4				0.9830	1.1330	1.2480	0.4000	0.5000	0.6670	0.8040	0.8980	1.0160	1.1000	1.1500	1.2000	1.0800	1.2820	1.4520	0.8110	0.9140	1.0210	0.6140	0.6940	0.7840	1.2000	1.3000	1.3500	0.8260	1.0160	1.1470
D5				0.6140	0.6940	0.7840	0.7820	0.8660	0.9810	0.2500	0.2860	0.3330	0.8000	0.9730	1.1360	0.3330	0.4000	0.5000	0.6180	0.6920	0.8050	0.9830	1.1330	1.2480	0.8260	1.0160	1.1470	0.9450	1.1190	1.3100
D6				0.8000	0.9730	1.1360	0.7520	0.8950	1.0960	1.2000	1.3000	1.3500	0.9450	1.1190	1.3100	0.6140	0.6940	0.7840	0.8260	1.0160	1.1470	1.1000	1.1500	1.2000	0.7820	0.8660	0.9810	1.3320	1.4980	1.5480
D7				1.2150	1.3170	1.3680	1.1030	1.2620	1.3900	1.2910	1.4330	1.4830	0.8110	0.9140	1.0210	0.9830	1.1330	1.2480	1.3320	1.4980	1.5480	0.8040	0.8980	1.0160	0.6180	0.6920	0.8050	1.3500	1.5170	1.5680
D8				1.1000	1.1500	1.2000	1.2000	1.3000	1.3500	0.6140	0.6940	0.7840	0.9450	1.1190	1.3100	0.6180	0.6920	0.8050	0.7820	0.8660	0.9810	0.8110	0.9140	1.0210	0.9830	1.1330	1.2480	0.8000	0.9730	1.1360
D9				0.9830	1.1330	1.2480	1.1030	1.2620	1.3900	1.0800	1.2820	1.4520	0.2500	0.2860	0.3330	1.2150	1.3170	1.3680	0.9450	1.1190	1.3100	0.7820	0.8660	0.9810	0.6180	0.6920	0.8050	1.1030	1.2620	1.3900
D10				0.9830	1.1330	1.2480	0.4000	0.5000	0.6670	0.8040	0.8980	1.0160	1.1000	1.1500	1.2000	1.0800	1.2820	1.4520	0.8110	0.9140	1.0210	0.6140	0.6940	0.7840	1.2000	1.3000	1.3500	0.8260	1.0160	1.1470
D11				0.6140	0.6940	0.7840	0.7820	0.8660	0.9810	0.2500	0.2860	0.3330	0.8000	0.9730	1.1360	0.3330	0.4000	0.5000	0.6180	0.6920	0.8050	0.9830	1.1330	1.2480	0.8260	1.0160	1.1470	0.9450	1.1190	1.3100
D12				0.8000	0.9730	1.1360	0.7520	0.8950	1.0960	1.2000	1.3000	1.3500	0.9450	1.1190	1.3100	0.6140	0.6940	0.7840	0.8260	1.0160	1.1470	1.1000	1.1500	1.2000	0.7820	0.8660	0.9810	1.3320	1.4980	1.5480
MG				0.9270	1.0465	1.1471	0.8368	0.9640	1.1100	0.7689	0.8673	0.9577	0.7364	0.8459	0.9626	0.7392	0.8464	0.9600	0.8611	0.9885	1.1105	0.8349	0.9290	1.0302	0.8142	0.9237	1.0349	1.0364	1.2123	1.3389

ماتریس $\overline{S_j}$ (نتایج ارزیابی میانگین هندسی دوازده تصمیم گیرنده PIPRECIA فاز۱) مطابق با فرمول ۲۱ با شروع از معیار دوم، اهمیت نسبی معیار j نسبت به

معیار 1- j ارزیابی می گردد و این کار را برای هر معیار خاص به شکل زیر صورت گرفته است.

$$\overline{s_2} = (0.726, 0.876, 0.985)$$

$$\overline{s_3} = (0.953, 1.060, 1.169)$$

$$\overline{s_4} = (0.874, 0.978, 1.097)$$

$$\overline{s_5} = (0.705, 0.813, 0.922)$$

$$\overline{s_6} = (1.014, 1.178, 1.319)$$

$$\overline{s_7} = (0.874, 0.991, 1.091)$$

$$\overline{s_8} = (0.902, 1.022, 1.140)$$

$$\overline{s_9} = (0.862, 1.005, 1.138)$$

$$\overline{s_{10}} = (1.140, 1.292, 1.378)$$

۴_۳_۲_۱. محاسبه ضریب $\bar{K}_j$

ضریب $\bar{K}_j$ مطابق با فرمول (۲۲) به صورت زیر بدست می آید.

$$\begin{aligned}\bar{K}_1 &= (1.000, 1.000, 1.000) \\ \bar{K}_2 &= (2-0.985, 2-0.876, 2-0.726) = (1.015, 1.124, 1.274) \\ \bar{K}_3 &= (2-1.169, 2-1.060, 2-0.953) = (0.831, 0.940, 1.047) \\ \bar{K}_4 &= (2-1.097, 2-0.978, 2-0.874) = (0.903, 1.022, 1.126) \\ \bar{K}_5 &= (2-0.922, 2-0.813, 2-0.705) = (1.078, 1.187, 1.295) \\ \bar{K}_6 &= (2-1.319, 2-1.178, 2-1.014) = (0.681, 0.822, 0.986) \\ \bar{K}_7 &= (2-1.091, 2-0.991, 2-0.874) = (0.909, 1.009, 1.126) \\ \bar{K}_8 &= (2-1.140, 2-1.022, 2-0.902) = (0.860, 0.978, 1.098) \\ \bar{K}_9 &= (2-1.138, 2-1.005, 2-0.862) = (0.862, 0.995, 1.138) \\ \bar{K}_{10} &= (2-1.378, 2-1.292, 2-1.140) = (0.622, 0.708, 0.860)\end{aligned}$$

۴_۳_۲_۳. محاسبه وزن $\bar{q}_j$

وزن $\bar{q}_j$ مطابق با فرمول (۲۳) می باشد که به صورت زیر بدست می آید.

$$\begin{aligned}\bar{q}_1 &= (1.000, 1.000, 1.000) \\ \bar{q}_2 &= \left(\frac{1.000}{1.274}, \frac{1.000}{1.124}, \frac{1.000}{1.015} \right) = (0.785, 0.890, 0.985) \\ \bar{q}_3 &= \left(\frac{0.784}{1.047}, \frac{0.889}{0.940}, \frac{0.985}{0.831} \right) = (0.750, 0.947, 1.186) \\ \bar{q}_4 &= \left(\frac{0.736}{1.126}, \frac{0.945}{1.022}, \frac{1.183}{0.903} \right) = (0.666, 0.926, 1.313) \\ \bar{q}_5 &= \left(\frac{0.653}{1.295}, \frac{0.923}{1.187}, \frac{1.310}{1.078} \right) = (0.514, 0.780, 1.218) \\ \bar{q}_6 &= \left(\frac{0.504}{0.986}, \frac{0.776}{0.822}, \frac{1.214}{0.681} \right) = (0.522, 0.949, 1.789) \\ \bar{q}_7 &= \left(\frac{0.510}{1.126}, \frac{0.942}{1.009}, \frac{1.780}{0.909} \right) = (0.463, 0.941, 1.968) \\ \bar{q}_8 &= \left(\frac{0.452}{1.098}, \frac{0.933}{0.978}, \frac{1.956}{0.860} \right) = (0.422, 0.962, 2.289) \\ \bar{q}_9 &= \left(\frac{0.411}{1.138}, \frac{0.953}{0.995}, \frac{2.274}{0.862} \right) = (0.370, 0.967, 2.654) \\ \bar{q}_{10} &= \left(\frac{0.360}{0.860}, \frac{0.956}{0.708}, \frac{2.634}{0.622} \right) = (0.431, 1.366, 4.267)\end{aligned}$$

۴_۳_۴. محاسبه وزن های نسبی معیارهای ارزیابی $\bar{W}_j$

وزن های نسبی معیارهای ارزیابی $\bar{W}_j$ مطابق با فرمول (۲۴) بدست می آید.

$$\bar{W}_1 = \left(\frac{1.000}{18.669}, \frac{1.000}{9.729}, \frac{1.000}{5.923} \right) = (0.053, 0.103, 0.168)$$

$$\bar{W}_2 = \left(\frac{0.785}{18.669}, \frac{0.890}{9.729}, \frac{0.985}{5.923} \right) = (0.042, 0.091, 0.166)$$

$$\bar{W}_3 = \left(\frac{0.750}{18.669}, \frac{0.947}{9.729}, \frac{1.186}{5.923} \right) = (0.040, 0.097, 0.200)$$

$$\bar{W}_4 = \left(\frac{0.666}{18.669}, \frac{0.926}{9.729}, \frac{1.313}{5.923} \right) = (0.035, 0.095, 0.221)$$

$$\bar{W}_5 = \left(\frac{0.514}{18.669}, \frac{0.780}{9.729}, \frac{1.218}{5.923} \right) = (0.027, 0.080, 0.205)$$

$$\bar{W}_6 = \left(\frac{0.522}{18.669}, \frac{0.949}{9.729}, \frac{1.789}{5.923} \right) = (0.027, 0.097, 0.301)$$

$$\bar{W}_7 = \left(\frac{0.463}{18.669}, \frac{0.941}{9.729}, \frac{1.968}{5.923} \right) = (0.024, 0.096, 0.332)$$

$$\bar{W}_8 = \left(\frac{0.422}{18.669}, \frac{0.962}{9.729}, \frac{2.289}{5.923} \right) = (0.022, 0.098, 0.386)$$

$$\bar{W}_9 = \left(\frac{0.370}{18.669}, \frac{0.967}{9.729}, \frac{2.654}{5.923} \right) = (0.019, 0.099, 0.447)$$

$$\bar{W}_{10} = \left(\frac{0.431}{18.669}, \frac{1.366}{9.729}, \frac{4.267}{5.923} \right) = (0.023, 0.140, 0.720)$$

جدول ۴-۸. مقادیر مرتبط با وزن روش PIPRECIA فازی

PIPRECIA	Sj	Kj	qj	wj	df
C1		1.000, 1.000, 1.000	1.000, 1.000, 1.000	0.053, 0.103, 0.168	0.105
C2	0.726, 0.876, 0.985	1.015, 1.124, 1.274	0.785, 0.890, 0.985	0.042, 0.091, 0.166	0.095
C3	0.953, 1.060, 1.169	0.831, 0.940, 1.047	0.750, 0.947, 1.186	0.040, 0.097, 0.200	0.105
C4	0.874, 0.978, 1.097	0.903, 1.022, 1.126	0.666, 0.926, 1.313	0.035, 0.095, 0.221	0.106
C5	0.705, 0.813, 0.922	1.078, 1.187, 1.295	0.514, 0.780, 1.218	0.027, 0.080, 0.205	0.092
C6	1.014, 1.178, 1.319	0.681, 0.822, 0.986	0.522, 0.949, 1.789	0.027, 0.097, 0.301	0.119
C7	0.874, 0.991, 1.091	0.909, 1.009, 1.126	0.463, 0.941, 1.968	0.024, 0.096, 0.332	0.123
C8	0.902, 1.022, 1.140	0.860, 0.978, 1.098	0.422, 0.962, 2.289	0.022, 0.098, 0.386	0.133
C9	0.862, 1.005, 1.138	0.862, 0.995, 1.138	0.370, 0.967, 2.654	0.019, 0.099, 0.447	0.144
C10	1.140, 1.292, 1.378	0.622, 0.708, 0.860	0.431, 1.366, 4.267	0.023, 0.140, 0.720	0.217
مجموع			(5.923, 9.729, 18.669)		

با در نظر گرفتن سازگاری های فوق الذکر ، روش محاسباتی رویکرد PIPRECIA معکوس به طور دقیق می تواند به شرح زیر باشد.

ارائه ماتریس $\vec{S}_j$ (نتایج ارزیابی میانگین هندسی دوازده تصمیم گیرنده PIPRECIA فازی معکوس) در جدول ۷-۴ آمد. مطابق با فرمول (۲۵) با شروع از معیار یکی مانده به آخر ، اهمیت نسبی معیار j نسبت به معیار $j+1$ تعیین می گردد.

$$\vec{S}_9 = (0.927, 1.046, 1.147)$$

$$\vec{S}_8 = (0.837, 0.964, 1.110)$$

$$\vec{S}_7 = (0.769, 0.867, 0.958)$$

$$\vec{S}_6 = (0.736, 0.846, 0.963)$$

$$\vec{S}_5 = (0.739, 0.846, 0.960)$$

$$\vec{S}_4 = (0.861, 0.988, 1.110)$$

$$\vec{S}_3 = (0.835, 0.929, 1.030)$$

$$\vec{S}_2 = (0.814, 0.924, 1.035)$$

$$\vec{S}_1 = (1.036, 1.212, 1.339)$$

۴_۳_۲_۵. محاسبه ضریب معکوس $\vec{K}_j$

ضریب معکوس $\vec{K}_j$ طبق فرمول (۲۶) محاسبه می گردد.

$$\vec{K}_{10}' = (1.000, 1.000, 1.000).$$

$$\vec{K}_9' = (2-1.147, 2-1.046, 2-0.927) = (0.853, 0.953, 1.073)$$

$$\vec{K}_8' = (2-1.110, 2-0.964, 2-0.837) = (0.890, 1.036, 1.163)$$

$$\vec{K}_7' = (2-0.958, 2-0.867, 2-0.769) = (1.042, 1.133, 1.231)$$

$$\vec{K}_6' = (2-0.963, 2-0.846, 2-0.736) = (1.037, 1.154, 1.261)$$

$$\vec{K}_5' = (2-0.960, 2-0.846, 2-0.739) = (1.040, 1.154, 1.261)$$

$$\vec{K}_4' = (2-1.110, 2-0.988, 2-0.861) = (0.890, 1.011, 1.139)$$

$$\vec{K}_3' = (2-1.030, 2-0.929, 2-0.835) = (0.970, 1.071, 1.165)$$

$$\vec{K}_2' = (2-1.035, 2-0.924, 2-0.814) = (0.965, 1.076, 1.186)$$

$$\vec{K}_1' = (2-1.339, 2-1.212, 2-1.036) = (0.661, 0.788, 0.964)$$

۴_۳_۶. محاسبه وزن معکوس $\vec{q}_j$

وزن معکوس $\vec{q}_j$ طبق فرمول (۲۷) بدست می آید. که در زیر محاسبه شده است.

$$\begin{aligned}\vec{q}_{10}' &= (1.000, 1.000, 1.000) \\ \vec{q}_9 &= \left(\frac{1.000}{1.073}, \frac{1.000}{0.953}, \frac{1.000}{0.853} \right) = (0.932, 1.049, 1.172) \\ \vec{q}_8 &= \left(\frac{0.932}{1.163}, \frac{1.049}{1.036}, \frac{1.172}{0.890} \right) = (0.801, 1.012, 1.317) \\ \vec{q}_7 &= \left(\frac{0.801}{1.231}, \frac{1.012}{1.133}, \frac{1.317}{1.042} \right) = (0.651, 0.894, 1.264) \\ \vec{q}_6 &= \left(\frac{0.651}{1.261}, \frac{0.894}{1.154}, \frac{1.264}{1.037} \right) = (0.515, 0.774, 1.218) \\ \vec{q}_5 &= \left(\frac{0.515}{1.261}, \frac{0.774}{1.154}, \frac{1.218}{1.040} \right) = (0.408, 0.671, 1.171) \\ \vec{q}_4 &= \left(\frac{0.408}{1.139}, \frac{0.671}{1.011}, \frac{1.171}{0.890} \right) = (0.359, 0.664, 1.317) \\ \vec{q}_3 &= \left(\frac{0.359}{1.165}, \frac{0.664}{1.071}, \frac{1.317}{0.970} \right) = (0.308, 0.620, 1.358) \\ \vec{q}_2 &= \left(\frac{0.308}{1.186}, \frac{0.620}{1.076}, \frac{1.358}{0.965} \right) = (0.260, 0.576, 1.407) \\ \vec{q}_1 &= \left(\frac{0.260}{0.964}, \frac{0.576}{0.788}, \frac{1.407}{0.661} \right) = (0.269, 0.731, 2.129)\end{aligned}$$

۴_۳_۷. محاسبه وزن های نسبی معکوس $\vec{W}_j$

وزن های نسبی معکوس $\vec{W}_j$ معیار های ارزیابی طبق فرمول (۲۸) ارائه شده است.

$$\begin{aligned}\vec{W}_{10}' &= \left(\frac{1.000}{13.355}, \frac{1.000}{7.991}, \frac{1.000}{5.503} \right) = (0.075, 0.125, 0.182) \\ \vec{W}_9 &= \left(\frac{0.932}{13.355}, \frac{1.049}{7.991}, \frac{1.172}{5.503} \right) = (0.070, 0.131, 0.213) \\ \vec{W}_8 &= \left(\frac{0.801}{13.355}, \frac{1.012}{7.991}, \frac{1.317}{5.503} \right) = (0.060, 0.127, 0.239) \\ \vec{W}_7 &= \left(\frac{0.651}{13.355}, \frac{0.894}{7.991}, \frac{1.264}{5.503} \right) = (0.049, 0.112, 0.230) \\ \vec{W}_6 &= \left(\frac{0.515}{13.355}, \frac{0.774}{7.991}, \frac{1.218}{5.503} \right) = (0.039, 0.097, 0.221) \\ \vec{W}_5 &= \left(\frac{0.408}{13.355}, \frac{0.671}{7.991}, \frac{1.171}{5.503} \right) = (0.031, 0.084, 0.213) \\ \vec{W}_4 &= \left(\frac{0.359}{13.355}, \frac{0.664}{7.991}, \frac{1.317}{5.503} \right) = (0.027, 0.083, 0.239) \\ \vec{W}_3 &= \left(\frac{0.308}{13.355}, \frac{0.620}{7.991}, \frac{1.358}{5.503} \right) = (0.023, 0.078, 0.247) \\ \vec{W}_2 &= \left(\frac{0.260}{13.355}, \frac{0.576}{7.991}, \frac{1.407}{5.503} \right) = (0.019, 0.072, 0.256) \\ \vec{W}_1 &= \left(\frac{0.269}{13.355}, \frac{0.731}{7.991}, \frac{2.129}{5.503} \right) = (0.020, 0.091, 0.387)\end{aligned}$$

جدول ۴-۹. مقادیر مرتبط با وزن روش PIPRECIA-i فازی

PIPRECIA-I	Sj	Kj	qj	wj	df
C10		1.000,1.000,1.000	1.000, 1.000,1.000	0.075,0.125,0.182	0.126
C9	0.927,1.046,1.147	0.853,0.953,1.073	0.932,1.049,1.172	0.070,0.131,0.213	0.134
C8	0.837,0.964,1.110	0.890,1.036,1.163	0.801,1.012,1.317	0.060,0.127,0.239	0.134
C7	0.769,0.867,0.958	1.042,1.133,1.231	0.651,0.894,1.264	0.049,0.112,0.230	0.121
C6	0.736,0.846,0.960	1.037,1.154,1.261	0.515,0.774,1.218	0.039,0.097,0.221	0.108
C5	0.739,0.846,0.959	1.040,1.154,1.261	0.408,0.671,1.171	0.031,0.084,0.213	0.097
C4	0.861,0.988,1.110	0.890,1.011,1.139	0.359,0.664,1.317	0.027,0.083,0.239	0.100
C3	0.835,0.929,1.030	0.970,1.071,1.165	0.308,0.620,1.358	0.023,0.078,0.247	0.097
C2	0.814,0.924,1.035	0.965,1.076,1.186	0.260,0.576,1.407	0.019,0.072,0.256	0.094
C1	1.036,1.212,1.339	0.661,0.788,0.964	0.269,0.731,2.129	0.020,0.091,0.387	0.128
مجموع			5.503,7.991,13.355		

۴_۳_۲_۸. مقادیر نهایی وزن معیار ها

معیارهای وزنی PIPRECIA-E باید طبق فرمول (۲۹) به صورت زیر محاسبه گردد که در آن w_j و w'_j و w''_j نشانگر وزن معیار j است که به ترتیب با استفاده از روش PIPRECIA، PIPRECIA معکوس و PIPRECIA-E بدست آمده است.

$$\overline{w''_1} = \left(\frac{0.053+0.020}{2} \frac{0.103+0.091}{2} \frac{0.168+0.387}{2} \right) = (0.0369, 0.0971, 0.2778)$$

$$\overline{w''_2} = \left(\frac{0.042+0.019}{2} \frac{0.091+0.072}{2} \frac{0.166+0.256}{2} \right) = (0.0307, 0.0818, 0.2110)$$

$$\overline{w''_3} = \left(\frac{0.040+0.023}{2} \frac{0.097+0.078}{2} \frac{0.200+0.247}{2} \right) = (0.0316, 0.0874, 0.2235)$$

$$\overline{w''_4} = \left(\frac{0.035+0.027}{2} \frac{0.095+0.083}{2} \frac{0.221+0.239}{2} \right) = (0.0313, 0.0891, 0.2305)$$

$$\overline{w''_5} = \left(\frac{0.027+0.031}{2} \frac{0.080+0.084}{2} \frac{0.205+0.213}{2} \right) = (0.0291, 0.0821, 0.2093)$$

$$\overline{w''_6} = \left(\frac{0.027+0.039}{2} \frac{0.097+0.097}{2} \frac{0.301+0.221}{2} \right) = (0.0333, 0.0972, 0.2617)$$

$$\overline{w''_7} = \left(\frac{0.024+0.049}{2} \frac{0.096+0.112}{2} \frac{0.332+0.230}{2} \right) = (0.0368, 0.1043, 0.2809)$$

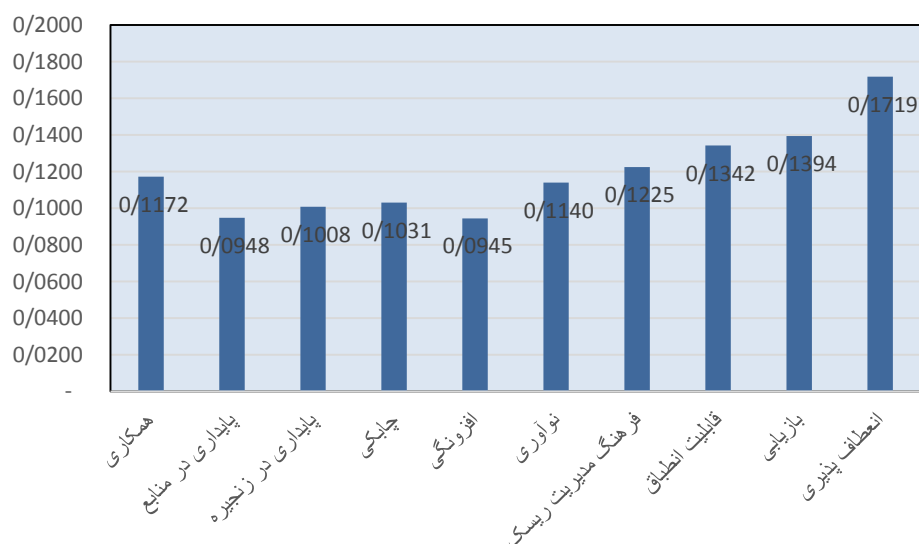
$$\overline{w''_8} = \left(\frac{0.022+0.060}{2} \frac{0.098+0.127}{2} \frac{0.386+0.239}{2} \right) = (0.0413, 0.1128, 0.3129)$$

$$\overline{w''_9} = \left(\frac{0.019+0.070}{2} \frac{0.099+0.131}{2} \frac{0.447+0.213}{2} \right) = (0.0448, 0.1153, 0.3306)$$

$$\overline{w''_{10}} = \left(\frac{0.023+0.075}{2} \frac{0.140+0.125}{2} \frac{0.720+0.182}{2} \right) = (0.0490, 0.1328, 0.4510)$$

روش PIPRECIA-E با هدف ارائه یک رویکرد ساده و موثر برای به دست آوردن نگرش واقعی پاسخ دهندگان که برای مصاحبه آماده نشده اند، ارائه شده است. با استفاده از روش PIPRECIA-E و همچنین روش پیشنهادی برای بررسی قابلیت اطمینان داده های به دست آمده، می توان تمام نظرسنجی های ناکافی را کنار گذاشت. در زیر نمودار وزن معیارها آورده شده است که مقادیر روی نمودار، مقادیر غیر فازای شده وزن معیارها می باشد.

نمودار ۴-۱. وزن معیارها



۳_۳_۴. ماتریس نرمال شده فازای

عناصر ماتریس نرمال شده فازای (جدول ۱۰-۴) با استفاده از معادله ۱۱ به دست آمده اند، همه معیارها از نوع سود هستند، یعنی آن ها باید به حداکثر برسند. مثالی از نرمال سازی به صورت زیر می باشد:

$$\tilde{n}_{11} = \left(\frac{4.3}{9}, \frac{5.3}{9}, \frac{6.3}{9} \right) = (0.478, 0.588, 0.700)$$

$$\tilde{n}_{15} = \left(\frac{6.4}{8.7}, \frac{7.5}{8.7}, \frac{8.4}{8.7} \right) = (0.737, 0.862, 0.967)$$

جدول ۴-۱۰. ماتریس تصمیم گیری نرمال شده فازی

شركت	c1			c2			c3			c4			c5			c6			c7			c8			c9			c10		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
AI	0.1667	0.2222	0.3889	0.1765	0.2941	0.4118	0.2118	0.3176	0.4471	0.1176	0.3529	0.3529	0.2299	0.3448	0.4598	0.1190	0.3571	0.3571	0.1954	0.3103	0.4253	0.1205	0.3614	0.3614	0.2118	0.3176	0.4471	0.2333	0.3444	0.4556
A1	0.4784	0.5889	0.7006	0.2549	0.3686	0.4902	0.5216	0.6248	0.7569	0.4438	0.5843	0.6791	0.7375	0.8621	0.9674	0.4279	0.5853	0.6660	0.4304	0.5466	0.6603	0.5723	0.7055	0.8133	0.2941	0.3980	0.5294	0.5132	0.6397	0.7354
A2	0.7778	0.7778	1.0000	0.6588	0.7765	0.8941	0.7059	0.8824	0.9412	0.7647	0.8824	1.0000	0.6437	0.7241	0.8736	0.7619	0.8929	1.0000	0.5977	0.7241	0.8276	0.7229	0.8434	0.9639	0.7059	0.8824	0.9412	0.7222	0.8889	0.9444
A3	0.7222	0.8333	0.9444	0.5529	0.6824	0.7882	0.6118	0.7412	0.8471	0.5882	0.8235	0.8235	0.7471	0.8621	0.9770	0.7143	0.8929	0.9524	0.6437	0.7586	0.8736	0.6024	0.7590	0.8434	0.7647	0.9412	1.0000	0.7111	0.8333	0.9333
A4	0.7111	0.8333	0.9333	0.5882	0.6588	0.8235	0.6118	0.7412	0.2353	0.5882	0.6588	0.8235	0.6897	0.8046	0.9195	0.6667	0.7500	0.9048	0.5977	0.7241	0.8276	0.7590	0.9036	1.0000	0.6588	0.7765	0.8941	0.6667	0.8333	0.8889
A5	0.7778	0.8889	1.0000	0.5882	0.6588	0.8235	0.7059	0.8824	0.9412	0.7529	0.8824	0.9882	0.5977	0.7241	0.8276	0.6667	0.7857	0.9048	0.5747	0.6437	0.8046	0.7229	0.8434	0.9639	0.5882	0.8235	0.8235	0.7222	0.8333	0.9444
A6	0.6667	0.7778	0.8889	0.5412	0.6706	0.7765	0.6118	0.7412	0.8471	0.7059	0.8824	0.9412	0.7701	0.8966	1.0000	0.6190	0.7500	0.8571	0.6437	0.7241	0.8736	0.7229	0.9036	0.9639	0.7412	0.8824	0.9765	0.7111	0.8333	0.9333
A7	0.7000	0.8333	0.9222	0.7529	0.8824	0.9882	0.7647	0.9412	1.0000	0.7059	0.8235	0.9412	0.6897	0.8621	0.9195	0.6667	0.7857	0.9048	0.5747	0.8046	0.8046	0.6024	0.6747	0.8434	0.6118	0.7412	0.8471	0.7778	1.0000	1.0000
A8	0.7444	0.8667	0.9667	0.7647	0.9412	1.0000	0.5882	0.6588	0.8235	0.6588	0.7765	0.8941	0.6897	0.8046	0.9195	0.7143	0.8929	0.9524	0.7356	0.8621	0.9655	0.6747	0.7952	0.9157	0.7412	0.8824	0.9765	0.7333	0.8444	0.9556
A9	0.7333	0.8444	0.9556	0.5412	0.7059	0.7765	0.6588	0.7765	0.8941	0.7412	0.8824	0.9765	0.5977	0.7241	0.8276	0.5952	0.5952	0.8333	0.7701	0.8966	1.0000	0.7229	0.9036	0.9639	0.5529	0.6824	0.7882	0.7000	0.8333	0.9222
A10	0.7111	0.8333	0.9333	0.6118	0.7412	0.8471	0.6588	0.7412	0.8941	0.7059	0.8235	0.9412	0.7471	0.8621	0.9770	0.7619	0.8929	1.0000	0.6897	0.8621	0.9195	0.6024	0.7590	0.8434	0.5412	0.6706	0.7765	0.7333	0.8444	0.9556
A11	0.7222	0.8333	0.9444	0.5882	0.6588	0.8235	0.7647	0.9412	1.0000	0.7647	0.8824	1.0000	0.7356	0.8621	0.9655	0.7143	0.8929	0.9524	0.7356	0.8621	0.9655	0.7590	0.9036	1.0000	0.5882	0.7412	0.8235	0.6667	0.7778	0.8889
A12	0.5778	0.7000	0.8000	0.3529	0.3529	0.5882	0.4118	0.5765	0.6471	0.4353	0.5529	0.6706	0.4943	0.5747	0.7241	0.5952	0.5952	0.8333	0.7471	0.9195	0.9770	0.3012	0.4096	0.5422	0.5059	0.5882	0.7412	0.4000	0.4778	0.6222
A13	0.4000	0.4778	0.6222	0.4118	0.5294	0.6471	0.5059	0.6588	0.7412	0.4235	0.5059	0.6588	0.2874	0.3448	0.5172	0.4762	0.6310	0.7143	0.2874	0.3908	0.5172	0.5181	0.6747	0.7590	0.5882	0.8235	0.8235	0.5556	0.6222	0.7778
A14	0.5556	0.7778	0.7778	0.4353	0.5529	0.6706	0.4824	0.6353	0.7176	0.5882	0.6588	0.8235	0.5747	0.8046	0.8046	0.2976	0.4048	0.5357	0.5977	0.7241	0.8276	0.4217	0.5904	0.6627	0.3529	0.5059	0.5882	0.7111	0.8333	0.9333
A15	0.5111	0.6333	0.7333	0.2941	0.3529	0.5294	0.4235	0.5059	0.6588	0.5882	0.5882	0.8235	0.6897	0.8621	0.9195	0.3571	0.5119	0.5952	0.5747	0.6437	0.8046	0.5663	0.6988	0.8072	0.2118	0.3176	0.4471	0.2778	0.3333	0.5000
A16	0.5222	0.6444	0.7444	0.4706	0.6235	0.7059	0.5059	0.5882	0.7412	0.2941	0.4000	0.5294	0.4713	0.6207	0.7011	0.5476	0.6786	0.7857	0.5402	0.6437	0.7701	0.6747	0.7952	0.9157	0.6118	0.7412	0.8471	0.5222	0.6444	0.7444
A17	0.5556	0.6222	0.7778	0.4824	0.6353	0.7176	0.6235	0.7529	0.4118	0.5294	0.6471	0.5747	0.7241	0.8046	0.7619	0.8929	1.0000	0.4138	0.4943	0.6437	0.6747	0.7590	0.9157	0.3529	0.3529	0.5882	0.6667	0.8333	0.8889	
A18	0.4000	0.5556	0.6222	0.4353	0.5765	0.6706	0.5412	0.6706	0.7765	0.2471	0.3647	0.4824	0.4138	0.4943	0.6437	0.4405	0.5595	0.6786	0.6897	0.8621	0.9195	0.6024	0.6024	0.8434	0.2353	0.3529	0.4706	0.5000	0.6222	0.7222
A19	0.3333	0.4778	0.5556	0.4235	0.5059	0.6588	0.5176	0.6235	0.7529	0.4706	0.6235	0.7059	0.6897	0.8621	0.9195	0.4286	0.5119	0.6667	0.2414	0.3563	0.4713	0.7229	0.8434	0.9639	0.5412	0.7059	0.7765	0.4111	0.5222	0.6333
A20	0.2778	0.3778	0.5000	0.5294	0.6588	0.7647	0.5412	0.6706	0.7765	0.5882	0.8235	0.8235	0.6897	0.8046	0.9195	0.5595	0.6905	0.7976	0.5057	0.6092	0.7356	0.3614	0.5181	0.6024	0.4824	0.6353	0.7176	0.5778	0.7000	0.8000
A21	0.3889	0.5444	0.6111	0.6118	0.7412	0.8471	0.6588	0.7412	0.8941	0.5882	0.6588	0.8235	0.5287	0.6552	0.7586	0.3571	0.3571	0.5952	0.4943	0.6437	0.7241	0.4819	0.6386	0.7229	0.5529	0.6824	0.7882	0.4778	0.5556	0.7000
A22	0.3333	0.5556	0.5556	0.5529	0.6588	0.7882	0.6118	0.7412	0.8471	0.5059	0.6235	0.7412	0.2299	0.3448	0.4598	0.4405	0.5833	0.6786	0.6437	0.7241	0.8736	0.5181	0.6386	0.7590	0.5059	0.5882	0.7412	0.2778	0.3889	0.5000
A23	0.5111	0.6667	0.7333	0.4824	0.6353	0.7176	0.5882	0.6588	0.8235	0.2471	0.3647	0.4824	0.4598	0.6092	0.6897	0.2976	0.3571	0.5357	0.5402	0.6667	0.7701	0.4458	0.5663	0.6867	0.5294	0.6471	0.7647	0.4778	0.5556	0.7000
A24	0.6222	0.7333	0.8444	0.5059	0.6235	0.7412	0.4706	0.6235	0.7059	0.5059	0.5882	0.7412	0.7356	0.8621	0.9655	0.2976	0.3571	0.5357	0.3448	0.3448	0.5747	0.1807	0.2410	0.4217	0.4706	0.6235	0.7059	0.4444	0.5889	0.6667
A25	0.3889	0.5000	0.6111	0.2353	0.3529	0.4706	0.7059	0.8824	0.9412	0.3529	0.3529	0.5882	0.4253	0.5402	0.6552	0.4405	0.5833	0.6786	0.4598	0.6092	0.6897	0.5542	0.7229	0.7952	0.3529	0.5059	0.5882	0.5222	0.6444	0.7444
A26	0.3889	0.5000	0.6111	0.4235	0.5059	0.6588	0.5529	0.6588	0.7882	0.5294	0.6588	0.7647	0.5747	0.5747	0.8046	0.5952	0.6667	0.8333	0.4713	0.6207	0.7011	0.2410	0.3614	0.4819	0.5059	0.6235	0.7412	0.5111	0.6667	0.7333
A27	0.2222	0.3333	0.4444	0.4118	0.5765	0.6471	0.4235	0.5059	0.6588	0.6118	0.7412	0.8471	0.4253	0.5402	0.6552	0.5476	0.6786	0.7857	0.4943	0.5747	0.7241	0.4337	0.5181	0.6747	0.5176	0.6235	0.7529	0.4778	0.5889	0.7000
A28	0.4111	0.5444	0.6333	0.3529	0.5882	0.5882	0.5059	0.5882	0.7412	0.3529	0.5882	0.5882	0.4023	0.5632	0.6322	0.6667	0.7500	0.9048	0.5747	0.6437	0.8046	0.6747	0.7952	0.9157	0.3059	0.4000	0.5412	0.5556	0.6222	0.7778
A29	0.6222	0.7000	0.8444	0.6588	0.7765	0.8941	0.7647	0.8824	1.0000	0.5176	0.6235	0.7529	0.6437	0.7586																

۴_۳_۴. محاسبه مقادیر ماتریس نرمال شده وزنی

مقادیر ماتریس نرمال وزنی نشان داده شده در جدول ۴-۱۱ با استفاده از معادله (۱۲) به دست آمده است.

جدول ۴-۱۱. ماتریس تصمیم‌گیری موزون فازی

شركت	c1			c2			c3			c4			c5			c6			c7			c8			c9			c10		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
A1	0.0061	0.0270	0.1080	0.0054	0.0240	0.0869	0.0067	0.0278	0.0999	0.0037	0.0315	0.0814	0.0067	0.0283	0.0962	0.0040	0.0347	0.0934	0.0072	0.0324	0.1195	0.0050	0.0408	0.1131	0.0095	0.0366	0.1478	0.0136	0.0443	0.2255
A1	0.0176	0.0572	0.1946	0.0078	0.0301	0.1034	0.0165	0.0546	0.1691	0.0139	0.0521	0.1565	0.0214	0.0708	0.2025	0.0142	0.0569	0.1743	0.0158	0.0570	0.1855	0.0236	0.0796	0.2544	0.0132	0.0459	0.1750	0.0251	0.0850	0.3316
A2	0.0287	0.0755	0.2777	0.0203	0.0635	0.1887	0.0223	0.0772	0.2103	0.0239	0.0786	0.2305	0.0187	0.0595	0.1828	0.0253	0.0868	0.2617	0.0220	0.0755	0.2325	0.0299	0.0951	0.3015	0.0316	0.1018	0.3111	0.0354	0.1180	0.4259
A3	0.0266	0.0809	0.2623	0.0170	0.0558	0.1663	0.0193	0.0648	0.1893	0.0184	0.0734	0.1898	0.0217	0.0708	0.2045	0.0238	0.0868	0.2492	0.0237	0.0791	0.2454	0.0249	0.0856	0.2638	0.0343	0.1085	0.3305	0.0348	0.1107	0.4209
A4	0.0262	0.0809	0.2592	0.0181	0.0539	0.1738	0.0193	0.0648	0.0526	0.0184	0.0587	0.1898	0.0201	0.0661	0.1924	0.0222	0.0729	0.2367	0.0220	0.0755	0.2325	0.0314	0.1019	0.3128	0.0295	0.0895	0.2955	0.0327	0.1107	0.4008
A5	0.0287	0.0863	0.2777	0.0181	0.0539	0.1738	0.0223	0.0772	0.2103	0.0235	0.0786	0.2278	0.0174	0.0595	0.1732	0.0222	0.0764	0.2367	0.0211	0.0671	0.2260	0.0299	0.0951	0.3015	0.0264	0.0950	0.2722	0.0354	0.1107	0.4259
A6	0.0246	0.0755	0.2469	0.0166	0.0548	0.1638	0.0193	0.0648	0.1893	0.0221	0.0786	0.2170	0.0224	0.0736	0.2093	0.0206	0.0729	0.2243	0.0237	0.0755	0.2454	0.0299	0.1019	0.3015	0.0332	0.1018	0.3228	0.0348	0.1107	0.4209
A7	0.0258	0.0809	0.2561	0.0231	0.0721	0.2085	0.0242	0.0823	0.2234	0.0221	0.0734	0.2170	0.0201	0.0708	0.1924	0.0222	0.0764	0.2367	0.0211	0.0839	0.2260	0.0249	0.0761	0.2638	0.0274	0.0855	0.2800	0.0381	0.1328	0.4509
A8	0.0275	0.0842	0.2685	0.0235	0.0769	0.2110	0.0186	0.0576	0.1840	0.0206	0.0692	0.2061	0.0201	0.0661	0.1924	0.0238	0.0868	0.2492	0.0271	0.0899	0.2712	0.0279	0.0897	0.2865	0.0332	0.1018	0.3228	0.0359	0.1121	0.4309
A9	0.0270	0.0820	0.2654	0.0166	0.0577	0.1638	0.0208	0.0679	0.1998	0.0232	0.0786	0.2251	0.0174	0.0595	0.1732	0.0198	0.0579	0.2180	0.0283	0.0935	0.2809	0.0299	0.1019	0.3015	0.0248	0.0787	0.2605	0.0343	0.1107	0.4159
A10	0.0262	0.0809	0.2592	0.0188	0.0606	0.1787	0.0208	0.0648	0.1998	0.0221	0.0734	0.2170	0.0217	0.0708	0.2045	0.0253	0.0868	0.2617	0.0254	0.0899	0.2583	0.0249	0.0856	0.2638	0.0243	0.0773	0.2566	0.0359	0.1121	0.4309
A11	0.0266	0.0809	0.2623	0.0181	0.0539	0.1738	0.0242	0.0823	0.2234	0.0239	0.0786	0.2305	0.0214	0.0708	0.2021	0.0238	0.0868	0.2492	0.0271	0.0899	0.2712	0.0314	0.1019	0.3128	0.0264	0.0855	0.2722	0.0327	0.1033	0.4008
A12	0.0213	0.0680	0.2222	0.0109	0.0289	0.1241	0.0130	0.0504	0.1446	0.0136	0.0493	0.1546	0.0144	0.0472	0.1515	0.0198	0.0579	0.2180	0.0275	0.0959	0.2744	0.0124	0.0462	0.1696	0.0227	0.0678	0.2450	0.0196	0.0634	0.2806
A13	0.0147	0.0464	0.1728	0.0127	0.0433	0.1365	0.0160	0.0576	0.1656	0.0132	0.0451	0.1519	0.0084	0.0283	0.1082	0.0158	0.0614	0.1869	0.0106	0.0408	0.1453	0.0214	0.0761	0.2375	0.0264	0.0950	0.2722	0.0272	0.0826	0.3507
A14	0.0205	0.0755	0.2160	0.0134	0.0452	0.1415	0.0152	0.0556	0.1603	0.0184	0.0587	0.1898	0.0167	0.0661	0.1684	0.0099	0.0394	0.1402	0.0220	0.0755	0.2325	0.0174	0.0666	0.2073	0.0158	0.0583	0.1944	0.0348	0.1107	0.4209
A15	0.0188	0.0615	0.2037	0.0090	0.0289	0.1117	0.0134	0.0442	0.1472	0.0184	0.0524	0.1898	0.0201	0.0708	0.1924	0.0119	0.0498	0.1557	0.0211	0.0671	0.2260	0.0234	0.0788	0.2525	0.0095	0.0366	0.1478	0.0136	0.0443	0.2255
A16	0.0193	0.0626	0.2068	0.0145	0.0510	0.1489	0.0160	0.0514	0.1656	0.0092	0.0357	0.1220	0.0137	0.0510	0.1467	0.0182	0.0660	0.2056	0.0199	0.0671	0.2163	0.0279	0.0897	0.2865	0.0274	0.0855	0.2800	0.0256	0.0856	0.3357
A17	0.0205	0.0604	0.2160	0.0148	0.0519	0.1514	0.0164	0.0545	0.1682	0.0129	0.0472	0.1492	0.0167	0.0595	0.1684	0.0253	0.0868	0.2617	0.0152	0.0515	0.1808	0.0279	0.0856	0.2865	0.0158	0.0407	0.1944	0.0327	0.1107	0.4008
A18	0.0147	0.0540	0.1728	0.0134	0.0471	0.1415	0.0171	0.0586	0.1735	0.0077	0.0325	0.1112	0.0120	0.0406	0.1347	0.0147	0.0544	0.1776	0.0254	0.0899	0.2583	0.0249	0.0680	0.2638	0.0105	0.0407	0.1555	0.0245	0.0826	0.3257
A19	0.0123	0.0464	0.1543	0.0130	0.0414	0.1390	0.0164	0.0545	0.1682	0.0147	0.0556	0.1627	0.0201	0.0708	0.1924	0.0143	0.0498	0.1744	0.0089	0.0372	0.1324	0.0299	0.0951	0.3015	0.0243	0.0814	0.2566	0.0201	0.0693	0.2856
A20	0.0102	0.0367	0.1389	0.0163	0.0539	0.1614	0.0171	0.0586	0.1735	0.0184	0.0734	0.1898	0.0201	0.0661	0.1924	0.0186	0.0671	0.2087	0.0186	0.0635	0.2066	0.0149	0.0584	0.1885	0.0216	0.0733	0.2372	0.0283	0.0930	0.3608
A21	0.0143	0.0529	0.1697	0.0188	0.0606	0.1787	0.0208	0.0648	0.1998	0.0184	0.0587	0.1898	0.0154	0.0538	0.1588	0.0119	0.0347	0.1557	0.0182	0.0671	0.2034	0.0199	0.0720	0.2262	0.0248	0.0787	0.2605	0.0234	0.0738	0.3157
A22	0.0123	0.0540	0.1543	0.0170	0.0539	0.1663	0.0193	0.0648	0.1893	0.0158	0.0556	0.1709	0.0067	0.0283	0.0962	0.0147	0.0567	0.1776	0.0237	0.0755	0.2454	0.0214	0.0720	0.2375	0.0227	0.0678	0.2450	0.0136	0.0516	0.2255
A23	0.0188	0.0647	0.2037	0.0148	0.0519	0.1514	0.0186	0.0576	0.1840	0.0077	0.0325	0.1112	0.0134	0.0500	0.1443	0.0099	0.0347	0.1402	0.0199	0.0695	0.2163	0.0184	0.0639	0.2148	0.0237	0.0746	0.2528	0.0234	0.0738	0.3157
A24	0.0229	0.0712	0.2345	0.0156	0.0510	0.1564	0.0149	0.0545	0.1577	0.0158	0.0524	0.1709	0.0214	0.0708	0.2021	0.0099	0.0347	0.1402	0.0127	0.0360	0.1614	0.0075	0.0272	0.1319	0.0211	0.0719	0.2333	0.0218	0.0782	0.3006
A25	0.0143	0.0486	0.1697	0.0072	0.0289	0.0993	0.0223	0.0772	0.2103	0.0110	0.0315	0.1356	0.0124	0.0444	0.1371	0.0147	0.0567	0.1776	0.0169	0.0635	0.1937	0.0229	0.0815	0.2488	0.0158	0.0583	0.1944	0.0256	0.0856	0.3357
A26	0.0143	0.0486	0.1697	0.0130	0.0414	0.1390	0.0175	0.0576	0.1761	0.0166	0.0587	0.1763	0.0167	0.0472	0.1684	0.0198	0.0648	0.2180	0.0173	0.0647	0.1969	0.0100	0.0408	0.1508	0.0227	0.0719	0.2450	0.0250	0.0885	0.3307
A27	0.0082	0.0324	0.1234	0.0127	0.0471	0.1365	0.0134	0.0442	0.1472	0.0191	0.0661	0.1953	0.0124	0.0444	0.1371	0.0182	0.0660	0.2056	0.0182	0.0599	0.2034	0.0179	0.0584	0.2111	0.0232	0.0719	0.2489	0.0234	0.0782	0.3157
A28	0.0152	0.0529	0.1759	0.0109	0.0481	0.1241	0.0160	0.0514	0.1656	0.0110	0.0524	0.1356	0.0117	0.0462	0.1323	0.0222	0.0729	0.2367	0.0211	0.0671	0.2260	0.0279	0.0897	0.2865	0.0137	0.0461	0.1789	0.0272	0.0826	0.3507
A29	0.0229	0.0680	0.2345	0.0203	0.0635	0.1887	0.0242	0.0772	0.2234	0.0162	0.0556	0.1736	0.0187	0.0623	0.1828	0.0119	0.0347	0.1557	0.0271	0.0899	0.2712	0.0259	0.0856	0.2714	0.0185	0.0611	0.2139	0.0305	0.0974	0.3808
A30	0.0061	0.0270	0.1080	0.0090	0.0337	0.1117	0.0130	0.0463	0.1446	0.0136	0.0493	0.1546	0.0144	0.0472	0.1515	0.0119	0.0498	0.1557	0.0106	0										

۴_۳_۵. محاسبه ماتریس فازی $\tilde{S}_i$

ماتریس فازی $\tilde{S}_i$ با استفاده از معادله (13) بدست می آید که به عنوان نمونه S_1 به صورت زیر محاسبه شده است.

$$\begin{aligned} s_1 &= (0.0176+0.0078+0.0165+0.0139+0.0214+0.0142+0.0158+0.0236+0.0132+0.0251 \\ &\quad 0.0572+0.0301+0.0546+0.0521+0.0708+0.0569+0.0570+0.0796+0.0459+0.0850 \\ &\quad 0.1946+0.1034+0.1691+0.1565+0.2025+0.1743+0.1855+0.2544+0.1750+0.3316) \\ &= (0.169, 0.589, 1.946) \end{aligned}$$

$$s_{ai} = (0.086, 0.348, 1.312)$$

$$s_1 = (0.169, 0.589, 1.946)$$

$$s_2 = (0.258, 0.831, 2.622)$$

$$s_3 = (0.244, 0.816, 2.522)$$

$$s_4 = (0.239, 0.775, 2.346)$$

$$s_5 = (0.244, 0.799, 2.525)$$

$$s_6 = (0.247, 0.810, 2.541)$$

$$s_7 = (0.249, 0.834, 2.555)$$

$$s_8 = (0.258, 0.834, 2.622)$$

$$s_9 = (0.242, 0.788, 2.504)$$

$$s_{10} = (0.245, 0.802, 2.530)$$

$$s_{11} = (0.255, 0.833, 2.598)$$

$$s_{12} = (0.175, 0.575, 1.984)$$

$$s_{13} = (0.166, 0.576, 1.927)$$

$$s_{14} = (0.184, 0.561, 2.071)$$

$$s_{15} = (0.159, 0.534, 1.852)$$

$$s_{16} = (0.191, 0.645, 2.114)$$

$$s_{17} = (0.198, 0.648, 2.177)$$

$$s_{18} = (0.164, 0.568, 1.914)$$

$$s_{19} = (0.173, 0.601, 1.967)$$

$$s_{20} = (0.184, 0.644, 2.057)$$

$$s_{id} = (0.257, 0.830, 2.622)$$

$$s_{21} = (0.185, 0.617, 2.058)$$

$$s_{22} = (0.167, 0.580, 1.907)$$

$$s_{23} = (0.168, 0.573, 1.934)$$

$$s_{24} = (0.163, 0.547, 1.889)$$

$$s_{25} = (0.163, 0.576, 1.902)$$

$$s_{26} = (0.172, 0.584, 1.971)$$

$$s_{27} = (0.166, 0.568, 1.924)$$

$$s_{28} = (0.176, 0.609, 2.012)$$

$$s_{29} = (0.216, 0.695, 2.296)$$

$$s_{30} = (0.124, 0.439, 1.600)$$

$$s_{31} = (0.097, 0.383, 1.383)$$

$$s_{32} = (0.086, 0.348, 1.312)$$

$$s_{33} = (0.097, 0.391, 1.388)$$

$$s_{34} = (0.092, 0.367, 1.353)$$

$$s_{35} = (0.088, 0.362, 1.322)$$

$$s_{36} = (0.094, 0.361, 1.368)$$

$$s_{37} = (0.100, 0.394, 1.408)$$

$$s_{38} = (0.091, 0.348, 1.347)$$

$$s_{39} = (0.094, 0.396, 1.377)$$

$$s_{40} = (0.104, 0.399, 1.443)$$

بعد از محاسبه $\tilde{S}_i$ ها لازم است برای بدست آوردن درجه سودمندی گزینه ها مقدار s_{ai} و s_{id} که همان کوچکترین

و بزرگترین مقدار $\tilde{S}_i$ است بدست آید.

۴_۳_۶. محاسبه T_i, K_i^+, K_i^-

با استفاده از معادله ۱۴ و ۱۵ و ۱۶ به محاسبه K_i^+, K_i^- ، T_i پرداخته می شود و برای بدست آوردن عدد جدید D

که همان بزرگترین مقدار T_i می باشد، از معادله ۱۷ استفاده می گردد.

$$k_1^- = \left(\frac{0.160}{1.306}, \frac{0.576}{0.338}, \frac{1.912}{0.080} \right) = (0.1291, 1.6928, 22.4600)$$

$$k_1^+ = \left(\frac{0.160}{2.619}, \frac{0.576}{0.818}, \frac{1.912}{0.246} \right) = (0.0646, 0.7092, 7.5505)$$

$$T_1 = (0.1291, 1.6928, 22.4600) + (0.0646, 0.7092, 7.5505) = (0.1936, 2.4019, 30.0105)$$

جدول ۴-۱۲. مقادیر K_i^- و K_i^+ به همراه مقادیر غیر فازی شده آن ها و مقادیر T_i و D

K _i	K _i ⁻			df	K _i ⁺			df	T _i	T _i		
	عددفازی				عددفای							
	l	m	u		l	m	u			l	m	u
K1	0.1291	1.6928	22.4600	4.8933	0.0646	0.7092	7.5505	1.7420	T1	0.1936	2.4019	30.0105
K2	0.1967	2.3891	30.2558	6.6681	0.0984	1.0009	10.1713	2.3789	T2	0.2951	3.3899	40.4271
K3	0.1864	2.3458	29.0948	6.4440	0.0932	0.9827	9.7810	2.3009	T3	0.2796	3.3285	38.8759
K4	0.1828	2.2265	27.0671	6.0260	0.0914	0.9328	9.0993	2.1537	T4	0.2742	3.1593	36.1665
K5	0.1867	2.2977	29.1311	6.4181	0.0934	0.9626	9.7932	2.2895	T5	0.2801	3.2603	38.9244
K6	0.1884	2.3278	29.3142	6.4690	0.0943	0.9752	9.8547	2.3083	T6	0.2827	3.3030	39.1689
K7	0.1898	2.3968	29.4753	6.5420	0.0949	1.0041	9.9089	2.3367	T7	0.2847	3.4009	39.3841
K8	0.1967	2.3970	30.2546	6.6732	0.0984	1.0042	10.1709	2.3810	T8	0.2951	3.4012	40.4255
K9	0.1845	2.2650	28.8890	6.3556	0.0923	0.9489	9.7118	2.2666	T9	0.2769	3.2140	38.6008
K10	0.1871	2.3052	29.1926	6.4334	0.0936	0.9657	9.8139	2.2951	T10	0.2806	3.2709	39.0065
K11	0.1947	2.3959	29.9757	6.6257	0.0974	1.0038	10.0771	2.3649	T11	0.2920	3.3997	40.0528
K12	0.1335	1.6520	22.8958	4.9395	0.0668	0.6921	7.6970	1.7554	T12	0.2003	2.3440	30.5929
K13	0.1268	1.6563	22.2380	4.8317	0.0634	0.6939	7.4759	1.7192	T13	0.1903	2.3503	29.7139
K14	0.1404	1.8719	23.8956	5.2540	0.0702	0.7842	8.0331	1.8734	T14	0.2106	2.6562	31.9287
K15	0.1214	1.5355	21.3697	4.6055	0.0607	0.6433	7.1840	1.6363	T15	0.1821	2.1787	28.5537
K16	0.1460	1.8545	24.3893	5.3255	0.0730	0.7769	8.1991	1.8966	T16	0.2191	2.6314	32.5884
K17	0.1511	1.8643	25.1193	5.4546	0.0756	0.7810	8.4445	1.9407	T17	0.2266	2.6453	33.5638
K18	0.1257	1.6330	22.0876	4.7909	0.0629	0.6842	7.4253	1.7041	T18	0.1886	2.3172	29.5129
K19	0.1325	1.7280	22.6953	4.9567	0.0663	0.7240	7.6296	1.7653	T19	0.1988	2.4520	30.3250
K20	0.1404	1.8502	23.7388	5.2133	0.0702	0.7751	7.9804	1.8585	T20	0.2106	2.6253	31.7192
K21	0.1417	1.7731	23.7456	5.1633	0.0709	0.7428	7.9827	1.8375	T21	0.2126	2.5159	31.7284
K22	0.1274	1.6671	22.0090	4.8008	0.0637	0.6984	7.3989	1.7094	T22	0.1911	2.3656	29.4079

K23	0.1286	1.6472	22.3156	4.8389	0.0643	0.6901	7.5020	1.7211	T23	0.1929	2.3373	29.8176
K24	0.1246	1.5742	21.7924	4.7023	0.0623	0.6595	7.3261	1.6711	T24	0.1870	2.2337	29.1185
K25	0.1244	1.6552	21.9444	4.7816	0.0622	0.6934	7.3772	1.7022	T25	0.1866	2.3486	29.3215
K26	0.1318	1.6784	22.7376	4.9305	0.0659	0.7032	7.6438	1.7537	T26	0.1977	2.3816	30.3814
K27	0.1270	1.6337	22.1976	4.8099	0.0635	0.6844	7.4623	1.7106	T27	0.1906	2.3181	29.6599
K28	0.1348	1.7514	23.2150	5.0592	0.0674	0.7337	7.8043	1.8011	T28	0.2022	2.4851	31.0193
K29	0.1647	1.9972	26.4876	5.7735	0.0824	0.8367	8.9045	2.0556	T29	0.2470	2.8340	35.3921
K30	0.0948	1.2627	18.4629	3.9347	0.0474	0.5290	6.2068	1.3950	T30	0.1422	1.7917	24.6697
K31	0.0745	1.1010	15.9583	3.4061	0.0373	0.4612	5.3648	1.2078	T31	0.1118	1.5622	21.3231
K32	0.0661	1.0008	15.1353	3.2008	0.0331	0.4193	5.0881	1.1331	T32	0.0992	1.4201	20.2234
K33	0.0738	1.1243	16.0223	3.4322	0.0369	0.4710	5.3863	1.2179	T33	0.1108	1.5953	21.4086
K34	0.0705	1.0562	15.6120	3.3179	0.0353	0.4425	5.2484	1.1756	T34	0.1057	1.4987	20.8604
K35	0.0671	1.0416	15.2570	3.2485	0.0336	0.4364	5.1290	1.1514	T35	0.1007	1.4780	20.3860
K36	0.0719	1.0384	15.7889	3.3358	0.0360	0.4350	5.3079	1.1807	T36	0.1079	1.4735	21.0967
K37	0.0760	1.1326	16.2532	3.4766	0.0380	0.4745	5.4639	1.2333	T37	0.1141	1.6071	21.7171
K38	0.0692	0.9998	15.5413	3.2683	0.0346	0.4189	5.2246	1.1558	T38	0.1039	1.4186	20.7659
K39	0.0722	1.1384	15.8877	3.4189	0.0361	0.4769	5.3411	1.2141	T39	0.1083	1.6153	21.2288
K40	0.0794	1.1477	16.6508	3.5535	0.0397	0.4808	5.5976	1.2601	T40	0.1190	1.6286	22.2484
									D	0.2951	3.3869	40.4271
									df	9.0450		

۷_۳_۴. محاسبه توابع کمکی در رابطه با راه حل ایده آل fk_i^- و ضد ایده آل fk_i^+

توابع کمکی در رابطه با راه حل ایده آل fk_i^- و ضد ایده آل fk_i^+ با استفاده از معادلات (۱۸) و (۱۹) تعیین می شوند که در جدول ۴-۱۳ آورده شده است.

$$fk_1^+ = \left(\frac{0.1291}{9.0450}, \frac{1.6928}{9.0450}, \frac{22.4600}{9.0450} \right) = (0.0143, 0.1871, 2.4831)$$

$$fk_1^- = \left(\frac{0.0646}{9.0459}, \frac{0.7092}{9.0450}, \frac{7.5505}{9.0450} \right) = (0.0071, 0.0784, 0.8348)$$

۸_۳_۴. تعیین عملکرد مطلوب گزینه ها fk_i

تعیین عملکرد مطلوب گزینه ها fk_i یا عملکرد سودمندی گزینه ها توسط معادله (20) تعریف شده است که در جدول زیر محاسبه شده است.

$$f(k_1) = \frac{k_1^+ + k_1^-}{1 + \frac{1 - f(k_1^+)}{f(k_1^+)} + \frac{1 - f(k_1^-)}{f(k_1^-)}} = \frac{1.7420 + 4.8933}{1 + \frac{1 - 0.5410}{0.5410} + \frac{1 - 0.1926}{0.1926}} = 1.0984$$

جدول ۴-۱۳. مقادیر f_{ki} ، f_{ki+} و f_k به همراه مقادیر غیر فازی شده آن ها.

fk _i	fk _i ⁺			df	fk _i ⁻			df	fk
	عددفازی				عددفازی				
	l	m	u		l	m	u		
fk1	0.0143	0.1871	2.4831	0.5410	0.0071	0.0784	0.8348	0.1926	1.0984
fk2	0.0217	0.2641	3.3450	0.7372	0.0109	0.1107	1.1245	0.2630	2.1755
fk3	0.0206	0.2593	3.2167	0.7124	0.0103	0.1087	1.0814	0.2544	2.0174
fk4	0.0202	0.2462	2.9925	0.6662	0.0101	0.1031	1.0060	0.2381	1.7401
fk5	0.0206	0.2540	3.2207	0.7096	0.0103	0.1064	1.0827	0.2531	1.9972
fk6	0.0208	0.2574	3.2409	0.7152	0.0104	0.1078	1.0895	0.2552	2.0334
fk7	0.0210	0.2650	3.2587	0.7233	0.0105	0.1110	1.0955	0.2583	2.0875
fk8	0.0217	0.2650	3.3449	0.7378	0.0109	0.1110	1.1245	0.2632	2.1795
fk9	0.0204	0.2504	3.1939	0.7027	0.0102	0.1049	1.0737	0.2506	1.9536
fk10	0.0207	0.2549	3.2275	0.7113	0.0103	0.1068	1.0850	0.2537	2.0079
fk11	0.0215	0.2649	3.3141	0.7325	0.0108	0.1110	1.1141	0.2615	2.1458
fk12	0.0148	0.1826	2.5313	0.5461	0.0074	0.0765	0.8510	0.1941	1.1188
fk13	0.0140	0.1831	2.4586	0.5342	0.0070	0.0767	0.8265	0.1901	1.0681
fk14	0.0155	0.2070	2.6419	0.5809	0.0078	0.0867	0.8881	0.2071	1.2843
fk15	0.0134	0.1698	2.3626	0.5092	0.0067	0.0711	0.7943	0.1809	0.9615
fk16	0.0161	0.2050	2.6964	0.5888	0.0081	0.0859	0.9065	0.2097	1.3210
fk17	0.0167	0.2061	2.7771	0.6030	0.0084	0.0863	0.9336	0.2146	1.3904
fk18	0.0139	0.1805	2.4420	0.5297	0.0070	0.0756	0.8209	0.1884	1.0483
fk19	0.0146	0.1910	2.5092	0.5480	0.0073	0.0800	0.8435	0.1952	1.1300
fk20	0.0155	0.2046	2.6245	0.5764	0.0078	0.0857	0.8823	0.2055	1.2624
fk21	0.0157	0.1960	2.6253	0.5708	0.0078	0.0821	0.8826	0.2031	1.2338
fk22	0.0141	0.1843	2.4333	0.5308	0.0070	0.0772	0.8180	0.1890	1.0542
fk23	0.0142	0.1821	2.4672	0.5350	0.0071	0.0763	0.8294	0.1903	1.0711
fk24	0.0138	0.1740	2.4093	0.5199	0.0069	0.0729	0.8100	0.1848	1.0059
fk25	0.0137	0.1830	2.4261	0.5286	0.0069	0.0767	0.8156	0.1882	1.0449
fk26	0.0146	0.1856	2.5138	0.5451	0.0073	0.0777	0.8451	0.1939	1.1155
fk27	0.0140	0.1806	2.4541	0.5318	0.0070	0.0757	0.8250	0.1891	1.0571
fk28	0.0149	0.1936	2.5666	0.5593	0.0075	0.0811	0.8628	0.1991	1.1808
fk29	0.0182	0.2208	2.9284	0.6383	0.0091	0.0925	0.9845	0.2273	1.5763

fK30	0.0105	0.1396	2.0412	0.4350	0.0052	0.0585	0.6862	0.1542	0.6848
fK31	0.0082	0.1217	1.7643	0.3766	0.0041	0.0510	0.5931	0.1335	0.5046
fK32	0.0073	0.1106	1.6733	0.3539	0.0037	0.0464	0.5625	0.1253	0.4418
fK33	0.0082	0.1243	1.7714	0.3795	0.0041	0.0521	0.5955	0.1346	0.5131
fK34	0.0078	0.1168	1.7260	0.3668	0.0039	0.0489	0.5803	0.1300	0.4770
fK35	0.0074	0.1152	1.6868	0.3591	0.0037	0.0482	0.5671	0.1273	0.4564
fK36	0.0080	0.1148	1.7456	0.3688	0.0040	0.0481	0.5868	0.1305	0.4819
fK37	0.0084	0.1252	1.7969	0.3844	0.0042	0.0525	0.6041	0.1364	0.5271
fK38	0.0077	0.1105	1.7182	0.3613	0.0038	0.0463	0.5776	0.1278	0.4612
fK39	0.0080	0.1259	1.7565	0.3780	0.0040	0.0527	0.5905	0.1342	0.5094
fK40	0.0088	0.1269	1.8409	0.3929	0.0044	0.0532	0.6189	0.1393	0.5518

پس از آن ، لازم است که مقادیر k^+ ، k^- ، fK_i^+ ، fK_i^- ، از طریق $df_{Crisp} = \frac{1+4m+u}{6}$ غیرفازی سازی شود و در نهایت رتبه بندی گزینه ها انجام گیرد، مرتب سازی مقادیر بدست آمده به ترتیب نزولی می باشد که نتایج در جدول ۴-۱۴ آورده شده است.

جدول ۴-۱۴. مقادیر غیرفازی شده k^+ ، k^- ، fK_i^+ ، fK_i^- به همراه مقدار k_i و رتبه بندی گزینه ها

شرکت	$f(\tilde{k}_i^-)$			$f(\tilde{k}_i^+)$			K^-	K^+	fK^-	fK^+	Ki	Rank
	عدد فازی			عدد فازی								
	l	m	u	l	m	u						
A1	0.0071	0.0784	0.8348	0.0143	0.1871	2.4831	4.8933	1.7420	0.1926	0.5410	1.0984	23
A2	0.0109	0.1107	1.1245	0.0217	0.2641	3.3450	6.6681	2.3789	0.2630	0.7372	2.1755	2
A3	0.0103	0.1087	1.0814	0.0206	0.2593	3.2167	6.4440	2.3009	0.2544	0.7124	2.0174	6
A4	0.0101	0.1031	1.0060	0.0202	0.2462	2.9925	6.0260	2.1537	0.2381	0.6662	1.7401	10
A5	0.0103	0.1064	1.0827	0.0206	0.2540	3.2207	6.4181	2.2895	0.2531	0.7096	1.9972	8
A6	0.0104	0.1078	1.0895	0.0208	0.2574	3.2409	6.4690	2.3083	0.2552	0.7152	2.0334	5
A7	0.0105	0.1110	1.0955	0.0210	0.2650	3.2587	6.5420	2.3367	0.2583	0.7233	2.0875	4
A8	0.0109	0.1110	1.1245	0.0217	0.2650	3.3449	6.6732	2.3810	0.2632	0.7378	2.1795	1
A9	0.0102	0.1049	1.0737	0.0204	0.2504	3.1939	6.3556	2.2666	0.2506	0.7027	1.9536	9
A10	0.0103	0.1068	1.0850	0.0207	0.2549	3.2275	6.4334	2.2951	0.2537	0.7113	2.0079	7
A11	0.0108	0.1110	1.1141	0.0215	0.2649	3.3141	6.6257	2.3649	0.2615	0.7325	2.1458	3
A12	0.0074	0.0765	0.8510	0.0148	0.1826	2.5313	4.9395	1.7554	0.1941	0.5461	1.1188	20

A13	0.0070	0.0767	0.8265	0.0140	0.1831	2.4586	4.8317	1.7192	0.1901	0.5342	1.0681	24
A14	0.0078	0.0867	0.8881	0.0155	0.2070	2.6419	5.2540	1.8734	0.2071	0.5809	1.2843	18
A15	0.0067	0.0711	0.7943	0.0134	0.1698	2.3626	4.6055	1.6363	0.1809	0.5092	0.9615	29
A16	0.0081	0.0859	0.9065	0.0161	0.2050	2.6964	5.3255	1.8966	0.2097	0.5888	1.3210	13
A17	0.0084	0.0863	0.9336	0.0167	0.2061	2.7771	5.4546	1.9407	0.2146	0.6030	1.3904	12
A18	0.0070	0.0756	0.8209	0.0139	0.1805	2.4420	4.7909	1.7041	0.1884	0.5297	1.0483	26
A19	0.0073	0.0800	0.8435	0.0146	0.1910	2.5092	4.9567	1.7653	0.1952	0.5480	1.1300	19
A20	0.0078	0.0857	0.8823	0.0155	0.2046	2.6245	5.2133	1.8585	0.2055	0.5764	1.2624	14
A21	0.0078	0.0821	0.8826	0.0157	0.1960	2.6253	5.1633	1.8375	0.2031	0.5708	1.2338	15
A22	0.0070	0.0772	0.8180	0.0141	0.1843	2.4333	4.8008	1.7094	0.1890	0.5308	1.0542	25
A23	0.0071	0.0763	0.8294	0.0142	0.1821	2.4672	4.8389	1.7211	0.1903	0.5350	1.0711	22
A24	0.0069	0.0729	0.8100	0.0138	0.1740	2.4093	4.7023	1.6711	0.1848	0.5199	1.0059	28
A25	0.0069	0.0767	0.8156	0.0137	0.1830	2.4261	4.7816	1.7022	0.1882	0.5286	1.0449	27
A26	0.0073	0.0777	0.8451	0.0146	0.1856	2.5138	4.9305	1.7537	0.1939	0.5451	1.1155	17
A27	0.0070	0.0757	0.8250	0.0140	0.1806	2.4541	4.8099	1.7106	0.1891	0.5318	1.0571	21
A28	0.0075	0.0811	0.8628	0.0149	0.1936	2.5666	5.0592	1.8011	0.1991	0.5593	1.1808	16
A29	0.0091	0.0925	0.9845	0.0182	0.2208	2.9284	5.7735	2.0556	0.2273	0.6383	1.5763	11
A30	0.0052	0.0585	0.6862	0.0105	0.1396	2.0412	3.9347	1.3950	0.1542	0.4350	0.6848	30
A31	0.0041	0.0510	0.5931	0.0082	0.1217	1.7643	3.4061	1.2078	0.1335	0.3766	0.5046	35
A32	0.0037	0.0464	0.5625	0.0073	0.1106	1.6733	3.2008	1.1331	0.1253	0.3539	0.4418	40
A33	0.0041	0.0521	0.5955	0.0082	0.1243	1.7714	3.4322	1.2179	0.1346	0.3795	0.5131	33
A34	0.0039	0.0489	0.5803	0.0078	0.1168	1.7260	3.3179	1.1756	0.1300	0.3668	0.4770	37
A35	0.0037	0.0482	0.5671	0.0074	0.1152	1.6868	3.2485	1.1514	0.1273	0.3591	0.4564	39
A36	0.0040	0.0481	0.5868	0.0080	0.1148	1.7456	3.3358	1.1807	0.1305	0.3688	0.4819	36
A37	0.0042	0.0525	0.6041	0.0084	0.1252	1.7969	3.4766	1.2333	0.1364	0.3844	0.5271	32
A38	0.0038	0.0463	0.5776	0.0077	0.1105	1.7182	3.2683	1.1558	0.1278	0.3613	0.4612	38
A39	0.0040	0.0527	0.5905	0.0080	0.1259	1.7565	3.4189	1.2141	0.1342	0.3780	0.5094	34
A40	0.0044	0.0532	0.6189	0.0088	0.1269	1.8409	3.5535	1.2601	0.1393	0.3929	0.5518	31

۴_۳_۹. تحلیل نتایج

باتوجه به نتایج رتبه بندی بدست آمده مشخص شد شرکت هایی ک حداقل در پنج معیار تقویت شده بودند رتبه های ۱ تا ۱۰ را کسب نمودند. شرکت های A۸ و A۲ و A۱۱ در اکثر شاخص ها از جمله انعطاف پذیری، بازیابی، قابلیت انطباق، فرهنگ مدیریت ریسک، نوآوری، همکاری و غیره از مقیاس بالایی برخوردار گردیده اند

در نتیجه می توان گفت زیر بنا و پیش نیاز تاب آوری زنجیره تأمین در صنعت دارو شاخص های مذکور به خصوص سه شاخص انعطاف پذیری و قابلیت انطباق و بازیابی می باشد و باید مورد توجه بیشتری قرار گیرد. شرکت هایی که در ارزیابی، رتبه پایینی کسب کرده اند از جمله شرکت A۳۲ و A۳۶ و A۳۸ و باید در شاخص هایی مثل افزونگی، پایداری در زنجیره، پایداری در منابع، چابکی، نوآوری، فرهنگ مدیریت ریسک، قابلیت انطباق و غیره که در آن ضعف دارند خود را تقویت کنند تا به جایگاه بهتری در این زمینه دست یابند.

فصل پنجم

نتیجه گیری

۵_۱. مقدمه

در دنیای امروز پارامترهای سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی موثر بر فضای کسب و کار با تلاطم و تحولات زیادی مواجه هستند. اثرات این تلاطم ها در تمامی صنایع به خصوص صنعت دارو سازی مشهود است. از دلایل اصلی تلاطم و پیچیدگی های روزافزون مدیریت زنجیره ی تأمین در محیط های تجاری، جهانی سازی، شدت رقابت در بازارهای آشفته، نوسانات تقاضا، کاهش شدید در ذخایر موجودی، کاهش چرخه عمر مفید محصولات و افزایش سطح برون سپاری فعالیت ها و غیره است. علاوه بر مواردی که گفته شد دلایل دیگری که ساخته دست بشر هستند مانند جنگ، تحریم، اختلالات در سیستم تامین، تولید و توزیع و غیره و همچنین اختلالات طبیعی مانند بیماری، طوفان، سیل، زلزله، آتش سوزی و غیره سبب بروز نقص در سیستم مدیریت زنجیره تامین می گردد. تمامی این موارد وجود سطح بالایی از عدم اطمینان و رفتارهای آشفته در زنجیره های تامین را سبب شده اند. بسیاری از شرکت ها با وقوع اختلال دیگر نمی توانند سطح بهره وری خود را حفظ کنند و در نتیجه، رقابت پذیری خود را از دست می دهند که این امر ریسک تداوم کسب و کار را بالا خواهد برد و زیان های مالی در پی خواهد داشت. در مورد صنایع داروسازی تاثیر اختلالات فقط محدود به زیان مالی شرکت ها نیست چرا که هر گونه نقص در زنجیره تامین دارویی می تواند منجر به عواقب فاجعه بار مانند مرگ یا ناتوانی بیماران شود و بحث آسیب به سلامت جسمی افراد در این صنعت مطرح می شود. به همین دلیل این صنعت در برابر اختلالات آسیب پذیرتر و حساس بوده است.

تاب آوری به عنوان یک مفهوم چند رشته ای، توانایی یک سیستم، جامعه یا حتی یک فرد نه تنها برای جذب یک اختلال بلکه برای انطباق با تغییر ویژگی های آن و بهبود آمادگی برای کاهش تاثیر منفی اختلالات آینده و ریسک های قریب الوقوع است. تاب آوری به عنوان مهم ترین و استراتژیک ترین موضوع برای سیستم های بهداشت و درمان به طور کلی و زنجیره تامین دارویی، به طور خاص، برای پاسخ به تلاطم ها در نظر گرفته می شود.

با توجه به نقش دارو در تاب آوری سیستم‌های سلامت، تاب آوری فرصتی را برای زنجیره تامین دارو فراهم می‌کند تا به جایگاه اولیه خود یا حتی به جایگاه بهینه تری نسبت به گذشته بازگردد. علاوه بر این، می‌تواند توانایی شناسایی تهدیدها برای پیش‌بینی تلفات یا عیوب احتمالی و جلوگیری از شدت بیماری را به ارمغان آورد. در این پژوهش شاخص‌های متعددی برای بهبود تاب آوری زنجیره تامین دارویی پیشنهاد شده است که شامل همکاری، چابکی، افزونگی، پایداری در منابع، پایداری در زنجیره، نوآوری، بازگشت، انعطاف پذیری، قابلیت انطباق و فرهنگ مدیریت ریسک می‌باشد. اگرچه این شاخص‌ها به طور مداوم بر تاب آوری تمامی صنایع متمرکز هستند، اما می‌توانند برای حفظ تاب آوری زنجیره تامین دارویی نیز به کار روند لذا در پژوهش حاضر این معیارها برای چهل شرکت دارو سازی ایران با روش MARCOS فازی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

۵_۲. خلاصه نتایج

پژوهش حاضر برای رسیدن به هدف اصلی خود در صدد پاسخ به سوالات تحقیق می‌باشد که در ادامه هریک از سوالات تحقیق آورده شده است پاسخ هریک از این سوالات در طی انجام تحقیق محقق گردیده است که در زیر به خلاصه ای از آن‌ها اشاره شده است.

○ مهمترین معیارهای تاب آوری زنجیره تامین شرکت‌های داروسازی کدام اند؟ با بررسی گسترده ادبیات تحقیق پانزده معیار تاب آوری استخراج گردید که هرکدام از آن‌ها در فصل دوم به اختصار شرح گردید. از بین این معیارها ده معیار اصلی که در ذیل آورده شده به همراه زیرمعیارهای آن با نظر خبرگان صنعت دارو سازی برای ارزیابی تاب آوری در این حوزه انتخاب شدند.

- همکاری: اعتماد، به اشتراک گذاری درآمد و ریسک، قابلیت IT
- پایداری در منابع: تلاش‌های مستقیم مالی و غیر مالی، تدارک فرایندهای بازیافت ضایعات، کاهش مصرف به خصوص در منابع تجدید ناپذیر، طراحی مجدد

- پایداری در زنجیره: استحکام، آگاهی/ حساسیت، یکپارچگی
 - چابکی: شفافیت، پاسخگویی مناسب، سرعت
 - افزونگی: تامین کنندگان متعدد، ذخیره احتیاطی، ظرفیت مازاد، تامین کنندگان پشتیبان
 - نوآوری: تشویق و حمایت از طرح های مبتکرانه و خلاقانه پرسنل، سرمایه گذاری و گسترش واحد تحقیق و توسعه (R&D)، استفاده از فناوری نوین در تولید، بومی سازی و انطباق فناوری وارداتی با شرایط کشور، پیاده سازی طرح چرخه عمر محصول، استفاده از نظرات و مشارکت اعضای زنجیره در مرحله طراحی محصول
 - فرهنگ مدیریت ریسک: در نظر گرفتن عامل ریسک در تصمیم گیری، مدیریت پیوسته زنجیره تامین، رهبری
 - قابلیت انطباق (سازگاری): کاهش زمان تحویل سفارش به مشتری، یادگیری از وقایع گذشته و استفاده از آن در تصمیم گیری های آتی و نحوه مدیریت سازمان، توجه به علائم هشدار اولیه، شناسایی فرصت های ایجاد شده بر اثر وقفه، تنوع در داشتن مشتریان/بازار/محصول، گردآوری اطلاعات در زمینه های مختلف کسب و کار
 - بازگشت بهبود: منابع انرژی پشتیبان، برنامه ریزی سناریو و شبیه سازی برای حوادث و شرایط اضطراری، قیمت گذاری سایر محصولات با رویکرد پاسخگویی، ذخیره مالی مناسب برای کاهش اثرات منفی بحران و برگشت سریع تر از آن
 - انعطاف پذیری: انعطاف پذیری تامین (منبع یابی)، انعطاف پذیری سیستم عملیاتی (تولید)، انعطاف پذیری توزیع، انعطاف پذیری سیستم اطلاعاتی، انعطاف پذیری فرآیند، انعطاف پذیری در انجام سفارش ، انعطاف پذیری نیروی انسانی، انعطاف پذیری حمل و نقل
- اهمیت و وزن هریک از معیار های تاب آوری زنجیره تامین شرکت های داروسازی چه میزان می باشد؟

برای سنجش میزان وزن هریک از معیار ها از روش PIPRECIA توسعه یافته فازی استفاده گردید این روش از یازده گام تشکیل شده است از گام اول تا پنجم به محاسبه روش PIPRECIA فازی پرداخته می شود و از گام شش تا نه PIPRICIA فازی معکوس محاسبه می شود و در گام دهم ازمیانگین وزن روش PIPRECIA و PIPRECIA-I PIPRECIA-E بدست می آید. طبق محاسبات انجام شده در این پژوهش، معیار های انعطاف پذیری، بازیابی، قابلیت انطباق بالاترین مقادیر وزن را کسب نمودند.

○ چگونه می توان شاخص های تاب آوری زنجیره تامین شرکت های دارویی را طبق تکنیک MARCOS فازی اندازه گیری کرد؟

روش MARCOS فازی از ده مرحله تشکیل شده است که مطابق با تجزیه و تحلیل انجام شده در فصل چهار، در گام اول یک ماتریس تصمیم گیری فازی اولیه بر طبق مقیاس زبانی تعریف شده تشکیل شد در گام دوم به تشکیل یک ماتریس فازی بسط یافته اقدام شد و با تعیین راه حل ایده آل $A(AI)$ و ضد ایده آل فازی $A(ID)$ در مرحله سوم ماتریس نرمال محاسبه گردید. برای محاسبه ماتریس نرمال از معادله نرمال سازی شاخص های مثبت استفاده گردید چراکه تمامی شاخص های این پژوهش از نوع سود بودند چرا که اگر شاخصی منفی بود نحوه نرمال سازی ماتریس بسط یافته مرتبط با آن شاخص منفی، متفاوت بود و از معادله شاخص های منفی برای نرمال سازی استفاده می شد. در گام بعد با ضرب ماتریس نرمال در اوزان بدست آمده که از روش PIPRECIA-E بدست آمد، به محاسبه ماتریس موزون اقدام گردید. محاسبه S_i در مرحله بعد این امکان را داد تا در مرحله شش به محاسبه درجه مطلوبیت گزینه ها پرداخته شود. سپس در مرحله هفت از طریق محاسبه T_i یک عدد جدید D تعریف شد که این عدد غیر فازی گردید و در مرحله هشت از طریق مقدار غیرفازی شده عدد D به تعیین توابع مطلوبیت گزینه در رابطه با راه حل ایده آل و ضد ایده آل مبادرت گردید. در مرحله بعدی نیز با محاسبه $f(k_i)$ تابع مطلوبیت گزینه ها بدست آمد که طبق این تابع به رتبه بندی گزینه های تصمیم پرداخته شد. در این پژوهش برای تشکیل ماتریس فازی اولیه طبق مقیاس زبانی تعریف شده برای روش MARCOS فازی

نظرات دوازده نفر از خبرگان صنعت داروسازی گردآوری شد و براساس داده های جمع آوری شده از نظر خبرگان ماتریس بسط یافته تشکیل شد و هریک از مراحل مشروحه طی گردید.

۵_۳. محدودیت های تحقیق

مراحل انجام هر تحقیقی با محدودیت هایی همراه است که حرکت به سمت هر هدف را دچار چالش و کندی می کند. پژوهشگران در تلاش اند برخی از این محدودیت ها را رفع کنند اما همواره برخی دیگر باقی می مانند. در پژوهش حاضر باتوجه به شرایط کرونا دسترسی به اطلاعات لازم دشوار بود و به ناچار از پرسشنامه با روش دلفی به صورت غیر حضوری استفاده شده است. با در نظر گرفتن محدودیت های ذاتی پرسشنامه، احتمال وجود عدم تطبیق کامل ادراک افراد با واقعیت موضوع وجود دارد. به طور حتم در شرایطی متفاوت با شرایط فعلی، دیدگاه های جامعه، تولید کنندگان؛ تجار و دسترسی به طیف وسیعی از خبرگان صنعت دارو سازی می توانست نتایج را غنی کند، که باید در مطالعات بیشتر در نظر گرفته شود و همینطور عدم همکاری مدیران از قرار دادن اطلاعات مورد نیاز در این حوزه فرایند انجام تحقیق را با چالش هایی مواجه نمود و سبب طولانی شدن پروسه انجام تحقیق گردید. همچنین به دلیل جدید بودن تکنیک ارزیابی و رتبه بندی در تلفیق با نظریه فازی نرم افزاری برای آنالیز داده های پژوهش وجود نداشت لذا نگارنده از محیط اکسل برای تحلیل نتایج استفاده نمود. از دیگر محدودیت های این پژوهش که در به کارگیری نتایج تحقیق است می توان به این مورد اشاره نمود که نتایج این پژوهش قابل تعمیم به تمامی شرکت ها نیست و صرفا محدود به شرکت های تولیدی دارو می باشد و برای استفاده از نتایج این پژوهش در سایر شرکت ها باید یک سری از مراحل دوباره انجام گردد.

۵_۴. پیشنهادات

۵_۴_۱. پیشنهادات کاربردی_مدیریتی

تاب آوری در زنجیره های تامین دارویی تقریباً در تمام کشورها یک چالش بزرگ است. این تحقیق می تواند به مدیران شرکت های داروسازی این امکان را بدهد تا سیستم زنجیره تامین خود را به نحوی طراحی کنند که در برابر عواملی که مانع دستیابی به زنجیره تامین تاب آور هستند مقاوم باشند این عوامل همانطور که طی بررسی ادبیات تحقیق بدست آمد شامل عدم یکپارچگی اطلاعات و تدارکات، عدم ادغام و اعتماد، عدم اندازه گیری عملکرد، عدم وجود تامین کنندگان متعدد، عدم کنترل موجودی و غیره می باشد. برای مقابله با این عوامل در این پژوهش پانزده شاخص اصلی که شامل همکاری، چابکی، افزونگی، پایداری در منابع، پایداری در زنجیره، نوآوری، بازگشت، انعطاف پذیری، قابلیت انطباق و فرهنگ مدیریت ریسک، امنیت، طراحی شبکه زنجیره تامین، مشارکت دولتی-خصوصی، موقعیت بازار می باشد به همراه زیر معیار های هرکدام، طی بررسی ادبیات موضوع استخراج شد که ده مورد آن به عنوان مهمترین شاخص های تاب آوری در زنجیره تامین دارو مورد ارزیابی قرار گرفت. طی ارزیابی صورت گرفته در این پژوهش مشخص شد شرکت هایی که رتبه های نخست را بدست آوردند در حداقل چهار شاخص از جمله شاخص های انعطاف پذیری، قابلیت انطباق، بازیابی و فرهنگ مدیریت ریسک تقویت شده اند. شرکت هایی که در این پژوهش، رتبه های کمتری در ارزیابی کسب کردند مشاهده می شود در اکثر شاخص از جمله افزونگی، چابکی، پایداری در منابع، پایداری در زنجیره، نوآوری و فرهنگ مدیریت ریسک ضعیف عمل کرده اند لذا به مدیران شرکت های مورد بررسی و همینطور سایر شرکت های فعال در حوزه داروسازی برای اینکه بتوانند تاثیر عدم قطعیت ها و اختلالات را از بین ببرند و یا کاهش دهند، پیشنهاد می شود شاخص های تاب آوری خود را در تمام زمینه ها تقویت کنند. چرا که پارادایم تاب آوری، زنجیره تامین صنعت دارویی و همچنین سایر صنایع را قادر می سازد تا هم در سطح ملی و هم در سطح صنعتی انعطاف پذیرتر باشد و به حفظ در دسترس بودن خدمات دارویی و همچنین سایر خدمات در سطح بالا کمک می کند که

منجر به یک جامعه راضی می‌شود. در واقع تاب آوری، فرصت بیشتری را برای پیکربندی مجدد خود با تغییر محیط، به تمامی صنایع ارائه می‌دهد. همچنین پیشنهاد می‌گردد ابزاری برای اندازه‌گیری سطح تاب آوری زنجیره تامین و ارزیابی سطح فعلی تاب آوری صنایع ایجاد نمایند و برنامه ریزی لازم برای دستیابی به سطح مطلوبی از تاب آوری را انجام دهند.

مدیریت بهداشت و درمان و سیاست یک ابزار قدرتمند برای پاسخ به تغییرات محیطی در این حوزه می‌باشد. به طور خاص، اثرات منفی تحریم‌ها را می‌توان با اتخاذ سیاست‌های مناسب کاهش داد. با اتخاذ سیاست‌های مناسب، زنجیره تامین دارویی، موفق به کاهش اثرات منفی در طول زمان خواهد شد. سیاست‌های بهداشتی باید برای یک سیستم بهداشتی اصلاح شوند تا بهترین راه برای پاسخ به نیازهای بازار را پیدا کنند. بنابراین توصیه می‌شود سیاست‌گذاران یکپارچگی فعالیت‌های زنجیره تامین دارویی را با فن‌آوری‌های مدرن، به ویژه در مورد صنایع دارویی در مقیاس بزرگ، توجه به پیچیدگی کسب و کار، توسعه اقتصادی، رقابت شدید، تغییرات سریع در نیازهای مشتری و رابطه مناسب بین تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان، تجویزکنندگان را در نظر بگیرند.

۵_۴_۲. پیشنهادات برای تحقیقات آتی

باتوجه به اینکه بعضی از معیارها به صورت کمی و دقیق قابل سنجش نبوده و مبهم هستند به پژوهشگران آتی پیشنهاد می‌شود از تکنیک‌های MCDM مبتنی بر فازی نوع دو، فازی شهودی، فازی تردیدی و غیره در تحقیقات خود استفاده کنند. همچنین آن‌ها می‌توانند تاب آوری در زنجیره تامین دارویی را با استفاده از روش‌های دیگر از جمله روش اعداد خاکستری و flow sort و غیره نیز ارزیابی کنند. در این پژوهش ده معیار اصلی تاب آوری با نظر خبرگان صنعت دارو استخراج گردید و مورد ارزیابی قرار گرفت لذا به پژوهشگران پیشنهاد می‌شود معیارهای بیشتری را در این صنعت مورد تجزیه و تحلیل قرار دهند. همچنین پیشنهاد می‌گردد مدل سنجش پژوهش حاضر را در زنجیره‌های تامین صنایع دیگر نیز به کار گیرند.

۵-۵. ارزیابی صحت نتایج

نتایج نهایی پژوهش حاضر در اختیار مدیران و افراد شاغل در شرکت های داروسازی قرار گرفت. که باتوجه به شواهد موجود در شرکت های داروسازی نتایج تایید شد و مدیران نتایج این پژوهش را صحت گذاری کردند. طبق پژوهش حاضر شاخص هایی که وزن بیشتری را به خود اختصاص دادند، شاخص های انعطاف پذیری، قابلیت انطباق و بازیابی بودند. طبق مطالعات صورت گرفته در تحقیقات پیشین از جمله در مطالعه عادل آذر و امیر خرمی که در سال ۱۳۹۹ انجام شد متغیرهای موثر بر تاب آوری زنجیره تأمین در صنعت دارو از جمله اشتراک منابع و درآمد، تسهیم اطلاعات/ تسهیم دانش، اعتماد میان زنجیره تأمین، توانمند سازی (افزایش توانایی)، افزونگی، چابکی، انطباق و سازگاری (انطباق پذیری و قابلیت سازگاری)، سرعت، انعطاف پذیری، شفافیت و رویت پذیری زنجیره تأمین، پایداری زنجیره تأمین مشارکت و همکاری، پیش بینی و آمادگی شناسایی شدند که در پژوهش حاضر نیز بسیاری از این شاخص ها به عنوان شاخص های تاب آوری در زنجیره تامین صنعت دارو مورد بررسی قرار گرفت. همچنین علی، محفوظ و آریشا در مطالعه ای که در سال ۲۰۱۷ انجام شد، نشان دادند که تاکید قابلیت های مورد نیاز برای SCRES در ادبیات فعلی بر توانایی بازیابی و قابلیت انطباق می باشد چرا که این شاخص ها به عنوان توانمند ساز های تاب آوری شناخته می شوند. همچنین در مطالعه ای دیگر که توسط منصور شکریان و ماهر ملت پرست در سال ۲۰۲۰ به منظور مرور جامع و سیستماتیک از ادبیات موضوع صورت گرفت، مشخص شد که همکاری توسط مقالات به عنوان مهم ترین استراتژی برای مقابله با اختلالات کنترل شناخته می شود و انعطاف پذیری توسط مقالات به عنوان مهم ترین استراتژی برای مقابله با اختلال در تقاضا، عرضه، فرآیند، و اختلالات محیطی می باشد. لذا بر این اساس می توان نتیجه گیری نمود که شاخص هایی که در پژوهش حاضر از وزن بالایی برخوردار گردیدند شاخص هایی

هستند که یک زنجیره تامین برای تاب آور بودن خود باید آن ها را تقویت کند چرا که در مطالعات پیشین هم این شاخص ها مهمترین تقویت کننده های تاب آوری زنجیره تامین شناخته شده اند.

فهرست منابع

- [۱] پ. محسن رفیع، ص. جهانپار بامداد، ا. مقصود، و ص. جمشید صالحی، "شناسایی عوامل و مولفه های موثر بر همکاری مبتنی بر اعتماد در زنجیره تامین صنعت خودرو و تاثیر آن ها بر عملکرد شرکت های عضو زنجیره"، مجله بین المللی علوم انسانی، ۲۰۱۵ جلد بیست و دوم، ص ۹۹-۱۱۰.
- [۲] M. H. Hugos, *Essentials of supply chain management*. John Wiley & Sons, 2018.
- [۳] P. Mensah and Y. Merkuryev, "Developing a resilient supply chain," *Procedia-Social and behavioral sciences*, vol. 110, pp. 309-319, 2014.
- [۴] S. G. Azevedo, K. Govindan, H. Carvalho, and V. Cruz-Machado, "Ecosilient Index to assess the greenness and resilience of the upstream automotive supply chain," *Journal of Cleaner Production*, vol. 56, pp. 131-146, 2013.
- [۵] 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.
- [۶] S. T. Ponis and E. Koronis, "Supply Chain Resilience? Definition of concept and its formative elements," *The Journal of Applied Business Research*, vol. 28, no. 5, pp. 921-935, 2012.
- [۷] M. Christopher and H. Peck, "Building the resilient supply chain," 2004.
- [۸] کبگانی و شاهبندرزاده، "تحلیل کمی معیارهای انتخاب تأمین کنندگان در زنجیره تأمین تاب آور با استفاده از تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره"، پژوهشنامه بازرگانی، ۲۰۱۹، جلد ۲۳، ص ۱۱۵-۱۴۰.
- [۹] S. A. Melnyk, D. J. Closs, S. E. Griffis, C. W. Zobel, and J. R. Macdonald, "Understanding supply chain resilience," *Supply Chain Management Review*, vol. 18, no. 1, pp. 34-41, 2014.
- [۱۰] ص. پور، زندیه، مصطفی، ع. تبریز، و د. نوکورانی، "طراحی و تبیین الگوی زنجیره تامین تاب آور در صنایع داروسازی ایران"، مطالعات مدیریت صنعتی، سال ۲۰۱۸، جلد ۱۶، ص ۵۵-۱۰۶.
- [۱۱] L. Wang, L. Kong, F. Wu, Y. Bai, and R. Burton, "Preventing chronic diseases in China," *The lancet*, vol. 366, no. 9499, pp. 1821-1824, 2005.
- [۱۲] M. Stanković, Ž. Stević, D. K. Das, M. Subotić, and D. Pamučar, "A new fuzzy MARCOS method for road traffic risk analysis," *Mathematics*, vol. 8, no. 3, p. 457, 2020.
- [۱۳] م. علی و ن. داود کریمی، "سنجش و تحلیل تاب آوری در زنجیره تامین (مطالعه موردی: شرکت پتروشیمی)" دومین کنفرانس بین المللی مدیریت صنعتی، ۱۳۹۶، <https://civilica.com/doc/633385/>.
- [۱۴] J. Mills, J. Schmitz, and G. Frizelle, "A strategic review of "supply networks", " *International Journal of Operations & Production Management*, 2004.
- [۱۵] H.-C. Pfohl, H. Köhler, and D. Thomas, "State of the art in supply chain risk management research: empirical and conceptual findings and a roadmap for the implementation in practice," *Logistics research*, vol. 2, no. 1, pp. 33-44, 2010.
- [۱۶] C. L. Karmaker and T. Ahmed, "Modeling performance indicators of resilient pharmaceutical supply chain," *Modern Supply Chain Research and Applications*, 2020.
- [۱۷] D. K. Godivan, "Modelling resilience in supply chain," Universidade Nova de Lisboa, 2012.
- [۱۸] م. سفیدان، طالبی، داوود، ع. تبریز، و فارسیجانی، "طراحی مدل تأثیریکپارچگی زنجیره تامین بر عملکرد در کلاس جهانی با میانجیگری رقابت پذیری در صنعت داروسازی ایران"، مدیریت بهره‌وری، ۲۰۱۸، جلد ۱۲، ص ۲۹۰-۳۰۱.
- [۱۹] J. Zheng, E. Bakker, L. Knight, H. Gilhespy, C. Harland, and H. Walker, "A strategic case for e-adoption in healthcare supply chains," *International Journal of Information Management*, vol. 26, no. 4, pp. 290-301, 2006.
- [۲۰] ا. طهماسبی، حمزه، و حامی، "تحلیل معیارهای تاب آوری و پایداری زنجیره تامین در صنعت داروسازی با استفاده از روش تحلیل ساختاری تفسیری"، مدیریت استاندارد و کیفیت، ۲۰۲۰، جلد ۹، ص ۴۸-۴۰.

- [۲۱] پ. علیرضا، "مدیریت زنجیره تامین و پشتیبانی تکنولوژی اطلاعات"، تدبیر، سال ۱۳۸۳، جلد پانزدهم، ص ۱۴۵-۳۳.
- [۲۲] C. C. Defee and T. P. Stank, "Applying the strategy- structure- performance paradigm to the supply chain environment," *The International Journal of Logistics Management*, 2005.
- [۲۳] C. W. Craighead, J. Blackhurst, M. J. Rungtusanatham, and R. B. Handfield, "The severity of supply chain disruptions: design characteristics and mitigation capabilities," *Decision sciences*, vol. 38, no. 1, pp. 131-156, 2007.
- [۲۴] Ž. Stević, D. Pamučar, A. Puška, and P. Chatterjee, "Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement of alternatives and ranking according to COmpromise solution (MARCOS)," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 140, p. 106231, 2020.
- [۲۵] A. I. Pettersson and A. Segerstedt, "Measuring supply chain cost," *International Journal of Production Economics*, vol. 143, no. 2, pp. 357-363, 2013.
- [۲۶] H. Taherdoost and A. Brard, "Analyzing the process of supplier selection criteria and methods," *Procedia Manufacturing*, vol. 32, pp. 1024-1034, 2019.
- [۲۷] S. Min, Z. G. Zacharia, and C. D. Smith, "Defining supply chain management: in the past, present, and future," *Journal of Business Logistics*, vol. 40, no. 1, pp. 44-55, 2019.
- [۲۸] ج. احمد و م. مریم، "ارائه چارچوبی برای بهبود عملکرد زنجیره تامین تاب آور"، مدیریت زنجیره تامین، سال ۱۳۹۴، جلد هفدهم، ص ۴۸-۳۸.
- [۲۹] A. Fallahpour, S. Nayeri, M. Sheikhalishahi, K. Y. Wong, G. Tian, and A. M. Fathollahi-Fard, "A hyper-hybrid fuzzy decision-making framework for the sustainable-resilient supplier selection problem: a case study of Malaysian Palm oil industry," *Environmental Science and Pollution Research*, pp. 1-21, 2021.
- [۳۰] S. Thiruchelvam and J. Tookey, "Evolving trends of supplier selection criteria and methods," *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 437-454, 2011.
- [۳۱] S. Holmberg, "A systems perspective on supply chain measurements," *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2000.
- [۳۲] H. Stadler, H. Stadler, C. Kilger, C. Kilger, H. Meyr, and H. Meyr, *Supply chain management and advanced planning: concepts, models, software, and case studies*. Springer, 2015.
- [۳۳] D. M. Lambert, M. C. Cooper, and J. D. Pagh, "Supply chain management: implementation issues and research opportunities," *The international journal of logistics management*, vol. 9, no. 2, pp. 1-20, 1998.
- [۳۴] ح. ق. ب. هادی، "الگوی پیاده سازی مدیریت زنجیره تامین در شرکت های کوچک و متوسط."
- [۳۵] س. برزگر و م. حمیدیان، "مدیریت زنجیره تامین: تعریف، تاریخچه، اهداف، فرآیندها، مزایا و موانع"، دهمین کنفرانس بین المللی انجمن تحقیق در عملیات ایران، ۱۳۹۶ <https://civilica.com/doc/767230>.
- [۳۶] S. Alhyari, "Supply chain management paradigms and their impact on competitive priorities: an applied study on Jordanian Airlines Industry," *Unpublished PhD thesis, The World Islamic Sciences and Education University, Jordan*, 2015.
- [۳۷] M. Christopher, "The agile supply chain: competing in volatile markets," *Industrial marketing management*, vol. 29, no. 1, pp. 37-44, 2000.
- [۳۸] C. Wu and D. Barnes, "A literature review of decision-making models and approaches for partner selection in agile supply chains," *Journal of Purchasing and Supply Management*, vol. 17, no. 4, pp. 256-274, 2011.
- [۳۹] A. Harrison, M. Christopher, and R. van Hoek, *Creating the agile supply chain*. Institute of Logistics and Transport London, 1999.
- [۴۰] S. I. Mari, Y. H. Lee, and M. S. Memon, "Sustainable and resilient supply chain network design under disruption risks," *Sustainability*, vol. 6, no. 10, pp. 6666-6686, 2014.

- [٤١] A. Wieland and C. M. Wallenburg, "The influence of relational competencies on supply chain resilience: a relational view," *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2013.
- [٤٢] S. G. Azevedo, H. Carvalho, and V. Cruz-Machado, "Proposal of a conceptual model to analyse the influence of LARG practices on manufacturing supply chain performance," *Journal of Modern Accounting and Auditing*, vol. 8, no. 2, p. 174, 2012.
- [٤٣] M. M. H. Chowdhury and M. Quaddus, "Development and validation of an instrument for supply chain resilience measurement," in *Proceedings Conference: The 2014 ANZAM Operations, Supply Chain and Services Management Symposium*, 2014.
- [٤٤] Q. Zhu, J. Sarkis, and K.-h. Lai, "Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices implementation," *International journal of production economics*, vol. 111, no. 2, pp. 261-273, 2008.
- [٤٥] S. Duarte and V. C. Machado, "Green and lean implementation: an assessment in the automotive industry," *International Journal of Lean Six Sigma*, 2017.
- [٤٦] S. Duarte and V. Cruz-Machado, "An investigation of lean and green supply chain in the Industry 4.0," in *Proceedings of the 2017 International Symposium on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM)*, 2017, pp. 24-25.
- [٤٧] C. S. Tang, "Perspectives in supply chain risk management," *International journal of production economics*, vol. 103, no. 2, pp. 451-488, 2006.
- [٤٨] J. Chen, A. S. Sohal, and D. I. Prajogo, "Supply chain operational risk mitigation: a collaborative approach," *International Journal of Production Research*, vol. 51, no. 7, pp. 2186-2199, 2013.
- [٤٩] A. Jabbarzadeh, B. Fahimnia, J.-B. Sheu, and H. S. Moghadam, "Designing a supply chain resilient to major disruptions and supply/demand interruptions," *Transportation Research Part B: Methodological*, vol. 94, pp. 121-149, 2016.
- [٥٠] D. Simchi Levi, C. Vassiladis, and I. Kyriatoglou, "Making the right risk decisions to strengthen operations performance," in *PwC and the MIT Forum for Supply Chain Innovation*, 2013.
- [٥١] H. Peck, "Understanding the sources and drivers of supply chain risk," *The financial times handbook of management*, vol. 3, 2004.
- [٥٢] W. Ho, T. Zheng, H. Yildiz, and S. Talluri, "Supply chain risk management: a literature review," *International Journal of Production Research*, vol. 53, no. 16, pp. 5031-5069, 2015.
- [٥٣] M. S. Sodhi, B. G. Son, and C. S. Tang, "Researchers' perspectives on supply chain risk management," *Production and operations management*, vol. 21, no. 1, pp. 1-13, 2012.
- [٥٤] A. Samvedi, V. Jain, and F. T. Chan, "Quantifying risks in a supply chain through integration of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS," *International Journal of Production Research*, vol. 51, no. 8, pp. 2433-2442, 2013.
- [٥٥] M. Shekarian and M. Mellat Parast, "An Integrative approach to supply chain disruption risk and resilience management: a literature review," *International Journal of Logistics Research and Applications*, pp. 1-29, 2020.
- [٥٦] S. Chopra and M. Sodhi, "S.(2004), "Managing risk to avoid supply-chain breakdown,"" *MIT Sloan Management Review*, vol. 53, p. 61.
- [٥٧] M. J. Sáenz and E. Revilla, "Creating more resilient supply chains," *MIT Sloan management review*, vol. 55, no. 4, pp. 22-24, 2014.
- [٥٨] R. Dubey *et al.*, "Big data analytics and organizational culture as complements to swift trust and collaborative performance in the humanitarian supply chain," *International Journal of Production Economics*, vol. 210, pp. 120-136, 2019.
- [٥٩] N. Börjeson and M. Boström, "Towards reflexive responsibility in a textile supply chain," *Business Strategy and the Environment*, vol. 27, no. 2, pp. ٢٠١٨, ٢٣٩-٢٣٠.
- [٦٠] C. R. Pereira, M. Christopher, and A. L. Da Silva, "Achieving supply chain resilience: the role of procurement," *Supply Chain Management: an international journal*, 2014.

- [٦١] A. Ghadge, S. Dani, and R. Kalowsky, "Supply chain risk management: present and future scope," *The international journal of logistics management*, 2012.
- [٦٢] G. Halkos, A. Skouloudis, C. Malesios, and K. Evangelinos, "Bouncing back from extreme weather events: Some preliminary findings on resilience barriers facing small and medium- sized enterprises," *Business Strategy and the Environment*, vol. 27, no. 4, pp. 547-559, 2018.
- [٦٣] X. Chen, Z. Xi, and P. Jing, "A unified framework for evaluating supply chain reliability and resilience," *IEEE Transactions on Reliability*, vol. 66, no. 4, pp. 1144-1156, 2017.
- [٦٤] Y. Sheffi, "Resilience reduces risk," *Logistics Quarterly*, vol. 12, no. 1, pp. 12-14, 2006.
- [٦٥] D. Ivanov, B. Sokolov, and J. Kaeschel, "A multi-structural framework for adaptive supply chain planning and operations control with structure dynamics considerations," *European journal of operational research*, vol. 200, no. 2, pp. 409-420, 2010.
- [٦٦] U. Jüttner and S. Maklan, "Supply chain resilience in the global financial crisis: an empirical study," *Supply Chain Management: An International Journal*, 2011.
- [٦٧] M. Kamalahmadi and M. M. Parast, "A review of the literature on the principles of enterprise and supply chain resilience: Major findings and directions for future research," *International Journal of Production Economics*, vol. 171, pp. 116-133, 2016.
- [٦٨] N.-O. Hohenstein, E. Feisel, E. Hartmann, and L. Giunipero, "Research on the phenomenon of supply chain resilience: a systematic review and paths for further investigation," *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2015.
- [٦٩] L. Biedermann, H. Kotzab, and T. J. Pettit, "Theory Landscape and Research Perspectives in Current Supply Chain Resilience Research," in *International Conference on Dynamics in Logistics*, 2018: Springer, pp. 26-33.
- [٧٠] C. S. Holling, "Resilience and stability of ecological systems," *Annual review of ecology and systematics*, vol. 4, no. 1, pp. 1-23, 1973.
- [٧١] R. A. Eltantawy, "The role of supply management resilience in attaining ambidexterity: a dynamic capabilities approach," *Journal of Business & Industrial Marketing*, 2016.
- [٧٢] J. Fiksel, "Sustainability and resilience: toward a systems approach," *Sustainability: Science, Practice and Policy*, vol. 2, no. 2, pp. 14-21, 2006.
- [٧٣] خ. ج. نژاد، ا. کهنعلی، حیرانی، و علی، "آینده پژوهی زنجیره تأمین تاب آور بیمارستان با سناریو نگاری منطق شهودی، فصلنامه بیمارستان، ۲۰۲۰، جلد ۱۹، ص ۱۷-۲۷.
- [٧٤] B. R. Tukamuhabwa, M. Stevenson, J. Busby, and M. Zorzini, "Supply chain resilience: definition, review and theoretical foundations for further study," *International Journal of Production Research*, vol. 53, no. 18, pp. 5592-5623, 2015.
- [٧٥] L. Urciuoli, S. Mohanty, J. Hintsa, and E. G. Boekesteijn, "The resilience of energy supply chains: a multiple case study approach on oil and gas supply chains to Europe," *Supply Chain Management: An International Journal*, 2014.
- [٧٦] K. M. Sutcliffe, "Organizing for resilience," *Positive organizational scholarship: Foundations of a new discipline*, 2003.
- [٧٧] G. HAMEL and L. VALIKANGAS, "The quest for resilience, Harvard business review, September, 2003," 2003.
- [٧٨] F. F. A. Caniato and J. Rice, "Building a secure and resilient supply chain," 2003.
- [٧٩] Y. Sheffi and J. B. Rice Jr, "A supply chain view of the resilient enterprise," *MIT Sloan management review*, vol. 47, no. 1, p. 41, 2005.
- [٨٠] M. S. Golan, L. H. Jernegan, and I. Linkov, "Trends and applications of resilience analytics in supply chain modeling: systematic literature review in the context of the COVID-19 pandemic," *Environment Systems and Decisions*, vol. 40, pp. 222-243, 2020.
- [٨١] P. R. Sinha, L. E. Whitman, and D. Malzahn, "Methodology to mitigate supplier risk in an aerospace supply chain," *Supply Chain Management: an international journal*, 2004.

- [⁸²] X. Qian, Y. Ma, and H. Feng, "Collaboration space division in collaborative product development based on a genetic algorithm," *Journal of Industrial Engineering International*, vol. 14, no. 4, pp. 719-732, 2018.
- [⁸³] T. Papadopoulos, A. Gunasekaran, R. Dubey, N. Altay, S. J. Childe, and S. Fosso-Wamba, "The role of Big Data in explaining disaster resilience in supply chains for sustainability," *Journal of Cleaner Production*, vol. 142, pp. 1108-1118, 2017.
- [⁸⁴] S. Y. Ponomarov and M. C. Holcomb, "Understanding the concept of supply chain resilience," *The international journal of logistics management*, 2009.
- [⁸⁵] J. Blackhurst, K. S. Dunn, and C. W. Craighead, "An empirically derived framework of global supply resiliency," *Journal of business logistics*, vol. 32, no. 4, pp. 374-391, 2011.
- [⁸⁶] X. Li, Q. Wu, C. W. Holsapple, and T. Goldsby, "An empirical examination of firm financial performance along dimensions of supply chain resilience," *Management Research Review*, 2017.
- [⁸⁷] V. L. Spiegler, M. M. Naim, and J. Wikner, "A control engineering approach to the assessment of supply chain resilience," *International Journal of Production Research*, vol. 50, no. 21, pp. 6162-6187, 2012.
- [⁸⁸] U. Soni, V. Jain, and S. Kumar, "Measuring supply chain resilience using a deterministic modeling approach," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 74, pp. 11-25, 2014.
- [⁸⁹] E. Kusrini and R. Primadasa, "Design of key performance indicators (KPI) for sustainable supply chain management (SSCM) palm oil industry in Indonesia," in *MATEC web of conferences*, 2018, vol. 159: EDP Sciences, p. 02068.
- [⁹⁰] S. T. Khorasani and M. Almasifard, "The development of a green supply chain dual-objective facility by considering different levels of uncertainty," *Journal of Industrial Engineering International*, vol. 14, no. 3, pp. 593-602, 2018.
- [⁹¹] C.-C. Yang, P. Lai, Y. Li, and Y.-Y. Hsu, "Supply Chain key success factors for organic agricultural products: case study in Taiwan," *Int J Supply Chain Manag*, vol. 7, no. 3, pp. 261-270, 2018.
- [⁹²] I. Ehrenhuber, H. Treiblmaier, C. Engelhardt-Nowitzki, and M. Gerschberger, "Toward a framework for supply chain resilience," *International Journal of Supply Chain and Operations Resilience*, vol. 1, no. 4, pp. 339-350, 2015.
- [⁹³] V. Jain, S. Kumar, U. Soni, and C. Chandra, "Supply chain resilience: model development and empirical analysis," *International Journal of Production Research*, vol. 55, no. 22, pp. 6779-6800, 2017.
- [⁹⁴] S. Mandal, "Supply chain resilience: a state-of-the-art review and research directions," *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 2014.
- [⁹⁵] Z. Cao, B. Huo, Y. Li, and X. Zhao, "The impact of organizational culture on supply chain integration: a contingency and configuration approach," *Supply Chain Management: An International Journal*, 2015.
- [⁹⁶] T. J. Pettit, J. Fiksel, and K. L. Croxton, "Ensuring supply chain resilience: development of a conceptual framework," *Journal of business logistics*, vol. 31, no. 1, pp. 1-21, 2010.
- [⁹⁷] T. Y. Choi and Y. Hong, "Unveiling the structure of supply networks: case studies in Honda, Acura, and DaimlerChrysler," *Journal of Operations Management*, vol. 20, no. 5, pp. 469-493, 2002.
- [⁹⁸] T. J. Pettit, K. L. Croxton, and J. Fiksel, "Ensuring supply chain resilience: development and implementation of an assessment tool," *Journal of business logistics*, vol. 34, no. 1, pp. 46-76, 2013.
- [⁹⁹] G. T. Stewart, R. Kolluru, and M. Smith, "Leveraging public- private partnerships to improve community resilience in times of disaster," *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2009.

- [١٠٠] M. Stevenson and M. Spring, "Flexibility from a supply chain perspective: definition and review," *International journal of operations & production management*, 2007.
- [١٠١] M. Aghaei, A. Z. Hamadani, and M. A. Ardakan, "Redundancy allocation problem for k-out-of-n systems with a choice of redundancy strategies," *Journal of Industrial Engineering International*, vol. 13, no. 1, pp. 81-92, 2017.
- [١٠٢] M. Kamalahmadi and M. M. Parast, "An assessment of supply chain disruption mitigation strategies," *International Journal of Production Economics*, vol. 184, pp. 210-230, 2017.
- [١٠٣] Y. Yang and X. Xu, "Post-disaster grain supply chain resilience with government aid," *Transportation research part E: logistics and transportation review*, vol. 76, pp. 139-159, 2015.
- [١٠٤] A. M. Sánchez and M. P. Pérez, "Supply chain flexibility and firm performance: a conceptual model and empirical study in the automotive industry," *International Journal of Operations & Production Management*, 2005.
- [١٠٥] C. Y. Chiang, C. Kocabasoglu- Hillmer, and N. Suresh, "An empirical investigation of the impact of strategic sourcing and flexibility on firm's supply chain agility," *International Journal of Operations & Production Management*, 2012.
- [١٠٦] I. Golgeci and S. Y. Ponomarov, "Does firm innovativeness enable effective responses to supply chain disruptions? An empirical study," *Supply Chain Management: An International Journal*, 2013.
- [١٠٧] A. Jafarnejad and S. Hashemi Petrudi, "Talaie.(2015). New approach to supply Chain management," *Publishing Negah Danesh*, pp. 221-261.
- [١٠٨] D. Waters, *Supply chain risk management: vulnerability and resilience in logistics*. Kogan Page Publishers, 2011.
- [١٠٩] T. S. Glickman and S. C. White, "Security, visibility and resilience: the keys to mitigating supply chain vulnerabilities," *International Journal of Logistics Systems and Management*, vol. 2, no. 2, pp. 107-119, 2006.
- [١١٠] M. M. H. Chowdhury and M. Quaddus, "Supply chain readiness, response and recovery for resilience," *Supply Chain Management: An International Journal*, 2016.
- [١١١] S. A. Melnyk, R. R. Lummus, R. J. Vokurka, L. J. Burns, and J. Sandor, "Mapping the future of supply chain management: a Delphi study," *International journal of production Research*, vol. 47, no. 16, pp. 4629-4653, 2009.
- [١١٢] H. Håkonsen, A. M. Horn, and E.-L. Toverud, "Price control as a strategy for pharmaceutical cost containment—what has been achieved in Norway in the period 1994–2004?," *Health policy*, vol. 90, no. 2-3, pp. 277-285, 2009.
- [١١٣] N. Shah, "Pharmaceutical supply chains: key issues and strategies for optimisation," *Computers & chemical engineering*, vol. 28, no. 6-7, pp. 929-941, 2004.
- [١١٤] X. Yu, C. Li, Y. Shi, and M. Yu, "Pharmaceutical supply chain in China: current issues and implications for health system reform," *Health policy*, vol. 97, no. 1, pp. 8-15, 2010.
- [١١٥] N. Janatyan, M. Zandieh, A. Alem Tabriz, and M. Rabieh, "Optimizing Sustainable Pharmaceutical Distribution Network Model with Evolutionary Multi-objective Algorithms (Case Study: Darupakhsh Company)," *Journal of Production and Operations Management*, vol. 10, no. 1, pp. 133-153, 2019.
- [١١٦] E. V. Yaroson, L. Breen, J. Hou, and J. Sowter, "Resilience strategies and the pharmaceutical supply chain: the role of agility in mitigating drug shortages," in *Pharmaceutical Supply Chains-Medicines Shortages*: Springer, 2019, pp. 249-256.
- [١١٧] M. Fridell, S. Edwin, J. Von Schreeb, and D. D. Saulnier, "Health system resilience: what are we talking about? A scoping review mapping characteristics and keywords," *International journal of health policy and management*, vol. 9, no. 1, p. 6, 2020.
- [١١٨] K. Pauwels, S. Simoens, M. Casteels, and I. Huys, "Insights into European drug shortages: a survey of hospital pharmacists," *PloS one*, vol. 10, no. 3, p. e0119322, 2015.

- [۱۱۹] O. Aigbogun, Z. Ghazali, and R. Razali, "A framework to enhance supply chain resilience the case of Malaysian pharmaceutical industry," *Global Business and Management Research*, vol. 6, no. 3, p. 219, 2014.
- [۱۲۰] G. Mehralian, A. Moosivand, S. Emadi, and R. Asgharian, "Developing a coordination framework for pharmaceutical supply chain: using analytical hierarchy process," *International Journal of Logistics Systems and Management*, vol. 26, no. 3, pp. 277-293, 2017.
- [۱۲۱] D. Ivanov, "Predicting the impacts of epidemic outbreaks on global supply chains: A simulation-based analysis on the coronavirus outbreak (COVID-19/SARS-CoV-2) case," *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 136, p. 101922, 2020.
- [۱۲۲] C. Swift, V. D. R. Guide Jr, and S. Muthulingam, "Does supply chain visibility affect operating performance? Evidence from conflict minerals disclosures," *Journal of Operations Management*, vol. 65, no. 5, pp. 406-429, 2019.
- [۱۲۳] M. A. Moktadir, S. M. Ali, R. Rajesh, and S. K. Paul, "Modeling the interrelationships among barriers to sustainable supply chain management in leather industry," *Journal of Cleaner Production*, vol. 181, pp. 631-651, 2018.
- [۱۲۴] A. Hafezalkotob and S. Zamani, "A multi-product green supply chain under government supervision with price and demand uncertainty," *Journal of Industrial Engineering International*, vol. 15, no. 1, pp. 193-206, 2019.
- [۱۲۵] A. Ali, A. Mahfouz, and A. Arisha, "Analysing supply chain resilience: integrating the constructs in a concept mapping framework via a systematic literature review," *Supply Chain Management: An International Journal*, 2017.
- [۱۲۶] B. Yu, J. Wang, X. Lu, and H. Yang, "Collaboration in a low-carbon supply chain with reference emission and cost learning effects: cost sharing versus revenue sharing strategies," *Journal of Cleaner Production*, vol. 250, p. 119460, 2020.
- [۱۲۷] آذر. عادل، و خرمی، "طراحی مدل تاب‌آوری زنجیره تأمین صنعت دارو در شرایط بحران با رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری (ISM)،" نشریه علمی پژوهشی مدیریت کسب و کارهای بین المللی، ۲۰۲۰، جلد ۳، ص ۳۱-۱.
- [۱۲۸] ا. سجاد، "ارائه مدل مفهومی برای بهینه سازی مدیریت زنجیره ارزش تاب آور تولیدات داخلی دانش بنیان در شرایط اقتصاد مقاومتی (مطالعه موردی: شرکت داروسازی خرمان)،" مدیریت زنجیره تامین، سال ۱۳۹۸، جلد ۲۱، ص ۴۰-۳۲.
- [۱۲۹] محمدی. حامد، تیموری، و حسین، "ارزیابی سیستم مدیریت سلامت، ایمنی و محیط زیست از دیدگاه مهندسی تاب‌آوری شهرک تخصصی روی زنجان در سال ۱۳۹۷،" مجله سلامت کار ایران، ۲۰۲۰، جلد ۱۷، ص ۱۹-۱.
- [۱۳۰] پ. زراعتی فوکلائی، م. مدهوشی، ح. آقاجانی، و م. یحیی زاده فر، "طراحی مدل بومی ارزیابی تاثیر قابلیت های فناوری اطلاعات بر عملکرد شرکت ها با میانجی گری رویکردهای زنجیره تامین (مطالعه موردی: شرکت های دارویی)،" مدیریت فناوری اطلاعات، ۱۳۹۶، جلد نهم <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=318541>.
- [۱۳۱] رحیمیان و ر. ز. قطری، "سنجش تاب‌آوری زنجیره تأمین با رویکرد سیستم‌های پیچیده سازگار؛ مطالعه موردی: صنعت داروسازی ایران،" پژوهش های نوین در تصمیم گیری، جلد ۲، ص ۱۹۵-۱۵۵.
- [۱۳۲] چ. احمد جعفر نژاد، ک. عالی، و ع. علیرضا، "شناسایی و اولویت بندی شاخص های ارزیابی تاب‌آوری تامین کنندگان بر پایه روش بهترین - بدترین،" چشم انداز مدیریت صنعتی، سال ۱۳۹۵، جلد ششم، ص ۱۸۶-۱۵۹.
- [۱۳۳] 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.
- [۱۳۴] A. Jafarnejad, M. Momeni, S. H. R. Hajiagha, and M. F. Khorshidi, "A dynamic supply chain resilience model for medical equipment's industry," *Journal of Modelling in Management*, ۲۰۱۹.

- [۱۳۵] M. Aloosh, A. Salavati, and A. Aloosh, "Economic sanctions threaten population health: the case of Iran," *Public health*, vol. 169, pp. 10-13, 2019.
- [۱۳۶] N. A. Mancheri, B. Sprecher, G. Bailey, J. Ge, and A. Tukker, "Effect of Chinese policies on rare earth supply chain resilience," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 142, pp. 101-112, 2019.
- [۱۳۷] R. Rostamzadeh, M. K. Ghorabae, K. Govindan, A. Esmaeili, and H. B. K. Nobar, "Evaluation of sustainable supply chain risk management using an integrated fuzzy TOPSIS-CRITIC approach," *Journal of Cleaner Production*, vol. 175, pp. 651-669, 2018.
- [۱۳۸] C. F. Durach, A. Wieland, and J. A. Machuca, "Antecedents and dimensions of supply chain robustness: a systematic literature review," *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2015.
- [۱۳۹] K. Govindan, K. M. Shankar, and D. Kannan, "Sustainable material selection for construction industry—A hybrid multi criteria decision making approach," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 55, pp. 1274-1288, 2016.
- [۱۴۰] J. B. Talevska, M. Ristov, and M. M. Todorova, "Development of methodology for the selection of the optimal type of pedestrian crossing," *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 105-114, 2019.
- [۱۴۱] A. Karaşan, İ. Kaya, and M. Erdoğan, "Location selection of electric vehicles charging stations by using a fuzzy MCDM method: a case study in Turkey," *Neural Computing and Applications*, vol. 32, no. 9, pp. 4553-4574, 2020.
- [۱۴۲] G. Stojić, Ž. Stević, J. Antuchevičienė, D. Pamučar, and M. Vasiljević, "A novel rough WASPAS approach for supplier selection in a company manufacturing PVC carpentry products," *Information*, vol. 9, no. 5, p. 121, 2018.
- [۱۴۳] E. K. Zavadskas, Ž. Stević, I. Tanackov, and O. Prentkovskis, "A novel multicriteria approach—rough step-wise weight assessment ratio analysis method (R-SWARA) and its application in logistics," *Studies in Informatics and Control*, vol. 27, no. 1, pp. 97-106, 2018.
- [۱۴۴] ح. حمید مستخدمین، "مقدمه ای بر روش تحقیق در علوم انسانی"، کار و جامعه، ۱۳۹۴، ص ۱۸۷-۵۵.
- [۱۴۵] خ. غلامرضا، روش تحقیق با رویکردی به پایان نامه نویسی، بازتاب، ۱۳۸۸.
- [۱۴۶] س. زهره، ب. ه. عباس، و ح. الهه، روش های تحقیق در علوم رفتاری، آگه، ۱۳۹۱.
- [۱۴۷] س. اوما، ص. محمد، و ش. محمود، روش های تحقیق در مدیریت، مرکز آموزش مدیریت دولتی ریاست جمهوری، ۱۳۹۰.
- [۱۴۸] I. Ivarsson and C. G. Alvstam, "Upgrading in global value-chains: a case study of technology-learning among IKEA-suppliers in China and Southeast Asia," *Journal of Economic Geography*, vol. 11, no. 4, pp. 731-752, 2011.
- [۱۴۹] L. A. Zadeh, "Fuzzy logic—a personal perspective," *Fuzzy sets and systems*, vol. 281, pp. 4-20, 2015.
- [۱۵۰] G.-H. Tzeng and J.-J. Huang, *Multiple attribute decision making: methods and applications*. CRC press, 2011.
- [۱۵۱] C.-C. Sun, "A performance evaluation model by integrating fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods," *Expert systems with applications*, vol. 37, no. 12, pp. 7745-7754, ۲۰۱۰.
- [۱۵۲] Ž. Stević, Ž. Stjepanović, Z. Božičković, D. K. Das, and D. Stanujkić, "Assessment of conditions for implementing information technology in a warehouse system: A novel fuzzy piprecia method," *Symmetry*, vol. 10, no. 11, p. 586, 2018.

Abstract

Over the past few decades, the supply chain has become a fundamental and important issue in the global market. Companies around the world due to factors such as globalization, tight competition between companies in turbulent markets, increasing demand fluctuations, drastic reductions in existing stocks, reduced product life cycle, increased levels of outsourcing activities, technological change, unexpected pandemics and Etc. In nature, they have become more disturbed and more vulnerable. Supply chains today face many challenges and threats such as global economic crises or disasters, all of which can lead to supply chain failures, reduced competitiveness and customer satisfaction, and ultimately, reduced profitability. Despite these conditions, the need for resilience and development of this concept in the supply chain, and in particular the supply chain of the pharmaceutical industry, which is much more sensitive, has increased. Managers also need tools to monitor their company's supply chain resilience to disruptions. The main purpose of this study is to evaluate supply chain resilience in the pharmaceutical industry. To achieve this important goal in this study, the identified indicators of supply chain resilience of the pharmaceutical industry were weighed by the PIPRECIA-E method and ranked and evaluated by forty companies active in the field of pharmacy using the new multi-criteria method (FUZZY MARCOS). The results of this study help managers in analyzing resilience and selecting effective indicators to reduce supply chain disruption, and facilitate decision making.

Keywords:

Supply chain, Resilience, Supply Chain Resilience, New multi-criteria Method, Pharmaceutical Industry



Shahrood University of Technology

Faculty of Industrial Engineering and Management

M.Sc. Thesis in Industrial Management

Evaluation of supply chain resilience with a new fuzzy multi-criteria approach

(Case study: Pharmaceutical industry)

By: Masoumeh Sadat Sharifian

Supervisor:

Dr. Mohammad Hassan Hosseini

Advisor:

Dr. Reza Sheikh

February 2022