فصلنامه علمی – پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی – سال شانزدهم، شماره ۵۱، زمستان ۹۷
صفحات ۲۷-۱

مدلسازی و حل یک سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده چند کالایی با محدودیت‌های تصادفی گنجایش انبار و بودجه

زهرا بهرامی،* سید حمیدرضا پسندیده،** محمد محمدی***

تاریخ دریافت:۹۵/۲/۲۰- تاریخ پذیرش: ۹۷/۵/۲۹

چکیده

همکاری در زنجیره ی تامین به عنوان یک تفاوت در کسب و کار و یک منبع ایجاد مزیت رقابتی شناخته شده است. یکی از پرکاربردترین انواع همکاری در زنجیره ی تامین، قرارداد مدیریت موجودی توسط فروشنده می‌باشد. در این مقاله یک زنجیره ی تامین دو سطحی چند کالایی با یک تامین کننده و چندین فروشنده تحت سیستم مدیریت موجودی توسط تامین کننده مورد مطالعه قرار گرفته است. تامین کننده پس از تولید کالاها را به صورت دوره ای برای فروشندگان ارسال می‌کند(یعنی فروشنده ۱، فروشنده۲، فروشنده۱، فروشنده۲ و... برای سیستمی با دو فروشنده). و در هر بار برپایی تولید n بار کالاها به فروشندگان توزیع می‌شوند. به علت عدم قطعیت در رابطه با میزان فضای انبار برای هر دو سطح زنجیره و همچنین شرایط متغیر بازار، محدودیت‌های تصادفی میزان فضای انبار و بودجه برای آنان در نظر گرفته شده است. هدف مدل حداقل کردن کل هزینه‌های زنجیره ی تامین با تعیین مقادیر بهینه ی سفارش برای هر فروشنده به ازای هر کالا می‌باشد. در انتها ارایه ی مثال عددی حل شده بوسیله ی نرم افزار GAMS24.1.2 و تحلیل حساسیت روی پارامترهای تامین کننده و فروشندگان روشن ساخت که توجه به پارامترهای تامین کننده برای کاهش هزینه‌های کل سیستم موثرتر است.

کلید واژه‌ها : مدیریت موجودی توسط فروشنده، باز پرسازی دوره ای، گنجایش انبار و بودجه ی تصادفی تامین کننده و فروشندگان

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

* دانشجوی دکتری مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی، پردیس بین المللی تهران دانشگاه خوارزمی
** دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی، دانشگاه خوارزمی (نویسنده مسئول)
Shr_pasandideh@khu.ac.ir
*** دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی، دانشگاه خوارزمی

مقدمه

در سال‌های اخیر همکاری در زنجیره تامین به طور گسترده ای مورد توجه قرار گرفته است و مفاهیم با ارزشی در این رابطه ارایه شده اند. پروژه‌های بزرگی مانند پاسخ گویی کارآ به مصرف کننده (ECR) [۱]در بخش کالاهای مصرفی، مدیریت موجودی توسط فروشنده (VMI)[۲] و طرحهای برنامه ریزی همکاری، باز پرسازی و پیش بینی (CPFR)[۳]به منظور فراهم کردن استراتژی‌هایی قوی برای ایجاد همکاری میان شرکای زنجیره تامین از این جمله اند (هولوگ و همکاران، ۲۰۰۵).

مدیریت موجودی توسط فروشنده قراردادی بین تامین کننده و فروشنده (تولیدکننده-خریدار، توزیع کننده-فروشنده، تامین کننده مواد اولیه-تولیدکننده) براساس به اشتراک گذاری اطلاعات مربوط به سطح موجودی و میزان تقاضای محصول فروشنده و انتقال مدیریت موجودی فروشنده به تامین کننده به هدف بهینه کردن میزان دسترسی محصولات با حداقل هزینه برای هر دو طرف می‌باشد و در حقیقت به عنوان یک فرآیند بهبود مستمر نگریسته می‌شود. تامین کننده بوسیله ی اختیاراتی که با توجه به این قرارداد برای نظارت بر سطوح موجودی فروشنده کسب می کند، تصمیمات باز پرسازی محصول را برای وی اتخاذ می‌نماید. به عبارت دیگر تامین کننده تصمیم می گیرد که در چه زمانی، چه مقدار محصول را برای فروشنده ارسال کند. در یک همکاری کارآ با گذشت زمان برای فروشنده احساس راحتی و اطمینان خاطر حاصل می‌شود. هزینه‌های زنجیره تامین برپایه ی توافقی که در قرارداد مدیریت موجودی توسط فروشنده بین تامین کننده و فروشنده تنظیم شده است، بین آنها تقسیم می گردد.

از مزایای بهره گیری از قرارداد مدیریت موجودی توسط فروشنده می‌توان به کاهش هزینه و الزامات موجودی و بهبود سطح خدمت به مشتری (فاکس،۱۹۹۶)، بهبود عملکرد زنجیره تامین بوسیله کاهش سطوح موجودی و افزایش نرخ‌های پرسازی (پسندیده و همکاران،۲۰۱۰)، کاهش اثر شلاقی در زنجیره تامین به طور قابل ملاحظه (هوهمان و زلوسکی،۲۰۱۱)، بهبود در دقت پیش بینی و کاهش هزینه حمل و نقل (استانگر،۲۰۱۳) و

بهبود سود کل زنجیره تامین (حیدری،۲۰۱۴) اشاره کرد. این مزایا به دلیل دو خاصیت به اشتراک گذاری اطلاعات و انتقال کنترل دراین قرارداد است که برای زنجیره تامین ارزش افزوده ایجاد می‌کنند (دنگت و همکاران، ۲۰۱۴).

در این مقاله، یک زنجیره تامین دو سطحی با یک تامین کننده، چندین فروشنده و چندین کالا تحت قرارداد مدیریت موجودی توسط فروشنده بررسی شده است. در این مدل تامین کننده، تولید کننده ی محصول نیز می‌باشد و هدف هر دو طرف، حداقل کردن کل هزینه-های زنجیره تامین است. فروشندگان چندین کالای هم نوع را به صورت دوره ای از تامین کننده دریافت می‌کنند (یعنی فروشنده ۱، فروشنده۲، فروشنده۱، فروشنده۲ و... برای سیستمی با دو فروشنده) و به هر فروشنده در یک سیکل T، n بار کالاها توزیع می‌گردند. مثالی از این مدل می‌توان تامین کننده چندین کالای هم نوع را برای چند فروشگاه زنجیره ای در نظر گرفت. فرض شده است که طبق قرارداد مدیریت موجودی توسط فروشنده، هزینه‌های سفارش دهی فروشندگان را تامین کننده متقبل می‌شود.

همچنین محدودیت‌های تصادفی فضای انبار و بودجه به سیستم مورد بررسی افزوده شده اند. زیرا در مواقعیکه شرکت‌ها به دنبال اجاره ی مکانی برای انبار کالاهای خود هستند، در واقع در مورد فضای انبار خود با عدم قطعیت مواجه اند. همچنین با توجه به تغییراتی که در بازار وجود دارد، در مقادیر سرمایه گذاری و بودجه ی آنها قطعیتی وجود ندارد. علاوه بر این در سیستم‌های واقعی معمولا کارخانه‌ها یک سری کالاهای همگون را تولید می‌نمایند که این نکته نیز در مدل لحاظ شده است. در خاتمه تحلیل حساسیت انجام شده باعث ایجاد دید مدیریتی برای مصادیق واقعی مدل ارایه شده می‌شود و به مدیران در تصمیم گیری‌ها کمک خواهد کرد.

در نهایت پس از حل مدل به سوالات زیر پاسخ خواهیم داد:

- در هر دوره ($\frac{T}{n}$) تامین کننده چه مقدار از کالاهای مختلف را برای هر فروشنده ارسال می‌کند؟

- اثر تغییرات بودجه و گنجایش انبار بر هزینه ی سیستم چگونه است؟
- از میان تامین کننده و فروشندگان، تغییرات بودجه و گنجایش انبار کدامیک تاثیر بیشتری را بر هزینه ی کل زنجیره تامین خواهد داشت؟

مرورادبیات

در ادبیات مدیریت موجودی توسط فروشنده مطالعات متعددی انجام گرفته است. اکثر مقالات موجود مزایای مدیریت موجودی توسط فروشنده را با سیستم سنتی مقایسه کرده اند، طراحی قراردادهای مختلف مدیریت موجودی توسط فروشنده را مطالعه نموده اند و تصمیمات عملیاتی متنوعی را در اجرای آن آزموده اند (گوان و ژاو، ۲۰۱۰). در این بخش برخی از این مقالات مرور گردیده اند.

دنگ و همکاران (۲۰۰۷) عوامل محیطی پذیرش مدیریت موجودی توسط فروشنده را تجزیه و تحلیل کرده اند و نتیجه گرفته که رقابت در بازار تامین کننده و همکاری بین تامین کننده و فروشنده تاثیر مثبت بر پذیرش مدیریت موجودی توسط فروشنده و عدم قطعیت عملیاتی برای فروشنده تاثیر منفی در پذیرش آن دارد. آنها ذکر کرده اند که با توجه به نرخ کم پاسخگویی به تحقیق آنها و بررسی در صنایع محدود، نتایج را می‌توان اکتشافی دانست و نمی توان آن را به تمامی صنایع عمومیت بخشید. یو و همکاران (۲۰۰۹) یک مدل استکلبرگ [۴]را برای سیاست‌های بهینه موجودی، قیمت گذاری و تبلیغات تحت مدیریت موجودی توسط فروشنده گسترش داده اند. پسندیده و همکاران (۲۰۱۰) یک مدل زنجیره تامین دو سطحی با یک تامین کننده و یک فروشنده را تحت مدل EOQ[۵] و با کمبود مجاز گسترش داده اند و هزینه ی موجودی را قبل و بعد از اجرای قرارداد مدیریت موجودی توسط فروشنده مطالعه کرده اند و نشان دادند که این قرارداد می‌تواند هزینه‌های زنجیره تامین را کاهش دهد. لی و همکاران(۲۰۱۵) یک مدیریت موجودی توسط فروشنده را با تقسیم هزینه ی نگهداری موجودی بین یک تامین کننده و یک فروشنده و استفاده از مدل سفارش اقتصادی (EOQ) با مجاز بودن کمبود و تحت ظرفیت محدود انبارش مورد بررسی قرار داده اند که در آن

هنگامیکه کالا در محل فروشنده ذخیره شود، برای تامین کننده جریمه در نظر گرفته می‌شود و آن را با سیستم سنتی مقایسه نموده اند. مقاله ی آنها نتایج جالبی را در رابطه با همکاری در زنجیره ی تامین بوسیله ی قرداد مدیریت موجودی توسط فروشنده بیان می‌دارد، اما مدل تحت پارامترهای قطعی و یک قرارداد ساده است که برای واقعی تر شدن شرایط می‌توان یک قرارداد عمومی تر را تحت شرایط احتمالی و یا حالتی که تامین کننده یا فروشنده ریسک گریز باشند، بررسی نمود. سیف برقی و همکاران (۲۰۱۵) یک مدل زنجیره ی تامین دو سطحی با یک تولیدکننده و چندین خریدار را فرموله کرده اند که در آن تولیدکننده، کالای تولیدشده را به خریداران توزیع می‌کند. تولیدکننده و خریداران تحت قرارداد مدیریت موجودی توسط فروشنده عمل می‌کنند. تولیدکننده از سیاست مقدار اقتصادی تولید بهره می‌گیرد. پارامترهای عملیاتی برای خریداران، مقدار فروش، قیمت فروش و نرخ تولید است. آنها سود زنجیره ی تامین و قیمت قرارداد بین تولیدکننده و خریداران را با استفاده از مقادیر بهینه این پارامترهای عملیاتی محاسبه کرده اند و برای حل مدل خود از الگوریتم بهینه سازی انبوه ذرات مجزا (DPSO)[۶] بهره گرفته اند. بازان و همکاران(۲۰۱۴) یک قرارداد مدیریت موجودی توسط فروشنده با مالکیت محموله (CS)[۷] را در نظر گرفته اند که در فرآیند تولید تامین کننده اقلام معیوب وجود دارد. آنها همچنین دوباره کاری بر روی اقلام معیوب و عملیات‌های کنترل فرآیند تولید را در مدل خود لحاظ نموده اند. و در نهایت سیاست‌های بهینه تولید-موجودی را برای سناریوهای مختلف بیان کرده اند. مدل آنها با توجه به سادگی اش می‌تواند به تصمیمات مدیریتی در سیستم‌های قرارداد مدیریت موجودی همراه با مالکیت محموله کمک کند ولی فرض بازسازی فرآیند هنگامیکه محموله بدست فروشنده می‌رسد، محدود کننده است. صادقی و همکاران (۲۰۱۴) یک مدل مدیریت موجودی توسط فروشنده دو هدفه را برای یک زنجیره تامین سه سطحی (یک تولیدکننده-یک تامین کننده-چندفروشنده) ارایه داده اند که با مساله تخصیص اضافی ترکیب شده است. در این مدل، تولیدکننده یک نوع کالا را با استفاده از چندین ماشین تولید و در یک انبار ذخیره می‌کند. بازپرسازی کالا برای تامین کننده توسط تولیدکننده صورت می‌گیرد که او کالا را بین

چندین فروشنده با استفاده از کوتاهترین مسیرممکن توزیع می‌کند. این مدل توسط الگوریتم هیبریدی بت (HBA)[۸] حل شده است. در این مقاله چهار نوآوری موجود است که عبارتند از: ۱- افزودن مساله ی تخصیص اضافی و تعیین تعداد ماشین‌ها برای تولید به مساله VMI ۲- در نظر گرفتن یک زنجیره ی تامین سه سطحی با قراردادVMI ۳- حمل و نقل کالا به فروشنده‌ها به صورت مساله ی TSP[۹] ۴- ترکیب کردن الگوریتم‌های PSO و BA به منظور کاهش زمان حل و بهبود جواب. ورما و همکاران (۲۰۱۴) یک طرح برای بازپرسازی فروشندگان در مدیریت موجودی توسط فروشنده ارایه داده اند که اگر T چرخه پرسازی اصلی و m_i یک عدد صحیح باشد، برای فروشنده ی i، در هر دوره زمانی m_iT دوباره پرسازی صورت می‌گیرد. در هر چرخه ی T حداقل سفارش یک فروشنده تامین می‌شود و دیگر فروشنده‌ها هر T، 2T، 3T و ... کالا دریافت می‌نمایند. آنها نشان دادند هنگامیکه هزینه‌ها و میزان تقاضاهای فروشندگان یکسان است، زمان‌های بازپرسازی متفاوت برای فروشندگان هزینه‌های بازپرسازی را نسبت به زمان‌های بازپرسازی یکسان کاهش می‌دهد. پسندیده و همکاران (۲۰۱۴a) از الگوریتم ژنتیک برای حل یک مدل مدیریت موجودی توسط فروشنده با یک تامین کننده، یک فروشنده و چندین کالا بهره گرفتند. در مدل غیرخطی ارایه شده توسط آنها محدودیت‌های گنجایش انبار تامین کننده و تعداد سفارشات وجود دارد. هدف مدل کمینه کردن هزینه کل موجودی زنجیره تامین، یافتن مقدار سفارش اقتصادی و حداکثر مقدار کمبود می‌باشد. در این مقاله هزینه ی نگهداری موجودی برای فروشنده صفر لحاظ گردیده که تحت قرارداد VMI لزوما این اتفاق نمی افتد. پسندیده و همکاران (۲۰۱۴b) یک مدل مدیریت موجودی توسط فروشنده در یک زنجیره ی تامین دو سطحی که از یک تولید کننده و چندین فروشنده فروشنده تشکیل شده را ارایه نمودند. تولید کننده چندین کالا را تولید می‌کند که تقاضای آنها تابعی کم شونده از قیمت فروشنده‌هاست. در این مقاله یک قرارداد تقسیم سود عادلانه طراحی شده است و دو تابع هدف برای حداکثرسازی سود تولید کننده و فروشنده‌ها با توجه به متغیرهای تصمیمشان وجود دارد. حسینی راد و همکاران (۲۰۱۴) یک زنجیره تامین دوسطحی با یک تامین کننده و دو خریدار

را در نظر گرفتند. تامین کننده یک نوع کالا با نرخ تولید محدود را بین هر دو خریدار توزیع می‌کند. در این مقاله یک مدل ریاضی برای قرارداد ترکیبی مدیریت موجودی توسط فروشنده توسعه داده شده است. آنها تاثیر پارامترهای کلیدی مانند تقاضای خریدار و هزینه ی نگهداری تامین کننده را بر اندازه سفارش مطالعه کرده اند و همین طور یک فاکتور وزنی را برای اجزای هزینه ی سفارش تامین کننده که آن را به دو قسمت هزینه‌های برپاسازی و هزینه‌های تولید تقسیم نموده اند، در نظر گرفتند. با تغییر این وزن‌ها هزینه‌های سیستم به صورت سنتی و تحت VMI مقایسه شده اند. ماتین و چاترجی(۲۰۱۴) یک زنجیره تامین دوسطحی با یک تامین کننده و چند فروشنده را بررسی نموده اند و صرفه جویی‌های حاصل از قرارداد مدیریت موجودی توسط فروشنده را برای مدلهای متنوعی از آن محاسبه کرده اند. مدلهای ارایه شده تحت فرضیات مختلفی همچون مالکیت محموله، تعداد فروشندگانی که در هر چرخه پرسازی می‌شوند، زمانبندی بازپرسازی، نگهداری کالا نزد تامین کننده پس از تولید یا انتقال بلافاصله ی آن به فروشندگان و اندازه ی سفارش در هر بار توزیع (یکسان یا افزایشی) می‌باشند. در این مقاله جنبه‌های عملیاتی مختلفی تحت سیتم VMI بررسی شده که بسیار جالب می‌باشند. طالعی زاده و همکاران (۲۰۱۴) یک مدل مدیریت موجودی توسط فروشنده را برای زنجیره تامین دو سطحی با یک تامین کننده و چند فروشنده غیررقابتی توسعه داده اند که در آن مواد اولیه تولید و محصول نهایی با نرخهای متفاوتی فاسد می‌شوند. در این مدل تقاضای محصول نهایی قطعی و حساس به قیمت است. هدف مدل حداکثر کردن سود زنجیره تامین با استفاده ازتعیین متغیرهای تصمیم فراوانی بازپرسازی مواد اولیه، چرخه ی بازپرسازی محصول نهایی، نرخ تولید و قیمت فروشنده با استفاده از تئوری بازیها است. در این مقاله هزینه‌ها برای تمامی فروشندگان یکسان فرض شده که می‌توان آنها را متفاوت در نظر گرفت. چودهاری و شانکار(۲۰۱۵) یک مدل مدیریت موجودی توسط فروشنده تک محصولی با یک تامین کننده و چندین فروشنده را ارایه کرده اند که در آن توزیع تقاضا برای هر فروشنده در هر دوره نرمال و مستقل از دوره ی دیگر است. کمبود برای فروشندگان مجاز است و سطح کمبود بوسیله ی محدودیت سطح خدمت برای هر فروشنده کنترل می‌شود. در

این مدل تامین کننده از سیاست کنترل موجودی غیرثابت (R^n , S^n) بهره می‌گیرد که R^n طول چرخه ی بازپرسازی nام و S^n سطح پرسازی شده برای پرسازی nام است. آنها ارزش افزوده توسط قرارداد مدیریت موجودی توسط فروشنده را در قالب معیارهای عملکرد زنجیره ی تامین مانند صرفه جویی مورد انتظار برای هزینه، کاهش سطح موجودی و افزایش در دوره‌های بازپرسازی اندازه گیری کرده اند. ماتین و همکاران (۲۰۱۴) رفتار یک تامین کننده و چندین فروشنده را تحت قرارداد مدیریت موجودی توسط فروشنده و تقاضای تصادفی بررسی کرده اند. در این مقاله بازپرسازی برای تمامی فروشندگان به طور همزمان صورت می‌گیرد و چرخه ی بازپرسازی تامین کننده، ضریب صحیحی از چرخه ی بازپرسازی فروشندگان است. زمانیکه تامین کننده با کمبود روبرو شود، موجودی دردسترس به طور یکسان بین فروشندگان تقسیم می‌شود. هدف این مدل حداقل کردن کل هزینه مورد انتظار سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده است. در جدول(۱) تحلیلی بر روی برخی از مقالات ذکر شده صورت گرفته است.

جدول(۱). نمونه‌هایی از مطالعات سالهای اخیر راجع به مدیریت موجودی توسط فروشنده

نام نویسنده	تامین کننده	فروشنده	تعداد سطوح	حمل ونقل	مالکیت محموله	پارامترها	کالا فاسدشدنی	قیمت گذاری	تولید	تابع هدف	محدودیت ها
Pasandideh, et al (2014)	one	multi	two			D		✓	✓	حداکثر کردن سود تامین کننده و فروشندگان	
Huynh & Pan (2016)	one	one	two		✓	Sto	✓	✓		حداکثر کردن سود تامین کننده و بهره وری فروشنده	
Lee, et al(2015)	one	one	two			D				مینیمم کردن هزینه های زنجیره	ظرفیت انبار
Seifbarghy, et al(2015)	one	multi	two	✓		D			✓	حداکثر کردن سود زنجیره	
Mateen, et al(2014)	one	multi	two			D				مینیمم کردن هزینه های زنجیره	فضای انبار فروشنده
Bazan, et al(2014)	one	one	two		✓	D			✓	مینیمم کردن هزینه های زنجیره	
Sadeghi, et al(2014)	one	one	three	✓		D			✓	مینیمم کردن هزینه های زنجیره حداکثر کردن قابلیت اطمینان سیستم تولید	بودجه، فضای انبار،تعداد سفارشات
Verama, et al(2014)	one	multi	two			D				-	
Choudhary & Shankar(2015)	one	multi	two			Sto				اندازه گیری ارزش افزایشی توسط معیارهای عملکرد	سطح خدمت
Lu, et al (2015)	one	one	two			Sto				حداکثر کردن سود زنجیره	
Tat, et al(2015)	one	one	two			D	✓		✓	مینیمم کردن هزینه های زنجیره	
Taleizadeh, et al(2016)	one	multi	two			D	✓	✓	✓	حداکثر کردن سود زنجیره	
Hosseini Rad, et al(2014)	one	two	two			D			✓	مینیمم کردن هزینه های زنجیره	
Braglia, et al(2014)	one	one	two		✓	Sto				مینیمم کردن هزینه های زنجیره	سطح خدمت
Govindan(2014)	one	multi	two			Sto				مینیمم کردن هزینه های زنجیره	
Mateen & Chatterjee(2014)	one	multi	two	✓	✓	D			✓	مینیمم کردن هزینه های زنجیره	
Bazan, e al(2015)	one	one	two	✓	✓	D			✓	مینیمم کردن هزینه های زنجیره	
تحقیق حاضر	one	multi	two	✓		D			✓	حداقل کردن هزینه های زنجیره تامین	تصادفی بودجه و فضای انبار

تعریف مساله و مدل ریاضی

یک زنجیره تامین دو سطحی تحت قرارداد مدیریت موجودی توسط فروشنده که در آن یک تامین کننده چندین کالا را برای چندین فروشنده به منظور برآورده سازی تقاضای آنها تولید و برایشان ارسال می‌نماید، توسعه داده شده است. نحوه ی توزیع کالاها به فروشندگان به صورت دوره ای است. یعنی تامین کننده ابتدا تمامی کالاها را برای فروشنده ی اول تولید و برای وی ارسال می‌نماید. سپس تمامی کالاها برای فروشنده دوم تولید و ارسال می‌شوند، بعد از آن تمامی کالاها را برای فروشنده ی سوم تولید و ارسال می‌کند و به همین ترتیب. از طرف دیگر در هر سیکل T، n بار کالاها به هر فروشنده توزیع می‌گردند و مقدار تقاضای تمامی فروشندگان به صورت قطعی است.

چون براساس این قرارداد تصمیمات بازپرسازی برای فروشندگان توسط تامین کننده اتخاذ می‌گردد، هزینه‌های سفارش دهی فروشندگان را تامین کننده متقبل می‌شود. از طرفی تامین کننده برای اینکه بتواند هزینه‌های سفارش دهی را کاهش دهد تا حد ممکن برای فروشندگان کالا ارسال می‌نماید. در نتیجه فروشندگان به گنجایش انبار بیشتری نیازمند خواهند بود و هزینه‌های نگهداری آنها افزایش می‌یابد. بنابراین در این مدل برای جلوگیری از افزایش بی رویه هزینه‌های نگهداری، محدودیت گنجایش انبار برای تامین کننده و فروشندگان اعمال شده است که میزان گنجایش انبار هرکدام از آنها یک متغیر تصادفی نرمال می‌باشد.

محدودیت دیگر موجود در مدل، محدودیت بودجه برای تامین کننده و فروشندگان است که همگی آنها متغیرهای تصادفی نرمال می‌باشند. این محدودیت‌ها به علت عدم وجود مالکیت محموله توسط تامین کننده است (مالکیت محموله توسط تامین کننده یعنی کالاها تا زمانیکه بدست مشتری نهایی می‌رسند، جز دارایی‌های تامین کننده محسوب می‌شوند. و فروشندگان تنها مبلغ کالاهایی را که به دست مشتری نهایی رسانده اند به تامین کننده پرداخت می‌کنند). هدف مدل نیز حداقل کردن کل هزینه‌های زنجیره تامین قرار داده شده است.

فرضیات لحاظ شده در مدل به قرار زیر است :

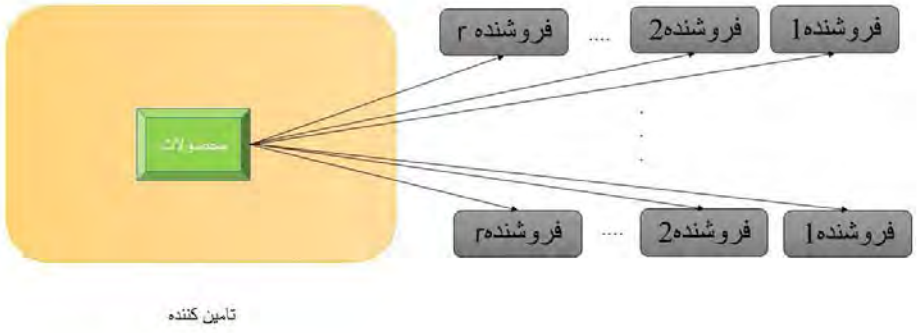
۱. نرخ تولید از نرخ کل تقاضایی که تامین کننده با آن مواجه است، بزرگتر می‌باشد. بنابراین کمبودی وجود ندارد.

۲. به دلیل تقبل هزینه‌های سفارش دهی فروشندگان توسط تامین کننده، تنها هزینه‌های حمل و نقل و موجودی برای فروشندگان وجود دارد. از طرفی فرض شده بزرگی اندازه ی هزینه‌های سفارش فروشندگان پس از انتقال به تامین کننده، فرقی نکند.

۳. تمامی کالاهای تولید شده هم نوع هستند. به عبارت دیگر واحد اندازه گیری تمامی کالاهای تولید شده، یکسان می‌باشد.

۴. تامین کننده همه ی کالاها را به صورت یکجا برای هر فروشنده ارسال می‌نماید.

لازم به توجه است که در سیستم مورد بررسی، افزایش تعداد دفعات بازپرسازی، تعداد کالاها و فروشندگان پیچیدگی سیستم را می‌افزاید. به عنوان یک مثال کاربردی از مدل می‌توان یک کارخانه ی تولید کننده ی مواد شوینده همچون گلرنگ را در نظر گرفت که انواع مواد شوینده (مایع دستشویی، مایع ظرفشویی، شیشه پاکن، جوهرنمک و ...) را برای چندین فروشگاه زنجیره ای به طور دوره ای ارسال می‌کند، به طور مثال فروشگاههای اتکا، فروشگاههای شهروند، فروشگاههای رفاه و به همین ترتیب تکرار می‌شوند. در مورد فضایی که کارخانه و فروشگاهها برای انبار محصولات می‌توانند اختصاص دهند، عدم قطعیت وجود دارد. همچنین آنها میزان سرمایه گذاری بر روی این محصولات را به دلایل مختلفی همچون تغییرات بازار و سایر هزینه‌ها نمی توانند به طور دقیق مشخص نمایندو برای آن حدودی تعیین کرده اند. شکل (۱)، شکل سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده تحت بررسی را نشان میدهد.



شکل(۱). ساختار سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده

پارامترهای استفاده شده در مدل به شرح زیر می‌باشند:

i اندیس مربوط به تعداد فروشندگان $i = 1, 2, ..., r$

j اندیس مربوط به انواع کالاها $j = 1, 2, ..., m$

n تعداد دفعات بازپرسازی در یک دوره ی تولید

P نرخ تولید تمامی کالاها

D نرخ کل تقاضا برای تمامی کالاها و برای تمامی فروشندگان $D = \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=1}^{r} d_{ij}$

v_j فضای مورد نیاز برای ذخیره یک واحد از کالای j ام

c_j قیمت تمام شده تولید هر واحد کالای j برای تامین کننده

D_j میزان تقاضا برای کالای j ام توسط تمامی فروشندگان در سیکل T

A_j هزینه برپاسازی تولید کالای j ام برای تامین کننده

Q_j مقدار کالای j ام تولید شده در دوره ($\frac{T}{n}$)، (متغییر تصمیم)

$$Q_j = \sum_{i=1}^{r} q_{ij}$$

h_j هزینه نگهداری یک واحدکالای j ام در انبار تامین کننده

h_{ij} هزینه نگهداری یک واحد کالای j ام در انبار فروشنده iام

c_{ij} قیمت خرید هر واحد کالای j ام توسط فروشنده iام

a_{ij} هزینه سفارش کالای j ام برای فروشنده iام

d_{ij} مقدار تقاضای فروشنده ی iام برای کالای j ام

t_{ij} هزینه حمل کالای j از تامین کننده به فروشنده iام

q_{ij} مقدار بازپرسازی کالای j ام برای فروشنده iام، (متغییر تصمیم)

F_v گنجایش انبار تامین کننده که $F_v \sim N(\mu_{F_v}, \sigma^2_{F_v})$

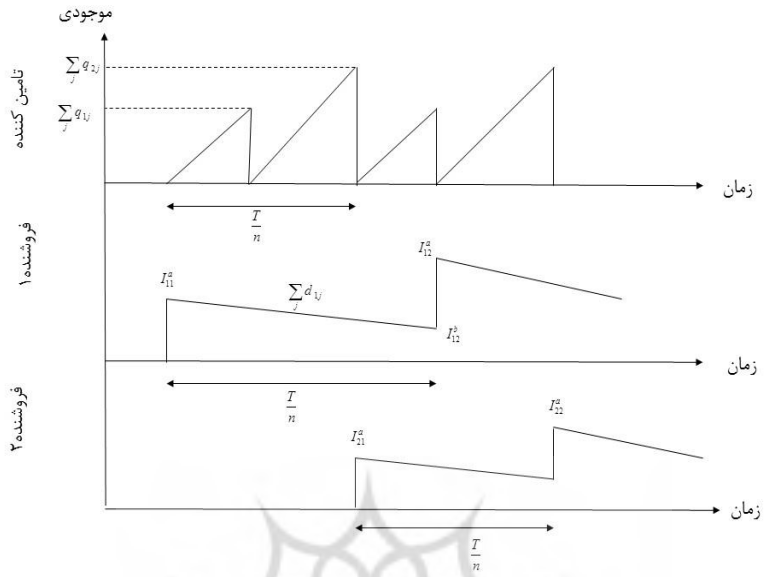
B_v بودجه تامین کننده در سیکل (T) که $B_v \sim N(\mu_{B_v}, \sigma^2_{B_v})$

F_i گنجایش انبار فروشنده ی iام که $F_i \sim N(\mu_{F_i}, \sigma^2_{F_i})$

B_i بودجه فروشنده ی iام در سیکل (T) که $B_i \sim N(\mu_{B_i}, \sigma^2_{B_i})$

مدل ارایه شده گسترشی از مدل پیشنهادی توسط ماتین و چاترجی (۲۰۱۴) می‌باشد که در آن فرآیند بازپرسازی برای فروشندگان به صورت دورهای صورت می گیرد (نمودار۱).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



نمودار(۱). نمودار موجودی با یک تامین کننده و دو فروشنده

اگر T را سیکل بهینه بازپرسازی در نظر بگیریم که در آن nبار کالاها به فروشندگان توزیع می‌شوند. هزینه برپایی تولید و سفارشات برای تامین کننده به صورت زیر خواهد بود:

$$\frac{\sum_{j=1}^{m} A_j + \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{m} a_{ij}}{T} \qquad (۱)$$

سطح زیر نمودار موجودی برای تامین کننده به ازای یک بار توزیع کالاها به همه ی فروشندگان (در زمان $\frac{T}{n}$)، را می‌توان به صورت r مثلث (که r تعداد فروشندگان است) به صورت زیر نوشت :

$$\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{m}[\frac{1}{2}(\frac{d_{ij}T}{n})(\frac{d_{ij}T}{nP})] \qquad (۲)$$

بنابراین هزینه ی موجودی تامین کننده به صورت زیر است:

$$\frac{1}{(\frac{T}{n})}\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{m}h_j[\frac{1}{2}(\frac{d_{ij}T}{n})(\frac{d_{ij}T}{nP})] \qquad (۳)$$

با توجه به اینکه $T=\frac{nQ_j}{D_j}$، کل هزینه ی تامین کننده برابر است با:

$$TC_v=\sum_{j=1}^{m}\frac{A_jD_j}{nQ_j}+\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{m}\frac{a_{ij}\times D_j}{Q_j}+\frac{1}{2P}\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{m}h_jq_{ij} \qquad (۴)$$

اگر سطح موجودی فروشنده ی iام را قبل و بعد از دریافت kامین توزیع به ترتیب با I_{ik}^b و I_{ik}^a نشان دهیم. و اگر اندازه ی هر بار توزیع به فروشنده ی iام با $q_i=\sum_{j=1}^{m}q_{ij}$ نمایش داده شود، همچنین $Q=n\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{m}q_{ij}$ و $D_i=\sum_{j=1}^{m}d_{ij}$ باشد، آنگاه:

$$I_{ik}^b=(k-1)(q_i-\frac{D_iQ}{P}) \qquad (۵)$$

$$I_{ik}^a=kq_i-(k-1)(\frac{D_iQ}{P}) \qquad (۶)$$

کل سطح زیر نمودار فروشنده ی iام در سیکل T، جمع مساحتهای $(n-1)$ ذوزنقه و یک مثلث به صورت زیر است:

$$(\frac{Q}{2P})\sum_{k=1}^{n-1}[I_{ik}^a+I_{ik}^b]+(\frac{1}{2})I_{ik}^a(\frac{I_{ik}^a}{D_i}) \qquad (۷)$$

با توجه $nq_i=TD_i$ و $\frac{q_i}{Q}=\frac{D_i}{D}$ پس از ساده سازی :

$$\frac{T}{n}\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{m}h_{ij}d_{ij}(1-\frac{D}{P}+\frac{D}{nP}) \qquad (۸)$$

هزینه ی حمل و نقل برای فروشنده ی iام در سیکل T عبارت است از:

$$\frac{n\sum_{j=1}^{m} t_{ij}}{T} \qquad (۹)$$

بنابراین کل هزینه ی سالیانه تمامی فروشندگان به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$TC_r = \sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{r}\frac{t_{ij}\times d_{ij}}{q_{ij}} + \frac{n}{2}\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{m} h_{ij}q_{ij}(1-\frac{D}{P}+\frac{D}{nP}) \qquad (۱۰)$$

هزینه ی کل زنجیره تامین برابر است با:

$$TC_{SC} = TC_v + TC_r \qquad (۱۱)$$

در تعریف مساله بیان شد که دو محدودیت گنجایش انبار و بودجه برای تامین کننده در نظر گرفته شده است. با توجه به نمودار (۱) محدودیت گنجایش انبار تامین کننده با توجه به مقدار بازپرسازی فروشندگان در هر دوره ($\frac{T}{n}$) تعیین می‌شود:

$$\sum_{j=1}^{m} v_j q_{ij} \le F_v \qquad (۱۲)$$

از آنجاییکه فرض کردیم $F_v \sim N(\mu_{F_v}, \sigma_{F_v}^2)$. برای سطح اطمینان $\boldsymbol{\alpha}$ خواهیم داشت:

$$p\{\sum_{j=1}^{m} v_j q_{ij} - F_v \le 0\} \ge \alpha \qquad (۱۳)$$

$$p\{Z \le \frac{0-(\sum_{j=1}^{m} v_j q_{ij} - \mu_{F_v})}{\sigma_{F_v}}\} \ge \alpha \qquad (۱۴)$$

$$\frac{0-(\sum_{j=1}^{m} v_j q_{ij} - \mu_{F_v})}{\sigma_{F_v}} \ge Z_\alpha \qquad (۱۵)$$

$$\sum_{j=1}^{m} v_j q_{ij} \le \mu_{F_v} - Z_\alpha \sigma_{F_v} \qquad (۱۶)$$

به طور مشابه محدودیت بودجه ی تامین کننده به صورت زیر است:

$$n\sum_{j=1}^{m} c_j Q_j \le \mu_{B_v} - Z_\alpha \sigma_{B_v} \qquad (۱۷)$$

از طرف دیگر محدودیت گنجایش انبار برای فروشنده ی **i**ام، با توجه به حداکثر سطح موجودی در سیکل (T) برای وی مشخص می گردد

$$\sum_{j=1}^{m} v_j I_{in}^{a} \le F_i \qquad (۱۸)$$

با توجه به تعریف I_{in}^{a} و اینکه $F_i \sim N(\mu_{F_i}, \sigma_{F_i}^2)$ در سطح اطمینان **α** خواهیم داشت:

$$\sum_{j=1}^{m} v_j [n \times q_{ij} - (n-1)\frac{d_{ij} \times Q_j \times n}{P}] \le \mu_{F_i} - Z_\alpha \sigma_{F_i} \qquad (۱۹)$$

به طور مشابه محدودیت بودجه ی فروشنده ی **i**ام در سطح اطمینان **α** به صورت زیر است:

$$n\sum_{j=1}^{m} c_{ij} q_{ij} \le \mu_{B_i} - Z_\alpha \sigma_{B_i} \qquad (۲۰)$$

جهت ایجاد تعادل در مدل محدودیت زیر را به آن اضافه می کنیم:

$$Q_j = \sum_{i=1}^{r} q_{ij} \qquad j = 1, 2, \ldots, m \qquad (۲۱)$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مدل نهایی

مدل نهایی به صورت زیر خلاصه می‌شود:

$$MinTC_{SC} = \sum_{j=1}^{m} \frac{A_j D_j}{nQ_j} + \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{m} \frac{a_{ij} \times D_j}{Q_j} + \frac{1}{2P}\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{m} h_j q_{ij} + \sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{r} \frac{t_{ij} \times d_{ij}}{q_{ij}} + \frac{n}{2}\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{m} h_{ij} q_{ij}(1 - \frac{D}{P} + \frac{D}{nP}) \quad (۲۲)$$

s.t:

$$\sum_{j=1}^{m} v_j q_{ij} \le \mu_{F_v} - Z_\alpha \sigma_{F_v} \quad (۱۶)$$

$$n\sum_{j=1}^{m} c_{ij} q_{ij} \le \mu_{B_i} - Z_\alpha \sigma_{B_i} \quad (۱۷)$$

$$\sum_{j=1}^{m} v_j [n \times q_{ij} - (n-1)\frac{d_{ij} \times Q_j \times n}{P}] \le \mu_{F_i} - Z_\alpha \sigma_{F_i} \quad (۱۹)$$

$$n\sum_{j=1}^{m} c_{ij} q_{ij} \le \mu_{B_i} - Z_\alpha \sigma_{B_i} \quad (۲۰)$$

$$Q_j = \sum_{i=1}^{r} q_{ij} \qquad j = 1,2,...,m \quad (۲۱)$$

$$q_{ij}, Q_j \ge 0 \qquad j = 1,2,...,m \qquad i = 1,2,...,r \quad (۲۳)$$

مدل ارایه شده یک مدل غیرخطی پیوسته است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مثال عددی و تحلیل حساسیت

مثال‌های عددی

در این بخش، مثال‌های عددی حل شده توسط نرم افزار **GAMS24. 1.2** بررسی گردیده اند. ۱۰ مثال عددی از این مدل با اندازه‌های کوچک تا بزرگ حل شده اند. دامنه ی در نظر

گرفته شده برای پارامترها در این مثال‌ها در جدول (۱) آورده شده است. ایده مقادیر برخی از پارامترها با توجه به مثال‌های عددی مقالات مشابه (ماتین و چاترجی (۲۰۱۴)) اخذ شده است. و مقادیر پارامترهای افزوده شده به مدل و دامنه ی پارامترها با استفاده از روش سعی و خطا بدست آمده اند.

پارامتر	اندازه	پارامتر	اندازه
i	[۲-۱۰]	σ_{B_i}	[۲۰-۹۵]
j	[۲-۱۰]	a_{ij}	[۱۰-۲۰]
n	[۲-۴]	t_{ij}	[۱-۴]
A_j	[۵۰-۶۵]	c_{ij}	[۱-۵]
c_j	۱	d_{ij}	[۵۰-۳۰۰]
v_j	[۱-۶]	h_{ij}	[۱-۳]
h_j	[۲-۸]	μ_{F_v}	[۵۰۰-۳۰۰۰]
μ_{F_i}	[۱۵۰۰-۳۳۰۰]	σ_{F_v}	[۱۰-۲۵]
σ_{F_i}	[۲۰-۱۰۰]	μ_{B_v} ?	[۱۵۰۰-۱۵۰۰۰]
μ_{B_v}	[۶۰۰-۷۰۰۰]	σ_{B_v}	[۱۵-۵۰]
P	[۱۰۰۰-۱۶۳۰۰]	α	/۹۵

جدول(۱). دامنه ی پارامترها در مثال‌های بررسی شده

برای این ده مثال هزینه ی زنجیره تامین به طور متوسط ۸۳۷۰ بدست آمده است.

برای مثال حل شده در خروجی نرم افزار **GAMS24.1.2** در بخش گزارش وضعیت، کد وضعیت مدل (۲) نشان داده شده است. که به معنای وجود بهینه ی موضعی در مسایل غیرخطی است. کسب جواب بهینه مدل با استفاده از روش حل دقیق، نشان دهنده ی اعتبار آن می‌باشد.

تحلیل حساسیت

جهت درک بهتر رفتار سیستم تحت شرایط مختلف، در یک مثال عددی روی پارامترهای گنجایش انبار و بودجه ی تامین کننده و فروشندگان تحلیل حساسیت انجام گرفته است. به عبارت دیگر یکی از این پارامترها با ثابت نگه داشتن بقیه پارامترها تغییر داده شده و تغییرات هزینه ی کل سیستم براساس آن محاسبه گردیده است. داده‌های زیر مربوط به مثال بررسی شده می‌باشند:

$i=1,2,...,10$, $j=1,2,...,10$ $\mathbf{n=۴}$, $\alpha=0.95$, $P=۱۶۳۰۰$, $h_{ij}=۱۶۰۷۰$, $A_j \in [۵۰,۶۵]$

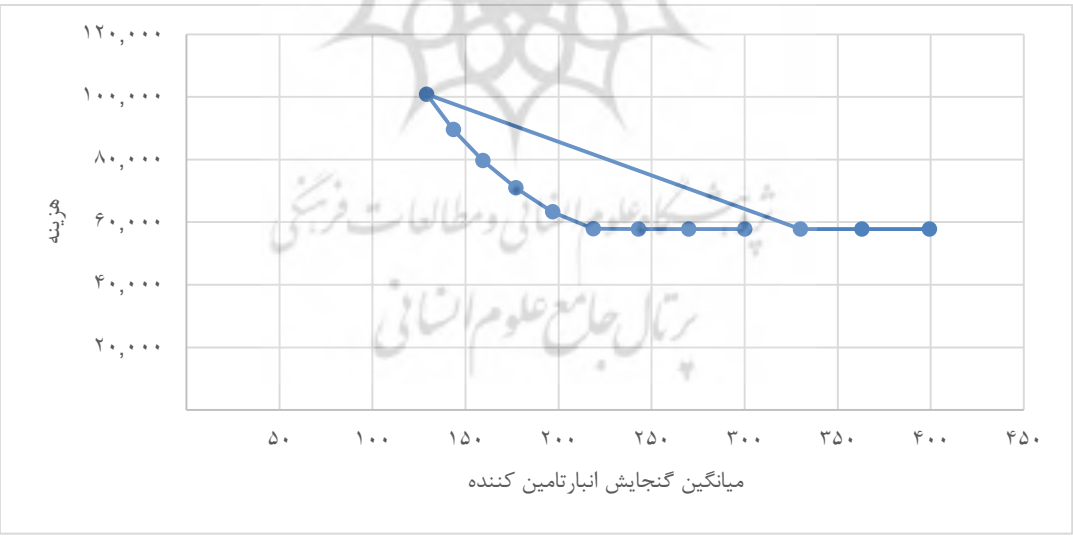
$h_j \in [۲,۸]$, $v_j \in [۲,۶]$, $c_j=۱$ **for all j** , $a_{ij} \in [۱۰,۲۰]$, $t_{ij} \in [۱,۳]$, $c_{ij} \in [۱,۵]$,

$h_{ij} \in [۱,۳]$, $\mu_{F_i} \in [۸۰۰,۱۱۰۰]$, $\sigma_{F_i} \in [۵۰,۱۰۰]$, $\mu_{B_i} \in [۶۵۰,۱۰۰۰]$, $\sigma_{B_i} \in [۲۰,۸۰]$

$\mu_{F_v}=۳۰۰$ $\sigma_{F_i}=۱۰$ $\mu_{B_v}=۲۰۰۰$ $\sigma_{B_v}=۳۵$ $d_{ij} \in [۵۰,۳۰۰]$

با قرار دادن این پارامترها در مدل، مقدار هزینه ۵۷۷۵۹ با استفاده از نرم افزار **GAMS24.1.2** محاسبه می‌شود.

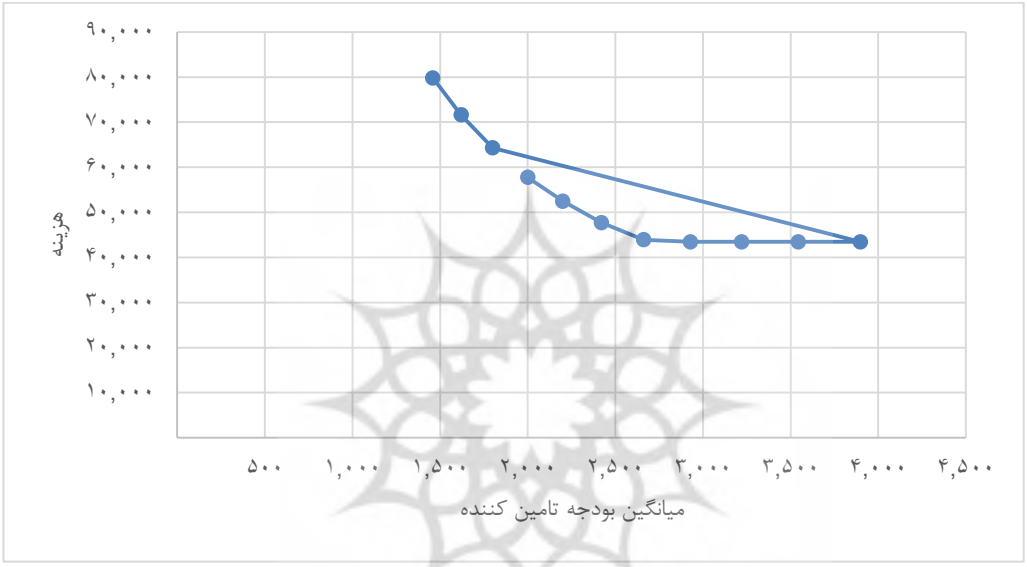
میانگین گنجایش انبار تامین کننده



نمودار(۲). تغییرات هزینه براساس میانگین گنجایش انبار تامین کننده

همانطور که در نمودار (۲) مشاهده می‌شود، ابتدا با افزایش میانگین فضای انبار تامین کننده از ۱۲۹ به بالاتر هزینه سیستم کاهش پیدا می‌کند. تا زمانیکه میانگین فضا به ۲۴۳ می‌رسد، پس از آن دیگر افزایش فضا تاثیری در کاهش هزینه ندارد و در مقدار ۵۷۷۵۹ ثابت می‌ماند. این نتیجه بیانگر این نکته است که مقدار ۲۴۳ مقدار بهینه برای میانگین فضای تامین کننده است.

۲,۲,۴ میانگین بودجه ی تامین کننده

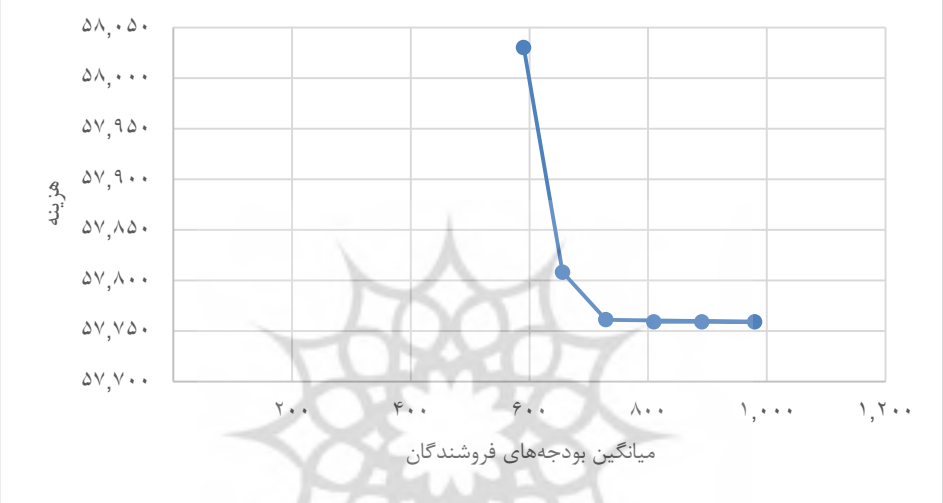


نمودار(۳). تغییرات هزینه براساس میانگین بودجه تامین کننده

با مشاهده ی نمودار (۳) متوجه می‌شویم که افزایش بودجه ی تامین کننده، کاهش هزینه ی کل سیستم را در پی خواهد داشت. اما زمانیکه مقدار بودجه به ۲۹۲۸ می‌رسد، دیگر افزایش آن صرفه جویی در هزینه‌ها را حاصل نمی کند. و مقدار هزینه در ۴۳۴۶۰ ثابت می‌ماند.

میانگین بودجه‌های فروشندگان

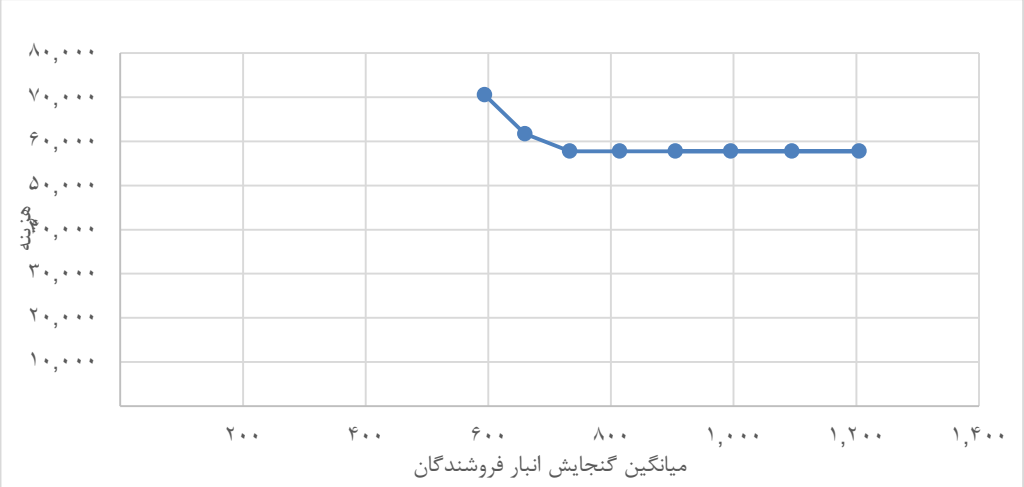
میانگین بودجه‌های فروشندگان با گام‌های ده درصدی افزایش یافته اند، در دو گام اول صرفه جویی کمی در هزینه سیستم مشاهده شده و پس از آن هزینه ی سیستم در مقدار ۵۷۷۵۹ بدون تغییر می‌ماند. این رفتارها را می‌توان در نمودار (۴) مشاهده کرد.



نمودار(۴). تغییرات هزینه براساس میانگین بودجه‌های فروشندگان

میانگین گنجایش انبار فروشندگان

با افزایش میانگین فضای انبار فروشندگان، هزینه‌های سیستم در ابتدا کاهش می‌یابند. ولی به محض رسیدن به هزینه ی ۵۷۷۵۹ دیگر افزایش فضای انبار فروشندگان تغییری را در هزینه‌های سیستم ایجاد نمی کند. نمودار (۵) موید این مطلب است.



نمودار(۵). تغییرات هزینه براساس میانگین گنجایش انبار فروشندگان

نتایج مدیریتی

- افزایش همه‌ی چهار شاخص‌های بودجه و گنجایش انبار تامین کننده و فروشندگان تا یک حد مشخصی برای هر کدام، کل هزینه ی سیستم را کاهش خواهد داد و پس از آن بی تاثیر خواهد بود.
- مقادیر صرفه جویی در هزینه ی کل سیستم که از افزایش بودجه و گنجایش انبار تامین کننده حاصل می‌شود به مراتب از میزانی که با افزایش شاخص‌های مشابه (به همان نسبت) مربوط به فروشنگان کسب می گردد، بیشتر است.
- افزایش گنجایش انبار فروشندگان نسبت به بودجه ی آنان، هزینه‌های سیستم را به میزان بیشتری کاهش می‌دهد.
- از میان شاخص‌های بررسی شده، میزان بودجه ی تامین کننده بیشترین تاثیر را بر هزینه ی کل سیستم دارد. در مثال ارایه شده، با افزایش دیگر پارامترها از یک حد معین برای هر یک، هزینه ی سیستم از مقدار ۵۷۷۵۹ پایین تر نمی آید. اما مشاهده می کنیم که افزایش بودجه ی تامین کننده می‌تواند اندازه ی هزینه ی کل سیستم را تا میزان ۴۳۴۶۰ کاهش

دهد. این نتیجه را می‌توان تاثیری از این موضوع دانست که در قرارداد مدیریت موجودی توسط فروشنده تعریف شده، بیشتر هزینه‌ها را تامین کننده متقبل می‌شود.

نتیجه‌گیری

یکپارچگی اعضای زنجیره تامین به عنوان یک تفاوت بالقوه ی کسب و کار و منبع ایجاد مزیت رقابتی شناخته شده است. ولی باید توجه داشت که هماهنگی در تصمیم گیری بین اعضای زنجیره تامین به تنهایی نمی تواند یک راه حل بلند مدت ارایه دهد. باید یک تناسب و درک مشترکی از نقش‌های اعضای مختلف زنجیره تامین وجود داشته باشد. که این موضوع به تعیین مسئولیت‌ها در زنجیره تامین و مذاکرات سازنده بین اعضای آن کمک خواهد کرد. بنابراین حایز اهمیت است که دو جنبه ی همکاری و هماهنگی به طور همزمان در زنجیره تامین دیده شود (گولاتی و همکاران، ۲۰۱۲). همکاری را می‌توان پیگیری مشترک در رسیدن به اهداف مورد توافق و هماهنگی را به عنوان تراز عمدی و منظم از اقدامات شرکا دانست. در نهایت برای اینکه اعضای زنجیره تامین بخواهند رابطه ی پایداری داشته باشند که در بلند مدت برای آنها مزیت رقابتی ایجاد کند، باید اهداف استراتژیکی یکسانی داشته باشند (ماتین و چاترجی، ۲۰۱۴).

در این مقاله یک قرارداد مدیریت موجودی توسط فروشنده بین یک تامین کننده و چند فروشنده بررسی گردید که دارای هدف مشترک حداقل کردن کل هزینه ی سیستم زنجیره تامین هستند. در قرارداد طراحی شده تامین کننده می‌تواند به کاهش هزینه‌های نگهداری خود کمک کند و کالا را بلافاصله پس از تولید برای فروشندگان ارسال نماید، تا در محل انبار آنان ذخیره گردد. از طرف دیگر، فروشندگان با حذف هزینه‌های سفارش دهی و عدم نگرانی در مورد پیگیری سفارشات به صرفه جویی در هزینه‌ها و اطمینان خاطر دست پیدا می‌کنند. همکاری و هماهنگی این اعضا در درازمدت به وجود یک مزیت رقابتی برای آنان خواهد انجامید.

در اغلب مقالات اخیر راجع به مدیریت موجودی توسط فروشنده، سیستم مدیریت موجودی تحت این قرارداد همراه با دیگر مسایل لجیستیکی همچون تولید، حمل ونقل، مسیریابی، ... و

حالات مختلف در آنها همچون دوباره کاری، تخصیص اضافی، حمل ونقل مشترک و .... گسترش داده شده اند. در صورتیکه این تحقیق به بررسی سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده تحت شرایط عملیاتی خاصی پرداخته است. کالا پس از تولید بلافاصله برای فروشندگان ارسال می گردد و انبار کالاهای فروش نرفته و هزینه ی نگهداری آنها برعهده ی فروشنده است، بازپرسازی فروشندگان به نوبت انجام میگردد، به دلیل جلوگیری از افزایش بی رویه هزینه ی نگهداری فروشندگان و محدودیت در میزان تولید تامین کننده، محدودیت فضای انبار به مدل افزوده شده و با توجه به اینکه هر دو سطح زنجیره به دنبال اجاره کردن محلی برای انبار کالاها هستند و قطعیتی در مقدار فضای انبار ندارند، این محدودیت به صورت تصادفی لحاظ گردیده است. همچنین به دلیل تغییرات بازار میزان سرمایه گذاری که در تولید و خرید صورت می گیرد با عدم قطیت در مدل گنجانیده شده اند. تحت چنین شرایطی همچون اکثر مقالات با در نظر گرفتن یک زنجیره ی تامین متمرکز به هدف حداقل کردن کل هزینه ی زنجیره ی تامین بوده است. علاوه بر این در اکثر مقالات برای هریک از انواع کالاها یک نمودار موجودی لحاظ می‌شود. در اینجا با فرض یکسان بودن واحد اندازه گیری کالاها، برای مثال کارخانه ای که انواع کیک را تولید می‌کند، همگی آنها را با "تعداد" مشخص می‌نماید، انواع مواد شوینده با "لیتر" اندازه گیری می‌شوند و ... برای تمامی محصولات یک کارخانه یک نمودار موجودی برای کالاها ارایه شده است. نتایج حاصل از تحلیل حساسیت مدلی تحت شرایط ذکر شده نشان داد که این زنجیره ی تامین متمرکز با مورد توجه قرار دادن شاخص‌های تامین کننده، صرفه جویی بیشتری را در هزینه‌های خود می‌تواند بدست آورد.

به عنوان پیشنهادات برای تحقیقات آتی می‌توان پارامترهای مساله را هم تصادفی فرض کرد و آن را با استفاده از برنامه ریزی تصادفی حل نمود. یا رفتار سیستم زمانیکه کالاها به صورت یک الگوی صف از طرف تامین کننده به فروشندگان ارسال می گردد، مطالعه شود. همچنین می‌توان از الگوریتم‌های فراابتکاری برای بهینه سازی انواع مدلهای مدیریت موجودی توسط تامین کننده استفاده کرد.

منابع

Bazan, E., et al., *Vendor Managed Inventory (VMI) with Consignment Stock (CS) agreement for a two-level supply chain with an imperfect production process with/without restoration interruptions*. International Journal of Production Economics (2014),

http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.02.010.

Choudhary, D., Shankar, R., *The value of VMI beyond information sharing in a single supplier multiple retailers supply chain under a non-stationary (Rn, Sn) policy*. Omega 51 (2015) 59–70.

Dong, Y., Dresner, M., & Yao, Y. (2014). *Beyond information sharing: An empirical analysis of vendor managed inventory*. Production and Operations Management, 23(5), 817-828.

Dong, Y., Xu, K., & Dresner, M. (2007). *Environmental determinants of VMI adoption: An exploratory analysis*. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 43(4), 355-369.

Fox M.L. (1996), *Integrating vendor-managed inventory into supply chain decision making*, APICS 39th International Conference Proceedings, New Orleans, 126–128.

Gulati, R., Wohlgezogen, F., Zhelyazkov, P., *The two facets of collaboration: Cooperation and coordination in strategic alliances*, The Academy of Management Annals 6(1) (2012) 531 -583.

Heydari, J., 2014. *Lead time variation control using reliable shipment equipment: an incentive scheme for supply chain coordination*. Transp. Res. Part E 63, 44-58.

Hohmann, S. and Zelewski, S. (2011). *Effects of vendor managed inventory on the bullwhip effect.* International Journal of Information Systems and Supply Chain Management, 4(3), 1-17.

Holweg, M., Disney, S., Holmström, J., Småros, J., 2005. *Supply chain collaboration: making sense of the strategy continuum*. Eur. Manag. J. 23 (2), 170–181
.

Hosseini Rad, R., Razmi, J., Sangari, M.S., Fallah Ebrahimi, Z., *Optimizing an integrated vendor-managed inventory system for a single-vendor two-buyer supply chain with determining weighting factor for vendor's ordering cost*. Int. J. Production Economics 153 (2014) 295–308.

Lee, J.Y. , Cho, R.K. , Paik, S.K. , *Supply Chain Coordination in Vendor-Managed Inventory Systems with Stockout-Cost Sharing under Limited Storage Capacity*, European Journal of Operational Research (2015), doi: 10.1016/j.ejor.2015.06.080.

Mateen, A., Chatterjee, A.K., Mitra, S., *VMI for Single-Vendor Multi-Retailer Supply Chains under Stochastic Demand*, Computers & Industrial Engineering (2014), doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2014.10.028.

Mateen, A., Chatterjee, A.K., *Vendor Managed Inventory for Single-Vendor Multi-Retailer Supply Chains*, Decision Support Systems (2014), doi: 10.1016/j.dss.2014.12.002.

Pasandideh, S.H.R., Niaki, S.T.A., Far M.H (2014a). *Optimization of vendor managed inventory of multiproduct EPQ model with multiple constraints using genetic algorithm*. Int J Adv Manuf Technol 71(1-4): 365-376.

Pasandideh, S.H.R., Niaki, S.T.A., Nia, A.R (2010). *An investigation of vendor-managed inventory application in supply chain: the EOQ model with shortage*. Int J adv Manuf Technol 49(1-4):329-339.

Pasandideh, S.H.R., Niaki, S.T.A., Niknamfar A.M (2014b). *Lexiographic max-min approach for an integrated vendor-managed inventory problem*. Knowl Based Syst 59:58-65.

Sadeghi, J., Mousavi, S.M., Niaki, S.T.A., Sadeghi,S., *Optimizing a bi-objective inventory model of a three-echelon supply chain using a tuned hybrid bat algorithm*. Transportation Research Part E 70 (2014) 274–292.

Seifbarghy, M., Mirzaei Kalani, M., Hemmati, M. *A discrete particle swarm optimization algorithm with local search for a production-based*

two-echelon single-vendor multiple-buyer supply chain. J Ind Eng Int. DOI 10.1007/s40092-015-0126-6.

Stanger, S. H. (2013). *Vendor managed inventory in the blood supply chain in Germany: Evidence from multiple case studies.* Strategic Outsourcing: An International Journal, 6(1), 25-47.

Taleizadeh, A.A., Noori-daryan, M., Cárdenas-Barrón, L.E., *Joint Optimization of price, replenishment frequency, replenishment cycle and production rate in vendor managed inventory system with deteriorating items*, Int. J. Production Economics, ht tp ://dx. doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.09.009.

Verma, N. K., Chakraborty, A., & Chatterjee, A. K. (2014). *Joint replenishment of multi retailer with variable replenishment cycle under VMI.* European Journal of Operational Research, 233(3), 787-789.

Yu, Y., Huang, G. Q., & Liang, L. (2009). *Stackelberg game-theoretic model for optimizing advertising, pricing and inventory policies in vendor managed inventory (VMI) production supply chains*. Computers & Industrial Engineering, 57(1), 368-382.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فصلنامه علمی – پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی – سال شانزدهم، شماره ۵۱، زمستان ۹۷
صفحات ۵۴-۲۹

ارزیابی کارایی شعب بانک مسکن استان فارس با استفاده از رویکرد ترکیبی کارت امتیازی متوازن و نقشه شناختی فازی

مرتضی شفیعی*، فرشته متوسلی**

تاریخ دریافت:۹۵/۸/۱۵- تاریخ پذیرش:۹۵/۱۰/۲۲

چکیده:

در اقتصاد جهانی و رقابتی امروز، ادامه حیات و فعالیت سازمان را توانایی رقابت و اتخاذ مناسب ترین سیاست در مقابل تغییرات محیطی تعیین می کند. در این راستا آگاهی از عملکرد تمام جنبه‌های سازمان برای تصمیم گیری مدیران حیاتی می‌باشد. اگر چه مطالعات گسترده ای در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها از طریق رویکرد کارت امتیازی متوازن (BSC) انجام شده، اما می‌توان به کاستی‌هایی همچون تمرکز بر علیت یک جهته، نادیده گرفتن جایگزینی بین شاخص‌ها و بین چهار وجه، یکسان بودن ارزش وزنی بین شاخص‌ها اشاره نمود. در پژوهش حاضر، سعی شد تا با تمرکز بر روابط علی بین عوامل و نیز جهت و قدرت نسبی این رابطه‌ها، روش کارت امتیازی متوازن ارتقاء داده شود. برای این کار ابتدا، تمام روابط میان چهار منظر BSC با روش نقشه شناختی فازی تعیین، و از آن برای بدست آوردن یک ساختار شبکه به کار گرفته شد و پس از آن، این ساختار شبکه برای ایجاد یک مدل شبکه ای تحلیل پوششی داده‌ها (NDEA) مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت، این مدل برای ارزیابی کارایی شعب بانک مسکن استان فارس به کار گرفته شد که نتایج تحقیق نشان می‌دهد ازبین ۸۲ شعبه مورد بررسی تعداد ۱۵ شعبه کارا و مابقی ناکارا می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی کارایی، کارت امتیازی متوازن، نقشه شناختی فازی، تحلیل پوششی داده‌ها**(DEA)**، تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

* دانشیار مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
ma.shafiee277@gmail.com
** گروه مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

مقدمه

در بازار رقابت جهانی، یکی از پیش شرط‌های مهم بقای سازمان‌ها دستیابی به اصل بهبود عملکرد می‌باشد. که این مهم از طریق ایجاد و به کارگیری نظام ارزیابی مناسب و کارا که بتواند سازمان را در تمامی ابعاد آن تجزیه و تحلیل نموده و موجبات ارتقا و بهبود مستمر سازمان را فراهم نماید، امکان پذیر است. از این رو یکی ازچالشهای مدیران دستیابی به یک نظام ارزیابی جامع می‌باشد تا با توسل برآن بتوانند تصمیماتی صحیح در جهت پیشبرد اهداف و اجرای استراتژی سازمان اتخاذ نمایند (طبرسا، ۱۳۷۸). از سوی دیگر فقدان یک نظام ارزیابی مناسب باعث عدم برقراری ارتباط میان درون با برون سازمان شده که پیامد آن کهولت و مرگ سازمان می‌باشد (عادل آذر، فضلی، ۱۳۸۱). در ادبیات ارزیابی عملکرد دو دیدگاه اساسی وجود دارد: دیدگاه اول، در سال ۱۸۸۰ آغاز شد که به دیدگاه سنتی معروف بود و دیدگاه دوم، در اواخر ۱۹۸۰ آغاز و تا به امروز نیز ادامه دارد (نوبل، گلایینی، ۱۹۹۶). دیدگاه سنتی بر اندازه‌گیری عملکرد مبتنی بر شاخص‌های مالی و حسابداری نظیر سود هر سهم، نرخ بازده دارایی‌ها و ... تأکید داشت. اما توجه صرف بر شاخص‌های مالی نتایج ضعیفی را در ارزیابی عملکرد ارائه می‌دهد (بانکرو همکاران، ۲۰۰۴) و سبب بروز مشکلاتی از جمله امکان تضاد شاخص مالی با اهداف راهبردی سازمان و اثرات کوتاه مدت آن و توجه نکردن به عوامل کیفی همچون رضایت مشتری می‌شود. با گسترش فعالیت‌ها و حوزه عملکردی سازمانها، پویایی محیط و مطرح شدن موضوعها و مسائل نوین مدیریتی مانند رضایت مشتری، مسؤلیت اجتماعی و ... مدیران به دنبال ابزاری بودند که علاوه بر شاخص‌های مالی در بردارنده شاخص‌های کیفی نیز باشند و آنها را در تحقق استراتژی‌هایشان یاری دهد. در این راستا کاپلان و نورتن[1] روش کارت امتیازی متوازن[2] را ارائه نمودند (کاپلان و نورتن، ۱۹۹۶). کارت امتیازی متوازن ابزاری نوین و چند بعدی در ارزیابی عملکرد و کنترل مدیریت است که معیارهای عملکردی را با استراتژیهای سازمان همسو می‌سازد (آهن، ۲۰۰۱). همچنین

1- Kaplan, R.S & Norton,
2- Balanced Score Card

اندازه‌گیری را به عنوان زبانی جدید برای توصیف عوامل محسوس و نامحسوس، جهت نیل به استراتژی‌های سازمان به کارگرفته و چشم‌انداز و مأموریت سازمان را در قالب روابط علت و معلولی در چهار منظر، مالی، مشتری، فرآیند داخلی کسب و کار و رشد و یادگیری توصیف می‌کند. سیستم مدیریتی کارت امتیازی متوازن، به عنوان چارچوب جامع ارزیابی عملکرد و پیشبرد استراتژی، مطرح بوده که به ایجاد توازن بین اهداف کوتاه مدت و بلند مدت، سنجه‌های مالی و غیر مالی، عملکرد داخلی و خارجی، ذینفعان درونی و بیرونی، شاخص‌های‌هادی و تابع عملکرد، منجر می‌شود و عملکرد سازمان را در حال وآینده مورد بررسی قرار می‌دهد (کاپلان و نورتن، ۱۹۹۲). از زمان معرفی کارت امتیازی متوازن تا به حال، اکثر شرکتها آن را بعنوان یک زیربنا برای سیستم مدیریت استراتژیکشان پذیرفته‌اند و این امر به مدیران کمک مینماید تا کسب وکارشان را با استراتژی‌های جدید در راستای فرصتهای رشد بر مبنای انعطاف‌پذیری بیشتر، ارزش افزوده محصولات و خدمات و کاهش هزینه‌ها، همسو نمایند (مارتینسون ودیگران ۱۹۹۹). در واقع کارت امتیازی متوازن را می‌توان معیار سنجش مدیریتی و یک سیستم مدیریت استراتژیک دانست که به نوعی کار ارزیابی عملکرد سازمانی را میسر می‌سازد (چان، هو، ۱۹۹۷). کارت امتیازی متوازن نیز همچون سایر مدلها دارای کاستی‌هایی می‌باشد که از مهمترین آنها می‌توان به مواردی همچون تمرکز بر علیت یک جهته، نادیده گرفتن جایگزینی بین شاخص‌ها و بین چهار وجه، یکسان بودن ارزش وزنی بین شاخص‌ها، عدم تشخیص تأخیر بین اقدامات و تأثیر آن بر عملکرد سیستم و عدم امکان رتبه‌بندیی کارایی و عملکرد اشاره نمود. از این رو استفاده از نقشه‌های شناختی فازی[1] در توسعه کارت امتیازی متوازن به تصمیم‌گیران آینده این امکان را می‌دهد که بینش و بصیرت درونی خود را با مدل ترکیب کنند. سپس آنها می‌توانند شاخصی را که ترجیح می‌دهند انتخاب، شاخص جدیدی را اضافه کرده، ارتباط بین آنها را تست و خروجی‌های کلی را مشاهده نمایند. نقشه شناختی فازی در دسته روش‌های نرم قرار می‌گیرد و ابزاری قوی در شبیه‌سازیهای سیستمی می‌باشد (بوری، ۲۰۰۶). از نقشه شناختی می‌توان برای شناسایی

1- Fuzzy Cognitive Map

شاخص‌های عملکرد و موفقیت (ژیروگینانسیس،۲۰۰۴)، برنامه‌ریزی منابع شرکت (بوئنو،۲۰۰۸) و طراحی سناریو (بیلوسلاوو، ۲۰۱۰) استفاده کرد. این روش به تصمیم‌گیرندگان در تحلیل روابط علی پنهان کمک کرده و دستیابی به جواب مطلوب را تسهیل می‌نماید. نقشه شناختی فازی از ساختارهای نموداری فازی برای نشان دادن استدلال‌های علی هستند. فازی بودن آنها درجات مبهمی از علیت را بین مفاهیم مبهم ممکن می‌سازد (تقی زادگان کلوجه،۱۳۸۷). این تحقیق بر طراحی و توسعه ارزیابی با کاربرد نقشه شناختی فازی تمرکز کرده و از رویکرد نقشه شناختی فازی به عنوان روشی برای افزایش قدرت کارت امتیازی متوازن و غلبه بر ضعف‌های آن استفاده می‌کند. اما مشکل اساسی دیگری که در کارت امتیازی وجود دارد این است که این ابزار امکان رتبه‌بندی کارایی و عملکرد را میسر نمی‌کند. از این رو در این پژوهش رویکرد جدید کارت امتیازی متوازن و نقشه فازی با روش تحلیل پوششی داده‌ها شبکه ای[1]، ترکیب می‌شود تا ضمن بوجود آمدن مدل جدید، رتبه‌بندی کارایی شعب بانک مسکن محاسبه گردد. مدل ارائه شده شامل تمام روابط احتمالی بین شاخص‌ها به ویژه روابط برگشت‌پذیر میان آنهاست. روش طراحی شده، برای حل مشکلات سنجش کارایی شعب بانک مسکن، به ویژه؛ شناسایی ساختار عملکرد که در آن پارامترها و معیارهای لازم برای محاسبه عملکرد شناسایی می‌شوند مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مبانی نظری و مروری بر مطالعات گذشته

کارت امتیازی متوازن

در اواخر دهه ۱۹۸۰ میلادی، مقالات متعددی در نشریات مدیریتی در مورد ناکارامدی روش‌های ارزیابی، عملکرد شرکت‌ها منتشر شد. در سال ۱۹۸۷، تحقیقی توسط انجمن ملی حسابداران آمریکا و مؤسسه سی ای ام ای۲ نشان داد که ۶۰ درصد از مجموع ۲۶۰ مدیر مالی و ۶۴ مدیر اجرایی شرکت‌های آمریکایی از سیستم ارزیابی عملکرد شرکت ناراضی

1- Network Data Envelopment Analysis
2- CAM-I

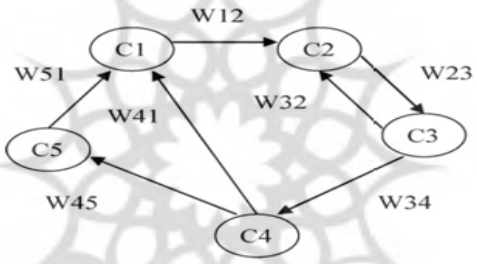
بودند و نارسایی سنجش‌های مالی صرف بیش از پیش نمایان گردید. چرا که در عصر اقتصاد مبتنی بر دانش، فعالیت‌های ارزش‌آفرین سازمان‌ها فقط متکی به دارایی‌های مشهود آنها نیست. روش‌های سنتی ارزیابی عملکرد که عمدتاً بر سنجه‌های مالی استوار هستند، نه تنها در انعکاس کامل دلایل موفقیت و یا عدم موفقیت شرکت‌ها کفایت لازم را ندارند، بلکه ارتباط منطقی و علت و معلولی بین عوامل محرکه موفقیت و دستاوردهای حاصله نیز برقرار نمی‌کنند، از این رو در حمایت از برنامه‌های مدیریت بالاخص برنامه‌های استراتژیک سازمان ناتوان می‌باشند (علی سلیمانی، ۱۳۸۶). در اوایل دهه ۱۹۹۰، رابرت کاپلان استاد دانشکده بازرگانی دانشگاه‌هاروارد به اتفاق دیوید نورتن، اعلام کردند که برای انجام یک ارزیابی کامل از عملکرد سازمان می‌بایست این عملکرد از چهار زاویه یا منظر مورد ارزیابی قرار گیرد. این مناظر عبارتند از: منظر مالی، منظر مشتری، منظر فرآیندهای داخلی و منظر رشد و یادگیری.

نقشه شناختی فازی

در طول پانزده سال اخیر، نقشه شناختی فازی در حوزه‌های زیادی و در مسائل متنوع و متفاوتی به کار رفته است. حوزه‌های اصلی کاربرد نقشه شناختی فازی شامل تصمیم‌گیری، پیش‌بینی، تفسیر و توضیح (فعالیت‌هایی که قبلاً صورت گرفته) و برنامه‌ریزی راهبردی است. نقشه شناختی فازی توسعه یافته نقشه شناختی است. نقشه شناختی گرافی جهت دار برای بازنمایی ارتباطات علی میان چند شیء یا مفهوم است که برای اولین بار رابرت اکسلرد[1] دانشمند علوم سیاسی، در دهه ۱۹۷۰ پیشنهاد و به کار گرفته شد (کاسکو، ترجمه غفاری و مقصودپور،۱۳۷۷). نقشه شناختی حاوی دو عنصر اصلی مفاهیم و ارتباطات علی است. مفاهیم با عنوان متغیرها و ارتباطات علی با عنوان روابط میان متغیرها بازنمایی می‌شوند. ارتباطات علی متغیرها را به هم متصل می‌کند و می‌تواند مثبت یا منفی باشد. متغیرهایی را که منجر به تغییر می‌شوند «متغیرهای علت » می‌نامند در حالی که متغیرهای متأثر از تغییرات را «متغیرهای

1- Axelrod

معلول» می‌گویند (محمدیان و همکاران، ۱۳۸۵). نقشه شناختی فازی در برگیرنده دیدگاه‌های خبرگان درباره واقعیتی ذهنی است تا واقعیتی عینی و برای تجزیه و تحلیل تأثیرات گزینه‌های گوناگون مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به کیفی بودن حیطه نقشه شناختی و از سوی دیگر، با در نظر گرفتن توان کمی سازی منطق فازی، کاسکو نقشه شناختی با وزن‌های فازی را در سال ۱۹۸۶ معرفی کرد. نقشه شناختی فازی ساختارهای نمودارهای فازی برای نشان دادن استدلال علی هستند. فازی بودن آنها درجات مبهمی از علیت را بین مفاهیم مبهم ممکن می‌سازد. در شکل زیر نمونه‌ای از نمایش نموداری نقشه شناختی فازی ارائه شده است. متغیرهای C_1، C_2، C_3، C_4 و C_5 به شکل گره‌ها و روابط سببی بین متغیرها به صورت پیکانهایی جهت‌دار بین گرهها در نظر گرفته می‌شوند. میزان تأثیر متغیر C_i به متغیر C_j، با W_{ij}نشان داده شده است که عددی منفی یا مثبت است.



نمودار ۱: نمونه‌ای از نقشه شناختی فازی

اگر یک نقشه شناختی فازی با تعداد n گره C_i داده شده باشد، مقدار هر گره در هر تکرار می‌تواند به صورت معادله $A_i^{t+1} = f\left(A_i^t + \sum_{j=1}^{n} A_j^t W_{ji}\right)$ محاسبه شود (تقی زادگان کلوجه، ۱۳۸۷). جایی که A_i^{t+1} مقدار مفهوم C_i در زمان $(t+1)$ A_i^t و مقدار مفهوم C_j در زمان t است، W_{ji} متناظر با وزن فازی بین دو گره و f تابع آستانه‌ای است که نتیجه ضرب را تبدیل به عددی در بازه $[0,1]$ می‌کند. تابع f انواع گوناگونی دارد که رایجترین آن به نام تابع لجستیک[1] به صورت $f(x) = \frac{1}{1+e^{-\lambda x}}$ طوریکه $\lambda > 0$ آمده است (کاردارز وکاراکاسترز، ۱۹۹۹). لازم به ذکر است که λ تعیین کننده شیب تابع پیوسته f است.

1- Logistic

تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای

تحقیقات اولیه در مورد تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای به مطالعه تحقیقاتی فار و ویتاکر، در سال ۱۹۹۵ برمی‌گردد. این ایده اولیه توسط محققان دیگری مورد بررسی و پیگیری قرار گرفت (فلان و برون، ۲۰۰۵). در سال ۲۰۰۴ مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای توسط لویس و سکستون[1] توسعه داده شد، همچنین چن و یانگ[2] نوعی مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای برای ارزیابی زنجیره تأمین ارائه دادند که توانایی به کارگیری تعاملات پیچیده زنجیره را به وسیله یک مدل ریاضی دارد. چن از این روش برای طراحی و ارزیابی عملیات زنجیره تأمین چند خودروسازی استفاده کرد. شاخص‌های انتخاب شده در این تحقیق صرفاً از نوع مالی و از سطح عملیاتی بوده است. ژو[3] با استفاده از این روش به ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین صنایع مبلمان در چین پرداخته و از شاخص‌های هزینه (هزینه‌های مستقیم، عملیاتی و حمل و نقل)، زمان تأخیر سفارش، تعداد کارکنان، انعطاف‌پذیری، مالی، نرخ اجرای سفارش و درصد زمان تحویل استفاده کرد. لین[4] از این روش برای ارزیابی عملکرد هتلهای گردشگری بین‌المللی تایوان استفاده نمود. وی از ورودی‌هایی نظیر هزینه‌های مکان، تعداد کارکنان، هزینه‌های تدارکات و تعداد پرسنل تدارکات و داده‌های واسطه‌ای شامل متراژ اتاقها و تدارکات و ستانده‌های نهایی؛ استفاده نموده بود، که نشان می‌دهد در تحقیق مذکور تنها شاخص‌های فیزیکی و مالی استفاده شده است (لین و هوانگ، ۲۰۱۰). کوک[5] و همکاران(۲۰۱۰)، با توجه به ماهیت واحدهای تصمیم‌گیرنده‌ای که به صورت شبکه‌ای و چند مرحله‌ای هستند مدلی را ارائه دادند که در این تحقیق از آن استفاده شده است.

پرتال جامع علوم انسانی

1- Lewis & Sexton
2- Chen & Yang
3- Zhou
4- Lane
5- Cook

تحقیقات انجام شده

تحقیقات بسیار مختصری به ترکیب کارت امتیازی متوزان و تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته است. در ادامه برخی از مهمترین آنها را بررسی می‌نماییم. آمادو و همکاران (۲۰۱۲) مقاله‌ای تحت عنوان "ادغام دو رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها و کارت امتیازی متوازن برای ارتقای ارزیابی عملکرد" ارائه دادند؛ در این تحقیق بر تعیین امکانی برای بهبود کارایی سازمان و بر فرصت‌هایی برای یادگیری متقابل بین واحدهای تصمیم‌گیرنده تمرکز می‌کند. چن و چن (۲۰۰۷) نیز با ترکیب دو روش کارت امتیازی متوازن و تحلیل پوششی داده‌ها کارایی صنعت تولیدی اجسام نیمه‌رسانا را در تایوان انجام سنجیدند مدل آنها بدون ورودی بوده و نرخ درآمد قبل از پرداخت مالیات حسابهای دریافتنی، سود عملیاتی ناخالص، مقدار فروش، سهم بازار، موجودی برگشتی، هزینه‌های تحقیق و توسعه، حجم موجودی انبار، برنامه‌های آموزشی، شاخص تفویض اختیار و ساعات آموزش به عنوان خروجی‌های مدل در نظر گرفته شده‌اند. سونر و همکاران (۲۰۰۵) با ترکیب روش‌های تحلیل پوششی دادها و کارت امتیازی متوزان، کارایی شرکتهای مرتبط با سازمان تحقیقاتی بازار اروپا را مورد سنجش قرار دادند .تحقیق آنها شامل ورودیهایی مانند کل هزینه‌های عملیاتی، زمان دستیابی به بازار، توانایی اجرای فرآیند تولید وخروجیهایی مانند سهم بازار، انگیزش و رضایت کارکنان می-باشد. حسینی (۱۳۹۳) در تحقیقی با عنوان "ارزیابی عملکرد بانکهای خصوصی پذیرفته شده در بورس با روش کارت امتیازی متوازن و تحلیل پوششی داده‌ها" ارائه داد. نتیجه این تحقیق بر ضرورت برنامه‌ریزی بهتر در استفاده از منابع و جلوگیری از هدردادن آن دلالت دارد. در این تحقیق میانگین کل کارایی بانکها از سال ۹۱ تا ۹۲ ، ۰/۸۸۸ است که عدد قابل قبولی به نظر می‌رسد.ولی با این وجود می‌توان گفت که بانکها طی این سال برای رسیدن به این مقدار خروجی دارای ۱۱/۲ درصد منابع اضافه بود که می‌توانست در صورت کاهش ۱۱/۲ درصدی ورودیها با برنامه‌ریزی بهتر و جامعتر به همین مقدار خروجی برسد. کرمی و همکاران (۱۳۹۲) در مقاله‌ای تحت عنوان " طراحی مدل ارزیابی عملکرد بانک‌های دولتی با استفاده از مدل کارت امتیازی متوزان و تحلیل پوششی دادها، مورد مطالعه بانک توسعه تعاون" هزینه‌های

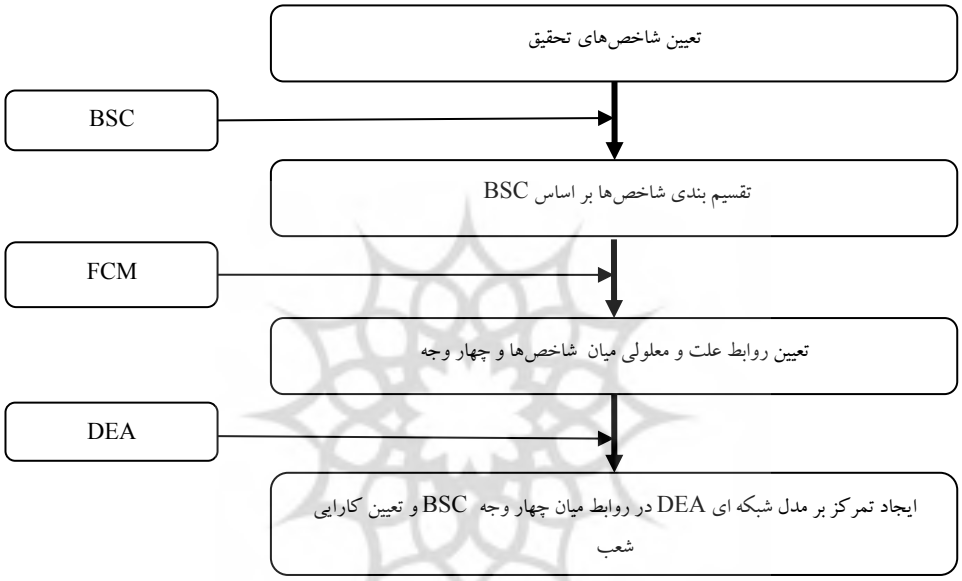
حاصل از رشد ویادگیری و فرآیندهای داخلی به عنوان ورودی و شاخص‌های وجه مالی و جذب مشتریان را به عنوان خروجی درنظر گرفتند؛ بطوریکه از میان ۹۳ شعبه بانک توسعه تعاون ۱۱شعبه کارا شناخته شد.آسوشه و همکاران (۱۳۸۹) با به کارگیری مدل ترکیبی تحلیل پوششی دادها و کارت امتیازی متوزان در وزارت علوم، تحقیقات و فناوری ایران به ارزیابی پروژه‌های تحقیقاتی این وزرات‌خانه پرداختند. در مدل آنها روابط کارت امتیازی به صورت یکطرفه در نظر گرفته شد. نجفی و همکاران (۱۳۸۸) مقاله‌ای تحت عنوان"ارزیابی کارایی با تلفیق دو نظام اندازه‌گیری تحلیل پوششی دادها و کارت امتیازی متوزان" را برای سرپرستی یکی از بانکهای ایران مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از آن است که با استفاده تلفیقی از این دو روش در یک نظام ارزیابی عملکرد، می_توان نتایج مثبت_تری را به دست آورد.

با مروری بر تحقیقات انجام شده در زمینه کارت امتیازی متوزان، در می‌یابیم که این روش به جایگاه قابل قبولی جهت ارزیابی عملکرد سازمانها، چه در داخل و چه در خارج رسیده است. انبوه مقالاتی که به ارزیابی عملکرد از طریق مدل کارت امتیازی متوزان پرداخته‌اند مؤید این گفته می‌باشند. با توجه به تحقیقاتی که تاکنون در این زمینه صورت گرفته است، می‌توان به کاستی‌هایی همچون تمرکز بر علیت یک جهته، نادیده گرفتن جایگزینی بین شاخص‌ها و بین چهار وجه، یکسان بودن ارزش وزنی بین شاخص‌ها و عدم توانایی رتبه‌بندی واحدها اشاره نمود. در این مطالعات روابط علّی و معلولی با رویکرد خطی و یک طرفه را که اغلب با دیدگاه "یادگیری و رشد" شروع می‌شوند و به نتایج مالی منجر می‌گردند را نشان می‌دهند. با این حال چون دیدگاه‌های کارت امتیازی، مستقل نیستند، حلقه‌های بازخور باید در نقشه‌ها وجود داشته باشند و همچنین پیش‌بینی‌ها در مورد وضعیت آینده یک بازار و ارزش‌هایی که اهداف کسب و کار می‌توانند به آنجا برسند، می‌تواند شامل مفروضاتی از عدم قطعیت نیز باشد. همچنین ارزش‌های اثرات روابط علت و معلولی در نقشه‌های استراتژیک، مفروضات ابهام یا فازی بودن که بیشتر از یک گره سببی را در بر می‌گیرد، می‌تواند با گره اثر مشابه که میزان اثرگذاری متفاوتی دارد، ترکیب شود. بنابراین نیاز به تئوری‌ای داریم که این فازی بودن

را در روابط سببی تطبیق دهد. لذا سعی گردیده تا با استفاده از روش ترکیبی کارت امتیازی متوازن و نقشه شناختی فازی علاوه بر از بین بردن کاستی‌های فوق، مدلی جامع به منظور ارزیابی و رتبه‌بندی کارایی شعب بانک مسکن ارائه گردد.

متدولوژی تحقیق

مراحل انجام این پژوهش به صورت یک الگوریتم مرحله به مرحله در نمودار ۲ آمده است:



نمودار ۲: مراحل انجام پژوهش

در مرحله اول با استفاده از نظرات متخصصین و مرور مقالات و تحقیقات پیشین شاخص‌های ارزیابی کارایی تعیین می‌گردد. سپس با استفاده از چک لیست طراحی شده به طبقه‌بندی شاخص‌ها در مناظر چهارگانه کارت امتیازی متوازن پرداخته می‌شود. در سومین مرحله روابط درونی کارت امتیازی با استفاده از تکنیک نقشه شناختی فازی تعیین می‌گردد. لازم به ذکر است که این روش تمام روابط را استخراج می‌کند. سپس بر اساس شبکه کارت امتیازی بدست آمده یک مدل جدید تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای طراحی شده و با استفاده از این

تکنیک به ارزیابی و رتبه‌بندی شعب بانک مسکن پرداخته می‌شود و واحدهای کارا و ناکارا تعیین می گردند.

تعیین شاخص‌های تحقیق

در این پژوهش، برای تعیین شاخص‌های مهم جهت ارزیابی کارایی، مطالعات میدانی و کتابخانه ای وسیعی صورت پذیرفت. پس از گردآوری شاخص‌ها در چک لیست، از کارشناسان بانک خواسته شد تا این شاخص‌ها را در هر کدام از مناظر کارت امتیازی متوازن قرار داده و سپس وزنی بین ۱ تا ۹ به هر کدام از شاخص‌ها بدهند به نحوی که به خیلی زیاد، نمره ۹، زیاد، نمره ۷، متوسط، نمره ۵، کم، نمره ۳ و خیلی کم، نمره ۱ تعلق گرفت. سپس میانگین نمره اهمیت هر یک از شاخص‌ها محاسبه شده و شاخص‌هایی که میانگین درجه اهمیت آنها بیشتراز ۷ بود، به عنوان شاخص‌های اصلی (شاخص‌های ورودی و خروجی مدل) این پژوهش انتخاب گردیدند. لازم به ذکر است که اکثر شاخص‌های چل لیست مربوطه وزنی بالاتر از متوسط به خود اختصاص داده بود؛ لذا محققان با استفاده از نظرات تخصصی کارشناسان مربوطه و مدیران این صنعت عدد ۷ را به عنوان مرز انتخاب شاخص انتخاب کردند.

جدول ۱: شاخص‌های کلیدی کارت امتیازی متوازن

منظر	شاخص‌ها
مالی	درآمد
	هزینه
	منابع و مصارف
مشتریان	افزایش رضایت مشتریان
فرآیندهای داخلی	اصلاح و بهبود فرآیندها
	افزایش و ارتقاء سلامت نظام بانکی
	تغییر و تحول سازمانی
رشد و یادگیری	توانمند سازی نیروی انسانی
	توسعه فناوری اطلاعات
	افزایش رضایت کارکنان
	اعتلای فرهنگ سازمانی

تعیین روابط علت و معلولی میان شاخص‌ها

پس از مشخص شدن شاخص‌ها و قرار گرفتن در چهار منظر کارت امتیازی متوازن، از کارشناسان خواسته شد تا ارتباط و میزان تأثیر هر یک از شاخص‌ها را بر شاخص‌های دیگر مشخص نمایند. سپس داده‌های بدست آمده، وارد نقشه شناختی فازی شده و از طریق نرم افزار اف سی مپرز[1] میزان ورودی، خروجی و مرکزیت شاخص‌ها مشخص گردید. گام اول برای کاربرد تکنیک نقشه شناختی فازی گردآوری نظرات متخصصان می‌باشد. در تحقیق انجام شده، نظر۱۰ نفر از متخصصان وکارشناسان بانکداری مورد بررسی قرار گرفته است. سپس از طریق روابط زیر نظر کارشناسان تجمیع گردیده است (صوفیابادی و همکاران، ۱۳۹۴). در عبارت ذیل l، m و u به ترتیب حد پایین، متوسط و بالای فازی هستند که نشان-دهنده میزان تاثیر شاخص‌ها بر یکدیگرند. همچنین Δ تفاضل حد بالا و پایین فازی در نظر گرفته شده است. برای تعیین تاثیر متقابل شاخص‌ها ابتدا اعداد فازی به سه عدد بوسیله روابط زیر تبدیل می‌شوند.

$$xl_{ij}^{k} = \left(l_{ij}^{k} - Min\ l_{ij}^{k}\right)\Delta_{min}^{max}$$
$$xm_{ij}^{k} = \left(m_{ij}^{k} - Min\ l_{ij}^{k}\right)\Delta_{min}^{max}$$
$$xu_{ij}^{k} = \left(u_{ij}^{k} - Min\ l_{ij}^{k}\right)\Delta_{min}^{max}$$
$$nere\ \Delta_{min}^{max} = Max\ u_{ij}^{k} - Min\ l_{ij}^{k}$$

در مرحله بعد این سه عدد به دو عدد فازی دیگر به صورت زیر تبدیل می‌شوند:

$$xls_{ij}^{k} = xm_{ij}^{k}/\left(1 + xm_{ij}^{k} - xl_{ij}^{k}\right)$$
$$xus_{ij}^{k} = xu_{ij}^{k}/\left(1 + xu_{ij}^{k} - xm_{ij}^{k}\right)$$

سپس این دو عدد با هم ترکیب شده و یک عدد را ایجاد می‌کنند.

$$x_{ij}^{k} = \left[xls_{ij}^{k}\left(1 - xls_{ij}^{k}\right) + xus_{ij}^{k}xus_{ij}^{k}\right]/\left[1 - xls_{ij}^{k} + xus_{ij}^{k}\right]$$

در نهایت عدد فازی بدست آمده طبق رابطه زیر فازی زادیی شده و قطعی می‌گردد.

$$r_{ij}^{*k} = Min\ l_{ij}^{k} + x_{ij}^{k}\Delta_{min}^{max}$$

1- FCMappers

جدول ۲: ماتریس تجمیع شده نظرات خبرگان

	۱	۲	۳	۴	۵	6	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
۱					۰/۳۹۴		۰/۶۴۱	۰/۴۴۹	۰/۳۹۴	۰/۳۹۴	
۲	۰/۴۴۹				۰/۵۱۲	۰/۴۴۹		۰/۵۸۴	۰/۸۹۵	۰/۴۴۹	
۳	۰/۴۴۹	۰/۳۹۴			۰/۴۴۹		۰/۴۴۹	۰/۳۹۴	۰/۳۹۴	۰/۳۹۴	
۴	۰/۸۹۵	۰/۵۱۲	۰/۶۴۱								
۵	۰/۸۹۵	۰/۶۴۵	۰/۵۱۲	۰/۸۳۲							
۶	۰/۵۱۲	۰/۴۴۹	۰/۴۴۹	۰/۷۰۴	۰/۳۹۴						
۷	۰/۶۱۷	۰/۶۴۱	۰/۴۹۳	/۷۰۴				۰/۶۴۱		۰/۴۴۹	
۸	۰/۵۶۲	۰/۶۴۱		۰/۴۴۹	۰/۳۹۴						
۹	۰/۸۳۲	۰/۸۳۲	۰/۵۱۲	۰/۸۹۵	۰/۷۰۴	۰/۷۵۸	۰/۳۹۴	۰/۵۱۲			
۱۰	۰/۳۹۴	۰/۳۹۴		۰/۳۹۴							۰/۴۴۹
۱۱	۰/۳۹۴			۰/۳۹۴			۰/۳۹۴			۰/۵۱۲	

با اتمام محاسبات ماتریس تجمیعی، می‌توان این ماتریس را به عنوان ورودی نقشه شناختی فازی و نرم افزار اف سی مپرز در نظر گرفت. جدول ۳ نشان دهنده درجه ورودی، خروجی و مرکزیت شاخص‌ها می‌باشد. که مجموع قدرمطلق ورودی‌ها به هر شاخص به عنوان درجه ورودی ومجموع قدر مطلق خروجی‌ها به هر شاخص به عنوان درجه خروجی شاخص است. مجموع درجه ورودی و خروجی هر شاخص مرکزیت آن شاخص است که هرچه مرکزیت شاخص بیشتر باشد، آن شاخص مهم‌تر است. به عنوان مثال شاخص درآمد با میزان مرکزیت ۸/۲۷ دارای بیشترین میزان اهمیت در منظر مالی می‌باشد.

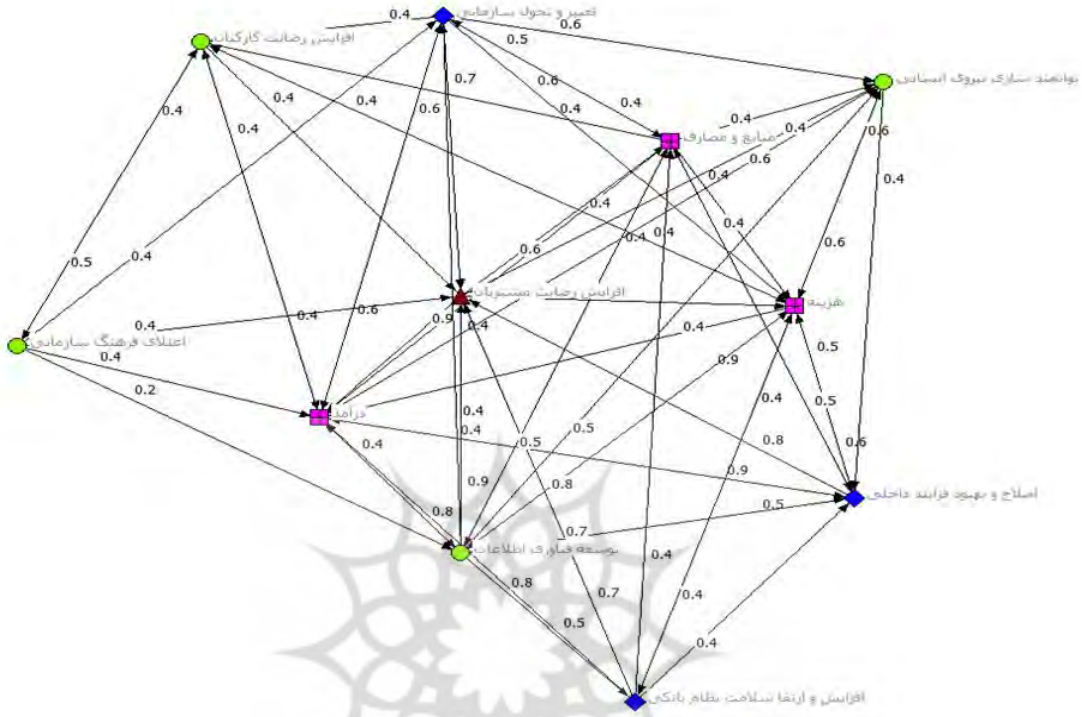
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۳: درجه ورودی، خروجی و مرکزیت شاخص‌ها

شاخص	درجه خروجی	درجه ورودی	مرکزیت
درآمد	۲/۲۷	۶/۰۰	۸/۲۷
هزینه	۳/۳۴	۴/۵۱	۷/۸۵
منابع و مصارف	۲/۹۲	۲/۶۱	۵/۵۳
افزایش رضایت مشتری	۲/۰۵	۴/۳۷	۶/۴۲
اصلاح و بهبود فرایند داخلی	۳/۳۸	۲/۸۵	۶/۲۳
افزایش و ارتقا سلامت نظام بانکی	۲/۵۱	۱/۲۱	۳/۷۲
تغییر و تحول سازمانی	۳/۵۵	۱/۸۸	۵/۴۲
توانمند سازی نیروی انسانی	۲/۰۵	۲/۵۸	۴/۶۳
توسعه فناوری اطلاعات	۵/۴۴	۲/۴۰	۷/۸۴
افزایش رضایت کارکنان	۱/۶۳	۲/۲۰	۳/۸۳
اعتلای فرهنگ سازمانی	۱/۹۱	۰/۴۵	۲/۳۶

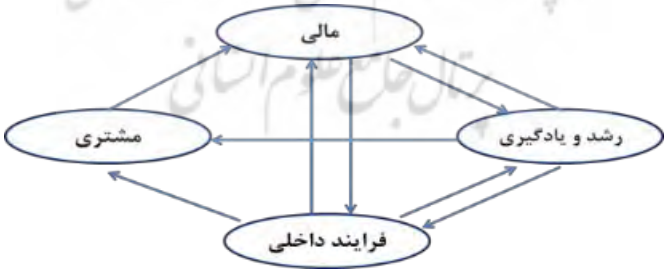
و در نهایت با نرم‌افزار پاجک نقشه شناختی عوامل کلیدی ارزیابی عملکرد ترسیم شده است. نمودار ۳ نشان دهنده نمودار نقشه شناختی فازی است. که یالها نشان دهنده جهت و میزان تأثیر هر شاخص برشاخص دیگر می‌باشد. و شاخص‌های دارای مرکزیت بیشتر دارای اهمیت بیشتر می‌باشند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



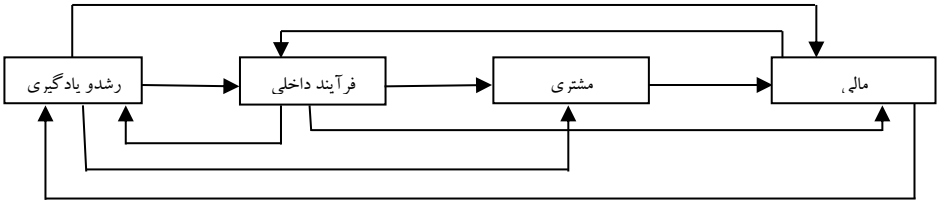
نمودار ۳: نمودار بدست آمده از نقشه شناختی فازی

روابط بالا یک ساختار شبکه‌ای را ایجاد می‌کنند. این روابط در نمودار ۴ بر اساس روابط بین چهار منظر کارت امتیازی متوازن نشان داده شده است.



نمودار ٤: روابط شبکه ای

ساختار شبکه‌ای بدست آمده از روش نقشه شناختی فازی در نمودار ۴ دوباره به شکلی دیگر طراحی می‌شود.



نمودار ۵: ساختار شبکه ای کارت امتیازی متوازن در ارزیابی عملکرد بانک مسکن

در این حالت، ۴ مرحله وجود دارد که هر کدام از این مراحل دارای ورودی و خروجی‌های مربوط به خود می‌باشد. به طور مثال، در منظر مشتری، ارتباطات نشان می‌دهد که رشد و یادگیری و فرآیندهای داخلی ورودی و شاخص‌های منظر مالی خروجی این منظر می‌باشد. بر همین اساس ورودی و خروجی‌های نمودار ۵ در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ٤: ورودی و خروجی‌های مناظر کارت امتیازی متوازن

	مرحله اول		مرحله دوم		مرحله سوم		مرحله چهارم	
	ورودی	خروجی	ورودی	خروجی	ورودی	خروجی	ورودی	خروجی
رشد و یادگیری			✓	✓	✓		✓	✓
فرایند داخلی	✓	✓			✓		✓	✓
مشتری		✓		✓			✓	
مالی	✓	✓	✓	✓		✓		

پس از مشخص نمودن شاخص‌های ورودی و خروجی، شبکه کارت امتیازی متوازن بدست می‌آید. اکنون لازم است که مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای برای این ساختار طراحی گردد.

طراحی مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای

فرض کنید مجموعه ای از DMUها را در اختیار داریم که DMU_j , j=1,…,n، به طوری که:

z_{rj}^{pq}، r امین جزء $\left(r = 1, \dots s_{pq}\right)$ برای DMU_j ها که از مرحله p جریان یافته و به مرحله q وارد می‌شوند، می‌باشد.

u_r^{pq} ضریبی است برای z_{rj}^{pq} هنگامی که z_{rj}^{pq} خروجی مرحله p است.

v_{rj}^{qp} ضریبی است برای z_{rj}^{qp} هنگامی که z_{rj}^{qp} ورودی مرحله p است.

بنابراین، کارایی مرحله p از DMU_j به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$\theta_{pj} = \frac{\sum_q \sum_r u_r^{pq} z_{rj}^{pq}}{\sum_q \sum_r v_r^{qp} z_{rj}^{qp}} \quad (۱)$$

کارایی کل شبکه نیز به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$\theta_j = \sum_{j=1}^{p} w_p \theta_{pj} = 1, \qquad \sum_{j=1}^{p} w_p = 1 \quad (۲)$$

مشخص است که برای ارزیابی عملکرد، انتخاب اوزان (W_p) بسیار مهم است. بنابراین یک انتخاب مناسب برای W_p، نسبت ورودی مرحله p به ورودی شبکه است (کوک و همکاران، ۲۰۱۰).

$$W_p = \frac{\sum_p \sum_r u_r^{pq} z_{rj}^{pq}}{\sum_p \sum_q \sum_r v_r^{qp} z_{rj}^{qp}} \quad p = 1, \dots, k \quad (۳)$$

بنابراین، کارایی کل به صورت زیر خلاصه می‌شود:

$$\theta_p = \frac{\sum_p \sum_q \sum_r u_r^{pq} z_{rj}^{pq}}{\sum_p \sum_q \sum_r v_r^{qp} z_{rj}^{qp}} \quad j = 1, \dots, n \quad (۴)$$

برای محاسبه عملکرد DMU_o در بهترین حالت، مدل زیر استفاده می‌شود.

$$Max\ \theta \quad (۵)$$
$$S.t$$
$$\theta_j \leq 1\ \forall_j$$
$$\theta_{pj} \leq 1\ \forall_j \forall_p$$
$$u_r^{pq} \geq 0 \quad v_r^{qp} \geq 0 \quad \forall_r \forall_p \forall_q$$

مشخص است که $\theta_j \leq 1$، یک محدودیت زائد است، بنابراین مدل (۵) به صورت زیر خلاصه می‌شود:

$$\begin{aligned} & Max\ \theta \\ (۶) \qquad & S.t \\ & \theta_{pj} \leq 1\ \forall_j \forall_p \\ & u_r^{pq} \geq 0 \quad v_r^{qp} \geq 0 \quad \forall_r \forall_p \forall_q \end{aligned}$$

با جایگزینی مدل (۱) و (۳) در مدل (۶)، مدل زیر را خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} & Max \sum_p \sum_q \sum_r u_r^{pq} z_{ro}^{pq} \\ (۷) \qquad & S.t \\ & \sum_p \sum_q \sum_r v_r^{qp} z_{ro}^{qp} = 1 \\ & \sum_r \sum_q u_r^{pq} z_{rj}^{pq} - \sum_p \sum_q v_r^{qp} z_{rj}^{qp} \leq 0 \quad \forall_j \forall_p \\ & u_r^{pq} \geq 0 \quad v_r^{qp} \geq 0 \quad \forall_r \forall_p \forall_q \end{aligned}$$

قضیه (۱): اگر DMU، واحد تحت ارزیابی باشد، پس راه حل بهینه $(v^* \quad u^*)$ وجود خواهد داشت. برای شاخصی مانند L خواهیم داشت:

$$\sum_p \sum_q \sum_r u_r^{*pq} z_{rl}^{pq} - \sum_p \sum_q \sum_r v_r^{*qp} z_{rl}^{qp}$$

اثبات: مدل (۷) را به صورت زیر می‌نویسیم:

$$\begin{aligned} & Max \sum_p \sum_q \sum_r u_r^{pq} z_{ro}^{pq} \\ (۸) \qquad & S.t \\ & \sum_p \sum_q \sum_r v_r^{qp} z_{ro}^{qp} = 1 \\ & \sum_p \sum_q \sum_r u_r^{pq} z_{rj}^{pq} - \sum_p \sum_q \sum_r v_r^{qp} z_{rj}^{qp} \leq 0 \\ & u_r^{pq} \geq 0 \quad v_r^{qp} \geq 0 \quad \forall_r \forall_p \forall_q \end{aligned}$$

مشخص است که منطقه شدنی مدل (۸)، زیر مجموعه منطقه شدنی مدل (۷) است، اما ارزش تابع هدف هر دو، یکسان می‌باشد. از اینرو جواب بهینه مدل (۸)، جواب بهینه مدل (۷) است. $(\overline{v} \quad \overline{u})$ را جواب بهینه مدل (۸) در نظر می‌گیریم، در این صورت می‌دانیم که اگرجواب بهینه وجود داشته باشد، نقاط بهینه حداکثری نیز وجود خواهند داشت. $(v^* \quad u^*)$ را جواب

بهینه حداکثری برای مدل (۸) در نظر می‌گیریم، بنابراین این جواب به رابطه خطی مستقل زیر بستگی دارد: $k = 2\sum_q \sum_p s^{pq}$. در ابتدا، ثابت می‌کنیم که تمام متغیرها به راه حل بهینه مقید نیستند. هر v_r^{*qp} نمی تواند مساوی صفر باشد زیرا در این حالت خواهیم داشت: $\sum_p \sum_q \sum_r v_r^{*qp} z_{ro}^{qp} = 0 \neq 1$ و هر u_r^{*qp} نیز نمی‌تواند مساوی صفر باشد، زیرا در این حالت ارزش تابع هدف مساوی صفر می‌شود.

قضیه (۲): اگر $DMU_1, DMU_2, \dots, DMU_n$ واحدهای تصمیم‌گیرنده باشند؛ حداقل یک واحد تصمیم‌گیرنده که دارای کارایی نسبی است، وجود دارد.

اثبات: $(v^* \quad u^*)$ را جواب بهینه مدل (۷) برای ارزیابی عملکرد DMU_l که از قضیه (۱) بدست آمده، در نظر می‌گیریم؛ متوجه می‌شویم که:

$$\sum_p \sum_q \sum_r u_r^{*pq} z_{rl}^{pq} - \sum_p \sum_q \sum_r v_r^{*qp} z_{rl}^{qp} = 0$$

آنگاه کارایی DMU_l با حل مدل زیر بدست می‌آید:

$$Max \sum_p \sum_q \sum_r u_r^{pq} z_{rl}^{pq}$$

(۹) $S.t$

$$\sum_p \sum_q \sum_r v_r^{qp} z_{rl}^{qp} = 1$$

$$\sum_p \sum_q \sum_r u_r^{pq} z_{rj}^{pq} - \sum_p \sum_q \sum_r v_r^{qp} z_{rj}^{qp} \leq 0 \quad \forall_j$$

$$u_r^{pq} \geq 0 \quad v_r^{qp} \geq 0 \quad \forall_r$$

اگر $\sum_p \sum_q \sum_r v_r^{*qp} z_{rl}^{qp} = 1$ باشد، اثبات آن مشخص است. در غیر این صورت $\sum_p \sum_q \sum_r v_r^{*qp} z_{rl}^{qp} = \alpha > 0$. بنابراین خواهیم داشت:

$$\sum_p \sum_q \sum_r \left(\frac{v_r^{*qp}}{\alpha}\right) z_{rl}^{qp} = 1$$

$$\sum_p \sum_q \sum_r \left(\frac{u_r^{*pq}}{\alpha}\right) z_{rj}^{pq} - \sum_p \sum_q \sum_r \left(\frac{v_r^{*qp}}{\alpha}\right) z_{rl}^{qp} \leq 0 \quad \forall_j$$

این روابط بیان می‌کند که $\left(\frac{v^*}{\alpha} \quad \frac{u^*}{\alpha}\right)$ جواب شدنی برای مدل (۸) می‌باشد و جواب بهینه مدل (۸)، جواب بهینه مدل (۷) نیز می‌باشد. ارزش مورد نظر برای مدل (۷) و (۸) مساوی ۱

می‌باشد. بنابراین DMU_l کارا است. در بخش چهارم داده‌ها وارد مدل شده و تجزیه و تحلیل اطلاعات صورت می‌گیرد.

نتایج

پس از اینکه اطلاعات شاخص‌ها جمع‌آوری گردید، مدل طراحی و از طریق نرم افزار حل شد، با توجه به خروجی آن شعب کارا و ناکارا مشخص گردید و سپس میانگین کارایی در ۴ منظر کارت امتیازی متوازن و میانگین کارایی کل نیز مورد بررسی قرار گرفت. طبق جدول زیر کارایی هر شعبه از نظر مناظر کارت امتیازی متوازن و همچنین کارایی کل، مشخص گردیده است.

جدول ۵: نتیجه ارزیابی کارایی شعب بانک مسکن

کارایی سطح رشد و یادگیری	کارایی سطح فرآیند داخلی	کارایی سطح مشتری	کارایی سطح مالی	کارایی کل	ردیف	کارایی سطح رشد و یادگیری	کارایی سطح فرآیند داخلی	کارایی سطح مشتری	کارایی سطح مالی	کارایی کل	ردیف
۰/۷۶	۰/۸۷	۰/۷۵	۰/۵۱	۰/۷۳	۴۲	۰/۵۵	۰/۶۷	۰/۸۱	۰/۷۱	۰/۸۶	۱
۰/۷۱	۰/۷۷	۰/۷۴	۰/۶۱	۰/۶	۴۳	۰/۶۷	۰/۸۶	۰/۷۶	۰/۵۲	۰/۷۳	۲
۱	۱	۱	۱	۱	۴۴	۰/۷۵	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۶	۰/۶۵	۳
۰/۶۵	۰/۸۹	۰/۷	۰/۴۹	۰/۷۵	۴۵	۰/۴۷	۱	۱	۱	۰/۷۲	۴
۰/۵۲	۰/۶۹	۰/۸۹	۰/۶۸	۰/۶۶	۴۶	۱	۱	۱	۱	۱	۵
۰/۴۹	۰/۷۲	۰/۹۱	۰/۶۵	۰/۷۲	۴۷	۰/۶۵	۰/۷۸	۰/۷	۰/۶	۰/۶۹	۶
۰/۵۹	۰/۶۶	۰/۷	۰/۷۲	۰/۶	۴۸	۱	۱	۱	۱	۱	۷
۰/۵۵	۱	۱	۱	۰/۶۹	۴۹	۰/۶۵	۰/۶۴	۰/۷	۰/۷۳	۰/۶۸	۸
۰/۷۳	۰/۷۴	۰/۶۶	۰/۶۴	۰/۷۲	۵۰	۰/۶۶	۰/۶۹	۰/۶۶	۰/۶۸	۰/۶۶	۹
۰/۶۹	۰/۷	۰/۷۱	۰/۶۹	۰/۶۳	۵۱	۰/۵۹	۰/۷۶	۰/۷۵	۰/۶۲	۰/۶۱	۱۰
۰/۴۹	۰/۳۵	۰/۹۳	۱	۰/۷۴	۵۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱۱
۰/۷۶	۰/۷۹	۰/۷۴	۰/۵۹	۰/۶۲	۵۳	۰/۷۶	۰/۵۷	۰/۷۴	۰/۸	۰/۷۶	۱۲
۰/۸	۰/۷۲	۰/۷۳	۰/۶۵	۰/۷۶	۵۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱۳
۰/۶۱	۰/۵۸	۰/۷۳	۰/۷۹	۰/۶۷	۵۵	۰/۶۲	۰/۴۸	۰/۸۴	۰/۸۸	۰/۵۳	۱۴
۰/۶۶	۰/۶۷	۰/۷۸	۰/۷۵	۰/۶۶	۵۶	۰/۸۵	۰/۷۵	۰/۷۴	۰/۶۳	۰/۵۹	۱۵
۰/۴۹	۰/۷۵	۰/۸۴	۰/۶۳	۰/۶۷	۵۷	۰/۸۲	۰/۴۲	۰/۷۳	۰/۹۴	۰/۷۹	۱۶
۰/۶۴	۰/۸۴	۰/۸	۰/۵۵	۰/۷۳	۵۸	۰/۶۱	۰/۶۶	۰/۷۵	۰/۷۱	۰/۵۳	۱۷

۱۸	۱	۱	۱	۱	۱	۵۹	۰/۷۷	۰/۷۳	۰/۸۳	۰/۶۴	۰/۶۱
۱۹	۰/۶۹	۰/۷۳	۰/۷۱	۰/۶۴	۰/۷۹	۶۰	۱	۱	۱	۱	۱
۲۰	۰/۶۵	۰/۶۴	۰/۸۳	۰/۷۴	۰/۵۲	۶۱	۰/۷	۰/۷۲	۰/۸۶	۰/۶۵	۰/۵۷
۲۱	۰/۷۴	۰/۹۷	۰/۶۷	۰/۳۸	۰/۸۷	۶۲	۰/۷۹	۰/۴۹	۰/۷۷	۰/۸۹	۰/۵۸
۲۲	۰/۵۸	۰/۷۸	۰/۸۵	۰/۵۸	۰/۵۷	۶۳	۰/۷۷	۰/۵۸	۰/۷۷	۰/۸۱	۰/۸۵
۲۳	۱	۱	۱	۱	۱	۶۴	۰/۷۹	۰/۶۷	۰/۸	۰/۷	۰/۶۵
۲۴	۰/۶۹	۰/۵۵	۰/۷۶	۰/۸۳	۰/۶۳	۶۵	۰/۶۱	۱	۱	۱	۰/۵۹
۲۵	۰/۶۵	۰/۶۶	۰/۸۶	۰/۷۲	۰/۶	۶۶	۰/۸	۰/۷۲	۰/۸۴	۰/۶۵	۰/۵۴
۲۶	۰/۶۸	۰/۶۷	۰/۷۶	۰/۷۱	۰/۴۶	۶۷	۰/۶۵	۰/۵۹	۰/۷۵	۰/۷۹	۰/۵۷
۲۷	۱	۱	۱	۱	۱	۶۸	۱	۱	۱	۱	۱
۲۸	۱	۱	۱	۱	۱	۶۹	۰/۵۹	۰/۸۷	۰/۸۳	۰/۴۹	۰/۵۵
۲۹	۰/۴۹	۰/۸۳	۰/۶۵	۰/۵۳	۰/۱	۷۰	۱	۱	۱	۱	۱
۳۰	۰/۵۹	۰/۷۵	۰/۷۹	۰/۶۲	۰/۵۲	۷۱	۰/۶۱	۰/۵۷	۰/۶۹	۰/۸۱	۰/۷۶
۳۱	۰/۷۷	۰/۵۵	۰/۸۵	۰/۸۳	۰/۵۱	۷۲	۰/۷۷	۰/۵	۰/۷۷	۰/۸۸	۰/۶۱
۳۲	۰/۵۱	۰/۶۹	۰/۷۱	۰/۶۸	۰/۶۹	۷۳	۰/۶۲	۰/۵۷	۰/۷	۰/۸۱	۰/۶۵
۳۳	۰/۶۶	۰/۶۵	۰/۸۵	۰/۷۳	۰/۵۴	۷۴	۱	۱	۱	۱	۱
۳۴	۰/۵۶	۰/۶۹	۰//۷۷	۰/۶۹	۰/۴۴	۷۵	۰/۵۱	۰/۶۹	۰/۷۱	۰/۶۸	۰/۸
۳۵	۰/۷۱	۰/۵۵	۰/۷۹	۰/۸۳	۰/۶۶	۷۶	۰/۶۸	۱	۱	۰/۵۲	۰/۴۹
۳۶	۰/۶۴	۰/۹	۰/۷۹	۰/۴۶	۰/۷	۷۷	۱	۱	۱	۱	۱
۳۷	۰/۵۹	۰/۷۸	۰/۷۷	۰/۵۸	۰/۶۵	۷۸	۱	۱	۱	۱	۱
۳۸	۰/۶۶	۰/۵۴	۰/۶۴	۰/۸۴	۰/۷	۷۹	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۷۴	۰/۷۱	۰/۷۲
۳۹	۱	۱	۱	۱	۱	۸۰	۰/۷۸	۰/۵۲	۰/۸۱	۰/۸۲	۰/۵۹
۴۰	۰/۷	۰/۷۶	۰/۷۵	۰/۶۱	۰/۶۲	۸۱	۰/۵۷	۰/۷۸	۰/۷۹	۰/۵۹	۰/۵۴
۴۱	۰/۶۳	۰/۸۶	۰/۷۷	۰/۵	۰/۵۶	۸۲	۰/۶۱	۰/۹۲	۰/۷۵	۰/۴۴	۰/۷۸
						مجموع	۶۰/۰۲	۶۲/۵۴	۶۷/۵۳	۶۲/۲	۵۷/۳۵

اطلاعات حاصل شده نشان می‌دهد که شعب **۵، ۷، ۱۱، ۱۳، ۱۸، ۲۳، ۲۸،۲۷، ۳۹، ۴۴، ۶۰، ۶۸، ۷۰، ۷۴، ۷۷** و ۷۸ دارای کارایی کل یک، و درنتیجه کارامد و دیگر شعب ناکارامد می‌باشند. برای مثال، شعب **۱۱، ۱۳، ۲۳، ۲۷** و **۶۸** در منظر مشتری دارای کارایی یک و در منظر رشد و یادگیری دارای کمترین نمره کارایی می‌باشند. این نشان می‌دهد که مدیران تأکید کمتری بر منظر رشد و یادگیری و تمرکز بیشتری بر منظر مشتری دارند. طبق جدول ۶ نتایج

حاکی از آن است که منظر رشد و یادگیری با میانگین ۶۱/۳۲ ٪ نیازمند بیشترین توجه می‌باشد زیرا میانگین نمره این مرحله کمتر از سایر مراحل است. به علاوه بهترین نمره مربوط به منظر مشتری با میانگین ۷۹/۲۷ ٪ درصد می‌باشد. این موضوع عملکرد نسبتاً ضعیف در این منظر را نشان می‌دهد.

جدول ٦: میانگین کارایی

	کارایی کل	مرحله مالی	مرحله مشتری	مرحله فرآیند داخلی	مرحله رشد و یادگیری
میانگین	۶۷/۵۲٪	۶۶/۸۱٪	۷۹/۲۷٪	۷۱/۵۰٪	۶۱/۳۲٪

نتیجه‌گیری

ارزیابی عملکرد می‌تواند به سازمان این فرصت را بدهد که جایگاه فعلی خود را شناسایی و فاصله خود را با چشم انداز مشخص نماید. در پژوهش حاضر جهت استفاده از مدل ارزیابی مناسب، ابتدا پژوهش‌های انجام شده در این زمینه مورد بررسی قرار گرفت. از این رو در نگاه اول به نظر می‌رسد که روش کارت امتیازی متوازن برای ایجاد تعادل در سیستم مناسب است، اما کارت امتیازی متوازن نیز همچون سایر مدل‌ها دارای کاستی‌هایی می‌باشد که از مهم‌ترین آنها می‌توان به مواردی همچون تمرکز بر علیت یک جهته، نادیده گرفتن جایگزینی بین شاخص‌ها و بین چهار وجه، یکسان بودن ارزش وزنی بین شاخص‌ها و عدم امکان رتبه‌بندی بین واحدها اشاره نمود. از این رو نقشه شناختی فازی ابزاری مناسب جهت توسعه کارت امتیازی متوازن و غلبه بر محدودیت‌های آن می‌باشد. همچنین پس از مطالعه و بررسی، تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی کارایی شعب بانک مورد استفاده قرار گرفت. مدلهای کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها شامل گروهی از مفروضات مربوط به داده‌ها و ستاده‌ها می‌باشد و هر فعالیت به یک مرحله خاص مربوط می‌شود و هیچ ارتباطی میان مراحل وجود ندارد. با در نظر گرفتن این مورد، روش تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای که کارایی را به صورت شبکه‌ای محاسبه می‌نماید؛ مورد استفاده قرار گرفت. لذا به منظور نشان دادن کارایی شعب بانک مسکن استان فارس از تلفیق سه روش کارت امتیازی متوازن، نقشه شناختی فازی و تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای استفاده شده است. بر اساس نتایج حاصل از

به کارگیری تکنیک تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای، ۱۵ شعبه دارای کارایی کل یک می-باشند و این شعب کارامد محسوب شده و دیگر شعب ناکارامد می‌باشند. همچنین منظر رشد و یادگیری با میانگین ۶۱/۳۲ ٪ نیازمند بیشترین توجه می‌باشد زیرا میانگین نمره این مرحله کمتر از سایر مراحل است. به علاوه بهترین نمره مربوط به منظر مشتری با میانگین ۷۹/۲۷ ٪ درصد می‌باشد. این موضوع عملکرد نسبتاً ضعیف در این منظر را نیز نشان می‌دهد. همچنین نتیجه بدست آمده از نقشه شناختی فازی حاکی از آن است که میزان مرکزیت در منظر رشد و یادگیری به ترتیب توسعه فناوری با مرکزیت ۷/۸۴ و توانمندی نیروی انسانی با مرکزیت ۴/۶۳ ، افزایش رضایت کارکنان با مرکزیت ۳/۸۳ و اعتلای فرهنگ سازمانی با مرکزیت ۲/۳۶ می‌باشد. که با توجه به مرکزیت هرکدام از شاخص‌ها با افزایش و توسعه فناوری و همچنین با برگزاری دوره‌های آموزشی متناسب با نیاز و تخصص کارکنان می‌توان این منظر را ارتقا بخشید. بنابراین مدیران با تمرکز بر این وجه و بهبود آن می‌توانند میزان کارایی کلی در واحد تصمیم‌گیری را بهبود ببخشند. شکی نیست که رشد و یادگیری عامل مهم تداوم سیستم می‌باشد و سهل انگاری مدیران باعث بروز مشکلاتی برای سیستم در درازمدت خواهد شد. عملکرد ضعیف در منظر رشد و یادگیری منجر به کاهش کارایی در مراحل دیگر نیز می‌شود که این مهم را می‌توان با برگزاری دوره‌های آموزشی متناسب با نیاز و تخصص کارکنان، شرایط افزایش بازدهی و کاهش هزینه‌ها فراهم گردد. همچنین با افزایش اعتلای فرهنگ سازمانی و مشارکت کارکنان در فرآیند تصمیم‌گیری، امکان افزایش رضایت شغلی فراهم می‌گردد؛ و نیز با افزایش کیفیت خدمات ارائه شده و توسعه فناوری اطلاعات، ضمن افزایش رضایت مشتریان، بستر مناسبی جهت جذب مشتریان جدید مهیامی‌شود. ازآنجا که این تحقیق به ارزیابی کارایی شعب بانک با استفاده از کارت امتیازی متوازن و نقشه شناختی فازی پرداخته است؛ لذا جهت ادامه و تکمیل بحث در زمینه‌های مشابه به سایر محققین علاقمند به پژوهش در این زمینه موضوعاتی همچون، تعیین یک الگو[1] در ارزیابی کارایی با ابزار فوق، تبدیل نتایج ارزیابی به برنامه‌های مدیریت استراتژیک و تعیین روابط مختلف مناظر کارت امتیازی متوازن با سناریوهای مختلف پیشنها می‌گردد.

1- Benchmark

منابع

آذر، عادل و فضلی، صفر، *طراحی مدل ریاضی ارزیابی عملکرد مدیر با استفاده از DEA*، مدرس علوم انسانی، ۳ : ۹۹-۱۳۸۱،۱۲۴.

تقی زادگان کلوجه، عباس، کاربرد روش نگاشت ادراکی فازی در سیستم پرداخت ازطریق موبایل، *پایان نامه کارشناسی ارشد*، دانشگاه امام حسین، ۱۳۸۷.

حسینی، مهدی و ابراهیمی سرو علیا، محمدحسن، ارزیابی عملکرد بانکهای خصوصی پذیرفته شده در بورس با روش کارت امتیازی متوازن(BSC) و تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، *پایان نامه کارشناسی ارشد*،دانشگاه آزاد واحد تهران مرکزی،۱۳۹۳.

صوفیابادی، جواد و کلاهی، بهاره و والمحمدی، چنگیز و موحدی، محمد مهدی، کاربرد نقشه استراتژی شناختی فازی در تعیین مسیر موفقیت سازمان، *مدیریت بهره وری*، ۱۳۹۴، شماره ۳۴، ص ص ۲۲۳-۲۰۱.

طبرسا، غلامرضا، *بررسی و توضیح الزامات استراتژیک از سازمان‌های دولتی در مدل ارزیابی عملکرد*، جهاد دانشگاهی، تهران،۱۳۸۷.

کاسکو، بارات، *تفکر فازی*، ترجمه غفاری، علی و همکاران، انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۷۷.

کرمی، مصیب و کریمی، فرشته السادات، طراحی مدل ارزیابی عملکرد بانک‌های دولتی با استفاده از مدل BSC و DEA مورد مطالعه بانک توسعه تعاون، نخستین *کنفرانس ملی توسعه مدیریت پولی و بانکی*، ۱۳۹۲.

محمودیان، محمود و ناصر زاده، سید محمود رضا و ونصوری، طاها، شبیه سازی رضایتمندی مشتریان بانک با استفاده از نقشه شناختی فازی، *کنفرانس بین المللی مدیریت بازاریابی*، ۱۳۸۵.

نجفی، اسماعیل و آریانژاد، میر بهادر وحسین زاده لطفی، فرهاد و ابن الرسول، سید اصغر، ارزیابی کارایی با تلفیق دو نظام اندازه گیری DEAوBSC، *فصلنامه مدیریت*،۱۳۸۷،سال پنجم، شماره ۱۱.

یلس یوران اولوه وآنا شوستراند، *کارت امتیازی متوازن*. ترجمه علیرضا علی سلیمانی، انتشارات مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۶.

Ahn, H, Applying the balanced scorecard concept: An Experience Report, *Journal of Long Range Planning*,2001.

Amado Carl,A.F & Santos. Sergio, P,Integrating the data envelopment analysis and the balanced scorecard approaches for enhanced performance assessment. *International Journal of Management Science، Omega*,2012,40, 390–403.

Asosheh, A., Nalchigar, S., Jamporazmey, M. Information technology project evaluation،An integrated data envelopment analysis and balanced scorecard approach. *Expert Systems with Applications*,2010, 37(8), 5931-5938.

Banker,R.D,Thrall,R.M,Estimation of Returns to Scale Using Data Envelopment Analysis, *European Journal of Operational Research*, 1992, 62, 74-78.

Biloslavo, R , Dolinšek, S, Scenario planning for climate strategies development by integrating group delphi, AHP and dynamic fuzzy cognitive maps, *foresight*, 2010, 12(2): 38-48.

Borrie, D, Isnandar, S ,Ozveren, C. S,The use of fuzzy cognitive agents to simulate trading patterns within the Liberalised UK electricity market,In Universities *Power Engineering Conference*, 2006, 3 :1077-1081.

Bueno, S , Salmeron, J. L, Fuzzy modeling enterprise resource planning tool selection, *Computer Standards & Interfaces*, 2008, 30(3): 137-147.

Chan, L , Ho, S.K, 1997. The use of balancedscorecard in canadian hospital, available from: *http://aaahq.Org/north east/2000/q17*.

Chen, T. Y., Chen L. H, DEA performance evaluation based on BSC indicators incorporated: The case of semiconductor industry, *International Journal of Productivity and Performance Management*, 2007, 56(4), 335-357.

Cook Wade D, Zhu Joe، Bi Gongbing Yang Feng, Network DEA: Additive efficiency decomposition, *European Journal of operational Research* 207،2010,1122-1129.

Folan, p, and Browne, J, A review of performance measurement: towards performance management, *Computer industry*, 2005, 56, pp. 663-680

Ghalayini,A.M,Noble, J.S,The changing basis of performance measurement, *International Journal of Operations & Production Management*, 1996,16: 63-80.

Kaplan, R.S, Norton, D.P, Linking the balanced scorecard to strategy, In: California *Management Review*, 1996, 39: 53-79.

Kaplan, R.S ,Norton, D.P, The balanced scorecard: measures that drive performance*, Harvard Bus, Rev*, 1992 70 :9–71.

Kardaras, D .& Karakostas, B,Use of Fuzzy C ognitei Mva ps to Simulate the Informatin oSys tems StrtaegicP lannign Proces s , *Information and Software Technology*, 1 999, 41(4): pp ۱97-210.

Lin، li- Hung , Hsied ling-feng, Aperformance evaluation model for international tourist hotels in Taiwan- An application of the relational network DEA, *I International Journal of Hospitality Managment*, 2010, 29: p 14-24.

Martinsons, Maris , Davison, Robert , Tse Dennis, The balanced scorecard : a foundation for the strategic management of information systems, *Decision support systems*, Volum 25,issue 1, 1999, pages 71-88 .

Soner, S, Önüt, S, Tuzkaya, U, Evaluation and Selection of R&D Projects Using an Integrated BSC-DEA Methodology, *35th International Conference on Computers and Industrial Engineering*,2005.

Xirogiannis G, Glykas M, Fuzzy cognitive maps in business analysis and performance .driven change, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2004,Vol. 51, No. 3.

فصلنامه علمی – پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی – سال شانزدهم، شماره ۵۱، زمستان ۹۷
صفحات ۱۰۶-۵۵

طراحی و تبیین مدل زنجیره تامین تاب آور در صنعت داروسازی ایران

عبدالرضا صدیق پور،* مصطفی زندیه،** اکبر عالم تبریز،*** بهروز نوکورانی دری****

تاریخ دریافت:۹۶/۱۰/۱۱- تاریخ پذیرش:۹۷/۲/۲۲

چکیده

طی دو دهه اخیر، پیچیدگی محیط کسب و کار، پویایی، عدم اطمینان و نوسانات محیطی بالاتر، مفاهیمی همچون جهانی شدن و رقابت فزاینده باعث تغییرات بسیاری در معادلات حاکم بر زنجیره تامین صنایع شده است. در چنین شرایطی کسب وکارها باید برای مواجهه با جریان پیوسته ای از چالش ها از قبیل بحرانهای اقتصادی، تحریم‌ها، نوسانات نرخ ارز و قیمت ها، محدودیت های سیستم تولیدی و یا بلایای طبیعی خود را آماده نمایند. "تاب آوری" یکی از راهبردهای مقابله با چنین چالش‌هایی است. پژوهش حاضر قصد دارد، با توجه به جایگاه استراتژیک صنعت داروسازی بعنوان بخشی از سیستم سلامت جامعه، با بررسی نظام مند مطالعات صورت گرفته، به این پرسش پاسخ دهد که الگوی زنجیره تامین تاب آور در این بخش چگونه است. به این منظور ضمن تعمق در ادبیات موضوع ، مصاحبه با خبرگان و بهره گیری از روش دلفی، مولفه‌ها و شاخصهای تاب آوری زنجیره تامین شناسایی و استخراج گردید. در این راستا پرسشنامه ای طراحی و در اختیار جامعه آماری صنعت دارو قرار گرفت. نتایج با استفاده از تکنیک مدلسازی ساختاری و نرم افزار لیزرل، تجزیه و تحلیل شده و با تبیین ارتباطات بین عوامل، الگوی پیشنهادی پژوهش تایید شد. این الگو روابط فی مابین مولفه‌هایی نظیر محرکها، آسیب پذیریها، قابلیت‌ها و توانمند سازهای زنجیره تامین و تاثیر آنها بر یکدیگر را مورد مطالعه قرار داده است. نتایج تحقیق نشان میدهد؛مدیران صنایع داروسازی میتوانند از طریق ایجاد یا بهره گیری از قابلیت‌ها و تقویت توانمند سازها، ضمن کاهش عواملی که شرکتها را مستعد اختلال می‌نمایند، تاب آوری لازم در مواجهه با آنها را کسب نمایند.

کلید واژه‌ها: تاب آوری زنجیره‌تأمین؛ اختلالات؛ آسیب پذیریها؛ قابلیتها؛ توانمندسازها.

---

* دانشجوی دکتری، دانشکده مدیریت، دانشگاه شهید بهشتی(نویسنده مسئول).ar.sedighpour@gmail.com

** دانشیار گروه مدیریت صنعتی دانشکده مدیریت، دانشگاه شهید بهشتی.

*** استادگروه مدیریت صنعتی دانشکده مدیریت، دانشگاه شهید بهشتی.

**** دانشیار گروه مدیریت صنعتی دانشکده مدیریت، دانشگاه شهید بهشتی.

مقدمه

پارامترهای سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی موثر بر فضای کسب و کار دردنیای امروزبا تلاطم و تحولات زیادی مواجه هستند (مایلز و همکاران،۲۰۰۴)[۱]. این تلاطم‌ها احتمال بروز رویدادهای موثر بر عملکرد زنجیره تامین را افزایش میدهند. لذا اگر مدیران زنجیره تأمین نتوانند به خوبی اختلالات پیش بینی نشده را مدیریت کنند، با پیامدهای منفی خطرناکی مواجه می‌شوند و این امر، ریسک تداوم کسب و کار را بالا برده و زیانهای مالی به بار می‌آورد(پیفهل و همکاران، ۲۰۱۰)[۲]. زنجیره تأمین شبکه متوالی از شرکای کسب و کاری است که در فرآیندهای تولیدی دخیل بوده و مواد خام اولیه را به محصولات یا خدمات نهایی تبدیل می‌کنند تا تقاضای مشتریان به موقع و با کیفیت بالا و با کمترین هزینه برآورده شود(منساه وهمکاران،۲۰۱۴)[۳]. لذا ماهیت زنجیره‌تامین به شکلی است که ایجاد جریان روان و بدون وقفه از مواد اولیه تا مصرف کننده نهایی بین تمام اجزاء زنجیره ضروری است (منتزر و همکاران،۲۰۰۱)[۴]. وقوع رویدادهایی که منجر به ایجاد وقفه در جریان مواد می‌شوند–حتی اگر این رویدادها در مکانی دور اتفاق بیافتند– میتوانند اختلالاتی در مقیاس وسیع را ایجاد نمایند (کریستوفر و همکاران،۲۰۰۴)[۵]. اختلالات، خرابی‌های ناگهانی و غیرمنتظره ای هستند که به علت عوامل مختلفی همچون بلایای طبیعی، آتش سوزی، ازدست دادن تامین کننده حیاتی، جنگ، حملات سایبری، رکود اقتصادی ،تحریمها و شوکهای اقتصادی، تروریسم و غیره ایجاد می‌شوند(سونی و همکاران،۲۰۱۴؛ راجش و همکاران،۲۰۱۵)[۶]. هرچند احتمال وقوع این رخدادها اندک است؛ اما در صورت وقوع پیامدهای زیادی برکسب وکارخواهند داشت(ساویک ، ۲۰۱۳)[۷]. در چنین شرایطی نیاز به طراحی الگوی زنجیره تامین تاب آور بیشتر نمود پیدا می‌کند زیرا چنین زنجیره ای آمادگی مواجهه با هرگونه رویدادی

1- Mills et al
2 - Pfohl et al
3 - Mensah et al
4 - Mentzer et al
5- Christopher et al
6 - Soni et al
7 - Sawik

خواهد داشت و ضمن فراهم نمودن پاسخی کارا و اثربخش، توانایی بازگشت به وضعیت اولیه یا مطلوبتر پس از اختلال را دارا بوده که این همان معنای تاب آوری زنجیره تامین است(پونوماروف و همکاران،۲۰۰۹)[1]. ملنیک و همکاران (۲۰۱۴)[2] معتقدانـد کـه در حال حاضر تاب آوری، قلب تفکر مدیریت زنجیره تامین به شمار می‌آید. در این بین یکی از صنایع استراتژیک که تاثیر زیادی بر حیات سالم یک جامعه دارد صنعت داروسازی است، عدم طراحی زنجیره‌های تامین تاب‌آور در این صنعت می‌تواند در زمان بروز بحران‌های اقتصادی، سیاسی و اجتماعی خسارات جبران‌ناپذیری را برای هر کشور به وجود آورد. بر این اساس در این تحقیق به طراحی و تبیین مدل زنجیره‌تامین تاب‌آور در صنعت دارو پرداخته شده و به این سوال که الگوی زنجیره تامین تاب آور در صنایع داروسازی ایران چگونه است، پاسخ داده شده است .

مبانی نظری، پیشینه تحقیق و مدل مفهومی پژوهش

مبانی نظری

ویژگی اصلی زنجیره تأمین ارتباط بین تمام اعضای آن است، به همین دلیل، ریسک مربوط به یک بخش از زنجیره، به سایر اعضاء نیز منتقل میشود. فعالیت‌های زنجیره تأمین دارای ریسک درونی اختلالات پیش‌بینی‌نشده هستند. تکنیک‌های سنتی مدیریت ریسک تنها قادرند طبقه‌بندی‌ها را مشخص کرده و رویدادهای معین و عددی را در زنجیره تأمین ریسک تفسیر نمایند، لیکن هنگامیکه نوبت به ریسک‌های پیش‌بینی‌نشده، غیرمنتظره، و با مقدار عددی نامعلوم می‌رسد، این تکنیک‌ها ناقص بوده و کارآیی ندارند. حتی یک زنجیره تأمین به دقت برنامه‌ریزی‌شده نیز در برابر عوامل غیرقابل‌پیش‌بینی آسیب‌پذیر است (پتیت،۲۰۰۸)[3]. در ادبیات زنجیره تأمین اغلب اصطلاحات عدم اطمینان و ریسک به جای یکدیگر به کار میروند،

1 - Ponomarov et al
2 -Melnyk
3 - Pettit

اما تفاوت معناداری بین این دو مفهوم وجود دارد(ریچی و همکـاران،۲۰۰۷)[1]. واتـرز (۲۰۱۱)[2] تفاوت بین ریسک و عدم اطمینان را اینگونه توضیح میدهد: عدم اطمینـان زمـانی مطـرح مـی-شود که امکان شناسایی حوادث وجود دارد، اما نمیتوان در مورد احتمال وقوع آنهـا اظهـارنظر نمود. در مقابل ریسک بدان معنا است که علاوه بر امکان شناسایی حوادث، احتمال وقـوع نیـز مشخص است. درپی ناکارآمـدی روش‌هـای سـنتی مـدیریت ریسـک، محققـان دانشـگاهی و مدیران صنعت، نیاز به تاب آوری(که به صورت مناسب تری برای مواجهـه بـا پیچیـدگی‌هـای بالا، اتفاقات غیر قابل پیش بینی و تهدیدات طراحی شـده اسـت)را دریافتـه انـد(پتیت،۲۰۱۰). واژه تاب آوری در زنجیره تامین برای نخستین بار به وسیله شفی (۲۰۰۵)[3] عنوان شـد. تعریـف فرهنگ لغت از تاب آوری عبارت است از " توانایی یک ماده در بازگشت بـه وضـعیت اولیـه پس از تغییر شکل (خم شدن، کشیدن و فشرده شدن)" .تعاریف دیگری نیز به تعریف فرهنگ لغت نزدیک هستند به عنوان نمونه "توانایی سیستم برای بازگشت به وضعیت اولیه یـا مطلـوبتر از گذشـته پـس از بـروز اخـتلال"و یـا "توانـایی بـرای بازگشـت از اخـتلالات مقیـاس بزرگ(کریستوفر و همکاران،۲۰۰۴)[4]. پرگنزر(۲۰۱۱) [5]تاب آوری راسـنجش توانـایی سیسـتم در جذب تغییرات پیوسته و غیر منتظره و حفظ عملکردهای حیاتی آن تعریف کـرد. اصـطلاح تاب آوری در رشته‌های مختلـف اسـتفاده شـده و بیـان کننـده یـک مفهـوم چندبُعـدی اسـت. تعریف زیـر بـا اسـتفاده از منظرهـای گونـاگون بـین رشـته ای ارائـه شـده اسـت(توکاموهبوا و همکاران،۲۰۱۵)[6]:

"تاب آوری زنجیره تـأمین عبـارت اسـت از قابلیـت تطبیـق‌پـذیری یـک زنجیـره تـأمین بـرای آمادگی نسبت به اختلالات و پاسخگویی به آنها، بهبود و بازگشتی به‌هنگام و مقرون به صرفه، و بنابراین پیشروی به سمت وضعیت عملکرد پس از اخـتلال کـه در حالـت ایـده‌آل، وضـعیتی

1 - Ritchie
2 - Waters
3 - Sheffi
4 - Christopher
5 - Pregenzer
6 - tokomuhobva

بهتر از وضعیت پیش از بروز اختلال است". این تعریف بدان معناست که تـاب آوری زنجیـره تأمین می‌تواند بر مبنای چهار جنبه مورد ارزیابی قرار گیرد:

۱- آمادگی زنجیره در رویارویی با یک اتفاق اختلال برانگیز؛ ۲- پاسخ‌گـویی بـه آن اتفـاق؛ ۳- بهبود و بازگشت؛ و۴- رشد و دستیابی به مزیت رقابتی پس از بـروز اتفـاق. در عـین حـال، راهبردها یا توانمندی‌های تاب آوری زنجیره تأمین باید به سمت حصول اطمینان از آنکـه ایـن جنبه‌ها در زمان معین و با حداقل هزینه به حداکثر امکان خود دست پیدا کننـد، هـدف گیـری شود. به‌علاوه، قابلیت تطبیق زیربنای این چهار جنبه است. منظور از تطبیق آن است که زنجیـره تأمین از توانایی نهفته‌ای برای توسعه پاسخ‌های مختلف و سازگار با ماهیت تهدیـدهایی کـه بـا آنها مواجه است برخوردار باشد. این بدان معناسـت کـه عناصـر زنجیـره تـأمین بتواننـد طـوری تغییـر کننـد کـه در هـر لحظـه و بطـور بـه‌هنگـام، قـادر بـه ارائـه واکـنش مناسـب بـه وقـایع اختلال‌برانگیز باشند نه آنکه هر زمان اختلالی بروز کرد به سراغ مجموعه موجـود و مشخصـی از پاسخ‌ها رفته و واکنش خود را از بین آنها انتخاب نماینـد. سـازمان در زمـان هشـدار میتوانـد آنچه را که قرار است اتفاق افتد را پیش بینی نماید و از عواقب آن بکاهد. اگر امکـان اجتنـاب به موقع از اختلال ممکن نباشد، با شکست اولین پاسخ(در صورت غافلگیری و نداشـتن برنامـه ریزی) و بعد از طی یک فاصله زمانی به علل تاثیر به تاخیر افتـاده، فاجعـه بیشـترین تـاثیر را بـر عملکرد سازمان می‌گذارد. در این نقطه، سازمان باید خود را برای بازیـابی مهیـا سـازد. بعـد از دوران بازیابی ، سازمان عملکرد خود را تا حدی بالا می‌آورد که غالبـا از حـد قبلـی پـایین تـر است. بنابراین، مفهوم اصلی تاب آوری به توانایی سیستم در بازگشت به وضعیت ثبات پـس از اختلال برمیگردد. این موضوع مورد توجه رشته های جدیدی ماننـد مـدیریت ریسـک زنجیـره تأمین و مدیریت زنجیره تأمین پایدار است(سونی و همکاران،۲۰۱۴). همچنـین، از تـاب آوری بـه عنـوان فصـل مشـترک مقاومـت، انعطـاف پـذیری و سـازگاری یـاد میشـود(ایوانف و سوکولف،۲۰۱۳)[1]. اما سؤال اینجاست که چرا برخـی از سـازمانها در برابـر فشـار وارده از هـم می‌پاشند درحالیکه سایر سازمانها پایدار می‌مانند و مدبرانه خود را بـرای مواجهـه بـا چالشـهای

1 - Ivanov and Sokolov

آتی آماده می‌کنند؟ مفهوم تاب آوری زنجیره تأمین بر این فرض بنا نهاده شده که از تمام رویدادهای ریسک نمیتوان اجتناب کرد؛ به عبارت دیگر، باید تاب آوری طراحی شود. در حقیقت، مشخصه‌ها ،توانمندسازها و اقداماتی وجود دارند که اگر در طراحی زنجیره تأمین مد نظر قرا گیرند، می‌توانند تاب آوری زنجیره را بهبود دهند.

هدف از ایجاد تاب آوری در زنجیره تامین، جلوگیری از حرکت زنجیره به سمت شرایط نامطلوب و بازیابی زنجیره تامین بعد از بروز اختلال در کمترین زمان و با کمترین هزینه است. به علاوه، تاب آوری زنجیره تأمین را نباید صرفاً توانایی مدیریت ریسک دانست، بلکه توانایی پاسخگویی به ریسک به روشی بهتر و مقرون به صرفه‌تر از سایر رقبا؛ و در نهایت دستیابی به مزیت رقابتی(هامل و الیکانگاس،۲۰۰۳؛یائو و موریر،۲۰۱۰)[1].

پیشینه پژوهش

محققان مختلف، مطالعات گوناگونی در زمینه تاب آوری انجام داده اند.کریستوفر و پک(۲۰۰۴)، در پژوهشی با عنوان ساخت زنجیره تامین تاب آور با بررسی‌نمونه‌های متعدد حوادث واقعی و تجزیه وتحلیل‌تأثیرآن‌ها برزنجیره‌های تأمین‌جهانی، برای‌شناسایی و طبقه‌بندی وقفه‌های با شدت اثربالاواحتمال وقوع پایین راهکار ارائه‌کردند و چهار اصل کلیدی شامل مهندسی مجدد زنجیره تأمین، چابکی، ایجاد فرهنگ مدیریت ریسک زنجیره تأمین و همکاری در زنجیره تأمین را برای ایجاد تاب آوری زنجیره تأمین معرفی کردند. شفی و رایس (۲۰۰۵)، با اشاره به مراحل مختلف تاب آوری زنجیره تأمین، طرحی را تنظیم کرده‌اند که نشان می‌دهد آشفتگی‌های اقتصادی اثری نوسانی بر مقیاس‌های عملکرد نظیر فروش، سطوح تولید، سود، یا خدمات مشتریان خواهند داشت. تانگ (۲۰۰۶)[2] به بررسی راهبردهای مقاوم سازی برای کاهش اختلالات زنجیره تأمین می‌پردازد. به عقیده وی، با به کارگیری راهبردهای مقاوم سازی زنجیره تامین شرکتها می‌توانند در زمان بروز اختلال، از برنا

1 -Hamel
2 -Tang

مه‌های اقتضایی مرتبط استفاده کرده و آسیب کمتری متحمل شوند. اگر چه، کاهش احتمال اختلالات غیر منتظره مشکل است، اما راههای مختلفی برای کاهش تأثیر این اختلالات در عملیات زنجیره تأمین وجود دارد تا زنجیره‌های تأمین بتوانند تاب آورتر شوند. پونوماروف و هلکمب (۲۰۰۹)[1] در مقاله‌ای با عنوان درک مفهوم تاب آوری زنجیره تأمین با مرور ادبیات تحقیق عواملی ازقبیل چابکی و پاسخ‌گویی، شفافیت، انعطاف‌پذیری، افزونگی، دانش و ساختار زنجیره تأمین، کاهش‌عدم اطمینان، پیچیدگی و مهندسی‌مجدد، یکپارچه‌سازی، توانایی‌های عملیاتی و سطح همکاری را به عنوان مهم‌ترین عوامل در ایجاد تاب آوری زنجیره تأمین معرفی کردند و به این نتیجه رسیدند که، انسجام یکپارچگی وارتباط میان‌توانمندی‌های لجستیکی، تاب آوری زنجیره‌تأمین را ارتقا ء بخشیده و بازگشت ازحوادث و وقفه را تسهیل می‌کند. پتیت و همکاران (۲۰۱۰) چارچوب جدیدی برای تاب آوری زنجیره تأمین ارائه داده اند. یافته‌های آنها نشان میدهد که تاب آوری میتواند بر اساس دو بعد آسیب پذیری و توانمندیها ارزیابی شده و منطقه تاب آور را به عنوان توازن بین این دو بعد تعریف کند، یعنی جایی که شرکتها در بلند مدت سودآورتر خواهند بود. در این تحقیق، هفت فاکتور آسیب پذیری و چهارده فاکتور توانمندی شناسایی شده است. سیدیسین و واگنر (۲۰۱۰)[2] در مطالعه عملی خود روش‌های انعطاف‌پذیری و افزونگی برای ساختن تاب آوری زنجیره تأمین را نشان می‌دهند. هال و همکاران(۲۰۱۱)[3] با هدف توسعه توانایی برای تاب آوری سازمانی از طریق مدیریت منابع انسانی استراتژیک، با مرور ادبیات پژوهش سه موضوع را موردتأیید قراردادند: اول اینکه، سیاست‌ها، شیوه‌ها و نحوه مدیریت‌منابع‌انسانی، پایه واساس، ایجاد ظرفیتی برای‌تاب آوری محسوب می‌شوند. دوم اینکه، ظرفیت سازمانی برای تاب آوری یک ویژگی مشترک شامل توانمندی‌ها اقدامات و تعاملات افراد و بخش‌های یک سازمان می‌باشد. سرانجام تاب آوری سازمانی، قابلیت اشتراکی بسیارضروری برای سازمان‌هایی است که درمحیط‌های بسیارمتغیر وآشفته فعالیت می‌کنند.

1 - Ponomarov& Holcomb
2 - Zsidisin and Wagner
3 -Hall

جوتنر و مکلان (۲۰۱۱)[1] در مقاله‌ای با عنوان "انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین در بحران مالی جهانی: یک مطالعه تجربی، با هدف مفهوم سازی تاب آوری زنجیره تأمین و همچنین شناسایی و کشف ارتباط بین این مفهوم و مفاهیم مربوط به آسیب‌پذیری زنجیره تأمین و مدیریت ریسک زنجیره تأمین، دریافتند که مدیریت دانش و مدیریت ریسک می‌توانند بر تاب آوری زنجیره تأمین اثر گذاشته و از آن طریق میزان آسیب پذیری زنجیره تأمین را تحت تأثیر قرار دهند. تویتن و همکاران (۲۰۱۲)[2] در پژوهشی با هدف ایجاد وگسترش‌تاب آوری ازطریق مدیریت اضطراری با اتخاذ استراتژی پیش دستانه با مرور ادبیات تحقق به این نتیجه رسیدند که می‌توان ازطریق یک روش مدون شامل نظارت، پیش‌بینی، پاسخگویی و یادگیری به عنوان ابعاد اصلی‌تاب آوری، مدیریت اضطراری‌کارآمدی را ایجادکرده وتوسعه دهند. مندل(۲۰۱۴)[3] در پژوهشی با عنوان به سوی یک چارچوب رابطه‌ای برای تاب آوری زنجیره تأمین با کمک گرفتن از دیدگاه‌هایی نظیر دیدگاه مبتنی بر منابع و دیدگاه رابطه‌ای به همراه تئوری قابلیت‌های‌پویا، استدلال کرد که ترکیبی مناسب از منابع ارتباطی متعدد مانند اعتماد، تعهد، ارتباطات، همکاری، انطباق‌پذیری و وابستگی متقابل اثر زنجیره تأمین تاب آور را به عنوان یک قابلیت پویا نشان می‌دهند. بر این اساس هدف اصلی این پژوهش بررسی رابطه بین این منابع ارتباطی و تاب آوری زنجیره تأمین بود. یافته‌ها حاکی از آن است که این روابط می‌توانند سطح عدم اطمینان محیطی را تغییر دهند. در پایان نیز به عنوان نتیجه به اهمیت فرهنگ امنیت در زنجیره تأمین و برنامه‌ریزی مداوم کسب‌وکار در زنجیره تأمین اشاره شد. ویلاند و والنبرگ (۲۰۱۳)[4] بین تاب آوری فعال (استحکام) و تاب آوری واکنشی (چابکی) تمایز قائل می‌گردند. یافته‌های آنها اثر مثبت قابلیت‌های ارتباطی، نظیر تشریک مساعی و ارتباط بین شرکا، بر تاب آوری زنجیره تأمین را نشان می‌دهد که منجر به افزایش زنجیره ارزش مشتری می‌شود. انسجام و یکپارچگی، لیکن، تاب آوری زنجیره تأمین

1 -Juttner
2 - Tveiten
3 - Mandal
4 - Wieland & Wallenburg

را به نحو معنادار افزایش نمی‌دهد. سونی و همکارانش (۲۰۱۴) در مطالعه خود، با شناسایی رویکرد مدلسازی قطعی و با استفاده از تئوری گراف اقدام به ارائه مدلی برای سنجش تاب آوری زنجیره تامین ارائه کرده‌اند. هم‌چنین با استفاده از مدل مذکور و تعیین شاخص‌های کمی برای تاب آوری اقدام به مقایسه دو زنجیره تامین نموده‌اند. توانمندسازهای تاب آوری در این مطالعه چابکی، همکاری، تسهیم اطلاعات، پایداری، ریسک، تسهیم درآمد، اعتماد، شفافیت، فرهنگ مدیریت ریسک، قابلیت تطبیق و ساختار بود. چوردی و همکاران(۲۰۱۵)[1] استراتژی‌های اصلی تاب آوری را معرفی کردند که شامل: ۱. ایجاد ارتباط با خریداران و تامین کنندگان ۲. ظرفیت پشتیبان ۳. کنترل کیفیت ۴ . توسعه بهره وری و مهارت‌ها ۵. پذیرش فناوری اطلاعات و ارتباطات ۶. پاسخگویی به مشتریان ۷ .پیش بینی تقاضا ۸. بهبود سیستم امنیتی است.

علی رغم وجود پژوهش‌های متعدد در زمینه استخراج سنجه‌های تاب آوری زنجیره تامین مطالعات محدودی در حوزه طراحی مدل زنجیره تامین تاب آور صورت گرفته است. در پژوهش حاضر علاوه بر استخراج سنجه‌های اصلی تاب آوری زنجیره تامین نسبت به استخراج زیرمعیارهای هر یک از این سنجه‌ها اقدام شد و پس از نشان دادن روابط موجود بین آن‌ها، نسبت به اجرای آن در یک صنعت نیز اقدام شد تا صحت روابط موجود در مبانی نظری مشخص شود؛ علاوه بر این، پژوهش حاضر نشان می‌دهد که هریک از متغیرهای اصلی پژوهش چه میزان از تغییرات تاب آوری را تبیین می‌کنند که در ادامه به تشریح بیشتر آن پرداخته میشود.

مدل مفهومی پژوهش

با مرور نظام مند جامع مبانی نظری حوزه تاب آوری زنجیره تامین و استخراج مؤلفه‌ها و شاخص‌های تاب آوری زنجیره تامین(جدول ۱)، مدل نهایی پژوهش به دست آمد. در شکل۱ مؤلفه‌ها شاخص‌ها و روابط بین آن‌ها مشخص شده است.

1 - Chowdhury

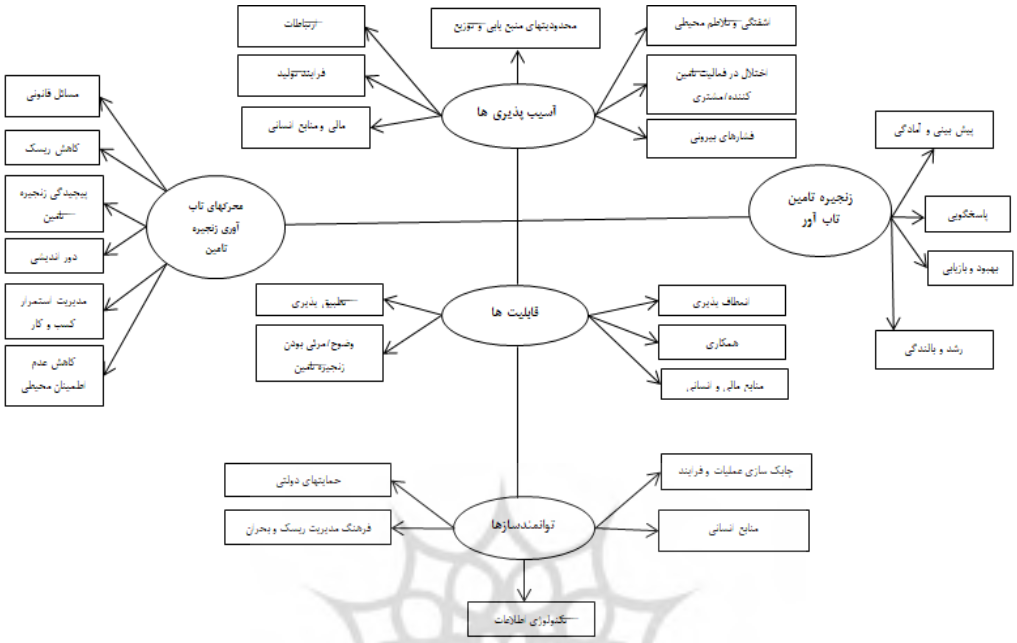
جدول ۱-ابعاد و مولفه‌های شناسایی شده در مدل مفهومی پژوهش به همراه نویسندگان آنها

ابعاد	مولفه	برخی منابع
محرکها	مسائل قانونی	وندرورست و بیولنز،۲۰۰۲؛مارکوس ارهارت و همکاران،۲۰۱۲؛ باروسو،۲۰۱۲؛
	کاهش ریسک	کریستوفر و پک،۲۰۰۴سینها و همکاران،۲۰۰۴؛ سیدیسن و اسمیت،۲۰۰۵؛ فیصل و همکاران،۲۰۰۶؛بلوس و همکاران ،۲۰۰۹ ؛پتیت و همکاران، ۲۰۱۳؛اومانگ سونی و همکاران،۲۰۱۴؛
	پیچیدگی زنجیره تامین	تانگ ،۲۰۰۶؛ کریگ‌هد و همکاران، ۲۰۰۷؛ باکشی و کلیندورفر، ۲۰۰۹؛مانوج و منتزر،۲۰۰۸؛کلیچیا و همکاران،۲۰۱۰؛کاروالیو و همکاران،۲۰۱۲؛سرداراسان،۲۰۱۳؛ کریستوفر و هولوگ،۲۰۱۳؛
	دور اندیشی	فورستل و همکاران،۲۰۱۰؛بلوم و همکاران،۲۰۱۱؛کرن و همکاران ،۲۰۱۲؛اومانگ سونی و همکاران،۲۰۱۴؛توکاموهابوا،۲۰۱۵؛راجش و همکاران،۲۰۱۵
	مدیریت استمرار کسب و کار	کارتر و همکاران،۱۹۹۸؛اسپکمن و دیویس،۲۰۰۴؛گلد من و همکاران،۲۰۰۷؛پونوماروف و هلکمب،۲۰۰۹؛فیصل،۲۰۱۰؛
	کاهش عدم اطمینان محیطی	کریستوفر و لی، ۲۰۰۴؛پتیت،۲۰۱۰؛ هوهنشتاین و همکاران، ۲۰۱۴
آسیب پذیری‌ها	آشفتگی و تلاطم محیطی	(اسونسون ،۲۰۰۰؛هامل و الیکاگانس ،۲۰۰۳؛کریستوفر و پک،۲۰۰۴؛ بلک‌هرست و همکاران، ۲۰۰۵؛جوتنر و مکلان،۲۰۱۱؛پتیت و همکاران،۲۰۱۰؛ویلاند و همکاران،۲۰۱۳؛رایس و کانیاتو،۲۰۰۳؛
	اختلال در فعالیت تامین کننده / مشتری	اسونسون،۲۰۰۰؛باروسو،۲۰۱۲؛ اوسارو آیگ‌بوگون،۲۰۱۴؛
	فشارهای بیرونی	هامل و الیکاگانس ،۲۰۰۳؛پک،۲۰۰۵؛ پتیت، فیکسل، و کراکستون، ۲۰۰۸؛
	محدودیتهای منبع یابی و توزیع	کریستوفر و رادرفورد،۲۰۰۴؛پتیت،فیکسل و کروکستون،۲۰۰۸؛
	ارتباطات	اسونسون،۲۰۰۰؛هندریکس و سینگال،۲۰۰۳؛کریستوفر و لی ،۲۰۰۴؛کلوس و مک گارل،۲۰۰۴؛پک و شفی،۲۰۰۵؛
	فرایند تولید	شفی،۲۰۰۵؛کریستوفر،۲۰۰۶؛پتیت،فیکسل و کروکستون،۲۰۰۸؛فکور وهمکاران،۱۳۹۳؛
	مالی و کارکنان	هامل و الیکاگانس ،۲۰۰۳؛هندریکس و سینگهال، ۲۰۰۵؛تانگ،۲۰۰۶؛پونیس و کورونیس، ۲۰۱۲؛چادوری و همکاران،۲۰۱۵؛ اومانگ سونی و همکاران،۲۰۱۴؛ توکاموهابوا،۲۰۱۵؛

قابلیت‌ها	انعطاف پذیری	رایس و کانیاتو،۲۰۰۳؛کرانفیلد،۲۰۰۳؛هامل و الیکاگانس ،۲۰۰۳؛پک و شفی،۲۰۰۵؛تانگ،۲۰۰۶؛جوتنر و مکلان،۲۰۱۱؛ایوانوف و سوکولوف،۲۰۱۲؛
	همکاری	(شفی،۲۰۰۱؛سینها و همکاران،۲۰۰۴؛ کرانفیلد،۲۰۰۳؛هامل و الیکاگانس ،۲۰۰۳؛کریستوفر و پک،۲۰۰۴؛فیصل و همکاران،۲۰۰۶؛سیماتوپانک و پتیت و همکاران،۲۰۱۳؛ سیردهاران،۲۰۰۸؛ریچی،۲۰۰۹؛جوتنر و مکلان،۲۰۱۱؛ توکاموهابوا،۲۰۱۵؛ اومانگ سونی و همکاران،۲۰۱۴؛
	منابع مالی و نیروی انسانی	بلک‌هرست و همکاران، ۲۰۱۱؛ کرن و همکاران،۲۰۱۲ ؛
	تطبیق پذیری	روبرت،۱۹۹۷؛رایس و کانیاتو،۲۰۰۳؛لی،۲۰۰۴؛اسمیت،۲۰۰۴؛بریانو وهمکاران،۲۰۰۹؛شفی و رایس،۲۰۰۵؛تانگ،۲۰۰۶؛ اسپیگلر و همکاران ،۲۰۱۲؛
	وضوح/ مرئی بودن زنجیره تامین	کرانفیلد۲۰۰۳،شفی،۲۰۰۱؛وندرورست و بیولنز،۲۰۰۲؛اسمیت،۲۰۰۴؛چوپرا و سودهی۲۰۰۴؛کریستوفر و لی،۲۰۰۴؛شفی،۲۰۰۵؛وی و وانگ ،۲۰۱۰؛ جوتنر و مکلان،۲۰۱۱؛
توانمند سازها	منابع انسانی	شفی،۲۰۰۵؛لی و یونگ،۲۰۰۹؛کلوچیا و همکاران،۲۰۱۰؛کازینس و همکاران،۲۰۱۱؛بلک هرست و همکاران،۲۰۱۱؛جوتنر و مکلان،۲۰۱۱؛کرن و همکاران،۲۰۱۲؛اسپیگلرو همکاران،۲۰۱۲؛ اومانگ سونی و همکاران،۲۰۱۴؛ توکاموهابوا،۲۰۱۵؛
	چابک سازی عملیات و فرایند	کریستوفر و تویل،۲۰۰۱؛پراتر و همکاران،۲۰۰۱؛کریستوفر و پک،۲۰۰۴؛چوپرا و سودهی،۲۰۰۴؛پونو ماروف و هلکمب،۲۰۰۹؛ اومانگ سونی و همکاران،۲۰۱۴؛
	تکنولوژی اطلاعات	لی و وانگ،۲۰۰۰؛کریستوفر و تویل،۲۰۰۲؛ترکمن و کورمک ۲۰۰۹؛ساسر و منصوری،۲۰۱۰؛ ترابی و همکاران،۲۰۱۵؛راجش و همکاران،۲۰۱۵
	حمایتها ی دولتی	ادوایر،۲۰۱۴ و فکور و همکاران،۱۳۹۳؛مارکیزی
	فرهنگ مدیریت ریسک و	(کریستوفر و پک،۲۰۰۴؛واترز،۲۰۰۷؛ ژانگ و همکاران،۲۰۰۹؛سیدیسین و واگنر، ۲۰۱۰؛پتیت و همکاران،۲۰۱۰؛ بلک‌هرست و همکاران، ۲۰۱۱؛کریستوفر و

	بحران	هولوگ،۲۰۱۱؛کاروالیو وهمکاران،۲۰۱۲؛ اسپیگلر و همکاران ،۲۰۱۲؛ویلاند، ۲۰۱۳؛ سائنز و رویلا، ۲۰۱۴
تاب آوری	پیش بینی و آمادگی	(شفی و رایس،۲۰۰۵؛داتا و همکاران،۲۰۰۷؛ ریچی،۲۰۰۹؛ پونوماروف و هولکامب، ۲۰۰۹؛کلیبی و همکاران،۲۰۱۰؛تومست،۲۰۱۱؛کابرال،۲۰۱۲؛کاروالیو و همکاران،۲۰۱۲؛ گولکچی و پونوماروف،۲۰۱۳؛ویلاند،۲۰۱۳
	پاسخگویی	(رایس و کانیاتو،۲۰۰۳؛کریستوفر و پک ،۲۰۰۴؛شفی و رایس،۲۰۰۵؛فیکسل ،۲۰۰۶؛داتا،۲۰۰۷؛پریرا،۲۰۰۹؛استوارت و همکاران،۲۰۰۹؛کومار،۲۰۱۰؛جوتنر و مکلان،۲۰۱۱؛پتیت و همکاران،۲۰۱۰؛ویلاند و همکاران،۲۰۱۳؛ ساویک،۲۰۱۳ ؛هوهنشتاین و همکاران،۲۰۱۴؛
	بهبود و بازیابی	(رایس و کانیاتو،۲۰۰۳؛ کریستوفر و پک ،۲۰۰۴؛شفی و رایس،۲۰۰۵؛سیدیسن و واگنر،۲۰۱۰؛ملنیک و همکاران،۲۰۱۰؛بلک هرست و همکاران،۲۰۱۱؛مندال،۲۰۱۲؛وو و همکاران،۲۰۱۳؛ ویلاند و والنبرگ۲۰۱۳؛
	رشد و بالندگی	(شفی و رایس،۲۰۰۵؛کریستوفر و پک،۲۰۰۴؛جوتنر و مکلان،۲۰۱۱؛کاروالیو وهمکاران،۲۰۱۲؛پتیت و همکاران،۲۰۱۳؛ ویلاند و والنبرگ۲۰۱۳؛ساویک،۲۰۱۳؛ هوهنشتاین و همکاران، ۲۰۱۴؛

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۱- چارچوب اولیه پیشنهادی برای زنجیره تامین تاب آور

محرک‌ها: عاملی هستند که با عث میشوند نیـاز بـه تـاب آوری در فراینـد احسـاس شـود(مانند رقابت،مسائل قانونی و....)

آسیب پذیرها: عواملی بنیادی هستند که شرکت را مستعد اختلال نمـوده و توانـایی آنـرا بـرای تحمل تهدیدها و همچنین بقاء در شرایط بروز رویدادهای تصادفی (چه در داخل و چه خارج از سیستم)، تضعیف یا محدود می کنند.

قابلیت‌ها : ویژگی‌هایی که یک شرکت را قادر میکند اختلالات را پیش بینـی نمـوده، وبرآنهـا غلبه کند. این ویژگیها برای ارائه عملکرد درست و دستیابی به موفقیت ضروری هستند.

توانمند سازها : عواملی که با تقویت آنها میزان تاب آوری زنجیره تامین بیشتر می‌شود.

روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و به لحاظ گردآوری داده‌ها توصیفی پیمایشی محسوب می‌شود. پژوهش با توجه به بازه زمانی آن یک مطالعه مقطعی و با توجه به روابط شناسایی شده بین متغیرهای پژوهش از نوع همبستگی است. از نظر رویکرد نیز این پژوهش، آمیخته(ترکیبی از روشهای کمی و کیفی) می‌باشد. در مرحله کیفی با تحلیل دلفی و مصاحبه‌های صورت گرفته و در مرحله کمی به سنجش اعتبار مدل کیفی توسعه داده شده از طریق پرسشنامه پرداختیم. مطابق بررسی‌های انجام شده در ادبیات ومتون مربوطه، چارچوب مفهومی از پیش تعیین شده ای در ارتباط با تاب آوری زنجیره تامین برای صنعت داروسازی وجود ندارد. بنابراین، لازم است در ابتدا با مرور ادبیات وبررسی تئوری‌های موجود، چارچوب مفهومی اولیه شکل گیرد. سپس این الگو درطول تحقیق با استفاده ازروش‌های مناسب تعدیل و مطابق با شرایط شرکتهای داروسازی اصلاح شود. در طی تکمیل مراحل تحقیق از روش دلفی به منظور بالا بردن دقت داده‌های گرد آوری شده در بخش مرور ادبیات پژوهش ، شناخت وتعدیل شاخص های شناسایی شده با شرایط صنعت دارو بهره برداری گردیده است. بر اساس این روش، محقق ابتدا داده‌های حاصل از منابع اطلاعاتی را به مجموعه‌ای از شاخص‌ها، مولفه‌ها و ابعادی و آنگاه آنها را پس از اخذ نظر خبرگان (خبرگان جامعه آماری) به نوعی تئوری یا نظریه تبدیل کرده است. مبانی نظری این پژوهش با استفاده از روش کتابخانه ای تهیه شد؛ پرسشنامه مورد استفاده در این پژوهش از ۳۱ شاخص مرتبط با مولفه‌های مدل مفهومی و با مقیاس پنج درجه ای طیف لیکرت (بسیار کم ، کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد) جهت سنجش متغیرهای مدل استفاده شد. گویه‌های تشکیل دهنده پژوهش با استفاده از مبانی نظری حوزه تاب آوری زنجیره تامین استخراج شدند پرسشنامه‌ها به منظور بررسی روایی محتوا و روایی صوری در اختیار ۴ نفر از استادان حوزه زنجیره تامین قرار گرفت که پس از اعمال اصلاحات و درنهایت تایید استاد راهنما و مشاور نسبت به توزیع و جمع آوری آن‌ها اقدام شد. همچنین برای انتخاب اعضای تیم دلفی (خبرگان) شاخصهایی نظیر: دانش و تجربه و تمایل به مشارکت در تحقیق و زمان کافی مد

نظر قرار گرفته است. بر این اساس، انتخاب مشارکت کنندگان در سه گروه هفت نفره و به صورت هدفمند و گلوله برفی انجام گرفته است. گروه اول مدیران ارشد شرکتهای دارو سازی، گروه دوم کارشناسان و متخصصان شاغل درسازمان های مرتبط با صنعت‌دارو (نظیر سازمان غذا و دارو)و گروه سوم نخبگان دانشگاهی بودند،که همگی آشنا با مباحث مدیریت زنجیره تامین صنعت دارو و ریسک،که حداقل ده سال سابقه کارمرتبط دراین زمینه دارند، می باشد. در این تحقیق پیش آزمون های انجام شده پایایی روش دلفی را بالا برده و فرآیند تکرار و تعدیل پاسخها توسط گروهها (آزمون مجدد) موجب بازنگری پاسخها و درنتیجه افزایش قابلیت اطمینان و پایایی می‌شود. ضمنا بامراجعه حضوری وملاقات باخبرگان واعضاء تیم دلفی ضمن افزایش پایایی ابزارتحقیق، هرگونه ابهام درهنگام پاسخگویی ازبین رفته است. برای تعیین اتفاق نظر میان اعضای پانل از ضریب هماهنگی کندال نیز استفاده شده است. نتایج دورهای سه گانه دلفی نشان می‌دهد که اتفاق نظر اعضای پانل حاصل شده است و می‌توان به تکرار دورها پایان داد.

درمرحله بعد پیمایشی با هدف طراحی الگوی زنجیره تامین تاب آور درصنایع دارو سازی ایران انجام شد که ابزار اصلی آن پرسشنامه ای دو سویه با طیف پنج تایی لیکرت (از بسیارکم تا بسیارزیاد) که سوالات آن برمبنای اطلاعات بدست آمده از روش دلفی بود طرح ریزی شده است. این پرسشنامه شامل ۲۷ شاخص و با هدف تعیین میزان اهمیت و بررسی وضعیت فعلی این عوامل در صنعت دارو تدوین گردید. همچنین مدل‌های اندازه گیری با استفاده از سه معیار روایی واگرا، روایی همگرا و پایایی ترکیبی مورد برازش قرار گرفت. در ادامه برای بررسی پایایی سنجه‌ها از دو معیار بارهای عاملی و پایایی ترکیبی استفاده شد. جامعه آماری در بخش کمی شامل مدیران ارشد شرکتهای فعال در زمینه تامین، تولید و توزیع داروی ایران است که آشنا با مباحث زنجیره تامین و مدیریت ریسک (به صورت مستقیم یا غیر مستقیم) هستند که حداقل پنج سال سابقه کار مرتبط داشته باشند . در این پژوهش با توجه به گستردگی جامعه آماری با روش نمونه گیری تصادفی، نمونه انتخاب شد و از روشهای آماری توصیفی و استنباطی استفاده شده است. نسخه

۸/۸ نرم افزار لیزرل برای تدوین مدل معادلات ساختاری و اس پی اس اس نسخه ۲۲ برای آمار توصیفی، آزمون تی تک نمونه‌ای، تی مستقل و تحلیل واریانس استفاده شده است. یافته‌های حاصل از اطلاعات جمعیت شناختی نشان می‌دهد که ۵۴,۵ درصد از پاسخ دهندگان دارای تحصیلات دکتری و مابقی کارشناسی وکارشناسی ارشد بودند و بیش از ۷۰ درصد آنان از سابقه خدمتی بیش از ده سال برخوردار بودند. شاخص‌های پایایی ترکیبی و آلفای کرونباخ جهت بررسی پایایی پرسشنامه استفاده شده‌اند. تمامی این ضرایب بالاتر از ۰/۷ می‌باشند و نشان از پایا بودن ابزار اندازه گیری می‌باشند. الفای کرونباخ برای کل پرسشنامه ۹۱۸/. بدست امده که حاکی از پایایی مناسب ابزار تحقیق است. از نظرروایی محتوا، ازابتدا با دقت در مطالعات کتابخانه ای و همچنین، تحقیقات مشابه سعی شد در طول پژوهش ازشاخص‌های مورد قبول و مناسب استفاده شود. همچنین، پرسشنامه به رویت خبرگان حوزه زنجیره تامین صنعت دارو رسید و با توجه به نظرآنها تعدیل و اصلاحات لازم لحاظ شد. انجام مصاحبه با چهار نفر از پاسخ دهندگان درباره ابهامات احتمالی پرسشنامه و اعمال نظرهای آنها در پرسشنامه نهایی، روایی قابل قبولی برای پرسشنامه فراهم آورده است. برای روایی سازه از نتایج تحلیل عاملی تاییدی استفاده میشود.

تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

برای آزمون مدل مفهومی و اطمینان از برازش مدل اندازه گیری، مدل ساختاری و مدل کلی پژوهش از مدل سازی معادلات ساختاری برپایه روش مبتنی بر کوواریانس استفاده شده و به این منظور نرم افزار لیزرل به کارگرفته شده است.

بررسی توصیفی متغیرهای تحقیق

توصیف متغیرها از آن جهت دارای اهمیت است که نتایج آزمون فرضیه‌های پژوهش براساس داده‌ها و شاخص‌های این متغیرها استخراج می‌گردد. با توجه به مقیاس متغیرهای

تحقیق (طیف لیکرت) شاخص‌های مرکزی و پراکندگی برای متغیرهای تحقیق محاسبه شده که نتایج زیر حاصل شده است.

الف)متغیرهای مدل همگی دارای میانگین بالاتر از حد متوسط بوده اند(بیشتر از ۳ شده اند)،که نشان می‌دهد ارزیابی این متغیرها در وضعیتی مطلوب و رضایت بخشی قرار دارند.

ب) از آن‌جایی که میزان چولگی توزیع نرمال برابر با صفر است، چولگی نزدیک به صفر، نرمال بودن توزیع داده‌ها را بیان می‌کند. همچنین اگر چولگی متغیری از ۲ کوچکتر و از ۲ بزرگ‌تر باشد، آن توزیع متغیر مطلقا نرمال نخواهد بود. نتایج نشان می‌دهد که تمامی متغیرهای تحقیق را می‌توان نرمال در نظر گرفت.

ج) شکل توزیع داده‌ها را از مقدار میانگین، میانه و مقایسه‌ی آن‌ها نیز می‌توان حدس زد. با توجه به اینکه مقدار میانگین و میانه نزدیک به هم می‌باشند بنابراین توزیع متغیرها را می‌توان متغیر متقارن و نرمال در نظر گرفت.

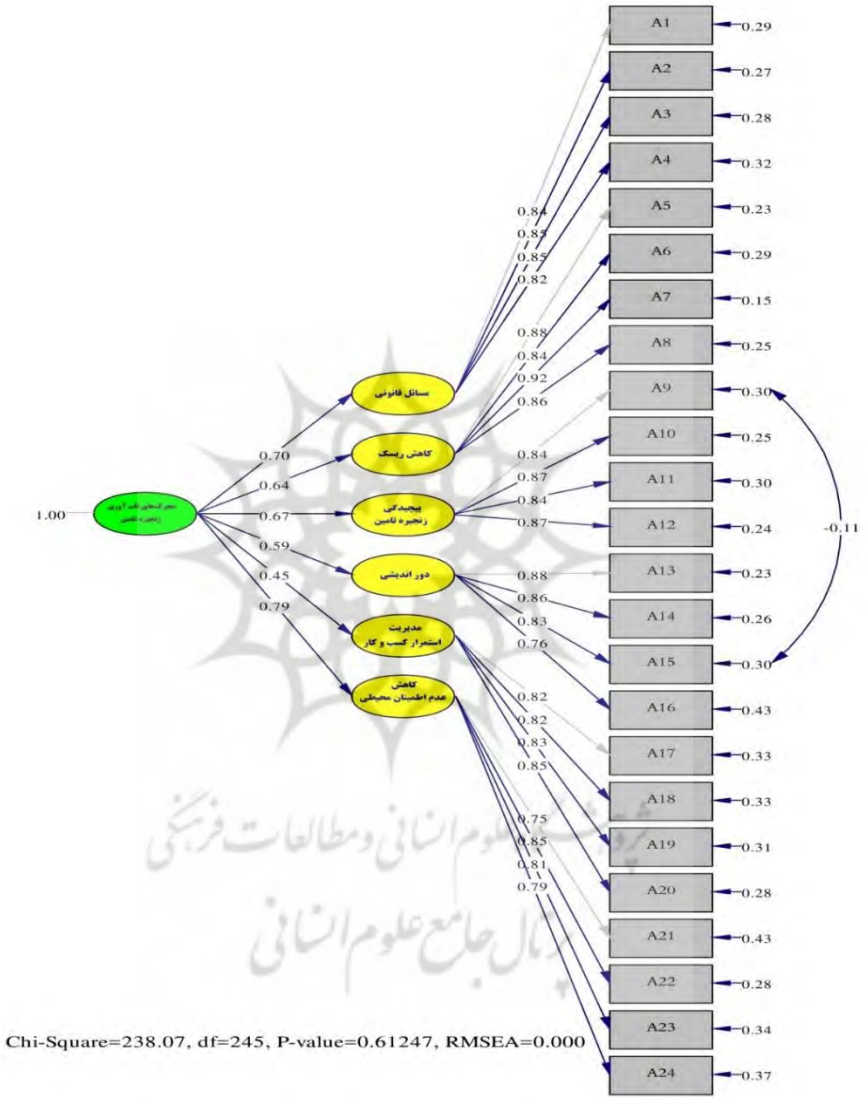
تحلیل کمی یافته‌ها

در این بخش از تحلیل عاملی تاییدی به منظور اعتبار سنجی و اطمینان از صحت مدلهای اندازه گیری متغیرهای برونزا و درونزا و مدل یابی معادلات ساختاری به منظور بیان رابطه چند متغیرآشکار باهم، چند متغیر پنهان با هم و چند متغیر آشکار و پنهان با هم استفاده شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

تحلیل عاملی دو مرتبه ای محرک‌های تاب‌آوری زنجیره تامین

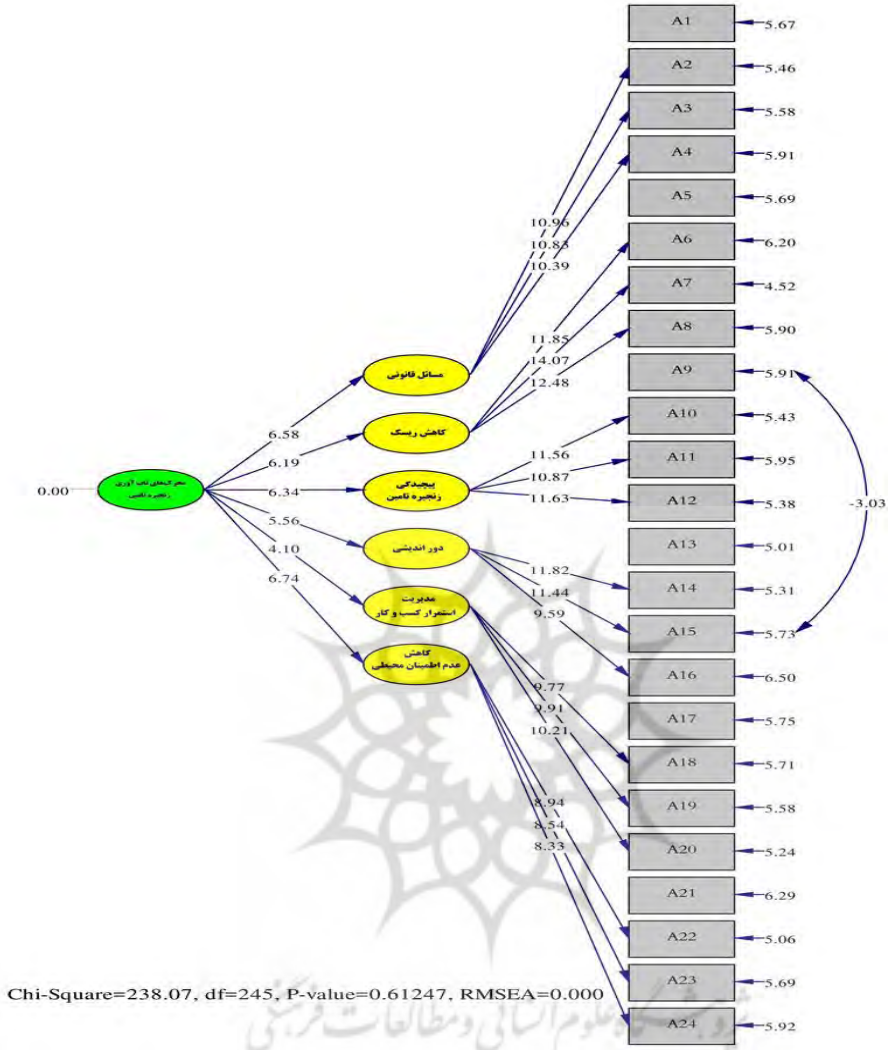
بررسی دیاگرامهای مسیر



نمودار۱- مدل محرک‌های تاب‌آوری زنجیره تامین در حالت تخمین ضرایب استاندارد

نمودار۱ مدل تحلیل عاملی تاییدی دو مرتبه‌ای را در حالت تخمین ضرایب نشان می‌دهد. محرک‌های تاب‌آوری زنجیره تامین شامل ۶ زیر مقیاس می‌باشد که عبارت است از: مسائل قانونی، کاهش ریسک، پیچیدگی زنجیره تامین، دوراندیشی، مدیریت استمرار کسب وکار وکاهش عدم اطمینان محیطی. در این نمودار اعداد و یا ضرایب به دو دسته تقسیم می‌شوند. دسته‌ی اول تحت عنوان معادلات اندازه گیری مرتبه اول هستند که روابط بین متغیرهای پنهان و آشکارمی‌باشد (روابط بین بیضی و مستطیل)، این معادلات را اصطلاحاً بارهای عاملی مرتبه اول گویند. دسته‌ی دوم معادلات ساختاری هستند که روابط بین متغیرهای پنهان و پنهان (روابط بین محرک‌های تاب‌آوری زنجیره تامین و ابعاد) می‌باشند به این ضرایب اصطلاحاً ضرایب مسیر یا بارهای عاملی مرتبه دوم گفته می‌شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



نمودار۲– مدل محرکهای تاب اوری زنجیره تامین در حالت معنا داری ضرایب

نمودار ۲ مدل تحلیل عاملی دو مرتبه ای محرک‌های تاب‌آوری زنجیره تامین را در حالت معناداری ضرایب [1] نشان می‌دهد. این مدل در واقع تمامی معادلات اندازه‌گیری (بارهای عاملی) مرتبه اول و دوم را با استفاده از آماره t، آزمون می‌کند. بر طبق این مدل، بار عاملی در

1-t-value

سطح اطمینان ۹۵٪ معنادار می‌باشد اگر مقدار آماره‌ی t خارج بازه ۱/۹۶- تا ۱/۹۶+ قرار گیرد. مقادیر محاسبه شده t برای هر یک از بارهای عاملی بالای ۱/۹۶ است. لذا می‌توان همسویی سوالات پرسشنامه برای اندازه‌گیری مفاهیم را در این مرحله معتبر نشان داد(هومن ۱۳۸۸).

بررسی روایی شاخص محرک‌های تاب‌آوری زنجیره تامین:

جدول۱- نتایج بارهای عاملی مرتبه اول و دوم و مقدار تی

متغیر اصلی	مولفه‌ها	شاخص‌ها	بارعاملی مرتبه اول	آماره تی	بارعاملی مرتبه دوم(تی)
محرک‌های تاب‌آوری زنجیره تامین	مسائل قانونی	A1	۰/۸۴	-	۰/۷۰ (۱۰/۸۴)
		A2	۰/۸۵	۱۰/۹۶	
		A3	۰/۸۵	۱۰/۸۳	
		A4	۰/۸۲	۱۰/۳۹	
	کاهش ریسک	A5	۰/۸۸	-	۰/۶۴ (۶/۷۵)
		A6	۰/۸۴	۱۱/۸۵	
		A7	۰/۹۲	۱۴/۰۷	
		A8	۰/۸۶	۱۲/۴۸	
	پیچیدگی زنجیره تامین	A9	۰/۸۴	-	۰/۶۷ (۹/۵۲)
		A10	۰/۸۷	۱۱/۵۶	
		A11	۰/۸۴	۱۰/۴۸	
		A12	۰/۸۷	۱۱/۶۳	
	دوراندیشی	A13	۰/۸۸	-	۰/۵۹ (۷/۵۰)
		A14	۰/۸۳	۱۱/۸۲	
		A15	۰/۸۳	۱۱/۴۴	
		A16	۰/۷۶	۹/۵۹	
		A17	۰/۸۲	-	۰/۴۵ (۷/۶۴)
		A18	۰/۸۳	۹/۷۷	

	مدیریت استمرار کسب و کار	A19	۰/۸۳	۹/۹۱	
		A20	۰/۸۵	۱۰/۲۱	
	کاهش عدم اطمینان محیطی	A21	۰/۷۵	-	۰/۷۹ (۷/۵۰)
		A22	۰/۸۵	۸/۹۴	
		A23	۰/۸۱	۸/۵۴	
		A24	۰/۷۹	۸/۳۳	

به منظور تحلیل ساختار پرسشنامه و کشف عوامل تشکیل دهنده هر سازه از بارهای عاملی استفاده شده است. نتایج بارهای عاملی مرتبه اول و دوم مدل محرک‌های تاب‌آوری زنجیره تامین در جدول ۱خلاصه شده‌اند. تمامی مقادیر بارهای عاملی مرتبه اول از ۰/۴ بیشتر شده‌اند و هم‌چنین مقادیر محاسبه شده t برای هر یک از بارهای عاملی بالای ۱/۹۶ است. لذا می‌توان همسویی سوالات پرسشنامه برای اندازه‌گیری مفاهیم را در این مرحله معتبر نشان داد(هومن ۱۳۸۸). در واقع نتایج فوق نشان می‌دهد آنچه محقق توسط سوالات پرسشنامه قصد سنجش آن‌ها را داشته است توسط این ابزار محقق شده است. شاخصی که بار عاملی بالاتری داشته باشد، دارای اهمیت بالاتری نسبت به سایر شاخص‌ها می‌باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

اعتبار همگرا، واگرا و پایایی مدل محرک‌های تاب‌آوری زنجیره تامین

جدول شماره ۲- ضرایب همبستگی و شاخص‌های روایی و پایایی مدل محرک‌های تاب‌آوری زنجیره تامین

متغیرهای پنهان	(۱)	(۲)	(۳)	(٤)	(٥)	(٦)	$\sqrt{AVE}$	AVE	CR	آلفا کرو نباخ
(۱)مسائل قانونی	1						0.886	0.785	0.936	0.909
(۲)کاهش ریسک	.352**	1					0.887	0.786	0.936	0.910
(۳)پیچیدگی زنجیره تامین	.486**	.414**	1				0.902	0.813	0.929	0.885
(٤)دوراندیشی	.413**	.273**	.202*	1			0.776	0.602	0.898	0.859
(٥)مدیریت استمرار کسب و کار	.281**	.312**	.245**	.381**	1		0.850	0.723	0.902	0.868
(۶)کاهش عدم اطمینان محیطی	.467**	.491**	.479**	.452**	.228*	1	0.875	0.766	0.911	0.889

** تمامی ضرایب در سطح خطای کمتر از ۰/۰۵ معنادار هستند.

جدول۲ ضرایب همبستگی پیرسون برای بررسی رابطه میان ابعاد محرک‌های تاب‌آوری زنجیره تامین را به صورت دو به دو نشان می‌دهد. روی قطر اصلی این ماتریس عدد یک واقع شده است به این منظور که هر متغیر با خودش همبستگی کامل دارد. تمامی ضرایب در سطح اطمینان ۹۵٪ معنادار هستند (مقدار سطح معناداری کمتر از ۵ درصد می‌باشد). هر چه قدر مقدار ضریب همبستگی بزرگتر باشد، شدت رابطه بین دومتغیر بیشتر و قوی تر است. جدول۲علاوه بر بررسی ضرایب همبستگی به روایی واگرا می‌پردازد. لازمه تایید روایی واگرا بیشتر بودن مقدار ریشه دوم میانگین واریانس تبیین شده از تمامی ضرایب همبستگی متغیر

مربوطه با باقی متغیرها است. به عنوان مثال ریشه دوم میانگین واریانس تبیین شده برای متغیر مسائل قانونی (۸۸/۶٪) شده است که از مقدار همبستگی این متغیر با سایر متغیرها بیشتر است. به منظور اندازه‌گیری اعتبار همگرا، سه واحد در نظر گرفته می‌شود که عبارتند از بارهای عاملی، متوسط واریانس استخراج شده[1] و پایایی مرکب یا پایایی سازه می‌باشد. متوسط واریانس استخراج شده، استفاده یک مقیاسی از همگرایی در میان مجموعه‌ای از گویه‌های مشاهده شده یک ساختار است. در واقع یک درصدی از واریانس شرح داده شده در میان گویه‌ها است. این متوسط واریانس استخراجی بایستی بالاتر از ۰,۵ باشد تا یکی از معیارهای اعتبار همگرا تایید شود(فورنل و لارکر ۱۹۸۱). پایایی مرکب هم بنا به گفته فورنر و لارکر(۱۹۸۱) بایستی ۰/۷ یا بالاتر باشد که نشان از کافی بودن سازگاری درونی می‌باشد. روایی همگرا در تحقیق حاضر استفاده شده است به این معنا که نشانگرهای هر سازه در نهایت، تفکیک مناسبی را به لحاظ اندازه‌گیری نسبت به سازه‌های دیگر مدل فراهم آورند. به عبارت ساده‌تر هر نشانگر فقط سازه خود را اندازه‌گیری کند و ترکیب آن‌ها به گونه‌ای باشد که تمام سازه‌ها به خوبی از یکدیگر تفکیک شوند. با کمک شاخص میانگین واریانس استخراج شده مشخص شد که تمام سازه‌های مورد مطالعه دارای میانگین واریانس استخراج شده بالاتر از ۰/۵ هستند. شاخص‌های پایایی ترکیبی[2] و آلفای کرونباخ جهت بررسی پایایی پرسشنامه استفاده شده‌اند. تمامی این ضرایب بالاتر از ۰/۷ می‌باشند و نشان از پایا بودن ابزار اندازه گیری می‌باشند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1 - Average Variance Extracted (AVE)
1-CR

شاخص‌های برازش مدل محرک‌های تاب‌آوری زنجیره تامین:

جدول ۳- شاخص‌های برازش مدل

نام شاخص	براورد شده	حد مجاز
(کای دو بر درجه‌ی آزادی)	۰/۹۶۳	کمتر از ۳
نیکویی برازش(GFI)	۰/۸۵	بالاتر از ۰/۸
نیکویی برازش تعدیل شده(AGFI)	۰/۸۲	بالاتر از ۰/۸
ریشه میانگین مربعات خطای برآورد(RMSEA)	۰/۰۰۰	کمتر از ۰/۱
برازندگی تعدیل یافته(CFI)	۱	بالاتر از ۰/۹
برازندگی نرم شده(NFI)	۰/۹۴	بالاتر از ۰/۹
برازندگی نرم نشده(NNFI)	۰/۹۹	بالاتر از ۰/۹
برازندگی فزاینده(IFI)	۱	بالاتر از ۰/۹

در کار با برنامه لیزرل، هر یک از شاخص‌های به‌دست‌آمده برای مدل به تنهایی دلیل برازندگی یا عدم برازندگی آن نیست، بلکه این شاخص‌ها را باید در کنار یکدیگر و با هم تفسیر کرد. برای ارزیابی مدل تحلیل عاملی تأییدی و مدل مسیر چندین مشخصه برازندگی وجود دارد. در این پژوهش برای ارزیابی مدل تحلیل عاملی تأییدی از شاخص‌های کای دو[۱]، شاخص برازندگی [۲]، شاخص تعدیل برازندگی، شاخص نرم‌شده برازندگی شاخص نرم‌نشده برازندگی[۳] ،شاخص برازندگی فزاینده[۴] ،شاخص برازندگی تطبیقی[۵] و شاخص بسیار مهم ریشه دوم برآورد واریانس خطای تقریب[۶] استفاده شده است.

1-χ 2
2-GFI
3-NNFI
4-IFI
5-CFI
6-RMSEA

در صورت تأیید مدل توسط شاخص‌های برازندگی، از آن می‌توان برای آزمون فرضیات روابط علی بین متغیرهای موجود استفاده کرد. بنابراین تعیین برازندگی (تناسب) مدل از الزامات تحلیل مسیر به شمار می‌رود.

۱-از آزمون کای دواغلب به عنوان شاخص موفقیت نام برده می‌شود. این شاخص به سادگی نشان می‌دهد که آیا بیان مدل ساختار روابط میان متغیرهای مشاهده شده را توصیف می‌کند یا خیر. هر چقدر مقدار کای دوکوچک‌تر باشد بهتر است. این شاخص معمولاً تحت شرایط نرمال بودن چند متغیره[1] صادق است و نسبت به اندازه نمونه حساس است، زیرا ممکن است یک مدل در اندازه نمونه کم، تناسب داشته باشد، ولی در نمونه زیاد برازش نداشته باشد. برخی محققان از نسبت به عنوان شاخص جایگزینی استفاده می‌کنند، اما این شاخص نیز محدودیت‌هایی مشابه کای دو دارد. در مورد نسبت مجذورکای‌دو به درجه آزادی قطعیت وجود ندارد و در منابع مقدار زیر ۳ قابل قبول است کلانتری(۱۳۸۸). برای این مدل مقدار کای دو بر درجه آزادی بسیار مطلوب برآورد شده است.

۲- معیار **GFI** نشان‌دهنده اندازه‌ای از مقدار نسبی واریانس‌ها و کوواریانس‌ها می‌باشد که توسط مدل تبیین می‌شود. این معیار بین صفر تا یک متغیر می‌باشد که هرچه به عدد یک نزدیک‌تر باشد، نیکویی برازش مدل با داده‌های مشاهده شده بیشتر است. به طور کلی در مدل معادلات ساختاری هر چه مقدار **GFI** بالاتر از ۰/۸ باشد مدل از لحاظ این شاخص در وضعیت خوبی قرار دارد(جارزکاگ و سوربوم،۱۹۸۸) مقدار **GFI** گزارش شده برای این مدل بسیار مطلوب برآورد شده اند.

۳- برای بررسی این‌که مدل مورد نظر چگونه برازندگی و صرفه‌جویی را با هم ترکیب می‌کند از شاخص بسیار توانمند ریشه دوم برآورد واریانس خطای تقریب استفاده شده است. شاخص **RMSEA**، ریشهٔ میانگین مجذورات تقریب می‌باشد. این شاخص برای مدل‌های خوب ۰/۰۵ و کمتر است، مقدار اولیه **RMSEA** برای مدل بسیار مطلوب برآورد شده اند و نشان از تبیین مناسب کوواریانس‌ها دارد.

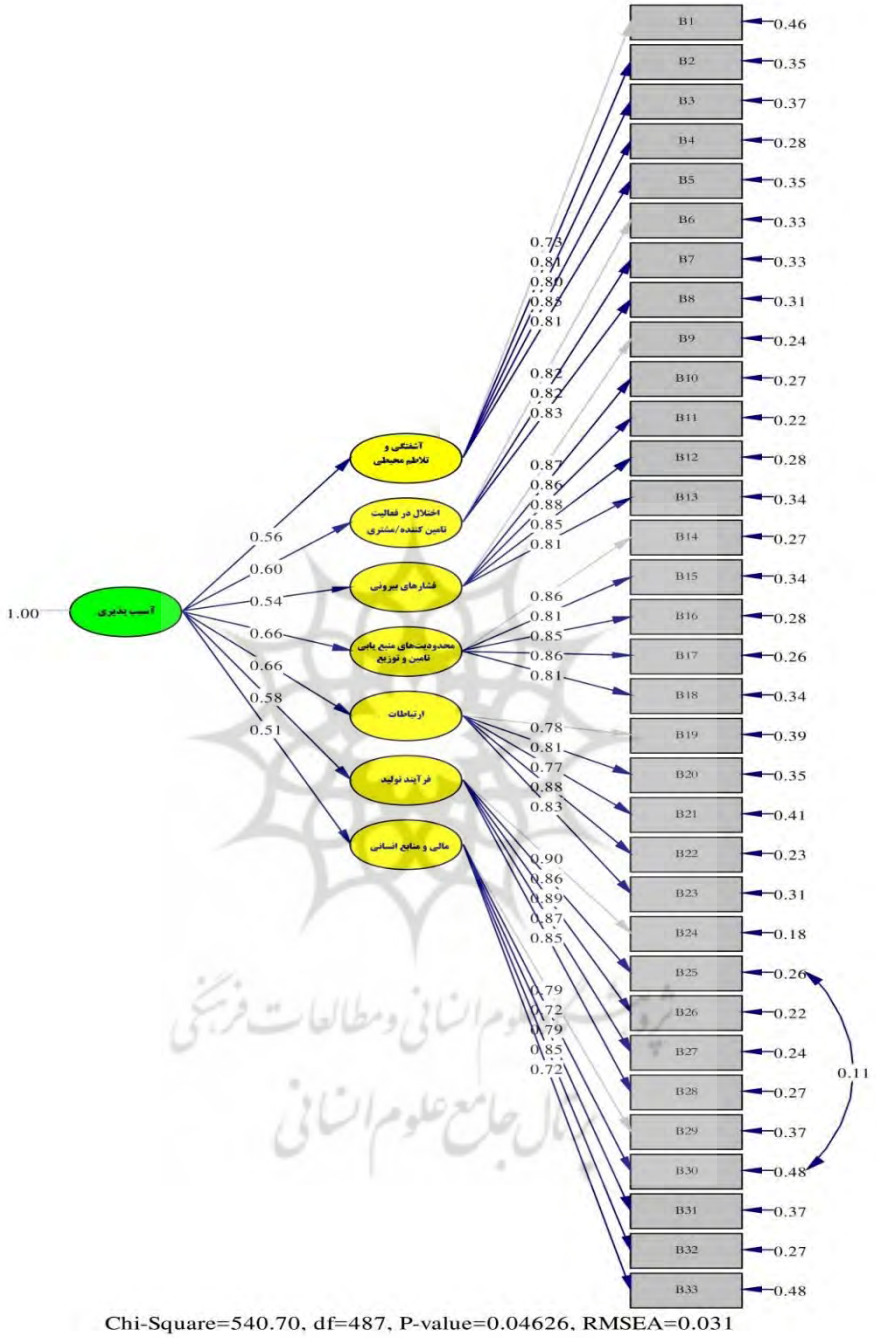
1 - Multivariate Normality

٤- برای بررسی این‌که یک مدل به خصوص در مقایسه با سایر مدل‌های ممکن، از لحاظ تبیین مجموعه‌ای از داده‌های مشاهده‌شده تا چه حد خوب عمل می‌کند از مقادیر شاخص نرم‌شده برازندگی (**NFI**)، شاخص نرم‌نشده برازندگی، شاخص برازندگی فزاینده و شاخص برازندگی تطبیقی استفاده شده است. مقادیر بالای ۰/۹ این شاخص‌ها حاکی از برازش بسیار مناسب مدل طراحی شده در مقایسه با سایر مدل‌های ممکنه است. همان‌طور که مشخصه‌های برازندگی نوشته شده در جدول بالا نشان می‌دهد، داده‌های مدل تحقیق با ساختار عاملی و زیربنای نظری تحقیق برازش مناسبی دارد و این بیانگر همسو بودن سؤالات با سازه‌های نظری است و درنتیجه می‌توان گفت مدل تحقیق مورد تایید واقع می‌گردد.

تحلیل عاملی دو مرتبه ای آسیب‌پذیری

بررسی دیاگرام‌های مسیر

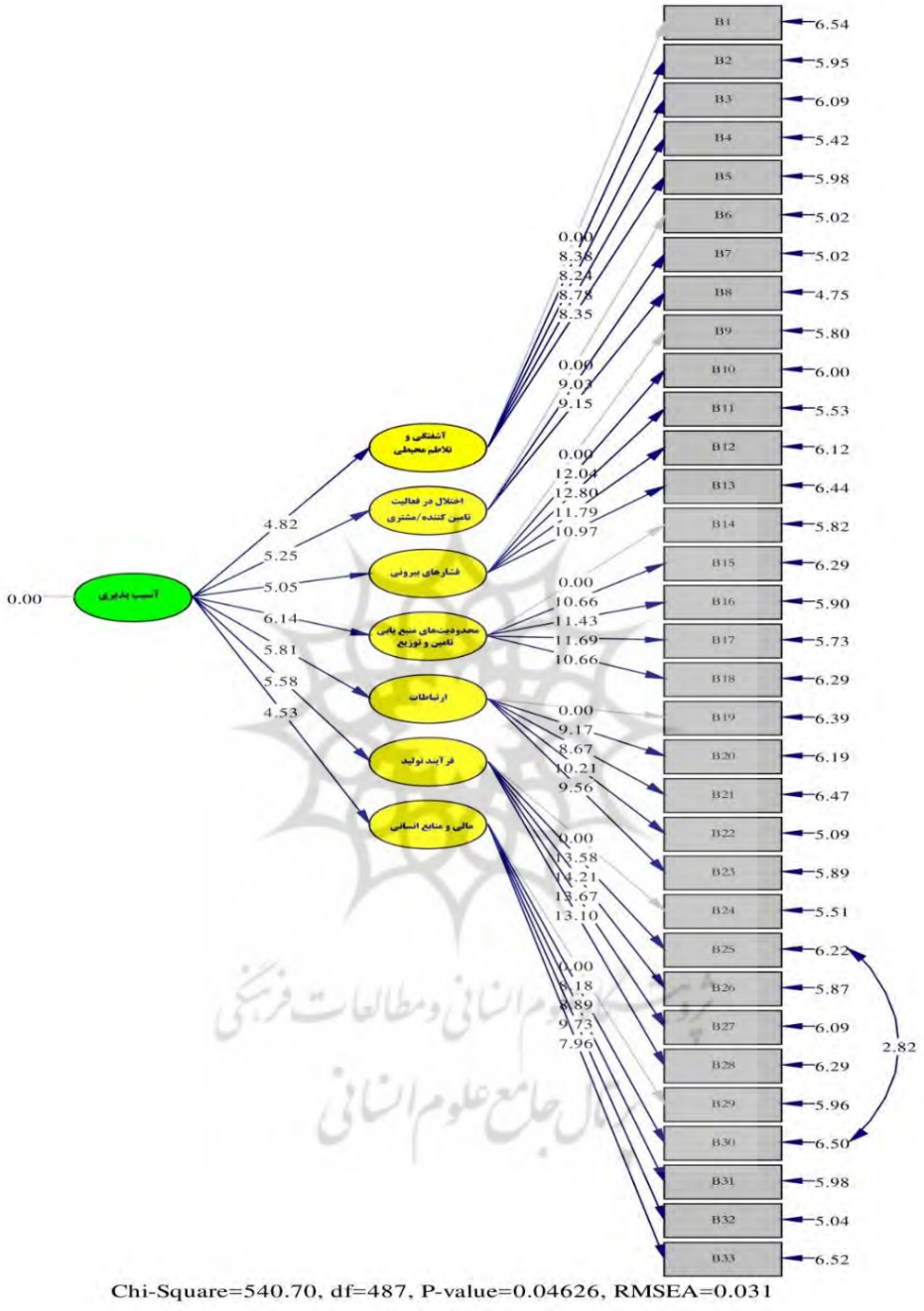
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



نمودار۳- مدل آسیب‌پذیری در حالت تخمین ضرایب استاندارد

نمودار ۳مدل تحلیل عاملی تاییدی دو مرتبه‌ای را در حالت تخمین ضرایب نشان می‌دهد. آسیب‌پذیری شامل ۷ زیر مقیاس می‌باشد که عبارت است از: آشفتگی و تلاطم محیطی، اختلال در فعالیت تامینن کننده/مشتری، فشارهای بیرونی، محدودیت‌های منبع یابی تامین و توزیع، ارتباطات، فرآیند تولید و مالی و منابع انسانی.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



نمودار٤- مدل آسیب‌پذیری در حالت معناداری ضرایب

نمودار ۴ مدل تحلیل عاملی دو مرتبه ای آسیب‌پذیری را در حالت معناداری ضرایب (t-value) نشان می‌دهد، مقادیر محاسبه شده t برای هر یک از بارهای عاملی بالای ۱/۹۶ است. لذا می‌توان همسویی سوالات پرسشنامه برای اندازه‌گیری مفاهیم را در این مرحله معتبر نشان داد.

نتایج بارهای عاملی مرتبه اول و دوم مدل آسیب‌پذیری نشانگر آنست که تمامی مقادیر بارهای عاملی مرتبه اول از ۰/۴ بیشتر شده‌اند و هم‌چنین مقادیر محاسبه شده t برای هر یک از بارهای عاملی بالای ۱/۹۶ است. لذا می‌توان همسویی سوالات پرسشنامه برای اندازه گیری مفاهیم را در این مرحله معتبر نشان داد.

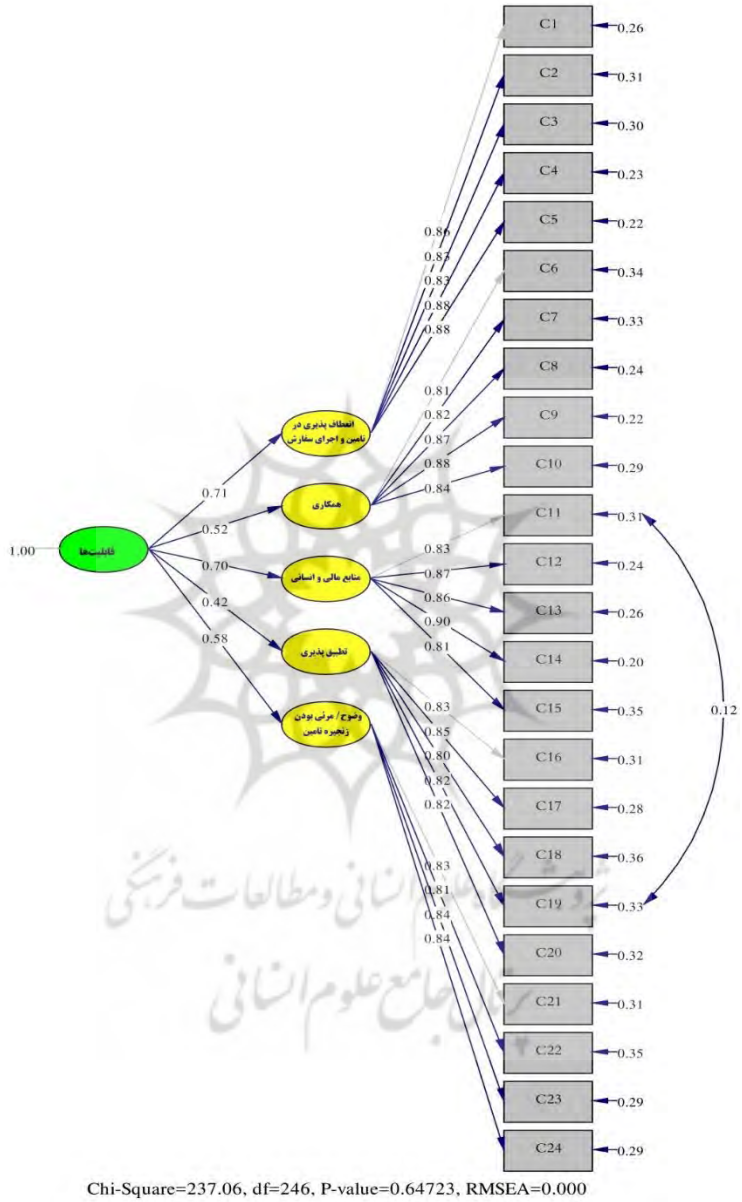
اعتبار همگرا، واگرا و پایایی مدل آسیب پذیری نیز با استفاده از ضرایب همبستگی پیرسون و شاخص‌های روایی و پایایی آن محاسبه شده است. ضرایب همبستگی پیرسون بررسی رابطه میان ابعاد آسیب پذیری را به صورت دو به دو نشان می‌دهد. علاوه بر بررسی ضرایب همبستگی،روایی واگرا نیزدر نظر گرفته شده است.

مقدار ریشه دوم شاخص میانگین واریانس تبیین شده، برای تمامی متغیرها، از همبستگی آن متغیر با سایر متغیرها بیشتر می‌باشد. با کمک شاخص میانگین واریانس استخراج شده مشخص شد که تمام سازه‌های مورد مطالعه دارای میانگین واریانس استخراج شده بالاتر از ۰/۵ هستند. شاخص‌های پایایی ترکیبی(**CR**) و آلفای کرونباخ جهت بررسی پایایی پرسشنامه استفاده شده اند. تمامی این ضرایب بالاتر از ۰/۷ می‌باشند و نشان از پایا بودن ابزار اندازه گیری می‌باشند.

برای مدل آسیب‌پذیری تمامی شاخص‌های برازش مدل شامل شاخص‌های کای دو بر درجه آزادی(**χ 2/df**)، شاخص برازندگی (**GFI**)، شاخص تعدیل برازندگی(**AGFI**)، شاخص نرم‌شده برازندگی (**NFI**)، شاخص نرم‌نشده برازندگی (**NNFI**)، شاخص برازندگی فزاینده (**IFI**)، شاخص برازندگی تطبیقی(مقایس‌های) (**CFI**) و شاخص بسیار مهم ریشه دوم برآورد واریانس خطای تقریب(**RMSEA**) تماما در وضعیت مطلوب و ایده آلی قرار داشته‌اند و می‌توان گفت داده‌های مدل تحقیق با ساختار عاملی و زیربنای نظری تحقیق برازش مناسبی دارد و این بیانگر همسو بودن سؤالات با سازه‌های نظری است و درنتیجه می‌توان گفت مدل تحقیق مورد تایید واقع می‌گردد.

تحلیل عاملی دو مرتبه ای قابلیت‌ها

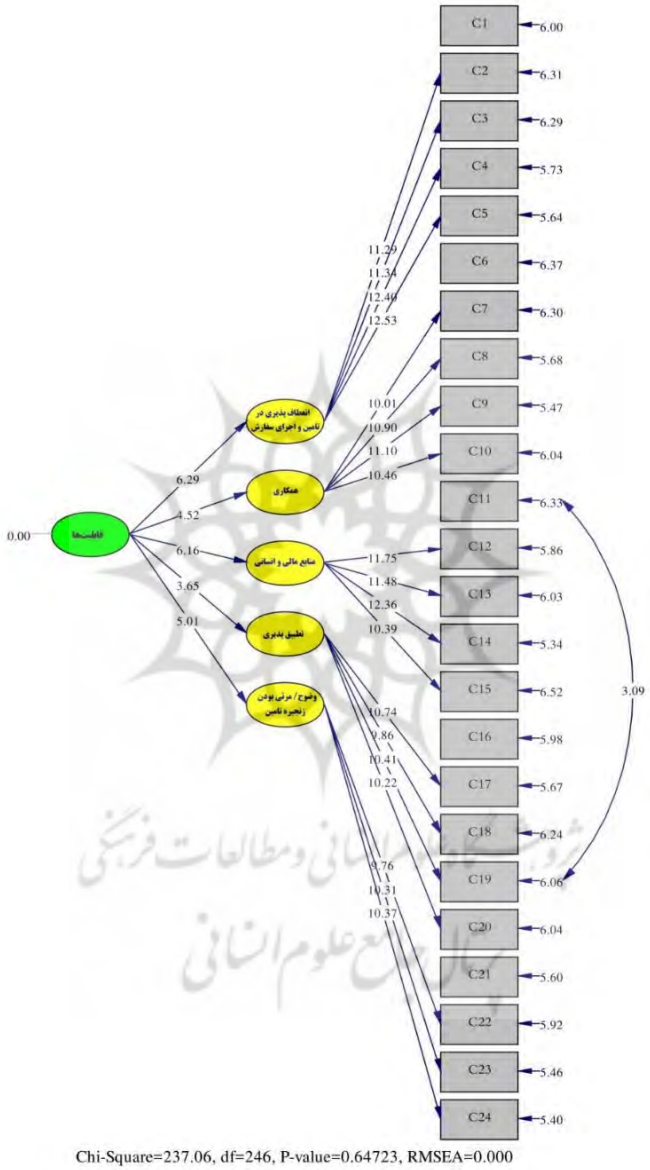
بررسی دیاگرام‌های مسیر



Chi-Square=237.06, df=246, P-value=0.64723, RMSEA=0.000

نمودار ۵- مدل قابلیت‌ها در حالت تخمین ضرایب استاندارد

نمودار ۵ مدل تحلیل عاملی تاییدی دو مرتبه‌ای را در حالت تخمین ضرایب نشان می‌دهد. قابلیت‌ها شامل ۵ زیر مقیاس می‌باشد که عبارت است از: انعطاف پذیری در تامین و اجرای سفارش، همکاری، منابع مالی و انسانی، تطبیق پذیری و وضوح/مرئی بودن زنجیره تامین.



نمودار٦- مدل قابلیت‌ها در حالت معناداری ضرایب

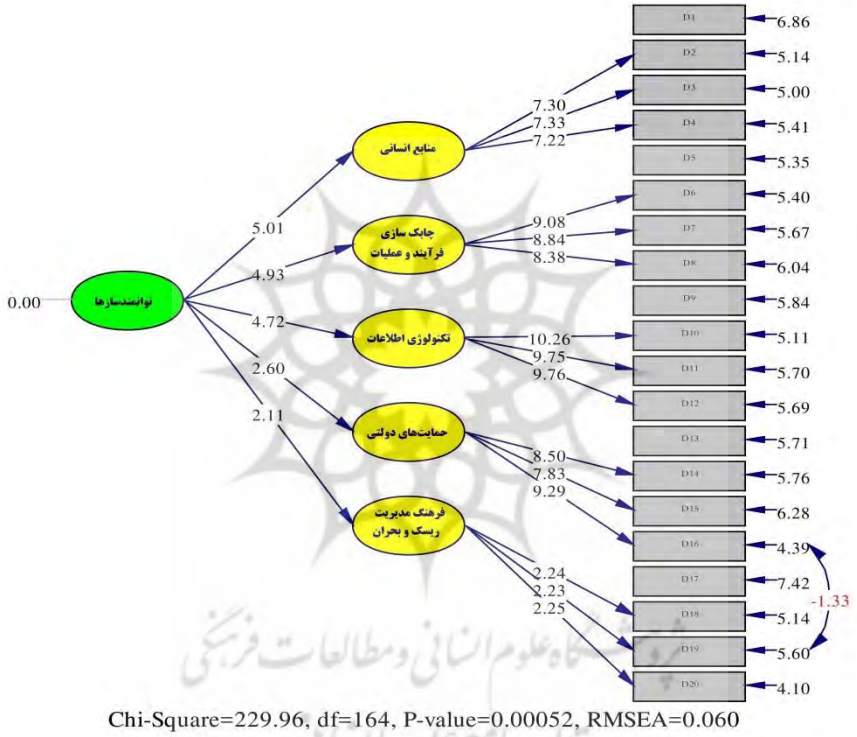
نمودار۶ مدل تحلیل عاملی دو مرتبه‌ای قابلیت‌ها را در حالت معناداری ضرایب (**t-value**) نشان می‌دهد. مقادیر محاسبه شده **t** برای هر یک از بارهای عاملی بالای ۱/۹۶ است. لذا می‌توان همسویی سوالات پرسشنامه برای اندازه‌گیری مفاهیم را در این مرحله معتبر نشان داد.
نتایج بارهای عاملی مرتبه اول و دوم مدل قابلیت‌ها بیانگر آنست که تمامی مقادیر بارهای عاملی مرتبه اول از ۰/۴ بیشتر شده‌اند و هم‌چنین مقادیر محاسبه شده **t** برای هر یک از بارهای عاملی بالای ۱/۹۶ است. لذا می‌توان همسویی سوالات پرسشنامه برای اندازه گیری مفاهیم را در این مرحله معتبر نشان داد. اعتبار همگرا، واگرا و پایایی مدل قابلیت‌ها نیز بااستفاده از ضرایب همبستگی پیرسون و شاخص‌های روایی و پایایی مدل قابلیت‌ها محاسبه شده است. ضرایب همبستگی پیرسون بررسی رابطه میان ابعاد قابلیت‌ها را به صورت دو به دو نشان می‌دهد. علاوه بر بررسی ضرایب همبستگی، روایی واگرا نیزدر نظرگرفته شده است. مقدار ریشه دوم شاخص میانگین واریانس تبیین شده، برای تمامی متغیرها، از همبستگی آن متغیر با سایر متغیرها بیشتر می‌باشد. با کمک شاخص میانگین واریانس استخراج شده مشخص شد که تمام سازه‌های مورد مطالعه دارای میانگین واریانس استخراج شده بالاتر از ۰/۵ هستند. شاخص‌های پایایی ترکیبی(**CR**) و آلفای کرونباخ جهت بررسی پایایی پرسشنامه استفاده شده‌اند. تمامی این ضرایب بالاتر از ۰/۷ می‌باشند و نشان از پایا بودن ابزار اندازه‌گیری می‌باشند.

برای مدل قابلیت‌ها تمامی شاخص‌های برازش مدل شامل شاخص‌های کای دو بر درجه آزادی(χ 2/df)، شاخص برازندگی (GFI)، شاخص تعدیل برازندگی(AGFI)، شاخص نرم‌شده برازندگی (NFI)، شاخص نرم‌نشده برازندگی (NNFI)، شاخص برازندگی فزاینده (IFI)، شاخص برازندگی تطبیقی(مقایس‌های) (CFI) و شاخص بسیار مهم ریشه دوم برآورد واریانس خطای تقریب(RMSEA) تماما در وضعیت مطلوب و ایده آلی قرار داشته‌اند و می‌توان گفت داده‌های مدل تحقیق با ساختار عاملی و زیربنای نظری تحقیق برازش مناسبی دارد و این بیانگر همسو بودن سؤالات با سازه‌های نظری است و درنتیجه می‌توان گفت مدل تحقیق مورد تایید واقع می‌گردد.

تحلیل عاملی دو مرتبه ای توانمند سازها

بررسی دیاگرامهای مسیر

مدل تحلیل عاملی تاییدی دو مرتبه‌ای توانمندسازها در حالت تخمین ضرایب محاسبه شده است. توانمندسازها شامل پنج زیر مقیاس می‌باشد که عبارت است از: منابع انسانی، چابک سازی فرآیند و عملیات، تکنولوژی اطلاعات، حمایت‌های دولتی و فرهنگ مدیریت ریسک و بحران.



Chi-Square=229.96, df=164, P-value=0.00052, RMSEA=0.060

نمودار ۷ –مدل توانمندسازها در حالت معناداری ضرایب

نمودار ۷مدل تحلیل عاملی دو مرتبه ای توانمندسازها را در حالت معناداری ضرایب (t-value) نشان می‌دهد. مقادیر محاسبه شده t برای هر یک از بارهای عاملی بالای ۱/۹۶ است.

لذا می‌توان همسویی سوالات پرسشنامه برای اندازه‌گیری مفاهیم را در این مرحله معتبر نشان داد.

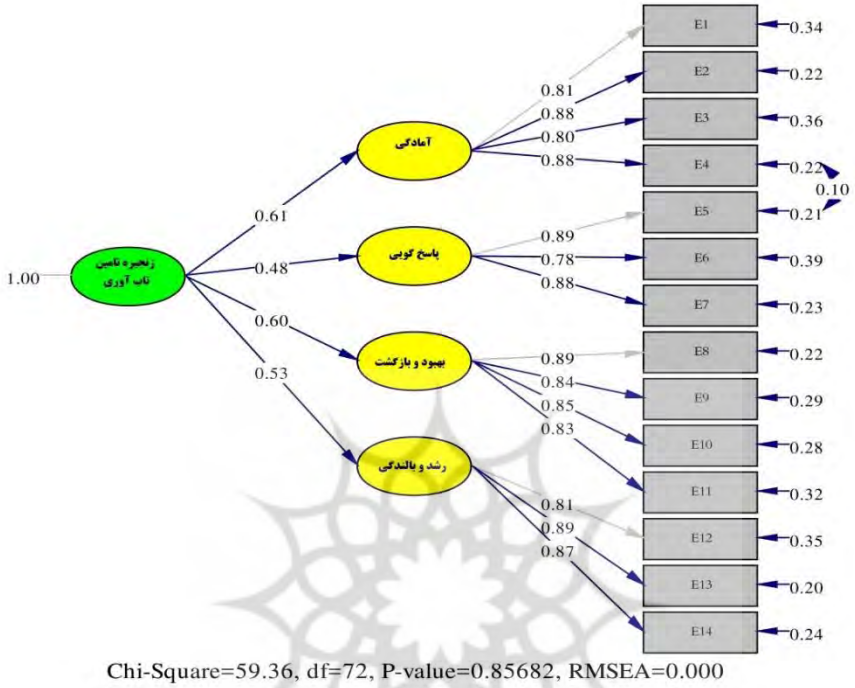
نتایج بارهای عاملی مرتبه اول و دوم مدل توانمندسازها نشان میدهد که تمامی مقادیر بارهای عاملی مرتبه اول از ۰/۴ بیشتر شده‌اند و هم‌چنین مقادیر محاسبه شده t برای هر یک از بارهای عاملی بالای ۱/۹۶ است. لذا می‌توان همسویی سوالات پرسشنامه برای اندازه‌گیری مفاهیم را در این مرحله معتبر نشان داد.

ضرایب همبستگی پیرسون و شاخص‌های روایی و پایایی برای مدل توانمندسازها محاسبه شده است. ضرایب همبستگی پیرسون بررسی رابطه میان ابعاد توانمندسازها را به صورت دو به دو نشان می‌دهد. علاوه بر بررسی ضرایب همبستگی ،روایی واگرا نیزدر نظر گرفته شده است. مقدار ریشه دوم شاخص میانگین واریانس تبیین شده، برای تمامی متغیرها، از همبستگی آن متغیر با سایر متغیرها بیشتر می‌باشد. با کمک شاخص میانگین واریانس استخراج شده مشخص شد که تمام سازه‌های مورد مطالعه دارای میانگین واریانس استخراج شده بالاتر از ۰/۵ هستند. شاخص‌های پایایی ترکیبی(CR) و آلفای کرونباخ جهت بررسی پایایی پرسشنامه استفاده شده‌اند. تمامی این ضرایب بالاتر از ۰/۷ می‌باشند و نشان از پایا بودن ابزار اندازه‌گیری می‌باشند.

برای مدل توانمندسازها تمامی شاخص‌های برازش مدل شامل شاخص‌های کای دو بر درجه آزادی(χ 2/df)، شاخص برازندگی (GFI)، شاخص تعدیل برازندگی(AGFI)، شاخص نرم‌شده برازندگی (NFI)، شاخص نرم‌نشده برازندگی (NNFI)، شاخص برازندگی فزاینده (IFI)، شاخص برازندگی تطبیقی(مقایس‌های) (CFI) و شاخص بسیار مهم ریشه دوم برآورد واریانس خطای تقریب(RMSEA) تماما در وضعیت مطلوب و ایده آلی قرار داشته‌اند و می‌توان گفت داده‌های مدل تحقیق با ساختار عاملی و زیربنای نظری تحقیق برازش مناسبی دارد و این بیانگر همسو بودن سؤالات با سازه‌های نظری است و درنتیجه می‌توان گفت مدل تحقیق مورد تایید واقع می‌گردد.

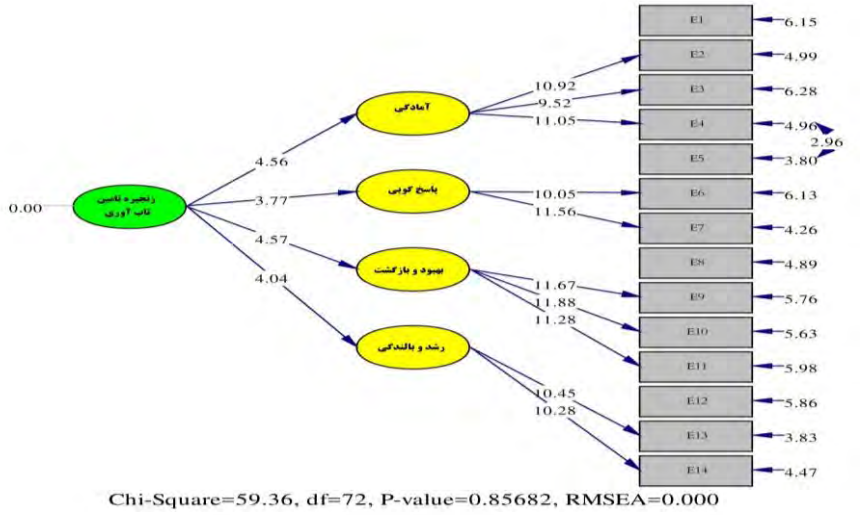
تحلیل عاملی دو مرتبه ای زنجیره تامین تاب‌آور

بررسی دیاگرام‌های مسیر



نمودار ۸ – مدل زنجیره تامین تاب‌آور در حالت تخمین ضرایب استاندارد

نمودار ۸مدل تحلیل عاملی تاییدی دو مرتبه‌ای را در حالت تخمین ضرایب نشان می‌دهد. زنجیره تامین تاب‌آور شامل چهار زیر مقیاس می‌باشد که عبارت است از: آمادگی، پاسخ گویی، بهبود و بازگشت و رشد و بالندگی.



نمودار ۱۰ – مدل زنجیره تامین تاب‌آور در حالت معناداری ضرایب

نمودار ۹مدل تحلیل عاملی دو مرتبه‌ای زنجیره تامین تاب‌آور را در حالت معناداری ضرایب (t-value) نشان می‌دهد. مقادیر محاسبه شده t برای هر یک از بارهای عاملی بالای ۱/۹۶ است. لذا می‌توان همسویی سوالات پرسشنامه برای اندازه گیری مفاهیم را در این مرحله معتبر نشان داد.

بررسی روایی شاخص زنجیره تامین تاب‌آور:

جدول ٤- نتایج بارهای عاملی مرتبه اول و دوم و مقدار تی

متغیر اصلی	مولفه‌ها	شاخص‌ها	بارعاملی مرتبه اول	آماره تی	بارعاملی مرتبه دوم(تی)
زنجیره تامین تاب‌آور	آمادگی	E1	۰/۸۱	–	۰/۶۱ (۴/۵۶)
		E2	۰/۸۸	۱۰/۹۲	
		E3	۰/۸۰	۹/۵۲	
		E4	۰/۸۸	۱۱/۰۵	
		E5	۰/۸۹	–	۰/۴۸ (۳/۷۷)
		E6	۰/۷۸	۱۰/۰۵	

	پاسخ گویی	E7	۰/۸۸	۱۱/۵۶	
	بهبود و بازگشت	E8	۰/۸۹	-	۰/۶۰ (۴/۵۷)
		E9	۰/۸۴	۱۱/۶۷	
		E10	۰/۸۵	۱۱/۸۸	
		E11	۰/۸۳	۱۱/۲۸	
	رشد و بالندگی	E12	۰/۸۱	-	۰/۵۳ (۴/۰۴)
		E13	۰/۸۹	۱۰/۴۵	
		E14	۰/۸۷	۱۰/۲۸	

نتایج بارهای عاملی مرتبه اول و دوم مدل زنجیره تامین تاب‌آور در جدول ۴خلاصه شده‌اند. تمامی مقادیر بارهای عاملی مرتبه اول از ۰/۴ بیشتر شده اند و هم‌چنین مقادیر محاسبه شده t برای هر یک از بارهای عاملی بالای ۱/۹۶ است. لذا می‌توان همسویی سوالات پرسشنامه برای اندازه‌گیری مفاهیم را در این مرحله معتبر نشان داد.

اعتبار همگرا، واگرا و پایایی مدل زنجیره تامین تاب‌آور

جدول شماره ۵ -ضرایب همبستگی پیرسون و شاخص‌های روایی و پایایی مدل زنجیره تامین تاب‌آور

متغیرهای پنهان	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	$\sqrt{AVE}$	AVE	CR	آلفا کرونباخ
(۱)آمادگی	1				0.928	0.862	0.888	0.869
(۲)پاسخ گویی	.258**	1			0.902	0.813	0.902	0.886
(۳)بهبود و بازگشت	.347**	.251**	1		0.941	0.885	0.909	0.895
(۴)رشد و بالندگی	.281**	.277**	.268**	1	0.938	0.880	0.889	0.869

** تمامی ضرایب در سطح خطای کمتر از ۰/۰۵ معنادار هستند

جدول ۵ ضرایب همبستگی پیرسون برای بررسی رابطه‌ی میان ابعاد زنجیره تامین تاب‌آور را به صورت دو به دو نشان می‌دهد. این جدول علاوه بر بررسی ضرایب همبستگی به روایی واگرا می‌پردازد. همان‌طور که در جدول مشخص است، مقدار ریشه دوم شاخص میانگین واریانس تبیین شده، برای تمامی متغیرها، از همبستگی آن متغیر با سایر متغیرها بیشتر می‌باشد. با کمک شاخص میانگین واریانس استخراج شده مشخص شد که تمام سازه‌های مورد مطالعه دارای میانگین واریانس استخراج شده بالاتر از ۰/۵ هستند. شاخص‌های پایایی ترکیبی(CR) و آلفای کرونباخ جهت بررسی پایایی پرسشنامه استفاده شده‌اند. تمامی این ضرایب بالاتر از ۰/۷ می‌باشند و نشان از پایا بودن ابزار اندازه‌گیری می‌باشند.

شاخص‌های برازش مدل زنجیره تامین تاب‌آور:

جدول٦ - شاخص‌های برازش مدل زنجیره تامین تاب‌آور

نام شاخص	براورد شده	حد مجاز
(کای دو بر درجه‌ی آزادی)	۰/۸۲۴	کمتر از ۳
نیکویی برازش(GFI)	۰/۹۳	بالاتر از ۰/۸
نیکویی برازش تعدیل شده(AGFI)	۰/۹۰	بالاتر از ۰/۸
ریشه میانگین مربعات خطای برآورد(RMSEA)	۰/۰۰۱	کمتر از ۰/۱
برازندگی تعدیل یافته(CFI)	۱	بالاتر از ۰/۹
برازندگی نرم شده(NFI)	۰/۹۶	بالاتر از ۰/۹
برازندگی نرم نشده(NNFI)	۱	بالاتر از ۰/۹
برازندگی فزاینده(IFI)	۱	بالاتر از ۰/۹

همان‌طور که در جدول بالا مشاهده می‌شود برای مدل زنجیره تامین تاب‌آور تمامی شاخص‌های برازش مدل شامل شاخص‌های کای دو بر درجه آزادی(χ 2/df)، شاخص برازندگی (GFI)، شاخص تعدیل برازندگی(AGFI)، شاخص نرم‌شده برازندگی (NFI)، شاخص نرم‌نشده برازندگی (NNFI)، شاخص برازندگی فزاینده (IFI)، شاخص برازندگی تطبیقی(مقایس‌های) (CFI) و شاخص بسیار مهم ریشه دوم برآورد واریانس خطای

تقریب(RMSEA) تماما در وضعیت مطلوب و ایده آلی قرار داشته‌اند و می‌توان گفت داده‌های مدل تحقیق با ساختار عاملی و زیربنای نظری تحقیق برازش مناسبی دارد و این بیانگر همسو بودن سؤالات با سازه‌های نظری است و درنتیجه می‌توان گفت مدل تحقیق مورد تایید واقع می‌گردد.

معادلات ساختاری (پاسخ به فرضیه‌های تحقیق)

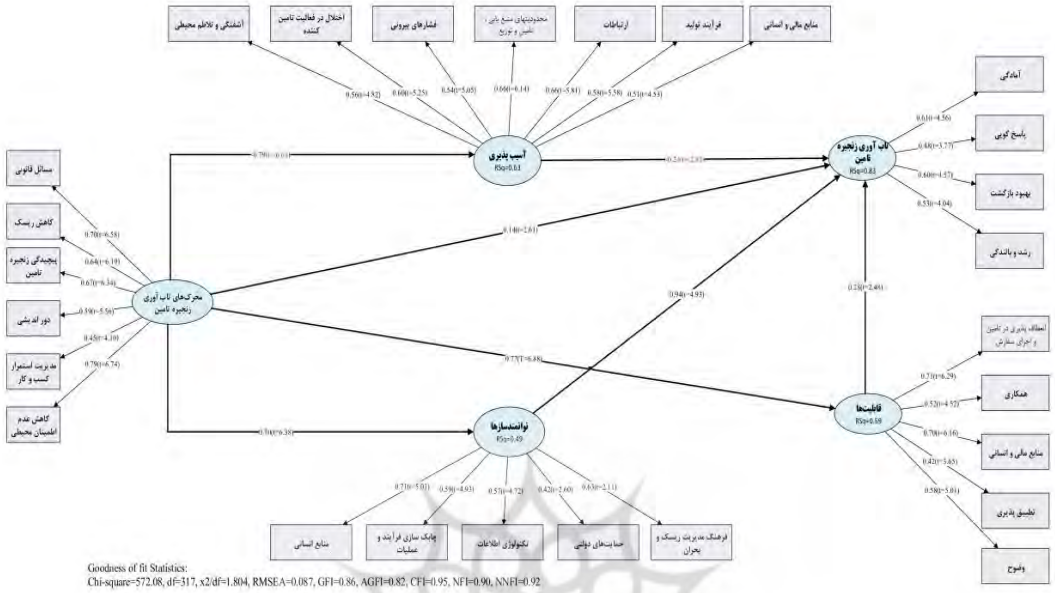
پس از اعتبارسنجی مدل‌های اندازه‌گیری نوبت به بررسی مدل ساختاری یا درونی تحقیق می‌رسد. در این قسمت نیز معیارهای اعتبارسنجی مدل ساختاری در جدول ۷ آورده شده است.

جدول ۷- معیارهای اعتبارسنجی مدل ساختاری

نوع اعتبار	شاخص	تفسیر شاخص	منبع
اعتبار مدل	ضریب تعیین[1] (R^2)	واریانس توضیحی یک متغیر درونزا را نسبت به واریانس کل آن توسط متغیرهای برونزا اندازه‌گیری می‌کند. برای این شاخص مقادیر بزرگ‌تر از ۶۷۰/. قوی، بزرگ‌تر از ۳۳۳/. متوسط و کمتر از ۱۹۰/. ضعیف تلقی می‌شود.	چین(۱۹۸۸) و رینگل[2](۲۰۰۴)
اعتبار مدل	ضرایب مسیر[3]	ضرایب مسیر بین متغیرهای پنهان باید بر اساس علامت جبری، مقدار و معناداری، نوع رابطه بین دو متغیر را نشان می‌دهد. منفی بودن ضریب، رابطه عکس و مثبت بودن ضریب رابطه مستقیم بین دو متغیر را نشان می‌دهد.	چین (۱۹۹۸)

1 -Coefficient of Determination
2 -Ringle
3- Path Coefficients

بررسی دیاگرام‌های مدل اصلی



نمودار ۱۱- مدل معادلات ساختاری در حالت تخمین ضرایب

نمودار ۱۱مدل تحلیل عاملی تاییدی و معادلات ساختاری را در حالت تخمین ضرایب نشان می‌دهد. در این مدل متغیر محرک‌های تاب‌آوری زنجیره تامین (مستقل)، آسیب‌پذیری ، قابلیت‌ها و توانمندسازها (میانجی)، زنجیره تامین تاب‌آور (وابسته) می‌باشند. در این نمودار اعداد و یا ضرایب به دو دسته تقسیم می‌شوند. دسته‌ی اول تحت عنوان معادلات اندازه گیری مرتبه دوم هستند که روابط بین متغیرهای بیضی و مستطیل می‌باشند. دسته‌ی دوم معادلات ساختاری هستند که روابط بین متغیرهای اصلی (بیضی و بیضی) می‌باشند و برای آزمون فرضیات استفاده می‌شوند. به این ضرایب اصطلاحاً ضرایب مسیر۱ گفته می‌شود. نمودار۱۱ مدل را در حالت معناداری ضرایب (t-value) نیز نشان می‌دهد. این مدل در واقع تمامی معادلات اندازه‌گیری (بارهای عاملی مرتبه دوم و معادلات ساختاری را با استفاده از آماره t،

1 -Path coefficient

آزمون می‌کند. بر طبق این مدل، ضریب مسیر و بار عاملی در سطح اطمینان ۹۵٪ معنادار می‌باشد اگر مقدار آماره‌ی t خارج بازه ۱/۹۶- تا ۱/۹۶+ قرار گیرد.

اعتبار همگرا، واگرا و پایایی مدل کلی تحقیق

جدول شماره ۸- ضرایب همبستگی پیرسون و شاخص‌های روایی و پایایی مدل کلی

متغیرهای پنهان	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	$\sqrt{AVE}$	AVE	CR	آلفا کرونباخ
(۱) زنجیره تامین تاب‌آور	1					0.803	0.645	0.921	0.900
(۲)آسیب‌پذیری	0.56	1				0.754	0.569	0.902	0.874
(۳) قابلیت‌ها	0.61	0.54	1			0.774	0.599	0.917	0.904
(۴) توانمندسازها	0.56	0.59	0.77	1		0.783	0.613	0.888	0.869
(۵) محرک‌های تاب‌آوری زنجیره تامین	0.69	0.70	0.66	0.64	1	0.820	0.672	0.902	0.886

**** تمامی ضرایب در سطح خطای کمتر از ۰/۰۵ معنادار هستند**

جدول ۸ضرایب همبستگی پیرسون برای بررسی رابطه‌ی میان متغیرهای اصلی مدل را نشان می‌دهدکه علاوه بر بررسی ضرایب همبستگی به روایی واگرا می‌پردازد. همان‌طور که در جدول مشخص است، مقدار ریشه دوم شاخص میانگین واریانس تبیین شده، برای تمامی متغیرها، از همبستگی آن متغیر با سایر متغیرها بیشتر می‌باشد. با کمک شاخص میانگین واریانس استخراج شده مشخص شد که تمام سازه‌های مورد مطالعه دارای میانگین واریانس استخراج شده بالاتر از ۰/۵ هستند. شاخص‌های پایایی ترکیبی(CR) و آلفای کرونباخ جهت

بررسی پایایی پرسشنامه استفاده شده‌اند. تمامی این ضرایب بالاتر از ۰/۷ می‌باشند و نشان از پایا بودن ابزار اندازه‌گیری می‌باشند.

شاخص‌های برازش مدل اصلی:

جدول۹- شاخص‌های برازش مدل اصلی

نام شاخص	براورد شده	حد مجاز
(کای دو بر درجه‌ی آزادی)	۱/۸۰۴	کمتر از ۳
نیکویی برازش(GFI)	۰/۸۶	بالاتر از ۰/۸
نیکویی برازش تعدیل شده(AGFI)	۰/۸۲	بالاتر از ۰/۸
ریشه میانگین مربعات خطای برآورد(RMSEA)	۰/۰۸۷	کمتر از ۰/۱
برازندگی تعدیل یافته(CFI)	۰/۹۶	بالاتر از ۰/۹
برازندگی نرم شده(NFI)	۰/۹۰	بالاتر از ۰/۹
برازندگی نرم نشده(NNFI)	۰/۹۵	بالاتر از ۰/۹
برازندگی فزاینده(IFI)	۰/۹۵	بالاتر از ۰/۹

همان‌طور که در جدول بالا مشاهده می‌شود برای مدل کلی تمامی شاخص‌های برازش مدل شامل شاخص‌های کای دو بر درجه آزادی(χ 2/df)، شاخص برازندگی (GFI)، شاخص تعدیل برازندگی(AGFI)، شاخص نرم‌شده برازندگی (NFI)، شاخص نرم‌نشده برازندگی (NNFI)، شاخص برازندگی فزاینده (IFI)، شاخص برازندگی تطبیقی(مقایس‌های) (CFI) و شاخص بسیار مهم ریشه دوم برآورد واریانس خطای تقریب(RMSEA) تماما در وضعیت مطلوب و ایده آلی قرار داشته‌اند و می‌توان گفت داده‌های مدل تحقیق با ساختار عاملی و زیربنای نظری تحقیق برازش مناسبی دارد و این بیانگر همسو بودن سؤالات با سازه‌های نظری است و درنتیجه می‌توان گفت مدل تحقیق مورد تایید واقع می‌گردد.

نتایج فرضیه‌های تحقیق:

جدول ۱۰ -نتایج معادلات ساختاری جهت بررسی فرضیه‌های اصلی

فرضیات	بتا	T	R^2	وضعیت فرضیه	جهت تاثیر
محرک‌های تاب‌آوری زنجیره تامین← آسیب پذیری	-0.779	-6.610	0.63	تأیید	-
محرک‌های تاب‌آوری زنجیره تامین← توانمندسازها	0.70	6.38	0.49	تأیید	+
محرک‌های تاب‌آوری زنجیره تامین← قابلیت‌ها	0.77	6.88	0.59	تأیید	+
محرک‌های تاب‌آوری زنجیره تامین← زنجیره تامین تاب‌آور	0.14	2.61	0.83	تأیید	+
آسیب‌پذیری ← زنجیره تامین تاب‌آور	-0.24	-2.83		تأیید	-
قابلیت‌ها ← زنجیره تامین تاب‌آور	0.28	2.48		تأیید	+
توانمندسازها← زنجیره تامین تاب‌آور	0.94	4.93		تأیید	+

|t|>1.96 Significant at P<0.05, |t|>2.58 Significant at P<0.01

فرضیه ۱: محرک‌های تاب‌آوری زنجیره تامین بر آسیب پذیری تاثیر معناداری دارد.

نتایج به دست آمده از معادلات ساختاری نشان می‌دهد با توجه به این که مقدار آماره تی (۶/۶۱-) خارج بازه بحرانی است (مقدار تی کوچکتر از ۱/۹۶- شده است)، بنابراین با احتمال ۰/۹۵ ادعای محقق مبنی بر این که "محرک‌های تاب‌آوری زنجیره تامین بر آسیب پذیری تاثیر معناداری دارد "تایید می‌گردد. و با توجه به این که ضریب بتا (۰/۷۷۹-) مقداری منفی شده است، محرک‌های تاب‌آوری زنجیره تامین بر آسیب پذیری تاثیر منفی و عکس دارد. مابقی فرضیه‌ها هم تایید می‌شوند.

نتیجه گیری وارائه پیشنهادها

در حال حاضر، بسیاری از شرکتها در معرض اختلالات زنجیره تأمین هستند. پیامدهای اختلالهای زنجیره تأمین از ضررهای کوتاه مدت تا بلندمدت متفاوت است. مطالعات نشان میدهد که درصد کاهش درآمد شرکتهای جهانی به علت این اختلالات از ۲۸ درصد در سال ۲۰۱۱ به۴۲درصد در سال ۲۰۱۳ رشد داشته است. بروز اختلالات ناخواسته و پیش بینی نشده ممکن است به شکست زنجیره تأمین بیانجامد. هر چند که محققان، رویه‌هایی را برای کاهش آسیب پذیری بررسی کرده اند، اما نمیتوان به طور کامل آسیب پذیری زنجیره‌های تأمین را کاهش داد. افزایش آسیب پذیری زنجیره تامین در اثر اختلال ، نیازمند رویکردهای نوینی است تا بتواند بر اثرات منفی ریسک و اختلالهای به وجود آمده در زنجیره تأمین غلبه نماید و جریان بی وقفه محصولات را در سراسر شبکه ایجاد کرده و علاوه بر این، استمرار کسب و کار و زنجیره‌های تأمین را نیز تضمین نماید. از اینرو، برای حفظ و بهبود عملکرد زنجیره تأمین پس از وقوع یک اختلال، زنجیره‌های تأمین باید تاب آور باشند.

دستیابی به یک زنجیره تامین تاب آور نیازمند شناسایی و یافتن عوامل اصلی و تاثیر گذار در این رابطه و برقراری ارتباط بین آنها می‌باشد، که در این پژوهش ضمن تبیین ابعاد تاب آوری زنجیره تامین، با در نظر گرفتن مولفه‌های اصلی و بهره گیری از نظرات خبرگان صنعت و تدوین مدل با کمک روش مدلسازی معادلات ساختاری به این مهم پرداخته است. لذا میتوان با بکارگیری مجموعه ای از اقداماتی که به تاب آور شدن زنجیره تامین کمک نموده و باعث واکنش و پاسخگویی بهنگام در مواجهه با اختلالات میشود، در یک سطح مطلوبی، خدمت رسانی به مشتری را حفظ کرد. مدل به دست آمده از نظرکاربردی برای مدیران صنعت دارو نیز بسیار مهم است؛ از آن جایی که مدیران اغلب برنامه ریزی‌ها و تصمیمات خود را بر اساس عدم امکان وقوع بحرانها از جمله فجایع طبیعی همچون سیل و زلزله و فجایع مصنوع بشر مانند جنگ ، اعتراضات و اعتصاب‌ها طراحی می‌کنند و به نوعی سعی می‌کنند ریسک‌های این چنینی را نادیده بگیرند و بر اساس شرایط نرمال تصمیم گیری کنند لذا میتوانند با درک عمیق تاب آوری، پاسخ‌های مناسبی برای رویارویی با این اختلالات از پیش

طراحی نموده و از صدمات متعددی که زنجیره‌های تامین از نادیده گرفتن ریسک‌های مرتبط با فجایع طبیعی و بشرساخته دیده اند، تا حدی پیشگیری نموده ،نظام زنجیره تامین تاب آور خود را بهبود و ارتقاء داده ،حفظ و بقای حیات خود را تضمین نمایند. مدل طراحی شده بر اساس اطلاعات به دست آمده از شرکتهای فعال در صنعت داروسازی است و در نتیجه برای این سازمان نیز کارساز است. حال این سؤال مطرح می شود که می توان این مدل را به‌شرکت های دیگر نیز تعمیم داد؟ در پاسخ باید گفت نخست، در انتخاب فاکتورها سعی شده است فاکتورهایی انتخاب شوند که از آنها در قبل در طراحی تاب آوری زنجیره تأمین استفاده شده باشد، درثانی روابط به دست آمده در این پژوهش های گذشته نیز در پژوهش به صورت جداگانه تأیید شده اند. در نتیجه می توان‌گفت، در شرایط مشابه می توان این مدل را به زنجیره ها ی تأمین دیگر نیز تعمیم داد. اگرچه تلاش زیادی شده است تا مدلی جامع تدوین شود ولی به طور مطمئن با کاستی هایی مواجه است. از این رو برای توسعه و تقویت مدل و به دست‌آوردن نتایج بهترمی توان پیشنهادهایی به شرح زیر ارائه نمود: در پژوهش حاضر، مدل زنجیره تامین تاب آور در یک صنعت خاص مورد بررسی قرار گرفت؛ ازاین رو پیشنهاد می‌شود پژوهشگران آتی مدل پژوهش را در صنایع و شرکت‌های مختلف موردآزمون قرار دهند و نسبت به میزان جامعیت آن اظهارنظر کنند. همچنین به ایجاد ابزار اندازه گیری برای تاب آوری زنجیره تامین و ارزیابی سطح فعلی تاب آوری شرکت پرداخته و برنامه ریزی لازم برای دستیابی به سطح مطلوبی از تاب آوری را انجام دهند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

هومن،حیدرعلی.(۱۳۸۸).*مدل یابی معادلات ساختاری با کاربرد نرم افزار لیزرل*، انتشارات سمت،۵۲-۳۲.

کلانتری، خلیل(۱۳۸۸)، *مدل‌سازی معادلات ساختاری در تحقیقات اجتماعی- اقتصادی*، تهران: انتشارات فرهنگ صبا.

فکور ثقیه امیرمحمد، الفت لعیا، فیضی کامران، امیری مقصود، مدلی برای قابلیت ارتجاعی زنجیره تامین جهت رقابت پذیری شرکتهای خودروسازی ایران، *مدیریت تولید و عملیات*،۱۳۹۳ .

جعفرنژاد، احمد؛هاشمی ،سیدحمید؛طلایی،حمیدرضا؛ *رویکردهای نوین درمدیریت زنجیره تامین*،تهران، نشر نگاه دانش،۱۳۹۳.

عرب، علیرضا؛ کاظمی، عالیه؛ جعفر نژاد،احمد؛شناسایی و اولویت بندی شاخص‌های ارزیابی تاب آوری تأمین کنندگان بر پایه روش بهترین بدترین، *چشم انداز مدیریت صنعتی*،۱۳۹۵.

داور زنی، هدی؛ذگردی، سید حسام الدین؛ *تحریم و اختلال در زنجیره تامین*:تجزیه و تحلیل و راهکارهای مقابله،تهران،نشر سازمان مدیریت صنعتی، ۱۳۹۰.

Ates, Aylin. & Bititci, Umit. (2011)."Change process: a key enabler forbuilding resilient SMEs".*International Journal of ProductionResearch*, 49(18), 5601–5618.

Azevedo, S.G., Carvalho, H., Cruz-Machado, V., & Grilo, F. (2010). The Influence of agile and resilience practices on supply chain performance: an innovative conceptual model proposal. IN. *Innovative Process Optimization Methods in Logistic*, 265-281

Benjamin R. Tukamuhabwa, Mark Stevenson, Jerry Busby & MartaZorzini (2015) Supply chain resilience: definition, review and theoretical foundations for further study, *International Journal of Production Research*, 53:18, 5592-5623

Bhamra, Ran. Dani, Samir. & Burnard, Kevin. (2011)."Resilience: the concept, a literature review and future directions". *International Journal of Production Research*, 49(18), 5375–5393

Burnard, Kevin. & Bhamra, Ran. (2011)."Organisational resilience: developmentof a conceptual framework for organisational responses". *International Journal of Production Research*, 49(18), 5581–5599

Barroso, A., H. Machado, R. Barros, & V. Cruz-Machado. (2010). Toward a Resilient Supply Chain with Supply Disturbances. In Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Macau, China. 245–249

Blackhurst, J., Dunn, J., & Craighead, C., (2011). An empirically derived framework of global supply resiliency. *Journal of Business Logistic*. 32(4), 374– 391

Brandon-Jones, E., Squire, B., Autry, C.W., & Petersen, K.J., (2014). A contingentresource-based perspective of supply chain resilience and robustness. *Journal of Supply Chain Management*. 50(3), 55–73

Christopher, M., & Lee, H. (2004)."Mitigating supply chain risk through improved confidence".*International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34 (5), 388-96

Christopher, M., & Peck, H. (2004). "Building the resilient supply chain."*International Journal of Logistics Management*, 15(2), 113.

Chowdhury, M.H., & Quaddus, M.A., (2015). A multiple objective optimization based QFD approach for efficient resilient strategies to mitigate supply chain vulnerabilities: the case of garment industry of Bangladesh. *Omega*, 03050483

Chopra, S. and Sodhi, M.S. (2004), "Managing risk to avoid supply-chain breakdown", *Sloan Management Review*, Vol. 46 No. 1, pp. 53-61

Christopher, M., D. Towill. (2001). an integrated model for the design of agile supply chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 31(4): 235 – 24

Fornell, C., &Lacker, D.F. (1981). Evaluation structural equation models with unobserved variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50.

Hall, A., Beck, E., & Hall, L. (2011)."Developing a capacity for organizational resilience through strategic human resource management". *Human Resource Management Review*, 21, 243– 255.

Hamel, G. and Välikangas, L., (2003), “The quest for resilience”, *Harvard Business Review*, 81 (9), 52-63

Ivanov, Dmitry, and Boris Sokolov, (2013). "Control and system-theoretic identification of the supply chain dynamics domain for planning, analysis and adaptation of performance under uncertainty".*European Journal of Operational Research* 224(2), 313-323.

Juttner, U. and S.Maklan. (2011). Supply chain resilience in the global financial crisis: an empirical study. *Supply Chain Management: an International Journal* 16(4): 246–259.

Mills, John, Johannes Schmitz, and Gerry Frizell (2004). "A strategic review of “supply networks " .*International Journal of Operations & Production Management* 24 (10), 1012 -1036.

Mentzer, John T., William DeWitt, James S. Keebler, Soonhong Min, Nancy W. Nix, Carlo D. Smith, and Zach G. Zacharia,(2001). "Defining supply chain management ". *Journal of Business logistics* 22 (2), 1 -25

Melnyk, S.A., Closs, D.J., Griffis, S.E., Zobel, C.W., & Macdonald, J.R., (2014). Understanding supply chain resilience. *Supply Chain Management Review*, 18 (1), 34–41.

Mandal, Santanu, 2014. "Supply chain resilience: a state-of-the-art review and research directions".*International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment* 5(4), 427-453

Mensah, Peter, and Yuri Merkuryev, (2014). "Developing a Resilient Supply Chain". *ProcediaSocial and Behavioral Sciences* 110, 309-319.

Ponomarov, Serhiy Y., and Mary C. Holcomb, (2009). "Understanding the concept of supply chain resilience ". *The International Journal of Logistics Management* 20(1), 124 -143.

Pettit, Timothy J., Joseph Fiksel and Keely L. Croxton. (2008). "Ensuring supply chain resilience: Development of a conceptual framework". *Journal of Business Logistics, conditionally accepted*.65-117.

Pettit, T., Fiksel, J., and Croxton, K. (2010). “Ensuring Supply Chain Resilience: Development of a Conceptual Framework.” *Journal of Business Logistics*, 31 (1), pp. 1-21

Pettit, T.J., Croxton, K.L., and Fiksel, J. (2013). “Ensuring Supply Chain Resilience: Development and Implementation of an Assessment Tool”, *Journal of Business Logistics*, 34 (1), pp. 46–76

Pfohl, Hans-Christian, Holger Köhler, and David Thomas, (2010). "State of the art in supply chain risk management research: empirical and conceptual findings and a roadmap for the implementation in practice".*Logistics Research* 2(1), 33-44

Pregenzer A. (2011). Systems resilience: a new analytical framework for nuclear nonproliferation. Albuquerque, NM: Sandia National Laboratories.

Ritchie, Bob, and Clare Brindley (2007). "Supply chain risk management and performance: A guiding framework for future development".*International Journal of Operations & Production Management* 27(3), 303-322.

R. Rajesh, V. Ravi (2015). Modeling enablers of supply chain risk mitigation in electronic supply chains: A Grey–DEMATEL approach, Department of Humanities, Indian Institute of Space Science and Technology, Valiamala P.O., Thiruvananthapuram 695 547, India.

Sawik T. (2013). Selection of resilient supply portfolio under disruption risks. *Omega*, 41, 259–69.

Soni, Umang, Vipul Jain, and Sameer Kumar (2014). "Measuring supply chain resilience using adeterministic modeling approach*".Computers &Industrial Engineering*74, 11-25.

Sheffi, Yossi. (2005). the resilient enterprise: Overcoming vulnerability for competitive advantage. *Cambridge*, MA: MIT Press. 42-65.

Santanu Mandal, (2014),"Supply chain resilience: a state-of-the-art review & research directions", *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, Vol. 5 Iss 4 pp.

Tang, C. (2006). Robust Strategies for Mitigating Supply Chain Disruptions. *International Journal of Logistics*, 9(1), 33–45

Tveiten, Camilla. K., et al. (2012)."Building resilience into emergency management".Safety Science, 50, 1960– 1966. *Supply Chain Management: an International Journal* 16(4): 246–259

Waters, Donald, (2011). "Supply chain risk management: vulnerability and resilience in logistics". *Kogan Page Publishers.*

Wieland, A., & Wallenburg, C.M., (2013). The influence of relational competencies on supply chain resilience: a relational view. *International Journal of Physical Distribution & Logistic Management*, 43(4), 300–320.

Wu, T., Huang S.M., Blackhurst, J., Zhang, X.L. and Wang, S.S (2013), "Supply chain risk management: an agent-based simulation to study the impact of retail stockouts", IEEE *Transactions on Engineering Management*, 60 (4), 676-686,

. Wright, J. (2013). "Taking a Broader View of Supply Chain Resilience*", Supply Chain Management Review*, Volume 17 Issue 2, pp. 26-31

Zsidisin, G.A. and Wagner, S.M (2010), "Do perceptions become reality? The moderating role of supply chain resiliency on disruption occurrence", *Journal of Business Logistics*, 31 (2), 1-20,

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فصلنامه علمی – پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی – سال شانزدهم، شماره ۵۱، زمستان ۹۷
صفحات ۱۴۴-۱۰۷

ارائه یک مدل ریاضی چندهدفه مکان‌یابی، تخصیص و توزیع کالاهای امدادی در شرایط عدم‌قطعیت

پیمان قاسمی،[*] کاوه خلیلی دامغانی،[**] اشکان حافظ الکتب،[***] صدیق رئیسی[****]

تاریخ دریافت:۹۶/٤/۲۵- تاریخ پذیرش:۹۶/۱۱/۲۸

چکیده

در این مقاله، تصمیمات مربوط به فازهای مختلف چرخه مدیریت بحران در قالب یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی یکپارچه با فرض شرایط واقعی بحران مدل‌سازی می‌شود. اهداف، کمینه‌سازی تعداد افراد مجروح خدمت‌دهی نشده و کمینه‌سازی هزینه‌های امدادی در مناطق آسیب دیده هستند. بهینه سازی همزمان مسائل مکانیابی پایگاه‌های امداد، تخصیص منابع، توزیع و ارسال کالاهای امدادی و تخلیه مجروحین(شرایط قبل و بعد از بحران) از جمله نوآوری‌های این پژوهش می‌باشد. از این رو سناریوهایی بر اساس گسل‌های موجود (چهار گسل) در منطقه یک کلان شهر تهران در نظر گرفته شده است. در این پژوهش ابتدا یک مدل برنامه‌ریزی عددصحیح صفر و یک را ارائه می کنیم. برای اعتبارسنجی مدل، در ابعاد کوچک از روش محدودیت اپسیلون در محیط نرم افزاری گمز با حل کننده Cplex حل شده است. برای حل مسئله در ابعاد بزرگ یک مطالعه موردی را با استفاده از داده‌های پایگاه‌های امداد رسان در منطقه یک شهر تهران بررسی می کنیم. مطالعه موردی نیز با استفاده از رویکرد ژنتیک با مرتب سازی نامغلوب مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج تحقیق بیانگر آن است که رویکرد ژنتیک با مرتب سازی نامغلوب با کمترین خطا نسبت به حل دقیق و زمان کمتر قادر حل مدل خواهد بود.

کلید واژه‌ها: مدیریت بحران؛ توزیع و تخصیص؛ مکانیابی تسهیلات؛ نقاط انتقال

[*] دانشجوی دکتری صنایع، دپارتمان مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران

[**] دانشیار دپارتمان مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران
(مسئول مکاتبات)k_khalili@azad.ac.ir

[***] .دانشیار دپارتمان مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران

[****] دانشیار دپارتمان مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران

مقدمه

آمار و اطلاعات موجود نشان می‌دهند که پدیده‌های غیرمترقبه زمینی، اقیانوسی و جوی در حال افزایش هستند و زندگی بشر را در سراسر جهان با خسارات و تلفات مالی و جانی گسترده‌ای مواجه کرده‌اند. همه آمارهای منتشر شده از وقوع بلایای طبیعی و اثرات جانی و مالی آن‌ها، لزوم آمادگی برای مواجهه با بحران و مدیریت پیامدهای ناشی از آن را به ویژه در کشوری پر خطر نظیر ایران نشان می‌دهند. مدیریت بحران یکی از پر اهمیت‌ترین مباحث علمی-کاربردی امروز دنیاست که در چهار فاز اصلی پیش‌گیری، آمادگی، پاسخ‌دهی و بازیابی به مواجه موثر با پیامدهای احتمالی حوادث دارد. با توجه به این که وقوع بحران، همواره اثرات جبران ناپذیری داشته است، مدیریت لجستیک امداد بلایا به عنوان موضوعی قابل توجه در سطح جهان مطرح شده است تا به کمک آن بتوان پیامدهای ناشی از یک بحران را کاهش داد. مکان‌یابی تسهیلات و میزان ذخیره‌سازی کالاهای امدادی از جمله استراتژی‌هایی هستند که در فاز آمادگی پیش از بحران بدان پرداخته می‌شوند، زیرا رابطه مستقیمی با به هنگام بودن خدمات و هزینه‌های فاز پاسخ‌دهی در شبکه لجستیک امداد دارند. عدم توجه به اثر متقابل فازهای مختلف مدیریت بحران بر روی یکدیگر می‌تواند مانع بسیار بزرگی برای واکنش موثر به بحران باشد. در واقع، بهینه‌سازی فعالیت‌های یکایک این فازها، لزوما نمی‌تواند منجر به بهینه بودن کل عملیات امداد شود و بعضا ممکن است به تصمیمات غیر عملی در شرایط بحران بیانجامد. بدین ترتیب، یکپارچه‌سازی فازهای مدیریت بحران از عواملی است که تاکنون کمتر مورد توجه پژوهشگران بوده است و ضرورت دارد که در مسائل بهینه سازی شبکه لجستیک امداد بلایا در نظر گرفته شود. از این رو بنا بر اهمیت روز افزون مساله مدیریت بحران در دنیای کنونی، این جا ما به مدل سازی تصمیمات مربوط به فازهای مختلف چرخه مدیریت بحران در قالب مدل‌های ریاضی یکپارچه با فرض شرایط واقعی بحران می‌پردازیم. با توجه به سطح بالای خطرپذیری منطقه یک شهر تهران در برابر زلزله، داده‌های پایگاه‌های امدادرسان در این منطقه را برای اعتبار سنجی شبکه لجستیک امداد پیشنهادی به کار می‌گیریم. ترتیب بقیه مطالب ارائه شده بدین قرار است: در بخش دوم،

مروری بر ادبیات موضوع خواهیم داشت. در بخش سوم، مسأله ارائه شده را تشریح و با استفاده از عددصحیح صفر و یک مدل‌سازی می‌کنیم. در بخش چهارم مزایای مدیریتی مدل پیشنهادی ارائه شده است. در بخش پنجم روش حل و بخش ششم مطالعه موردی و نتایج محاسباتی تشریح شده است. در بخش آخر نتایج به دست آمده را ارائه خواهیم کرد.

مروری بر ادبیات موضوع

محمدی و همکاران (۲۰۱۷) یک مدل دو سطحی را برای مکانیابی نقاط انتقال و مراکز توزیع کالاهای امدادی در شرایط زلزله توسعه دادند. در سطح اول مکانیابی تسهیلات امدادی و تعیین مکان نقاط انتقال انجام شده و در سطح دوم مسیریابی برای انتقال مصدومان و اجساد به نقاط از پیش تعیین شده انجام می‌شود. همچنین سه سناریو با توجه به شرایط گسل‌های شهر تهران (گسل مشا، گسل ری و گسل شمال) با احتمالات ۰,۳۵، ۰,۳۰ و ۰,۳۵ در نظر گرفته شده است. در نهایت این مدل با توجه چند هدفه بودن، با استفاده از روش محدودیت اپسیلون و نرم افزار گمز حل شده است. نتایج تحقیق بیانگر انتخاب ۱۰ نقطه برای تاسیس نقاط انتقال در کنار بزرگراه‌ها می‌باشد. زهیری و همکاران (۲۰۱۷) یک مدل چند سطحی و تحت عدم قطعیت را جهت برنامه ریزی مراکز توزیع کالاهای امدادی توسعه دادند. عدم قطعیت در نظر گرفته شده در پارامترهایی مانند تقاضا و ظرفیت تاسیسات بوده که بصورت فازی مثلثی در نظر گرفته شده است. از جمله متغیرهای در نظر گرفته شده در این پژوهش می‌توان سطح موجودی هر انبار، مقدار جریان کالا از تامین کننده به هر انبار و از هر انبار به محل آسیب دیده نام برد. از جمله نتایج این پژوهش شامل موارد زیر باشد: ۱- ظرفیت تامین کنندگان و انبارها با هزینه کل رابطه معکوس دارد و افزایش ظرفیت انبارها و تامین کنندگان موجب کاهش هزینه‌ها در این مدل می‌شود ۲- هزینه‌های جریمه برای تقاضای ارضا نشده نقش بسیار زیادی در عملکرد سیستم ایفا می‌کند. افزایش این جریمه‌ها موجب خواهد شد تمامی نقاط تقاضا پوشش داده شود. صالحی و همکاران (۲۰۱۷) یک مدل چند دوره ای و احتمالی را برای طراحی شبکه پخش خون بعد از وقوع زلزله ارائه نمودند. تقاضا نیز برای انواع مشتقات

خون از جمله پلاسما و پلاکت احتمالی در نظر گرفته شده است. زنجیره تامین خون در نظر گرفته در این پژوهش سه سطحی بوده و شامل: ۱-اهدا کنندگان۲- مراکز جمع آوری خون و ۳- پایگاه انتقال خون می‌باشد. مدل پیشنهاد شده در دو سطح قبل و بعد از زلزله و برای شهر تهران ارائه شده است. در سطح اول تعداد تسهیلات موقت جمع آوری خون تعیین می گردد و در سطح دوم سناریوهای بعد از وقوع زلزله از جمله پخش فرآورده‌های خونی انجام می‌شود. در نهایت صحت عملکرد مدل با شبیه سازی مونت کارلو مورد بررسی قرار گرفته است. ماهوتچی و همکاران(۲۰۱۷) یک مدل دوسطحی احتمالی را جهت مدیریت بحران قبل و بعد از وقوع زلزله ارائه نمودند. در سطح اول این مدل مکانیابی ایستگاه‌های امدادرسانی و در سطح دوم تخصیص این ایستگاه‌ها به نقاط بحران زده انجام شده است. از جمله متغیرهای تصمیم این پژوهش را می‌توان مقدار کالای ذخیره شده و مقدار کمبود در هر مرکز نام برد. صحت مدل پیشنهادی که بصورت چند کالایی و چند دوره ای بوده، بر روی زلزله احتمالی شهر تهران آزمایش شده است. ذکایی و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهش خود یک زنجیره تامین سه سطحی شامل تامین کنندگان، مراکز توزیع امداد و محل‌های آسیب دیده را در نظر گرفتند. اهداف این پژوهش افزایش سطح رضایت آسیب دیدگان و کاهش هزینه‌ها بوده و برای این منظور جریمه‌هایی در صورت کمبود کالا در نظر گرفته شده است. مدل ارائه شده که دارای عدم قطعیت در پارامترهایی همچون تقاضا و هزینه بوده توسط بهینه سازی استوار حل شده است. مطالعه موردی انجام شده در این پژوهش منطقه البرز می‌باشد که مستعد وقوع زلزله و حوادث طبیعی دیگر است. داگلاس و همکاران(۲۰۱۶) یک مدل دو سطحی را برای توزیع موجودی در زنجیره تامین امداد بحران ارائه دادند. در نظر گرفتن ریسک مکانیابی از جمله نوآوری‌های آن‌ها بوده است. در این پژوهش، وسایل حمل‌ونقل به صورت ناهمگن و با ظرفیت‌های متفاوت در نظر گرفته شده اند. آن‌ها برای نشان دادن کارایی مدل به بررسی یک مطالعه موردی در کشور برزیل پرداختند. مطالعه موردی ارائه شده با یک الگوریتم ابتکاری حل شده است. کاودور و همکاران(۲۰۱۶) یک مدل دو سطحی را برای تخصیص کالاهای امدادی در شرایط زلزله به مناطق آسیب دیده توسعه داده اند. هدف این پژوهش کاهش

مسافت پیموده و همچنین کمینه کردن تقاضای پاسخ نداده شده می‌باشد. برای نیل به این هدف سناریوهایی بر روی زمان وقوع حادثه و شرایط محیطی از جمله وجود ترافیک و... تعریف شده است. از جمله نوآوری‌های این پژوهش در نظر گرفتن تعادل بین عرضه و تقاضا، سطح سرویس و در نظر گرفتن بهره وری عملیات تولید می‌باشد. در نهایت مدل ارائه شده بر روی زلزله احتمالی کشور ترکیه مطالعه موردی شده است. سو و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از مدلسازی ریاضی و سیستم الکترونیک برای کسب اطلاعات جغرافیایی به مکانیابی پناهگاهایی برای مصدومین بعد از وقوع زلزله پرداختند. مدل ارائه شده از نوع P- میانه و دارای اهدافی چون بیشینه کردن سطح پوشش و کمینه کردن فاصله تا پناهگاه می‌باشد. الگوریتم ارائه شده شامل سه گام می‌باشد: ۱- انتخاب پناهگاه‌های کاندید۲- تجزیه و تحلیل میزان پوشش هر پناهگاه ۳- انتخاب مکان قطعی پناهگاه. نتایج حاصل از اجرای نتایج مدل برای شهر یانگژو[1] بیانگر صحت و دقت مدل ارائه شده می‌باشد. فریدونی و شهانقی (۲۰۱۶) یک مدل چند دوره ای برای مسئله مکانیابی و تخصیص در حالت لجستیک بشردوستانه را مطرح نمودند. مدل ارائه شده برای مدیریت در فاز پاسخگویی در سوانح طبیعی می‌باشد. در سطح اول این مسئله مکان و زیر ساخت‌های امداد بحران مشخص شده و در سطح دوم میزان کالای امدادی حمل شده به بیمارستان‌ها و منطق آسیب دیده مشخص می‌گردد. هدف مدل پیشنهادی که از نوع مبتنی بر سناریو بوده شامل کاهش هزینه‌های امدادرسانی می‌باشد. این مسئله با استفاده از بهینه سازی استوار حل شده است. محمدی و همکاران (۲۰۱۶) یک مدل سه هدفه و احتمالی را برای توزیع کالاهای امدادی در شرایط زلزله توسعه دادند. مکانیابی تسهیلات امدادی، تعیین مقدار بهینه موجودی و مقدار بهینه جریان کالاها از جمله کارکردهای این مدل می‌باشد. در این پژوهش سناریوهای گوناگونی با توجه به هزینه‌ها و زمان رخداد زلزله تعریف شده است. اهداف در نظر گرفته شده شامل بیشینه کردن سطح تحت پوشش، بیشینه کردن عدالت در توزیع کالا و کمینه کردن هزینه‌های کل می‌باشد. مدل ارائه شده که شامل یک مطالعه مورد در شهر تهران می‌باشد، توسط الگوریتم فراابتکاری

1 Yangzhou

اجتماع ذرات حل شده است. چن و همکاران(۲۰۱۶) یک مدل برنامه ریزی عدد صحیح را جهت مکانیابی تسهیلات موقت بعد از وقوع بحران ارائه دادند. توجه به زیر ساخت‌های حمل و نقل و خرابی راه‌ها در اثر بحران از جمله نوآوری‌های این پژوهش می‌باشد. از جمله مهمترین اهداف این پژوهش کاهش مسافت بین تسهیلات موقت و مناطق آسیب دیده و در نهایت کاهش هزینه‌های امداد رسانی می‌باشد. برای حل مدل ارائه شده از رویکرد ابتکاری متشکل از آزاد سازی لاگرانژ و الگوریتم کوتاهترین مسیر استفاده شده است. چو و همکاران(۲۰۱۵) یک مدل غیرخطی عددصحیح را جهت تخصیص مراکز امداد به مناطق آسیب دیده پس از وقوع زلزله ارائه دادند. برای حل مدل مذکور از زنجیره احتمالی مارکوف استفاده شده است. هدف اصلی این پژوهش بیشینه نمودن افراد مجروح و مصدوم خدمت رسانی شده و تحت پوشش می‌باشد. مدل پیشنهادی بر روی داده‌های واقعی زلزله چین که در سال ۲۰۰۸ اتفاق افتاده آزمایش شده است. نتایج بیانگر بهبود شرایط ۲۰ درصدی هزینه‌های امدادرسانی در صورت اجرای مدل پیشنهادی می‌باشد. ابوناصر و همکاران(۲۰۱۴) یک مدل سه هدفه را جهت مدیریت بحران در فاز پاسخگویی ارائه نمودند. کمینه ساختن زمان رسیدن کالاهای امدادی به دست مجروحین، کمینه ساختن تعداد امدادرسان‌های مورد نیاز برای تاسیس یک مرکز توزیع و کمینه ساختن تقاضای برآورده نشده از جمله اهداف این پژوهش بشمار می‌رود. برای حل مورد ارائه شده از روش محدودیت اپسیلون استفاده شده است. نتایج بدست آمده بیانگر همگرایی مناسب نقاط پارتو و در نتیجه عملکرد موثر مدل ارائه شده می‌باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول۱- مروری بر ادبیات موضوع

ردیف		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱
مولف		محمدی و همکاران (۲۰۱۷)	زهیری و همکاران (۲۰۱۷)	صالحی و همکاران (۲۰۱۷)	ماموتجی و همکاران(۲۰۱۷)	ذکایی و همکاران (۲۰۱۶)	داکلدس و همکاران(۲۰۱۶)	کاردوزو و همکاران(۲۰۱۶)	سرو و همکاران (۲۰۱۶)	فرید‌نی و شهاقی (۲۰۱۶)	محمدی و همکاران (۲۰۱۶)	چن و همکاران(۲۰۱۶)	چرو و همکاران(۲۰۱۵)	ابوناصر و همکاران(۲۰۱۴)	لو و شئو (۲۰۱۳)	وحدانی (۱۳۹۵)	بزرگی امیری و همکاران (۱۳۹۵)	بزرگی امیری و فتاحی (۱۳۹۴)	آراسته و همکاران (۱۳۹۴)	عشقی و نجفی (۱۳۹۱)	علی نژاد و همکاران (۱۳۹۱)	پژوهش حاضر
فاز مورد بررسی	پیشگیری				*					*											*	*
	آمادگی	*						*	*		*				*				*			*
	پاسخگویی	*		*	*	*	*	*		*		*		*	*	*	*	*	*	*		*
	بازیابی		*										*									
سطوح برنامه ریزی	راهبردی				*		*		*						*	*					*	*
	تاکتیکی					*							*									*
	عملیاتی	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*		*
پارامتر ها	قطعی									*										*		
	بازه ای							*	*						*							
	فازی		*													*		*				
	احتمالی			*	*	*						*	*	*			*		*			*
	سناریویی	*	*		*		*			*	*										*	*
عدم قطعیت	تقاضا	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*		*		*		*	*
	عرضه	*							*													*
	مسیر											*										*
	زمان												*	*	*							
	مکان						*		*	*	*	*		*		*			*			*
	هزینه					*										*		*			*	*
تاوگان	تک وسیله ای	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*		*	
	چندوسیله ای						*											*		*		*
کالای امدادی	تک کالایی	*		*					*			*	*		*			*	*		*	
	چند کالایی		*		*	*	*	*		*	*			*		*	*			*		*
نوع تحقیق	تصادفی تولید شده						*							*		*				*		
	مثال واقعی	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*		*		*	*	*			*
تعداد توابع هدف	تک هدفه				*		*	*		*			*				*		*		*	
	چند هدفه	*	*	*		*			*		*	*		*	*	*		*		*		*
نوع هدف	حداقل کردن هزینه	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*		*
	بشردوستانه	*		*		*	*		*		*	*				*		*	*			*
روش حل	دقیق	*	*	*	*	*		*		*				*		*	*	*	*	*		*
	الگوریتم ابتکاری						*		*			*	*		*							
	الگوریتم ها فراابتکاری										*											*

لو و شئو (۲۰۱۳)، یک مدل مکانیابی مرکز را برای استقرار مراکز توزیع امداد ارائه نمودند. در این مدل، زمان سفر بین مناطق آسیب دیده و مراکز توزیع به صورت غیر قطعی در نظر گرفته شده و با استفاده از بازه‌های ثابت به جای توزیع‌های احتمال بیان می شود. در مدل ارائه شده، هدف حداقل نمودن حداکثر زمان سفر میان مراکز توزیع و مناطق حادثه دیده است. برای حل نیز، یک الگوریتم ابتکاری ارائه شده و در مطالعه موردی به کار گرفته شده است. وحدانی (۱۳۹۵) یک مدل برنامه ریزی مختلط عدد صحیح چند هدفه به منظور مکانیابی و کنترل موجودی در یک شبکه خدمات درمانی با در نظر گرفتن اثر ریسک مکانیابی ارائه نموده است. همچنین به منظور مواجه با عدم قطعیت موجود در سایر پارامترهای مدل نظیر هزینه‌های حمل و نقل، بازگشایی، منابع در دسترس و غیره از روش بهینه سازی استوار استفاده گردید. به علاوه از آنجایی که مدل به صورت دو هدفه می‌باشد از یک رویکرد فازی به منظور حل مدل استفاده شد. یکی از مزیت‌های مدل ارائه شده نسبت به تحقیقات موجود در ادبیات لحاظ نمودن سیستم کنترل موجودی می‌باشد. چرا که این امر باعث می‌گردد مدیران بتوانند در این شرایط در صورت افزایش سطح تقاضا برخورد مناسبتری جهت برآورده نمودن آن‌ها داشته باشند. بزرگی امیری و همکاران (۱۳۹۵) یک مدل ریاضی خطی عدد صحیح مختلط برای مکانیابی نقاط انتقال و پناهگاه‌ها با در نظر گرفتن محدودیت ظرفیت برای تسهیلات ارائه نمودند. هدف این مدل کمینه سازی کل زمان تخلیه افراد و توزیع اقلام امدادی در منطقه چهار تهران می‌باشد. نوآوری این مقاله تخلیه و انتقال هم زمان مجروحان به مراکز درمانی و افراد سالم به پناهگاه‌ها است. همچنین جهت رسیدگی و رفع احتیاجات اولیه ی افراد سالم، انبارهایی در نظر گرفته شده تا بتوانند کالاهای مورد نیاز آن‌ها را نظیر آب، غذا، پتو و... تأمین کنند. بزرگی امیری و فتاحی (۱۳۹۴) یک مدل برنامه ریزی ریاضی فازی چند هدفه برای توزیع اقلام امدادی و تخلیه مصدومین ارائه دادند. همچنین آن‌ها مکانیابی مراکز توزیع امداد، مکانیابی مراکز درمانی و تخصیص این مراکز به نواحی آسیب دیده در زمان بحران را نیز مورد بررسی قرار دادند. به علاوه مدل پیشنهادی قادر است تعداد وسایل مورد نیاز برای انتقال کالا از نقاط تامین به مراکز توزیع و از مراکز توزیع به نقاط

آسیب دیده را به همراه نوع آن مشخص کند. مدل شامل دو هدف کلی بوده است: ۱- کمینه سازی مجموع هزینه‌های لجستیکی(شامل هزینه راه اندازی، حمل و نقل و هزینه کمبود اقلام امدادی) ۲- بیشینه سازی تعداد مجروحین منتقل شده. در نهایت مطالعه موردی انجام شده بیانگر صحت عملکرد مدل ارائه شده می‌باشد. آراسته و همکاران (۱۳۹۴) یک مدل برنامه ریزی عدد صحیح مختلط را برای مساله ی مکانیابی چند تسهیلی با فرض محدودیت در ظرفیت تسهیلات ارائه کرده اند. هدف مدل کمینه سازی زمان کل ارسال مصدومین در زنجیره امداد و جریمه برای عدم ارسال تقاضای برآورده نشده می‌باشد. قابلیت انتقال هر مشتری بطور مستقیم و یا با استفاده از نقاط انتقال به تسهیل در مدل در نظر گرفته شده است. برای نشان دادن کارایی مدل پیشنهادی مطالعه موردی از منطقه ۴ شهر تهران اجرا شده است و با روش شاخه و کران حل شده است. عشقی و نجفی(۱۳۹۱) یک مدل چند کالایی و چند دوره ای را در فاز پاسخ به زلزله جهت مدیریت بحران ارائه نمودند. به همین منظور برای تابع هدف مدل توسعه یافته در این تحقیق، حداقل سازی مجموع نیازهای برآورده نشده کالا و مصدومان رسیدگی نشده انتخاب شده است. در این پژوهش فرض شده است که دو نوع کالا و چهار نوع مصدوم وجود دارد. بطوریکه مصدومان نوع یک و چهار به ترتیب مصدومان سطحی و فوتی بوده و در نتیجه نیازمند حمل به بیمارستان نیستند. مدل ارائه شده با استفاده از نرم افزار گمز حل شده است و نتایج بیانگر صحت عملکرد مدل می‌باشد. علی نژاد و همکاران (۱۳۹۱) یک مدل بهینه سازی برای مسئله مکانیابی تسهیلات و طراحی شبکه تحت حالت استوار را ارائه دادند. مدل مذکور هزینه‌های مورد انتظار احداث تسهیلات، احداث خطوط ارتباطی را به گونه ای کمینه می‌نماید که جواب به دست آمده استوار باشد. از مهمترین اهداف این پژوهش کاهش هزینه‌های نگهداری حمل ونقل و احداث، کمینه کردن ارزش انتظاری هزینه هر سناریو و تعیین بهترین شبکه برای حمل و نقل کالاها می‌باشد. مدل ارائه شده بر روی ۱۰ نمونه تصادفی تولید شده، آزمایش شده و تجزیه و تحلیل‌های محاسباتی مختلفی صورت گرفته و تأثیر پارامترهای مدل بر رفتار و پیچیدگی مدل مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفته است. نتایج بیانگر صحت عملکرد مدل پیشنهادی می‌باشد.

با توجه به مرور وتحلیل ادبیات و جدول ۱ می توان گفت که در نظر گرفتن مسائل یکپارچه در شبکه لجستیک امداد به گونه ای که بتوانند تمامی فازهای مدیریت بحران را در نظر گرفته و تصمیمات مختلف از جمله تخصیص، تخلیه، توزیع و انتقال مجروحین را به طور همزمان بهینه سازی نمایند، یکی از مهم ترین مواردی است که باید به آن پرداخته شود. همچنین عدم توجه به بحث احتمال تخریب مسیرها در اکثر پژوهش‌ها و عدم توجه به عدم قطعیت در عرضه و هزینه‌ها بصورت سناریویی را می‌توان به عنوان یکی دیگر از شکاف تحقیقاتی این پژوهش در نظر گرفت.

بیان مساله

در شرایطی که زلزله بزرگی رخ دهد، در ابتدا باید پرسنل امداد شامل پزشکان، پرستاران، امدادگران و ... از بیمارستان‌ها و مراکز هلال احمر به مناطق حادثه دیده اعزام شوند تا عملیات امداد و نجات انجام گیرد. بعد از این که افراد زلزله‌زده سالم و مجروحین سرپایی به پناهگاه‌ها منتقل شدند، کالاهای امدادی مانند: غذا، آب آشامیدنی، دارو و ... باید در دوره‌های مختلف از مراکز توزیع از پیش تعیین شده به پناهگاه‌ها حمل شده تا نیاز افراد را برآورده کند. هزینه ثابت و متغیر تاسیس ایستگاه‌ها و پناهگاه‌ها نیز در هر سناریو مشخص و ثابت است. هدف این مطالعه، توسعه مدلی جهت مدیریت زنجیره امداد بحران است که شامل تصمیمات فازهای آمادگی و پاسخ‌گویی می‌باشد. در سطح آمادگی که قبل از وقوع بحران صورت می‌گیرد، مکانیابی پایگاه‌های توزیع و نقاط انتقال صورت گرفته و در سطح پاسخگویی که پس از وقوع بحران صورت می‌گیرد، چگونگی ارسال کالا، تجهیزات و پرسنل امدادرسان به محل بحران زده صورت خواهد گرفت. در این مقاله تخصیص، مکانیابی تسهیلات و تصمیمات مربوط به موقعیت موجودی در زنجیره امداد مورد توجه قرار خواهد گرفت. تصمیمات مکان‌یابی تسهیلات بر روی عملکرد فعالیت‌های امداد تاثیرگذار می‌باشد چرا که تعداد و مکان مراکز توزیع و مقدار کالاهای امدادی که در هر مرکز ذخیره می‌شود بطور مستقیم بر روی زمان پاسخ و هزینه‌هایی که در طول زنجیره امداد اتفاق می‌افتد، تاثیر دارد. تصمیمات

تخصیص و موجودی که مساله مورد بررسی در این تحقیق می باشد متاثر از عوامل متعددی می‌باشد که تلفیق آن‌ها در قالب روشی واحد را مشکل می‌سازد. از طرفی اهمیت استراتژیک بحث امداد و نجات در زمان بحران از جنبه‌های مختلف اجتماعی-اقتصادی نشان‌دهنده ضرورت توجه به این مساله است. بنابراین نوآوری‌های مسئله مورد بررسی به شرح زیر می‌باشد:

۱-طراحی زنجیره امداد چهارسطحی یکپارچه شامل تأمین کنندگان، توزیع کنندگان، مناطق آسیب دیده و انواع مراکز درمانی با هدف حداقل نمودن تقاضاهای پوشش دهی نشده و مجموع هزینه‌ها در زنجیره

۲-در نظر گرفتن همزمان تصمیمات استراتژیکی و عملیاتی مربوط به فازهای آمادگی و پاسخگویی به بحران

۳-بهینه سازی همزمان مسائل مکان یابی تسهیلات، تخصیص منابع، توزیع و ارسال امداد و تخلیه مجروحین با فرض عدم قطعیت تقاضا، هزینه‌ها و دسترس پذیری تسهیلات و مسیرهای ارتباطی

۴-بهینه سازی مسائل توزیع کالا و تخلیه مجروحین با استفاده از تعیین مسیرهای بهینه در شبکه معابر منطقه با کمک نقشه راه‌های موجود، به گونه ای که احتمال حذف برخی از مسیرها به دلیل پیشروی آوار حین وقوع بحران را در نظر گرفته است

۵-استفاده از داده‌ها و نتایج تخمین خسارت وقوع زلزله در منطقه یک شهر تهران به منظور اعتبارسنجی مدل‌ها در شرایط واقعی و حل مدل در ابعاد بزرگ توسط روش حل فراابتکاری

شکل ۱ ساختار زنجیره امداد بحران پیشنهادی را نشان می‌دهد:

پرتال جامع علوم انسانی

تامین کنندگان کالاهای امدادی: وظیفه تخصیص منابع بر عهده پایگاه های تامین کننده می باشد.	مراکز توزیع: مکانیابی مراکز توزیع بهمراه تعیین میزان موجودی کالاهای امدادی در این مراکز انجام می شود.	مناطق بحران زده: عملیات تخلیه مجروحین و توزیع اقلام امدادی در این مکان انجام می شود.	پایگاه انتقال: مکانیابی نقاط انتقال در این پژوهش انجام می گردد.	مراکز درمانی: مجروحین وخیم به مراکز درمانی انتقال می یابند

شکل۱- ساختار پیشنهادی برای زنجیره امداد بحران

مفروضات مساله

- تعداد و مکان تامین کنندگان، مراکز درمانی و مناطق آسیب دیده ثابت و مشخص هستند.
- مکان‌های بالقوه برای تاسیس و مراکز توزیع امداد و مراکزدرمانی مشخص هستند.
- هر مرکز توزیع قادر است تنها به ناحیه‌ای که در آن واقع شده است خدمت دهی کند.
- ناوگان حمل و نقل یکنواخت نیست و انوع مختلفی از وسایل نقلیه را در بر می گیرد.
- ظرفیت وسایل نقلیه محدود است.
- مسئله چند کالایی بوده و کالاهای امدادی متفاوت با اولویت وزنی و حجمی مشخص در نظر گرفته شده است.
- عدم قطعیت در نظر گرفته شده بر پایه سناریو می‌باشد. سناریوها نیز بر اساس شدت وقوع زلزله و بالطبع نوع گسلی در آن اتفاق می‌افتد متفاوت می‌باشد.(در این پژوهش چهار گسل آهار، گسل شمال تهران، گسل مشا و گسل ری مورد بررسی قرار گرفته است).

مجموعه‌ها/ شناساگرها

مجموعه کالاهای امدادی	$G = \{1, \dots, \bar{g}\}$
مجموعه گره‌های موجود در شبکه	$P = \{1, \dots, \bar{p}\}$
مجموعه مناطق آسیب دیده	$R = \{1, \dots, \bar{r}\}$
مجموعه اندازه مراکز توزیع امداد	$L = \{1, \dots, \bar{l}\}$
مجموعه وسایل نقلیه	$V = \{1, \dots, \bar{v}\}$
مجموعه کمان‌های موجود در شبکه	$A = \{1, \dots, \bar{a}\}$
مجموعه افراد مجروح	$B = \{1, \dots, \bar{b}\}$
مجموعه عرضه کنندگان	$I = \{1, \dots, \bar{\imath}\}$
مجموعه نقاط کاندید برای تاسیس مراکز توزیع امداد	$J = \{1, \dots, \bar{\jmath}\}$
مجموعه نقاط کاندید برای تاسیس مراکز درمانی موقت	$M = \{1, \dots, \bar{m}\}$
مجموعه مراکز درمانی	$H = \{1, \dots, \bar{h}\}$
مجموعه سناریوهای ممکن	$S = \{1, \dots, \bar{s}\}$

پارامترها

تعداد وسایل نقلیه در دسترس نوع v در سناریوی s	nv_{vs}
تعداد افراد آسیب دیده نوع b در گره آسیب دیده $o \in R$ در سناریوی s	np_{obs}
مقدار تقاضای کالای نوع g در گره آسیب دیده $o \in R$ در سناریوی s	nd_{ogs}
تعداد تخت‌های موجود در گره $o \in H$ برای مجروحین نوع b	nb_{bo}
مقدار کالای نوع g که می‌تواند از گره تامین کننده $o \in I$ تامین شود	cps_{og}
اولویت برآوردن تقاضای کالای g	wl_g

wp_b	اولویت امداد رسانی به فرد مجروح نوع b
cp_l	ظرفیت مراکز توزیع با اندازه l (متر مکعب)
cpm_b	ظرفیت مرکز درمانی موقت برای افراد مجروح نوع b
cpv_v	ظرفیت حجمی وسیله نقلیه v برای حمل کالاها (متر مکعب)
cpw_v	ظرفیت وسیله نقلیه v برای حمل کالاها (کیلو گرم)
cpl_v	ظرفیت وسیله نقلیه vبرای حمل مجروحین
N	تعداد مراکز درمانی موقتی که تاسیس می‌شوند
v_g	حجم هر واحد کالای g (متر مکعب)
wd_g	وزن هر واحد کالای g (کیلوگرم)
ρ_{os}	درصد دسترس‌پذیری تسهیلات شامل: تامین کنندگان، توزیع کنندگان و مراکز درمانی واقع در گره o در سناریوی s
q_{bv}	اگر وسیله نقلیه v قادر به حمل کالای b باشد برابر با یک، و در غیر این صورت برابر با صفر
k_{opvs}	اگر وسیله نقلیه v بتواند محور o به p را در سناریوی s طی کند برابر با یک، و در غیر این صورت برابر با صفر
f_{ops}	اگر تسهیل واقع در مکان $o \in J$ قادر به خدمت‌دهی به تسهیل واقع در $p \in R$ در سناریوی s باشد برابر با یک، و در غیر این صورت برابر با صفر
os_{gv}	اگر وسیله نقلیه v قادر به حمل کالای g باشد برابر با یک، و در غیر این صورت برابر با صفر
C_{ol}	هزینه تاسیس مرکز توزیع با اندازه l در گره $o \in J$
CZ_{os}	هزینه تاسیس مرکز درمانی موقت در سناریوی s در مکان $o \in M$
CV_{opvs}	هزینه متغیر وسیله نقلیه نوع v که مسیر o به p را در سناریوی s طی می‌کند
CY_{opgvs}	هزینه حمل کالای نوع g انتقال یافته از گره o به گره p توسط وسیله نقلیه v در سناریوی s
CX_{opbvs}	هزینه حمل افراد مجروح نوع b انتقال یافته از گره $o \in R$ به گره $p \in H$ توسط وسیله نقلیه v در سناریوی s

متغیرها

Afy_{ogs}	مقدار کمبود کالای g در گره آسیب دیده $o \in R$ در سناریوی s
Afx_{obs}	تعداد افراد مجروح نوع b در گره آسیب دیده $o \in R$ در سناریوی s که هنوز خدمت رسانی نشده‌اند
Inj^{s}_{opb}	تعداد افراد مجروح نوع b انتقال یافته از گره $o \in R$ به گره $p \in M$ در سناریوی s
Veh^{s}_{opv}	تعداد وسایل نقلیه نوع v که مسیر o به p را در سناریوی s طی می‌کنند
sd_{opg}	مقدار کالای g که پیش از بحران از گره عرضه o تامین و در مرکز توزیع p ذخیره می‌شود
Z_{ol}	اگر مرکز توزیع با اندازه l در گره $o \in J$ احداث شود، برابر با یک، و در غیر این صورت برابر با صفر
ZZ_{os}	اگر در سناریوی s در مکان $o \in M$ مرکز درمانی موقت احداث شود، برابر با یک، و در غیر این صورت برابر با صفر
Y^{v}_{opgs}	مقدار کالای نوع g انتقال یافته از گره o به گره p توسط وسیله نقلیه v در سناریوی s
X^{v}_{opbs}	تعداد افراد مجروح نوع b انتقال یافته از گره $o \in R$ به گره $p \in H$ توسط وسیله نقلیه v در سناریوی s

مدل ریاضی

مدل ریاضی با دو تابع هدف و محدودیت‌های مربوطه به قرار زیر مطرح می‌شود:

$$MinZ_1 = \sum_{o\in R}\sum_{g\in G}\sum_{s\in S} wl_g\, Afy_{ogs} \qquad (1)$$

$$MinZ_2 = \sum_{o\epsilon R}\sum_{b\epsilon B}\sum_{v\epsilon V}\sum_{p\epsilon R}\sum_{l\epsilon L}\sum_{s\epsilon S} Z_{ol}.C_{ol} + ZZ_{os}.CZ_{os} + Veh^{s}_{opv}.CV_{opvs} + Y^{v}_{opgs}.CY_{opgvs} + X^{v}_{opbs}.CX_{opbvs} \quad (۲)$$

s.t.

$$\sum_{p\epsilon H}\sum_{v} X^{v}_{opgs} + Afx_{obs} = np_{obs}, \quad \forall\, o\epsilon R, b\epsilon B, s\epsilon S \quad (۳)$$

$$\sum_{o\epsilon I}\sum_{v} Y^{v}_{opgs} f_{pos} + Afy_{ogs} \geq nd_{ogs}, \quad \forall\, o\epsilon R, g\epsilon G, s\epsilon S \quad (۴)$$

$$\sum_{o\epsilon I} \rho_{os} sd_{opg} + \sum_{o\epsilon I}\sum_{v} Y^{v}_{opgs} - \sum_{o\epsilon R} f_{ops} \sum_{v} X^{v}_{pogs} \geq 0, \quad \forall\, p\epsilon J, g\epsilon G, s\epsilon S \quad (۵)$$

$$\sum_{o\epsilon P}\sum_{p\epsilon P} X^{v}_{opbs} \leq M.q_{bv}, \quad \forall\, b\epsilon B, v\epsilon V, s\epsilon S \quad (۶)$$

$$\sum_{o\epsilon P}\sum_{p\epsilon P} Y^{v}_{opgs} \leq M.os_{gv}, \quad \forall\, g\epsilon G, v\epsilon V, s\epsilon S \quad (۷)$$

$$\sum_{o\epsilon P} Y^{v}_{opgs} \leq M.\sum_{l} Z_{ol}, \quad \forall\, p\epsilon J, g\epsilon G, s\epsilon S \quad (۸)$$

$$\sum_{b\epsilon B}\sum_{o\epsilon R} Inj^{s}_{opb} \leq M.ZZ_{pt}, \quad \forall\, p\epsilon M, s\epsilon S \quad (۹)$$

$$\sum_{l} Z_{ol} \leq 1, \quad \forall\, o\epsilon J \quad (۱۰)$$

$$\sum_{o\epsilon M} ZZ_{os} \leq p, \quad \forall\, s\epsilon S \quad (۱۱)$$

$$\sum_{o\epsilon P}\sum_{p\epsilon P} v_g\, sd_{opg} \leq \sum_{l} cp_l\, Z_{pl}, \quad \forall\, p\epsilon J, g\epsilon G \quad (۱۲)$$

$$\sum_{p\epsilon J} sd_{opg} \leq cps_{og}, \quad \forall\, o\epsilon I, g\epsilon G \quad (۱۳)$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

$$\sum_{v\epsilon V}\sum_{p\in J} Y^{v}_{opgs} \le \rho_{os} cps_{og}, \qquad \forall\, g\epsilon G, o\epsilon I, s\epsilon S \qquad (۱۴)$$

$$\sum_{o\epsilon P}\sum_{p\in P} Veh^{s}_{opv} \le nv_{vs}, \qquad \forall\, v\epsilon V, s\epsilon S \qquad (۱۵)$$

$$\sum_{p\in P} Veh^{s}_{opv} \le M.K_{opvs}, \qquad \forall\, p\epsilon P, v\epsilon V, s\epsilon S, o \in P \qquad (۱۶)$$

$$\sum_{g} v_g Y^{v}_{opgs} \le cpv_v.Veh^{s}_{opv}, \qquad \forall\, p\epsilon P, v\epsilon V, s\epsilon S, o \in P \qquad (۱۷)$$

$$\sum_{g} wd_g Y^{v}_{opgs} \le cpw_v Veh^{s}_{opv}, \qquad \forall\, p\epsilon P, v\epsilon V, s\epsilon S, o \in P \qquad (۱۸)$$

$$\sum_{b} X^{v}_{opbs} \le cpl_v Veh^{s}_{opv}, \qquad \forall\, p\epsilon P, v\epsilon V, s\epsilon S, o \in P \qquad (۱۹)$$

$$\sum_{o\epsilon R}\sum_{v} X^{v}_{opbs} \le \rho_{ps} nb_{bp}, \qquad \forall\, p\epsilon H, b\epsilon B, s\epsilon S \qquad (۲۰)$$

$$\sum_{o\epsilon R} Inj^{s}_{opb} \le cpm_b ZZ_{pt}, \qquad \forall\, p\epsilon M, b\epsilon B, s\epsilon S \qquad (۲۱)$$

$$Afy_{ogs}, Afx_{obs}, sd_{opc} \ge 0, Veh^{s}_{opv} \ge 0 \; and \; integer, \quad Y^{v}_{opgs}, x^{v}_{opbs}, Inj^{s}_{opb} \ge 0 \qquad \forall\, b\epsilon B, s\epsilon S, o \in P, g \in G, p \in P \qquad (۲۲)$$

$$Z_{ol}, ZZ_{os} \in \{0,1\}, \qquad \forall\, l\epsilon L, s\epsilon S, o \in P \qquad (۲۳)$$

تابع هدف اول کمینه‌سازی کمبود کالاهای امدادی در مناطق بحران زده با توجه به اولویت هر یک از کالاها می‌باشد. تابع هدف دوم کمینه‌سازی هزینه‌های امدادرسانی می‌باشد. این هزینه‌ها شامل هزینه‌های تاسیس مراکز توزیع و مراکز درمانی موقت، هزینه وسایل نقلیه، هزینه حمل و نقل افراد آسیب دیده و هزینه حمل کالاهای امدادی می‌باشد.

محدودیت (۳) برای کنترل جریان مجروحین در مناطق بحران زده می‌باشد. محدودیت(۴) میزان جریان کالاهای امدادی در مناطق بحران زده را نشان می‌دهد. محدودیت (۵) مربوط به جریان کالاهای امدادی در مراکز توزیع است و تضمین می‌کند که مقدار کالای ارسالی

توسط هر مرکز توزیع به مناطق آسیب دیده نباید بیشتر از ذخیره موجودی مرکز مورد نظر باشد. محدودیت‌های (۶) و (۷) به ترتیب بیانگر قابلیت وسایل نقلیه برای حمل انواع کالاهای امدادی و حمل انواع مجروحین هستند. این دو محدودیت به دو متغیر x_{opbs}^{v} و Y_{opgs}^{v} مقدار می‌دهد. محدودیت‌های (۸) و (۹) تضمین می‌کنند که انتقال مجروحین به مراکز درمانی موقت و جریان‌های ورودی و خروجی کالاها در مراکز توزیع تنها در صورت تاسیس این مراکز امکان پذیر است. محدودیت (۱۰) نشان می‌دهد که در هر نقطه، قابلیت تاسیس مراکز توزیع حداکثر در یک اندازه وجود دارد. محدودیت (۱۱) تضمین می‌کند که مراکز درمانی موقت حداکثر به تعدادی مشخص تاسیس شوند. محدودیت (۱۲) بیان می‌کند که در صورت تاسیس مرکز توزیع، ذخیره سازی در مرکز امکان پذیر است. در واقع این محدودیت کنترل کننده ظرفیت مراکز توزیع می‌باشد. محدودیت‌های (۱۳) و (۱۴) بیانگر ظرفیت تامین کنندگان کالاهای امدادی پیش و پس از وقوع بحران هستند. محدودیت (۱۵) مربوط به محدودیت تعداد وسیله نقلیه در دسترس می‌باشد و محدودیت (۱۶) تضمین می‌کند که جابه‌جایی وسایل نقلیه در مسیرها تنها در صورتی امکان پذیر است که کمان‌های مربوطه پس از وقوع بحران در دسترس باشند. محدودیت‌های (۱۷)، (۱۸) و (۱۹) ظرفیت‌های وزنی و حجمی وسایل نقلیه برای حمل کالا و مجروحین را تضمین می‌کنند. محدودیت‌های (۲۰) و (۲۱) نیز تضمین کننده رعایت ظرفیت مراکز درمانی موجود و مراکز درمانی موقت پس از وقوع بحران هستند. محدودیت‌های (۲۳) و (۲۴) نیز محدودیت بدیهی مدل می‌باشد و نوع متغیرهای تصمیم مدل را مشخص می‌کنند.

مزایای مدیریتی مدل پیشنهادی

اگرچه اقدامات لجستیکی و عملیات تخلیه از اقدامات مهم جهت پاسخگویی به زلزله بوده و انجام درست این اقدامات می تواند اثرات چشمگیری بر خسارات جانی ناشی از زلزله داشته باشد اما اقدامات لجستیکی با توجه به ماهیت آن از اهمیت بیشتری برخوردار است. بدیهی است در چنین شرایطی باید کالاهای مورد نیاز نقاط آسیب دیده از انبارهای در

دست و یا تامین کنندگان مربوطه تهیه و برای مصدومان و خسارت دیدگان ارسال گردد و همچنین افراد مصدوم و زخمی نیز در سریعترین زمان ممکن مورد رسیدگی قرار گرفته و در صورت نیاز به مراکز درمان در دست منتقل گردند. از آنجاییکه در چنین شرایطی معمولا با کمبود منابع، کالا و وسائط حمل ونقل جهت پاسخگویی بهینه وجود دارد، انجام برنامه ریزی مناسب جهت نیل به هدف کارایی و اثربخشی پاسخگویی با توجه به منابع و امکانات در دست از اهمیت فراوانی برخوردار است. اگر چه در حوادث کوچک که معمولا کمبودهای ذکر شده کمتر مشاهده می شود، مدیران بحران می توانند این برنامه ریزی را تا حد قابل قبولی انجام دهند ولی چنانچه ابعاد حادثه بزرگتر شده و از یک منطقه کوچک فراتر رود به عبارتی تبدیل به فاجعه گردد مدیران بحران به تنهایی نمی توانند برنامه ریزی‌های مناسب را انجام دهند. در چنین شرایطی است که وجود یک ابزار مناسب برای تصمیم گیری و برنامه ریزی برای مدیران ضروری به نظر می رسد. به همین منظور این تحقیق بر آن است مدلی را ارائه نماید تا نیازمندی‌های مدیران را در شرایط مذکور فراهم سازد. ضمنا با توجه به اینکه در شرایط پاسخ معمولا هدف اصلی، پاسخگویی سریع جهت حداقل ساختن نیازهای برآورده نشده است، در مدل ارائه شده در این تحقیق نیز سعی شده است که با لحاظ کردن شرایط واقعی لجستیکی، برنامه ای ارائه گردد که نیازهای برآورده نشده نقاط آسیب دیده و مصدومان را در دوره برنامه ریزی حداقل سازد. بنابراین این پژوهش سعی دارد در دو فاز آمادگی و پاسخگویی (قبل و بعد از وقوع بحران) به برنامه ریزی جهت مدیریت بحران بپردازد. زنجیره مطرح شده چهار سطحی بوده و شامل تامین کنندگان، توزیع کنندگان، مناطق بحران زده و مراکز درمانی می‌باشد. بهینه سازی همزمان مسائل مکان یابی پایگاه‌های امداد، تخصیص منابع، توزیع و ارسال امداد و تخلیه مجروحین از جمله نوآوری‌های این پژوهش می‌باشد. مدل ارائه شده جهت برقراری عدالت در توزیع کالاهای امدادی در هر یک از مناطق آسیب دیده حداقل یک پایگاه تاسیس کرده است. افزایش در تعداد و ظرفیت این مراکز با توجه به بحث هزینه و بودجه می تواند کمبود کالاهای امدادی را تا سطح قابل توجهی بهبود ببخشد.

روش حل

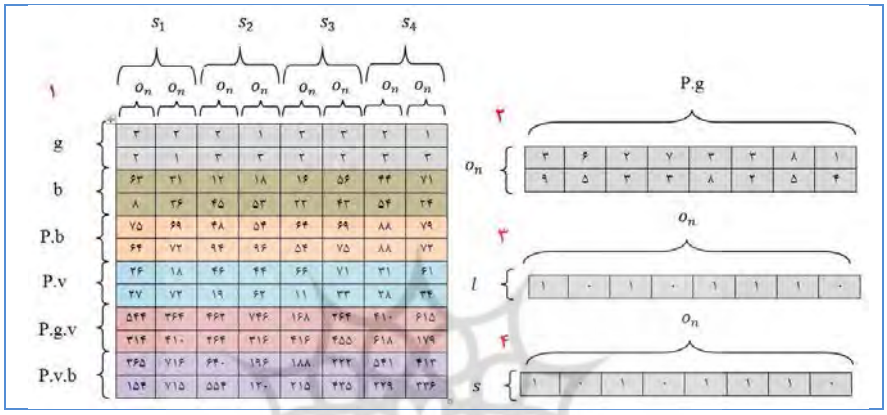
در این پژوهش با توجه به ان پی سخت بودن مدل از دو رویکرد محدودیت اپسیلون[1]، برای حل مدل در ابعاد کوچک و متوسط و الگوریتم ژنتیک با مرتب‌سازی نامغلوب[2]، برای حل مدل در ابعاد بزرگ(مطالعه موردی) استفاده شده است. روش محدودیت اپسیلون یکی از رویکردهای شناخته شده برای مواجهه با مسائل چند هدفه که با انتقال تمامی توابع هدف به جز یکی از آن‌ها در هر مرحله به محدودیت‌ها، به حل این نوع مسائل می‌پردازد. مزیت اصلی این روش نسبت به سایر روش‌ها بهینه سازی چندهدفه کاربرد آن برای فضاهای حل غیر محدب است. در این روش همواره به بهینه سازی یکی از اهداف می‌پردازیم به شرطی که بالاترین حد قابل قبول را برای سایر اهداف در قالب محدودیت‌ها تعریف کنیم. همچنین برای حل مسئله در ابعاد بزرگ الگوریتم ژنتیک با مرتب سازی نامغلوب استفاده شده است. این الگوریتم توسط نرم افزار متلب و در سیستم لپتاپ با ۸ گیگ حافظه جانبی، ویندوز ۱۰ و ۶۴ بیتی اجرا شده است.

الگوریتم ژنتیک با مرتب سازی نامغلوب

به طور کلی حلقه اصلی الگوریتم به کار گرفته شده به این ترتیب است که ابتدا به تعداد اندازه جمعیت جواب‌های تصادفی تولید می‌گردد. سپس مقادیر دو تابع هدف برای هریک از جواب‌ها محاسبه می‌گردد. در مرحله بعد جواب‌ها رتبه بندی می‌شوند. از بین جواب‌های رتبه بندی شده براساس مکانیزمی تعدادی والد برای عملیات تقاطع و جهش انتخاب می‌گردد و پس از چک کردن محدودیت‌ها مقادیر توابع هدف برای هریک از جواب‌های تولید شده محاسبه می‌گردد. حال جواب‌های جدید در کنار جواب‌های اولیه قرار گرفته و بار دیگر جواب‌ها رتبه بندی می‌شوند. در انتها جمعیت اضافی از جواب‌ها حذف می‌گردند و به همین ترتیب تا زمانی که معیار توقف حاصل نشده الگوریتم تکامل می‌یابد(کاوه خلیلی دامغانی و همکاران). همانطور که در شکل ۲ مشخص است کروموزوم ارائه شده دارای چهار بخش

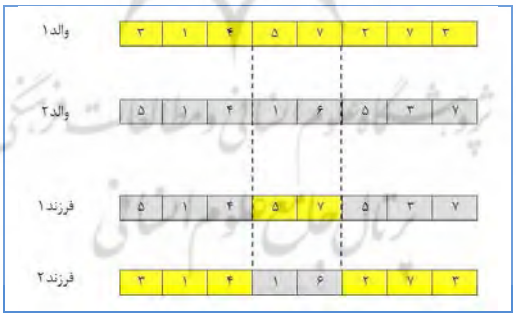
1 ε- constraint
2 NSGA-II

می‌باشد. بخش اول دارای طول ثابت و عرض‌های مختلف می‌باشد. طول این کروموزوم به ازای هر سناریو و برای گره‌های گوناگون تعریف می‌شود. این کروموزوم برای تعریف متغیرهای Afy_{ogs}، Afx_{obs}، Inj^{s}_{opb}، Veh^{s}_{opv}، X^{v}_{opbs} و Y^{v}_{opgs} می‌باشد. بخش دوم کروموزوم برای تعریف متغیر sd_{opg} می‌باشد. همچنین بخش سوم و چهارم نیز به ترتیب برای تعریف متغیرهای Z_{ol} و ZZ_{os} می‌باشد.



شکل۲- کروموزوم طراحی شده

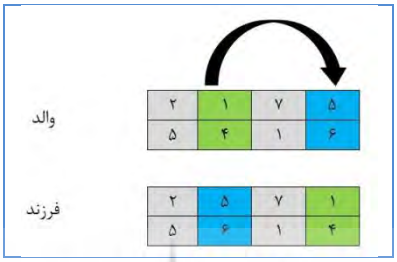
همانطور که در شکل ۳ مشخص است برای عملگر تقاطع از تقاطع دو نقطه ای[1] استفاده شده است. در این روش دو مکان را به صورت تصادفی انتخاب کرده و مقادیر بین این دو نقطه را جابجا می‌کنیم.



شکل۳- عملگر تقاطع دو نقطه ای

1 Two-point CrossOver

در این پژوهش برای عملگر جهش از رویکرد جهش جابجایی تعویض[1] استفاده شده است. همانطور که در شکل ۴ مشخص است در این روش دو ستون از یک ماتریس بصورت تصادفی انتخاب می‌شود و جای آن دو با هم عوض می‌شود. برای بخش اول و دوم از این روش استفاده می‌شود. برای بخش سوم نیز یک ژن انتخاب می‌شود اگر صفر بود تبدیل به یک می‌شود و اگر یک بود صفر می‌شود.



شکل ٤- عملگر جهش

جهت به دست آوردن پیکربندی بهینه و مطلوب در الگوریتم ژنتیک رتبه بندی نامغلوب از ترکیب‌های متعددی از پارامترها استفاده شده است. تنظیمات مناسب پارامترهای ژنتیک رتبه بندی نامغلوب در جدول ۲ ذکر شده است.

جدول۲- پارامترهای انتخاب شده برای الگوریتم پیشنهادی

ماکزیمم تکرار	اندازه جمعیت	نرخ نقاطع	نرخ جهش
۲۰۰	۸۰	۰,۴	۰,۰۵

مطالعه موردی و نتایج محاسباتی

شهر تهران یکی از زلزله خیزترین شهرهای جهان بحساب می آید و در صورت وقوع زلزله آسیب‌ها و خسارات جبران ناپذیری رخ خواهد داد. منطقه یک تهران در شمالی ترین نقطه تهران در قسمت جنوبی رشته کوه‌های البرز قرار دارد. این منطقه در احاطه چهار گسل اصلی به نام‌های: گسل آهار، گسل شمال تهران، گسل مشا و گسل ری قرار گرفته است. این منطقه از ۱۰ ناحیه و ۲۶ محله تشکیل شده است. براساس داده‌های آماری وسعت این منطقه ۱۹۵ کیلومتر مربع می‌باشد و ۵۵۰۰۰۰ نفر جمعیت را در خود جای داده است. کارآمدی مدل

1 SWAP

پیشنهادی با استفاده از اطلاعات واقعی مورد بررسی قرار می‌گیرد. جدول ۳ سناریوهای مختلفی را که برای وقوع زلزله در منطقه یک شهر تهران تعریف شده‌اند، و همچنین احتمال وقوع آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۳- احتمال وقوع سناریوهای مختلف

سناریوی زلزله	**مدل گسل آهار**		**مدل گسل شمال تهران**		**مدل گسل مشا**		**مدل گسل ری**	
شدت وقوع	۶,۴		۷,۱		۷,۱		۶,۷	
زمان وقوع	شب	روز	شب	روز	شب	روز	شب	روز
احتمال وقوع	۰,۱۳۸۱	۰,۲۷۴۰	۰,۱۱۴۱	۰,۲۳۷۴	۰,۰۵۰۱	۰,۱۰۷۵	۰,۰۲۱۸	۰,۰۵۷۰
درصد تخریب	۱۱,۸		۲۶,۴		۴۴,۱		۱۷,۷	

جدول ۴ مجموعه نقاط بالقوه برای احداث مراکز توزیع کالاهای امدادی را نشان می‌دهد. ما، پایگاه‌های محلی مدیریت بحران در نواحی ده‌گانه منطقه یک را برای این منظور در نظر گرفته‌ایم. این مراکز می‌توانند در سه اندازه کوچک، متوسط و بزرگ احداث شوند که هر یک ظرفیت و هزینه‌های احداث مربوط به خود را دارد.

جدول٤- مجموعه مکان‌های بالقوه برای احداث مراکز توزیع امداد

ردیف	j_1	j_2	j_3	j_4	j_5	j_6	j_7	j_8	J_9	J_{10}
نام ناحیه	۱	۲	۳	۳	٤	٥	۷	۸	۹	۹
پایگاه مدیریت بحران	پایگاه آجودانیه	پایگاه الهیه	پایگاه باغ شاطر	پایگاه گلابدره	پایگاه جماران	پایگاه جعفرآباد	پایگاه تجریش	پایگاه اقدسیه	پایگاه اراج	پایگاه ازگل

جدول ۵ پایگاه‌های مدیریت بحران منطقه‌ای که نقش مجموعه تامین کنندگان کالاهای امدادی را ایفا می‌کنند، نشان می‌دهد.

جدول۵- پایگاه‌های مدیریت بحران منطقه‌ای

ردیف	نام ناحیه	پایگاه مدیریت بحران(تامین کنندگان)
i_1	۷	پایگاه قطریه
i_2	۴	پایگاه نیاوران
i_3	۲	پایگاه اوین
i_4	۹	پایگاه اراج
i_5	۶	پایگاه ارتش

با توجه به حجم بالای خسارات و تلفات ناشی از سناریوی گسل شمال تهران، ظرفیت‌های مراکز درمانی موجود در منطقه پاسخگوی تقاضاها نیستند و فرض می‌کنیم که حداکثر تعداد ۱۸ مرکز درمانی موقت با ظرفیت ۴۵۰۰ یا ۹۰۰۰ نفر در شبکه احداث می‌شوند. از آن جا که ساختار بافت‌های فرسوده شهری ناپایدار است و این بافت‌ها آسیب پذیری بیشتری در برابر حوادث طبیعی دارند، فرض کرده‌ایم که این بافت‌ها، مناطق آسیب دیده و نقاط تقاضا را تشکیل می‌دهند. این مناطق در جدول ۶ آمده‌اند.

جدول٦- مناطق آسیب دیده

ردیف	نام ناحیه	مناطق آسیب دیده	ردیف	نام ناحیه	مناطق آسیب دیده
r_1	۱	کامرانیه	r_{11}	۵	اقدسیه
r_2		پاسداران	r_{12}		کاشانک
r_3	۲	درکه	r_{13}	۷	باغ فردوس
r_4		ولنجک	r_{14}		قیطریه
r_5		سعدآباد	r_{15}		تجریش
r_6	۳	گلابدره	r_{16}	۸	دزاشیب
r_7		دربند	r_{17}		اندرزگو
r_8	۴	حصارک	r_{18}	۹	اراج
r_9		جماران	r_{19}		ازگل
r_{10}		جمشیدیه			

مجموعه مراکز درمانی موجود منطقه در جدول ۷ آمده است.

جدول۷- مراکز درمانی

ردیف	نام ناحیه	بیمارستان	ظرفیت پذیرش	ردیف	نام ناحیه	بیمارستان	ظرفیت پذیرش
h_1	۲	رضایی	۱۶۰۰۰	h_7	۶	۵۰۵ ارتش	۵۱۵۰
h_2	۲	شهید باهنر	۳۱۰۰	h_8	۶	جماران	۱۰۰۰۰
h_3	۳	ساسان	۱۱۶۵۰	h_9	۶	محک	۱۲۰۰۰
h_4	۴	شهدای تجریش	۴۸۰۰	h_{10}	۷	چمران	۱۱۰۰۰
h_5	۴	فرمانیه	۵۸۰۰	h_{11}	۹	مسیح دانشوری	۱۲۱۰۰
h_6	۴	نیکان	۶۱۰۰	–	–	–	–

برای کاهش زمان خدمت‌دهی به مجروحین، انتقال آن‌ها به مراکز درمانی موجود، هم به طور مستقیم و هم از طریق نقاط انتقال امکان پذیر است. جدول ۸ مکان‌های بالقوه برای تاسیس نقاط انتقال را نشان می‌دهد.

جدول۸- مکان‌های بالقوه برای تاسیس نقاط انتقال

ردیف	نام ناحیه	نقاط انتقال	ردیف	نام ناحیه	نقاط انتقال
۱	۲	فرهنگسرای نیاوران	۵	۵	موزه دارآباد
۲	۳	کاخ سعد آباد	۶	۷	بوستان قیطریه
۳	۴	فرهنگسرای ملل	۷	۷	امامزاده قاسم
۴	۵	سینما جوان	۸	۹	کاخ ملت

اطلاعات مربوط به ظرفیت تسهیلات و ناوگان وسایل نقلیه نیز در جدول‌های ۹ و ۱۰آمده‌اند. فرض شده است که تامین کنندگان در فاز پس از بحران تنها از ۷۵ درصد ظرفیت خود بتوانند استفاده کنند. همچنین، فرض شده است که تعداد ۷۰ کامیون باری در شبکه موجود است و بیمارستان تعداد ۱۰ آمبولانس برای اعزام به مناطق آسیب دیده در دست دارد.

جدول۹- ظرفیت تامین کنندگان

تامین کننده	چادر	آب	غذا
پایگاه قطریه	۳۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰	۴۰۰۰۰۰
پایگاه نیاوران	۳۰۰۰۰	۴۵۰۰۰۰	۴۵۰۰۰۰
پایگاه اوین	۴۰۰۰۰	۶۵۰۰۰۰	۷۰۰۰۰۰
پایگاه اراج	۳۰۰۰۰	۵۵۰۰۰۰	۵۵۰۰۰۰
پایگاه ارتش	۴۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰	۶۰۰۰۰۰

جدول۱۰- پارامترهای مربوط به ناوگان حمل‌ونقل

وسیله نقلیه	نوع وسیله نقلیه	ظرفیت حجمی (m^3)	ظرفیت وزنی (kg)	ظرفیت نفرات	تعداد وسایل در دسترس
v_1	کامیون	۱۲	۲۲۰۰۰	۰	۷۰
v_2	هلیکوپتر	۶	۵۰۰	۶	۱۰
v_3	آمبولانس	۴	۳۰۰	۲	۵۵

جدول ۱۱ هزینه تاسیس انواع مراکز توزیع را از نظر اندازه مشخص می‌کند.

جدول۱۱- هزینه‌های مربوط به تاسیس مراکز توزیع امداد

مراکز توزیع	اندازه	هزینه احداث $(10^3\$)$
l_1	کوچک	۱۵۰
l_2	متوسط	۱۸۰
l_3	بزرگ	۲۰۰

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول۱۲- نتایج حل در ابعاد کوچک و متوسط

ردیف	محدودیت اپسیلون			مرتب سازی غیر غالب			در صد خطا	
	f_1	$*10^{-6}f_2$	زمان(ثانیه)	f_1	$*10^{-6}f_2$	زمان (ثانیه)	f_1	f_2
۱	۳۸۶	۱۶۶,۶	۲	۳۸۶	۱۶۶,۶	۲	۰	۰
۲	۴۱۷	۱۷۳,۱	۳۳	۴۲۱	۱۷۳,۱	۶	۰,۹۵	۰
۳	۵۲۵	۱۷۷,۴	۴۸	۵۲۸	۱۷۹,۶	۷	۰,۵۶	۱,۲۲
۴	۵۶۶	۱۹۶,۰	۹۶	۵۷۱	۱۹۷,۴	۱۳	۰,۸۷	۰,۷۰
۵	۶۷۳	۲۱۵,۹	۱۳۴	۶۷۳	۲۱۸,۰	۱۴	۰	۰,۹۶
۶	۱۳۲۸	۵۰۴,۲	۹۸۳	۱۳۳۴	۵۰۸,۱	۲۸	۰,۴۴	۰,۷۶
۷	۱۴۴۲	۶۱۴,۵	۱۳۴۴	۱۴۴۹	۶۱۸,۸	۳۲	۰,۴۸	۰,۶۹
۸	۱۴۷۳	۶۸۰,۸	۲۸۳۰	۱۴۸۳	۶۸۳,۳	۳۹	۰,۶۷	۰,۴۸
۹	۱۶۵۹	۷۹۱,۱	۴۲۱۱	۱۶۷۴	۷۹۶,۴	۵۱	۰,۸۹	۰,۶۶
۱۰	۱۷۸۱	۸۶۲,۷	۷۰۷۶	۱۷۹۹	۸۷۱,۰	۶۵	۱,۰	۰,۹۵
میانگین	۱۰۲۵	۴۳۸,۲۳	۱۶۷۵,۷	۱۰۳۱,۸	۴۴۱,۲۳	۲۵,۷	۰,۵۸	۰,۶۴

جدول۱۲ نتایج حل مدل پیشنهادی را در ابعاد کوچک و متوسط نشان می‌دهد. در این جدول نتایج حل دقیق با استفاده از روش محدودیت اپسیلون و نتایج حل فراابتکاری توسط الگوریتم ژنتیک رتبه بندی نامغلوب نمایش داده شده است. در این جدول ۱۰ مثال بررسی شده است که ۵ مورد اول در ابعاد کوچک و ۵ مورد بعدی در ابعاد متوسط می‌باشد. همچنین زمان حل هر یک از روش‌ها و مقادیر درصد خطا که بیانگر اختلاف بین حل دقیق و فراابتکاری است در سطر آخر آورده شده است. همانطور که مشخص است میانگین درصد خطاهای مقادیر تابع هدف زیر یک درصد می‌باشد و این خطا برای تابع هدف اول برابر ۰,۵۸ و برای تابع هدف دوم ۰,۶۴ می‌باشد. با توجه به اختلاف کم خطای دو الگوریتم صحت عملکرد و کارایی الگوریتم ژنتیک رتبه بندی نامغلوب اثبات می‌شود و می‌توان برای حل مسائل در ابعاد بزرگ نیز به ژنتیک رتبه بندی نامغلوب اعتماد کرد. نتایج حل بیانگر آن است که با بزرگتر

شدن ابعاد مسئله زمان حل هر دو روش افزایش می‌یابد البته سرعت افزایش زمان حل روش محدودیت اپسیلون بمراتب بیشتر از ژنتیک رتبه بندی نامغلوب می‌باشد. میانگین زمان حل برای روش محدودیت اپسیلون برابر ۱۶۷۵,۷ ثانیه و برای ژنتیک رتبه بندی نامغلوب برابر۲۵,۷ ثانیه می‌باشد. بنابراین با توجه به نتایج جدول۱۲ می‌توان برای حل مسائل در ابعاد بزرگ به الگوریتم ژنتیک رتبه بندی نامغلوب اعتماد کرد و عملکرد قابل قبولی را انتظار داشت.

- **اعتبار سنجی با معیار میانگین فاصله ایده آل**[1]:

این معیار به منظور محاسبه میانگین فاصله جواب‌های پارتو از مبدا مختصات استفاده می‌شود. در رابطه زیر مشخص است که هر چه این معیار کمتر باشد، کارایی الگوریتم بیشتر خواهد بود. بصورتی که f_{ji} مقدار j امین تابع هدف می‌باشد و مقادیر $f_{j,total}^{max}$; $f_{j,total}^{min}$ مینیمم و ماکزیمم مقدار j امین تابع هدف در بین راه حل‌های پارتو می‌باشد(خویشتندار و زندیه،۲۰۱۶).

$$MID = \frac{\sum_i^n \sqrt{\left(\frac{f_{1i} - f_1^{best}}{f_{1,total}^{\max} - f_{1,total}^{\min}}\right)^2 + \left(\frac{f_{2i} - f_2^{best}}{f_{2,total}^{\max} - f_{2,total}^{\min}}\right)^2}}{n} \quad (۲۴)$$

- اعتبار سنجی با معیار فاصله گذاری[2]:

این معیار که از جمله معیارهای اندازه گیری چگالی در فاصله است و فاصله نسبی جواب‌های متوالی را محاسبه می کند(کومار و گوریا،۲۰۱۷).

$$SM = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \left| d_i - \bar{d} \right|}{(n-1)\bar{d}} \quad (۲۵)$$

1 Mean Ideal Distance (MID)
2 Spacing Metric (SM)

در واقع معیار فاصله گذاری، انحراف معیار مقادیر مختلف d_i را محاسبه می‌کند. طبق معادله ۲۵ زمانی که جواب‌ها به طور یکنواخت در کنار هم قرار گرفته باشند، آنگاه مقدار فاصله گذاری نیز کوچک خواهد بود. بنابراین الگوریتمی که جواب‌های غیر مغلوب نهایی آن دارای مقدار فاصله گذاری کوچکی باشند، مطلوب تر خواهد بود.

جدول۱۳- نتایج اعتبارسنجی الگوریتم پیشنهادی

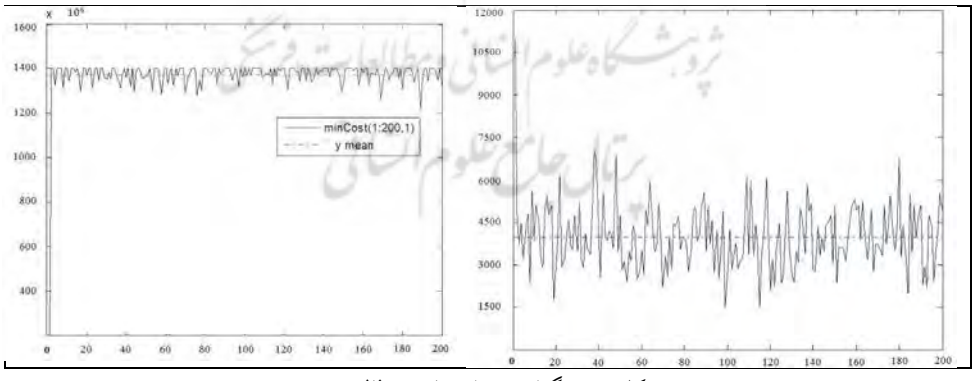
ردیف	SM		MID	
	مرتب سازی نامغلوب	محدودیت اپسیلون	مرتب سازی نامغلوب	محدودیت اپسیلون
۱	۰,۶۶	۰,۱۹	۵,۵۲	۵,۴۳
۲	۰,۸۸	۰,۳۴	۵,۵۵	۵,۴۴
۳	۱,۰۶	۰,۲۲	۵,۶۱	۵,۵۰
۴	۱,۲۲	۰,۳۸	۵,۶۳	۵,۶۱
۵	۰,۸۵	۰,۲۵	۵,۷۲	۵,۶۸
۶	۱,۱۳	۰,۳۱	۵,۶۷	۵,۶۳
۷	۱,۴۰	۰,۳۱	۵,۷۷	۵,۷۳
۸	۱,۰۸	۰,۲۷	۵,۷۵	۵,۷۰
۹	۰,۹۲	۰,۳۹	۵,۸۰	۵,۷۶
۱۰	۱,۲۸	۰,۲۳	۵,۸۸	۵,۸۲
میانگین	۱,۰۴۸	۰,۲۸۹	۵,۶۹	۵,۶۳

در جدول۱۳ از دو شاخص MID و SM برای ارزیابی عملکرد مدل در دو سایز کوچک و متوسط استفاده شده است. میانگین شاخص MID برای روش محدودیت اپسیلون و ژنتیک با مرتب سازی نامغلوب بترتیب برابر ۵,۶۳ و ۵,۶۹ و میانگین شاخص SM برای محدودیت اپسیلون و ژنتیک با مرتب سازی نامغلوب بترتیب برابر ۰,۲۸۹ و ۱,۰۴۸ می‌باشد. بنابراین همانطور که انتظار می‌رود شاخص‌های ارزیابی عملکرد برای روش محدودیت اپسیلون در ابعاد کوچک و متوسط بهتر از ژنتیک با مرتب سازی نامغلوب بوده و در عین حال این مقادیر برای و الگوریتم ژنتیک با مرتب سازی نامغلوب قابل پذیرش و قابل اعتماد می‌باشد.

جدول۱٤-نتایج حل مطالعه موردی

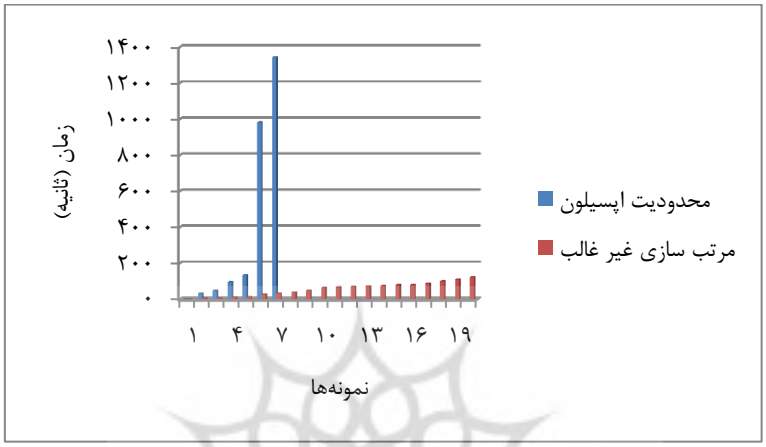
ردیف	ژنتیک با مرتب سازی نامغلوب		
	f_1	f_2 *۱۰^۶	زمان
۱	۳۷۳۱	۱۳۸۸,۳	۶۸
۲	۳۷۰۹	۱۳۹۲,۶	۷۲
۳	۳۸۶۴	۱۳۹۸,۰	۷۳
۴	۳۸۸۷	۱۴۱۳,۱	۷۵
۵	۳۹۰۲	۱۴۲۲,۹	۸۱
۶	۳۹۸۳	۱۴۲۵,۳	۸۳
۷	۴۱۱۸	۱۴۳۷,۴	۸۹
۸	۴۲۹۲	۱۴۴۰,۵	۱۰۱
۹	۴۳۳۷	۱۴۴۵,۲	۱۱۱
۱۰	۴۳۱۹	۱۴۴۹,۹	۱۲۴
میانگین	۴۰۱۴,۲	۱۴۲۱,۳۲	۸۷,۷

باتوجه به دو هدفه بودن مسئله ۲۰۰ جواب پارتو برای حل مسئله تولید شده است. جدول ۱۴ ده عدد از جواب‌های بهینه پارتو بهمراه زمان حل هر یک از جواب‌ها آورده شده است. میانگین جواب‌های پارتو برای تابع هدف اول برابر۴۰۱۴,۲ و برای تابع هدف دوم برابر $۱۴۲۱,۳۲*۱۰^{۶}$ می‌باشد. میانگین زمان حل مطالعه موردی نیز برابر ۸۷,۷ ثانیه می‌باشد.



شکل۵- همگرایی جواب‌ها در مطالعه موردی

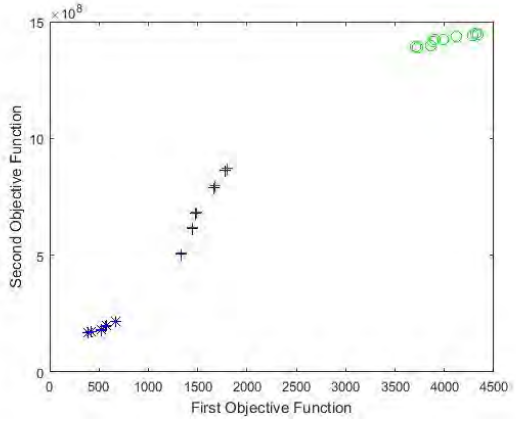
در شکل۵ جواب‌هایی که دارای کیفیت منطقی می‌باشند برای تابع هدف اول از اجرای بیست و دوم و برای تابع هدف دوم از اجرای سوم شروع می‌شود. بنابراین با توجه به شکل۵ همگرایی جواب‌های حاصله از الگوریتم ژنتیک رتبه بندی نامغلوب برای تابع هدف اول و دوم اثبات می‌شود.



شکل٦- بررسی زمان‌های حل

شکل۶ زمان حل مسئله را در ابعاد کوچک متوسط و بزرگ نشان می‌دهد. همانطوری که در شکل مشاهده می‌شود زمان حل الگوریتم دقیق با توجه به افزایش ابعاد مسئله به شدت افزایش می‌یابد و قابل مقایسه با زمان حل الگوریتم ژنتیک با مرتب سازی نامغلوب نمی باشد. بنابراین علاوه بر کیفیت بهتر جواب‌ها، زمان حل الگوریتم ژنتیک با مرتب سازی نامغلوب بسیار بهتر از زمان حل محدودیت اپسیلون عمل می کند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل۷- نمایش نقاط پارتو

شکل ۷ مقادیر بهینه نقاط پارتو را نمایش می‌دهد. این شکل شامل سه بخش می‌باشد. بخش اول و دوم مقایسه مقادیر پارتو با دو روش ژنتیک رتبه بندی نامغلوب و محدودیت اپسیلون در دو سایز کوچک و متوسط می‌باشد. محور افقی نشان دهنده مقادیر تابع هدف اول و محور عمودی نشان دهنده مقادیر تابع هدف دوم می‌باشد. همانطور که در جدول۱۲ نیز مشخص است مقادیر این دو روش در ابعاد کوچک و متوسط بسیار نزدیک بهم بوده است. فاصله ای که بین سه دسته جواب در شکل وجود دارد بدلیل پرش از جواب‌های ابعاد کوچک به متوسط و بزرگ می‌باشد. در نهایت نقاطی که با رنگ سبز در این شکل مشخص شده است نقاط پارتو در مطالعه موردی را نشان می‌دهد. در ادامه، به منظور درک بهتر مدل ارائه شده برخی از نتایج برای یک نقطه پارتو دلخواه در خصوص تخلیه و امدادرسانی به مجروحین در فاز پس از وقوع بحران ارائه می‌شود. جدول ۱۵ مراکز توزیع احداث شده در هر یک از نقاط بالقوه را با ظرفیت بهینه آن‌ها نشان می‌دهد.

جدول۱۵- مراکز توزیع احداث شده، ظرفیت بهینه و مقادیر ذخیره موجودی آن‌ها

مرکز توزیع	اندازه مرکز توزیع احداث شده	مقدار ذخیره موجودی در مراکز توزیع		
		چادر	آب	غذا
۱	متوسط	۲۱۵۳۳	۱۶۸۲۱۵	۱۸۴۷۲۱
۲	متوسط	۱۵۶۰۷	۱۲۲۴۶۱	۱۷۷۵۱۰
۳	بزرگ	۳۸۴۲۳	۲۵۵۳۰۰	۳۵۵۸۰۵
۴	بزرگ	۴۶۵۹۰	۲۰۰۱۷۸	۳۶۲۷۱۴
۵	بزرگ	۴۱۷۰۹	۲۶۰۷۴۰	۳۰۵۶۴۳
۶	کوچک	۸۸۳۵	۹۳۵۳۱	۱۰۰۴۲۴
۷	متوسط	۱۸۴۰۲	۱۷۷۸۱۳	۱۶۹۷۶۶
۸	بزرگ	۳۶۷۱۱	۲۸۳۵۶۷	۳۱۶۷۱۶
۹	کوچک	۹۳۸۴	۸۹۴۸۸	۸۶۹۵۹

در ادامه، نتایج حل مدل در خصوص تخلیه و امدادرسانی به مجروحین در فاز پس از وقوع بحران ارائه می‌شود. جدول ۱۶ مناطق آسیب دیده‌ای را که در آن‌ها مراکز درمانی موقت برای امدادرسانی به مجروحین احداث شده‌اند و همچنین تعداد افراد خدمت‌دهی شده در این مراکز را نشان می‌دهد.

جدول۱۶- مراکز درمانی موقت احداث شده و تعداد مجروحین ارسالی به مراکز

مراکز درمانی موقت احداث شده	مجروحین		مراکز درمانی موقت احداث شده	مجروحین	
	متوسط	خفیف		متوسط	خفیف
پاسداران	۴۳۷۱	۷۹۵۰	نیاوران	۳۰۰۸	۷۶۵۴
سعدآباد	۳۶۱۸	۷۶۲۵	دزاشیب	۵۴۷۳	۸۵۴۱
گلابدره	۵۱۵۰	۵۴۶۱	آراج	۵۸۲۹	۳۵۰۰
کاشانک	۲۸۱۹	۴۳۳۰	تجریش	۳۳۷۶	۴۸۱۹
قیطریه	۳۴۶۶	۶۱۹۷	ازگل	۵۴۲۱	۵۰۸۰

نتیجه گیری

مدل زنجیره امداد جامع و یکپارچه طراحی شده، امکان بهینه‌سازی هم‌زمان فعالیت‌های مدیریت بحران را داراست. زنجیره امداد پیشنهادی از چهار سطح اصلی تشکیل می‌شود. در این مطالعه، سه نوع کالای امدادی از قبیل چادر، آب و مواد غذایی در نظر گرفته شدند. برای محاسبه تقاضای مورد نیاز برای این کالاها حین وقوع زلزله فرض شده است که در طی ۷۲ ساعت اول (زمان طلایی) واکنش به بحران، یک چادر تنها یک بار به هر خانواده که ساختمانش ویران شده باشد، تحویل داده می‌شود.

با توجه به ان پی سخت بودن مدل در ابعاد کوچک و متوسط از روش محدودیت اپسیلون و برای مطالعه موردی از الگوریتم ژنتیک با مرتب سازی نامغلوب استفاده شده است. میانگین مقادیر تابع هدف اول و دوم در روش محدودیت اپسیلون بترتیب برابر ۱۰۲۵ و $۴۳۸,۲۳*۱۰^{۶}$ و در روش ژنتیک با مرتب سازی نامغلوب بترتیب برابر۱۰۳۱,۸ و $۴۴۱,۲۳*۱۰^{۶}$ می‌باشد. بنابراین باتوجه به اینکه میزان خطا زیر یک درصد می‌باشد از روش ژنتیک با مرتب سازی نامغلوب برای حل مطالعه موردی استفاده شده است. میانگین مقدار توابع هدف اول و دوم برای مطالعه موردی بترتیب برابر۴۰۱۴,۲ و $۱۴۲۱,۳۲*۱۰^{۶}$ می‌باشد. میانگین زمان حل مطالعه موردی نیز برابر ۸۷,۷ ثانیه می‌باشد.

مدل ارائه شده تعداد مراکز توزیع احداث شده، ظرفیت بهینه، مقادیر ذخیره موجودی آن‌ها، مقدار کالاهای امدادی تامین شده توسط تامین کنندگان در فاز پس از بحران، مکانیابی مراکز درمانی موقت احداث شده و تعداد مجروحین ارسالی به مراکز و تعداد مجروحین ارسالی به مراکز درمانی موجود را مشخص می‌کند. در زیر پیشنهاداتی برای مطالعات آتی ارائه گردیده است:

۱- استفاده از سایر رویکردهای عدم قطعیت در مدلسازی، به عنوان مثال مقادیر عرضه، تقاضا و هزینه‌ها فازی در نظر گرفته شود

۲- در نظر گرفتن سایر جنبه‌های مدیریت بحران در مدلسازی ریاضی، به عنوان مثال مسیریابی و کنترل موجودی در امداد بحران

۳- مدل پیشنهادی ما روی مطالعه موردی در منطقه یک شهر تهران به کار گرفته شد. استفاده از مدل ارائه شده برای سایر نواحی تهران می‌توان برای مطالعات آینده راهگشا باشد.

٤- استفاده از مفاهیم تئوری بازی‌ها و طراحی یک بازی همکارانه بین اعضای زنجیره امداد نیز می‌تواند برای مطالعات آینده راهگشا باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

آراسته، کریم. بزرگی امیری، علی. جبل عاملی، محمدسعید. (۱۳۹۴). «*مکانیابی چندگانه تسهیلات و نقاط انتقال مجروحین در زمان بحران*»، مجله تحقیق در عملیات و کابردهای آن، دوره۴۴، شماره اول ، ۲۱-۳۱

بزرگی امیری، علی. صبوحی، فاطمه. توکلی، زینب السادات. مراد حاصلی، نیلوفر. (۱۳۹۵). «*ارائه مدل مکانیابی تخصیص برای تخلیه افراد و توزیع کمک‌های امدادی در فاز پاسخ به بحران*»، نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید، دوره ۳، شماره ۲۷، ۴۰۴-۴۱۷

بزرگی امیری، علی. فتاحی، سید آرمین. (۱۳۹۴). «*ارائه یک مدل لجستیک چند هدفه فازی برای توزیع اقلام امدادی و تخلیه مصدومین در زمان بحران*»، مهندسی صنایع و مدیریت شریف، دوره ۳۱، شماره۱، ۱۵-۲۳

عشقی، کوروش. نجفی، مهدی. (۱۳۹۱). «*ارائه یک مدل برنامه ریزی لجستیکی جهت بهبود در فاز پاسخگویی به زلزله*»، نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید، دوره۲۳، شماره ۴، ۴۰۱-۴۱۶

علی نژاد، علیرضا. سالاری، سامرند. سیف، آزاده. (۹۱)، «*توسعه مدل مکان یابی شبکه ای در حالت عدم قطعیت (حالت استوار)* »، فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی ، شماره ۲۶ ، ۱۱۵—۱۳۸

وحدانی، بهنام. (۱۳۹۵). «*طراحی و حل مدل چند هدفه بهینه سازی برای شبکه‌های خدمات درمانی با اثر ریسک ادغام تحت شرایط عدم قطعیت: روش بهینه سازی استوار*»، فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، دوره۱۴، شماره ۴۱، ۶۵-۱۰۷

Abounacer, R, Rekik, M, Renaud, J. (2014), An exact solution approach for multi-objective location–transportation problem for disaster response, Computers & Operations Research Volume 41, 83-93

Cavdur, F, Kose-Kucuk, M, Sebatli, A. (2016), Allocation of temporary disaster response facilities under demand uncertainty: An earthquake case study, International Journal of Disaster Risk Reduction, Volume 19, 159–166

Chen, A, Yu, T.Y. (2016), Network based temporary facility location for the Emergency Medical Services considering the disaster induced demand and the transportation infrastructure in disaster response, Transportation Research Part B, Volume 91,408–423

Chu, X, Yan Zhong, Q. (2015), Post-earthquake allocation approach of medical rescue teams, Nat Hazards, Volume 79, Issue 3, 1809–1824

Douglas A, Alistair C, Alfredo M, (2016), Stochastic Network Models for Logistics Planning in Disaster Relief, European Journal of Operational Research, Volume 255, Issue 1, 187–206.

Fereiduni,M, Shahanaghi, K, (2017), A Robust Optimization Model for Distribution and Evacuation in the Disaster Response Phase, Journal of Industrial Engineering International, Volume 13, Issue 1, 117–141

Khalili-Damghani, K, Abtahi, A.R, Ghasemi, A. (2015), A New Bi-objective Location-routing Problem for Distribution of Perishable Products: Evolutionary Computation Approach, Journal of Mathematical Modelling and Algorithms in Operations Research, Volume 14, Issue 3, pp 287–312

Khishtandar, S, Zandieh, M. (2016), Comparisons of some improving strategies on NSGA-II for multi-objective inventory system, Journal of Industrial and Production Engineering, Volume 34, 61-69

Kumar, M, Guria, C. (2017), The elitist non-dominated sorting genetic algorithm with inheritance (i-NSGA-II) and its jumping gene adaptations for multi-objective optimization, Information Sciences, Volume 382, 15-37

Lu C.C, Sheu J.B. (2013), Robust vertex p-center model for locating urgent relief distribution centers, Computers & Operations Research, Volume 40, 2128–2137

Mahootchi, M, Golmohammadi, S. (2017), Developing a new stochastic model considering bi-directional relations in a natural disaster: a possible earthquake in Tehran (the Capital of Islamic Republic of Iran), Annals of Operations Research, 1-35

Mohamadi, A, Yaghoubi, S, (2017), A bi-objective stochastic model for emergency medical services network design with backup services for disasters under disruptions: An earthquake case study, International Journal of Disaster Risk Reduction, Volume 23, 204-217

Mohammadi, R, Fatemi Ghomi, S.M.T., Jolai, F, (2016), Pre-positioning Emergency Supplies for Earthquake Response: A New Multi-Objective Particle Swarm Optimization Algorithm, Applied Mathematical Modelling, Volume 40, Issues 9, 5183-5199

Salehi, F, Mahootchi, M, Moattar Husseini, (2017), S.M, Developing a Robust Stochastic Model for Designing a Blood Supply Chain Network in a Crisis: A Possible Earthquake in Tehran, Ann Oper Res, 1-25

Xu, J, Yin, X, Chen, D, Nie, G, (2016), Multi-Criteria Location Model of Earthquake Evacuation Shelters to Aid in Urban Planning, International Journal of Disaster Risk Reduction, Volume 20, 51-62

Zahiri, B. Torabi, S.A., Tavakkoli-Moghaddam, R. (2017), A Novel Multi-Stage Possibilistic Stochastic Programming Approach (with an Application in Relief Distribution Planning), Information Sciences, Volume 385, 225-249

Zokaee, S, Bozorgi-Amiri, A, Sadjadi, S.J, (2016), A Robust Optimization Model for Humanitarian Relief Chain Design under Uncertainty, Applied Mathematical Modelling, Volume 40, Issues 17–18, 7996-8016

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فصلنامه علمی – پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی – سال شانزدهم، شماره ۵۱، زمستان ۹۷
صفحات ۱۸۰-۱۴۵

بکارگیری رویکرد ترکیبی، کیفی و تصمیم‌گیری چندمعیاره به‌منظور ارایه مدل زنجیره‌تأمین پایدار در صنایع پتروشیمی

سعید رعیت‌پیشه*، رضا احمدی کهنعلی**، میثم عباسی***

تاریخ دریافت:۹۵/۸/۱۱–تاریخ پذیرش:۹۶/۱/۱۸

چکیده:

هدف از پژوهش حاضر، شناسایی و اولویت بندی شاخص‌های زنجیره‌تأمین پایدار در صنعت پتروشیمی است. رویکرد پژوهش، اکتشافی و توصیفی با استفاده از روش آمیخته برای جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌هاست. این پژوهش با متاسنتز کیفی شاخص‌های پایداری زنجیره‌تأمین از پژوهش‌های پیشین، و با استفاده از نرم‌افزار مکس‌کیودا شروع شده است. سپس شاخص‌های شناسایی شده براساس روش‌های کمی دلفی-فازی، دیمتل و فرایند تحلیل شبکه‌ای تجزیه و تحلیل شدند. در مجموع ۱۵ شاخص برای پایداری زنجیره‌تأمین شناسایی و طبقه‌بندی شد. در روش کمی سه شاخص "سازمانی و شرکت محور"، "مدیریت محیطی" و "فشارهای محیطی" به عنوان بحرانی‌ترین شاخص‌ها رتبه‌بندی شد. این پژوهش اهمیت شاخص‌ها را و همچنین روابط بین شاخص‌های پایداری زنجیره‌تأمین صنایع پتروشیمی را پررنگ کرده است. نتایج پژوهش می‌تواند به تصمیم-گیرندگان در اولویت‌بندی منابع، اقدامات و راهبردهای اداره‌ی زنجیره‌تأمین سودمند باشد.

واژه‌های کلیدی: زنجیره‌تأمین پایدار، رویکرد آمیخته، متاسنتز، فرآیند تحلیل شبکه‌ای، دیمتل.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

* کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه هرمزگان، بندر عباس، ایران (نویسنده مسئول)
Saeedrayat25@gmail.com
** دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه هرمزگان، بندر عباس، ایران.
*** دکتری مهندسی صنایع، دانشگاه لوند، لوند، سوئد.

مقدمه

امروزه توجه به توسعهٔ پایدار در سطح بین‌المللی به طور فزاینده‌ای رشد کرده است. انتشار سالیانه گزارش توسعهٔ پایدار[1] در حوزه‌های مختلف توسط سازمان ملل اهمیت این موضوع را در در عرصه بین‌المللی نشان می‌دهد. سازمان ملل توسعهٔ پایدار را توسعه‌ای که برای رفع نیازهای حال حاضر بدون به خطر انداختن توانایی نسل‌های آینده برای رفع نیازهای خود تعریف کرده است. صنعت و به طور خاص عرصه تولیدوعملیات نیز، مستقیم و غیرمستقیم بواسطه گسترش تولید و توسعه صنعتی ناشی از رشد جمعیت جهانی و پیامدهای اجتماعی و زیست‌محیطی، از موضوع توسعه پایدار متأثر بوده است. در حوزهٔ صنایع پتروشیمی نیز، واژهٔ پایداری توصیف کنندهٔ آن است که، چگونه سیستم‌های زنده درگذر زمان متفاوت و بهره‌ور باقی می‌ماند (بورتی و همکاران، ۲۰۱۰). در عصر حاضر، رقابت واقعی بین زنجیره‌تأمین شرکت‌ها است و نه خود شرکت‌ها (کریستوفر، ۲۰۰۵: ۲۴). در نتیجه مدیریت و عملکرد زنجیره‌تامین، نقشی حیاتی، برای شرکت‌ها دارد (سامچیلیوا و همکاران، ۲۰۰۳: ۸۴). شرکت‌هایی که دارای زنجیره‌تأمین سنتی هستند متحمل هزینه‌های قابل توجهی بر تولید هستند (یاکوولوا و همکاران، ۲۰۱۰: ۲۹۸). بسک و همکاران، (۲۰۱۴) بیان می‌کنند زنجیره‌تأمین پایدار نقش موثری در دستیابی به عملکرد بهتر سازمان دارد (یوسف و همکاران، ۲۰۱۳: ۵۰۹). همچنین تسنگ و هیونگ (۲۰۱۴)، پیاده‌سازی پایداری را در مدیریت زنجیره‌تأمین را به عنوان مسئله‌ای حیاتی برای سازمان‌ها بیان کرده‌اند. در پژوهش‌ها گذشته مزایای متعددی از ادغام پایداری در زنجیره‌تأمین اشاره شده است، از جمله: جذب حمایت‌های دولتی و ایجاد مزیت رقابتی (کارتر و دریسنر، ۲۰۰۱)، ایجاد شهرت سازمانی (الن و همکاران، ۲۰۰۶)، کاهش هزینه‌ها (مولنکوب و همکاران، ۲۰۰۵)، کاهش مؤثر بیکاری، تضمین رفتار برابر، حفاظت و بهداشت کارکنان، ایمنی و جلوگیری از محرومیت اجتماعی (لییر و مونت، ۲۰۱۰: ۲۶-۳۶)، کیفیت بهتر محصول (هانسون و همکاران، ۲۰۰۴)، افزایش انگیزه و بهره‌وری کارکنان، و افزایش ماندگاری کارمندان (هولمز و همکاران، ۱۹۹۶)، و کاهش ضایعات و زباله (مولنکوب و همکاران، ۲۰۰۵). از این‌رو ادغام مفهوم پایداری در زنجیره‌تأمین به دغدغهٔ اصلی

[1]. Department of Economic and social affairs

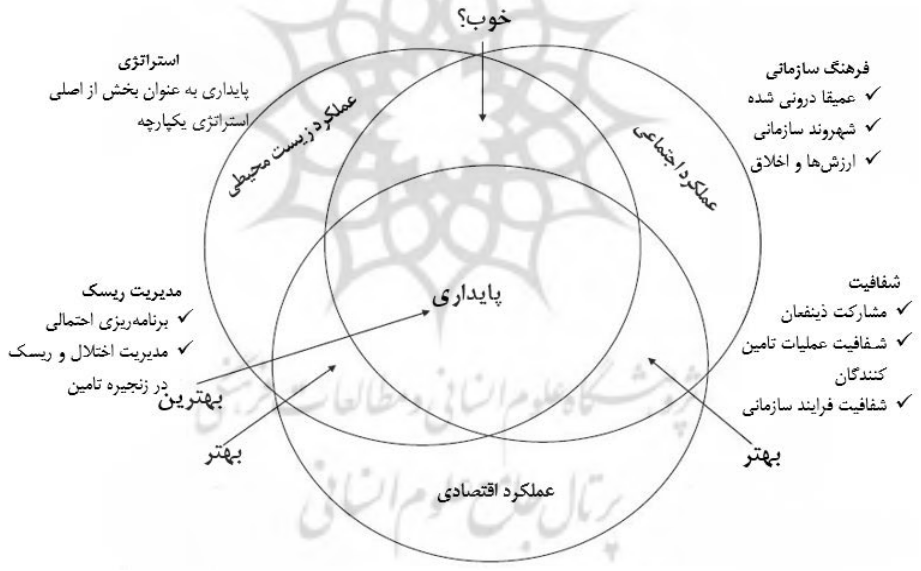
صاحبان صنایع و جامعه دانشگاهی تبدیل شده است (تسنگ و هیونگ، ۲۰۱۴: ۳۱۶). انـدازه‌گیـری جهش تصاعدی تعداد مقالات منتشر شده در حوزه پایـداری و زنجیـره‌تـأمین در پـنج سـال گذشـته نشان از محبوبیت این زمینه است. مارکمن و کراوزه (۲۰۱۴)، بیان می‌کند بـا وجـود ایـن محبوبیـت در میان محققان، هنوز نیاز بـه تحقیقـات بیشـتر، بـه منظـور روشـن شـدن ایـن مفهـوم در زمینـه‌هـای مختلـف اسـت. همچنـین مـورالی و سیرسـی، (۲۰۱۳) بیـان کـرده‌انـد کـه در تحقیقـات متعـدد، یکپارچگی در نگرش به ادغام اصول پایداری در شـیوه‌هـای مـدیریت زنجیـره‌تـأمین نادیـده گرفتـه شده است. ازسوی دیگر، فقدان مدلی که با توجه بـه مقتضـیات بـومی کشـور و صـنعت پتروشـیمی تدوین شده باشد، محسوس است، بنابراین این پژوهش به منظور توسعه مدل‌هـای ارزیـابی پایـداری در زنجیره‌تأمین صنایع پتروشیمی انجام گرفته است. ازاین‌رو در بخش دوم این پـژوهش بـه بررسـی مبانی نظری و تجربـی زنجیـره‌تـأمین پایـدار پرداختـه شـده اسـت. در بخـش سـوم بـه روش‌شناسـی آمیخته، (که شامل: رویکرد فراترکیب کیفی، تکنیک دیمتل و فرایند تحلیـل شـبکه‌ای) و همچنـین شیوهٔ گردآوری داده‌ها و در نهایت طرح سؤال‌های پژوهش پرداخته می‌شود. در بخـش چهـارم بـه تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و شناسایی شاخص‌های پایداری زنجیره تأمین و بررسـی روابـط علـی‌ومعلـولی میان شاخص‌ها و تعیین درجه اهمیت آن‌هـا در صـنایع پتروشـیمی اختصـاص دارد. نهایتـا در بخـش پنجم نتیجه‌گیری و پیشنهادهایی در جهـت اعـتلای پایـداری زنجیـره‌تـأمین صـنایع پتروشـیمی ارائـه گردید.

پیشینه پژوهش

اولـین مقـالات منتشـر شـده در موضـوع پایـداری زنجیـره تـأمین بـه سـال ۱۹۹۵ برمـی‌گـردد (سیورینگ و مولر، ۲۰۰۸: ۴۵۷). سرآغاز این اقدامات را می‌توان تصویب لایحهٔ هـوای پـاک در ایالات متحده (۱۹۶۹) دانست. کارتر و راجرز، (۲۰۰۸) پایداری را تلفیق مسائل اقتصـادی، زیست‌محیطی و اجتماعی سازمان از طریق هماهنگی نظامند فرایندهای تجاری درون سازمانی، برای بهبود عملکـرد اقتصـادی بلنـد مـدت شـرکت و ایجـاد زنجیـره‌ارزش تعریـف کـرده‌انـد. زنجیره‌تأمین پایدار شامل طراحی، هماهنگی، کنترل و سازماندهی زنجیره‌تأمین برای رسیدن به

کارایی اقتصادی، با کمترین آسیب به محیط‌زیست و سیستم‌های اجتماعی در طول زمان تعریف شده است (پیگال و شفجنکو، ۲۰۱۴: ۵۳). ویتستراک و توتبرگ، (۲۰۱۲) مدیریت زنجیره‌تأمین پایدار را گسترش یافتهء مفهوم سنتی زنجیره‌تامین، بااضافه کردن سه جنبهٔ اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی تعریف کرده‌اند. در ادامه به منظور روشن شدن این فلسفه، به اختصار به تعدادی محدود از معروف‌ترین مدل‌های پایداری که به‌طور یکپارچه ابعاد پایدار را در صنایع مختلف بررسی کرده‌اند، اشاره شده است.

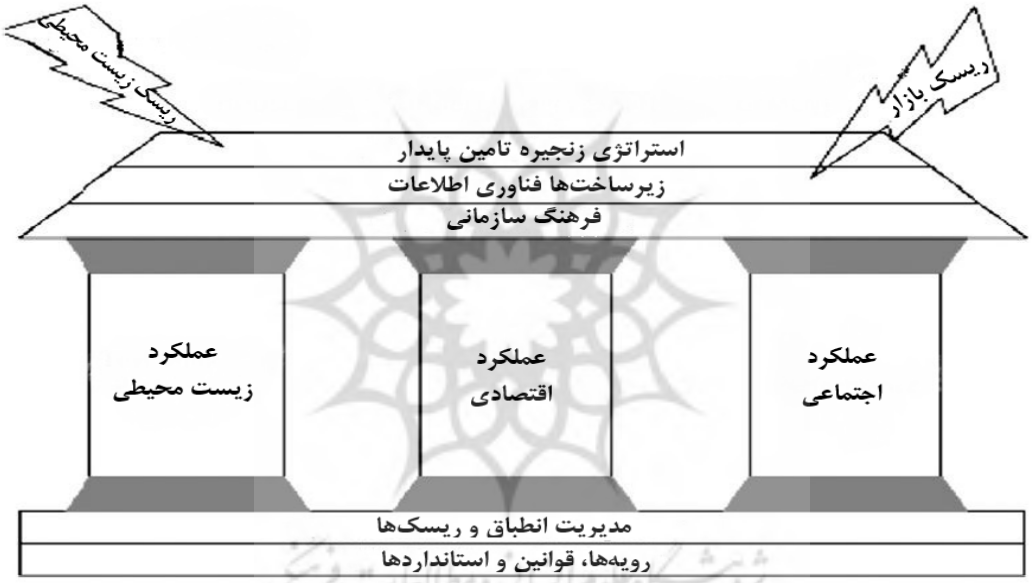
کارتر و راجرز، (۲۰۰۸) در پژوهش گسترده خود در ۲۸ شرکت بین‌المللی چارچوب مفهومی جامعی را برای SSCM با سه بعد اصلی و چهار جنبهٔ استراتژی که نقش حمایتی از سه بعد پایداری را ایفا می‌کنند، پیشنهاد دادند و بیان کردند می‌بایست همچون شرکت‌های موفق (هیولت پاکارد[1]، نایک[2] و پتروشیمی بین‌المللی بایسف[3]، لینده[4] و شل[5])، پایداری با استراتژی‌های اصلی سازمان و زنجیره‌تأمین یکپارچه شود (شکل ۱).



1. HuItewlett packard
2. Nike
3. BASF
4. Linde
5. Shell

شکل۱. مدیریت زنجیره‌تأمین پایدار (کارتر و راجر، ۲۰۰۸)

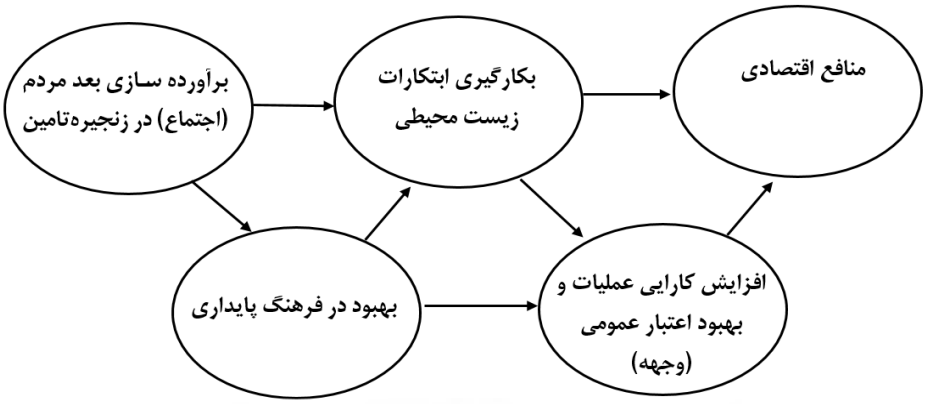
توتبرگ و ویتستراگ، (۲۰۱۰) در مطالعه نظامند خود مدل خانه مدیریت زنجیره‌تأمین را ارائه کردند. که ستون‌های این خانه، ابعاد اصلی پایداری را تشکیل داده و که برای تعادل آن هر سه بعد ضروری است. مدیریت ریسک و قوانین و استانداردها فونداسیون این خانه را شکل می‌دهند و سقف آن را فرهنگ، فناوری‌اطلاعات و استراتژی تشکیل می‌دهد. در این مدل برای دستیابی به منافع اقتصادی حداکثری، باید ریسک‌های زیست‌محیطی و بازار حداقل گردد (شکل ۲).



شکل۲. خانه مدیریت زنجیره‌تأمین پایدار (توتبرگ و ویتستراگ، ۲۰۱۰)

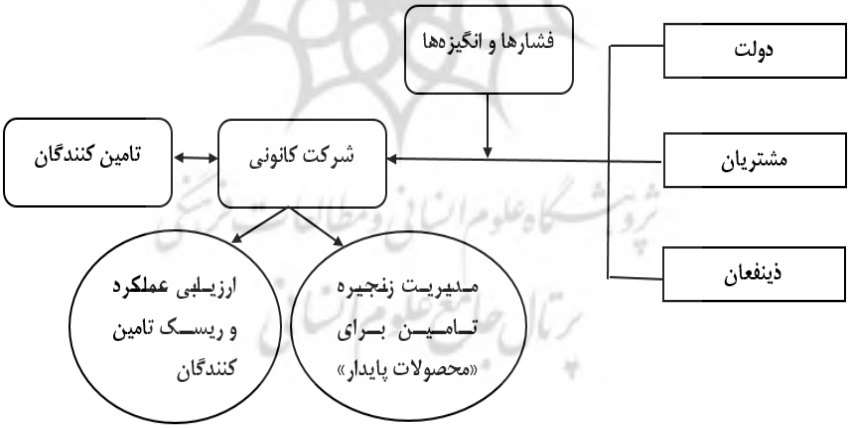
گوپالکریشنان و همکاران، (۲۰۱۲) در پژوهش خود در صنعت هوافضای بریتانیا بر بهم‌وابستگی و ارتباط سه بعد پایداری تاکید کرده و در مدل خود اشاره کردند که این چارچوب با برآورده ساختن «عامل مردم» به عنوان نماینده ذینفعان شروع و با به‌کارگیری فرهنگ پایداری که منجر به رضایت ذینفعان و تسهیل در بکارگیری ابتکارات پایداری زیست‌محیط

ادامه و منجر به ارتقای عملکرد عملیاتی و شهرت و اعتبار سازمان و در نهایت خلق منافع مالی برای زنجیره‌تأمین می‌گردد پایان می‌یابد (شکل ۳).



شکل ۳. مدل پایداری گیالاکی یشنان و همکاران، (۲۰۱۲).

سیورینگ و مولر (۲۰۰۸) در مدل پیشنهادی خود به انگیزاننده‌های درونی و بیرونی پایداری زنجیره‌تأمین پرداخته و به نقش شرکت کانونی در ایجاد انگیزه در تامین‌کنندگان به منظور دستیابی به محصول پایدار و سود اشاره دارد (شکل ۴).



شکل٤. مدیریت زنجیره‌تأمین پایدار (سیورینگ و مولر، ۲۰۰۸)

در داخل نیز به مدل جایزه مدیریت سبز ایران می‌توان اشاره کرد که بیانگر این است کـه حـل معضلات اجتماعی و اقتصادی بی‌توجه به مسـئولیت‌اجتمـاعی و محیطـی، نـاممکن اسـت. ایـن مدل که در شکل ۵ نشان داده شده است دارای ۸ معیار در سطح سازمانی است و بـه گسـترش همگرایی مسئولیت‌پذیری اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی و نهایتـا توسـعهٔ رویکـردهـای پایدار سازمانی با الگوبرداری از مدل سـرآمدی سـازمانی EFQM در راسـتای ثـروت آفرینـی پایدار می‌پردازد (جایزه مدیریت سبز ایران، ۱۳۹۰).

شکل۵. مدل جایزهٔ مدیریت سبز ایران

هرچند مطالعات فراوانی در حوزه پایداری زنجیره‌تأمین شده است اما کمتر به بررسی شاخص‌های اندازه‌گیری پایداری پرداخته شده است. این موضوع در حوزه تخصصی زنجیره-تأمین پایدار(لینتون و همکاران، ۲۰۰۷: ۱۰۷۷)، و بالاخص در صنایع بیشتر محسوس است. به-سبب محدودیت در تعداد صفحات مقاله از ذکر دیگر مدل‌های معروف (مدل سود سه‌گانه[1]، مدل سازمان ملل[2]، مدل آشیانه‌ای[1]، شاخص‌های دو جونی[2]، مدل مرزهای شکست[3] و..)،

1. Triple bottom line
2. United Nations

خودداری شد. در ادامه به‌طور خلاصه به تعدادی از پژوهش‌ها در حوزه SSCM پرداخته شده است (جدول ۱).

جدول۱. خلاصه‌ای از پژوهش‌های در سه بعد SSCM

محقق	عنوان مقاله و صنعت مورد مطالعه	محورهای کلیدی مورد بررسی	روش تحقیق
الفت و همکاران، (۱۳۹۳)	مدلی جهت اندازه‌گیری پایداری زنجیره-تأمین –مورد مطالعه: صنعت فرش ماشینی ایران.	زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی	رویکرد AHP
خاتمی فیروزآبادی و همکاران، (۱۳۹۵)	انتخاب تامین‌کنندگان در زنجیره‌تامین پایدار با استفاده از تکنیک‌های تصمیم-گیری چند شاخصه فازی–مطالعه موردی: صنعت قطعه سازی.	اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی	تحلیل مصاحبه کیفی و تکنیک ANP فازی
رعیت پیشه و همکاران، (۱۳۹۵)	به‌کارگیری رویکرد کیفی فراترکیب جهت ارائه مدل جامع ارزیابی پایداری زنجیره‌تأمین.	زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی	فراترکیب کیفی و آنتروپی شانون
ازپاگیک، (۲۰۰۴)	توسعه چارچوب شاخص‌های توسعهٔ پایدار در صنعت استخراج مواد معدنی (معادن).	جامعه، محیطزیست و اقتصاد	تحلیل محتوا کیفی
کارتر و راجرز، (۲۰۰۸)	چارچوب مدیریت زنجیره‌تأمین پایدار: حرکت به سمت نظریه جدید– ۲۸ شرکت تولیدی آمریکایی و آلمانی.	ادغام شاخص‌های ۳ بعد (زیست-محیطی، اجتماعی، و اقتصادی)+ چهار جنبهء استراتژی، مدیریت ریسک، شفافیت و فرهنگ[4] به منظور رسیدن به کارایی اقتصادی	نظریه سازی مفهومی[5] برای توسعهٔ چارچوب پایداری بر مبنای تئوری وابستگی منابع[6] و نگرش مبتنی بر منابع

1. Nested model
2. DOW Jones sustainability Index
3. Sufficiency economy
4. 3BL+4 fact.
5. Conceptual theory building
6. resource dependence theory

ویتستراک و توتبرگ (۲۰۱۰)	شناسایی عوامل موفقیت مدیریت زنجیره‌تأمین پایدار: صنعت الکترونیک.	جامعه، محیط، اقتصادی و مدیریت ریسک	بررسی نظامند متون و ترکیب با مدل توضیحی[1]
داعو و همکاران، (۲۰۱۱)	از سبز تا پایداری: فناوری اطلاعات در یکپارچگی پایداری.	قابلیت‌های پایداری، فناوری اطلاعات، زنجیره‌تأمین و مدیریت منابع انسانی	بررسی سیستماتیک بکارگیری رویکرد مبتنی بر منابع[2] به‌منظور توسعهٔ چارچوب پایداری زنجیره-تامین
کلوس و همکاران، (۲۰۱۱)	پایداری به عنوان پشتیبان پایان به پایان در زنجیره‌ارزش: نقش مدیریت زنجیره-تامین- شرکت‌های بزرگ بین‌المللی در حوزه پتروشیمی، غذا، الکترونیک و خرده فروشی.	ابعاد محیط‌زیست، اقتصاد، اخلاق و تحصیلات (آموزش)	گراندد تئوری[3] (نظریه زمینه‌ای)
زلنی و همکاران، (۲۰۱۲)	بررسی مدیریت زنجیره‌تأمین پایدار در مالزی- ۴۰۰ شرکت تولیدی مالزیایی.	تاثیر خرید زیست‌محیطی و بسته بندی پایدار بر نتایج اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی	نظرسنجی آماری از ۱۵۰۰ کارمند (تحلیل عاملی، تحلیل رگرسیون)
پریرا و همکاران، (۲۰۱۲)	نوآوری و پایداری در زنجیره‌تأمین مورد مطالعاتی: شرکت‌های لوازم آرایشی.	ترکیب نوآوری فناوری و ابعاد پایداری در شرکت کانونی زنجیره‌تامین	مطالعه موردی[4] با بکارگیری رویکرد تفسیری[5]
بسک و همکاران، (۲۰۱۴)	راهکارهای مدیریت زنجیره تأمین پایدار و قابلیت‌های پویا در صنایع غذایی.	شاخص‌های زنجیره‌تامین+ شاخص قابلیت‌های پویایی	تجزیه و تحلیل محتوا
جیا و همکاران، (۲۰۱۵)	آنالیز شیوه‌های SSCM در صنعت معدن و مواد معدنی با رویکرد تفسیری ساختاری- صنعت معدن.	خوشه‌بندی شاخص‌های زیست محیطی پایداری	رویکرد تفسیری ساختاری (ISM)
پتی و همکاران، (۲۰۱۶)	تعهد و آمادگی برای مدیریت زنجیره تامین پایدار در صنعت نفت و گاز- صنعت نفت گاز.	اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی	در گام اول مرور مقالات و در گام دوم آزمون t-test و تحلیل عاملی

1. explanatory model
2. resource-based
3. grounded theory
4. case study
5. interpretative approach

اسفهبدی و همکاران، (۲۰۱۶)	فشار حکومت و نتایج عملکردی مدیریت زنجیره تامین پایدار – تحلیل تجربی از صنعت ساخت و تولید انگلستان.	نقش حاکمیت در پیاده سازی و اجرای شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین پایدار و دستاوردهای آن در دو بعد اقتصادی و زیست محیطی	مدل‌سازی معادلات ساختاری از ۱۴۶ نفر از مدیران انگلستان
گویندان و همکاران، (۲۰۱۶)	انتخاب مواد پایدار در صنعت ساخت و ساز با –صنعت ساخت و ساز و ساختمان سازی امارات.	در این پژوهش دو بعد زیست-محیطی و اقتصادی مورد توجه پژوهشگران است.	بکارگیری روش ترکیبی تصمیم‌گیری چند معیار (MCDM)
زمویتینن و همکاران، (۲۰۱۷)	راهکارهای مدیریت زنجیره تامین پایدار در صنعت خودرو هند: نگرش ذینفعان چندگانه.	شاخص‌های مدیریت زنجیره تامین پایدار در صنعت خودرو هند	تکنیک بررسی نظامند مقالات و دیمتل

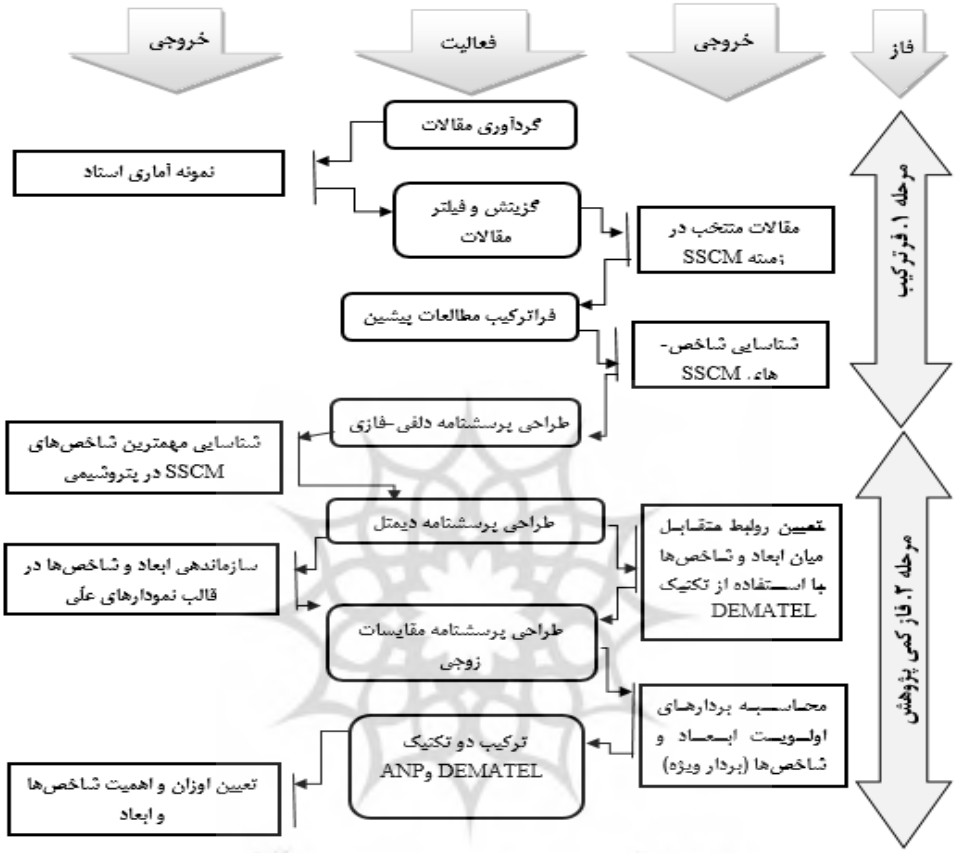
پس از بررسی گسترده ادبیات، که در جدول ۱ به طور خلاصه به تعدادی از آن‌ها اشاره شده است، این نکته برداشت می‌شود که اغلب مدل‌های حاضر بلوغ نیافته‌اند (گسپاروتس و همکاران، ۲۰۰۸: ۳۰۹)، و پژوهشی‌های محدودی به استخراج شاخص‌های ارزیابی پایداری زنجیره تامین، متناسب با صنعتی خاص پرداخته شده است. در داخل نیز حوزه زنجیره‌تأمین پایدار از نظر پژوهشگران مغفول مانده است و تعداد انگشت‌شماری پژوهش صورت گرفته است. ازاین‌رو پژوهش حاضر درصدد یافتن مدلی جامع جهت ارزیابی پایداری زنجیره تامین در صنعت پتروشیمی با رویکرد آمیخته[1] است.

روش شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر هدف کاربردیست، همچنین از جمله تحقیقات آمیخته با طرح اکتشافی است، که به صورت متوالی ابتدا به گردآوری داده‌های کیفی۲ و سپس به منظور تعمیم‌پذیری

1. Mixed approach
2. Qualitative

یافته‌ها، از داده‌های کمی۱ بهره گرفته شد. فرایند انجام پژوهش در شکل۶ بـه تصـویر کشـیده شده است.



شکل٦. شمای کلی مراحل پژوهش

از نظر شیوه‌ی گردآوری اطلاعات توصـیفی- پیمایشـی اسـت از ایـن رو فرضـیه‌ای نـدارد، بـا توجه به اهداف تحقیق و رویکرد پژوهش سوالات اصلی تحقیق به شرح زیر است:

- ✓ **شاخص‌های مدیریت زنجیره تامین پایدار در واحدهای پتروشیمی چیست؟**
- ✓ **روابط علی بین شاخص‌ها/ ابعاد و درجه اهمیت آن چگونه است؟**

جامعه آماری مرحله دوم پژوهش (فاز کمی)، ۲۳ نفر از خبرگان پتروشـیمی اسـت کـه بـه صـورت

[1]. Quantitative

هدفمند[1] به منظور تکمیل پرسشنامه‌های دیمتل و فرایند تحلیل شبکه‌ای انتخاب گردید. شیوه گردآوری داده‌ها و جامعه مورد بررسی به‌طور خلاصه در جدول ۲ بیان شده است.

جدول۲.خلاصه روش جمع‌آوری داده‌ها و جامعه مورد بررسی

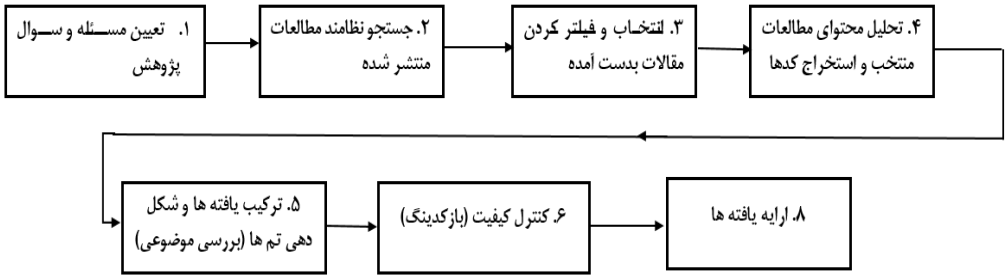
گام‌های پژوهش	جامعه آماری		نحوه جمع‌آوری داده	روایی و پایایی داده‌ها
گام اول: فراترکیب	مقالات مرتبط با زنجیره-تأمین پایدار از سال ۱۹۹۰ تاکنون		مطالعه سیستماتیک و تحلیل محتوای کیفی (تاکید بر اشباء تئوریک)	بازکدگذاری و آزمون ضریب کاپا کوهن
گام دوم: تکنیک دلفی-فازی	محققان دانشگاهی	خبرگان پتروشیمی	پرسشنامه دلفی-فازی	روایی محتوا و منطقی
گام سوم: ترکیب دیمتل و فرایند تحلیل شبکه‌ای	خبرگان پتروشیمی		پرسشنامه مقایسات زوجی	نرخ ناسازگاری[2]

روش تحلیل داده‌ها:

فراترکیب[3]: باتوجه به‌رشد تحقیقات و مواجهه شدن جامعه علمی با انفجار اطلاعات، پژوهش-های ترکیبی که عصاره تحقیقات گذشته است، گسترش روزافزونی یافته است (ازکیا و توکلی، ۲۰۰۶). فراترکیب نوعی پژوهشی درباره پژوهش‌های گذشته است (اصغرزاده و قاسمی، ۲۰۰۹: ۸۷). بنابراین کاتالانو (۲۰۱۳) فراترکیب را فرایند جستجو، ارزیابی، ترکیب و تفسیر مطالعات کمی یا کیفی دریک حوزهٔ خاص تعریف می‌کند. بکارگیری رویکرد فراترکیب در حوزه مدیریت و به طور خاص مدیریت زنجیره تامین رویکردی نسبتا جدید محسوب می‌گردد (رعیت پیشه و همکاران، ۱۳۹۵). در این پژوهش از الگوی سندلوسکی و باروسو (۲۰۰۷) بهره‌گرفته شده است (شکل ۷).

پرتال جامع علوم انسانی

1. Purposive sampling
2. incompatibility rate
3. meta-synthesis



شکل۷. گام‌های هفتگانه فراترکیب (بارسو و سوندیلوسکی[1]، ۲۰۰۷).

تکنیک دلفی فازی: در این پژوهش از روش دلفی-فازی به‌منظور یکپارچه‌سازی نظرات خبرگان و غربال‌گری شاخص‌ها به منظور تعیین شاخص‌های اصلی(چن و همکاران، ۲۰۰۸: ۲۴۷)، پایداری زنجیره‌تأمین صنایع پرخطر استفاده شده است. بنابراین ابتدا نظرات خبرگان با اعداد فازی مثلثی، به شرح زیر مشخص شده است جمع‌آوری گردید:

$$\hat{W}_k = (a_k, b_k, c_k)$$ معادله (۱)

که در آن W_k عدد فازی، شاخص K است. a_k- حداقل ارزیابی، b_k-متوسط ارزیابی و C_k-حداکثر ارزیابی خبرگان است. از این رو روش مرکز ثقل[2] که نشان‌دهنده ارزش (S_k) شاخص Kاست، استفاده گرفت:

$$s_k = \frac{a_k + b_k + c_k}{3}$$ معادله (۲)

در نهایت، باتوجه به‌شروط زیر، شاخص‌های مناسب انتخاب می‌گردد:

- اگر $s_k \geq \Lambda$ شاخص K قبول می‌گردد.
- اگر $s_k < \Lambda$ شاخص K رد می‌گردد.

تکنیک دیمتل: تکنیک دیمتل از مرکز تحقیقات ژنو با هدف تبدیل رابطه علت و معلولی شاخص‌ها به یک مدل ساختاری معقول از سیستم، نشأت گرفته است (تزینگ و همکاران، ۲۰۰۷) در زیر روش دیمتل به اختصار بیان شده است: درگام اول به محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم اولیه Z در پنج سطح ۰ تا ۴ پرداخته شد. درگام دوم ماتریس ارتباط مستقیم اولیه با دو

1. Sandelowski and Barroso
2. center-of-gravity method

معادله (۳) و (۴) نرمال شد.

$$X = \mathrm{y}.Z \qquad \text{معادله (۳)}$$

$$y = \min_{i,j}\left[\frac{1}{\max_{1\leqslant i\leqslant l}\sum_{j=1}^{l} z_{ij}}, \frac{1}{\max_{1\leqslant j\leqslant l}\sum_{i=1}^{l} z_{ij}}\right] \qquad \text{معادله (۴)}$$

گام سوم: محاسبه ماتریس ارتباط کل با استفاده از معادله (۵)، که در این معادله مقدار I ماتریس یکه است.

$$T = X(I - X)^{-1} \qquad \text{معادله (۵)}$$

گام چهارم: بدست آوردن ماتریس ارتباط داخلی V با نرمالیزه کردن ماتریس ارتباط کل T از ماتریس ارتباط درونی برای بدست آوردن سوپر ماتریس ANP استفاده شد (وو، ۲۰۰۸: ۸۳۱).

تکنیک فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP): تکنیک ANP تعمیم‌یافته تکنیک AHP (ساعتی، ۱۹۹۶)، و برای غلبه بر مشکل وابستگی متقابل و بازخورد بین شاخص‌ها (وابستگی درونی) توسعه یافته است (لی و همکاران، ۲۰۰۹). با این حال ANP در تعیین وابستگی و بازخورد بین ابعاد/شاخص‌ها (وابستگی خارجی) با مشکل روبرو است. بنابراین در این پژوهش به منظور غلبه بر این مشکل، از تکنیک دیمتل برای ساخت نقشه روابط شبکه[1] (NRM) و سوپر ماتریس[2] در ANP استفاده شد. گام اول در تکنیک ANP مقایسه دوبه‌دویی[3] شاخص‌ها توسط خبرگان با مقیاس ۹ نقطه‌ای[4] پیشنهادی ساعتی (۱۹۹۶) برای شکل‌دهی سوپر ماتریس است. در گام دوم با ترکیب تکنیک دیمتل و فرآیند تحلیل شبکه‌ای، سوپرماتریس اولیه ماتریس تشکیل شد. در گام سوم با نرمال‌سازی ماتریس ارتباط کل سوپرماتریس موزون تشکیل شد و نهایتاً در گام آخر از معادله ۶ مبتنی بر زنجیره‌های مارکوفی برای محاسبه سوپرماتریس حددار استفاده شد (یانگ و تزینگ، ۲۰۱۱).

$$\text{سوپرماتریس حددار} = (\text{سوپرماتریس موزون})^{2k+1} \qquad \text{معادله (۶)}$$

1. network relationship map (NRM)
2. super-matrix
3. Pairwise
4. nine-point scale

یافته‌های پژوهش

در مرحله اول پژوهشگر داده‌های ثانویه، حاصل از سایر مطالعات را برای پاسخگویی به سوالات خود، با استفاده از روش کیفی هفت مرحله‌ای فراترکیب(سندلوسکی و باروسو، ۲۰۰۷: ۱۰۵) مورد کنکاش دقیق و عمیق قرار داد. بنابراین ابتدا به جستجوی سیستماتیک مقالات منتشر شده در حوزه پایداری زنجیره‌تأمین در مجلات علمی معتبر داخلی و خارجی در بازه زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۶ پرداخت. سپس مجموعه‌ای اولیه از مقالاتی که در عنوان آن زنجیره‌تأمین پایدار بود، انتخاب شد. سپس با بررسی مقالات اولیه و شناسایی مجموعه‌ای از کلمات کلیدی و ترکیب کلمات کلیدی بخش اول و دوم (زنجیره‌تامین، پایداری[1]، زیست-محیطی، اقتصادی، سبز[2]، توانمندساز[3] و مسئولیت اجتماعی و...)، این اطمینان را حاصل شد که هیچ مقاله‌ای از دست نرفته است. سپس به‌منظور محدود کردن تعداد مقالات یافت شده، به-بررسی مجلات، با دو معیار میزان استناددهی[4] و ضریب‌تأثیر[5] (با استفاده از دو سایت که در پانوشت اشاره شده است) پرداخته شد. در نهایت ۳۹ مجله انتخاب گردید.

در ادامه به جستجو مقالات مرتبط پرداخته شد و در نهایت ۴۴۶ مقاله یافته شد. همچنین به-منظور بررسی کیفیت مقالات و کاهش تعداد آن‌ها، از ابزار برنامه مهارت‌های ارزیابی‌حیاتی[6] و تکنیک فیلترینگ[7] (تعیین حداقل تعداد مطالعات که حداکثر اهمیت را دارد) استفاده شد، در نهایت تعداد ۹۴ پژوهش انتخاب گردید. در ادامه پژوهشگر به منظور دستیابی به یافته‌های درون محتوا، ۹۴ مقالهٔ منتخب را، وارد نرم افزار کیفی مکس‌کیودا کرده و چند مرحله بررسی نمود، در نهایت ۸۹ کد با بیشترین فرکانس (پرتکرار)، شناسایی شد. سپس به دسته-بندی کدهای با مفهوم مشابه (تم‌ها) پرداخته شد. سانلوسکی و باروسو (۲۰۰۷) این رویه را «بررسی موضوعی» نامیدند.

1. Sustainability
2 .Green
3. Enablers
4 .Citations (journal-ranking.com)
5. impact factors (isiwebofknowledge.com)
6. Critical Appraisal Skills Programme (*CASP*)
7. screening method

جهت بررسی پایایی پژوهش کیفی فراترکیب، از ضریب کاپا-کوهن استفاده شد. این شاخص با ارزیابی دو یا چند سند (که توسط دو محقق متفاوت بررسی شده است)، از حیث ارجاع به شاخصی خاص می‌پردازد. نرم افزار مکس‌کیودا با قابلیت بررسی رابطه بین اسناد و همچنین ماهیت صفر و یک کدها، امکان استفاده از شاخص کاپا را می‌دهد. پس از ارزیابی ضریب کاپا (۰/۶۰۳) بیش از مقدار قابل‌قبول (۰/۶)، بدست آمد (ویرا و گرنت، ۲۰۰۵). این مقدار به‌معنای پایایی پژوهش است. همچنین ضریب معناداری کمتر از ۰/۰۵، گویای وجود رابطهٔ کدگذاری میان دو سند بررسی شده است (رعیت پیشه و همکاران، ۱۳۹۵).

در انتهای مرحله اول، برای غربال کردن مهمترین شاخص‌ها صنعت پتروشیمی، یافته‌های تحلیل محتوای[1] مقالات (فراترکیب)، به صورت پرسشنامه‌ی دلفی-فازی تنظیم گردید. در این بخش ۶ نفر از خبرگان صنعت پتروشیمی با روش نمونه‌گیری هدفمند-گلوله برفی[2] انتخاب شد تا به ارزیابی اهمیت شاخص‌های شناخته شده در بخش قبل بپردازند. اهمیت شاخص‌ها با استفاده از مقیاس‌های زبانی و اعداد فازی-مثلثی مربوط به مقیاس پنج نقطه‌ای، به قرار زیر است: (۰/۹، ۰/۹، ۰/۷)-بسیار مهم است، (۰/۹، ۰/۷، ۰/۵)-مهم است، (۰/۷، ۰/۵، ۰/۳)-عادی، (۰/۵، ۰/۳، ۰/۱)-بی‌اهمیت، (۰/۳، ۰/۱، ۰/۱)-بسیار بی اهمیت. در نهایت شاخص-هایی راکه مقدار آستانه[3] (λ) آن بیش از ۰/۶ بود، به عنوان مهمترین شاخص درنظر گرفته شد، زیرا میانگین حداقل مقدار "مهم" (۰/۵) و ماکزیم مقدار "نرمال" (۰/۷) است، درنتیجه شاخص‌هایی که مقداری کمتر از ۰/۶ کسب کردند حذف شد. در نهایت برای ابعاد (D) پایداری از ۱۸ شاخص(i) ۲ شاخص حذف و ۱ شاخص نیز بنا به نظر خبرگان ادغام گردید (جدول ۳، ۴ و ۵).

پرتال جامع علوم انسانی

1. content analysis
2. Purposive-snowball sampling
3. threshold value

جدول۳. طبقه بندی یافته‌ها و مطالعات مورد استفاده و در پژوهش بعد اقتصادی ($\mathbf{D_1}$)

تم	کد
کسب و کار محور ($\mathbf{i_1}$)	بهبود ارتباطات درونی و بیرونی، نگرش بلند مدت در امور زنجیره، سرمایه گذاری در توسعهٔ کارمندان، تقویت یکپارچگی در زنجیره، حفظ تعامل بلند مدت با مشتری، مدیریت ذینفعان، تمایز در رقابت، ایجاد فرصت از طریق تصویر و شهرت سازمانی، اقدامات مدیریت ریسک در زنجیره، ارزیابی و اندازه گیری عملکرد اقتصادی کسب و کار در زنجیره.
تولید محور ($\mathbf{i_2}$)	استقراری برنامه ریزی تولید کارا، بهبود کیفیت محصول، بهبود جایگاه بازار، انعطاف پذیری توزیع، کاهش نوسانات موجودی، توسعهٔ محصول.
مالی و هزینه محور ($\mathbf{i_3}$)	بهبود عملکرد مالی استراتژیک، شفافیت جریان مالی و اطلاعاتی، کاهش هزینه و افزایش سود در عین توجه به دو بعد دیگر، توسعهٔ سیستم‌های ارزیابی و گزارش دهی مالی.
تأمین کنندگان ($\mathbf{i_4}$)	توسعه و مدیریت تأمین‌کنندگان، ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان، ارتباط بلندمدت با تأمین‌کنندگان، کاهش فاصله شرکت کانونی از تأمین‌کنندگان، برنامه‌ریزی برای انتخاب تأمین‌کنندگان.

جدول٤. طبقه بندی یافته‌ها و مطالعات مورد استفاده و در پژوهش بعد اجتماعی ($\mathbf{D_2}$)

تم	کد	
سازمانی و شرکت محور ($\mathbf{i_5}$)	سازمان محوری	تعهد و حمایت رهبران و مدیران در زنجیره، اشتراک گذاری دانش و اطلاعات در زنجیره، افزایش پاسخگویی در زنجیره، ایجاد ساختار سازمانی کارا ، فرهنگ سازمانی مناسب، کاهش غیب کارکنان از طریق بهبود محیط سازمان.
	شرکت کانونی[1] زنجیره	تعهد شرکت کانونی در زنجیره، مسئولیت اجتماعی شرکت کانونی در زنجیره، بشر دوستی، کسب و کار اخلاقی، تاکید بر آموزش در کل زنجیره.
انسان محور ($\mathbf{i_6}$)		ایجاد انگیزه و رضایت در کارکنان، جلوگیری از کار کودکان، بیگاری و سوء استفاده، جلو گیری از تبعیض، بهداشت و ایمنی کارکنان، فعالیت آزاد انجمن‌ها، حفظ حقوق کارکنان، ارتقاء عدالت اجتماعی، بهبود و تنوع در استخدام و ارتقاء پرسنل، شرایط کار عادلانه.
مدیریت اجتماعی ($\mathbf{i_7}$)		مکانیزم‌های خود تنظیمی در زنجیره‌تامین، انطباق اجتماعی با دستورالعمل‌های و استانداردها، همکاری و هماهنگی در زنجیره‌تامین، ارزیابی تاثیرات اجتماعی.
کالا و خدمات ($\mathbf{i_8}$)		مسئولیت اجتماعی کالا و خدمات، شفافیت در تولید و ردیابی کالا، ایمنی و امنیت محصولات تولیدی و خدمات.

1 . Focal company

جدول۵. طبقه بندی یافته‌ها و مطالعات مورد استفاده و در پژوهش بعد زیست‌محیطی (D_3)

تم	کد
فشارهای محیطی (محرک) (i_9)	فشارهای حکومتی یا دولتی، فشار مشتریان، فشار درون زنجیره، فشار انجمن‌های مردمی دوستدار محیط‌زیست، فشار سهامداران
مدیریت محیطی (i_{10})	مدیریت چرخه عمر و پایان عمر محصولات، بکارگیری سیستم مدیریت محیطی یکپارچه[1] (EMS)، مدیریت و کاهش تولید زباله و مواد زائد در زنجیره، توسعهٔ فناوری‌های سبز در زنجیره‌تامین، ارزیابی عملکرد زیست‌محیطی در زنجیره، توسعهٔ تأمین‌کنندگان سبز.
سیاست‌ها، استراتژی‌ها و قوانین و مقررات (i_{11})	انطباق با استانداردهای محیطی، سیاستگذاری زیست‌محیطی، التزام زنجیره‌تأمین به قوانین و مقررات محیطی، تدوین استراتژی و شیوه‌های کارای سبز.
منابع و انرژی (i_{12})	کاهش مصرف منابع، استفاده از منابع تجدید پذیر، افزایش بهروری منابع، کاهش مصرف مواد سمی در محصولات.
حمل و نقل و انتشارات(i_{13})	کاهش انتشار گازهای گلخانه ای، توسعهٔ مقررات مربوط به انتشارات، حمل و نقل محیطی.
فعالیت‌ها سبز، نوآوری و ابتکارات (i_{14})	پیشگامی شرکت کانونی زنجیره در ابتکارات محیطی، خرید سبز، رقابت در کسب شهرت محیطی، بازاریابی سبز، طراحی و تولید سبز، لجستیک داخلی محیطی، بسته بندی سازگار با محیط‌زیست، توسعهٔ ایدهای سازکار با زیست محیط.
لجستیک معکوس و حلقه بسته (i_{15})	توسعهٔ شبکه بازیافت در زنجیره‌تامین، بازتولید از ضایعات در فرایند تولید، تشویق نوآوری-های مربوط به بکارگیری ضایعات، طراحی برای بازتولید، طراحی و بهینه سازی موثر سیستم لجستیک حلقه بسته در کل زنجیره، تولیدات جانبی از ضایعات.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

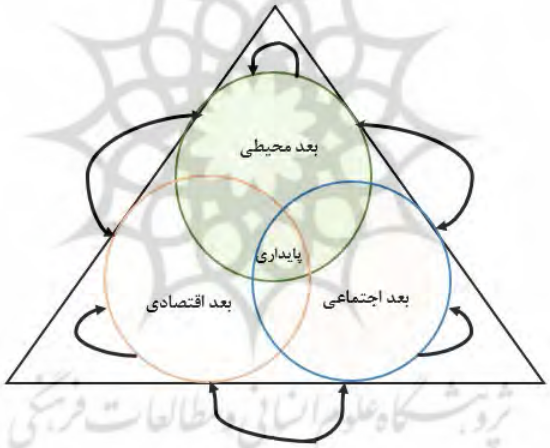
1. Integrated Environmental Management System

در ادامه برای کشف رابطهٔ بین سه بعد پایداری زنجیره‌تامین، با تکنیک دیمتل، با استفاده از پرسشنامه مقایسات زوجی و نظرخواهی از خبرگان ماتریس ارتباط کل (T)[1] تشکیل شد، که وابستگی خارجی موجود در میان ابعاد را نشان می‌دهد (جدول۶).

جدول٦. ماتریس ارتباط کل سه بعد اصلی (T1)

	(D1)	(D2)	(D3)
(D1)	./۶۷۸	۱/۱۷۴	۱/۴۳۴
(D2)	۰/۸۴۱	۰/۷۸۷	۱/۲۹۷
(D3)	۰/۶۴۹	۰/۸۶۷	۰/۷۵۴

با توجه به ماتریس ارتباط کل ابعاد نمودار شبکه ارتباطات شکل می‌گیرد (شکل۸).



شکل۸. مدل پایداری زنجیره‌تأمین و ساختار شبکه تأثیرات

پس از تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده شاخص‌ها، ماتریس ارتباط کل شاخص‌های سه بعد SSCM مشخص شد، و به‌منظور تعیین ماتریس ارتباط داخلی[2]، ماتریس ارتباط کل نرمال

1. total-relation matrix
2. inner dependence matrices

سازی، گردید و این ماتریس (ارتباط داخلی) مستقیماً وارد سوپرماتریس اولیه (بدون وزن) شد. وابستگی بیرونی بین ابعاد مختلف براساس ساختار شبکه‌ای بیان شده است (شکل۸). پس از نرمال‌سازی ستونی (ضرب هر سطر در معکوس، مجموع ستون خودش) سوپرماتریس - بدون‌وزن[1] (جدول ۷) سوپرماتریس موزون[2] حاصل می گردد، که به دلیل محدودیت حجم مقاله آورده نشده است. در نهایت برای دستیابی به همگرایی سیستم و یکسان شدن مقادیر سطرها سوپرماتریس موزون براساس معادله ۶ به‌توان رسانده شد، که نهایتا در توان ۱۹ همگرایی حاصل، و سوپرماتریس حددار ایجاد گردید. وزن اهمیت نسبی[3] هر شاخص (i) در جدول ۸ مشخص است.

جدول۷. سوپر ماتریس اولیه

Un weighted super-matrix	g	D_1	D_2	D_3	i_1	i_2	i_3	i_4	i_5	i_6	i_7	i_8	i_9	i_{10}	i_{11}	i_{12}	i_{13}	i_{14}	i_{15}
g	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
D_1	۰/۶۹۹	۰/۴۱۳	۰/۴۱۵	۰/۴۱۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
D_2	۰/۱۹۸	۰/۳۸۸	۰/۲۷۸	۰/۳۷۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
D_3	۰/۱۰۲	۰/۲۹۹	۰/۳۰۷	۰/۲۱۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
i_1	۰/۰۰۰	۰/۵۰۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۶۰	۰/۰۸۷	۰/۰۸۹	۰/۰۸۳	۰/۰۸۶	۰/۰۹۴	۰/۰۹۲	۰/۰۹۳	۰/۰۷۱	۰/۰۷۷	۰/۰۸۱	۰/۰۸۵	۰/۰۸۷	۰/۰۸۶	۰/۰۶۹
i_2	۰/۰۰۰	۰/۲۷۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۷۲	۰/۰۵۰	۰/۰۸۰	۰/۰۷۳	۰/۰۶۷	۰/۰۶۸	۰/۰۶۹	۰/۰۸۵	۰/۰۶۶	۰/۰۶۳	۰/۰۶۵	۰/۰۷۴	۰/۰۶۲	۰/۰۶	۰/۰۵۹
i_3	۰/۰۰۰	۰/۱۶۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۶۱	۰/۰۶۱	۰/۰۶۰	۰/۰۵۶	۰/۰۵۶	۰/۰۵۷	۰/۰۵۷	۰/۰۵۳	۰/۰۶۹	۰/۰۶۸	۰/۰۶۸	۰/۰۶۹	۰/۰۶۷	۰/۰۵۱	۰/۰۵۶
i_4	۰/۰۰۰	۰/۰۶۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۷۱	۰/۰۶۵	۰/۰۷۶	۰/۰۵۰	۰/۰۷۲	۰/۰۶۸	۰/۰۷۰	۰/۰۶۳	۰/۰۷۲	۰/۰۷۱	۰/۰۶۵	۰/۰۷۶	۰/۰۷۶	۰/۰۶۷	۰/۰۷۰
i_5	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۴۴۹	۰/۰۰۰	۰/۰۸۶	۰/۰۸۹	۰/۰۹۲	۰/۰۸۶	۰/۰۶۶	۰/۱۰۰	۰/۱۰۵	۰/۰۹۸	۰/۰۸۱	۰/۰۹۲	۰/۰۸۴	۰/۰۹۳	۰/۰۹۲	۰/۰۹۶	۰/۱۰۰
i_6	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۳۷۳	۰/۰۰۰	۰/۰۶۹	۰/۰۷۱	۰/۰۷۰	۰/۰۷۵	۰/۰۷۶	۰/۰۵۱	۰/۰۸۵	۰/۰۹۳	۰/۰۷۸	۰/۰۵۹	۰/۰۶۲	۰/۰۵۹	۰/۰۵۵	۰/۰۶۲	۰/۰۶۲
i_7	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۳۱	۰/۰۰۰	۰/۰۶۷	۰/۰۶۵	۰/۰۶۵	۰/۰۷۰	۰/۰۷۵	۰/۰۷۴	۰/۰۶۹	۰/۰۷۶	۰/۰۶۶	۰/۰۶۶	۰/۰۵۹	۰/۰۵۲	۰/۰۶۰	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳
i_8	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۴۷	۰/۰۰۰	۰/۰۶۷	۰/۰۵۳	۰/۰۶۶	۰/۰۴۲	۰/۰۵۲	۰/۰۶۷	۰/۰۵۵	۰/۰۳۶	۰/۰۶۳	۰/۰۶۰	۰/۰۲۸	۰/۰۶۳	۰/۰۳۷	۰/۰۴۰	۰/۰۳۹
i_9	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۳۰۰	۰/۰۷۵	۰/۰۸۵	۰/۰۷۶	۰/۰۸۶	۰/۰۷۳	۰/۰۹۵	۰/۰۸۸	۰/۰۹۶	۰/۰۶۲	۰/۰۸۸	۰/۰۹۷	۰/۰۸۰	۰/۰۸۶	۰/۰۸۹	۰/۰۷۰
i_{10}	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۵۳	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶	۰/۰۷۵	۰/۰۸۳	۰/۰۹۰	۰/۰۷۶	۰/۰۸۳	۰/۰۸۶	۰/۰۹۵	۰/۰۹۶	۰/۱۰۰	۰/۰۹۲	۰/۰۹۴	۰/۰۹۶	۰/۱۰۲
i_{11}	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۰۶	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۷۶	۰/۰۸۷	۰/۰۸۵	۰/۰۷۴	۰/۰۷۲	۰/۰۸۳	۰/۰۸۹	۰/۰۸۵	۰/۰۹۱	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶	۰/۰۸۰	۰/۰۸۲
i_{12}	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۰۹	۰/۰۷۲	۰/۰۷۱	۰/۰۷۲	۰/۰۶۱	۰/۰۶۰	۰/۰۶۳	۰/۰۵۵	۰/۰۵۸	۰/۰۷۳	۰/۰۷۶	۰/۰۷۷	۰/۰۵۰	۰/۰۷۵	۰/۰۶۵	۰/۰۶۷
i_{13}	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۶۵	۰/۰۶۶	۰/۰۵۰	۰/۰۶۶	۰/۰۵۲	۰/۰۶۸	۰/۰۶۸	۰/۰۶۰	۰/۰۶۱	۰/۰۵۳	۰/۰۶۱	۰/۰۶۲	۰/۰۵۶	۰/۰۳۸	۰/۰۵۳	۰/۰۵۶
i_{14}	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۴۲	۰/۰۶۸	۰/۰۴۷	۰/۰۵۵	۰/۰۵۲	۰/۰۵۶	۰/۰۶۸	۰/۰۶۵	۰/۰۶۳	۰/۰۶۵	۰/۰۵۶	۰/۰۵۹	۰/۰۶۳	۰/۰۶۸	۰/۰۶۱	۰/۰۸۶
i_{15}	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۵	۰/۰۳۸	۰/۰۳۹	۰/۰۶۹	۰/۰۶۶	۰/۰۶۲	۰/۰۳۷	۰/۰۳۵	۰/۰۳۳	۰/۰۶۰	۰/۰۳۸	۰/۰۴۵	۰/۰۶۱	۰/۰۵۹	۰/۰۶۱	۰/۰۳۳

1. unweighted super-matrix
2. weighted super-matrix
3. relative importance weights

جدول۸. سوپر ماتریس حددار

	Limiting super-matrix.				D_1				D_2				D_3						
	g	D_1	D_2	D_3	i_1	i_2	i_3	i_4	i_5	i_6	i_7	i_8	i_9	i_{10}	i_{11}	i_{12}	i_{13}	i_{14}	i_{15}
g	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
D_1	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
D_2	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
D_3	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
i_1	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱
i_2	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷
i_3	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳
i_4	۰/۰۶۹	۰/۰۶۹	۰/۰۶۹	۰/۰۶۹	۰/۰۶۹	۰/۰۶۹	۰/۰۶۹	۰/۰۶۹	۰/۰۶۹	۰/۰۶۹	۰/۰۶۹	۰/۰۶۹	۰/۰۶۹	۰/۰۶۹	۰/۰۶۹	۰/۰۶۹	۰/۰۶۹	۰/۰۶۹	۰/۰۶۹
i_5	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹
i_6	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷
i_7	۰/۰۹۶	۰/۰۹۶	۰/۰۹۶	۰/۰۹۶	۰/۰۹۶	۰/۰۹۶	۰/۰۹۶	۰/۰۹۶	۰/۰۹۶	۰/۰۹۶	۰/۰۹۶	۰/۰۹۶	۰/۰۹۶	۰/۰۹۶	۰/۰۹۶	۰/۰۹۶	۰/۰۹۶	۰/۰۹۶	۰/۰۹۶
i_8	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸
i_9	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲
i_{10}	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶
i_{11}	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰
i_{12}	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷
i_{13}	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱
i_{14}	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵
i_{15}	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲

علاوه بر تعیین روابط بین ابعاد و شاخص‌ها، کاربرد دیگر تکنیک دیمتل در رسم نقشه تأثیرات-جهت[1] که نشان‌دهنده روابط علی میان شاخص‌ها است. به منظور رسم نمودار علی مجموع سطرها و ستون‌های ماتریس ارتباط کل[2] (T) که به ترتیب نشان دهنده بردار R و بردار C است از طریق معادلات ۷ و ۸ مشخص می‌گردد. بردار R نشان‌دهنده سطح تأثیر و بردار C نشان دهنده سطح رابطه با دیگر شاخص‌هاست. مقادیر R+C نشان‌دهنده درجه (میزان) ارتباط شاخص با دیگر شاخص‌هاست و عوامل با مقدار R+C بیشتر با دیگر شاخص‌ها ارتباط بیشتری دارند (سید حسینی و همکاران، ۲۰۰۶: ۸۷۸)، وR-C بیانگر درجه تأثیر عوامل در سیستم و اولویت بیشتری در تخصیص امکانات[3] است (وو، ۲۰۰۸). جدول ۹ نشان‌دهنده مقادیر لازم

1. Impact-direction map.
2. total-relation matrix
3. dispatcher

برای رسم نقشهٔ تأثیر–جهت ابعاد و شاخص‌های زنجیره تامین پایدار است. نقشهٔ تأثیر–جهت کشیده شده توسط دیمتل (شکل ۹) به تصمیم‌گیرندگان و مدیران ارشد در یک سیستم مدیریتی[1] به تعیین تأثیرگذاری و تأثیرپذیری ابعاد یا شاخص‌ها و همچنین اهمیت آن‌ها کمک می‌کند. این اطلاعات تشخیص روابط علی در بین ۳ بعد را برای تصمیم‌گیری‌های راهبردی مدیران به منظور بهبود عملکرد هر یک از زمینه‌ها تسهیل می‌کند.

$$r = [r_i]_{n\times 1} = \left(\sum_{j=1}^{n} t_{ij}\right)_{n\times 1} \qquad \text{معادله (۷)}$$

$$c = [c_j]'_{1\times n} = \left(\sum_{i=1}^{n} t_{ij}\right)_{1\times n} \qquad \text{معادله (۸)}$$

جدول ۹. مقدار تأثیر و اهمیت ابعاد و شاخص‌ها

ابعاد/معیار	r_i-c_j	r_i+c_j	(r_i+c_j, r_i-c_j)
اقتصادی (D_1)	۱/۱۱۹	۵/۴۵۴	(۵/۴۵۴,۱/۱۱۹)
کسب و کار محور (i_1)	۰/۰۸۳	۶/۱۰۹	(۶/۱۰۹,۰/۰۸۳)
تولید محور (i_2)	-۰/۶۰۷	۶/۱۰۹	(۶/۱۰۹,-۰/۶۰۷)
مالی و هزینه محور (i_3)	-۱/۰۸۵	۵/۰۷۹	(۵/۰۷۹,-۱/۰۸۵)
تامین کنندگان (i_4)	-۰/۲۳۳	۵/۴۹۵	(۵/۴۹۵,-۰/۲۳۳)
اجتماعی (D_2)	۰/۰۹۶	۵/۷۵۲	(۵/۷۵۲,۰/۰۹۶)
سازمانی و شرکت کانونی (i_5)	۰/۸۴۵	۶/۰۴۵	(۶/۰۴۵,۰/۸۴۵)
انسان محور (i_6)	۰/۴۱۱	۴/۶۸۵	(۴/۶۸۵,۰/۴۱۱)
مدیریت اجتماعی (i_7)	۰/۳۳۵	۴/۵۱۱	(۴/۵۱۱,۰/۳۳۵)
کالا و خدمات (i_8)	-۰/۴۰۸	۴/۰۱۴	(۴/۰۱۴,-۰/۴۰۸)
محیطی (D_3)	-۱/۲۱۵	۵/۷۵۵	(۵/۷۵۵,-۱/۲۱۵)
فشارهای زیست محیطی (محرک) (i_9)	۰/۷۱۶	۵/۵۹۲	(۵/۵۹۲,۰/۷۱۶)
مدیریت محیطی (i_{10})	۰/۳۰۹	۶/۲۷۷	(۶/۲۷۷,۰/۳۰۹)
سیاست و قوانین و مقررات (i_{11})	۱/۰۲۶	۵/۱۵۲	(۵/۱۵۲,۱/۰۲۶)
منابع و انرژی (i_{12})	-۰/۳۷۳	۵/۴۶۹	(۵/۴۶۹,-۰/۳۷۳)
حمل و نقل و انتشارات (i_{13})	-۰/۸۴۲	۴/۶۵۴	(۴/۶۵۴,-۰/۸۴۲)
فعالیت های سبز، نوآوری و ابتکارات (i_{14})	-۰/۲۱۱	۴/۳۸۷	(۴/۳۸۷,-۰/۲۱۱)
لجستیک معکوس و حلقه بسته (i_{15})	۰/۰۳۲	۳/۲۴۲	(۳/۲۴۲,-۰/۰۳۲)

1. managerial system

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

باتوجه به منطق تئوری پیچیدگی[1] بررسی سیستم‌های پیچیده بدون تحلیل روابط علی میان زیرشاخص‌ها و تعاملات بین آن‌ها بی‌فایده است. ازاین‌رو در پژوهش حاضر پس از شناسایی شاخص‌های پایداری زنجیره‌تأمین پتروشیمی، محقق درصدد بررسی تأثیرگذاری و تأثیرپذیری میان شاخص‌ها و تعیین درجه اهمیت شاخص‌ها برآمده است. درنهایت مدل پایداری زنجیره‌تأمین صنعت پتروشیمی، که حاصل دیدی کل‌نگرانه در مطالعات زنجیره‌تأمین و مشاوره با خبرگان پتروشیمی است، در ۱۵شاخص اصلی و ۸۹زیرشاخص تعیین گردید. روش دلفی-فازی بکارگرفته شده در این پژوهش، به‌طور گسترده اطلاعاتی دررابطه با جنبه‌های مختلف پایداری جمع‌آوری، و به‌طور مؤثری ابهام و بی‌دقتی در قضاوت خبرگان، برای شناسایی مهمترین شاخص‌ها و جرح‌وتعدیل آن، برای بدست آوردن وزن هر یک از شاخص‌ها انتخابی در ترکیب دیمتل و ANP را کاهش می‌دهد. باتوجه به نتایج ترکیب تکنیک دیمتل و ANP که در در جدول ۸ نشان داده شد، شاخص‌های سازمانی و شرکت محوری[2] (i_5)، مدیریت محیطی[3] (i_{10})، فشارهای محیطی(i_9) بحرانی‌ترین شاخص‌ها (بیشترین وزن) تعیین گردید.

شاخص "سازمانی و شرکت‌محوری" از نظر خبرگان پتروشیمی بحرانی‌ترین شاخص است. ویژگی‌های این شاخص در تحقیقات متعدد تأکید شده است و شامل: ایجاد فرهنگ پایداری (کارتر و راجرز، ۲۰۰۸؛ کلایسن، ۲۰۰۳؛ پرکمن، ۲۰۰۸)، اشتراک‌گذاری دانش در طول زنجیره‌تامین (کارتر، ۲۰۰۵؛ گیلاتی، ۱۹۹۹؛ مارچ،۱۹۹۱)، آموزش و تحصیل کارکنان (مامک، ۲۰۰۵؛ ریتور و همکاران، ۲۰۱۰)، حمایت‌ها و تعهد مدیران ارشد و رهبری (کارنا و همکاران، ۲۰۰۳؛کارتر و راجرز، ۲۰۰۸؛ پیگال و وو، ۲۰۰۹، پیگال، ۲۰۰۴)، اخلاق در شرکت (شرما و رووود، ۲۰۰۳)، تعهد شرکت کانونی (کارتر، ۲۰۰۵؛ کارنا و همکاران، ۲۰۰۳)، بهبود پاسخگویی[4] در زنجیره‌تامین (کارتر و جنینگز،۲۰۰۲؛ سرکیس و همکاران،

1. Complexity Theory.
2. Organization-centric
3. Environmental Management-centric
4. Accountability

۲۰۱۰؛ چین و شیا، ۲۰۰۷)، اندازه و ساختار سازمانی در زنجیره(پیگال، ۲۰۰۴)، مسئولیت اجتماعی در زنجیره (کریوم و همکاران، ۲۰۱۱)، می‌شود.

"مدیریت‌محیطی" دومین شاخص بحرانی پتروشیمی است. ویژگی‌های اصلی این شاخص عبارتند از: شاخص مدیریت محیطی از مجموعه زیرشاخص‌های، سیستم مدیریت‌محیطی[1] (سیورینگ، ۲۰۰۴)، مدیریت چرخه عمر[2] (سیورینگ، ۲۰۰۴؛ سیورینگ و مولر، ۲۰۰۸)، مدیریت کاهش زباله[3] (لینتون و همکاران، ۲۰۰۷، شرونیستا، ۲۰۰۷)، توسعهٔ فناوری[4] سبز (ولف، ۲۰۱۱)، ارزیابی‌عملکرد زیست‌محیطی (ولوی و همکاران، ۲۰۰۳؛ماتوس وهال، ۲۰۰۷) که زنجیره‌تأمین را به‌طور همزمان به‌کاهش پیامدهای زیست‌محیطی و استفاده از فناوری‌های سبز (ICT)، ارزیابی عملکرد زیست‌محیطی، گزارش‌دهی داوطلبانه، افزایش کارایی عملیاتی تشویق می‌کند. "فشارهای محیطی" سومین شاخص پراهمیت از نظر خبرگان پتروشیمی است که شامل محرک پایداری زنجیره‌تأمین می‌شود، در تحقیقات متعدد به این محرک‌ها اشاره شده است که شامل فشارهای درون زنجیره‌تامین از سوی کارکنان و فشار سهامداران (پیگال و همکاران، ۲۰۰۴؛ وو و پیگال، ۲۰۱۱؛ ولف، ۲۰۱۱؛ آنست، ۲۰۰۷؛ زیهیو و سرکیس، ۲۰۰۷)؛ فشار مشتریان (بازار) (سیورینگ و مولر، ۲۰۰۸؛ ولف، ۲۰۱۱؛ وو و پیگال، ۲۰۱۱؛ آنست، ۲۰۰۷؛ تیت و همکاران، ۲۰۱۱)؛ فشارهای رقابتی (پیگال و همکاران، ۲۰۰۴؛ آنست، ۲۰۰۷)؛ و فشارهای نهادی (ماتوس وهال، ۲۰۰۷؛ زیهیو و سرکیس، ۲۰۰۷)، فشارهای حکومتی (دولتی)، (آنست، ۲۰۰۷؛ تیت و همکاران، ۲۰۱۱) و فشار انجمن‌های مردمی دوست‌دار محیط‌زیست (NGO) (وو و پیگال، ۲۰۱۱؛ سیورینگ و مولر، ۲۰۰۸؛ ولف، ۲۰۱۱؛ آنست، ۲۰۰۷؛ تیت و همکاران، ۲۰۱۱) و جوامع محلی (پیگال و همکاران، ۲۰۰۴؛ وو و پیگال، ۲۰۱۱؛ ولف، ۲۰۱۱) می‌شود.

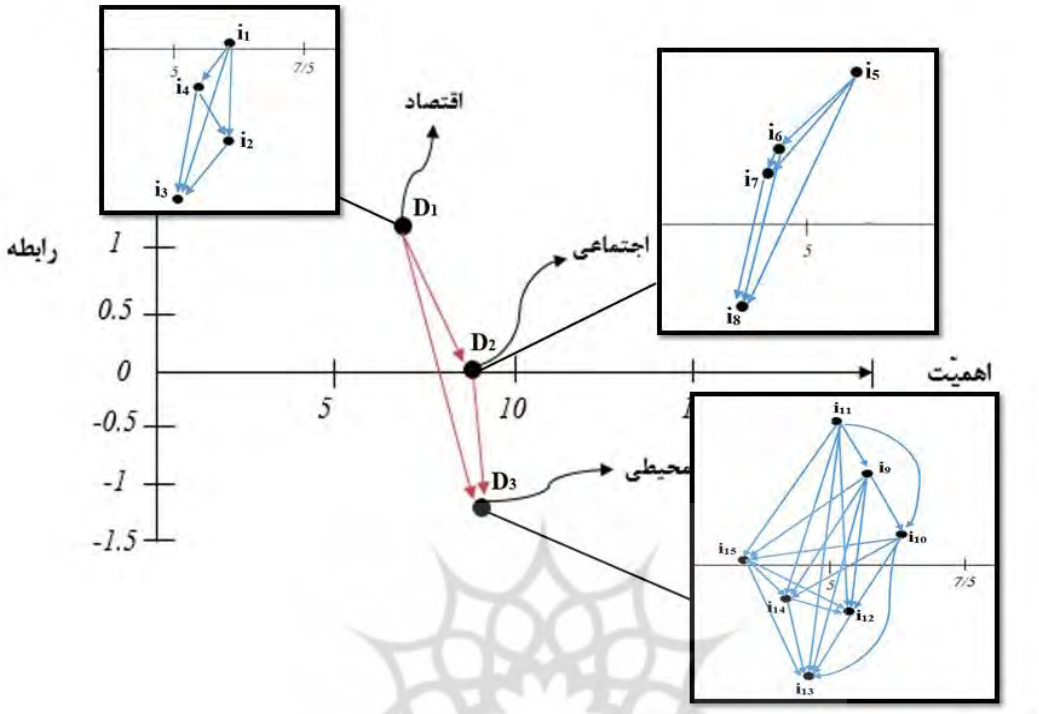
با توجه به نتایج تکنیک تحلیل شبکه‌ای خبرگان پتروشیمی به ترتیب بعد اقتصادی، اجتماعی

1. Integrated Environmental Management System
2. Lifecycle
3. Waste
4. Technology

و سپس محیطی را بااهمیت‌ترین ابعاد تعیین کرده‌اند، که با توجه به سهمی که بعد اقتصاد پتروشیمی در تولید ناخالص داخلی (تقریبا ۵۰ درصدی) دارد دور از انتظار نیست و بعد محیطی کم‌اهمیت‌ترین بعد تعیین شد. دلیل تمرکز بیش از حد بر بعد اقتصادی را می‌توان در اثرات تحریم‌های چندین ساله این شرکت توسط کشورهای جهان دانست که مجال توجه به دو بعد دیگر را به این شرکت‌ها نمی‌دهد، هم‌چنین هنوز بحث زیست‌محیطی آن‌گونه که بایدوشاید در کشور جایگاه خود را پیدا نکرده است. همچنین یافته‌های کلیدی نقشه تأثیر-جهت (شکل۹)، تکنیک دیمتل نشان می‌دهد که بعد اقتصادی پتروشیمی در ایران تعیین‌کننده و تأثیرگذار بر دو بعد اجتماعی و زیست‌محیطی است. در بعد اقتصادی (D_1) شاخص کسب-وکار محوری (i_1) به‌عنوان علت[1] و شاخص‌های تولیدمحور (i_2)، مالی‌وهزینه‌محور (i_3)، تامین‌کنندگان (i_4) معلول[2] هستند. همچنین بعد محیطی تأثیرپذیرترین بعد تعیین گردید.که با-توجه به‌آنچه گفته شد دور از انتظار نیست.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Dispatcher
2. Receivers



شکل۹. نقشه تأثیرات-جهت ابعاد و شاخص‌های **SSCM**

در پژوهش حاضر، شاخص‌ها و زیرشاخص‌های شناسایی شده و همچنین تعیین ارتباطات و درجه اهمیت آن‌ها، از نظر خبرگان، برای تصمیم‌گیرندگان صنعت پتروشیمی در اولویت‌بندی منابع، اقدامات و راهبردهای اداره‌ی زنجیره‌تأمین سودمند است. همچنین نقشه تأثیر-جهت در تکنیک دیمتل به مدیران ارشد پتروشیمی در تعیین اینکه کدام بعد یا شاخص معلول دیگر ابعاد یا شاخص‌ها در سیستم مدیریتی[1] است، کمک می‌کند. بنابراین این اطلاعات برای تدوین استراتژی پایداری در جهت تسریع در پیاده‌سازی پایداری زنجیره‌تأمین این صنعت، و در همچنین اقدام به گزارش‌دهی پایداری، می‌تواند برای تصمیم‌گیران و مدیران ارشد مفید واقع شود.

با توجه به‌اهمیت موضوع پایداری در جهان، شرکت‌های پتروشیمی به‌منظور رقابت در

1. managerial system

بازارهای جهانی و توسعهٔ سهم بازار خود، ناگزیر به‌پذیرش، ادغام، پیاده‌سازی و ارائه گزارش پایداری شرکت و زنجیره‌تأمین خود هستند. بنابراین مدل پایداری مطرح شده می‌تواند نقشه راه مناسبی، برای صنعت پتروشیمی با توجه به مقتضیات بومی گردد. از تنگناهای این پژوهش می‌توان به عدم دست به منابع علمی بین‌المللی در حوزه نفت، گاز، پتروشیمی،[1] تعداد محدود پژوهش‌های فارسی در حوزه زنجیره‌تأمین پایدار و همچنین محدودیت در شناسایی و دسترسی به افراد بااطلاعات مرتبط با زنجیره‌تأمین پایدار در صنعت پتروشیمی‌جهت تکمیل پرسشنامه، اشاره کرد.

به‌واسطه نگاه مقطعی و گذرای تکنیک‌های تصمیم‌گیری در تعیین روابط علی بین شاخص‌ها، توصیه می‌شود در تحقیقات آینده پژوهشگران از مدل‌سازی دینامیک و پویایی سیستم که قابلیت تحلیل روابط علی را در بستر زمان داراست، استفاده کنند زیرا جهت تحلیل روابط علی‌ومعلولی در سیستم‌های سنجش عملکرد، بسیاری از شاخص‌ها مستلزم تحلیل در بستر زمان هستند، تا از تنزل سیستم ارگانیک به سیستم ایزوله جلوگیری شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. www.onepetro.com

منابع

Ansett, S. (2007). *Mind the Gap: A journey to sustainable supply chains. Employee Responsibilities and Rights Journal*, 19(4), 295-303 .

Asghari zadeh, E., & ghasemi, A. R. (2009). *Supply chain performance excellence path; an innovative approach in achieving a comprehensive supply chain. Journal of business research*, 38, 78-108. (In Persian)

Azapagic, A. (2004). *Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of cleaner production*, 12(6), 639-66 .

Azkea, M., & Tavakolle, M. (2006). *Meta-analysis of studies of job satisfaction in educational organizations. The journal of social sciences*, 1, 26- 27. (In Persian)

Beske, P., & Seuring, S. (2014). *Sustainable supply chain management practices and dynamic capabilities in the food industry: A critical analysis of the literature. International Journal of Production Economics*, 152, 131-143.

Boretti, J., Feeney, F., Hansen, M. D., Seabrook, K. A., & Thompson, M. W. (2010). *Corporate Social Responsibility: The Emerging Role of the SH&E Professional. Paper presented at the ASSE Professional Development Conference and Exposition*.

Carter, C. R. (2005). *Purchasing social responsibility and firm performance: The key mediating roles of organizational learning and supplier performance. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 35(3), 177-194 .

Carter, C. R., & Dresner, M. (2001). *Purchasing's role in environmental management: cross-functional development of grounded theory. Journal of Supply Chain Management*, 37(2), 12-27 .

Carter, C. R., & Jennings, M. M. (2002). *Social responsibility and supply chain relationships. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 38(1), 37-52 .

Carter, C. R., & Rogers, D. S. (2008). *A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management,* 38(5), 360-387 .

Catalano, A. (2013). *Patterns of graduate students' information seeking behavior: A meta-synthesis of the literature. Journal of Documentation*, 69(2), 243-274 .

Closs, D. J., Speier, C., & Meacham, N. (2011). *Sustainability to support end-to-end value chains: the role of supply chain management. Journal of the Academy of Marketing Science, 39*(1), 101-116.

Chen, H. H., Kang, H.-Y., Xing, X., Lee, A. H., & Tong, Y. (2008). *Developing new products with knowledge management methods and process development management in a network. Computers in Industry*, 59(2), 242-253 .

Chien, M., & Shih, L.-H. (2007). *an empirical study of the implementation of green supply chain management practices in the electrical and electronic industry and their relation to organizational performances. International Journal of Environmental Science and Technology*: (IJEST), 4(3), 383 .

Christopher, M. (2005). *Logistics and supply chain management: creating value-added networks: Pearson education.*

Creswell, J. W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches: Sage publications.*

Crum, M., Poist, R., Carter, C. R., & Liane Easton, P. (2011*). Sustainable supply chain management: evolution and future directions. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 41(1), 46-62 .

Dao, V., Langella, I., & Carbo, J. (2011). *From green to sustainability: Information Technology and an integrated sustainability framework. The Journal of Strategic Information Systems, 20*(1), 63-79.

Elkington, J. (1998). *Partnerships from cannibals with forks: The triple bottom line of 21st-century business. Environmental Quality Management*, 8(1), 37-51 .

Ellen, P. S., Webb, D. J., & Mohr, L. A. (2006). *Building corporate associations: Consumer attributions for corporate socially responsible programs. Journal of the Academy of Marketing Science*, 34(2), 147-157 .

Esty, D. C., Levy, M., Srebotnjak, T., & De Sherbinin, A. (2005). *Environmental sustainability index: benchmarking national environmental stewardship. New Haven: Yale Center for Environmental Law & Policy,* 47-60 .

Esfahbodi, A., Zhang, Y., Watson, G., & Zhang, T. (2016). *Governance pressures and performance outcomes of sustainable supply chain management–an empirical analysis of UK manufacturing industry. Journal of Cleaner Production*.

Gasparatos, A., El-Haram, M., & Horner, M. (2008). *A critical review of reductionist approaches for assessing the progress towards sustainability. Environmental Impact Assessment Review*, 28(4), 286-311 .

Giddings, B., Hopwood, B., & O'brien, G. (2002). *Environment, economy and society: fitting them together into sustainable development. Sustainable development*, 10(4), 187-196 .

Gopalakrishnan, K., Yusuf, Y. Y., Musa, A., Abubakar, T., & Ambursa, H. M. (2012). *Sustainable supply chain management: A case study of British Aerospace (BAe) Systems. International Journal of Production Economics*, 140(1), 193-203 .

Govindan, K., Shankar, K. M., & Kannan, D. (2016). *Sustainable material selection for construction industry–A hybrid multi criteria decision making approach. Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 55, 1274-1288.

Gulati, R. (1999). *Network location and learning: The influence of network resources and firm capabilities on alliance formation. Strategic management journal*, 20(5), 397-420 .

Handson, J. (2004). *Core Values and Environmental Management. Greener Management International,* 46, 29-40 .

Holmes, S. M., Power, M. L., & Walter, C. K. (1996). *A motor carrier wellness program: development and testing. Transportation Journal,* 33-48 .

Initiative, G. R., & Initiative, G. R. (2014). *About GRI. Retrieved April,* 11, 2014 .

Jia, P., Diabat, A., & Mathiyazhagan, K. (2015). *Analyzing the SSCM practices in the mining and mineral industry by ISM approach. Resources Policy*, 46, 76-85.

Khatami Firouz Abadi, s. M. A., Olfat, L., & Doulabi, S. (2015). *Select suppliers on sustainable supply chain using fuzzy multi-criteria decision-making techniques (Case study: parts manufacturing industry)*. 2, 1(3), 7-38. (In Persian)

Kärnä, J., Hansen, E., & Juslin, H. (2003). *Social responsibility in environmental marketing planning. European Journal of Marketing*, 37(5/6), 848-871 .

Klassen, R. D., & Vachon, S. (2003). *Collaboration and evaluation in the supply chain: The impact on plant-level environmental investment. Production and Operations Management*, 12(3), 336-352 .

Lee, W.-S., Tzeng, G.-H., Guan, J.-L., Chien, K.-T., & Huang, J.-M. (2009). *Combined MCDM techniques for exploring stock selection based on Gordon model. Expert systems with Applications*, 36(3), 6421-6430 .

Leire, C., & Mont, O. (2010). *The implementation of socially responsible purchasing. Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 17(1), 27-39 .

Linton, J. D., Klassen, R., & Jayaraman, V. (2007). *Sustainable supply chains: An introduction. Journal of Operations Management,* 25(6), 1075-1082 .

M. Tachizawa, E., & Yew Wong, C. (2014). *Towards a theory of multi-tier sustainable supply chains: A systematic literature review.*

Supply Chain Management: An International Journal, 19(5/6), 643-663 .

Mamic, I. (2005). *Managing global supply chain: the sports footwear, apparel and retail sectors. Journal of business ethics*, 59(1-2), 81-100 .

March, J. G. (1991). *Exploration and exploitation in organizational learning. Organization science,* 2(1), 71-87 .

Markman, G., & Krause, D. (2014). *Special topic forum on theory building surrounding sustainable supply chain management. Journal of Supply Chain Management*, 50(2), 106 .

Matos, S., & Hall, J. (2007). *Integrating sustainable development in the supply chain: The case of life cycle assessment in oil and gas and agricultural biotechnology. Journal of Operations Management,* 25(6), 1083-1102 .

Mollenkopf, D., Closs, D., Twede, D., Lee, S., & Burgess, G. (2005). *Assessing the viability of reusable packaging: a relative cost approach. Journal of Business Logistics*, 26(1), 169-197 .

Morali, O., & Searcy, C. (2013). *A review of sustainable supply chain management practices in Canada. Journal of business ethics*, 117(3), 635-658 .

Olfat, L. & Mazroe nasrabady, e. (2014). *Model for measuring the supply chain sustanability case study: Iranian carpet industry. Journal of Management Sciences in Iran*, 9(33), 29-46. (In Persian)

Pagell, M. (2004). *Understanding the factors that enable and inhibit the integration of operations, purchasing and logistics. Journal of Operations Management*, 22(5), 459-487 .

Pagell, M., & Shevchenko, A. (2014). *Why research in sustainable supply chain management should have no future. Journal of Supply Chain Management*, 50(1), 44-55 .

Pagell, M., & Wu, Z. (2009). *Building a more complete theory of sustainable supply chain management using case studies of 10 exemplars. Journal of Supply Chain Management*, 45(2), 37-56.

Pati, N., Wan Ahmad, W. N. K., de Brito, M. P., & Tavasszy, L. A. (2016). *Sustainable supply chain management in the oil and gas industry: A review of corporate sustainability reporting practices. Benchmarking: An International Journal*, 23(6), 1423-1444.

Pereira de Carvalho, A., & Barbieri, J. C. (2012*). Innovation and sustainability in the supply chain of a cosmetics company: a case study. Journal of technology management & innovation, 7*(2), 144-156.

Pearce, D., Atkinson, G., & Mourato, S. (2006). *Cost-benefit analysis and the environment: recent developments: Organisation for Economic Co-operation and development***.**

Perkmann, M., & Spicer, A. (2008*). How are management fashions institutionalized? The role of institutional work. Human Relations*, 61(6), 811-844**.**

Rayatpisha, S., ahmadykohanali, R., abbasnejad, T. (2016). *Applying the qualitative approach Meta syntheses for provide a comprehensive model of assessment of the sustainability in supply chain. New research in decision-making*, (1)1, 166-139. (In Persian)

Reuter, C., Foerstl, K., Hartmann, E., & Blome, C. (2010). *Sustainable global supplier management: the role of dynamic capabilities in achieving competitive advantage. Journal of Supply Chain Management*, 46(2), 45-63 **.**

SAM Indexes (2007). *The Dow Jones Sustainability Index. www.sustainability-index.com visited* 2007-07-15.

Saaty, T. *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process. Pittsburgh: University of Pittsburgh*, 1996: ISBN 0-9620317-9-8**.**

Sandelowski, M., Barroso, J., & Voils, C. I. (2007*). Using qualitative metasummary to synthesize qualitative and quantitative descriptive findings. Research in nursing & health*, 30(1), 99-111 **.**

Sarkis, J., Gonzalez-Torre, P., & Adenso-Diaz, B. (2010). *Stakeholder pressure and the adoption of environmental practices: The mediating effect of training. Journal of Operations Management*, 28(2), 163-176 **.**

Schmidt, W.-P., & Taylor, A. (2006). *Ford of Europe's product sustainability index. Paper presented at the Proceedings of 13th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering. Leuven May 31st–June 2nd*.

Seyed-Hosseini, S. M., Safaei, N., & Asgharpour, M. J. (2006). *Reprioritization of failures in a system failure mode and effects analysis by decision making trial and evaluation laboratory technique. Reliability Engineering and System Safety*, 91(8), 872–881.

Seuring, S. (2004). *Industrial ecology, life cycles, supply chains: differences and interrelations. Business strategy and the Environment*, 13(5), 306 .

Seuring, S., & Müller, M. (2008). *Core issues in sustainable supply chain management–a Delphi study. Business strategy and the environment, 17*(8), 455-466.

Seuring, S., & Müller, M. (2008). *From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. Journal of cleaner production*, 16(15), 1699-1710 .

Sharma, S., & Ruud, A. (2003). *On the path to sustainability: integrating social dimensions into the research and practice of environmental management. Business strategy and the Environment,* 12(4), 205-214 .

Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2003). *Designingand Managing the Supply Chain: McGraw-Hill, London*.

Srivastava, S. K. (2007). *Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review. International journal of management reviews*, 9(1), 53-80 .

Tate, W. L., Dooley, K. J., & Ellram, L. M. (2011). *Transaction cost and institutional drivers of supplier adoption of environmental practices. Journal of Business Logistics*, 32(1), 6-16 .

Teuteberg, F., & Wittstruck, D. (2010). *A systematic review of sustainable supply chain management. Multikonferenz Wirtschaftsinformatik* 2010, 203 .

Tseng, S.-C., & Hung, S.-W. (2014). *A strategic decision-making model considering the social costs of carbon dioxide emissions for sustainable supply chain management. Journal of environmental management*, 133, 315-322 .

Tzeng, G.-H., Chiang, C.-H., & Li, C.-W. (2007). *Evaluating intertwined effects in e-learning programs: A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL. Expert systems with Applications*, 32(4), 1028-1044 .

Veleva, V., Hart, M., Greiner, T., & Crumbley, C. (2003*). Indicators for measuring environmental sustainability: A case study of the pharmaceutical industry. Benchmarking: An International Journal*, 10(2), 107-119 .

Viera, A. J., & Garrett, J. M. (2005). *Understanding interobserver agreement: the kappa statistic. FAM Med*, 37(5), 360-363 .

Wittstruck, D., & Teuteberg, F. (2012). *Understanding the success factors of sustainable supply chain management: empirical evidence from the electrics and electronics industry. Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 19(3), 141-158 .

Wolf, J. (2011). *Sustainable supply chain management integration: a qualitative analysis of the German manufacturing industry. Journal of business ethics*, 102(2), 221-235 .

Wu, W.-W. (2008). *Choosing knowledge management strategies by using a combined ANP and DEMATEL approach. Expert systems with Applications*, 35(3), 828-835 .

Wu, Z., & Pagell, M. (2011). *Balancing priorities: Decision-making in sustainable supply chain management. Journal of Operations Management*, 29(6), 577-590 .

Yakovleva, N., Sarkis, J., & Sloan, T. (2010*). Sustainability indicators for the food supply chain. Environmental assessment and management in the food industry: Life Cycle Assessment and related approaches. Woodhead Publishing, Cambridge*, 297-329 .

Yang, J. L., & Tzeng, G.-H. (2011). *an integrated MCDM technique combined with DEMATEL for a novel cluster-weighted*

with ANP method. Expert systems with Applications, 38(3), 1417-1424 .

Yusuf, Y. Y., Gunasekaran, A., Musa, A., El-Berishy, N. M., Abubakar, T., & Ambursa, H. M. (2013). *The UK oil and gas supply chains: An empirical analysis of adoption of sustainable measures and performance outcomes. International Journal of Production Economics*, 146(2), 501-514 .

Zailani, S., Jeyaraman, K., Vengadasan, G., & Premkumar, R. (2012*). Sustainable supply chain management (SSCM) in Malaysia: A survey. International Journal of Production Economics, 140*(1), 330-340.

Zhu, Q., & Sarkis, J. (2007). *The moderating effects of institutional pressures on emergent green supply chain practices and performance. International journal of production research*, 45(18-19), 4333-4355.

Zmathivathanan, D., Kannan, D., & Haq, A. N. (2017). *Sustainable supply chain management practices in Indian automotive industry: A multi-stakeholder view. Resources, Conservation and Recycling.*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فصلنامه علمی – پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی – سال شانزدهم، شماره ۵۱، زمستان ۹۷
صفحات ۲۰۶-۱۸۱

ارزیابی کارایی شرکت‌های برق منطقه‌ای ایران با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و شبکه عصبی

محسن شفیعی نیک‌آبادی*، کامبیز شاهرودی**، اکرم اویسی عمران***، محمدرضا خسروی****

تاریخ دریافت:۹۵/۸/۱- تاریخ پذیرش:۹۶/۱۲/۸

چکیده

انتخاب متغیرهای ورودی و خروجی در تعیین نمرات کارایی تحلیل پوششی داده‌ها از اهمیت فراوانی برخوردار است. در این پژوهش با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی به تعیین ورودی‌ها و خروجی‌های شرکت‌های برق منطقه‌ای پرداخته شده است. کاربرد شبکه عصبی در انتخاب ورودی‌ها و خروجی‌های شرکت‌های برق منطقه‌ای امری است که در ادبیات موضوع سابقه نداشته و مزیت اصلی روش پیشنهادی محسوب می‌شود. به‌منظور آموزش شبکه عصبی دو لایه MLP، از روش آموزش پس از انتشار خطای ارتجاعی استفاده گردید؛ پس از آموزش شبکه عصبی، عملکرد شبکه عصبی با استفاده از الگوهای تست، مورد بررسی قرار گرفت. مقدار RMSE مربوط به ۱۵ الگوی تست برابر ۰/۰۲۶۹ به‌دست آمد که نشان‌دهنده دقت بالای شبکه آموزش داده شده است. تحلیل حساسیت پارامترهای مورد بررسی که همان ورودی‌ها و خروجی‌های تحلیل پوششی داده‌ها هستند، با افزایش ده درصدی پارامترها نسبت به حالت قبل از افزایش انجام شده و میانگین خطای نسبی خروجی برای پارامترهای شبکه عصبی محاسبه شده است. بر اساس میزان میانگین خطای نسبی خروجی، ورودی‌ها و خروجی‌های تحقیق مشخص گردید. مقایسه نمرات کارایی شرکت‌های برق منطقه‌ای قبل و بعد از کاهش تعداد متغیرها، تعداد شرکت‌های کارا در طی شش دوره زمانی فوق از ۶۲/۴ درصد به ۲۶/۴ درصد کاهش یافته است.

واژگان کلیدی: انتخاب ورودی و خروجی، تحلیل پوششی داده‌ها، ارزیابی عملکرد، شبکه عصبی، تحلیل پنجره، شرکت‌های برق منطقه‌ای.

---

* استادیار گروه مدیریت، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه سمنان، (نویسنده مسئول).
shafiei@profs.semnan.ac.ir

** دانشیار دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت.

*** دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی با گرایش تحقیق در عملیات دانشکده اقتصاد و مدیریت دانشگاه سمنان.

**** دانشجوی دکتری مدیریت بازرگانی (بازاریابی) دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت

مقدمه

تحلیل پوششی داده‌ها[1] رویکردی ناپارامتریک است که با استفاده از ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه، نمرات کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده[2] را ارزیابی می‌کند. از آنجایی‌که انتخاب متغیرهای ورودی و خروجی سیستم، در ارزیابی کارایی یک واحد از اهمیت بالایی برخوردار است و در عمل تعداد زیادی از متغیرها را می‌توان به عنوان عوامل مؤثر بر کارایی در نظر گرفت؛ بنابراین، هر متغیر بایستی به عنوان ورودی یا خروجی واحد تعریف شود. صرف‌نظر از تشخیص ماهیت یک متغیر از حیث ورودی یا خروجی، تعداد متغیرهای مؤثر بر عملکرد یک سیستم معمولاً بسیار زیاد هستند. در مدل تحلیل پوششی داده‌ها با هر منبع به کار گرفته شده برای یک واحد تصمیم‌گیرنده باید به عنوان یک متغیر ورودی رفتار شود. متغیرهای خروجی هم در نتیجه فعالیت بنگاه به منظور تبدیل ورودی‌ها به خروجی‌ها به وجود می‌آیند. به علاوه در برخی مواقع متغیرهای محیطی هم که بر فعالیت واحد تأثیر گذارند، نیز لازم است که در فهرست متغیرها وارد شوند (کلیمبرگ و پادی‌کامب، ۱۹۹۵).

تعداد زیاد متغیرهای ورودی و خروجی نیازمند ابعاد بیشتری از فضای حل مسأله می‌باشد (جنکینس و اندرسون، ۲۰۰۳). از طرفی تعداد زیاد متغیرها در تحلیل، به کاهش تفاوت بین نمرات کارایی واحدها منجر شده که نتیجتاً تعداد بیشتری از واحدها کارا به نظر خواهند رسید. در واقع تعداد بیشتر متغیرها در تحلیل پوششی داده‌ها نه تنها منجر به افزایش نمرات کارایی شده بلکه تعداد واحدهای کارا را نیز افزایش داده و کاهش قدرت تشخیص مدل را در پی دارد (گولانی و رول، ۱۹۸۹).

به منظور شناسایی مرتبط‌ترین متغیرها در مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، تاکنون رویکردهای متعددی توسعه یافته‌اند. یکی از این مهم‌ترین این رویکردها شامل غربالگری فهرست متغیرها بر اساس نظر متخصصان است که از بین آن‌ها می‌توان به روش دلفی یا روش تحلیل سلسله‌مراتبی اشاره کرد (بوسوفاین، ۱۹۹۱).

1- Data Envelopment AnalysiS (DEA)
2- Decision Making Units (DMUS)

رویکرد دیگری که به منظور کاهش متغیرها به کار گرفته می‌شود، روش تحلیل رگرسیون و همبستگی بین متغیرها می‌باشد (سالیناس و اسمیت، ۱۹۹۶). در مدل‌سازی به وسیله تحلیل پوششی داده‌ها مشخص شد زمانی که یک متغیر در تحلیل همبستگی متغیری زاید محسوب شود، لزوماً در مدل تحلیل پوششی داده‌ها نیز محدودیت زاید نمی‌باشد. به این معنی که وجود همبستگی بالا بین متغیرها به این معنا نیست که لزوماً این متغیر در تحلیل‌های بعدی تحلیل پوششی داده‌ها بدون تأثیر خواهد بود. بنابراین کاربرد تحلیل همبستگی به منظور کاهش متغیرها در مدل تحلیل پوششی داده‌ها غیر منطقی خواهد بود (نوماماکر، ۱۹۸۵).

در تقابل با این روش‌ها، در روش دیگری به متغیرهای مدل قبل از استفاده در مدل تحلیل پوششی داده‌ها نگریسته و تلاش می‌شود که اثر این متغیرها بر روی تغییر نمرات کارایی حاصل از حذف یا کاربرد آن‌ها ارزیابی شود. در این راستا، بنکر آزمون آماری را به منظور ارزیابی اثر مدیریتی بر نمرات کارایی متغیرهایی که به مدل اضافه و یا از مدل حذف می‌شوند، توسعه داد (بنکر، ۱۹۹۳، بنکر ۱۹۹۶).

با توجه به مطالعات صورت گرفته و عدم تمرکز مطالعات جدید بر روی استفاده از یک روش علمی در انتخاب متغیرهای ورودی و خروجی در تحلیل پوششی داده‌ها، در این پژوهش با استفاده از قدرت پیش‌بینی بالای شبکه عصبی، ابتدا متغیرهای اصلی تأثیرگذار بر تغییرات کارایی شرکت‌های برق منطقه‌ای ایران شناسایی شده و سپس نمرات کارایی شرکت‌ها با استفاده از تحلیل پنجره محاسبه شده و تغییرات کارایی، قبل و بعد از کاهش متغیرها مشخص شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پیشینه پژوهش

شبکه عصبی همانند یک جعبه سیاه عمل کرده و به دنبال شناسایی روابط ناشناخته در بین مجموعه داده‌ها است. این روش داده‌کاوی برای زمانی مناسب است که فرمول ریاضی خاصی جهت شناسایی روابط متغیرهای ورودی و خروجی وجود نداشته و پیش‌بینی نیز یکی از

اهداف اصلی مطالعه باشد. در زمینه استفاده از شبکه عصبی مصنوعی۱ همراه با تحلیل پوششی داده‌ها مطالعات متعددی صورت گرفته است.

اولین مطالعه‌ای که به مقایسه تحلیل پوششی داده‌ها و شبکه عصبی به عنوان دو روش ناپارامتریک ارزیابی عملکرد پرداخته، توسط آثناسوپولوس و کورام انجام شده است. در این مطالعه از تکنیک شبیه‌سازی شده تولید با دو ورودی و یک خروجی با هدف ارزیابی دو روش تحلیل پوششی داده‌ها و شبکه عصبی مصنوعی به کار گرفته شد. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که با وجود تفاوت‌های بین دو روش، هر دو روش دامنه مفیدی از اطلاعات را با توجه به ارزیابی عملکرد شعب بانک ارائه می‌کنند (آثناسوپولوس و کورام، ۱۹۹۶). کوستا به ارزیابی عملکرد خدمات حمل و نقل عمومی بر پایه مفهوم کارایی با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه ۲ همراه با تحلیل پوششی داده‌ها و حداقل مربعات تصحیح شده۳ پرداخت. در این مطالعه مشخص شد که رویکرد شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه نسبت به روش‌های سنتی رویکردی ناپارامتریک و احتمالی و انعطاف‌پذیر است (کوستا، ۱۹۹۷).

پندهارکر و روجر شبکه عصبی مصنوعی برای توابع پیش‌بینی یکنواخت یادگیری به کار رود، به منظور دستیابی به داده‌های غربال شده مفید بوده و نمونه‌های غربال شده نسبتاً راضی کننده‌ای را فراهم می‌کند. در این مطالعه با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها مجموعه داده‌های یادگیری به دو بخش کارا و ناکارا تقسیم گردید. سپس با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی مشخص شد که پیش‌بینی عملکرد در گروه داده‌های کارا از ناکارا بیشتر بوده است (پندهارکر و روجر، ۲۰۰۳).

مینگ و همکاران مدلی برای پیش‌بینی مدل پیش‌فرض‌های وام‌گیرندگان را از طریق ساخت تحلیل تجربی و مطالعه مشتریان نامطمئن در مؤسسات مالی معین تایوان طراحی کرده و متغیرهای جمعیت شناختی و نگرش پول وام گیرندگان را به عنوان اطلاعات تشخیصی

1- Artificial Nerual Network (ANN)
2- Multi-Layer Perceptron Neural Networks (MLP)
3- Corrected Least Squares (COLS)

واقعی در نظر گرفته‌اند. آن‌ها نشان دادند که قدرت پیش‌بینی تحلیل پوششی داده‌های تحلیل تشخیصی و شبکه عصبی از رگرسیون لجستیک و آنالیز تشخیصی بیشتر است (مینگ و همکاران، ۲۰۰۹).

وو مدل ترکیبی شامل تحلیل پوششی داده‌ها، درخت تصمیم و شبکه عصبی مصنوعی را جهت ارزیابی تأمین‌کنندگان به کار گرفته است. ابتدا تأمین‌کنندگان را به دو دسته کارا و ناکارا تقسیم و سپس با استفاده از داده‌ها درخت تصمیم و شبکه عصبی مصنوعی را آموزش داده و نهایتاً درخت تصمیم آموزش دیده را برای تأمین‌کنندگان جدید به کار برده است (وو، ۲۰۰۹).

امروزنژاد و شالی نیز در مطالعه ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها و شبکه عصبی انتشار به عقب را جهت حل مشکل مجموعه داده‌های بزرگ و ورودی‌ها و خروجی‌های زیاد به کار بستند. شبکه عصبی مصنوعی مجموعه داده‌ها را در پنج گروه بزرگ ارزیابی و نتایج با تحلیل پوششی داده‌های سنتی مقایسه شده است (امروزنژاد و شالی، ۲۰۰۹).

آزاده و همکاران تحلیل پوششی داده‌ها و شبکه عصبی مصنوعی و تئوری مجموعه راف را با هدف ارزیابی اثرات کارایی نگرش کارکنان در کارایی کل به کار گرفتند. تحلیل پوششی داده‌ها دارای دو نقش اصلی است که ابتدا واحدهای کارا و ناکارا را تعیین و وردوی شبکه عصبی را مهیا کرده و نهایتاً بهترین کاهش (حداقل زیرمجموعه نگرش‌ها) را از طریق شبکه عصبی را انتخاب می‌کند. شبکه عصبی نیز برای تعیین حداقل مجموعه نگرش‌های انجام شده توسط مجموعه تئوری راف و پیش‌بینی کارایی کل استفاده شده است (آزاده و همکاران، ۲۰۱۱).

الرئاجو و همکاران ذخیره انرژی صنعتی آفریقای جنوبی را در فاصله سال‌های ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۸ را با ترکیب سه رویکرد تحلیل شاخص تجزیه[1]، تحلیل پوششی داده‌ها (تحلیل پوششی داده‌ها) و شبکه عصبی مصنوعی (شبکه عصبی مصنوعی) بررسی کردند. در این مطالعه بر روی سه عامل مؤثر بر تغییرات الگوی مصرف انرژی، فعالیت، ساختار و شدت اثرات انجام

1- Index Decomposition Analysis (IDA)

شده است. با استفاده از تحلیل شاخص تجزیه سهم نسبی سه عامل را در ۱۱ بخش صنعتی ارزیابی نموده است. سه عامل به عنوان ورودی شبکه عصبی و مصرف انرژی در طی زمان به عنوان خروجی شبکه عصبی در نظر گرفته شد. با تأیید اعتبار نتایج پیش‌بینی شبکه عصبی توسط رگرسیون، با استفاده مدل‌های ابرکارایی، نمرات کارایی و تحلیل حساسیت واحدها انجام شده و پیشنهاداتی برای ۱۱ بخش صنعتی در آفریقای جنوبی ارائه گردید (الرئاجو و همکاران، ۲۰۱۳).

وون و لی در مطالعه‌ای با استفاده از شبکه عصبی انتشار به عقب[1] و تحلیل پوششی داده‌ها مدلی یکپارچه را جهت ارزیابی کارایی فرایند دو مرحله‌ای عملیات جذب سپرده و کسب سود در بانک‌های تجاری آمریکا طراحی نمودند. در این مدل از معیارهای پیش‌بینی و اندازه به صورت همزمان و با هدف پیش‌بینی سود افزایشی مطابق با سطح عملکرد هر واحد تصمیم‌گیرنده در یک فرایند دو مرحله‌ای است (لی و وون، ۲۰۱۵).

یانگ و همکاران مدل تحلیل پوششی داده‌های مبتنی بر متغیرهای کمکی را برای تحلیل حساسیت نمرات کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده و تعیین ابعاد بهینه واحدهای ناکارا به کار بردند. سپس واحدهای بهبودیافته همراه با واحدهای کارا وارد فرایند شبکه عصبی مصنوعی شده است. نتایج بهینه و ارزش‌های حاصل از مدل پیش‌بینی برای کاهش مصرف انرژی و راهنمای سیستم تولید اتیلن و بهبود کارایی انرژی استفاده شده است (یانگ و همکاران، ۲۰۱۶).

شعبانپور و همکاران با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و تحلیل پوششی داده‌ها رویکرد برنامه‌ریزی آینده‌نگری را به جای ارزیابی و رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیرنده در تحلیل پوششی داده‌ها ارائه نموده‌اند. در این مطالعه برای اولین بار شبکه عصبی مصنوعی و تحلیل پوششی داده‌های پویا برای پیش‌بینی نمرات کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده در آینده به کار برده است. به این ترتیب که میزان ورودی‌ها و خروجی‌های سیستم در آینده پیش‌بینی و سپس در تحلیل پوششی داده‌ها پویا به کار رفته است (شعبانپور و همکاران، ۲۰۱۶).

1- Back Propagation Neural Network (BPNN)

میسیوناس و همکاران مطالعه ترکیبی از تحلیل پوششی داده‌ها و شبکه عصبی مصنوعی را انجام دادند. آن‌ها ابتدا نمرات کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده را با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها مشخص نمودند. سپس با استفاده از شبکه عصبی مراحل آموزش و پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی را تا دستیابی به دقت لازم در پیش‌بینی انجام دادند (میسیوناس و همکاران، ۲۰۱۶).

ولتانز و پرادلس[1] (۲۰۱۷) با روش ترکیبی تحلیل پنجره تحلیل پوششی داده‌ها و شبکه عصبی مصنوعی به بررسی اثرات زیست محیطی سیاست‌های بخش کشاورزی اتحادیه اروپا پرداختند. در این مطالعه با کاربرد تحلیل پنجره، ارزیابی کارایی گازهای گلخانه‌ای و شناسایی تغییرات کارایی کشورهای عضو اتحادیه اروپا تحت تأثیر سیاست کشاورزی رایج انجام شد. هدف این مطالعه شناسایی اثرات مثبت و منفی سیاست‌ها بر کارایی کشورهای عضو است. نهایتاً از شبکه عصبی مصنوعی جهت تعیین نمرات کارایی کشورهای عضو اتحادیه اروپا استفاده شده است.

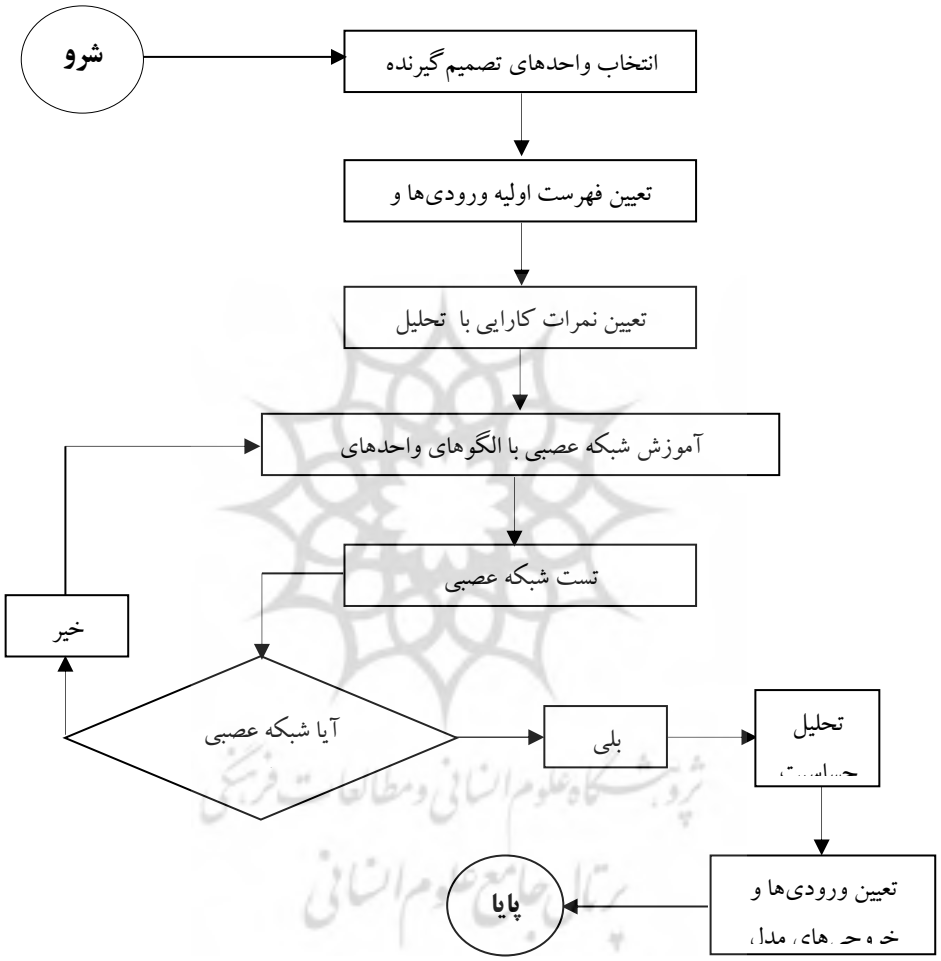
کاربرد شبکه عصبی در پیش‌بینی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیرنده همراه با تحلیل پوششی داده‌ها در ادبیات موضوع فراوان به‌چشم می‌خورد (وون۲، ۲۰۱۷)، (وون و همکاران، ۲۰۱۷)، (شفیعی و عربلو۳، ۲۰۱۷)، (بنیادی نائینی و همکاران، ۱۳۹۵). اما در زمینه استفاده از قدرت پیش‌بینی شبکه عصبی در تعیین رفتار و میزان تغییرات متغیرهای ورودی و خروجی واحدهای تصمیم‌گیرنده مطالعه خاصی صورت نگرفته است. بنابراین نوآوری اصلی مطالعه فعلی انتخاب متغیرهای ورودی و خروجی با استفاده از قدرت پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی است.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از حیث هدف از نوع پژوهش‌های کاربردی- توسعه‌ای بوده و در واقع به ارائه یک روش برای حل مسئله در دنیای واقعی می‌پردازد و از لحاظ متغیر، تحقیقی کمی است.

1- Vlontzos and Pardalos
2- Kwon
3- Saghafi and Arabloo

مراحل انجام پژوهش را می‌توان به‌صورت گام‌های ذیل خلاصه نمود. شکل ۱ گام‌های انجام این تحقیق را به‌صورت یک فلوچارت نشان می‌دهد.



شکل ۱- مراحل انجام پژوهش

گام اول: تعیین واحدهای تصمیم‌گیرنده

در این تحقیق به بررسی کارایی ۱۶ شرکت برق منطقه‌ای ایران پرداخته می‌شود. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش مربوط به عملکرد سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ شرکت‌های برق منطقه‌ای ایران است. اطلاعات مزبور از سالنامه آماری صنعت برق ایران استخراج شده‌اند. در واقع، شرکت‌های برق منطقه‌ای (شرکت‌های برق منطقه‌ای آذربایجان، اصفهان، باختر، تهران، خراسان، خوزستان، زنجان، سمنان، سیستان و بلوچستان، غرب، فارس، کرمان، گیلان،مازندران، هرمزگان، یزد) به‌عنوان واحدهای تصمیم‌گیرنده انتخاب گردید.

گام دوم: تعیین نمرات کارایی اولیه

ابتدا فهرستی از متغیرهای موجود و در دسترس تأثیرگذار بر نمرات کارایی شرکت‌های برق منطقه‌ای ایران تعیین می‌شود. پس از آن نمرات کارایی شرکت‌های مزبور در بازه زمانی (۱۳۸۹-۱۳۹۴) با استفاده از تحلیل پنجره تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه خواهد شد (رمضانیان و همکاران، ۱۳۹۱).

n تا واحد تصمیم‌گیرنده $DMU_j : (j = 1,2,...,n)$ در دوره‌های زمانی $(t = 1,2,...,T)$ مفروض است که با مصرف $i : (i = 1,2,...,m)$ ورودی $r : (r = 1,2,...,s)$ خروجی را تولید می‌کنند. با در نظر گرفتن تعداد واحدهای تصمیم‌گیرنده و تعداد دوره‌های زمانی موجود در تحلیل، مجموعه امکان تولیدی شامل $(n \times T)$ واحد تصمیم‌گیرنده خواهیم داشت. مشاهده nام در دوره زمانی tام، یعنی DMU_t^j دارای یک بردار m بعدی از ورودی‌ها $X_t^j = (x_{1t}^j, x_{2t}^j, ..., x_{mt}^j)$ و یک بردار s بعدی از خروجی‌ها $Y_t^j = (y_{1t}^j, y_{2t}^j, ..., y_t^j)$ است. این ویژگی تحلیل پنجره، هنگام مطالعه واحدهای تصمیم‌گیرنده با تعداد ناکافی منجر به افزایش تعداد واحدهای تصمیم‌گیرنده می‌شود (Asmild et all., 2004). با استفاده از مجموعه ورودی‌ها و خروجی‌ها در T دوره زمانی

می‌توان مدل تحلیل پنجره‌ای ورودی‌گرا را تحت فرض بازده به مقیاس متغیر را به صورت مدل (۱) نوشت (Banker et all., 1984).

(۱)

$$\begin{aligned} &\text{Min}\theta \\ &\text{s.t}: \theta' X_t - \lambda' X_{k_w} \geq 0 \\ &\lambda' Y_{k_w} - Y_t \geq 0 \\ &\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \\ &\lambda_j \geq 0, (j = 1, 2, ..., n \times w) \end{aligned}$$

گام سوم: تحلیل حساسیت نمرات کارایی با کاربرد شبکه عصبی مصنوعی

مدل‌های مرسوم رگرسیون خطی می‌توانند با روش حداقل مربعات، اطلاعات را جمع‌آوری کرده و آن‌ها را به‌صورت ضریب رگرسیون ذخیره کنند. از این منظر این روش یک شبکه عصبی است. در واقع، می‌توان این طور استدلال کرد که رگرسیون خطی یک حالت خاص از شبکه‌های عصبی مشخص است. با این تفاوت که، رگرسیون خطی دارای یک ساختار مدل نامنعطف و مجموعه فرضیاتی است که قبل از یادگیری اطلاعات اعمال می‌شوند. تعریف بالا نیاز به ساختار مدل و فرضیات را حداقل می‌کند. بنابراین یک شبکه عصبی می‌تواند بازه وسیعی از مدل‌های آماری را بدون نیاز به فرض رابطه مشخص بین متغیرهای وابسته و مستقل، تخمین بزند. در عوض، نوع ارتباط متغیرها با متغیر عملکرد واحدها حین فرآیند یادگیری مشخص می‌شود. در صورتی که رابطه خطی بین متغیرهای مستقل و وابسته مناسب باشد، نتایج شبکه‌های عصبی باید به تخمین مدل رگرسیون خطی نزدیک باشند. اگر رابطه غیرخطی مناسب‌تر باشند، شبکه عصبی به‌صورت خودکار ساختار صحیح مدل را تخمین خواهد زد (وون و لی، ۲۰۱۵).

ابتدا با کاربرد تعداد مناسبی از الگوهای آموزشی شبکه عصبی پرسپترون چندلایه را به روش آموزش پس از انتشار خطای ارتجاعی، آموزش داده می‌شود. پس از آن شبکه عصبی

آموزش داده شده جهت تحلیل حساسیت پارامترهای شبکه عصبی که همان ورودی‌ها و خروجی‌های تحلیل پوششی داده‌ها هستند، استفاده می‌شود.

پس از آموزش شبکه عصبی، عملکرد شبکه عصبی با استفاده از الگوهای تست، مورد بررسی قرار می‌گیرد. هدف این بررسی تعیین مقداری از RMSE است که بیانگر دقت بالای شبکه عصبی آموزش داده شده باشد.

نهایتاً با استفاده از شبکه حاصل به تحلیل حساسیت پارامترهای شبکه عصبی پرداخته می‌شود. تحلیل حساسیت بدین صورت انجام می‌گیرد که پارامترهای شبکه به میزان ده درصد افزایش یافته و تغییرات حاصل در نمرات کارایی نسبت به قبل از افزایش سنجیده می‌شوند. این اندازه‌ها مقدار میانگین خطای نسبی خروجی شبکه عصبی را نشان می‌دهد. پارامترهایی که دارای میانگین خطای نسبی خروجی بزرگتری هستند، به‌عنوان پارامترهای تأثیرگذار بر روی نمرات کارایی انتخاب می‌شوند. بزرگ بودن مقدار میانگین خطای نسبی برای یک پارامتر ورودی در واقع نشان دهنده آن است که تغییر در پارامتر منجر به تغییر بزرگی در خروجی سیستم می‌شود (شریفیان و شریفیان[1]، ۲۰۱۵).

گام چهارم: محاسبه نمرات کارایی با ورودی‌ها و خروجی‌های انتخاب شده

با انتخاب ورودی‌ها و خروجی‌های تأثیرگذار بر نمرات کارایی، کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده با استفاده تحلیل پنجره‌ای در بازه زمانی (۱۳۸۹-۱۳۹۲) محاسبه شده و با نمرات کارایی قبل مقایسه می‌شود.

یافته‌های پژوهش

با استفاده از متغیرهای ورودی و خروجی مطالعات مشابه و مصاحبه با کارشناسان و خبرگان صنعت برق، مجموعه‌ای از ۱۳ متغیر ورودی و خروجی، به‌عنوان مجموعه متغیرهای اولیه

[1] Sharifian and Sharifian

پژوهش انتخاب گردید که فهرست آن‌ها بـه همـراه تعریـف هریـک از متغیرهـای مـذکور در جدول شماره ۱ ارائه می‌شود:

جدول ۱- فهرست متغیرهای ورودی و خروجی اولیه

	متغیرها	تعریف
متغیرهای ورودی	**مصارف داخلی نیروگاه‌ها**	مقدار انرژی الکتریکی که توسط تجهیزات کمکی و جنبی یک واحد، جهت راهبری آن چه در حالت کار و چه در حالت توقف لازم است و برحسب کیلووات ساعت و در طول یک دوره مشخص محاسبه می‌شود.
	سوخت مصرفی	میزان سوخت مصرفی نیروگاه
	طول خطوط انتقال (۴۰۰ و ۲۳۰ کیلوولت)	مجموع فاصله دکل‌های خط بین دو نقطه مبدأ خط و مقصد آن یا اولین پست بعد از پست مبدأ به کیلومتر است. به عبارت دیگر طول مسیر یک مدار یا خط الکتریکی (متر یا کیلومتر)، اعم از هوایی یا زیرزمینی عبارت است از طول تصویر واقعی آن.
	طول خطوط فوق توزیع (۱۳۲ و ۶۳ کیلوولت)	
	ظرفیت پست‌های انتقال (۴۰۰ و ۲۳۰ کیلوولت)	ظرفیت نامی یک ایستگاه برق براساس مجموع قدرت ظاهری ترانسفورماتورهای نصب شده در آن بر حسب مگاولت آمپر و یا براساس ظرفیت حرارتی شینه بر حسب کیلوآمپر می باشد.
	ظرفیت پست‌های فوق توزیع (۱۳۲ و ۶۳ کیلوولت)	
	نیروی انسانی شرکت برق منطقه‌ای	تعداد نیروی انسانی شاغل در شرکت
متغیرهای خروجی	**قدرت نامی نیروگاه‌ها**	قدرت نامی یک دستگاه تولیدی نیروی محرکه از طرف سازنده بر روی پلاک مشخصات آن برای شرایط معینی بر حسب اسب بخار یا مگاوات نوشته شده است.
	قدرت عملی نیروگاه‌ها	بیشترین توان قابل تولید مولد در محل نصب با در نظر گرفتن شرایط محیطی (ارتفاع از سطح دریا، دمای محیط و رطوبت نسبی) است.
	حداکثر بار تولیدی در پیک همزمان	حداکثر بار همزمان از مجموع بار حداکثر شبکه به هم پیوسته و بار مناطق مجزا به مگاوات، بطور همزمان به دست می‌آید.

	تولید ناویژه نیروگاه‌ها	جمع انرژی تولیدی مولدهای برق یک نیروگاه که در طی یک دوره زمانی معین روی پایانه خروجی مولدها بر حسب کیلووات ساعت یا مگاوات ساعت اندازه گیری می‌شود.
	تولید ویژه	عبارت است از تولید انرژی برق ناویژه منهای مصرف داخلی نیروگاه‌ها در یک دوره معین و برحسب کیلووات ساعت یا مگاوات ساعت محاسبه می‌شود.
	راندمان	از طریق فرمول به دست می‌آید که همان نسبت خروجی به ورودی‌ها است.
	انرژی تحویلی	مقدار انرژی که به شرکت‌های توزیع برق انتقال داده می‌شود.

در گام بعدی به منظور بررسی نمرات کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده و با توجه به تعداد کم واحدهای تصمیم‌گیرنده، نمرات کارایی واحدها با استفاده از روش تحلیل پنجره محاسبه گردید. روش تحلیل پنجره با امکان‌پذیر ساختن ترکیب مشاهدات در سری‌های زمانی و مقطعی، مشکل ناکافی بودن مشاهدات را در ارزیابی‌های زمانی برطرف می‌کند. این وضعیت باعث افزایش تعداد دوره‌های مورد بررسی در تحلیل می‌شود که در هنگام مطالعه نمونه‌هایی در اندازه کوچک مفید است (رمضانیان و همکاران، ۱۳۹۱).

تحلیل پنجره به‌طور ضمنی فرض می‌کند که تغییر جدی در مرزهای کارای دوره‌های موجود در عرض پنجره وجود ندارد. به عبارتی هنگام انتخاب عرض پنجره این فرض اساسی باید رعایت گردد. با رعایت این فرض اساسی نمرات کارایی در تحلیل پنجره، دربردارنده تغییرات بهره‌وری واحدها و تغییرات جزئی مرزهای کارا در بین دوره‌های موجود در تحلیل خواهد بود.

به منظور محاسبه کارایی واحدها از فرم ورودی‌گرای مدل BCC استفاده گردید. ابتدا نمرات کارایی واحدها در هر یک از دوره‌ها به‌طور مستقل با استفاده از نرم‌افزار تحلیل پوششی داده‌هاSolver- محاسبه شد. سپس واحدهای بهبودیافته در هر دوره به دست آمده و نهایتاً نمرات کارایی مجموعه واحدهای کارا و بهبودیافته در یک مجموعه مجدداً محاسبه

گردید. سپس با استفاده از نرم‌افزار SPSS، آزمون‌های فریدمن و ویل‌کاکسون در سطح معنی‌داری یک درصد انجام گردید و وضعیت مرزهای کارا در بین ۶ دوره زمانی موجود در تحلیل (۱۳۸۹-۱۳۹۴) بررسی شد که نتایج آن در جدول شماره ۲ آمده است (رمضانیان و همکاران، ۱۳۹۱).

جدول ۲- نتایج آزمون‌های آماری برای تعیین وضعیت مرزهای کارا

تصمیم نهایی	P-Value	نوع آزمون	سال‌های موجود در تحلیل
پذیرش فرض صفر	۰/۰۰۲	ویل‌کاکسون	۱۳۸۹-۱۳۹۰
پذیرش فرض صفر	۰/۰۱۲	فریدمن	۱۳۸۹-۱۳۹۰-۱۳۹۱
پذیرش فرض صفر	۰/۰۳۵	فریدمن	۱۳۸۹-۱۳۹۰-۱۳۹۱-۱۳۹۲
پذیرش فرض صفر	۰/۰۲۳	فریدمن	۱۳۸۹-۱۳۹۰-۱۳۹۱-۱۳۹۲-۱۳۹۳
پذیرش فرض صفر	۰/۰۰۰۱	فریدمن	۱۳۸۹-۱۳۹۰-۱۳۹۱-۱۳۹۲-۱۳۹۳-۱۳۹۴

بنابراین در سطح خطای ۵ درصد، انتقال مرز در بین دوره‌های مورد بررسی وجود ندارد. بنابراین تحلیل پنجره‌ای به عرض ۶ دوره زمانی در نظر گرفته شده و نمرات کارایی واحدها محاسبه گردید که نتایج آن در جدول شماره ۳ آمده است:

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۳- نمرات کارایی واحدها با استفاده از تحلیل پنجره

DMUs	نمره کارایی					
	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴
شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۹۹۱۶
شرکت برق منطقه‌ای اصفهان	۰/۹۸۱	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
شرکت برق منطقه‌ای باختر	۰/۹۸۴	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۹۰۱۴	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
شرکت برق منطقه‌ای تهران	۱/۰۰۰	۰/۹۲۱	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
شرکت برق منطقه‌ای خراسان	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
شرکت برق منطقه‌ای خوزستان	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
شرکت برق منطقه‌ای زنجان	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
شرکت برق منطقه‌ای سمنان	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
شرکت برق منطقه‌ای سیستان	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۹۹۰۳	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
شرکت برق منطقه‌ای غرب	۰/۹۵۲۸	۰/۹۶۷۷	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
شرکت برق منطقه‌ای فارس	۱/۰۰۰۰	۰/۹۳۵۳	۰/۹۶۱۳	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
شرکت برق منطقه‌ای کرمان	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۹۸۹۲	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
شرکت برق منطقه‌ای گیلان	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۹۶۸۸	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
شرکت برق منطقه‌ای مازندران	۱/۰۰۰۰	۰٫۸۵۱۰	۰/۸۹۳۴	۰/۹۵۸۷	۰/۹۶۷۳	۰/۹۹۱۴
شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان	۱/۰۰۰۰	۰/۹۸۴۴	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
شرکت برق منطقه‌ای یزد	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰

در نهایت با استفاده از الگوهای آموزشی به‌دست آمده و با استفاده از تحلیل حساسیت به کمک شبکه عصبی، مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار بر روی نمرات کارایی واحدها محاسبه

می‌شود. روش به‌کار رفته در این مقاله برای اولین بار در مرجع (شریفیان، ۲۰۱۵) بیان شده است و نتایج حاصله نشان دهنده کارایی و دقت روش بیان شده می‌باشد.

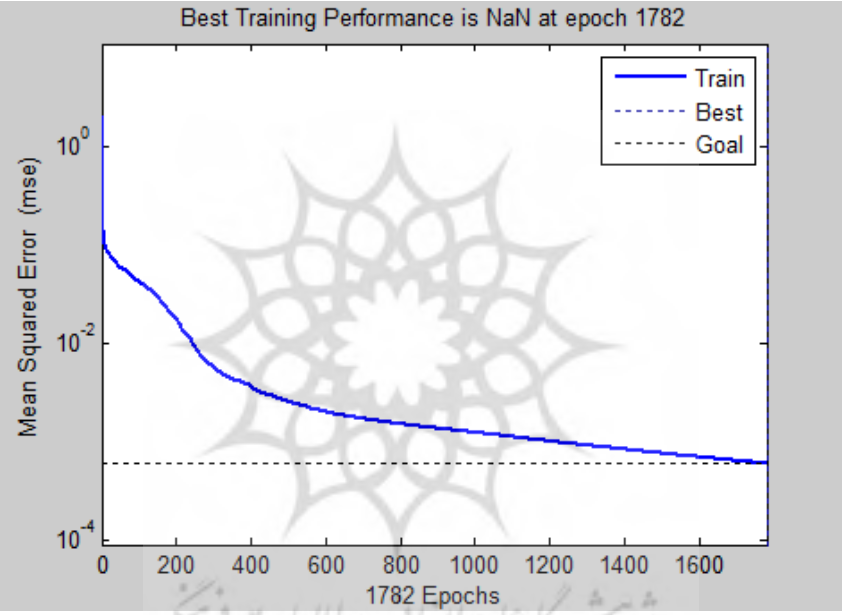
با توجه به مطالب ذکر شده در جدول ۱، ۱۴ پارامتر در محاسبه نمرات کارایی واحدها تاثیرگذار می‌باشند که به عنوان ورودی شبکه عصبی در نظر گرفته شده است. خروجی شبکه عصبی نیز نمرات کارایی واحدها می‌باشد. برای آموزش شبکه عصبی نیز از نمرات کارایی موجود در جدول ۳ استفاده شده است. از میان ۹۶ داده موجود، ۸۱ داده برای آموزش شبکه عصبی و ۱۵ داده برای تست شبکه استفاده شده است. به منظور تشریح دقیق پارامترهای تنظیم شده برای شبکه عصبی در جدول ۴ خلاصه شده است.

جدول ٤- پارامترهای تنظیم شده شبکه عصبی

مشخصات	توضیحات
نوع شبکه	شبکه عصبی MLP با دولایه پنهان
تعداد لایه‌های پنهان	۲ لایه
تعداد نرون لایه ورودی	۱۳ نرون
تعداد نرون لایه خروجی	۱ نرون
تعداد نرون لایه پنهان	۱۵ نرون
تابع عملکرد نرون‌های لایه پنهان	تابع غیر خطی tansig
تابع عملکرد نرون‌های لایه خروجی	تابع خطی purelin
روش آموزش پس از انتشار خطای ارتجاعی	آموزش پس از انتشار خطای ارتجاعی trainrp
شرایط توقف آموزش شبکه	حداکثر تکرار در فاز **آموزش** برابر با ۳۰۰۰ تکرار یا رسیدن به مقدار میانگین مربع خطا (MSE) برابر با ۰/۰۰۰۶
مدت زمان آموزش شبکه	۹ ثانیه
تعداد تکرار در فاز آموزش	۱۷۸۲ تکرار

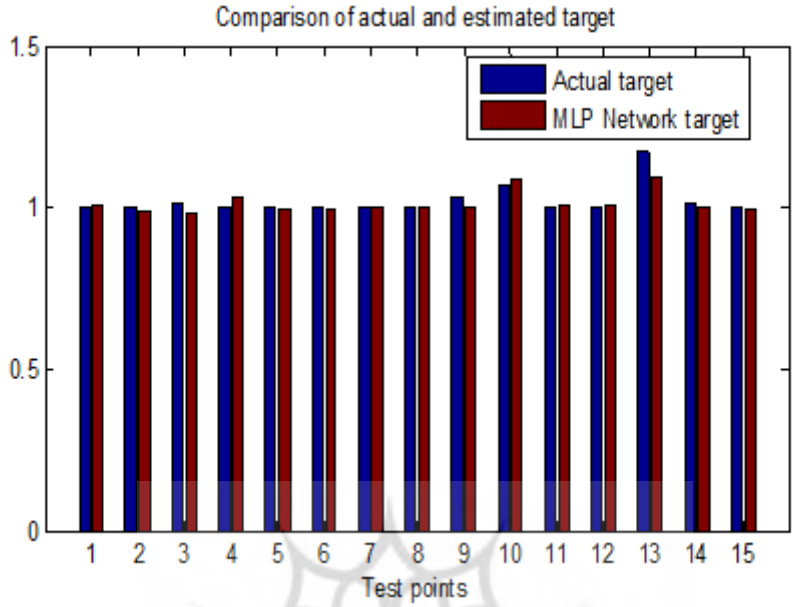
برای انجام تحلیل حساسیت ابتدا با استفاده از ۸۱ الگوی آموزشی یک شبکه MLP آموزش داده شد و سپس از این شبکه عصبی آموزش داده شده برای تحلیل حساسیت متغیرهای ورودی استفاده شد. شبکه عصبی به‌کار رفته یک شبکه MLP دو لایه است که دارای ۱۳

نرون در لایه ورودی و ۱۵ نرون در لایه پنهان و یک نرون در لایه خروجی است. تابع عملکرد نرون‌های لایه پنهان tansig و برای نرون خروجی تابع عملکرد از نوع خطی در نظر گرفته شد و از روش آموزش پس از انتشار خطای ارتجاعی برای آموزش آن استفاده شده است. برای شبیه‌سازی شبکه عصبی از جعبه ابزار شبکه‌های عصبی نرم افزار Matlab استفاده شده است. این شبکه عصبی با در نظر گرفتن مقدار میانگین مربع خطا (MSE) برابر با ۰/۰۰۰۶ و پس از ۱۷۸۲ تکرار داده شد. منحنی یادگیری شبکه عصبی طرح شده در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- منحنی آموزش شبکه عصبی

پس از آموزش شبکه عصبی، عملکرد شبکه عصبی با استفاده از الگوهای تست، مورد بررسی قرار گرفت. مقدار RMSE مربوط به ۱۵ الگوی تست برابر با ۰/۰۲۶۹ به‌دست آمد که نشان‌دهنده دقت بالای شبکه آموزش داده شده است. علاوه بر این مقدار واقعی و مقدار تخمین زده شده نمرات کارایی واحدها توسط شبکه عصبی برای ۱۵ داده تست در شکل ۲ با یکدیگر مقایسه شده است.



شکل ۳- مقایسه مقدار واقعی و مقدار تخمین زده شده نمرات کارایی واحدها توسط شبکه عصبی

ابتدا برای هر یک از ۱۵ الگوی داده تست مقدار خروجی (نمرات کارایی واحدها) را با استفاده از شبکه عصبی تخمین زده شد و سپس برای هر یک از ۱۴ متغیر ورودی مربوط به ۱۵ الگوی تست، به‌صورت جداگانه مقدار هر یک از متغیر ورودی ده درصد افزایش داده شد و در مقدار سایر متغیرهای ورودی تغییری ایجاد نشد و دوباره با استفاده از شبکه عصبی آموزش دیده مقدار خروجی برای شرایط جدید محاسبه شد. این عمل برای هر یک از ۱۴ متغیر ورودی و برای ۱۵ الگوی تست تکرار شد. پس از انجام مراحل فوق، مقدار میانگین خطای نسبی خروجی شبکه عصبی قبل و بعد از تغییر هر کدام از ورودی‌ها به میزان ده درصد به‌دست آمد (شریفیان، ۲۰۱۵). میانگین خطای نسبی بر طبق رابطه (۱) تعریف می‌شود.

$$\Delta PF_i = \frac{1}{n}\sum_{p=1}^{n}\frac{\left|PF_i^{p\prime} - PF_i^{p}\right|}{\left|PF_i^{p}\right|} \qquad (۴)$$

در رابطه فوق ΔPF_i میانگین خطای نسبی خروجی برای تغییر در متغیر ورودی iام است. همچنین PF_i^p مقدار خروجی برای حالتی که متغیر ورودی iام در الگوی آموزشی pام تغییری نکرده باشد و $PF_i^{p'}$ مقدار خروجی برای حالتی که متغیر ورودی iام در الگوی آموزشی pام به اندازه ده درصد مقدار اولیه افزایش پیدا کرده باشد، هستند (شریفیان، ۲۰۱۵). پس از انجام محاسبات مقدار میانگین خطای نسبی خروجی (ΔPF) به‌دست آمده که نتیجه حاصل در جدول ذکر شده است.

جدول ۵- مقدار میانگین خطای نسبی مربوط به نمرات کارایی واحدها

میانگین خطای نسبی خروجی	متغیر ورودی	نوع متغیر	نتیجه نهایی
۰/۰۰۱۵۳	مصرف داخلی پست	ورودی	✓
۰/۰۰۰۹۴	تولید ناویژه	خروجی	✓
۰/۰۰۰۸۶	ظرفیت پست‌های فوق توزیع	ورودی	✓
۰/۰۰۰۷۶	ظرفیت پست‌های انتقال	ورودی	✓
۰/۰۰۰۴۳	انرژی تحویلی	خروجی	✓
۰/۰۰۰۴۲	قدرت نامی نیروگاه‌ها	خروجی	-
۰/۰۰۰۴۱	قدرت عملی نیروگاه	خروجی	-
۰/۰۰۰۳۸	راندمان	خروجی	-
۰/۰۰۰۳۴	طول خط فوق توزیع	ورودی	-
۰/۰۰۰۲۷	طول خط انتقال	ورودی	-
۰/۰۰۰۲۴	سوخت مصرفی	ورودی	-
۰/۰۰۰۲۲	نیروی انسانی	ورودی	-
۰/۰۰۰۲۰	تولید ویژه	خروجی	-
۰/۰۰۰۰۱۸	حداکثر بار همزمان	خروجی	-

با توجه به نتایج حاصل می‌توان متغیرهای ورودی مصرف داخلی پست‌ها، ظرفیت پست‌های فوق توزیع ۴۰۰ و ۲۳۰ کیلو ولت، ظرفیت پست‌های انتقال ۶۳ و ۱۳۲ کیلو ولت و

تولید ناویژه و متغیر خروجی انرژی تحویلی انتخاب شده و نمرات کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده مجدداً محاسبه و در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵- نمرات کارایی تحلیل پنجره‌ای با متغیرهای انتخاب شده

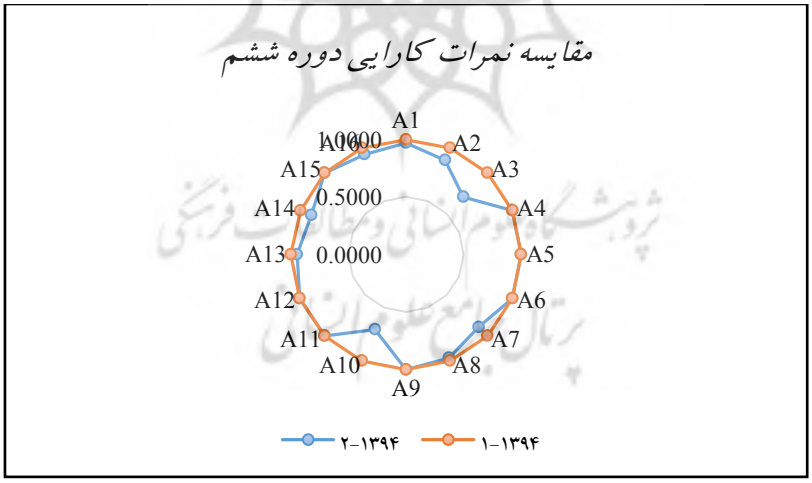
واحدهای تصمیم‌گیرنده	نمرات کارایی					
	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴
شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان	۰/۹۹۸۰	۰/۹۹۸۷	۰/۹۵۱۱	۰/۹۸۱۶	۰/۹۸۷۱	۰/۹۶۸۴
شرکت برق منطقه‌ای اصفهان	۰/۷۵۲۳	۰/۸۶۴۵	۰/۹۰۷۷	۰/۸۵۹۰	۰/۹۱۱۹	۰/۸۸۵۷
شرکت برق منطقه‌ای باختر	۰/۷۴۵۲	۰/۷۰۶۷	۰/۷۲۰۶	۰/۷۲۲۴	۰/۷۲۶۷	۰/۷۰۵۱
شرکت برق منطقه‌ای تهران	۰/۹۹۱۰	۰/۹۲۳۷	۰/۹۵۰۲	۰/۹۸۵۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
شرکت برق منطقه‌ای خراسان	۰/۹۸۲۵	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
شرکت برق منطقه‌ای خوزستان	۱/۰۰۰۰	۰/۹۳۷۲	۰/۹۵۸۸	۰/۹۰۷۱	۰/۹۵۷۶	۱/۰۰۰۰
شرکت برق منطقه‌ای زنجان	۰/۹۶۹۵	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۹۸۷۱	۰/۹۱۷۲	۰/۸۹۲۳
شرکت برق منطقه‌ای سمنان	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۹۹۸۲	۰/۹۸۳۲	۰/۹۷۳۳
شرکت برق منطقه‌ای سیستان	۰/۹۵۵۸	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۹۷۶۲	۰/۹۶۳۲	۱/۰۰۰۰
شرکت برق منطقه‌ای غرب	۱/۰۰۰۰	۰/۶۸۳۰	۰/۶۹۳۱	۰/۷۰۲۸	۰/۷۲۵۸	۰/۷۰۴۹
شرکت برق منطقه‌ای فارس	۰/۸۲۳۶	۰/۸۲۱۱	۰/۸۲۶۳	۰/۸۵۸۷	۰/۸۷۴۶	۱/۰۰۰۰
شرکت برق منطقه‌ای کرمان	۰/۹۶۵۲	۱/۰۰۰۰	۰/۹۷۴۵	۰/۹۸۸۱	۰/۹۹۱۹	۱/۰۰۰۰
شرکت برق منطقه‌ای گیلان	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۹۵۰۸	۰/۹۳۵۹	۰/۹۴۵۹
شرکت برق منطقه‌ای مازندران	۱/۰۰۰۰	۰/۷۶۷۵	۰/۸۱۵۹	۰/۸۶۶۷	۰/۸۵۲۱	۰/۸۹۰۵
شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان	۱/۰۰۰۰	۰/۸۲۱۵	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰
شرکت برق منطقه‌ای یزد	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۹۶۸۷	۰/۹۳۸۹	۰/۹۴۱۱

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

انتخاب متغیرهای ورودی و خروجی در ارزیابی کارایی یک واحد از اهمیت بالایی برخوردار است. در عمل تعداد زیادی از متغیرها را می‌توان به عنوان ورودی و خروجی در نظر گرفت.

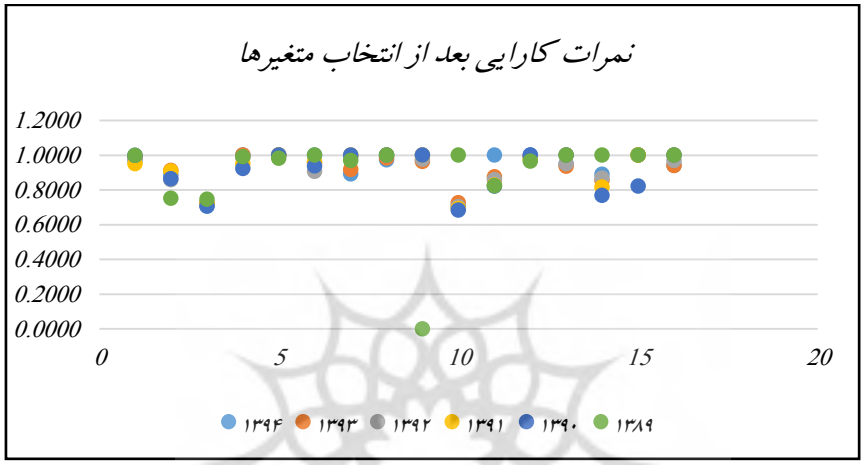
از طرفی تعداد زیاد متغیرها صرف‌نظر از ورودی یا خروجی بودن آن‌ها می‌تواند به کاهش قدرت تشخیص مدل و دشواری‌های محاسباتی منجر شود.

نقطه قوت این پژوهش استفاده از شبکه عصبی مصنوعی با هدف تعیین مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار بر روی نمرات کارایی شرکت‌های برق منطقه‌ای است. نتایج حاصل از بکارگیری شبکه عصبی نشان می‌دهد که با توجه به جدول ۵ مهم‌ترین متغیرهای ورودی و خروجی تأثیرگذار بر روی نمرات کارایی واحدها شامل متغیرهای ورودی مصرف داخلی پست‌ها، ظرفیت پست‌های فوق توزیع ۴۰۰ و ۲۳۰ کیلو ولت، ظرفیت پست‌های انتقال ۶۳ و ۱۳۲ کیلو ولت و تولید ناویژه و متغیر خروجی انرژی تحویلی تعیین گردید. مصاحبه با کارشناسان صنعت برق حاکی از قابل اتکا بودن نتایج محاسبه شده است. در راستای مقایسه نمرات کارایی و تعداد واحدهای کارا قبل و بعد از انتخاب متغیرها دوره‌ها را میتوان به تفصیل مورد بررسی قرار داد. در سال ۱۳۹۴ با ۱۴ متغیر ورودی و خروجی در بین ۸۰ واحد تصمیم‌گیرنده دارای ۱۴ واحد کارا و دو واحد ناکارا بوده است. بعد از انتخاب متغیرهای تأثیرگذار بر روی نمرات کارایی تعداد واحدهای کارا به ۷ واحد کاهش یافته است. مقایسه نمرات کارایی در قالب نمودار شکل ۴ به خوبی قابل رؤیت است.

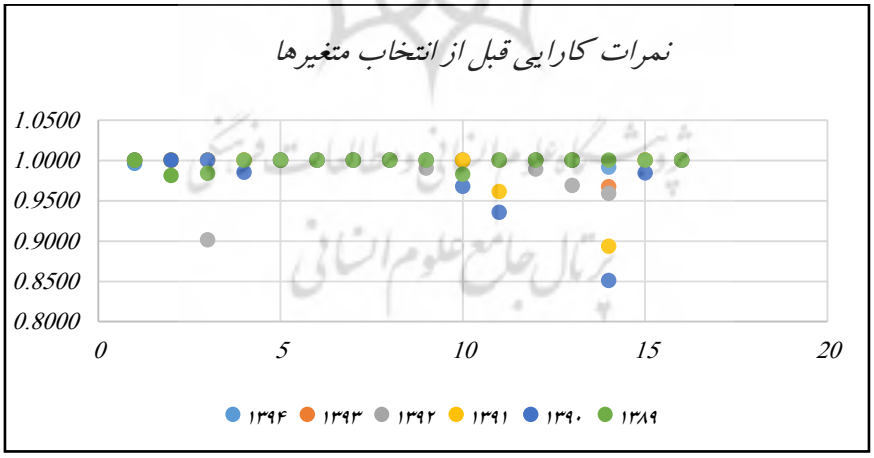


شکل ٤- مقایسه نمرات کارایی قبل و بعد از انتخاب متغیرها در سال ۱۳۹٤

همچنین در یک نگاه کلی نمرات کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده در مجموعه امکان ادغام شده تحلیل پنجره قبل و بعد از انتخاب متغیرها در شکل‌های ۵ و ۶ نشان داده شده است. بنابراین با مقایسه نمرات کارایی قبل و بعد از کاهش متغیرها می‌توان به‌وضوح تفاوت نمرات کارایی را در واحدهای تصمیم‌گیرنده مشاهده نمود. همچنین تعداد واحدهای کارا نیز از ۷۸ واحد به ۳۳ واحد کاهش یافته است.



شکل ۵- مقایسه نمرات کارایی بعد از انتخاب متغیرها



شکل ٦- مقایسه نمرات کارایی قبل از انتخاب متغیرها

با توجه به نتایج و بررسی‌های انجام شده در این مطالعه می‌توان موضوعاتی را برای انجام مطالعات آتی مطرح نمود. تهیه فهرست متغیرهای تأثیرگذار از طریق روش‌های دیگر مانند تحلیل مؤلفه‌های اصلی، تحلیل همبستگی، رگرسیون، استفاده از نظر خبرگان با روش دلفی می‌توان دقت و قدرت شبکه عصبی در انتخاب متغیرهای ورودی و خروجی را مورد ارزیابی قرار داد. همچنین لحاظ کردن ترکیب‌ها و تعداد مختلف ورودی‌ها و خروجی‌های تحلیل پوششی داده‌ها در شبکه عصبی نیز موضوعی است که می‌تواند در مطالعات آتی مد نظر قرار گیرد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

بنیادی نائینی، علی، یوسفی، سعید و فائضی‌راد، محمدعلی، (۱۳۹۵)، پویاسازی خوشه‌بندی مشتریان با استفاده از روش DEA-DA در بستر شبکه عصبی مصنوعی SOM، فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، سال چهاردهم، شماره ۴۰، صفحات ۱۶۵-۱۸۷.

رمضانیان، محمد رحیم، اویسی عمران، اکرم و یاکیده، کیخسرو، (۱۳۹۱)، تبیین الگوی ارزیابی عملکرد در طی زمان با تحلیل پنجره‌ای، مدیریت صنعتی تهران، دوره ۴: ۲، ۶۹-۸۶.

Angelidis, D., Lyroudi, K., (2006), Efficiency in the Italian banking industry: Data envelopment analysis and neural networks, International Research Journal of Finance and Economics 1 (5), 155–165.

Athanassopoulos, A. D., Curram, S., (1996), A comparison of data envelopment analysis and artificial neural networks as tools for assessing the efficiency of decision making units. Journal of Operational Research Society 47 (8), 1000– 1017.

Azadeh, A., Saberi, M., Tavakkoli Moghaddam, R., (2011), Javanmardi, L., An integrated Data Envelopment Analysis–Artificial Neural Network–Rough Set Algorithm for assessment of personnel efficiency, Expert Systems with Applications, (38), pp. 1364–1373.

Banker, R.D., (1993). Maximum likelihood, consistency and data envelopment analysis: A statistical foundation. Management Science, 39 (10), 1265–1273.

Banker, R.D., (1996). Hypothesis tests using data envelopment analysis. Journal of Productivity Analysis, 7 (23), 139–159.

8- Boussofiane, A., Dyson, R.G., Thanassoulis, E., (1991). Applied data envelopment analysis. European Journal of Operational Research, 52 (1), 1–15.

Costa, A., Markellos, R.N., 1997. Evaluating public transport efficiency with neural network models. Transportation Research 5 (5), 301–312.

Emrouznejad, A., Shale, E. A., (2009), a combined neural network and DEA for measuring efficiency of large scale data sets. Computers and Industrial Engineering 56, 249–254.

Golany, B., Roll, Y., (1989). An application procedure for DEA. Omega, 17(3), 237–250.

Jenkins, L., Anderson, M., (2003). A multivariate statistical approach to reducing the number of variables in data envelopment analysis. European Journal of Operational Research, 147 (1), 51–61.

Klimberg, R., Puddicombe, M., (1995). A multiple objective approach to data envelopment analysis, working paper 95-105, School of Management, Boston University, MA.

Kwon, H., B., and Lee, J., (2015), Two-stage production modeling of large U.S. banks: a DEA-neural network approach, Expert Systems with Applications, Vol, (42), Issue (19), pp. 6758- 6766.

Kwon, H., B., (2017), Exploring the predictive potential of artificial neural networks in conjunction with DEA in railroad performance modeling, Int. J. Production Economics, 183, pp. 159–170.

Kwon, H., B., Marvel, J., H., and Roh, J., J., (2017), Three-stage performance modeling using DEA-BPNN for better practice benchmarking, Expert Systems with Applications, 71, pp. 429-441.

Ming-Chun, T., Shu-Ping, L., Ching-Chan, C., Yen-Ping, L., (2009), The consumer loan default predicting model – An application of DEA–DA and neural network, Expert Systems with Applications 36, pp. 11682–11690.

Misiunas, N., Oztekin, A., Chen, Y. and Chandra, k., (2016), DEANN: A healthcare analytic methodology of data envelopment analysis and artificial neural networks for the prediction of organ recipient functional status, Vol, 58, pp. 46-58.

Nunamaker, T.R., (1985). Using data envelopment analysis to measure the leniency of non-profit organizations: A critical evaluation. Managerial and Decision Economics, 6 (1), 50–58.

Olanrewaju, O. A., Jimoh, A. A. & Kholopane, P. A., (2016), assessing the energy potential in the South African industry: A combined IDA-ANN-DEA (Index Decomposition Analysis-Artificial Neural Network-Data Envelopment Analysis) model, Energy, (63), pp. 225- 232.

Pendharkar, P., Rodger, J., 2003. Technical efficiency-based selection of learning cases to improve forecasting accuracy of neural networks under monotonicity assumption. Decision Support Systems 36 (1), 117–136.

Ramezanian, M. R., Oveyssi Omran, A., and Yakideh, K. (2012). Explanation of Performance Evaluation Model over Time by Window Analysis. Industrial Management, 4 (2), 69-86. (In persian)

Salinas-Jimenez, J., Smith, P., (1996). Data envelopment analysis applied to quality in primary health care. Annals of Operations Research, 67, 141–161.

Shabanpour, H., Yousefi, S. & Farzipoor Saen, R., (2016), Forecasting efficiency of green suppliers by dynamic data envelopment analysis and artificial neural networks, In Press, pp. 1-10.

Saghafi, H., and Arabloo, M., (2017), Modeling of CO 2 solubility in MEA, DEA, TEA, and MDEA aqueous solutions using AdaBoost-Decision Tree and Artificial Neural Network, International Journal of Greenhouse Gas Control, 58, pp. 256–265.

Sharifian, A., & Sharifian, S., (2015), A new power system transient stability assessment method based on Type-2 fuzzy neural network estimation, Electrical Power and Energy Systems 64, pp. 71–87.

Vlontzos, G., and Pardalos, P. M., (2017), Assess and prognosticate green house gas emissions from agricultural production of EU countries, by implementing, DEA Window analysis and artificial neural networks, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 76, pp. 155–162.

Wang, S., (2003), Adaptive non-parametric efficiency frontier analysis: A neural- network-based model. Computers and Operations Research 30 (2), 279 – 295.

Wu, D., (2009), Supplier selection: A hybrid model using DEA, decision tree and neural network. Expert Systems with Applications 36 (5), 9105–9112.

Yong-Ming, H., Zhi-Qiang, G. & Qun-Xiong, Z., (2016), Energy optimization and prediction of complex petrochemical industries using an improved artificial neural network approach integrating data envelopment analysis, Energy Conversion and Management, 124, pp. 73–83.

فصلنامه علمی – پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی – سال شانزدهم، شماره ۵۱، زمستان ۹۷
صفحات ۲۳۴-۲۰۷

بررسی تاثیر مدیریت هزینه استراتژیک بر عملکرد مالی با تاکید بر هزینه‌های زیست محیطی

محمد نظری‌پور*، فهیمه میرزائی**

تاریخ دریافت:۹۵/۸/۶
تاریخ پذیرش:۹۶/۵/۴

چکیده:
این پژوهش درصدد است تاثیر دو جنبهٔ مهم از مدیریت هزینه استراتژیک (مدیریت هزینه اجرایی و مدیریت هزینه ساختاری) بر عملکرد مالی شرکتها را مورد مطالعه و بررسی قرار دهد. برای این منظور، تاکید ویژه‌ای بر هزینه‌های زیست محیطی شده است. جنبه اجرایی مرتبط با هزینه‌های زیست محیطی شامل مدیریت، کنترل و بهینه‌سازی هزینه‌ها در سطح استراتژیهای زیست محیطی مدنظر و جنبه ساختاری بیانگر نحوه تاثیرگذاری هزینه‌های زیست محیطی بر ساختار هزینه شرکت بر حسب طراحی محصول، مواد اولیه مورد استفاده و فرایند طراحی عملیاتی است. داده‌های مورد نیاز از ۱۲۶ شرکت تولیدی اصفهان جمع‌آوری شد. برای تجزیه و تحلیل فرضیات از ماتریس همبستگی پیرسون و مدل معادلات ساختاری استفاده شد. طبق نتایج پژوهش ردیابی هزینه-های زیست محیطی و اجرای ابتکارات زیست محیطی بر عملکرد مالی اثرات قابل توجهی دارند. همچنین نتایج پژوهش نشان داد مدیریت هزینه اجرایی (ردیابی هزینه‌های زیست محیطی) و مدیریت هزینه ساختاری (اجرای ابتکارات زیست محیطی) ارتباط تنگاتنگی با یکدیگر داشته و بطور مشترک بر عملکرد مالی تاثیرگذارند. درنهایت، ردیابی هزینه‌های زیست محیطی از طریق بهبود کارآیی ساختار هزینه فعلی و ارائه ابتکارات جدید در زمینه ساختار هزینه بر عملکرد مالی تاثیرگذارند.

واژگان کلیدی: مدیریت هزینه استراتژیک، ردیابی هزینه‌های زیست محیطی، اجرای ابتکارات زیست محیطی و عملکرد مالی

---

* استادیار گروه حسابداری، دانشگاه کردستان، سنندج (نویسنده مسئول) m.nazaripour@uok.ac.ir
** دانش آموخته کارشناسی ارشد حسابداری، دانشگاه کردستان، سنندج

مقدمه

داشتن استراتژیهای مدون در زمینهٔ مدیریت هزینه- چه در کوتاه مدت و چه در بلندمدت – برای تداوم فعالیت ضروری است. بنابراین می‌توان مدیریت هزینه را به عنوان یکی از موضوعات استراتژیک سازمانهای امروزی بحساب آورد. مدیریت هزینه استراتژیک[1] تلاش دارد تا از طریق بکارگیری تکنیکهای مدیریت هزینه موجبات تحقق همزمان دو هدف (۱) بهبود موقعیت استراتژیک و (۲) کاهش هزینه‌ها را در سازمانها فراهم نماید (اَل‌ناصر و محمد، ۲۰۱۷). همچنین مدیریت هزینه استراتژیک را می‌توان برقراری نوعی تعامل سازمان یافته بین منافع سازمان و ساختارهای هزینه‌ای مربوطه با تاکید بر استراتژیهای بلندمدت و تاکتیکهای کوتاه مدت دانست (هاشمی بلمیری و همکاران، ۱۳۹۴). به اعتقاد آندرسون (۲۰۰۷) مدیریت هزینه استراتژیک را می‌توان به دو بخش (۱) مدیریت هزینه ساختاری[2] و (۲) مدیریت هزینه اجرایی[3] تقسیم نمود.

هدف اصلی مدیریت هزینه ساختاری ایجاد تغییر در ساختارهای هزینه‌ای سازمان بوده و این بخش از مدیریت هزینه استراتژیک شامل ابزارهای سازمانی[4]، محصولات و فرایندهای طراحی شده‌ای است که هدف‌اش ایجاد یک ساختار هزینه‌ای هماهنگ با استراتژیهای سازمانی است. این نوع مدیریت هزینه اساساً اشاره به آن دسته از تصمیمات استراتژیک دارد که دربرگیرندهٔ پارامترهای کاملی از ساختار مدیریت هزینه است. در مقابل مدیریت هزینه اجرایی بدنبال بهبود عملکرد یک استراتژی خاص بوده و شامل آن دسته از ابزارهای حسابداری مدیریت متداولی است که می‌توانند مقدمات فرایند ارزیابی عملکرد هزینه‌ای مرتبط با شاخصهای رقابتی را فراهم نمایند، می‌باشد. این نوع مدیریت اساساً به تجزیه و تحلیل عملکرد ناشی از تصمیمات استراتژیک اشاره دارد (هِنری و همکاران، ۲۰۱۶). به بیان دیگر، هدف مدیریت هزینه استراتژیک ایجاد نوعی تعامل بین منابع سازمان و ساختارهای مربوطه با

1- Strategic Cost Management
2- Structural Cost Management
3- Executional Cost Management
4- Organizational Tools

مواردی همچون: الف- تاکتیکهای کوتاه مدت از طریق کاهش هزینه‌ها (مدیریت هزینه اجرایی) و ب- استراتژی بلندمدت از طریق مهندسی مجدد زنجیره ارزش و بازطراحی مجدد ساختار هزینه (مدیریت هزینه ساختاری) می‌باشد (سو وکیو، ۲۰۱۲).

این پژوهش درصدد است رابطهٔ بین مدیریت هزینه استراتژیک (مدیریت هزینه اجرایی و مدیریت هزینه ساختاری) با عملکرد مالی را با تاکید بر هزینه‌های زیست محیطی مورد مطالعه و بررسی قرار دهد. در این پژوهش تلاش می‌شود به دو سوال اساسی زیر پاسخ داده شود: (۱): تاچه اندازه مدیریت هزینهٔ اجرایی و ساختاری بر عملکرد مالی تاثیرگذار است؟ (۲) تا چه اندازه مدیریت هزینهٔ ساختاری تعدیل‌کنندهٔ رابطهٔ بین مدیریت هزینه اجرایی و عملکرد مالی است؟

مابقی بخشهای این مقاله بشرح زیر خواهد بود: بخش دوم شامل ادبیات پژوهش با تاکید بر چارچوب مفهومی و فرضیه‌های پژوهش خواهد بود. بخش سوم به روش‌شناسی و بخش چهارم به تجزیه و تحلیل نتایج اختصاص داشته و در نهایت بخش پنجم شامل نتیجه‌گیری خواهد بود.

مرور پیشینه‌ها

علی‌رغم انجام پژوهشهای نسبتاً مناسب در زمینهٔ مدیریت هزینه استراتژیک، هنوز هم پژوهشهای مرتبط با این حوزه دارای سه محدویت اساسی بشرح زیر هستند: اولاً عمدهٔ این پژوهشها تمرکز چندانی بر مدیریت هزینه ساختاری نداشته و از طرفی عمدهٔ پژوهشهای مرتبط با این نوع مدیریت هزینه در خارج از حوزهٔ حسابداری به انجام رسیده است. اکثر پژوهشهای حسابداری مرتبط با مدیریت هزینه اجرایی شامل تخصیص هزینه‌ها (یعنی تخصیص هزینه‌های سربار و هزینه‌های مشترک، تجزیه و تحلیل محرکهای هزینه، هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت[1] و غیره) و حسابداری بهای تمام شده (انحرافات هزینه[2]، استفاده از اطلاعات هزینه‌ای برای

1- Activity-Based Costing
2- Cost Variance

تصمیم‌گیری و غیره) می‌شود (هسفورد و همکاران، ۲۰۰۷). از طرف دیگر، پژوهشهای حسابداری نسبتاً ناچیزی در مورد مدیریت هزینه ساختاری به استثنای پژوهشهای مرتبط با هزینه‌یابی هدف[1] و مدیریت هزینهٔ بین سازمانی[2] انجام شده است (آگندال و نیلسون، ۲۰۰۹).

ثانیاً پژوهشهای مرتبط با مدیریت هزینه استراتژیک قادر به برقراری یک ارتباط مفید و سازنده بین مدیریت هزینه اجرایی و ساختاری نبوده و لذا در ارائه یک مجموعه واحد از دانش ناتوان است (آندرسون، ۲۰۰۷). بنابراین، گرچه مدیریت هزینه ساختاری نیازمند توجه بیشتر است، اما این توجه نباید موجب غفلت از مدیریت هزینه اجرایی شود. زیرا در اینصورت نتایج حاصله ناقص و یا ناکارآمد خواهد بود. بنابراین بررسی همزمان هر دو جزء مدیریت هزینه استراتژیک با هدف روشن شدن ارتباطات متقابل آنها یک ضرورت انکار ناپذیر است.

ثالثاً در زمینهٔ مزایای مدیریت هزینه استراتژیک و همچنین نحوهٔ اثرگذاری مدیریت هزینه اجرایی بر اثربخشی سیستم‌های مدیریت هزینه پژوهشهای نسبتاً مناسبی انجام شده (کوهن و کِمناکی، ۲۰۱۱)، اما در عین حال پژوهشهای مرتبط با نحوهٔ اثرگذاری مدیریت هزینه استراتژیک بر عملکرد مالی کافی بنظر نمی‌آید. بطور خاص، در ادبیات مدیریت هزینه اجرایی شواهد تجربی که بتواند بیانگر ارتباط بین سیستمهای مدیریت هزینه و عملکرد مالی باشد، محدود و متناقض است (پیتزینی، ۲۰۰۶). از جمله دلایل احتمالی این موضوع، عدم توجه پژوهشهای قبلی به مدیریت هزینه ساختاری است. مدیریت هزینه ساختاری نه تنها می‌تواند بطور بالقوه بر عملکرد مالی تاثیرگذار باشد، بلکه می‌تواند بعنوان یک مداخله‌گر رابطهٔ بین مدیریت هزینه اجرایی و عملکرد مالی را نیز تحت تاثیر قرار دهد (کوپر و اسلگمدر، ۲۰۰۴). در واقع، ابزارهای حسابداری مدیریت مورد استفاده در اندازه‌گیری عملکرد هزینه (مدیریت هزینه اجرایی) ممکن است بتواند دانش هزینه‌ای مناسبی را برای بازطراحی مجدد زنجیره ارزش[3] ارائه نماید. از طرفی بازطراحی ساختارهای هزینه‌ای متفاوت (مدیریت هزینه ساختاری) نیز می‌تواند باعث بهبود عملکرد مالی شود. این پژوهش درصدد است تا علاوه بر

1- Target Costing
2- Inter-organizational Cost Management
3- Value Chain

تقویت ادبیات مرتبط با مدیریت هزینه استراتژیک به سه محدودیت فوق‌الذکر نیز بپردازد.
امروزه هزینه‌های زیست محیطی بخش عمده‌ای از هزینه‌های تولیدی و عملیاتی شرکتها را تشکیل می‌دهد. برای مثال اتحادیه اروپا سالانه بیش از ۴۵ میلیارد یورو برای حفاظت از محیط زیست هزینه می‌کند (راور، ۲۰۰۸). بنابراین می‌توان کاهش اینگونه هزینه‌ها را بعنوان یکی از دغدغه‌های اساسی شرکتهای امروزی بحساب آورد. لذا این پژوهش درصدد است رابطهٔ بین مدیریت هزینه استراتژیک با عملکرد مالی را با تاکید بر هزینه‌های زیست محیطی مورد مطالعه و بررسی قرار دهد. به سه دلیل از هزینه‌های زیست محیطی برای مطالعه و بررسی مدیریت هزینه استراتژیک استفاده شده است. (۱) امروزه نقش موضوعات زیست محیطی در تدوین استراتژیهای هر سازمانی غیرقابل انکار است. بنابراین، ضرورت داردکه اینگونه موضوعات در سطح استراتژیک و نه عملیاتی مورد مطالعه و بررسی قرار گیرند (روسو و فاوتس، ۱۹۹۷). (۲) هزینه‌های زیست محیطی بر اهمیت جنبهٔ اجرایی – از طریق مدیریت، کنترل و بهینه‌سازی هزینه‌های مرتبط با یک استراتژی و یا یک سازمان خاص – و همچنین اهمیت جنبهٔ ساختاری – از طریق اثرگذاری بر ساختار هزینه در قالب بازنگری در طراحی محصول و مواد اولیه استفاده شده – تاکید ویژه دارد. (۳) پژوهشهای قبلی انجام شده در ارتباط با حسابداری هزینه-های زیست محیطی عمدتاً شامل پژوهشهای توصیفی و یا تجویزی بوده و از کمبود شواهد تجربی در مضیقه می‌باشد(رَنیو و هنری، ۲۰۱۰).

مدیریت هزینه استراتژیک و هزینه‌های زیست محیطی

مدیریت هزینه استراتژیک را می‌توان اتخاذ تصمیمات آگاهانه با هدف ایجاد هماهنگی بین ساختار هزینه با استراتژیهای هر سازمان و همچنین بهینه‌سازی عملکرد هر استراتژی تعریف نمود (آندرسون، ۲۰۰۷). در این پژوهش منظور از هزینه‌های زیست محیطی بررسی تاثیر یکی از ابزارهای مدیریت هزینه اجرایی (ردیابی هزینه‌های زیست محیطی[1]) بر یکی از فعالیتهای مهم مدیریت هزینهٔ ساختاری (اجرای ابتکارات زیست محیطی[2]) است.

1- Tracking of Environmental Costs
2- Implementation of Environmental Initiatives

منظور از ردیابی هزینه‌های زیست محیطی شناسایی و انباشت هزینه‌های متحمّل شده از سوی شرکت در ارتباط با حفاظت از محیط زیست است. شناسایی اشاره به مشاهده، تبیین و طبقه-بندی انواع مختلفی از هزینه‌های زیست محیطی داشته و همچنین انباشت اشاره به جمع‌آوری و ثبت هزینه‌های زیست‌محیطی در چارچوب سیستمهای حسابداری بهای تمام شده دارد (هنری و همکاران، ۲۰۱۴). این موضوع نوعی فعالیت مرتبط با مدیریت هزینه اجرایی تلقی شده، زیرا مدیران و کارکنان را به مدیریت، کنترل و کاهش هزینه‌های زیست محیطی در مطابقت با استراتژیهای جاری تشویق نموده و مانع اتخاذ تصمیمات غیرسازنده می‌شود (جوشی و همکاران، ۲۰۰۱).

اجرای ابتکارات زیست محیطی شامل آن دسته از اقداماتی می‌شود که سازمانها می‌بایست در راستای کنترل فعالیتهای عملیاتی اثرگذار خود بر محیط زیست و همچنین ساختار هزینه انجام دهند. برای مثال چندین ابتکار کلی در ادبیات محیط زیست صنعتی[1] مثل بازطراحی محصولات و فرایندها، جایگزینی و کاهش مواد اولیه مورد استفاده و بازیافت[2] شناسایی شده است (هراتی و همکاران، ۱۳۹۵). به بیان دیگر، این نوع ابتکارات اشاره به آن دسته از اقدامات زیست محیطی دارد که بر کلیت یک سازمان یا فعالیت اثرگذارند. اجرای ابتکارات زیست محیطی مربوط به حوزهٔ فعالیتهای مدیریت هزینه ساختاری است. زیرا تبیین‌کنندهٔ پارامترهای کلان ساختار هزینه برحسب طراحی محصول (خصوصیات، شکل ظاهری و استحکام)، ماهیت و مقدار مواد اولیه استفاده شده (مواد آلاینده در مقابل مواد غیرآلاینده[3]، مواد قابل بازیافت در مقابل مواد غیرقابل بازیافت) و طراحی فرایند تولید (پیشگیری آلودگی در مقابل کنترل آلودگی در انتهای خط[4]) می‌باشد (آلن‌بای، ۱۹۹۹).

1- Industrial Ecology Literature
2- Recycling
3- Polluting vs. Non-Polluting Material
4- End-of-Pipe Approach

ارتباط مستقیم بین ردیابی هزینه‌های زیست محیطی و عملکرد مالی

با توجه به اینکه هزینه‌های زیست محیطی بعنوان یک بخش مهم از ساختار هزینه بحساب می‌آیند، ردیابی آنها می‌تواند باعث بهبود آگاهی کارکنان سازمان از اهمیت و محدودهٔ تاثیرگذاری مدیریت زیست محیطی در سازمان شود (پارکر، ۱۹۹۹). درنتیجه، هزینه‌های زیست محیطی موجبات هماهنگی هرچه بیشتر اهداف سازمانی و اهداف زیست محیطی را فراهم نموده و از این طریق می‌تواند باعث کم هزینه‌تر شدن اجرای استراتژیهای فعلی و شفافیت هرچه بیشتر نتایج حاصل از تصمیمات استراتژیک شود (آندرسون، ۲۰۰۷). به بیان دیگر، شناخت هرچه بهتر هزینه‌ها می‌تواند باعث بهبود عملکرد مالی شود.

بعلاوه، استقرار مدیریت موثر منابع می‌تواند از طریق ارائهٔ اطلاعات حسابداری صحیح منجر به بهبود عملکرد مالی شود. با توجه به نیازمندی بخشهای تولیدی و عملیاتی به کارآمدی هرچه بهتر و بیشتر، ردیابی هزینه‌های زیست محیطی می‌تواند نقش موثری در کاهش ضایعات و هزینه‌های تولیدی داشته باشد (معین‌نژاد، ۱۳۹۰). همچنین استدلال بر این است که سیستم‌های هزینه‌یابی پیشرفته از توانایی لازم در ارائهٔ اطلاعات مفیدتر و مربوط‌تر برخوردار هستند. ارائهٔ اطلاعات صحیح و شفاف می‌تواند باعث بهبود تصمیمات مدیریتی و در نتیجه عملکرد مالی شود (میگا و همکاران، ۲۰۱۴). نظارت ویژه بر هزینه‌های زیست محیطی می‌تواند در محاسبهٔ صحیح بهای تمام شده و سپس قیمت‌گذاری محصولات و خدمات به سازمانها کمک نماید. ناتوانی در شناسایی هزینه‌های زیست محیطی پیامدهای ناخوشایندی همچون ترکیب نامناسب و قیمت‌گذاری نادرست محصولات، اسقاط نادرست تجهیزات و اتخاذ تصمیمات سرمایه-گذاری ناکارآمد خواهد داشت (جوشی و همکاران، ۲۰۰۱). اینگونه موارد اثرات منفی بر عملکرد مالی خواهند داشت.

درنهایت، ردیابی هزینه‌های زیست محیطی می‌تواند باعث بهبود عملکرد مالی در مواقعی که قانوناً بعنوان بخشی از گزارشگری خارجی بحساب می‌آید، شود. افشاء اطلاعات زیست محیطی (ازجمله هزینه‌های زیست محیطی) شیوه‌ای مناسب برای برقراری ارتباط با ذینفعان مختلف است. شناسایی و گزارش هزینه‌های زیست محیطی می‌تواند باعث حفظ و تداوم

مشروعیت اجتماعی و نگرش مثبت افکار عمومی نسبت به سازمان شود (بیس‌واس و اُگرادی، ۲۰۱۶).

درکل، استدلال بر این است که هزینه‌های زیست محیطی بخش مهمی از ساختار هزینهٔ هر سازمانی بوده و شناسایی دقیق آنها می‌تواند باعث مدیریت هرچه بهتر اینگونه هزینه‌ها در چارچوب استراتژیهای موجود شود. ارائهٔ اطلاعات دقیق‌تر در مورد هزینه‌های زیست محیطی باعث تقویت تصمیمات مدیران و گزارشگری خارجی و درنتیجه بهبود عملکرد مالی خواهد شد. هرچند ردیابی هزینه‌های زیست محیطی مستلزم صرف منابع انسانی، فنی و مالی است، اما نتایج حاصل از آن به مراتب بیشتر از هزینه‌های آن خواهد بود (پیتزنی، ۲۰۰۶). بنابر این فرضیه اول عبارت خواهد بود از:

فرضیه اول: ردیابی هزینه‌های زیست محیطی (بعنوان یک جزئی از مدیریت هزینه اجرایی) بر عملکرد مالی اثر مثبت دارد.

ارتباط غیرمستقیم بین ردیابی هزینه‌های زیست محیطی و عملکرد مالی:

ردیابی هزینه‌های زیست محیطی (بعنوان یک جزئی از مدیریت هزینه اجرایی) بیانگر اطلاعاتی در مورد کفایت و نوسانات هزینه‌های زیست محیطی در مقایسه با اهداف سازمانی و شاخصهای رقابتی[1] است. اینگونه اطلاعات آگاهی کارکنان از هزینه‌های زیست محیطی را افزایش داده و باعث درک هرچه بهتر آنان از فرایندهای اجرایی و فعالیتهای سازمانی خواهد شد. بطور خاص، ردیابی هزینه‌های زیست محیطی باعث درک هرچه بهتر ارتباط بین هزینه‌ها و ستانده و همچنین امکان کاهش هزینه‌ها از طریق بهبود محرکهای هزینه[2] خواهد شد. این درک می‌تواند ارائه‌کنندهٔ بستری مناسب جهت بهبود محرکهای هزینه (مانند بازطراحی فرایندها و محصولات، جایگزینی و بازیافت) باشد (آندرسون، ۲۰۰۷). بواسطهٔ نقش غیرقابل انکار ردیابی هزینه‌های زیست محیطی در درک هرچه بهتر محرکهای هزینه، می‌توان انتظار

1- Competitive Benchmarks
2- Cost Drivers

تحقق هرچه بهتر ابتکارات زیست محیطی - که سنگ بنای تدوین یک ساختار هزینه کارآمد است- را داشت.

ردیابی هزینه‌های زیست محیطی ضمن ارائهٔ اطلاعات مفید در مورد میزان بهبود هزینه‌های زیست محیطی، می‌تواند در آشکار شدن ضعفهای سازمانی نیز مفید واقع شود. در صورت عدم شناسایی صحیح هزینه‌های زیست محیطی، ضعفهای سازمانی (اختلاف بین عملکرد مورد انتظار و واقعی) انباشته خواهد شد. شناسایی شکاف عملکردی از طریق ترغیب نوآوری و خلاقیت مانع افزایش ضعفهای سازمانی خواهد شد (آندرسون، ۲۰۰۷). استدلال بر این است ردیابی هزینه‌های زیست محیطی از طریق بهبود دانش هزینه‌ای و شناسایی شکاف عملکردی می‌تواند به تسهیل و توسعه ابتکارات زیست محیطی همچون: کاهش شدت مصرف مواد و انرژی، کاهش انتشار مواد آلاینده، بهبود قابلیت بازیافت، استفاده حداکثری از منابع تجدیدپذیر[1] و افزایش دوام محصولات، کمک نماید (شورای توسعه پایدار برای تجارت جهانی[2]، ۲۰۰۰).

بعلاوه، ردیابی هزینه‌های زیست محیطی نه تنها بر اهمیت هزینه‌های زیست محیطی تاکید ویژه نموده، بلکه باعث نهادینه شدن موضوعات زیست محیطی در تمام بخشهای سازمانی از طریق سیستمهای کنترل مدیریتی[3](مانند بودجه‌بندی، انگیزش، مدیریت ریسک و برنامه‌ریزی استراتژیک) می‌شود. این نوع سیستمهای کنترل مدیریتی بخشی از فعالیتهای روزمره سازمانی بوده و در راستای حفظ یا جایگزینی الگوهای سازمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این نوع سیستمها عمدتاً برای عملیاتی نمودن اهداف مورد استفاده قرار می‌گیرند (آرجلیس و ماندی، ۲۰۱۳). بنابراین، ردیابی هزینه‌های زیست محیطی و یکپارچه‌سازی‌شان با سایر کنترلهای زیست محیطی می‌تواند از طریق بهبود وظایف روزمره به اجرای هرچه بهتر ابتکارات زیست محیطی کمک نماید.

1- Maximum Use of Renewable Resources
2- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)
3- Management Control Systems

درکل، ردیابی هزینه‌های زیست محیطی (بعنوان جزئی از فعالیتهای مدیریت هزینه اجرایی) برای اندازه‌گیری عملکرد هزینه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. از طریق بهبود دانش هزینه‌ای، شناسایی شکاف عملکردی و یکپارچه‌سازی هزینه‌های زیست محیطی با سایر کنترلهای زیست محیطی، ردیابی هزینه‌های زیست محیطی می‌تواند منجر به اجرای ابتکارات زیست محیطی شود. ابتکارات زیست محیطی (بعنوان جزئی از فعالیتهای مدیریت هزینه ساختاری) در تدوین پارامترهای جامع ساختار هزینه موثر واقع خواهد شد. بنابراین:

فرضیه دوم (الف): ردیابی هزینه‌های زیست محیطی (بعنوان جزئی از فعالیتهای مدیریت هزینه اجرایی) بر اجرای ابتکارات زیست محیطی (بعنوان جزئی از فعالیتهای مدیریت هزینه ساختاری) تاثیر مثبت دارد.

ارتباط بین اجرای ابتکارات زیست محیطی و عملکرد مالی:

ادبیات مرتبط با اکولوژی صنعتی و مدیریت عملیات حاوی شواهد تجربی قابل ملاحظه در مورد نقش اجرای ابتکارات زیست محیطی در کاهش اثرات اکولوژیکی است (بویرال و هنری، ۲۰۱۲). طبق رویکرد کارآیی زیست محیطی[1]، اجرای ابتکارات زیست محیطی نه تنها باعث کاهش اثرات اکولوژیکی بلکه باعث کاهش هزینه‌های زیست محیطی خواهد شد. همچنین طبق این رویکرد بطور همزمان اثرات اکولوژیکی کاهش و ارزش اقتصادی افزایش خواهد یافت. کاهش اثرات اکولوژیکی منجر به بهبود کنترلهای هزینه‌ای و درنتیجه بهبود عملکرد مالی خواهد شد (یانگ و تیلی، ۲۰۰۶). در حوزهٔ حسابداری و مدیریت زیست محیطی، پژوهشهای میدانی و مطالعات موردی انجام شده در مورد کارآیی زیست محیطی از حجم مناسبی برخوردار است (برنَت وهانسِن، ۲۰۰۸).

برای مثال از طریق طراحی مجدد محصولات و فرایندها، شرکتها خواهند توانست: (۱) مصرف انرژی و درنتیجه هزینه انرژی و همچنین (۲) مقدار ضایعات و درنتیجه هزینه‌های مواد اولیه غیرمولد و هزینه کنارگذاری ضایعات را کاهش دهند و (۳) مواد اولیه فعلی را با نمونه-

1- Eco-Efficiency View

های سازگارتر با محیط زیست جایگزین و یا از قطعات قابل بازیافت‌تر استفاده بیشتری نمایند. در همین راستا، شرکتها قادر به کاهش مقدار ضایعات جامد، سطح آلایندگی هوا، آلودگی آب و همچنین انتشار گازهای گلخانه‌ای خود خواهند شد. موارد فوق می‌توانند در کاهش (۱) هزینهٔ رعایت مقررات، (۲) تلاشهای مرتبط با مدیریت روابط ذینفعان و تصویر شرکت و (۳) هزینه‌های ناشی از ریسکهای زیست محیطی و وقایع آتی (مانند جرایم، شکایات، بحرانهای زیست محیطی و مقررات جدید) موثر واقع شوند.

درکل، اجرای ابتکارات زیست محیطی (بعنوان جزئی از فعالیتهای مدیریت هزینه ساختاری) در بازطراحی ساختار سازمانی، محصولات و فرایندها با هدف حداقل‌سازی اثرات زیست محیطی و هزینه‌های مربوطه قابل استفاده است. این ابتکارات به شرکتها در تدوین ساختار هزینه‌ای که بتواند منجر به عملکرد مالی مناسب شود، کمک خواهد نمود. بنابراین:

فرضیه دوم (ب) اجرای ابتکارات زیست محیطی (بعنوان جزئی از فعالیتهای مدیریت هزینه ساختاری) بر عملکرد مالی اثر مثبت دارد.

درکل، استدلال بر این است ردیابی هزینه‌های زیست محیطی از اجرای ابتکارات زیست محیطی حمایت نموده و همچنین انتظار می‌رود اجرای اینگونه ابتکارات نیز بر عملکرد مالی تاثیر مثبت داشته باشد. بنابراین:

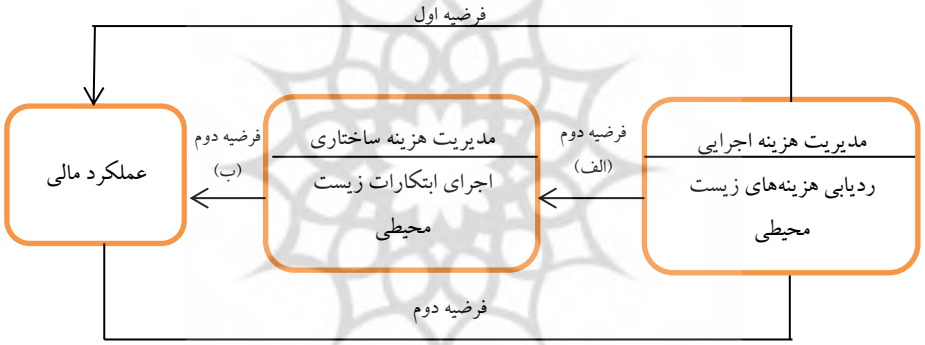
فرضیه دوم: ردیابی هزینه‌های زیست محیطی (بعنوان یک جزئی از مدیریت هزینه اجرایی) از طریق تاثیرگذاری مثبت بر اجرای ابتکارات زیست محیطی (بعنوان جزئی از فعالیتهای مدیریت هزینه ساختاری) بر عملکرد مالی اثرگذار است.

مدل مفهومی پژوهش

مدل مفهومی پژوهش (شکل ۱) بیانگر میزان پشتیبانی ردیابی هزینه‌های زیست محیطی (بعنوان یک فعالیت مدیریت هزینه اجرایی) – فرضیه اول – و اجرای ابتکارات زیست محیطی (بعنوان یک فعالیت مدیریت هزینه ساختاری) – فرضیه دوم – از عملکرد مالی است. این دو فرضیه مربوط به سوال اول پژوهش است. بعلاوه، مدل مفهومی بیانگر نقش میانجی مدیریت هزینه

ساختاری است. همچنین، استدلال بر این است که ردیابی هزینه‌های زیست محیطی از طریق اثرگذاری مثبت بر اجرای ابتکارات زیست محیطی می‌تواند باعث بهبود عملکرد مالی شود. این مورد مربوط به سوال دوم پژوهش است. این پژوهش شامل سه متغیر کنترلی به نامهای اندازه سازمان، خطرات زیست محیطی[1] و تجربه مدیران[2] است. در این پژوهش اثرات این سه متغیر بر روی سه سازهٔ اصلی (ردیابی هزینه‌های زیست محیطی، اجرای ابتکارات زیست محیطی و عملکرد مالی) کنترل شد. خطرات زیست محیطی به میزان خسارات احتمالی که ممکن است یک شرکت بواسطهٔ آلودگیهای زیست محیطی ناشی از فرایندهای تولیدی خود متحمل شود، اشاره دارد. تجربه مدیران اشاره به میزان سنوات خدمتی مدیران در پست مدیریتی دارد.

شکل ۱: مدل مفهومی پژوهش



روش‌شناسی

این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر نحوهٔ گردآوری اطلاعات توصیفی– همبستگی است. روش گردآوری داده‌ها نیز در بخش مربوط به مباحث نظری و پیشینه تحقیق، به روش کتابخانه‌ای انجام گرفته و در قسمت اصلی و هستهٔ تحقیق، داده‌ها بصورت میدانی-پیمایشی و با استفاده از پرسشنامه جمع‌آوری شده‌اند.

1- Environmental Exposure
2- Experiment of Managers

قبل از نهایی شدن پرسشنامه‌ها، انواع مختلف هزینه‌های زیست محیطی براساس دستورالعملهای مندرج در سایت سازمان حفاظت از محیط زیست و نتایج پژوهش پارکر (۱۹۹۹) شناسایی و سپس ابزارهای لازم برای سنجش آنها طراحی گردید. همچنین این پژوهش شامل مخارج عملیاتی (و نه سرمایه‌ای) زیست محیطی که به نوعی بیانگر هزینه‌های پنهان بالقوه هستند، می‌شود. این ابزار به صراحت از پاسخ‌دهندگان می‌خواهد تا براساس طیف لیکرت پنج گزینه‌ای مشخص کنند تا چه حد هزینه‌های زیست محیطی از سوی سازمان‌شان ردیابی می‌شود. هرچه میانگین پاسخها بالاتر باشد، به همان میزان حساسیت سیستمهای حسابداری به ردیابی هزینه‌های زیست محیطی بیشتر است.

برای تدوین سوالات مرتبط با اجرای ابتکارات زیست محیطی از نتایج پژوهش مِلنیک و همکاران (۲۰۰۳)استفاده شد. از پاسخ‌دهندگان خواسته شد تا براساس طیف لیکرت پنج گزینه‌ای مشخص کنند تا چه حد ابتکارات زیست محیطی در سازمان‌شان مورد توجه قرار می‌گیرد. هرچه میانگین پاسخها بالاتر باشد، به همان میزان ابتکارات زیست محیطی در سازمان جدی تلقی می‌شود. عملکرد مالی با استفاده از یک ابزار ادراکی اندازه‌گیری شد. برای سنجش عملکرد از پاسخ‌دهندگان خواسته شد در مقایسه متوسط صنعت، نظر خود را براساس طیف لیکرت در مورد عملکرد مالی شرکت اعلام نمایند. هرچه میانگین پاسخها بالاتر باشد، به همان میزان عملکرد مالی شرکت بهتر است.

برای اندازه‌گیری متغیرهای کنترلی اندازه شرکت از لگاریتم طبیعی تعداد کارکنان و خطرات زیست محیطی از متغیر موهومی (صفر و یک) - بدین معنی که شرکتهایی که دارای آلایندگی زیادی (براساس شاخصهای سازمان حفاظت از محیط زیست) هستند عدد یک و آنهایی که آلایندگی کمی دارند عدد صفر - استفاده شد. برای اندازه‌گیری تجربه مدیران از میزان سابقه مدیران استفاده شد. بدین معنی که برای مدیران با سابقه کمتر از ۵ سال عدد ۱، بین ۵ تا ۱۰ سال عدد ۲، ۱۱ تا ۱۵ سال عدد ۳ و بیشتر از ۱۵ سال عدد ۴ اختصاص یافت.

برای انجام این پژوهش از مدل معادلات ساختاری[1] برای آزمون مدل مفهومی و تحلیل داده‌ها استفاده شده است. دلایل استفاده از این مدل عبارتند از: (۱) مدل معادلات ساختاری امکان نمایش مفاهیم غیرقابل مشاهده (متغیرهای پنهان) را با استفاده از یک مجموعه عوامل (متغیرهای اندازه‌گیری) فراهم می‌نماید. (۲) رابطه بین متغیرهای اندازه‌گیری و پنهان عاری از هرگونه خطا بوده زیرا خطاها برآورد و حذف شده و تنها واریانس مشترک باقی می‌ماند. (۳) امکان برآورد اثرات ساختاری مستقیم و غیرمستقیم بین متغیرهای پنهان را فراهم می‌کند. از نرم‌افزارهای SPSS و همچنین لیزرل ۸/۵۴ برای تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده و از ماتریس کوواریانس[2] بعنوان ماتریس ورودی استفاده شد. برای اطمینان از کفایت برازش مدل در صورت وجود داده‌های هنجار نشده چند متغیره می‌توان از برآورد درست‌نمایی بیشینه[3] و همچنین شاخص‌های چندگانه استفاده نمود.

جامعه آماری پژوهش شرکتهای تولیدی فعالِ شهر اصفهان با بیش از ۲۵ نفر پرسنل بود. بدلیل نبود یک پایگاه داده‌ای مناسب در زمینهٔ مدیریت هزینه استراتژیک، داده‌ها از طریق پرسشنامه جمع‌آوری شد. با مراجعهٔ حضوری به شرکتهای مورد مطالعه درنهایت ۱۲۶ شرکت حاضر به همکاری شدند. پرسشنامه‌ها بین مدیران مالی شرکتها توزیع شد. برای اطمینان از روایی[4]، پرسشنامه اولیه بین ۵ عضو هیات علمی و ۱۰ مدیر مالی توزیع شد. پرسشنامه پس از لحاظ شدن اصلاحات پیشنهادی، نهایی شد. برای اطمینان از عدم وجود پاسخهای جانبدارانه[5]، تجزیه و تحلیل دو مرحله‌ای[6] انجام شد. نتایج نشان داد پاسخ‌های ارائه شده از سوی پاسخ-دهندگان جانبدارانه نبوده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1- Structural Equation Modeling (SEM)
2- Covariance Matrix
3- Maximum Likelihood Estimates
4- Validity
5- Non-Response Bias
6- Two-Step Analysis

تحلیل داده‌ها

آمار توصیفی سازه‌های اصلی و ماتریس همبستگی بشرح جدول شمارهٔ ۱ هستند.

جدول ۱: آمار توصیفی و ماتریس همبستگی متغیرها

	ردیابی هزینه-های زیست محیطی	اجرای ابتکارات زیست محیطی	عملکرد مالی	اندازه سازمان	آلایندگی زیست محیطی	تجربه مدیران
آمار توصیفی						
تعداد بخش‌های مورد استفاده	۵	۶	۴	۱	۱	۱
بازه	۵-۱	۵-۱	۵-۱	-	۱-۰	۴-۱
حداقل	۱/۲	۱/۱۷	۱	۱/۳	۰	۱
حداکثر	۵	۴/۵	۴/۵	۳/۵	۱	۴
میانگین	۳	۲/۵۵	۲/۴۳	۲/۴	۰/۴۲	۰/۲۸
انحراف معیار	۰/۷۵	۰/۶۶	۰/۶۷	۰/۳۲	۰/۴۳	۰/۴۵
میانه	۳	۲/۶۶	۲/۲۵	۲/۱	۰/۴۴	۰
ماتریس همبستگی پیرسون						
ردیابی هزینه‌های زیست محیطی	۱					
اجرای ابتکارات زیست محیطی	۰/۵۵۳	۱				
عملکرد مالی	۰/۱۲۵	۰/۰۲۷	۱			
اندازه سازمان	۰/۱۱۸	۰/۰۴	۰/۲۲	۱		
آلایندگی زیست محیطی	۰/۰۲۸	-۰/۰۱۵	۰/۰۲	۰/۰۳	۱	
تجربه مدیران	۰/۲۸	۰/۰۲	۰/۱۸	۰/۰۶	۰/۰۳	۱

آزمون پایایی سازه

برای آزمون پایایی هرکدام از سازه‌ها از آلفای کرونباخ و همچنین پایایی مرکب[1] استفاده شد. سطح قابل قبول برای پایایی نسبت ۰/۷ به بالا می‌باشد(فورنل و لارکر، ۱۹۸۱). برای اثبات روایی همگرا[2] (یعنی شباهت بین شاخصهایی که بصورت تئوریک به سازه‌ها مربوط می‌شوند)

1- Composite Reliability
2- Convergent Validity

اقدام به تجزیه و تحلیل واریانس استخراج شده و آزمون تحلیل عاملی تاییدی مرحله اول[1] شد. برای قابل قبول بودن روایی، واریانس استخراج شده باید بیشتر از نسبت ۰/۵ باشد (هیر و همکاران، ۱۹۹۸). برای تحقق تحلیل عاملی تاییدی سه عنصر (۱) بار عاملی استاندارد. (۲) ضریب تعیین R^2 (برای هر مورد)، (۳) آماره کای اسکوئر (برای پذیرش کلی مدل) و همچنین سه شاخص تناسب[2] مورد آزمون قرار گرفت. این شاخصها - شاخص برازش هنجارنشده[3]، شاخص برازش تطبیقی[4]، شاخص نیکویی برازش[5] و شاخص ریشه خطای میانگین مجذورات تقریبی[6] – شامل دو شاخص مکمل (شاخصهای برازش مطلق و برازندگی افزایشی[7]) بود که عمدتاً برای ارزیابی کیفیت مدل ساختاری مورد استفاده قرار گرفت. روایی تفکیکی[8] (یعنی عدم وجود همبستگی بین سازه‌های نامربوط) از طریق مقایسه واریانس استخراج شده از هر سازه با مجذور همبستگی بین سازه‌های پنهان[9] (غیرقابل مشاهده) مورد ارزیابی قرار گرفت. لازمه تایید روایی تفکیکی، بیشتر بودن مجذور همبستگی از واریانس استخراج شده می‌باشد. درنهایت، وجود تعصبات ارزیابان با استفاده از آزمون تک عاملی[10] مورد بررسی قرار گرفت.

بخش ضمیمه آمارهای مرتبط با تجزیه و تحلیل اندازه‌گیری برای مدل‌های اولیه و اصلاح شده را ارائه می‌نماید. استفاده از مدل اصلاح شده (یعنی انجام اصلاحات مورد نیاز بر روی مدل اولیه اندازه‌گیری با هدف دستیابی به یک سطح قابل قبول از روایی و پایایی) برای هیچکدام از سازه‌ها ضرورت نیافت. درنهایت، همه سازه‌ها از نقطه برش[11] سفارش شده برای آلفای کرونباخ، پایایی مرکب و واریانس استخراج شده بیشتر شد. این نکته بیانگر مدل

1- First Order Confirmatory Factor Analysis
2- Fit Index
3- Non-Normed Fit Index (NNFI)
4- Comparative Fit Index (CFI)
5- Goodness of Fit
6- Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)
7- Absolute Fit and Incremental Fit Measures
8- Discriminant Validity
9- Latent Constructs
10- Single Factor Test
11- Cut-Off Point

برازش شده قابل قبول (به استثنای یک RMSEA که اندکی بالاتر از آستانه بود)، R^2 مناسب و معنی‌داری همه بارهای عاملی می‌باشد ($P<0/01$). همه‌ی مقایسه‌های صورت گرفته بین واریانس استخراج شده و مجذور همبستگی[1] از وجود روایی تفکیکی بین همه سازه‌ها حمایت می‌کنند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

همانطوریکه در بخش قبل اشاره شد از مدل معادلات ساختاری برای آزمون فرضیات استفاده شد. نتایج حاصله به شرح جدول زیر است:

جدول۲: نتایج استاندارد سازی شده مدل معادلات ساختاری

فرضیه	تحلیل مسیر	ضریب مسیر	آماره Z
الگوی الف: نتایج خاص			
فرضیه ۱	ردیابی هزینه‌های زیست محیطی ← عملکرد مالی	۰/۴۲۹	۱۲/۱۱
فرضیه ۲ الف	ردیابی هزینه‌های زیست محیطی ← اجرای ابتکارات زیست محیطی	۰/۷۲۱	۲۵/۷۶
فرضیه ۲ ب	اجرای ابتکارات زیست محیطی ← عملکرد مالی	۰/۲۱۹	۶/۳۱
	اندازه سازمان ← ردیابی هزینه‌های زیست محیطی	۰/۰۰۲	۱/۰۲۳
	اندازه سازمان ← اجرای ابتکارات زیست محیطی	۰/۳۲	۱/۹۷
	اندازه سازمان ← عملکرد مالی	۰/۲۱	۱/۶۲
	آلایندگی زیست محیطی ← ردیابی هزینه‌های زیست محیطی	-۰/۰۶	۱/۳۱
	آلایندگی زیست محیطی ← اجرای ابتکارات زیست محیطی	-۰/۰۲۱	۱/۵۱
	آلایندگی زیست محیطی ← عملکرد مالی	-۰/۰۰۳	۱/۲۵
	تجربه مدیران ← ردیابی هزینه‌های زیست محیطی	۰/۲۱۵	۴/۳۶
		۰/۳۰۱	۷/۴۷
		۰/۰۰۵	۱/۲۷
		۰/۰۶۲	۱/۶۹

1- Squared Correlations

	تجربه مدیران ← اجرای ابتکارات زیست محیطی	۰/۵۳۶	۹/۴۹
	تجربه مدیران ← عملکرد مالی	۰/۳۲۱	۳/۱۲
	R^2 ردیابی هزینه‌های زیست محیطی		
	R^2 اجرای ابتکارات زیست محیطی		
	R^2 عملکرد مالی		
الگوی ب: نتایج کلی			
فرضیه ۲	تاثیر ردیابی هزینه‌های زیست محیطی بر عملکرد مالی		
	تاثیر مستقیم	۰/۴۲۹	۱۲/۱۱
	تاثیر غیر مستقیم	۰/۲۴۵	۱/۶۸
	تاثیر کل	۰/۶۷۴	۱۳/۷۹

جدول شماره ۳: شاخص‌های نیکویی برازش مدل معادلات ساختاری

شاخص نیکویی برازش (GFI)	احتمال (P)	شاخص برازش هنجارنشده (NNFI)	شاخص برازش تطبیقی (CFI)	شاخص ریشه خطای میانگین مجذورات تقریبی (RMSEA)
۰/۹۳	۰/۰۵	۰/۹۴	۰/۹۵	۰/۳۲

جدول شمارهٔ ۲ بیانگر نتایج مدل ساختاری برحسب ضرایب مسیر، نسبت واریانس (R^2) و شاخص‌های نیکویی برازش است. مدل براساس آستانهٔ توصیه شده (NNFI = 0.94; CFI = 0.95, RMSEA = 0/32) تنظیم شده است. این شاخص‌ها بیانگر یک تناسب مناسب برای داده‌های مورد استفاده در مدل هستند. برآورد مجدد در مدل اولیه صورت نگرفت. شواهد مرتبط با دو سوال پژوهش و همچنین توضیحات مرتبط با فرضیات ناشی از سوالات در قسمت بعد مورد اشاره قرار می‌گیرد.

-تاچه حد مدیریت هزینه ساختاری و اجرایی بر عملکرد مالی تاثیرگذار است؟

نتایج جدول شماره ۲ بیانگر اثرات قابل توجه ردیابی هزینه‌های زیست محیطی بر عملکرد مالی است (۰/۴۲۹). این نتیجه در حمایت از فرضیه اول است. بنابراین، با ارائه اطلاعات یکپارچه در مورد هزینه‌های زیست محیطی، می‌توان شاهد بهبود عملکرد مالی از طریق آگاهی هرچه بیشتر مدیران از هزینه‌ها و ارتقاء تصمیمات کوتاه مدت بود (پارکِر، ۱۹۹۹). درنهایت، هرچه سیستمهای هزینه‌ای یکپارچه‌تر باشد، به همان میزان اطلاعات مفید و مربوط-تری تولید خواهد شد (پیتزنی، ۲۰۰۶).

بعلاوه، یک ارتباط مثبت و معنی‌داری بین اجرای ابتکارات زیست محیطی و عملکرد مالی که به نوعی تاییدکنندهٔ فرضیه دوم ب است، مشاهده شد (۰/۲۱۹). بنابراین ابتکارات زیست محیطی در تدوین یک ساختار هزینه مناسب که بتواند از موقعیت استراتژیک شرکت و کاهش هزینه‌ها در بلندمدت حمایت کند، موثر خواهد بود (آندرسون، ۲۰۰۷). در نهایت، مدیریت هزینه اجرایی (ردیابی هزینه‌های زیست محیطی) و مدیریت هزینه ساختاری (اجرای ابتکارات زیست محیطی) بطور مشخص بر عملکرد مالی تاثیرگذارند (کوپر و اِسلَگ‌مالدِر، ۲۰۰۴).

تاچه حد مدیریت هزینه ساختاری بر ارتباط بین مدیریت هزینه اجرایی و عملکرد مالی تاثیرگذار است؟

در ابتدا، یک ارتباط مثبت و معنی‌داری بین ردیابی هزینه‌های زیست محیطی و اجرای ابتکارات زیست محیطی که به نوعی تاییدکنندهٔ فرضیه دوم الف است، مشاهده شد (۰/۷۲۱) بنابراین، شناسایی هزینه‌های زیست محیطی می‌تواند در ارتقاء ابتکارات زیست محیطی از طریق بهبود دانش هزینه‌ای و شناسایی شکاف عملکردی مفید واقع شود. این مورد می‌تواند بیانگر تمرکز سازمانها بر راه‌های نوآورانه با هدف کاهش هزینه‌های زیست محیطی و اثرات آنها باشد (سیمون، ۱۹۹۰). باتوجه به برقراری رابطه مثبت و معنی‌دار بین ردیابی هزینه‌های زیست محیطی و اجرای ابتکارات زیست محیطی و همچنین وجود رابطهٔ مثبت و معنی‌دار بین اجرای ابتکارات زیست محیطی و عملکرد مالی می‌توان به وجود یک نوع رابطهٔ میانجی در این خصوص

اشاره نمود.

اثرگذاری ردیابی هزینه‌های زیست محیطی بر عملکرد مالی است (۰/۶۷۴). همانگونه که قبلاً ذکر شد ۶۳ درصد این اثرگذاری مستقیم (۰/۴۲۹) و ۳۷ درصد آن غیرمستقیم (۰/۲۴۵) است. اثرگذاری غیرمستقیم اشاره به این نکته دارد که ردیابی هزینه‌های زیست محیطی از طریق تاثیرگذاری بر اجرای ابتکارات زیست محیطی بر عملکرد مالی موثر بوده است (فرضیه دوم). مدیریت هزینه اجرایی (ردیابی هزینه‌های زیست محیطی) و مدیریت هزینه ساختاری (اجرای ابتکارات زیست محیطی) ارتباط تنگاتنگی با یکدیگر داشته و بطور مشترک بر عملکرد مالی تاثیرگذارند. ردیابی هزینه‌های زیست محیطی می‌تواند بر عملکرد مالی از دو طریق اثرگذار باشد: (۱) باعث بهبود کارآیی در ساختار هزینه فعلی می‌شود و (۲) از طریق ارائه ابتکارات جدید باعث خلق ساختار هزینه‌ای متفاوت می‌گردد (آندرسون، ۲۰۰۷). بنابراین، فعالیتهای اجرایی و ساختاری دو جزء متصل بهم بوده و بطور مشترک منجر به مدیریت هزینه استراتژیک می‌گردند.

متغیرهای کنترلی و تجزیه و تحلیل حساسیت:

به لحاظ آماری، بین متغیرهای اصلی و کنترلی دو ارتباط از اهمیت بالایی برخوردارند. به لحاظ عملیاتی، اندازهٔ شرکت دارای ارتباط مثبت و معنی‌داری با اجرای ابتکارات زیست محیطی است (۰/۳۲). شرکتهای باسابقه از منابع مالی، انسانی و فنی بیشتری جهت طراحی ابتکارات نوآورانه برخوردارند. همچنین تجربه مدیران دارای ارتباط مثبت و معنی‌داری با ردیابی هزینه‌های زیست محیطی است (۰/۲۱۵). این بدین معنی است مدیران شرکتهایی که از تجربه مدیریتی مناسبی برخوردارند تمایل به ردیابی هزینه‌های زیست محیطی با هدف گزارش اطلاعات هزینه‌ای به ذینفعان متعدد و همچنین کاهش اثرات آنها دارند.

بحث و نتیجه‌گیری

با هدف بهبود رویکرد مدیریت هزینه استراتژیک، این مقاله تلاش نمود تا رابطهٔ بین مدیریت هزینه ساختاری و اجرایی با عملکرد مالی را مورد مطالعه و بررسی قرار دهد. در ارتباط با هزینه‌های زیست محیطی، در این مقاله بطور ویژه ارتباط بین هزینه‌های زیست محیطی (مدیریت هزینه اجرایی) و بکارگیری ابتکارات زیست محیطی (مدیریت هزینه ساختاری) و همچنین عملکرد مالی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. این پژوهش بدنبال پاسخگویی به دو سوال زیر بود: (۱) تاچه حد مدیریت هزینه ساختاری و اجرایی بر عملکرد مالی تاثیرگذار است؟ و (۲) تاچه حد مدیریت هزینه ساختاری تعدیل کنندهٔ ارتباط بین مدیریت هزینه اجرایی و عملکرد مالی است؟ براساس نمونه آماری (۱۲۶ شرکت) یافته‌های زیر استنتاج شد:

- ردیابی هزینه‌های زیست محیطی یکی از ابزارهای مهم مدیریت هزینه اجرایی بوده که می‌تواند به هماهنگی هرچه بیشتر بین منابع سازمان و ساختار هزینه مربوطه از طریق اتخاذ تاکتیکهای کوتاه مدت (کاهش هزینه‌ها) منجر شود. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد یک رابطهٔ مثبت و معنی‌داری بین ردیابی هزینه‌های زیست محیطی و عملکرد مالی وجود دارد.
- ارائه ابتکارات زیست محیطی یکی از ابزارهای مهم مدیریت هزینه ساختاری بوده که می‌تواند به هماهنگی هرچه بیشتر بین منابع سازمان و ساختار هزینه مربوطه از طریق اتخاذ استراتژیهای بلندمدت (مهندسی مجدد زنجیره ارزش و طراحی ساختارهای هزینه‌ای متفاوت) منجر شود. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد یک رابطهٔ مثبت و معنی‌داری بین بکارگیری ابتکارات زیست محیطی و عملکرد مالی وجود دارد.

- ردیابی هزینه‌های زیست محیطی بطور غیرمستقیم ازطریق اجرای ابتکارات زیست محیطی برعملکرد مالی تاثیرگذار است. بنابراین، هر دو مدیریت هزینه (ساختاری و اجرایی) بر عملکرد مالی تاثیرگذارند.

این پژوهش دربر گیرندهٔ سه حوزهٔ تحقیقاتی (۱) مدیریت هزینه استراتژیک، (۲) حسابداری مدیریت زیست محیطی و (۳) حسابداری بهای تمام شده می‌باشد. همانگونه که آندرسون (۲۰۰۷) اشاره می‌کند ادبیات مدیریت هزینه استراتژیک عمدتاً بر مدیریت هزینه اجرایی تمرکز نموده و از پرداختن به روابط فی‌مابین مدیریت هزینه ساختاری و اجرایی چشم‌پوشی می‌نماید. این پژوهش بیانگر شواهدی است که نشان می‌دهد مدیریت هزینه اجرایی می‌تواند بواسطهٔ تاثیرگذاری‌اش بر مدیریت هزینه ساختاری و بازتعریف ساختار هزینه‌ها امکان تجزیه و تحلیل عملکرد را بنحوی شایسته‌ای فراهم نماید. بعلاوه، پژوهشهای قبلی در زمینه‌ی گسترش و تاثیرگذاری حسابداری مدیریت زیست محیطی تلاشهای چندانی بعمل نیاورده و عمدتاً به مقولهٔ هزینه‌های زیست محیطی بصورت توصیفی و تجویزی صِرف پرداخته و از ارتباط آن با عملکرد مالی غافل شده‌اند (بوریت، ۲۰۰۴). نتایج حاصل از این پژوهش شواهد مناسبی در ارتباط با تاثیر ردیابی هزینه‌های زیست محیطی بر عملکرد مالی با لحاظ نمودن مدیریت هزینه استراتژیک ارائه می‌نماید. ادبیات حسابداری بهای تمام شده حاوی شواهد تجربی کمی در مورد ارتباط بین رویه‌های هزینه‌یابی و عملکرد مالی است (پیتزینی، ۲۰۰۶). این پژوهش شواهد مناسبی در حمایت از وجود ارتباط مستقیم بین طراحی سیستمهای هزینه-ای و عملکرد مالی و همچنین وجود ارتباط غیرمستقیم بین این دو از طریق اتخاذ یک سری اقدامات سازمانی (مدیریت هزینه ساختاری) ارائه می‌نماید.

توجه به محدودیتهای زیر ضروری بنظر می‌آید. این پژوهش به یک جنبه از مدیریت هزینه اجرایی بنام ردیابی هزینه‌های زیست محیطی توجه نموده و از توجه به سایر جنبه‌های آن همچون طراحی و استفاده از شاخص‌های عملکرد زیست محیطی مالی و غیرمالی صرف نظر نموده، بهتر است این موارد مورد توجه پژوهشهای آتی قرار گیرند. بعلاوه، این پژوهش به

یک جنبه از مدیریت هزینه ساختاری - بکارگیری ابتکارات زیست محیطی - که بر پیشنهاد ارزش تمرکزدارد، توجه نموده است. پژوهشهای آتی می‌توانند به مواردی همچون صرفهٔ عملیاتی، تامین مالی و محدودیتهای پیش‌روی شرکت، انتخاب شرکا و طراحی روابط فی-مابین خریدار-عرضه‌کننده در زمینه طراحی سازمانی با لحاظ نمودن مدیریت زیست محیطی توجه نمایند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

معین‌نژاد، بهراد. (۱۳۹۰). "شناخت حسابداری محیط زیست و نقش آن در بررسی هزینه‌های زیست محیطی"، *پنجمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست*، تهران، دانشگاه تهران.

هاشمی بلمیری، سمیرا و همکاران. (۱۳۹۴). "مدیریت هزینه استراتژیک: مفهوم، اهداف، فرایند وابزارها"، *ماهنامه پژوهشهای مدیریت و حسابداری*، شماره ۱۵ و ۱۶ صص ۱۰۹-۹۲.

هراتی، جواد و همکاران. (۱۳۹۵). "بررسی تاثیر نابرابری اقتصادی و سیاسی بر کیفیت محیط زیست در کشورهای منتخب: رویکرد پانل GMM"، *فصلنامه تحقیقات مدلسازی اقتصادی*، شماره ۲۳، صص ۲۳۰-۱۹۷.

Agndal, H., & Nilsson, U. (2009). "*Interorganizational cost management in the exchange process*". Management Accounting Research, 20(2), 85-101.

Allenby, B. R. (1999). "*Industrial ecology: Policy framework and implementation*". Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.

Al-Naser, KH., Mohamed, R. (2017). "*The Integration between Strategic Cost Management Techniques to Improve the Performance of Iraqi Manufacturing Companies*". Asian Journal of Finance & Accounting, 9 (1), 210-223.

Anderson, S. W. (2007). "*Managing costs and cost structure throughout the value chain: research on strategic cost management*". In C. S. Chapman, A. G. Hopwood, & M. D. Shields (Eds.), Handbook of management accounting research (p. 481). Oxford, UK: Elsevier.

Arjalies, D.-L., & Mundy, J. (2013). "*The use of management control systems to manage CSR strategy: a levers of control perspective*". Management Accounting Research, 24(4), 284-300.

Biswas, Sh. And O'Grady, W. (2016)."*Using external environmental reporting to embed sustainability into organizational practices*", Accounting Research Journal, 29(2), 218-235.

Boiral, O., & Henri, J.-F. (2012). "*Modeling the impact of ISO 14001 on environmental performance: a comparative approach*". Journal of Environmental Management, 99, 84-97.

Burritt, R. L. (2004). "*Environmental management accounting: roadblocks on the way to the green and pleasant land. Business Strategy and the Environment*". 13(1), 13-32.

Burnett, R. D., & Hansen, D. R. (2008). "*Eco-efficiency: defining a role for environmental cost management*". Accounting, Organizations and Society, 33(6), 582-602.

Cohen, S., & Kaimenaki, E. (2011). "*Cost accounting systems structure and information quality properties: an empirical analysis*". Journal of Applied Accounting Research, 12(1), 5-25.

Cooper, R., & Slagmulder, R. (2004). "*Interorganizational cost management and relational context*". Accounting, Organizations and Society, 29(1), 1-26.

Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). "*Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error*". Journal of Marketing Research, 18(1), 39-50.

Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (1998). "*Multivariate data analysis*". (5th ed.), Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Henri, J. Boiral, O. and Roy, M. (2016). "*Strategic cost management and performance: The case of environmental costs*". The British Accounting Review, 48 (2), 269-282.

Hesford, J. W., Lee, S.-H., Van der Stede, W. A., & Young, M. (2007). "*Management accounting: a bibliographic study*". In C. S. Chapman, A. G. Hopwwod, & M. D. Shields (Eds.), Handbook of management accounting research. Oxford, UK: Elsevier.

Hsu, S. H., & Qu, S. Q. (2012). "*Strategic cost management and institutional changes in hospitals*". European Accounting Review, 21(3), 499-531.

Joshi, S., Krishnan, R., & Lave, L. (2001). "*Estimating the hidden costs of environmental regulation*". The Accounting Review, 76(2), 171-198.

Maiga, A. S., Nilsson, A., & Jacobs, F. A. (2014). "*Assessing the interaction effect of cost control systems and information technology*

integration on manufacturing plant financial performance". The British Accounting Review, 46(1), 77-90.

Melnyk, S. A., Sroufe, R. P., & Calantone, R. (2003). "*Assessing the impact of environmental management systems on corporate and environmental performance*". Journal of Operations Management, 21(3), 329-351.

Parker, L. D. (1999). "*Environmental costing: An exploratory examination*". (p. 81), Melbourne, VIC: A. S. o. C. P. Accountants.

Pizzini, M. J. (2006). "*The relation between cost-system design, managers' evaluations of the relevance and usefulness of cost data, and financial performance: an empirical study of US hospitals*". Accounting, Organizations and Society, 31(2), 179-210.

Rannou, C., & Henri, J.-F. (2010). "*The better way to measure environmental costs. CMA Management*". (June/July), 28-34.

Roewer, U. (2008). "*Environmental protection expenditure by industry in the European Union 1997-2004*". Luxembourg: Eurostat. Catalogue no KS-SF-08-093-EN-N: 12.

Russo, M. V., & Fouts, P. A. (1997). "*A resource-based perspective on corporate environmental performance and profitability*". Academy of Management Journal, 40(3), 534-559.

Simons, R. (1990). "*The role of management control systems in creating competitive advantage: new perspectives*". Accounting, Organizations and Society, 15(1/2), 127-143.

WBCSD. (2000). "*Eco-efficiency: Creating more value with less impact*". World Business Council for Sustainable Development.

Young, W., & Tilley, F. (2006). "*Can businesses move beyond efficiency? The shift toward effectiveness and equity in the corporate sustainability debate*". Business Strategy & the Environment, 15(6), 402-415.

ضمیمه: بخش‌های پرسشنامه و تجزیه و تحلیل آماری

ردیابی هزینه‌های زیست محیطی

بخش‌ها	مدل اولیه	مدل مجدد مشخص شده
	بارگذاری استاندارد R^2	بارگذاری استاندارد R^2
هزینه‌های نظارتی	۰/۷۸۹	
هزینه‌های بازیافت و دفع زباله‌ها	۰/۸۲۹	
هزینه‌های مرتبط با رفع و یا اصلاح تجهیزات آلاینده	۰/۸۷۴	
هزینه‌های مرتبط با ارتقاء کارایی و بهروری	۰/۷۶۸	
هزینه‌های مرتبط با بکارگیری سیستمهای کنترلی و مدیریت زیست محیطی	۰/۸۰۱	
برازش مدل	$X^2(5)=35.021$ p=0.053 NNFI=0.94 GFI=0.95 RMSEA=0.032	
قابلیت اطمینان	۰/۸۹	
واریانس	۰/۵۲	

اجرای ابتکارات زیست محیطی

بخش‌ها	مدل اولیه	مدل مجدد مشخص شده
	بارگذاری استاندارد R^2	بارگذاری استاندارد R^2
طراحی مجدد فرایندها و محصولات	۰/۵۴۲	
جایگزینی یا تعویض قطعات و تجهیزات	۰/۶۱۴	
کاهش ضایعات و دوباره‌کاری	۰/۶۳۵	
بازیافت ضایعات	۰/۴۳۸	
مصرف کمتر انرژی و مواد اولیه	۰/۵۳۴	
برازش مدل	$X^2(5)=75.53$ p=0.021	

	NNFI=0.93 GFI=0.94 RMSEA=0.047	
آلفای کرونباخ		
قابلیت اطمینان	۰/۸۶	
واریانس	۰/۸۴	
	۰/۳۷	

عملکرد مالی

بخش‌ها	مدل اولیه	مدل مجدد مشخص شده
	بارگذاری استاندارد R^2	بارگذاری استاندارد R^2
رشد فروش	۰/۸۴۳	
سودآوری	۰/۸۶۲	
نسبت سود عملیاتی به فروش	۰/۷۷۶	
بازگشت سرمایه گذاری	۰/۷۳۲	
برازش مدل	$X^2(5)=14.41$ p=0.537 NNFI=0.95 GFI=0.96 RMSEA=0.018	
قابلیت اطمینان	۰/۸۴	
واریانس	۰/۵۱	

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فصلنامه علمی – پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی – سال شانزدهم، شماره ۵۱، زمستان ۹۷
صفحات ۲۶۳-۲۳۵

مدلی دو هدفه جهت مکان‌یابی تسهیلات در زنجیره تأمین سبز

حدیث دریکوند*، سید محمد حاجی مولانا**

تاریخ دریافت:۹۵/۷/۱۶- تاریخ پذیرش:۹۷/۳/۶

چکیده:

نگرانی‌های محیطی موجب توجه محققان به مطالعه در حوزه رنجیره تأمین سبز شده است. امروزه سازمان‌ها دولتی و غیردولتی دریافته‌اند که مدیریت محیطی یک موضوع استراتژیک کلیدی است که منافع زیادی را در بردارد. از این رو سعی دارند علاوه بر توجه داشتن به فرآیندهای داخل سازمان با توجه به عوامل بیرونی مانند اثرات محیطی، مقبولیت خود را نزد مشتریان افزایش داده و سهم بیشتری از بازاررا کسب نمایند. در این پژوهش، یک مدل عدد صحیح مختلط دو هدفه برای شناسایی مکان بهینه احداث کارخانه‌ها و مراکز جداسازی در یک زنجیره تأمین سبز توسعه داده شده و نقش کارکرد و خرابی تسهیلات و وسایل نقلیه در برقراری ارتباط مؤثر بین سطوح مختلف زنجیره تأمین مورد بررسی قرار گرفته است. . توابع هدف مدل پیشنهادی شامل کمینه سازی هزینه‌های کل و کمینه سازی تصاعد گاز دی‌اکسید کربن است. به منظور درنظرگیری عدم قطعیت ذاتی پارامترها روش برنامه ریزی احتمالی (سناریو) به کار گرفته شده و پس از خطی‌سازی قسمتهای غیرخطی، از روش چندهدفه معیار جامع برای حل مدل ریاضی دو هدفه پیشنهادی استفاده شده است. کارایی مدل پیشنهادی با استفاده از داده‌های یک مثال واقعی نشان داده شده است.

کلمات کلیدی: زنجیره تأمین سبز، برنامه‌ریزی احتمالی، روش معیار جامع، مکانیابی.

---

* دانشجوی دکتری ، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران (نویسنده مسئول)
h.derikvand@srbiau.ac.ir

** استادیار،گروه مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران

مقدمه

یک زنجیره تأمین سازمان یافته بر اساس نیازها و الزامات واقعی، سازمان‌ها و شرکت‌ها را از مزیت رقابتی در بازار و کسب سهم بیشتر برخوردار می‌سازد. نگرانی از اثرات محیطی فعالیت‌های تجاری موجب وضع قوانین محیطی از سوی دولت‌ها و افزایش مراقبت‌های محیط دوستانه از سوی مصرف کنندگان شده است به گونه ای که دولت‌ها و مصرف‌کنندگان خواستار کاهش اثرات محیطی محصولات و فرآیندهای سازمان‌ها هستند.

تضاد بین رشد اقتصادی وحفاظت‌های محیطی سبب معطوف شدن نظر محققان و مدیران زنجیره تأمین شده است(آلاهرجا و هلو،۲۰۱۴). مدیریت خلاقانه زنجیره تأمین در مفهوم توسعه پایدار با هدف کاهش اثرات محیطی که تأمین کنندگان بر مصرف کنندگان نهایی دارند تحت عنوان مدیریت زنجیره تأمین سبز(GSCM) شناخته می‌شود و موضوع بحث بسیاری از محققان قرار گرفته است (رستم‌زاده و همکاران،۲۰۱۵) در مقایسه با زنجیره تأمین کلاسیک، زنجیره تأمین سبز متمرکز بر اجرای استراتژی‌های توسعه سبز است در حالیکه فشارهای محیطی و فرآیندهای داخلی را مدیریت میکند. در واقع زنجیره تأمین سبز به دنبال توسعه ای است که نه تنها منجر به سود اقتصادی شود بلکه به دنیال ایجاد منافع محیطی و ایجاد شرایط برد-برد است(گستچل و همکاران،۲۰۱۴).

این پژوهش قصد دارد به ارائه مدلی همه جانبه و منطبق با شرایط واقعی برای زنجیره تأمین سبز بپردازد. نوآوری‌های این پژوهش به شرح ذیل است:

۱. در نظر گرفتن مسائل اقتصادی و سبز به طور هم زمان در مدل ریاضی پیشنهادی
۲. انتخاب نوع و تعداد وسایل نقلیه مناسب برای حمل جریان مواد بین تسهیلات
۳. در نظر گرفتن احتمال خرابی اعم از خرابی تسهیلات و وسایل نقلیه و نقش آنان در تولید گاز دی‌اکسیدکربن

۴. مکانیابی کارخانه‌ها و مراکز جداسازی برای انجام کارا و مؤثر عملیات تولید و بازتولید از نظر اقتصادی و محیطی (کاهش فاصله پیموده شده توسط وسایل نقلیه و تولید گازکربن تولید شده توسط آنان.)

۵. در نظرگیری عدم قطعیت در مدل بصورت سناریوهای گسسته

پژوهش حاضر ابتدا یک مدل ریاضی غیرخطی چندهدفه را با توجه به موارد ذکر شده برای زنجیره تأمین سبز ارائه کرده است و پس از خطی‌سازی مدل با استفاده از روش معیار جامع، به حل مدل چندهدفه پیشنهادی به عنوان مدلی تک هدفه پرداخته است.

ادامه این پژوهش به شرح ذیل است: مرور ادبیات در بخش دوم ارائه شده است، بخش سوم به تعریف مسئله و ارائه مدل ریاضی اختصاص یافته، روش حل، تجزیه و تحلیل نتایج و نتیجه‌گیری به ترتیب در بخش‌های چهارم، پنجم و ششم آورده شده اند.

مرور ادبیات

پژوهش‌های انجام شده در حوزه زنجیره تأمین سبز را در یک تقسیم بندی می‌توان بر اساس رویکردهای مورد استفاده توسط آنان دسته بندی نمود. رویکردهایی مختلف که در موضوع زنجیره تأمین سبز مورد استفاده قرار گرفته اند شامل رویکرد مدل‌های مفهومی، روش‌های تصمیم گیری چندگانه و روش برنامه ریزی ریاضی و بهینه سازی است. در این راستا مروتی شریف آبادی (۱۳۹۲) با استفاده از یک مدل مفهمومی تأثیر نوآوری سبز بر عملکرد سازمان را مورد سنجش قرار دادند. انصاری و صادقی مقدم (۱۳۹۳) با ارائه یک مدل مفهومی ومعادلات ساختاری به دنبال تعیین وشناسایی محرک‌ها اجرای مدیریت زنجیره تأمین سبز بودند.گروه دیگری از پژوهش‌ها از رویکردهای تصمیم‌گیری چندگانه در برخورد با زنجیره تأمین سبز استفاده کردند. کیوسی سارپونگ و همکاران (۲۰۱۶) با شناسایی و تعریف معیارها و زیرمعیارها در صنعت معدن‌کاری با استفاده از روش‌های فازی دیمنتال[1] و ای ان پی فازی[2]

1- Fuzzy DEMENTAL
2-Fuzzy ANP

به بررسی اثرات محیطی، اقتصادی و اجتماعی صنعت معدن‌کاری پرداختند. و یویگان و دیده (۲۰۱۶) با این استدلال که رویکردهای چند بعدی برای مدیریت زنجیره تأمین سبز مورد نیاز است از روشهای تصمیم‌گیری چندگانه بهره گرفتند، آنان روابط علت و معلول را در مدیریت زنجیره تأمین سبز با روش دیمنتال فازی[1] نمایش دادند و برای تعیین وزن معیارها از روش ای ان پی فازی[2] و در نهایت از روش تاپسیس فازی[1] برای ارزیابی و رتبه‌بندی روش‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز استفاده کردند.

تمرکز این پژوهش بر مدلسازی ریاضی است، بهینه سازی زنجیره تأمین با در نظر گیری اثرات محیطی، از سال ۱۹۹۰ مورد توجه قرار گرفته است و شامل بکارگیری مواردی از قبیل بهبودسرمایه‌گذاری محیط زیست، طراحی مجدد زنجیره تامین، همکاری مبتنی بر معیارهای سبز بین سازمان‌های بالادستی و پایین دستی وفعالیت‌های سبز است(کوئینگ هوآ،۲۰۰۷)، (سارکیس و همکاران،۲۰۱۱) و (میترا و پریا داتا،۲۰۱۳) در ادامه پژوهش‌های انجام شده در این زمینه مختصراً مرور شده‌اند:

کیومر پاتی و همکاران (۲۰۰۸) سعی کرده‌اند با استفاده از فرمولبندی عدد صحیح مختلط بر نامه ریزی آرمانی به بهبود مدیریت سیستم لجستیکی بازیابی کاغذ کمک کنند. مدل پیشنهادی آن‌ها روابط داخلی بین اهداف مختلف اعم از کاهش هزینه‌ها، افزایش کیفیت محصول و افزایش منابع محیطی از طریق بازیابی کاغذها را مورد مطالعه قرار میداد و مکانیابی تسهیلات و جریان و مسیر مواد بازیابی را تعیین می‌کرد. دریمل و کوگسن (۲۰۰۸) یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی عدد صحیح مختلط برای سیستم‌های بازسازی که هم شامل جریان‌های رو به جلو و هم جریان‌های رو به عقب بود را ارائه کردند، که نتایج حاصل از آن مقادیر بهینه تولید، مقدار حمل و نقل مواد تولیدی و مواد یازتولیدی و مکانیابی مراکز جداسازی قطعات و مراکز توزیع را به دست میداد. ونگ و همکاران (۲۰۱۱) یک مدل عدد صحیح مختلط چند هدفه را برای بهینه سازی سرمایه گذاری محیط زیست ارائه کردند به گونه ای که در صدد کمینه سازی هزینه‌های اقتصادی و تصاعد گاز کربن بود و از این طریق بهترین روشهای

1- Fuzzy TOPSIS

حفاظت محیط زیست را الویت بندی کردند. هیوگو و پیستیکوپوس (۲۰۰۵) یک مدل ریاضی دو هدفه را برای یک شبکه زنجیره تأمین مواد شیمیایی با درنظرگیری الزامات محیط دوستانه به کار گرفتند. مدل پیشنهادی با استفاده از روش ارزیابی چرخه عمر حل شد و در پی کمینه سازی اثرات محیطی و بیشینه‌سازی منافع تجاری بود. کیوریگوسی فروتا نتو و همکاران (۲۰۰۸) یک مدل برنامه‌ریزی خطی دو هدفه را برای طراحی یک شبکه زنجیره تأمین رو به جلو صنعت کاغذ و خمیر کاغذ ارائه کردند که مقدار جریان بین تسهیلات را بهینه می‌ساخت. فهیم‌نیا و همکاران (۲۰۱۵) یک مدل عدد صحیح مختلط غیرخطی را به منظور بررسی مبادلات بین هزینه و ملاحظات محیطی از قبیل تصاعد کربن، مصرف انرژی و تولید ضایعات پیشنهاد کردند. آن‌ها ملاحظات دیگری را به منظور نزدیک شدن مدل به دنیای واقعی نظیر اندازه‌های مختلف حمل و نقل و ظرفیت نگهداری انعطاف‌پذیر انبارها در مدل پیشنهادی خود گنجاندند. وو و برنس (۲۰۱۶) از ترکیب روش‌های فرآیند تحلیل شبکه‌ای و برنامه‌ریزی چندهدفه برای انتخاب شربک سبز در زنجیره تأمین استفاده کردند، مدل پیشنهادی آن‌ها در عین کاهش اثرات محیطی، منافع تجاری را افزایش میداد و کارایی آن از طربق مطالعه صنعت تجهیزات و وسایل الکترونیکی در کشور چین سنجیده شد. ورائیکت و همکاران(۲۰۱۵) مفهوم زنجیره تأمین سبز را در صنعت دارو به کار گرفتند. از آنجا که زنجیره تأمین شامل بیش از یک شرکت است، مذاکرات بین شرکت‌ها به منظور همکاری بین آن‌ها به منظور حذف تجمع داروهای ناخواسته در مناطق مشتری‌ها را مبنای ارائه مدل ریاضی خود قرار دادند و از روش آزادسازی لاگرانژ برای حل آن بهره گرفتند.

پژوهش‌هایی نیز از روش‌های فراابتکاری و ابتکاری برای حل مدل‌های قطعی پیشنهادی خود به کار برده‌اند، در این راستا دو و ایونس (۲۰۰۸) ابتدا یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی دو هدفه، که توابع هدف آن هزینه کل و تأخیر کل چرخه زمانی را کمینه میساختند، را برای لجستیک معکوس ارائه کردند. که مسئله پیشنهادی آن‌ها در پی یافتن مکان‌های بهینه برای تسهیلات به گونه‌ای که جریان حمل شده بین مشتریان و تسهیلات نیز بهینه شود، بود و برای حل آن از ترکیب سه روش جستجوی پراکنده، سیمپلکس دوگان و روش محدودیت استفاده کردند. لی

و همکاران (۲۰۰۹) سیستم بازسازی را بصورت یک مدل برنامه‌ریـزی ریاضـی سـه مرحلـه ای فرمولبندی کردند که به کمینه‌سازی هزینه‌های کل لجستیک معکوس اعم از هزینه‌های انتقـال و هزینه راه‌اندازی مراکز جداسازی و پردازش مـی‌پرداخـت در حالیکـه مسـئله بصـورت چنـد محصولی و چند مرحله‌ای در نظر گرفته شده بود و برای حل آن از الگـوریتم ژنتیـک اسـتفاده کردند.. چیبلس مارتین و همکاران (۲۰۱۶) یک مدل برنامه‌ریزی چندهدفه خطی عدد صحیح مختلط را برای تعیین مکان و ظرفیت کارخانه‌ها، انبارها و مراکز توزیع در زتجیـره تـأمین سـبز ارائه کردند و برای حل آن از الگوریتم آنلینگ شبیه‌سازی شده بهره جستند .

عدم قطعیت عامل دیگری بوده است که در مدل‌های ارائه شده توسط برخی پژوهش‌هـا وارد شده است. رویکردهای استفاده شده توسط این پژوهش‌ها برای برخـود بـا عـدم قطعیـت قابـل تقسیم به سه دسته برنامه‌ریزی فازی، برنامه‌ریزی احتمالی و استوار است:

پیشوایی و رزمی (۲۰۱۲) یک مدل برنامه ریزی ریاضی قازی چندهدفه را برای زنجیـره تـأمین با ملاحظات محیطی تحت عدم قطعیت پارامترهای ورودی رائه کردند. مدل ارائه شـده توسـط آن‌ها، اثرات چندگانه محیطی و هزینه‌های متداول را کمینه می‌ساخت و برای حل یک مطالعـه صنعتی واقعی به کار برده شد. سویسل و همکاران (۲۰۱۵) مسئله مسـیریابی موجـودی را بـا در نظر گرفتن اثرات محیطی برای زنجیره تأمین مواد غذایی مورد مطالعه قرار دادند. آن‌هـا مـدلی چند دوره ای را پیشنهاد کردند و هدف آنها ارتقا مدل‌های قبلی با درنظرگیری عواملی از قبیل تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن و مصرف سوخت در مسیریابی بود. و زنجیره تأمین گوجه فرنگی تازه برای یک سوپرمارکت را به عنوان مطالعه موردی برای نشان دادن کارایی مدل پیشـنهادی خود بکاربردند. نتایج مطالعات آن‌ها علاوه بر کاهش هزینه‌ها حـاکی از سـطح خـدمات دهـی بهتری بود.

پیشوایی و همکاران (۲۰۰۹) یک مدل برنامه‌ریزی احتمالی را برای طراحی یک شبکه زنجیـره تأمین با جریان‌های رو به جلو و معکـوس تحـت شـرایط عـدم قطعیـت را پیشـنهاد کردنـد و از رویکرد مبتنی بر سـناریو بـرای حـل آن اسـتفاده کردنـد. کـارایی روش پیشـنهادی مـذکور بـا

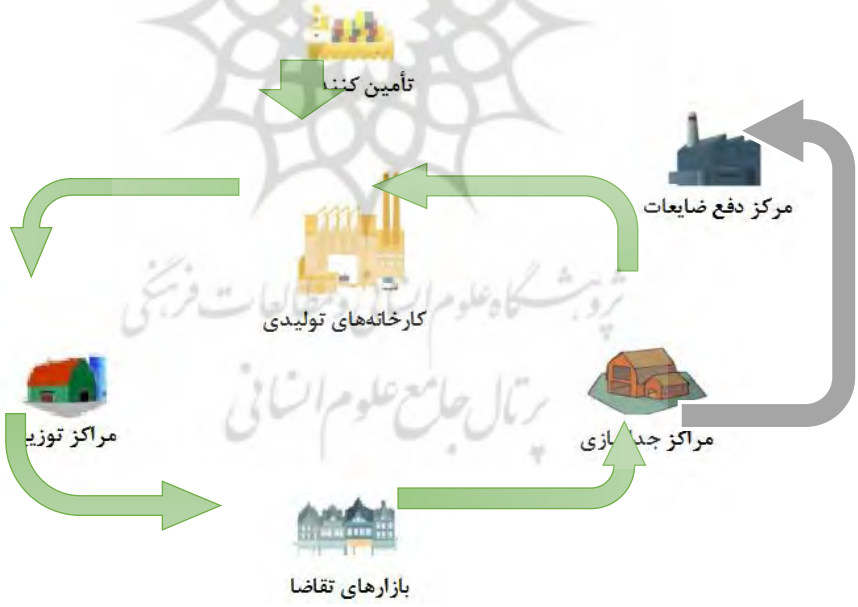
استفاده از مثال‌های عددی ارائه شده ثابت شد. میرزاپور و همکاران (۲۰۱۳) یک مدل برنامه ریزی احتمالی را برای حل مسئله برنامه‌ریزی تولید تحت ملاحظاتی از قبیل روابط بین زمان تحویل و هزینه حمل و نقل و شاخص‌های زتجیره تأمین سبز به کار بردند و با یک مثال عددی کارایی مدل پیشنهادی خود را به اثبات رساندند . ال سید و همکاران (۲۰۱۰) یک مدل ریاضی برنامه‌ریزی احتمالی عدد صحیح مختاط چند دوره‌ای ، چند مرحله‌ای را تحت شرایط ریسک برای زنجیره تأمین محیط دوست پیشنهاد کردند که هدف آن بیشبنه‌سازی سود مورد انتظار کل بود. کنکیکاو فونستا وگارسیا سانچز (۲۰۱۰) یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی عدد صحیح مختلط دو هدفه دو مرحله‌ای را برای لجستیک معکوس با در نظر گیری بسیاری از فاکتورهای دنیای واقعی نظیر چند رده تسهیلات، محصولات چندگانه، انتخاب تکنولوژی و عدم قطعیت مربوط به هزینه های حمل و نقل و تولید ضایعات پیشنهاد کردند. که در آن تصمیمات استراتژیک در مرحله اول و تصمیمات عملیاتی در مرحله دوم اتخاذ می‌شد. کاسکان و همکاران (۲۰۱۶) از یک مدل برنامه ریزی آرمانی برای در نظر گرفتن انتظارات سبز مشتریان در زنجیره تأمین بهره بردند و از تعدادی سناریو برای نشان دادن تأثیر مشتری بر زنجیره تأمین سبز استفاده کردند.

پیشوایی و همکاران (۲۰۱۱) ابتدا یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط قطعی را برای طراحی زنجیره تأمین حلقه بسته توسعه دادند و سپس مدل استوارمعادل برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط پیشنهادی را اعمال کردند و تحت حالت‌های مختلف با مدل قطعی مورد مقایسه قرار دادند.

همانطور که از بررسی پژوهش‌های انجام شده مشخص است اکثر پژوهش‌ها رعایت فاکتورهای محیط زیست دوستانه و محدود کردن تولید گاز دی‌اکسیدکربن را تنها از طریق تسهیلات موجود در سطوح مختلف زنجیره تأمین مد نظر قرا داده‌اند و به وسایل نقلیه، که ارتباط این سطوح را برقرار می‌سازند، بی توجه بوده‌اند، از طرف دیگر اختلال و خرابی این تسهیلات و وسایل نقلیه و سهم آنها در تولید گاز دی‌اکسیدکربن نیز مورد غفلت واقع شده است، لذا این پژوهش سعی دارد به ارائه مدلی همه جانبه که مفاهیم سبز را در مورد تسهیلات و وسایل نقلیه در شرایطی که اختلال و خرابی آن‌ها را نیز مد نظر قرار گرفته ، پرداخته است.

بیان مسئله و مدل ریاضی

افزایش نگرانی‌ها درباره اثرات محیطی فعالیت‌های اقتصادی موجب افزایش تلاش محققان در طراحی زنجیره تأمین به گونه ای که منجر به کاهش این اثرات شود، شده است. به این منظور در این پژوهش شرایطی مد نظر قرار گرفته است که درآن پس از تولید محصولات توسط کارخانه‌ها و توزیع در بازارهای تقاضا، محصولات در مراکزی با نام مراکز جداسازی از مشتریان دریافت می‌شود. در این مراکز جداسازی قطعات قابل بازیافت از محصولات انجام شده، و برای انجام عملیات بازتولید به کارخانه‌های تولیدی فرستاده می‌شوند و سایر قطعات جهت انهدام به مرکز دفع فرستاده میشوند. به منظور انجام مؤثر و اقتصادی فرآیند تولید و بازتولید مکانیابی کارخانه‌های تولیدی و مراکز جداسازی، انتخاب وسایل نقلیه مناسب و احتمال خرابی این وسایل و هریک از تسهیلات در نظر قرار گرفته شده است. شکل (۱) شبکه زنجیره تأمین پیشنهادی را نمایش داده است.



شکل ۱. شبکه زنجیره تأمین پیشنهادی

مفروضات:

۱. مکان تأمین‌کنندگان، توزیع‌کنندگان و مراکز دفع از ابتدا مشخص است ولی مکان کارخانه‌ها و مراکز جداسازی از ابتدا مشخص نیست.
۲. ظرفیت هر یک از تسهیلات از ابتدا مشخص است.
۳. زنجیره تأمین پیشنهادی بصورت چند محصولی و چند دوره‌ای است.
۴. تفاوتی بین عملیات تولید و بازتولید وجود ندارد.
۵. قطعات و محصولات از نظر کیفیت با یکدیگر متفاوت هستند.
۶. عدم قطعیت در مدل بصورت سناریوهای گسسته وارد شده است.

مجموعه‌ها:

i: مجموعه تأمین کنندگان

j : مجموعه مکان‌های بالقوه برای احداث کارخانجات

d: مجموعه مراکز توزیع

k : مجموعه مکان‌های یالقوه برای مراکز جداسازی

q: مرکز دفع ضایعات

m : مجموعه بازارهای تقاضا

c : مجموعه محصولات نهایی

n : مجموعه قطعات محصولات

t : مجموعه زمان‌های برنامه‌ریزی

v : مجموعه وسایل نقلیه

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پارامترها:

h_{nc} : تعداد مورد نیاز از قطعات n برای تولید محصول c

φ_{vc} : ظرفیت وسیله نقلیه نوع v به ازای محصول نوع c

D_{mcts} : تقاضای بازار تقاضای m از محصول c در دوره t تحت سناریوی s

$cr_{\text{int}s}$: هزینه خرید موادخام n از تأمین کننده i در دوره t تحت سناریوی s

cv_{vts} : هزینه استفاده از وسیله نقلیه v به ازای هر کیلو متر در دوره t تحت سناریوی s

cp_j : هزینه ثابت احداث کارخانه j

cp_k : هزینه ثابت احداث مرکز جداسازی k

cg_{fts} : هزینه تحمیلی به سیستم در صورت اختلال عملکرد تسهیل f به ازای هر ساعت در دوره t تحت سناریوی s

$cb_{\text{nt}s}$: هزینه استخراج و تأمین هر واحد قطعه n در دوره t تحت سناریوی S

ch_{jnts} هزینه تولید یا بازتولید به ازی هر واحد n توسط کارخانه t در دوره t تحت سناریوی S

sc_{nts}: هزینه صرفه‌جویی شده از بازیابی قطعات n در دوره t تحت سناریو S

ck_{knts}: هزینه جداسازی هر واحد قسمت n توسط مرکز جداسازی k در دوره t تحت سناریوی s

cd_{nts} : هزینه دفع هر واحد قسمت n در دوره t تحت سناریوی s

e_{fts} : تصاعد گاز دی اکسید کربن ناشی از عملکرد تسهیل f در دوره t تحت سناریوی s

e_{vts} : تصاعد گاز دی اکسید کربن وسیله تقلیه v در حمل مواد به ازای هر کیلومتر در دوره t تحت سناریوی s

cf_{vts} : هزینه ناشی از خرابی وسیله نقلیه v در دوره t به ازای هر ساعت تحت سناریوی s

z_{fts} : تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن ناشی از خرابی تسهیل f در دوره t به ازای هر ساعت تحت سناریوی s

z_{vts} : تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن ناشی از خرابی وسیله نقلیه v در دوره t به ازای هر ساعت تحت سناریوی s

$cap_{fc'}$: ظرفیت تسهیل f به ازای C'

$f \in \{i, j, d, m, k, q\}$ و $c' \in \{c, n\}$

d_{fts} : مدت زمان خرابی تسهیل f در دوره t بر حسب ساعت تحت سناریوی s $f \in \{i, j, d, m, k, q\}$

d_{vts} : مدت زمان خرابی وسیله نقلیه v در دوره t بر حسب دقیقه تحت سناریوی s

$l_{ff'}$: فاصله بین تسهیل f تا f' بر حسب کیلومتر

$f' \in \{j, \mathrm{d}, \mathrm{m}, \mathrm{k}, \mathrm{q}\}$ و $f \in \{i, j, d, m, k, q\}$

p_{vts} : احتمال خرابی وسیله نقلیه v در دوره t تحت سناریوی s

p_{fts} : احتمال خرابی تسهیل f در دوره t تحت سناریوی s

p_s : احتمال سناریوی s

α_j : نرخ تولید کارخانه j

δ_k : نرخ بازیابی مرکز جداسازی k

متغیرها:

x_i: اگر تامین کننده i کار کند یک درغیر اینصورت صفر.

x_d: اگر توزیع کننده d کار کند یک درغیر اینصورت صفر.

x_q: اگر مرکز دفع q کار کند یک درغیر اینصورت صفر.

loc_j: اگر کارخانه در مکان بالقوه j تأسیس شود یک در غیر اینصورت صفر.

loc_k: اگر مرکز جداسازی در محل بالقوه k تأسیس شود یک در غیر اینصورت صفر.

y_v اگر وسیله نقلیه نوع v انتخاب شود یک، در غیراینصورت صفر.

ω_{vts} : تعداد مورد نیاز از وسیله نقلیه نوع v در دوره t تحت سناریوی S

x_{ijnts}: میزان جریان قطعات n بین تأمین کننده i و کارخانه j در دوره t تحت سناریو S

x_{jdcts}: میزان جریان محصولات c بین کارخانه j و مرکز توزیع d در دوره t تحت سناریو S

x_{dmcts}: میزان جریان محصولات c بین مرکز توزیع d و بازار m در دوره t تحت سناریو S

x_{mkcts}: میزان جریان محصولات c بین بازار تقاضای m و مرکز جداسازی k در دوره t تحت سناریو S

$x_{kj\,\mathrm{nts}}$: میزان جریان قطعات n بین مرکز جداسازی k و کارخانه j در دوره t

تحت سناریو S

x_{kqnts}: میزان جریان قطعات n بین مرکز جداسازی k و مرکز دفع q در دوره t تحت سناریو S

$$Minf_1 = \mathrm{FC} + p_s (MC_s + \mathrm{TC}_s + \mathrm{EC}_s) \quad (۱)$$

$$FC = \sum_j cp_j loc_j + \sum_k cp_k loc_k \quad (۲)$$

$$MC_s = \sum_i \sum_j \sum_n \sum_s \sum_t (cb_{\mathrm{nts}} + cr_{\mathrm{int}s}) x_{ijnts} + \quad (۳)$$
$$\sum_m \sum_k \sum_c \sum_n \sum_s \sum_t ck_{knts} h_{nc} x_{mkcts} +$$
$$\sum_j \sum_d \sum_c \sum_s \sum_t ch_{cts} x_{jdcts} + \sum_k \sum_j \sum_n \sum_s \sum_t -sc_{nts}\, \mathrm{x}_{kjnts} +$$
$$\sum_k \sum_n \sum_s \sum_t cd_{nts} x_{kqnts}$$

$$TC_s = \sum_v \sum_s \sum_t y_v \omega_{vts}\, \mathrm{cv}_{ts} (\sum_i \sum_j l_{ijs} + \sum_j \sum_d l_{jds} + \sum_d \sum_m l_{dms} \quad (۴)$$
$$\sum_m \sum_k l_{mks} + \sum_k \sum_j l_{kjs} + \sum_k l_{kqs}) + \sum_v \sum_s \sum_t y_v p_{vts} d_{vts} cf_{vts}$$

(۵)

$$EC_s = \sum_i \sum_t \sum_s p_{its}\, \mathrm{cg}_{its}\, d_{its} x_i +$$
$$\sum_j \sum_t \sum_s p_{jts} cg_{jts} d_{jts} loc_j + \sum_d \sum_t \sum_s p_{dts} cg_{dts} d_{dts} x_d$$
$$+ \sum_k \sum_t \sum_s p_{kts} cg_{kts} d_{kts} loc_k + \sum_t \sum_s p_{qts} cg_{qts} d_{qts} x_q$$

$$M\ \mathrm{inf}_2 = p_s (EM_{fs} + EM_{ts}) \quad (۶)$$

$$EM_{fs} = \sum_i \sum_s \sum_t x_i e_{its} + \sum_j \sum_s \sum_t loc_j e_{jts} + \sum_d \sum_s \sum_t x_d e_{dts} \quad (۷)$$
$$+ \sum_k \sum_s \sum_t loc_k e_{kts} + \sum_t \sum_s x_q e_{qts} + \sum_i \sum_t \sum_s p_{its} z_{its} d_{its} x_i +$$
$$\sum_j \sum_t \sum_s p_{jts} z_{jts} d_{jts} loc_j + \sum_d \sum_t \sum_s p_{dts} z_{dts} d_{dts} x_d$$
$$\sum_k \sum_t \sum_s p_{kts} z_{kts} d_{kts} loc_k + \sum_t \sum_s p_{qts} z_{qts} d_{qts} x_q$$

$$EM_{ts} = \sum_v \sum_s \sum_t y_v \omega_{vc} \, e_{vts} \quad (۸)$$
$$(\sum_i \sum_j l_{ijs} + \sum_j \sum_d l_{jds} + \sum_d \sum_m l_{dms}$$
$$\sum_m \sum_k l_{mks} + \sum_k \sum_j l_{kjs} + \sum_k l_{kqs}) +$$
$$\sum_v \sum_s \sum_t y_v p_{vts} d_{vts} z_{vts}$$

s.t:

$$\sum_j \sum_n \sum_t x_{ijnts} \le x_i \sum_n cap_{in} \quad \forall s, i \quad (۹)$$

$$\sum_d \sum_c \sum_t x_{jdcts} \le loc_j \sum_c cap_{jc} \quad \forall s, j \quad (۱۰)$$

$$\sum_m \sum_c \sum_t x_{dmcts} \le x_d \sum_c cap_{dc} \quad \forall s, d \quad (۱۱)$$

$$\sum_j \sum_n \sum_t x_{kjnts} + \sum_n \sum_t x_{kqnts} \le loc_k \sum_n cap_{kn} \quad \forall s, k \quad (۱۲)$$

$$X_i \le \sum_j \sum_n x_{ijnts} \quad \forall t, s, i \quad (۱۳)$$

$$loc_j \le \sum_d \sum_c x_{jdcts} \quad \forall t, s, j \quad (۱۴)$$

$$x_d \le \sum_m \sum_c x_{dmcts} \quad \forall t, s, d \quad (۱۵)$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

$$loc_k \le \sum_j \sum_n x_{kjnts} + \sum_k x_{kqnts} \qquad \forall t,s,k \tag{۱۶}$$

$$\sum_i \sum_j \sum_c \sum_n \frac{x_{ijnts}}{h_{nc}} \le y_v \omega_{vts} \sum_c \varphi_{vc} \qquad \forall v,t,s \tag{۱۷}$$

$$\sum_j \sum_d \sum_c x_{jdcts} \le y_v \omega_{vts} \sum_c \varphi_{vc} \qquad \forall v,t,s \tag{۱۸}$$

$$\sum_d \sum_m \sum_c x_{dmcts} \le y_v \omega_{vts} \sum_c \varphi_{vc} \qquad \forall v,t,s \tag{۱۹}$$

$$\sum_m \sum_k \sum_c x_{mkcts} \le y_v \omega_{vts} \sum_c \varphi_{vc} \qquad \forall v,t,s \tag{۲۰}$$

$$\sum_k \sum_j \sum_c \sum_n \frac{x_{kjnts}}{h_{nc}} \le y_v \omega_{vts} \sum_c \varphi_{vc} \qquad \forall v,t,s \tag{۲۱}$$

$$\sum_k \sum_c \sum_n \frac{x_{kqnts}}{h_{nc}} \le y_v \omega_{vts} \sum_c \varphi_{vc} \qquad \forall v,t,s \tag{۲۲}$$

$$\sum_i \sum_k \sum_c \sum_n \alpha_j \left(\frac{x_{ijnts} + x_{kjnts}}{\mathrm{h}_{nc}}\right) = \sum_d \sum_c x_{jdcts} \qquad \forall j,t,s \tag{۲۳}$$

$$\sum_j \sum_c x_{jdcts} = \sum_m \sum_c x_{dmcts} \qquad \forall d,\mathrm{t},\mathrm{s} \tag{۲۴}$$

$$\sum_d \sum_c x_{dmcts} \ge \sum_c D_{mcts} \qquad \forall t,s,m \tag{۲۵}$$

$$\sum_k \sum_m x_{mkcts} \le \sum_m \sum_d x_{dmcts} \qquad \forall t,s,\mathrm{c} \tag{۲۶}$$

$$\sum_m \sum_c \sum_n h_{nc} x_{mkcts} = \sum_j \sum_n x_{kjnts} + \sum_n x_{kqnts} \qquad \forall t,s,k \tag{۲۷}$$

$$\sum_n \sum_j x_{kjnts} = \delta_k \sum_m \sum_c \sum_n x_{mkcts} h_{nc} \qquad \forall t,s,k \tag{۲۸}$$

$$\sum_n x_{kqnts} = (1-\delta_k) \sum_m \sum_c \sum_n x_{mkcts} h_{nc} \qquad \forall t,s,k \tag{۲۹}$$

$$x_i, \mathrm{x}_d, \mathrm{x}_q, loc_j, loc_k \in \{0,1\} \tag{۳۰}$$

$$x_{ijnt}, x_{jdct}, x_{dmct}, x_{mkct}, x_{kjnt}, x_{kqnt} \geq 0$$

تابع هدف اول به کمینه‌سازی هزینه‌های اقتصادی می‌پردازد به اینصورت که رابطه (۲) مربوط به هزینه‌های تأسیس کارخانه‌ها و مراکز بازسازی، رابطه (۳) هزینه‌های مربوط به مواد و محصولات که شامل هزینه‌های استخراج و خرید قطعات خام، هزینه‌های جداسازی قطعات در جریان بازگشتی، هزینه‌های تولید و بازتولید و صرفه جویی ناشی از بازتولید و هزینه‌های دفع است، رابطه (۴) هزینه‌های استفاده و خرابی وسایل نقلیه را نمایش می‌دهد و رابطه (۵) نمایشگر هزینه‌های ناشی از خرابی تسهیلات است. تابع هدف دوم میزان انتشار گازدی‌اکسید کربن را کمینه می‌سازد بصورتی که رابطه (۷) میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن عملکرد و خرابی تسهیلات و رابطه (۸) میران انتشار گاز دی‌اکسیدکربن استفاده از وسایل نقلیه و خرابی آن‌ها را کمینه می‌سازد.

محدودیت (۹) بیان کننده ظرفیت تأمین کننده است. محدودیت(۱۰) ظرفیت کارخانه را نمایش می‌دهد و محدودیت (۱۱) ظرفیت توزیع کننده و محدودیت(۱۲) ظرفیت مرکز جداسازی، محدودیت‌های (۱۳) تا (۱۶) بیان میکنند چنانچه هر یک از تسهیلات کار کنند حتماً جریان محصولات و قطعات به تسهیل بعدی جاری است. محدودیت (۱۷) تا (۲۲) تعیین میکنند که جریان بین تسهیلات از ظرفیت وسایل نقلیه در حمل و تقل بین آنها بیشتر نخواهد بود، محدودیت (۲۳) نشان دهنده رابطه جریان فرستاده شده به مراکز توزیع و ورودی‌های کارخانه است. محدودیت (۲۴) بیان میکند کلیه محصولات فرستاده شده به مراکز توریع در بازارهای تقاضا توزیع می‌شوند. محدودیت (۲۵) بیان می‌کند کل محصولات ارسالی به هر بازار بزرگتر مساوی تقاضای بازار است. محدودیت (۲۶) تأکید می‌کند که جریان رو به جلو بزرگتر از جریان برگشتی است. محدودیت (۲۷) ارتباط بین جریان محصول برگشتی به مرکز جمع‌آوری و قطعاتی قابل بازیابی و یا دفع را بیان میکند محدودیت‌های (۲۸) و (۲۹) تعداد

قطعات قابل بازیابی و قابل دفع بدست آمده از محصولات برگشتی را محدود می‌کنند و محدودیت (۳۰) بیان‌کننده نوع متغیرهای مدل است.

روش حل:

خطی‌سازی. عبارت $\omega_{vts} y_v$ در قسمت‌های(۴) و (۹) توابع هدف و محدودیت‌های (۱۷) تا (۲۲) به وضوح غیرخطی می‌باشند برای خطی سازی عبارت $\omega_{vts} y_v$ را با R_{vts} جایگزین و محدودیت‌های زیر به مدل افزوده می‌شوند(بانجری و روی،۲۰۰۱):

$$R_{vts} \le \omega_{vts} \qquad \forall v, t, s \qquad (۳۱)$$

$$R_{vts} \le M y_V \qquad \forall v, t, s \qquad (۳۲)$$

$$R_{vts} \ge M (y_v - 1) + \omega_{vts} \qquad \forall v, t, s \qquad (۳۳)$$

$$R_{vts} \ge 0 \qquad (۳۴)$$

روش حل چند هدفه. مدل چندهدفه پیشنهادی با استفاده از روش معیار جامع قابل تبدیل به یک مدل تک هدفه است. روش معیار جامع با توجه به ماهیت مسئله انتخاب شده است. ایده اصلی این روش بر مبنای کاهش اختلاف بین جواب ایده‌آل و جواب مورد انتظار است، به این منظور ابتدا بهترین و بدترین جواب ممکن برای هر یک از توابع هدف محاسبه می‌شوند(رائو و رائو،۲۰۰۹) بهترین جواب از بهینه‌سازی هر یک از توابع هدف بدون لحاظ کردن سایر توابع هدف بدست می‌آید و بدترین جواب از بهینه‌سازی هر یک از توابع هدف در جهت مخالف بر روی مسئله قابل محاسبه است. عبارت زیر چگونگی محاسبات را نشان می‌دهد.اگر عبارت (۳۵) یک معادله خطی با چند تابع هدف باشد:

$$Min\left[Z_1,...,Z_3\right] \quad (۳۵)$$
$$g_i(x) \geq 0$$

آنگاه با استفاده از روش معیار جامع خواهیم داشت:

$$Min\ Z_T^* = \left[\sum_i \lambda_i \left(\frac{Z_i - Z_i^*}{Z_m - Z_i^*}\right)^r\right]^{\frac{1}{r}} \quad (۳۶)$$
$$g_i(x) \geq 0$$

مطالعه موردی

در این بخش داده‌های یک مثال واقعی متناسب با مدل پیشنهادی ارائه شده است تا درستی و صحت مدل بررسی گردد، گروه صنعتی ایران‌خودرو بزرگ‌ترین شرکت خودروسازی ایران و خاورمیانه است که انواع خودروهای سبک و سنگین را به همکاری شرکای خارجی یا به تنهایی مونتاژ می‌کند. ایران خودرو با تولید سالانه حدود ۵۵۰ هزار دستگاه خودرو، به طور متوسط ۵۰ تا ۵۵ درصد تولید خودرو ایران را به خود اختصاص داده است. این کارخانه تولید اتومبیل برای تولید محصولات خود قطعات مختلف را خریداری، مونتاژ و تولید می‌کند. در جدول (۱) تعداد و انواع بخشی از قطعات مورد استفاده برای تولید محصولات در این کارخانه را در ۶ ماهه نخست سال ۹۵ را نمایش داده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۱. تعداد قطعات پلیمری مورد استفاده برای تولید محصولات مختلف در ایران خودرو در ٦ ماهه اول سال ۱۳۹۵

ردیف	مشخصات قطعه	تعداد					
		فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
۱	پوشش فوقانی قاب جعبه فیوز داخل موتورEBB	۰	۱۷۵۰	۳۱۲۲	۱۴۰۰	۳۵۲۸	۱۰۷۸
۲	قاب فوقانی HSG 405	۱۴۴۰	۰	۳۳۶۰	۳۲۴۰	۳۲۴۰	۱۰۰۸
۳	قاب تحتانی HSG 405	۱۴۷۰	۰	۲۹۴۰	۱۳۵۰	۳۲۴۰	۲۷۷۲
۴	پوشش تحتانی قاب جعبه فیوز داخل موتورEBB	۰	۲۲۴۰	۱۶۸۰	۲۸۰۰	۲۲۶۸	۱۵۵۴
۵	body IP Main	۰	۵۰۷۸	۱۹۸۰	۷۷۰۰	۱۵۹۱	۰
۶	Lower HSG IP	۰	۰	۰	۰	۰	۵۲۵۰
۷	قاب فوقانی CEC	۲۲۵۰	۰	۶۶۰۰	۰	۲۷۰۰	۱۱۲۶
۸	قاب تحتانی CEC	۱۳۲۵	۱۳۲۰	۳۴۴۵	۲۳۹۵	۳۹۷۵	۵۸۰۵
۹	قاب بالایی سیرن	۰	۰	۳۹۱۲	۶۷۹۳	۰	۲۲۰۴
۱۰	قاب پایینی سیرن	۰	۰	۳۹۱۳	۶۷۹۳	۰	۲۲۰۴
۱۱	تشدید کننده صدای سیرن SK03	۰	۳۳۶۰	۲۴۴۸۰	۰	۰	۰
۱۲	قاب بالایی RKEساپکو	۰	۲۳۰۴۰	۳۴۵۶۰	۲۵۹۲۰	۳۷۴۴۰	۲۳۰۴۰
۱۳	قاب تحتانی RKEساپکو	۰	۲۳۰۴۰	۳۴۵۶۰	۲۵۹۲۰	۳۷۴۴۰	۲۳۰۴۰
۱۴	قاب بالایی RKE	۲۱۳۰۰	۱۵۵۰۰	۹۳۳۵	۰	۰	۰
۱۵	قاب تحتانی RKE	۰	۰	۹۳۰۰	۰	۴۵۰۰	۹۰۰۰
۱۶	cover 405 Back	۰	۰	۰	۱۰۲۷۰	۹۴۸۰	۷۹۹۲
۱۷	قاب ACU4	۰	۰	۴۵۶۰	۱۳۶۸	۰	۲۲۵۰
۱۸	کانکتور هماهنگ کننده CRD	۳۳۰۰۰	۰	۱۶۰۰۰	۳۷۵۰۰	۰	۰
۱۹	جعبه هماهنگ کننده CRD2 RX PANA	۰	۲۵۱۴	۰	۰	۰	۸۰۴۰
۲۰	کانکتور شیشه بالابر PWC	۰	۵۶۰۰	۲۱۰۰۰	۰	۰	۰

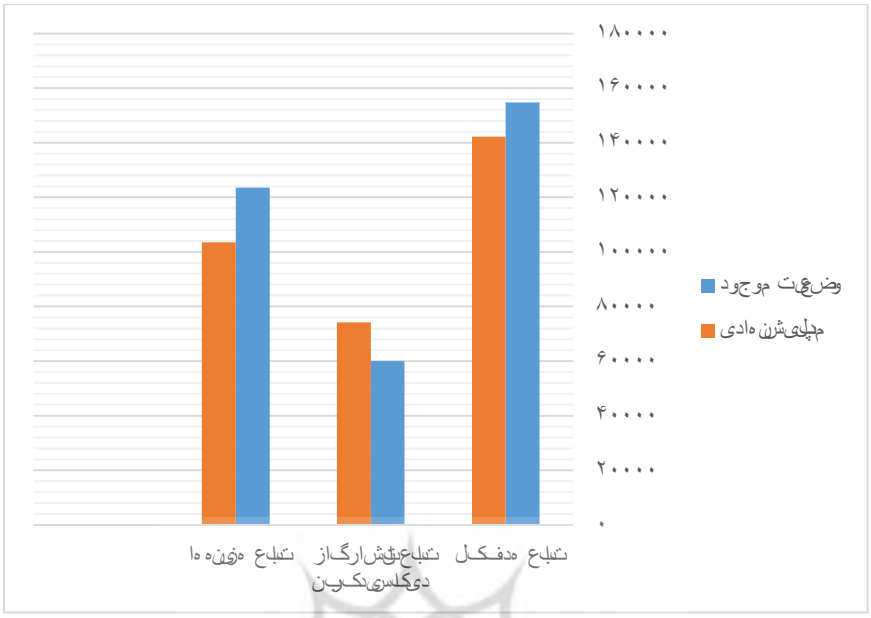
۲۱	قاب فوقانی PWC	۹۶۰۰	۵۴۰۰	۱۰۱۰۰	۰	۱۶۳۸۳	۰
۲۲	قاب تحتانی PWC	۰	۱۴۷۹۰	۱۳۵۰۰	۰	۰	۰
۲۳	کیس RLT مشکی	۰	۰	۲۰۵۳۵	۰	۰	۵۴۹۴
۲۴	کیس MLC خاکستری	۰	۳۴۰	۰	۰	۰	۷۸۵
۲۵	قاب فوقانی BCM خودرو ۲۰۶	۲۵۲۰	۰	۶۱۲۰	۰	۱۲۶۰	۲۵۹۶
۲۶	قاب تحتانی BCM	۲۵۲۰	۰	۶۱۲۰	۰	۱۲۶۰	۲۵۹۶
۲۷	براکت BCM	۱۳۰۲	۳۶۶۱	۰	۳۳۶۰	۱۸۹۰	۱۴۲۸
۲۸	قاب فوقانی EBCM	۲۵۹۰	۰	۱۴۴۹	۳۰۰۰	۲۵۹۰	۹۹۶
۲۹	قاب تحتانی EBCM	۲۵۹۰	۰	۱۴۲۹	۳۰۰۰	۲۵۹۰	۹۹۶
۳۰	جعبه فیوز P6L	۱۱۶۴	۱۹۵۷	۳۹۲۰	۰	۱۶۸۰	۲۶۵۴
۳۱	قاب جعبه فیوز P6L	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۱۷۵۰	۰	۰	۳۴۸۰
۳۲	بزل کلید شیشه بالابر جلو چپ سورن دیزل	۰	۷۰۷	۰	۰	۰	۱۲۷
۳۳	بزل کلید شیشه بالابر عقب چپ سورن دیزل	۷۲۰	۰	۰	۰	۰	۰
۳۴	مجموعه پوشش اصلی و جعبه چراغهای جلو آمپر تیبا	۹۳۶	۰	۱۲۰	۰	۲۸۷۱	۶۱۳۴
۳۵	طلق جلو آمپر تیبا	۰	۰	۴۰۱	۰	۰	۰
۳۶	جعبه چراغهای جلو آمپر تیبا	۸۳۲	۰	۰	۰	۵۴۷۹	۴۱۱
۳۷	پوشش پشتی جلو آمپر تیبا	۰	۰	۰	۰	۰	۸۸۹۷
۳۸	براکت EBB بسته بندی شده	۰	۲۹۴۰	۲۵۲۰	۲۲۴۰	۹۱۰	۰
۳۹	براکت FN بسته بندی شده	۰	۱۰۰۸	۱۶۸۰	۱۰۰۸	۳۳۶	۰
۴۰	براکت ECU بسته بندی شده	۰	۳۲۹۹	۱۸۲۰	۲۱۹۸	۰	۰
۴۱	پوشش پشتی صندلی شرکت رضکو	۸۸۵	۹۶۰	۴۸۲	۰	۰	۰
۴۲	پوشش کفی صندلی شرکت رضکو	۱۲۰۰	۰	۱۰۵۷	۰	۰	۰
۴۳	پایه نگهدارنده صفحه نمایش داشبورد رانا	۰	۰	۲۴۰	۰	۰	۰
۴۴	مجموعه قاب فرمان	۴۸۰	۱۹۲	۴۸۰	۰	۰	۱۹۲
۴۵	قاب نگهدارنده سوئیچ تنظیم ارتفاع چراغ‌جلو داشبورد رانا بسته بندی شده	۴۲۰	۴۲۰	۰	۰	۷۰۰	۲۸۰

۴۶	درجعبه فیوزها زیرجلوآمپر داشبورد رانا	۰	۰	۰	۱۹۲	۴۸۰	۲۸۸
۴۷	قاب بغل جلوداشبورد راست داشبورد رانا	۱۳۶۰	۰	۶۸۰	۰	۶۸۰	۶۸۰
۴۸	قاب بغل جلوداشبورد چپ داشبورد رانا	۶۸۰	۰	۶۸۰	۰	۶۸۰	۶۸۰
۴۹	نگهدارنده کانکتورها داشبورد رانا	۶۰۰	۰	۶۰۰	۰	۶۰۰	۶۰۰
۵۰	راهنمای سوکتهای دسته سیم داشبورد رانا	۲۵۶۰	۱۲۸۰	۵۱۲۰	۰	۰	۲۵۶۰
۵۱	قطعه تزئینی جلو آمپر داشبورد رانا	۳۶۰	۳۶۰	۴۲۰	۱۲۰	۴۸۰	۴۸۰

سایر پارامترها به صورت تصادفی در نرم‌افزار اکسل تولید شده اند، همچنین تعداد سه سناریو به ترتیب به عنوان سیاست‌های استفاده کم از مواد و قطعات بازیافت‌پذیر، استفاده متوسط از موادو قطعات بازیافت‌پذیر و استفاده زیاد از مواد و قطعات بازیافت‌پذیر با احتمال‌های ۰/۳، ۰/۴ و ۰/۳ تعریف شده‌اند.

تجزیه و تحلیل نتایج

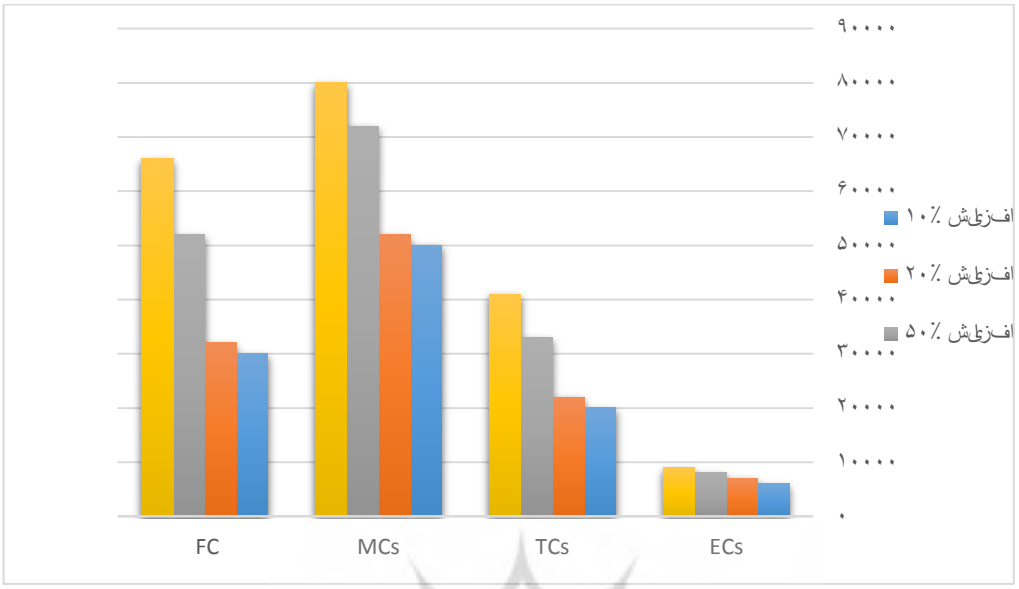
مسئله در نرم افزار گمس در کامپیوتری با مشخصات کامپیوتری با حافظه داخلی ۸ گیگا بایت تحت ویندوز ۱۰ اجرا شده است. ابتدا مدل پیشنهادی حل و سپس با مفروض قرار دادن متغیرهای x_q ،loc_k ،x_{mkcts} ،x_{kjnts} ،x_{kqnts} که به ترتیب نمایش دهنده تأسیس مراکز انهدام و جداسازی، جریان‌های محصول یا قطعات بین بازارهای تقاضا و مرکز جداسازی و مرکز جداسازی و کارخانه و مرکز دفع هستند، برابر با صفر و به تبع آن صفر شدن پارامترهای فاصله بین این تسهیلات که با l_{kqs} ،l_{kjs} ،l_{mks} نمایش داده شده‌اند، سعی در مقایسه وضعیت موجود و وضعیت مدنظر مدل پیشنهادی شده است. در واقع با حذف جریان‌های معکوس زنجیره تأمین بصورت مستقیم یا رو به جلو در نظرگرفته شده و نتایج مورد مقایسه قرار گرفته است.



شکل۲. مقایسه وضعیت موجود و پیشنهادی

همانطور که ازمشاهده شکل (۲) مشخص است، هزینه‌ها برای وضعیت پیشنهادی کاهش یافته اند که این به دلیل سود ناشی از بازیابی محصولات است. از طرف دیگر در وضعیت موجود میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن کمتر است که به دلیل عدم حمل ونقل وسایل نقلیه در مسیر برگشتی و عدم عملکرد مراکز جداسازی و انهدام و حذف انتشار گاز دی‌اکسید کربن توسط آن‌ها است.

از عدد ۱۰۳۴۷۵/۱ که هزینه کل مدل پیشنهادی را تشکیل میدهد ۳۱ درصد مربوط به هزینه‌های تأسیس، ۴۵ درصد مربوط به هزینه‌های خرید قطعات و تولید محصولات و بازیابی آن‌ها، ۱۸ درصد مربوط به خرابی تسهیلات و ۶ درصد مربوط به خرابی وسایل نقلیه میشود است. شکل (۳) افزایش هزینه کل را به ازای افزایش مقادیر مختلف هزینه‌ها نمایش میدهد.

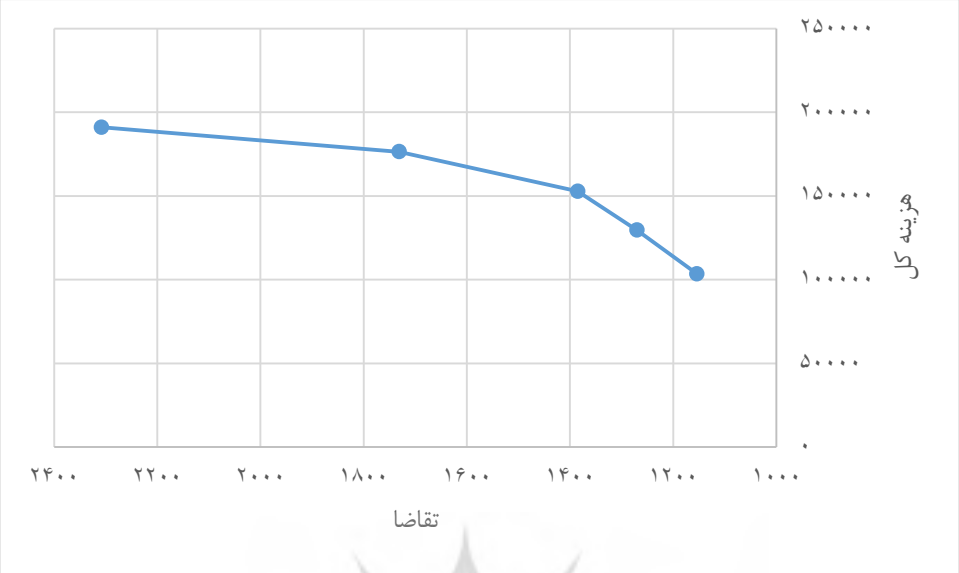


شکل۳. بررسی تأثیرات هزینه‌های مختلف بر هزینه کل

همانطور که از مشاهده شکل (۳) استنباط می‌شود هزینه MC_S که در واقع هزینه‌های خرید و بازیابی قطعات و محصولات است بیشترین تأثیر را در مقدار هزینه کل دارد.

شکل(۴) تغییرات هزینه را در برابر تغییرات تقاضاهای بازار تقاضا نمایش میدهد. با افزایش تقاضا به دلیل افزایش هزینه‌های خرید قطعات برای تولید و هزینه‌های توزیع و جابجایی و بازیابی محصولات هزینه کل نیز افزایش می‌یابد.

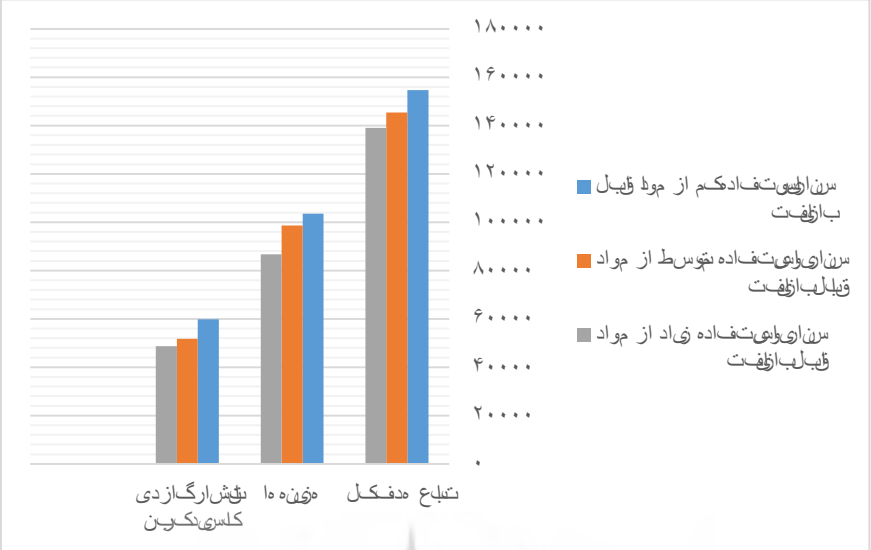
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ٤. تغییرات هزینه کل در برابر تقاضا

شکل(۵) مقدار تابع هدف کل و هریک از توابع هدف را به ازای سناریوهای مختلف نمایش داده است. همانطور که مشاهده می‌شود در سناریوی استفاده زیاد از مواد بازیافت پذیر هزینه‌ها کمترین مقدار خود را دارد که به دلیل سود ناشی از بازیابی محصولات است و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن کمترین مقدار خود را دارد که به دلیل کاهش نیاز به انهدام کالاهاو اقلام است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۵. مقایسه سناریوهای مختلف

شکل(۶) نمودار پارتو روش معیار جامع است که نمایش دهنده رابطه معکوس تابع هزینه و انتشار گاز دی اکسید کربن است.

شکل٦. نمودار پارتو روش معیار جامع

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر یک مدل دو هدفه برنامه ریزی ریاضی عدد صحیح مختلط برای مسئله مکانیابی کارخانه‌ها و مراکز جداسازی در زنجیره تأمین سبز ارائه شد. انگیزه اصلی نگارش این پژوهش ارائه مدلی همه جانبه برای زنجیره تأمین سبز بوده است، به این منظور وسایل نقلیه به عنوان ادوات برقراری ارتباط بین سطوح مختلف زنجیره تأمین و احتمال اختلال و خرابی آن‌ها و تسهیلات که امری قابل توجه در بهبود کاهش تولید گاز دی اکسید کربن است، مورد توجه قرار گرفت و مکانیابی کارخانه‌ها و مراکز جداسازی نیز با هدف انجام به صرفه عملیات تولید و بارتولید از نظر اقتصادی و عوامل محیطی انجام شد. مدل پیشنهادی از طریق کاهش هزینه‌های اقتصادی و تصاعد گاز دی‌اکسید کربن به دنبال کاهش اثرات محیطی زنجیره تأمین در عین حفظ صرفه‌های اقتصادی بود. برای حل مدل پیشنهادی از رویکرد برنامه‌ریزی احتمالی و روش حل چندهدفه معیار جامع استفاده شد.

با تحلیل نتایج مشخص شد که مدل پیشنهادی نسبت به وضعیت موجود صرفه اقتصادی دارد، هزینه‌های خرید مواد و تولید و بازیابی است تعیین کننده هزینه‌ها است و با افزایش تقاضا میزان هزینه‌ها نیز افزایش می‌یابد، از طرف دیگر نتایج برای هر یک از سناریوهای تعریف شده مورد مقایسه قرار گرفت که مشخص شد برای سناریو با استفاده زیاد از مواد قابل بازیافت هزینه کمتر و انتشار گاز دی‌اکسید کربن کمتری خواهیم داشت از اینرو استفاده از مدل پیشنهادی (جریان معکوس) و استفاده حداکثری از موادقابل بازیافت در تولید محصولات توصیه می‌شود.

به منظور پیشنهاد برای تحقیقات آتی استفاده از انبارهای موجودی برای نگهداری اقلام و بکارگیری مباحث موجودی را در زنجیره تأمین برای عدم مواجهه با حالت‌های فروش از دست رفته و سفارش پس افت توصیه می‌گردد، علاوه بر این در نظرگیری واحدهای کنترل کیفیت در کارخانه تولیدی به منظور کاهش جریان برگشتی نیز دیگر مسئله قابل بررسی است.

منابع

انصاری، ایمان، صادقی‌مقدم، محمدرضا.(۱۳۹۳). *شناسایی، تعیین روابط و سطح‌بندی محرک‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز با رویکرد مدل‌سازی تفسیری ساختاری*. فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی. سال دوازدهم. شماره ۳۵. صص ۱۵۰-۱۲۳.

مروتی شریف‌آبادی، علی، نمک‌شناس جهرمی، نرگس، ضیایی بیده، علیرضا.(۱۳۹۳). *بررسی ابعاد نوآوری سبز برعملکرد سازمان*. فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی. سال دوازدهم. شماره ۳۳. صص ۴۲-۲۵.

Ala-harja H., & Helo P.(2014).*Green supply chain decisions – Case-based performance analysis from the food industry*.Transportation Research Part E, 69, ,97–107.

Banerjee S., & Roy T.K. (2001). *Linear equation and systems in fuzzy environment*. Journal of mathematics and computer Science, 15, 23–31.

Chibeles-Martins N., Pinto-Varela T., Barbosa-Povoa A. P., & Novais A.Q. (2015). *A multi-objective meta-heuristic approach for the design and planning of green supply chains – MBSA*. Expert Systems with Applications.

Coskun S., Ozgur L., Polat O., & Gungor A. (2016). *A model proposal for green supply chain network design based on consumer segmentation*. Journal of Cleaner Production, 110, 149-157.

Demirel N. Ö., & Gökçen H. (2008). *A mixed integer programming model for remanufacturing in reverse logistics environment*. Int J Adv Manuf Technol, 39, 1197-1206.

Du F., & Evans G. W. (2008). *A bi-objective reverse logistics network analysis for post-sale Service*. Computers & Operations Research, 35, 2617-2634.

El-Sayed M., Afia N., & El-Kharbotly A. (2010). *A stochastic model for forward–reverse logistics network design under risk*. Computers & Industrial Engineering, 58, 423-431.

Fahimnia B., Jabbarzadeh A., & Sarkis J. (2014). *A Tradeoff Model for Greesn Supply ChainPlanning: A Leanness-versus-Greenness Analysis*. Omega.

Fonseca M.C., García-Sánchez Á., Ortega-Mier M., & Saldanha-da-Gama F. (2010). *A stochastic bi-objective location model for strategic reverse logistics*.TOP,18, 158-184.

Gotschol A., De Giovanni P., & Esposito Vinzi V. (2014*). Is environmental management an economically sustainable business?*. Journal of Environmental Management, 144, 73-82.

Hugo A., & Pistikopoulos E.N. (2005). *Environmentally conscious long-range planning and design of supply chain networks*. Journal of Cleaner Production, 13, pp. 1471-149.

Kumar Pati R., Vrat P., & Kumar P. (2008). *A goal programming model for paper recycling system*. Omega, 36, 405-417.

Kusi-Sarpong S., Sarkis J., & Wang X. (2016). *Assessing green supply chain practices in the Ghanaian mining industry: A framework and evaluation*. Int. J. Production Economics.

Lee J.E., Gen M., & Rhee K.G. (2009). *Network model and optimization of reverse logistics by hybrid genetic algorithm*. Computers & Industrial Engineering, 56, 951-964.

Mirhedayatian S. M., Azadi M., Farzipoor Saen R. (2014). *A novel network data envelopment analysis model for evaluating green supply chain management*. Int. J. Production Economics, 147, 544-554.

Mirzapour S.M.J., Al-e-hashem., Baboli A., & Sazvar Z. (2013). *A stochastic aggregate production planning model in a green supply chain: Considering flexible lead times, nonlinear purchase and shortage cost functions*. European Journal of Operational Research, 230, 26-41.

Mitra S., & Priya Datta P. (2013). *Adoption of green supply chain management Practices and their impact on performance: an exploratory study of Indian manufacturing firms*. International Journal of Production Research, .52(7), 2085-2107.

Pishvaee M. S., Jolai F., & Razmi J. (2009). *A stochastic optimization model for integrated forward/reverse logistics network design*. Journal of Manufacturing Systems, 28, 107-114.

Pishvaee M.S., Rabbani M., & Torabi S.A. (2011). *A robust optimization approach to closed-loop supply chain network design under*

uncertainty. Applied Mathematical Modelling, 35, 637-649.

Pishvaee M.S., & Razmi J. (2012). *Environmental supply chain network design using multi-objective fuzzy mathematical programming*. Applied Mathematical Modelling, 36, 3433-3446.

Qing-hua ZH., & Yi-jie D. (2007). *Evolutionary Game Model between Governments and Core Enterprises in Greening Supply Chains*. SETP, 27, 85–89.

Quariguasi Frota Neto J., Bloemhof-Ruwaard J.M., Nunen J.A.E.E. Van., & Heck E. van. (2008). *Designing and evaluating sustainable logistics networks*. Int. J. Production Economics, 111,195-208.

Rao S., & Rao S. (2009). *Engineering optimization: theory and practice*. John Wiley & Sons.

Rostamzadeh R., Govindan K., Esmaeili A., & Sabaghi M. (2015). *Application of fuzzy VIKOR for evaluation of green supply chain management practices*. Ecological Indicators, 49,183-203.

Sarkis J., Zhu Q., & Lai K.h. (2011). *An organizational theoretic review of green supply chain management literature*. Int. J. Production Economics, 130, 1-15.

Soysal M., Bloemhof-Ruwaard J.M., Haijema R., & J.vanderVorst J.G.A. (2015). *Modeling an Inventory Routing Problem for perishable products with environmental considerations and demand uncertainty*. Int. J. Production Economics, 164, 118-133.

Uygun Ö., & Dede A. (2016). *Performance Evaluation of Green Supply Chain Management Using Integrated Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Techniques*. Computers & Industrial Engineering.

Wang F., Lai X., & Shi N. (2011). *A multi-objective optimization for green supply chain network design*. Decision Support Systems, 51, 262-269.

Weraikat D., Kazemi Zanjani M., & Lehoux N. (2015*). Coordinating a Green Reverse Supply Chain in Pharmaceutical Sector by Negotiation*.Computers & Industrial Engineering.

Wu Ch., & Barnes D. (2016). *An integrated model for green partner selection and supply chain construction*. Journal of Cleaner Production, 112, 2114-2132.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فصلنامه علمی – پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی – سال شانزدهم، شماره ۵۱، زمستان ۹۷
صفحات ۳۰۰-۲۶۵

ارائۀ مدل ریاضی دو هدفه مبتنی بر رویکرد برنامه‌ریزی استوار برای مسألۀ مکان‌یابی – موجودی با در نظرگرفتن قابلیت اطمینان پاسخگویی تقاضا و تخفیفات چند سطحی

بهزاد خانی* ، مهران خلج**، محمد رضا خلج***

تاریخ دریافت:۹۵/۸/۲۹ -تاریخ پذیرش:۹۵/۵/۱۵

چکیده

در این پژوهش مدلی ریاضی دو هدفه جهت بهینه‌سازی شبکه توزیع کالا در زنجیره تأمین سه سطحی مبتنی بر مدل‌های مکان‌یابی- موجودی با هدف مکان‌یابی مراکز توزیع توسعه داده می‌شود که در آن تخصیص مناسب مشتریان به‌منظور حداکثرسازی پوشش تقاضا، افزایش میزان فروش از طریق اعمال سیاست‌های تخفیف و در نهایت بهبود سامانه حمل‌ونقل کالا از طریق ارائه فروش بسته‌ای در مقایسه با فروش تکی انجام می‌گیرد. ازطرفی سیاست فروش بسته‌ای از طریق ایجاد سطح قیمتی مناسب جهت ارائه به مشتری، باعث افزایش میزان فروش و در نهایت افزایش حاشیه سود بنگاه‌ها می‌شود. در این تحقیق برای بالا بردن سطح اطمینان مشتری نسبت به تقاضا سعی کرده ایم در این مدل حداقل ۸۰درصد تقاضای مشتری پاسخ داده شود. که مدل حاضر سعی در بیشینه‌سازی آن دارد. جهت نزدیک تر شدن به مسائل دنیای واقعی نیز برخی پارامترها تحت شرایط عدم قطعیت در نظر گرفته شده‌اند و از تکنیک برنامه‌ریزی استوار برای حل آن استفاده شده است. در پایان جهت اعتبار سنجی مدل ارائه شده، مثالی مطابق با مسائل دنیای واقعی طراحی و توسط نرم‌افزار گمز حل و نتایج آن ارائه شده است.

واژگان کلیدی: مکانیابی موجودی، برنامه‌ریزی چندسطحی، سیاست‌های تخفیف ،برنامه‌ریزی استوار.

* کارشناس ارشد، گروه مهندسی صنایع، واحد رباط کریم، دانشگاه آزاد اسلامی ،رباط کریم، ایران
** استادیار، گروه مهندسی صنایع ، واحد رباط کریم ، دانشگاه آزاد اسلامی ، رباط کریم ، ایران (نویسنده مسئول)
mkhalaj@rkiau.ac.ir
*** استادیار گروه مهندسی صنایع واحد رباط کریم، دانشگاه آزاد اسلامی رباط کریم، ایران

مقدمه

در شرایط کنونی جوامع تجاری امروز، رقابتی بودن بازارها، وجود محصولات متنوع و همچنین قیمت مناسب محصولات در عین داشتن کیفیت مطلوب، ایجاب می‌کند که محصولات در مقدار، زمان و قیمت مناسب جهت تأمین نیازهای مشتریان عرضه شوند، که این خود ضرورت ایجاد هماهنگی میان تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان و توزیع‌کنندگان را در قالب زنجیره توزیع کالا نشان می‌دهد. از طرفی نیز جذب مشتریان جهت افزایش میزان فروش به منظور بیشینه‌سازی حاشیه سود بنگاه‌های ارائه دهنده خدمات، باعث شده نیاز به طراحی مدل‌های بهینه‌سازی با هدف رفع مشکلات زنجیره‌های تجاری دو چندان شود. در یک تعریف جامع زنجیره تأمین شامل همه بخش‌هایی است که به صورت مستقیم یا غیر مستقیم در برآورده ساختن تقاضای مشتریان دخالت دارند(چوپرا و میندل ،۲۰۰۷).. بنابراین این زنجیره تنها شامل تأمین‌کنندگان و تولیدکنندگان نیست بلکه انبارها، خرده‌فروشان، سیستم حمل‌ونقل و حتی خود مشتریان را نیز در بر می‌گیرد. هدف زنجیره تأمین، افزایش سودآوری از طریق کاهش هزینه‌ها و افزایش سطح خدمت‌دهی می‌باشد(چوپرا و میندل ،۲۰۰۷). در یک زنجیرهٔ تأمین عملیات توزیع کالا عبارت از تمامی گام‌های مورد نیاز به‌منظور جابجایی، نگهداری و حمل محصول از تأمین‌کننده تا مشتری نهایی است. شبکهٔ توزیع به‌عنوان یکی از عوامل اصلی ایجاد هزینه، عملکرد زنجیره را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین می‌توان گفت که طراحی شبکه‌ی توزیع مناسب و یکپارچه می‌تواند دستیابی به اهداف متعالی زنجیره‌های تأمین را تسهیل نماید. به‌طورکلی طراحی شبکه توزیع از سه مسأله مکان‌یابی– تخصیص، مسیر یابی وسیله نقلیه و کنترل موجودی تشکیل شده است که بیشتر تحقیقات انجام شده بر روی اجتماع دو حوزه از این سه حوزه تمرکز کرده‌اند و بیشتر از سایر بخش‌ها به مسائل مکان‌یابی– مسیریابی[1]، موجودی – مسیریابی[2] و مکان‌یابی – موجودی[3] توجه شده است (شن و همکاران،۲۰۰۶). مسأله مکان‌یابی تسهیلات از دسته پرکاربردترین حوزه‌های تحقیق در

1. Location– Routing problem
2. Inventory- Routing problem
3. Location-Inventory problem

عملیات به شمار می‌رود که با طراحی مدل‌های ریاضی در پی یافتن راه‌حل بهینه برای تعیین مکان استقرار تسهیل یا تسهیلات است به‌گونه‌ای که هزینه‌های سیستم کمینه گردد. از طرفی هدف از شکل‌گیری مسأله کنترل موجودی، دستیابی به سطوح مناسبی از سفارش محصولات یا موادی است که یک تجارت به آن‌ها نیاز دارد. یکی از مهم‌ترین موضوعاتی که علم مدیریت و کنترل موجودی به دنبال یافتن پاسخ آن است، میزان سفارش اقتصادی محصولات است به‌طوری‌که انحراف از آن، باعث افزایش هزینه‌های سازمان می‌شود. تصمیمات مکان‌یابی تسهیلات و مدیریت موجودی به یکدیگر وابسته هستند به‌گونه‌ای که تغییر در مکان یا تعداد انبارها می‌تواند بر زمان تدارک و هزینه‌های وابسته به موجودی تاثیرگذار باشد. از طرف دیگر تغییر در سیاست‌های موجودی می‌تواند هزینه‌های وابسته به مکان‌یابی را تحت تاثیر قرار دهد. بنابراین اتخاذ تصمیمات مرتبط با مکان‌یابی تسهیلات و مدیریت موجودی به صورت همزمان می‌تواند راهکاری مناسب جهت کاهش هزینه‌های سیستم باشد. در مسائل مکان‌یابی- موجودی، تعداد و مکان مراکز توزیع فعال، نحوهٔ تخصیص مشتریان به مراکز و در نهایت میزان سفارشات با هدف حداقل نمودن هزینه‌های سیستم تعیین می‌شود. برای مثال بسیاری از کارخانجات با مسأله تعیین تعداد مراکز توزیع‌کننده محصولات، محل احداث آن‌ها و تخصیص مشتریان مواجه هستند. این تصمیمات جهت رسیدن به سطح قابل قبولی از خدمت‌دهی اخذ می‌شود به‌نحوی‌که اهدافی نظیر کمینه نمودن هزینه‌های مراکز توزیع، هزینه‌های نگهداری موجودی در مراکز ، هزینه‌های حمل‌ونقل بین کارخانه‌ها و مراکز توزیع و هزینه‌های حمل‌و نقل بین مراکز توزیع و مشتریان را محقق کند. در اکثر مسائل مکان یابی – موجودی، حداکثرسازی سود حاصل از فروش محصولات تنها از طریق کاهش هزینه‌ها صورت گرفته است و تحقیقات اندکی بر روی اعمال تخفیفات جهت افزایش سودآوری متمرکز شده‌اند. به عنوان مثال(شن و همکاران،۲۰۰۶) و (شوتل و همکاران،۲۰۱۲) مسأله مکان‌یابی- موجودی و حداکثرکردن سود را با انعطاف‌پذیر کردن تقاضای مشتریان در نظر گرفته‌اند. در این پژوهش مدل مکان‌یابی- موجودی با اعمال سیاست تفکیک‌کردن محصولات به دو صورت فروش تکی و بسته‌ای و اعمال نرخ‌های متفاوت تحت عنوان سطوح تخفیف مورد توجه قرار گرفته‌است. به منظور نزدیکتر شدن مساله به مسائل دنیای واقعی،

برخی از پارامترهای مساله تحت شرایط عدم قطعیت در نظر گرفته شده است که به منظور حل آن از تکنیک برنامه‌ریزی استوار استفاده می‌گردد.

مرور ادبیات

یکی از مفاهیم مهم چند دهه اخیر، فلسفه مدیریت زنجیره تأمین است. مهمترین علت توجه به این موضوع افزایش روزافزون رقابت پذیری و تلاش برای بقاء در سازمانهاست. این موضوع در دهه‌های اخیر سبب شده تا با مدیریت فرآیندهای تأمین، تولید، و توزیع به سوی هدف رقابتی سازمان گام برداشته شود.(عادل آذر و همکاران،۱۳۹۵).زنجیره‌های تامین کنونی در محیطی فعالیت میکنند که همواره به دنبال بهبود و کاهش هزینه‌ها و استفاده از راهکارها و راهبردهایی در این جهت هستند(. آقایی و همکاران ۱۳۹۳). از آنجائیکه اعضای زنجیره تامین اغلب سازمانهای مجزا و بنگاههای اقتصادی مستقل هستند، با وجود منافع موجود در تصمیم گیری یکپارچه در عمل تمایلی به پیروی از تصمیمات اتخاذ شده برای کل اعضا را نداشته و تلاش می‌کنند اهداف خود را به جای هدف کل سیستم بهینه نمایند(طاهری و همکاران ، ۱۳۹۵). تاکنون تحقیقات متعددی در زمینه برنامه‌ریزی، زمان‌بندی تولید و یا طراحی شبکه زنجیره تأمین ارائه شده است. به همین منظور برخی از جدیدترین تحقیقات صورت گرفته در سال‌های اخیر گزارش شده است.

گنونی و همکاران[1] به بررسی برنامه‌ریزی تولید در سیستم‌های تولید چند مکانی پرداختند(گنونی و همکاران،۲۰۰۳). در تحقیق آن‌ها فرض می‌شود که برای برخی از قطعات نیمه ساخته تقاضای خارجی وجود داشته باشد که تقاضای آن‌ها نیز به صورت احتمالی است. این اقلام نیمه ساخته می‌توانند در کارخانه‌های مختلفی در زنجیره تأمین تکمیل شوند. همچنین برای تولید محصولات اصلی و اقلام نیمه ساخته ممکن است مقداری مواد اولیه و نیمه ساخته نیز از بیرون زنجیره تأمین مورد بررسی خریداری شوند. آن‌ها برای حل مساله از ترکیب مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی عدد صحیح مختلط و شبیه‌سازی استفاده کردند. در

1 *Gnoni et al.*

نهایت آن‌ها سعی نمودند از مزایای هر دوی این مدل‌ها در برخورد با این مساله استفاده کنند.
ریو و دوا و پیسترکوپولوس[1] به بررسی برنامه‌ریزی زنجیره تأمین با استفاده از برنامه‌ریزی دومرحله‌ای پرداختند(ریو و دوا و پیسترکوپولوس[2]، ۲۰۰۴). در مساله آن‌ها فرض شده است که زنجیره تأمین شامل دو مرحله تولید و توزیع می‌شود. فرض می‌شود کارخانه‌ها ممکن است دارای منابع مشترکی باشند. در مرحله توزیع نیز هر یک از توزیع‌کنندگان دارای ظرفیت مربوط به خود در نگهداری موجودی است. هدف تعیین سطح تولید در کارخانه‌ها و سطح موجودی در توزیع‌کنندگان است، به طوری که هزینه‌های تولید، حمل به توزیع‌کنندگان برای شرکت‌های سازنده و هزینه‌های انبارداری و حمل به بازار برای توزیع‌کنندگان کمینه گردد. آن‌ها برای حل این مساله از برنامه‌ریزی دوسطحی استفاده کردند.
بردستوم و همکاران[3] به بررسی زمان‌بندی تولید و توزیع در زنجیره تأمین مربوط به کارخانه‌های تولید خمیرکاغذ در کشور سوئد پرداختند (بردستوم و همکاران،۲۰۰۴). آن‌ها برای حل مساله دو مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط ارائه دادند که یکی از آن‌ها از تکنیک تولید ستون از الگوریتم حل مساله کوتاه‌ترین مسیر برای حل مساله استفاده می‌کند. در این تحقیق به برنامه‌ریزی تولید پرداخته‌شده است و به زمان‌بندی روی ماشین‌آلات توجهی نشده است.مدل‌های مربوط به برنامه‌ریزی عملیاتی در زنجیره تأمین با ظرفیت محدودیت با تمرکز روی محیط‌های تولیدی توسعه یافته اند (اسپیتر و همکاران[4]، ۲۰۰۵) . هدف هماهنگی بین منابع و مواد در زنجیره تأمین به منظور ارضا نیازهای مشتریان با کمترین هزینه‌ی ممکن است. در مساله مورد بررسی توسط آن‌ها تقاضاهای محصولات نهایی قطعی فرض شده است. به منظور حل مساله از مدل‌های برنامه‌ریزی خطی با استفاده از زمان‌های تدارک و فرض تخصیص اقلام به چند منبع استفاده‌شده است. استفاده از زمان‌های تدارک قابلیت اطمینان ارتباط بین برنامه‌ریزی و زمان‌بندی را با توجه به موجه بودن برنامه‌ریزی افزایش می‌دهد. آن‌ها

1. Ryu, J.-H., V. Dua, and E.N. Pistikopoulos
2. Ryu, J.-H., V. Dua, and E.N. Pistikopoulos
3. Bredström et *al.*
4. Spitter et al.

دو روش برنامه‌ریزی خطی برای حل مساله باهدف کمینه‌سازی مجموع هزینه‌های موجودی و هزینه‌های مرتبط با سفارش‌های معوقه ارائه نمودند.

شن[1] مساله طراحی زنجیره تأمین چند کالایی با هدف تعیین مکان تسهیلات و چگونگی تخصیص مشتریان به تسهیلات به طوری که کل هزینه‌ها کمینه شود را مورد ملاحظه قرار داد (شن ،۲۰۰۵).. او در این پژوهش نشان داد که این مساله می‌تواند به صورت یک مساله عدد صحیح غیرخطی فرمول‌بندی شود. علاوه بر این نیز یک الگوریتم راه‌حل آزادسازی لاگرانژی برای حل مساله معرفی نمود.

سلوارجا و استیز[2] به بررسی زمان‌بندی دسته‌ای در زنجیره تأمین از دیدگاه تأمین‌کنندگان پرداختند(سلوارجا و استیز ،۲۰۰۶). در این مساله تأمین‌کننده باید چند محصول را با حجم زیادی تولید کند و آن‌ها را به صورت دسته‌هایی به مشتریان تحویل بدهد. به ازای هر تحویل یک هزینه‌ی تحویل وجود دارد. تابع هدف کمینه کردن جمع هزینه‌های نگهداری موجودی و تحویل کالا است. اگر تولید از یک محصول به محصول دیگر تغییر پیدا کند، یک آماده‌سازی نیاز است. فرض بر این است که سفارش مشتریان مختلف در دسته‌های مختلفی به آن‌ها تحویل داده می‌شود. هدف تعیین اندازه دسته‌های محصولات برای مشتریان و زمان تکمیل هر دسته از محصولات برای مشتری مورد نظر است، به طوریکه مجموع هزینه‌های نگهداری و تحویل دادن سفارش‌های کمینه گردد. آن‌ها برای حالتی که تنها یک تأمین‌کننده و چند مشتری وجود دارد، یک الگوریتم با پیچیدگی چندجمله‌ای که جواب بهینه را می‌دهد، ارائه دادند. در این تحقیق به تأمین‌کنندگان داخل زنجیره توجهی نشده است و تنها به رابطه بین شرکت سازنده و مشتریان پرداخته شده است.

لجیون به بررسی برنامه‌ریزی تولید و توزیع در زنجیره تأمین پرداخته است. در تحقیق وی فرض شده است که یک زنجیره تأمین با سه مرحله وجود دارد (لجیون ،۲۰۰۶). مرحله اول شامل تأمین‌کننده می‌شود. مرحله دوم شامل شرکت‌های سازنده و مرحله سوم شامل توزیع‌کنندگان می‌باشد. هدف بهینه کردن سطح موجودی، سطح تولید و سطح توزیع در

1. Shen
2. Selvarajah & Steiner

بازه‌های زمانی مختلف است. حمل‌کننده‌هایی که دارای سرعت، ظرفیت و زمان در دسترسی متفاوتی هستند وجود دارند. هدف ارائه یک برنامه کنترل موجودی، تولید و توزیع به منظور کمینه کردن هزینه‌های زنجیره و ارضا تقاضای مشتریان است. آن‌ها پس از مدل‌سازی مساله به صورت برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط یک الگوریتم بر مبنای جستجوی همسایگی که به صورت جستجوی مرحله‌ای عمل می‌کند ارائه دادند. تحقیق آن‌ها به صورت کلان به برنامه‌ریزی تولید می‌پردازد و به زمان‌بندی ماشین‌آلات توجهی ندارد.

آرکا و پرادو[1] به بررسی برنامه‌ریزی تولید و توزیع با وسایل نقلیه همگن و عدم مجاز بودن وقفه در تحویل به مشتریان به منظور بیشینه‌سازی سود پرداختند و پس از ارائه مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط برای مساله حالتی از مساله را که در آن ظرفیت تولید بی‌نهایت است را مورد بررسی قرار داده و بر اساس آن الگوریتم ابتکاری را برای حالت کلی ارائه نمودند (آرکا و پرادو۲ ۲۰۰۸).

اسچووتز و همکاران[3] به معرفی مساله طراحی زنجیره تأمین مدل شده به صورت توالی از فرآیندهای ترکیبی و جدا شده پرداختند(اسچووتز و توماسگارد و احمد، همکاران۴ ۲۰۰۹). آن‌ها مساله را به صورت یک مساله دو مرحله‌ایی تصادفی فرمول‌بندی کردند. در مرحله اول تصمیمات استراتژیک مکانیابی اتخاذ می‌گردد، در حالی که مرحله دوم شامل تصمیمات عملیاتی است. هدف کمینه‌سازی مجموع هزینه‌های سرمایه‌گذاری و هزینه‌های عملیاتی مورد انتظار زنجیره تأمین است. به طور ویژه مدل بر اهمیت انعطاف‌پذیری عملیات در هنگام اتخاذ تصمیمات استراتژیک تاکید دارد، به همین منظور عدم‌قطعیت در کوتاه مدت به صورت بلند مدت در نظر گرفته شده است.

بشیری و بدری[5] به ارائه یک مدل برنامه‌ریزی مختلط عدد صحیح خطی پویا برای طراحی و برنامه‌ریزی زنجیره تأمین چند سطحی و چند محصولی پرداختند. هدف از پژوهش آن‌ها

1. *Arca & Prado*
2. *Arca & Prado*
3. *Schütz, P., A. Tomasgard, and S. Ahmed*
4. *Schütz, P., A. Tomasgard, and S. Ahmed*
5. *Bashiri & Badri*

گسترش زنجیره تأمین از منظر استراتژیک بوده است(بشیری و بدری[1]، ۲۰۱۰).آن‌ها تعدادی نقاط بالقوه برای ایجاد واحدهای تولیدی و انبارها (خصوصی و عمومی) در طول افق برنامه‌ریزی در نظر گرفتند. توسعه زنجیره تأمین طراحی شده با توجه به درآمد خالص تجمعی از دوره اول برنامه‌ریزی شده است. هدف از این مدل انتخاب تأمین‌کننده، تعیین مقدار هر یک از مواد خام اولیه توسط تأمین‌کننده، مقدار هر محصول که در هر واحد تولیدی ساخته می‌شود، مقدار هر محصول که به هر انبار فرستاده می‌گردد، مقدار هر محصول که به هر بازار ارسال می‌شود و سایر تصمیمات استراتژیک و تاکتیکی به منظور بیشینه‌سازی سود خالص زنجیره تأمین است.

پیشوایی وهمکاران به ارائه یک مدل بهینه‌سازی استوار برای بررسی عدم‌قطعیت ذاتی در داده‌های ورودی مساله طراحی زنجیره تأمین حلقه بسته پرداختند(پیشوایی و ربانی و ترابی[2]،۲۰۱۱). در ابتدا آن‌ها یک مدل قطعی برنامه‌ریزی مختلط عدد صحیح خطی برای طراحی شبکه زنجیره تأمین حلقه بسته را توسعه دادند. سپس همتای استوار مدل از طریق به کارگیری تئوری بهینه‌سازی استوار ارائه شده و در نهایت استواری راه‌حل‌های نتیجه شده از مدل بهینه‌سازی استوار و راه‌حل‌های مدل قطعی برنامه‌ریزی مختلط عدد صحیح خطی در مسائل مختلف مورد مقایسه قرار می‌گیرند.

سجادی و داوودپور[3] به بررسی مساله طراحی زنجیره تأمین دو سطحی در شرایط قطعی، تک دوره‌ای، و چند کالایی پرداختند(سجادی و داوودپور[4]، ۲۰۱۲). این مساله شامل هر دو سطح استراتژیک و تاکتیکی برنامه‌ریزی زنجیره تأمین از جمله مکانی‌یابی و سایزبندی کارخانه‌های تولیدی و انبارهای توزیع، اختصاص خرده‌فروشان به انبارها، انبارها به کارخانه‌ها و همچنین انتخاب مدهای حمل‌ونقل می‌باشد. در نهایت آن‌ها مساله را به صورت یک مدل برنامه‌ریزی مختلط عدد صحیح فرمول‌بندی کرده به طوری که هدف کمینه‌سازی هزینه‌های کل شبکه از

1. Bashiri & Badri
2. Pishvaee, M.S., M. Rabbani, and S.A. Torabi
3. Sadjady & Davoudpour
4. Sadjady & Davoudpour

قبیل حمل‌ونقل، زمان تدارک، هزینه‌های نگهداری موجودی، و همچنین هزینه‌های راه‌انـدازی و عملیاتی تسهیلات می‌باشد.

شانکار و همکاران به ارائه یک مساله بهینه‌سازی چندهدفه برای زنجیره تأمین تک کالایی چهار سطحی متشکل از تأمین‌کنندگان، کارخانه‌های تولید، مراکز توزیع و مناطق مشتری پرداختند(شانکار و همکاران ،۲۰۱۳). از جمله تصمیم‌گیری‌های کلیدی در نظر گرفته شده در این پژوهش شامل: تعداد و مکان کارخانه‌ها در سیستم، جریان مواد خام از تأمین‌کنندگان به کارخانه‌ها، مقدار محصولات فرستاده شده از کارخانه‌ها به مراکز توزیع و از مراکز توزیع به مناطق مشتری می‌باشد. به طوری که هدف کمینه‌سازی هزینه‌های حمل و مکانیابی تسهیلات و برآورده شدن حداکثر تقاضای مشتریان است. در نهایت نیز آن‌ها از الگوریتم چندهدفه ترکیبی بهینه‌سازی ازدحام ذرات برای حل مساله استفاده نمودند.

وو و ژانگ[1] به مطالعه مساله طراحی شبکه زنجیره تأمین متشکل از یک منبع خارجی، مجموعه مراکز توزیع بالقوه، و مجموعه خرده‌فروشی‌ها تحت شرایط عدم‌قطعیت در تقاضا برای محصولات چندگانه پرداختند(وو و ژانگ[2] ،۲۰۱۴). آن‌ها فرض کردند تقاضای هر خرده‌فروش برای همه کالاها توسط یک مرکز توزیع برآورده می‌گردد. هدف کمینه‌سازی هزینه‌های سیستم از قبیل مکان‌یابی، حمل‌ونقل و موجودی است. آن‌ها یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح غیرخطی برای مساله ارائه نمودند. علاوه بر این نیز یک رویکرد برش صفحه مبتنی بر نابرابری ریاضی استفاده کردند. در نهایت نتایج محاسباتی نشان می‌دهد که الگوریتم ارائه شده قابل حل برای سایز متوسطی از مساله می‌باشد.

فتاحی و همکاران[3] به بررسی یک مساله جدید در طراحی و برنامه‌ریزی شبکه زنجیره تأمین چند سطحی و چند کالایی در یک افق چند دوره‌ایی پرداختند به طوری که مناطق مشتری دارای تقاضاهای وابسته به قیمت هستند(فتاحی و همکاران[4] ،۲۰۱۵).در این پژوهش براساس روابط تقاضا-قیمت، یک رویکرد کلی به منظور دستیابی به سطوح قیمت کالا ارائه شده و

1. Wu & Zhang
2. Wu & Zhang
3. Fattahi at el
4. Fattahi at el

سپس یک مدل برنامه‌ریزی مختلط عدد صحیح خطی توسعه یافته است. در نهایت نیز با توجه به مساله یک الگوریتم شبیه‌سازی تبرید با به کارگیری روش‌های توسعه یافته ابتکاری مبتنی بر آزادسازی برای برنامه‌ریزی ظرفیت و قیمت‌گذاری ارائه شده است.

از جمله پژوهش‌های مهم فارسی مورد بررسی قرار گرفته در حوزه زنجیره تأمین می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

صادقی و همکاران در تحقیق خود پس از بررسی مدل‌های گوناگون ارائه شده در خصوص جریان مواد در زنجیره تأمین، با رویکردی یکپارچه به مدل‌سازی جریان مواد در طول زنجیره تأمین در بخش‌های تأمین، تولید توزیع در کارخانه کاچیران پرداختند(صادقی و همکاران ،۱۳۸۸). در این تحقیق پس از حل مدل با الگوریتم ژنتیک بهترین جواب رضایت‌بخش که کمترین میزان هزینه را دارا می‌باشد انتخاب کردند. سپس جهت اعتبارسنجی، مدل ارائه شده با میزان واقعی متغیرها در بازه زمانی مورد مطالعه مقایسه گردیده که نتایج حاکی از کاهش هزینه در مدل ارائه شده می‌باشد.

خدابنده و همکاران یک مساله یکپارچه‌سازی تولید و توزیع با هدف کمینه‌سازی مجموع وزنی تعداد کارهای تأخیری و هزینه‌های حمل‌ونقل با در نظر گرفتن مسیریابی در زنجیره تأمین، مورد بررسی قرار دادند (خدابنده و همکاران ،۱۳۹۲). در این مساله تعدادی مشتری و یک تسهیل تولیدی وجود دارد که در آن کارها پس از پردازش در سیستم تولیدی، به صورت مسیریابی و در قالب دسته‌هایی برای مشتریان ارسال می‌شود. ارسال دسته‌ای معمولاً منجر به کاهش هزینه‌های ارسال می‌گردد، اما ممکن است تعداد کارهای تأخیری را افزایش دهد. در این پژوهش یک مدل برنامه‌ریزی مختلط و یک الگوریتم ژنتیک با عملگر تقاطع ابتکاری برای حل مساله مذکور ارائه شد. در پایان نتیجه آزمایش‌های محاسباتی با طرح کامل با استفاده از تکنیک تحلیل واریانس ارائه شد. نتایج آزمایش‌های محاسباتی کارایی الگوریتم فراابتکاری را نشان داد.در ادبیات تحقیق توجه به موضوع زمان‌بندی یکپارچه تولید و توزیع در یک زنجیره تأمین مورد مطالعه قرار گرفته است(جمیلی و رنجبر ،۱۳۹۳). در این مساله تولیدکننده‌ای با محیط تک ماشینی در نظر گرفته شده که سفارش‌های چندین مشتری را

تولید می‌نمایند. سفارش‌های آماده شده جهت ارسال به مشتری دسته‌بندی شده و محتویات هر بسته، برای تعیین ترتیب تحویل به مشتریان مسیریابی می‌گردد. هدف از این مساله بیشنه‌سازی سطح خدمت‌دهی به مشتریان و کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل شرکت، ضمن لحاظ تأمین‌کننده بوده و مدل خطی آن به همراه روش‌های حل ابتکاری ارائه شده است.

ذگردی و مرندی در پژوهش خود به بررسی زمان‌بندی یکپارچه تولید و توزیع در زنجیره تأمین سه مرحله‌ای شامل تولیدکننده، ناوگان حمل‌ونقل کالاها و مشتریان پرداختند ذگردی و مرندی،۱۳۹۵)، رویکرد آن‌ها به شرح زیر بود:

«یک تولیدکننده مسئولیت تولید بر اساس تقاضای مشتریان را بر عهده دارد و وسیله نقلیه محصولات تولیدی مشتریان را بر اساس تقاضای آن‌ها با در نظر گرفتن مسیریابی وسیله نقلیه تحویل می‌دهد. وسایل نقلیه بعد از اتمام تولید محصولات مورد تقاضای مشتریان، مجاز به بارگیری و شروع توزیع هستند و با توجه به محدودیت ظرفیت وسیله نقلیه، محدودیت فرجه زمانی و عدم تخطی از آن سرویس‌دهی به مشتریان انجام می‌شود. مدل به صورت برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح آمیخته با هدف کمینه‌سازی هزینه‌های تأخیر تولید و هزینه‌های مسافت فرموله شده است. با توجه به NP-Hard بودن مساله از الگوریتم بهبود یافته بهینه‌سازی ازدحام ذرات۱ استفاده شده است. در این الگوریتم از اپراتورهای بهبود برای جستجوی گسترده فضای جواب و جلوگیری از همگرا شدن سریع به جواب بهینه محلی بهره گرفته شده است. به منظور اعتبارسنجی روش حل پیشنهادی، الگوریتم ارائه شده در ابعاد کوچک و بزرگ نمونه مساله‌های ایجاد شده با جواب دقیق مقایسه شد که نتایج حاکی از برتری الگوریتم پیشنهادی و کارایی آن داشت. در پایان به بررسی مطالعه موردی با داده‌های واقعی پرداخته شد که نتایج مقایسه با شرایط واقعی حاکی از عملکرد بهتر سیستم پیشنهادی نسبت به سیستم تولید و توزیع مطالعه موردی است که موجب بهبود و کاهش هزینه‌ها می‌شود.

در تحقیق دیگری زمان‌بندی مجدد جزئی از فرآیندهای تصمیم‌گیری در زنجیره تأمین که نقش مهمی در برآورده‌سازی نیازهای مشتریان ایفا می‌نماید مورد بررسی قرار گرفته است

1. Particle Swarm Optimization

(بهشتی‌نیا و اکبری ،۱۳۹۴). این پژوهش به بررسی مساله زمان‌بندی مجدد در یک زنجیره تأمین سه مرحله‌ای، با تمرکز بر یکپارچگی مراحل آن می‌پردازد. مرحله اول شامل تأمین‌کنندگان، مرحله دوم شامل ناوگان حمل‌ونقل کالاها و مرحله سوم شامل یک شرکت سازنده محصولات نهایی است. به این منظور ابتدا مدل عدد صحیح مختلط برای مساله مذکور با هدف کمینه‌سازی مجموع زمان تأخیر تکمیل کلیه سفارش‌های توسعه داده شده است. همچنین در حالت کلی یک الگوریتم ژنتیک که دارای کروموزوم‌هایی با ساختار متغیر است، به منظور حل مساله ارائه شده است. مقایسه الگوریتم پیشنهادی با الگوریتم جستجوی تصادفی روی طیف متنوعی از مسائل تصادفی و همچنین جواب بهینه روی مسائل تصادفی با ابعاد کوچک نشان از عملکرد خوب الگوریتم پیشنهادی دارد. همچنین با ساده‌سازی فرضیات مساله، الگوریتم پیشنهادی با دو الگوریتم ابتکاری موجود در ادبیات موضوع مقایسه شده است که نشان از برتری الگوریتم پیشنهادی دارد.

بحث استواری عمدتاً در مقابل واژه‌هایی چون عدم قطعیت یا عدم اطمینان، عدم دقت، تغییرپذیری مستمر قرار میگیرد و به عبارتی، استواری و مدل‌های مربوطه به منظور مقابله با عدم اطمینان و واژه‌های مشابه مورداستفاده قرار می‌گیرند. اگر چه روش‌های دیگری چون برنامه ریزی احتمالی و تحلیل حساسیت در مقابله با عدم اطمینان وجود دارد.

به لحاظ تاریخی، بهینه سازی در شرایط غیرقطعی در اواخر دهه ۱۹۵۰ شروع شد و هم در زمینه تئوری و هم در زمینه الگوریتم به سرعت پیشرفت کرد. رویکردهای زیادی برای بهینه سازی در شرایط غیرقطعی[1] مورد استفاده قرار گرفته است که از آن جمله، کمینه کردن امید ریاضی، کمینه کردن انحراف از آرمان‌ها، کمینه کردن بیشترین هزینه‌ها را می‌توان نام برد. در این میان می‌توان سه رویکرد اصلی را متمایز کرد: برنامه‌ریزی احتمالی[2] و برنامه‌ریزی فازی[3] و برنامه‌ریزی پویای احتمالی[4].

1.Uncertainity

2.Probabilistic programming

3. Fuzzy Programming

4. Probabilistic Dynamic Programming

در اواسط دهه ۱۹۵۰ دانتزیگ برنامه ریزی احتمالی را به عنوان یک رویکرد برای مدل کردن عدم قطعیت داده‌ها معرفی کرد. سه مشکل اصلی برای این رویکرد وجود دارد:

الف) شناخت توزیع دقیق داده‌ها و در نتیجه عددی کردن سناریوهایی که از این توزیع‌ها عدد می‌گیرند، در عمل دشوار است.

ب) محدودیت‌های شانس، ویژگی محدب بودن مساله اصلی را از بین می‌برد و بر پیچیدگی آن به مقدار زیادی می‌افزاید.

ج) ابعاد مدل بهینه سازی بدست آمده به صورت نجومی با زیاد شدن تعداد سناریوها افزایش می‌یابد، که چالش‌های محاسباتی عمده‌ای را موجب می‌گردد.

مالوی و همکاران بر این اعتقاد هستند که دانشمندان علم مدیریت به منظور سازش و انطباق بین داده‌های دنیای واقعی و قلمرو برنامه‌ریزی ریاضی از تکنیک تحلیل حساسیت استفاده نموده‌اند(مالوی و همکاران،۱۹۹۵).. هدف از این نوع بررسی‌های پس از حل[1] پی بردن و کشف اثر نگرانی در قبال خروجی‌های مدل می‌باشد. چنین بررسی‌های پس از حلی از نوع واکنشی[2] هستند یا اصطلاحاً خاصیت واکنش پذیری دارند. این نوع بررسی و مطالعه تنها اثر عدم اطمینان‌های داده‌ها را روی خروجی‌های پیشنهادی مدل مورد بررسی قرار می‌دهند، آنها معتقدند که روش پیشگیرانه۳ مورد نیاز می‌باشد. بنابراین باید مدل‌هایی طراحی و مدل سازی شوند که در مقایسه با مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی کلاسیک نسبت به داده‌های مدل کمتر حساس باشند. یکی از این مدل‌ها، برنامه‌ریزی خطی احتمالی[4] است. اما به طور کلی مواجهه با این نوع داده‌ها از طریق تحلیل حساسیت یا فرمول‌بندی برنامه‌ریزی احتمالی[5] با مشکلاتی مواجه می‌باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Post-optimality studies
2. Reactive
3. proactive
4. probabilistic linear programming
5. probabilistic programming

رویکرد دیگری که در سال‌های اخیر برای مقابله عدم قطعیت داده‌ها بسط داده شده است، بهینه سازی استوار می‌باشد که درآن به بهینه‌سازی در هنگام رخ دادن بدترین موارد پرداخته می‌شود که ممکن است منجر به یک تابع هدف کمینه کردن بیشینه‌ها[1] شود. در این رویکرد به دنبال جواب‌های نزدیک به بهینه‌ای هستیم که با احتمال بالایی موجه باشند. به عبارت دیگر با کمی صرف نظر کردن از) بهینگی) تابع هدف، موجه بودن جواب بدست آمده را تضمین می‌کنیم. البته در مورد عدم قطعیت در ضرایب تابع هدف، با کمی صرف نظر کردن از مقدار تابع هدف بهینه، به دنبال جوابی هستیم که با احتمال بالایی جواب‌های واقعی بهتر از آن جواب باشند(.دب و همکاران،۲۰۰۲)

به طور کلی در برنامه‌ریزی ریاضی قطعی، فرض می‌شود داده‌های ورودی بطور مشخص و معادل با مقادیر اسمی است. این نگرش تأثیر عدم اطمینان را روی کیفیت و موجه‌بودن مدل مدنظر قرار نمی‌دهد. در حقیقت داده‌هایی که مقادیر متفاوتی را از مقادیر اسمی‌شان اختیار می‌کنند، ممکن است منجر به این مسأله شوند که تعدادی از محدودیت‌ها نقض گردند و جواب بهینه ممکن است مدت طولانی بهینه نمانده یا حتی موجه‌بودن آن از بین برود. این بحث خواسته‌ای طبیعی را به ذهن متبادر می‌سازد که روش‌های حلی طراحی و ارائه شوند که در مقابل عدم اطمینان داده‌ها ایمنی ایجاد کنند، این روش‌ها "حل استوار" نامیده می‌شوند.(برتسیمس و سیم،۲۰۰۴)

اولین گام و تحقیق در این راستا از سویستر ارائه گردید که یک مدل برنامه‌ریزی خطی را برای تولید جوابی که برای همه داده‌های متعلق به یک مجموعه محدب موجه است، ارائه کرد. مدل مذکور جواب‌هایی ارائه می‌کند که در قبال بهینگی مسأله اسمی به منظور اطمینان از استواری، به شدت محافظه کارانه عمل می‌کند. بدین معنی که در این رویکرد برای اطمینان از استوار بودن جواب، به مقدار زیادی از بهینگی مساله اسمی دور می‌شود. در این مدل، هر

1. min-max

داده ورودی می‌تواند هر مقداری از یک بازه[1] را بگیرد (بن تال و نمیروفسکی ،۲۰۰۰) و (برتسیمس و سیم،۲۰۰۴)

در ادامه این تحقیقات برتسیمس و سیم رویکرد متفاوتی را برای کنترل سطح محافظه‌کاری معرفی کرده‌اند(برتسیمس و سیم،۲۰۰۴). این رویکرد از این مزیت برخوردار است که منجر به یک مدل بهینه‌سازی خطی می‌شود و قابل کاربرد بر روی مدل‌های بهینه‌سازی گسسته نیز می‌باشد و سطح محافظه کاری آن قابل تنظیم است.

علاوه بر تحقیقات مذکور که مبتنی بر نوسان پارامترها در یک بازه است، تحقیقات دیگری نیز در حوزه مدل سازی ریاضی انجام شده است. از جمله این تحقیقات می‌توان به تحقیق (مالوی و همکاران ،۱۹۹۵) که مبتنی بر مفهوم سناریواست، اشاره کرد که در زیر بطور کامل توضیح داده شده است . از تحقیقات دیگر در حوزه استواری به برنامه ریزی استوار فازی می‌توان اشاره کرد که در آن فرض می‌شود که همه یا برخی از محدودیت‌هایا داده‌های ورودی اعداد فازی هستند.

مسعود ربانی و همکاران یک مسئله زنجیره تامین با برنامه‌ریزی فازی مدلسازی کردند که هدف آن بیشینه‌سازی خالص فعلی درآمد و کمینه سازی تاخیر در دریافت محصول توسط مشتری و بیشینه سازی قابلیت اطمینان با در نظرگرفتن ریسک تقاضا بود. آنها از شاخص استواری مبتنی بر سناریوها برای شرایط اختلال استفاده کردند. (مسعود ربانی،ندا معنوی زاده، گرانمایه،۲۰۱۵).

عباس شول و همکاران یک مساله طراحی شبکه زنجیره تامین چند دوره ای و چند محصولی را با استفاده از روش ترکیبی برنامه ریزی ریاضی چند هدفه و تحلیل پوششی داده‌ها ارایه دادند که هدف آن حداقل کردن هزینه تولید و کاهش زمان ارسال محصولات و افزایش قابلیت اطمینان زنجیره تامین بود . منظور از قابلیت اطمینان زنجیره تامین در مقاله نامبردگان عبارت از قابلیت اطمینان تامین کنندگان و تولید کنندگان و مراکز و خرده فروشان است که به عوامل مختلفی همچون انعطاف پذیری در سیستم‌های حمل و نقل وابستگی دارد . (عباس شول و همکاران ،۱۳۹۳)

1. Interval

مساله تحقیق

مدل حاضر به طراحی مسأله مکان‌یابی- موجودی با در نظر گرفتن سیاست‌های تخفیف و بهبود سامانه حمل ونقل کالا از طریق اعمال سیاست فروش تک‌کالایی و بسته‌ای می‌پردازد. شبکهٔ توزیع مورد بررسی، شبکه‌ای سه سطحی شامل تأمین‌کننده اصلی، مراکز توزیع بالقوه و مشتریان است. با توجه به میزان و نوع تقاضا، تعیین فاصله مکانی بین مشتریان و مراکز توزیع، تأمین‌کننده و توزیع‌کننده، توزیع کالاها به صورتی انجام می‌گیرد که حاشیه سود کل سیستم توزیع بیشینه گردد. به‌عبارت دیگر تنها مشتریانی تحت پوشش قرار داده خواهند شد که باعث افزایش سود بنگاه‌های توزیع گردند. این افزایش سود معمولاً از دو طریق کاهش هزینه‌ها و افزایش میزان فروش محصولات انجام می‌گیرد. یکی از اصلی‌ترین هزینه‌های هر سیستم توزیع، هزینه‌های مربوط به بخش حمل‌ونقل است. در مدل‌های مکان‌یابی- موجودی معمولاً ابتدا تقاضا از تأمین‌کننده به مراکز توزیع ارسال شده و پس از پردازش و تقسیم‌بندی مجدداً برای مشتریان نهایی ارسال می‌گردد. انجام پردازش و تقسیم‌بندی بین مشتریان خود نیز دارای هزینه عملیاتی بالایی بوده و در تحقیقات کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. در این پژوهش جهت بهبود نحوه ارسال و کاهش هزینه‌های عملیاتی مرتبط با پردازش و تقسیم بندی کالاها، از سیاست ارائه امکان خرید بسته‌ای کالاها استفاده شده است. برای مثال در سیستم توزیع برنج در استان خراسان جنوبی که توسط مرکز بسته‌بندی و پخش بازرگانی «محمد» انجام می‌پذیرد مورد بررسی قرار گرفته شده است. این شرکت ابتدا محصولات خود را از کشور پاکستان و هندوستان از طریق مرزهای تجاری استان «سیستان و بلوچستان» وارد و به مرکز توزیع واقع در شهرستان «بیرجند» منتقل می‌کند. پس از انجام تقسیم‌بندی و تخصیص سفارشات، کالاها را به شهرهای مختلف از جمله «نهبندان» و «سربیشه» انتقال می‌دهد. این در حالی است که شهرستان‌های سربیشه و نهبندان در مسیر مبادلاتی زاهدان- بیرجند و یا زابل- بیرجند قرار دارند و امکان برآورده کردن نیاز آنها در حین انتقال محصول به مرکز توزیع (شهرستان بیرجند) است. در واقع شرکت مذکور به دلیل عدم برنامه‌ریزی صحیح، متحمل هزینه‌های حمل و نقل زیادی می‌شود. البته گاها این جابجایی و انتقال مجدد نیاز است، زیرا

سطح تقاضای محصولات مشتریان موجود در مسیرهای مبادلاتی جهت انجام بارانداز مناسب نیست. جهت حل این مشکل و رساندن میزان تقاضاهای مشتریان مورد نظر به حد مجاز بارانداز، از سیاست فروش بسته‌ای استفاده شده است که علاوه بر کاهش هزینه‌های حمل و نقل باعث افزایش میزان فروش نیز می‌گردد. قطعی بودن تقاضای مشتریان و توجه به این نکته که میزان کالای مورد نیاز (میزان سفارش از تأمین‌کننده) هر یک از مراکز توزیع فعال، تابعی از تقاضای مشتریان تخصیص یافته است، میزان سفارش هر یک از مراکز توزیع فعال نیز مشخص می‌گردد. پس از تعیین میزان سفارش مراکز توزیع فعال، محصول از تأمین‌کننده اصلی به مراکز توزیع فعال انتقال می‌یابد. برای یافتن میزان سفارش، از سیستم مقدار سفارش اقتصادی[1] استفاده شده است. سؤال اساسی که در مدل (سفارش اقتصادی) باید پاسخ داده شود این است که مقدار سفارش به چه اندازه‌ای باشد تا مجموع هزینه‌های موجودی شامل هزینه‌های خرید، نگهداری و ثابت سفارش‌دهی به حداقل برسد.

با توجه به مطالب ارئه شده، در یک نگاه کلی نکات قابل توجه در این تحقیق را می‌توان شامل موارد زیر در نظر گرفت: ۱) سفارشات کالا به صورت تکی و بسته‌ای ۲) تخفیفات چند سطحی. هر توزیع‌کننده با توجه به میزان و نوع سفارشات (تک کالایی و بسته‌ای) در مورد نحوه ارسال تقاضای مشتریان تصمیم‌گیری می‌نماید. بدین معنی که اگر تقاضای مشتری به شکل بسته‌ای باشد، نیاز به بسته‌بندی مجدد[2] و ارسال دوباره کالا در مرکز توزیع نیست و می‌توان آن را مستقیماً ارسال نمود که مشخصاً باعث کاهش میزان هزینه‌های سیستم مانند هزینه حمل و نقل می‌شود. با افزایش میزان سفارش مشتریان به توزیع‌کننده فعال و سفارش کالاها، هزینه خرید در یک بازه تخفیف بزرگتری قرار گرفته و باعث می‌شود به مرور زمان توزیع‌کننده فعال، مشتریان ثابتی را پیدا کند. در واقع سیاست هر توزیع کننده بدین صورت است که به نسبت افزایش میزان انحراف مشتریان از میزان سفارش اقتصادی مد نظر آنها ، قیمت فروش به آن‌ها در بازه تخفیف بزرگ‌تری قرار خواهد گرفت و همزمان با افزایش

1. Economic Order Quantity
2. Repack

میزان سود مرکز، مشتری نیز از میزان سفارش بالاتر با قیمت مناسب و راضی کننده‌ای برخوردار شده که مسلماً نه تنها باعث ایجاد خسارت نخواهد شد بلکه با انجام برنامه‌ریزی مناسب، می‌تواند باعث سودآوری گردد. از آنجا که برآورده سازی تقاضای مشتریان از اهمیت بالایی برخوردار است در این تحقیق قابلیت اطمینان پاسخگوئی تقاضا به صورت یک محدودیت در برنامه ریزی مدل ریاضی نشان داده خواهد شد و با فرض ۸۰درصد پاسخگوئی نسبت به تقاضای مشتریان مساله طراحی و حل می‌شود. که تابع هدف دوم مسئله سعی در حداکثرکردن آن دارد.

مفروضات مساله

- مراکز توزیع جهت پاسخگویی به نیاز مشتریان از مجموعه مکان‌های بالقوه جهت راه‌اندازی انتخاب می‌شوند؛ هزینه ثابت برای راه‌اندازی مراکز توزیع مشخص می‌باشند.
- سیاست سفارش‌دهی از پیش تعیین شده است.
- هزینه حمل‌ونقل کالاهای تکی و بسته‌ای بین مراکز توزیع و مشتری مشخص می‌باشد.
- هزینه ثابت سفارش کالا و حمل‌ونقل مشخص است.
- سیستم توزیع چند محصولی در نظر گرفته می‌شود.
- مقدار تقاضا در ابتدا معین است.
- برای مشتریان دو انتخاب جهت سفارش دهی وجود دارد: سفارش تکی و بسته‌ای.

اندیس‌های مساله

S	**سناریو مورد نظر**
C	**بازه تخفیف**
J	**مشتریان**
K	**نوع کالا**
I	**مراکز توزیع**

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پارامترهای مساله

جدول ۱- پارامترهای مساله

f_{is}	هزینه‌ی ثابت فعال سازی مرکز توزیع i تحت سناریو s	O_{iks}	هزینه‌ی ثابت سفارش کالای k به مرکز توزیع i تحت ساریو s
t_{ijks}	هزینه‌ی حمل‌ونقل کالای k به صورت تکی بین مرکز توزیع i و مشتری j تحت ساریو s	t'_{ijks}	هزینه‌ی حمل‌ونقل کالا k به صورت بسته ای بین مرکز توزیع i و مشتری j تحت ساریو s
he_{iks}	هزینه‌ی ثابت حمل و نقل کالای k از مرکز توزیع i تحت ساریو s	ha_{iks}	هزینه‌ی حمل‌ونقل بین تأمین‌کننده کالای k و مرکز توزیع i تحت ساریو s
h_{iks}	هزینه‌ی نگهداری هر واحد کالا k در مرکز توزیع i تحت ساریو s	c_{iks}	هزینه‌ی خرید هر واحد کالای k از تأمین‌کننده در مرکز توزیع i تحت ساریو s
p_{ikcs}	قیمت فروش تک کالایی برای هر واحد کالای k با سطح تخفیف c در مرکز توزیع i تحت ساریوs	p'_{ikcs}	قیمت فروش بسته‌ی برای هر بسته کالای k با سطح تخفیف c در مرکز توزیع i تحت ساریوs
DS_{ijkcs}	تقاضای مشتری j برای کالای kبه صورت تک کالایی با سطح تخفیف c از مرکز توزیع i تحت ساریو s	DM_{ijkcs}	تقاضای مشتری j برای کالای k به صورت بسته‌ای با سطح تخفیف c از مرکز توزیع i تحت ساریو s
Re_{is}	قابلیت اطمینان مرکز i تحت سناریو s	M	عدد به اندازه کافی بزرگ مثبت
n_{ik}	تعداد کالای k موجود در هر بسته سفارشی از مرکز توزیع i		

همانطور که مشاهده می‌شود، پارامترهای مساله تحت سناریوهای مختلف ارائه شده است. هدف از تعریف این سناریوها استفاده از نظرات مختلف کارشناسان و خبرگان در تعیین مقدار پارامترها است. بدین منظور، هر کارشناس نظر خاص خود در مورد مقدار هر پارامتر را بیان کرده و سپس از بین نظرات مختلف، محتمل‌ترین‌ها انتخاب می‌شود. سپس مقدار هر پارامتر طبق احتمال وقوع هر نظر درنظر گرفته می‌شود. برای مثال برای هزینه احداث از نظر ۲۰ خبره

استفاده شده است. از بین این نظرات، ۵ نظر که با تصمیم مدیران دارای کیفیت بالاتری است انتخاب شده و سپس مقدار هر هزینه با احتمال وقوع خاص خود به عنوان مقدار هزینه احداث به عنوان یک سناریو در نظر گرفته می‌شود. برای سایر پارامترها نیز به همین گونه عمل می‌شود.

متغیرهای مساله

جدول ۲- متغیرهای مساله

x_{is}	اگر مرکز توزیع i تحت ساریو s فعال شود مقدار یک می‌گیرد و در غیر این صورت صفر	y_{ijkcs}	اگر مشتری j به مرکز توزیع i برای کالای k با سطح تخفیف c تحت سناریو s اختصاص یابد مقدار یک می‌گیرد و در غیر این صورت صفر
G_{ikcs}	اگرمرکز توزیع i کالای k را با سطح تخفیف c تحت ساریو s ارائه کند مقدار یک می‌گیرد و در غیر این صورت صفر	Q_{ijkcs}	میزان سفارش کالای k در مرکز توزیع i برای مشتری j با سطح تخفیف c تحت ساریوs

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مدل ریاضی مساله

$$
\begin{aligned}
Max\, obj1 = & \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K}\sum_{c=1}^{C}\sum_{s=1} (DS_{ijkcs}P_{ikcs})y_{ijkcs} \\
& + \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K}\sum_{c=1}^{C}\sum_{s=1}^{s} (DM_{ijkcs}P'_{ikcs})y_{ijkcs} \\
& - \sum_{i=1}^{I}\sum_{s=1}^{s} f_{is}x_{is} \\
& - \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K}\sum_{c=1}^{C}\sum_{s=1}^{s} C_{iks}(DS_{ijkcs} + DM_{ijkcs}n_{ik})y_{ijkcs} \\
& - \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K}\sum_{c=1}^{C}\sum_{s=1}^{s} t_{ijks}DS_{ijkcs}y_{ijkcs} \\
& - \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K}\sum_{c=1}^{C}\sum_{s=1}^{s} t'_{ijks}DM_{ijkcs}y_{ijkcs} \\
& - \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K}\sum_{s=1}^{s}\sum_{c=1}^{C}\left(o_{iks}\frac{(DS_{ijcks} + DM_{ijkcs}n_{ik})y_{ijkcs}}{Q_{ijkcs}} + \frac{h_{iks}Q_{ijkcs}}{2} \right. \\
& \left. + (he_{iks} + ha_{iks}Q_{ijkcs})\frac{(DS_{ijkcs} + DM_{ijkcs}n_{ik})y_{ijkcs}}{Q_{ijkcs}} \right)
\end{aligned}
\qquad \textbf{(a)}
$$

$$Max\, obj2 = \sum_{i}^{I}\sum_{s}^{S} x_{is}\,\mathrm{Re}_{is} \qquad (b)$$

$$\sum_{i}^{I}\sum_{c}^{C} y_{ijkcs} \le 1 \qquad \forall(j,k,s) \qquad (c)$$

$$\sum_{c=1}^{C} G_{ikcs} \le 1 \qquad \forall(j,k,s) \qquad (d)$$

$$y_{ijkcs} \le G_{ikcs} \qquad \forall(j,k,s) \qquad (e)$$

$$G_{ikcs} \le x_{is} \qquad \forall(j,k,s) \qquad (f)$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

$$\frac{\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K}\sum_{c=1}^{C}\sum_{s=1} y_{ijkcs}}{\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K}\sum_{c=1}^{C}\sum_{s=1} DM_{ijkcs}} \geq 0.8 \qquad \text{(g)}$$

مدل ارائه شده به بیشینه کردن سود حاصل از فروش کالاها از طریق سیاست‌های بیان شده از طریق تابع هدف اول می‌پردازد. در تابع هدف دوم نیز سعی می‌کند قابلیت اطمینان مراکز انتخابی را حداکثر نمایند. تابع هدف اول شامل ۷ جمله است که در ادامه به تشریح آنها پرداخته می‌شود. جمله اول سود حاصل از فروش کالاها به شکل تک کالایی و جمله دوم سود حاصل از فروش کالاهای بسته‌ای با توجه به تخفیفات ذکر شده را محاسبه می‌کند. جمله سوم هزینه راه‌اندازی مراکز توزیع را بیان می‌کند. در جمله چهارم هزینه خرید کالاها از تأمین‌کننده بیان می‌گردد. از آنجا که تمامی کالاها از تأمین کننده به صورت تک کالایی خریداری شده و در مرکز توزیع با توجه به نیاز به شکل تک کالایی و بسته‌ای دسته‌بندی می‌شود، هزینه خرید نیز به شکل تک کالایی لحاظ می‌گردد. جملات پنجم و ششم هزینه‌های انتقال کالاها را بین مراکز توزیع و مشتریان محاسبه می‌کند. این هزینه ممکن است برای ارسال تک کالایی و بسته‌ای به صورت متفاوت محاسبه گردد. جمله هفتم نیز به محاسبه هزینه‌های سیستم موجودی که شامل هزینه سفارش‌دهی کالاها، هزینه نگهداری و هزینه‌های خرید می‌شود، می‌پردازد. در ادامه محدودیت‌های ارائه شده در مدل بیان می‌شود. محدودیت(d) تضمین می‌کند که هر مشتری برای خرید هر کالا حداکثر به یک مرکز توزیع تخصیص یابد. محدودیت(e) بیان می‌کند که هر مرکز، تنها یک نوع کالا را تأمین می‌کند. کالای خاص فقط از یک مرکز توزیع تأمین می‌شود. این امر با سیاست‌های تخفیف بیان شده همسو و هم جهت است. محدودیت‌های (f) تضمینی برای بیان تخصیص مشتریان به مراکز توزیع است یعنی زمانی می‌توان یک مشتری را به مرکز توزیع تخصیص داد که آن مرکز راه‌اندازی شده باشد و کالای مذکور را داشته باشد. بحث قابلیت اطمینا ن نیز با در نظرگرفتن

سطح پاسخگویی به تقاضا تعیین می‌شود محدودیت (g) تضمین می‌کند حداقل ۸۰ درصد تقاضای مشتری برآورده شود.

متدولوژی تحقیق

بهینه‌سازی استوار مجموعه‌ای از پاسخ‌هایی بدست می‌آورد که در برابر نوسانات پارامترها (داده‌های ورودی) در آینده استوار هستند. رویکرد بهینه‌سازی استوار توسط (مالوی،۱۹۹۵) ارائه شده است، که قادر است تصمیم‌گیرنده ریسک ناسازگاری یا تابع سطح خدمات را به عهده بگیرد و یک مجموعه‌ای از پاسخ‌هایی که حساسیت کمتری به تحقق داده‌ها در مجموعه سناریوها را دارد ارائه کند. در این رویکرد دو نوع پایداری معرفی شده است : پایداری پاسخ (پاسخ نزدیک به بهینه در همه سناریوها) و پایداری مدل (پاسخ نزدیک به موجه بودن در همه سناریوها). پاسخ بهینه بدست آمده توسط مدل بهینه‌سازی استوار، استوار نامیده می‌شود. اگر داده‌های ورودی تغییر کند آنگاه نزدیک به بهینه باقی بماند، به آن پایداری پاسخ می‌گویند. یک پاسخ پایدار نامیده می‌شود اگر برای تغییرات کوچک در داده‌های ورودی تقریبا موجه (شدنی) باشد. به این پایداری مدل می‌گویند. بهینه‌سازی استوار شامل دو محدودیت مشخص می‌باشد: ۱) محدودیت ساختاری ۲) محدودیت کنترل. محدودیت ساختاری بصورت مفهومی از برنامه‌ریزی خطی و داده‌های ورودی بصورت قطعی و ثابت و دور از هر اختلالی هستند در حالیکه محدودیت‌های کنترل بصورت محدودیت‌های کمکی که توسط داده‌های غیر قطعی تحت تاثیر قرار گرفته‌اند فرمول‌بندی می‌شود. در زیر چهارچوب بهینه‌سازی استوار بطور مختصر توضیح داده می‌شود. ابتدا $x\epsilon R^{n_1}$ بردار متغیرهای طراحی و $y\epsilon R^{n_2}$ بردار متغیرهای کنترل هستند. فرم مدل بهینه‌سازی استوار بصورت زیر است:

$$Min \;\; c^T x + d^T y \qquad (1)$$

$$Ax = b \qquad (۲)$$

$$Bx + C_y = e \qquad (۳)$$

$$x, y \geq 0 \qquad (٤)$$

محدودیت (۲) یک محدودیت ساختاری است و ضرایب آنها ثابت و قطعی هستند. محدودیت (۳) محدودیت کنترل است که ضرایب آنها تحت تاثیر سناریو و غیر قطعی هستند. محدودیت (۴) هم که غیر منفی بودن متغیرها را تضمین میکند. فرمول‌بندی مساله بهینه‌سازی استوار شامل مجموعه‌ای از سناریوهای $\tau = \{1,2,3,.....s\}$ می‌باشد. تحت هر سناریو $S \in \tau$، ضرایب مربوط به محدودیت‌های کنترل با احتمال ثابت P_S برابر $\{d_s, B_s, C_s, e_s\}$ می‌شود، که P_S احتمال اینکه هر سناریو رخ دهد را نشان می‌دهد و $\sum_S P_S = 1$ می‌باشد. پاسخ بهینه این مدل پایدار است، اگر باقی بماند نزدیک به بهینگی برای هر سناریو مشخص $S \in \tau$. به این پایداری مدل می‌گویند. شرایطی وجود دارد که ممکن است پاسخ‌هایی که برای مدل بالا بدست می‌آوریم هم موجه و هم بهینه برای همه سناریوهای $S \in \tau$ نباشد. در اینجا رابطه بین پایداری پاسخ و پایداری مدل با استفاده از مفاهیم تصمیم‌گیری چند معیاره تعیین می‌شود. مدل بهینه‌سازی استوار برای اندازه‌گیری این رابطه فرمول‌بندی شده است. اول از همه متغیر کنترل Y_S برای هر سناریو $S \in \tau$ و بردار خطا δ_S که غیر موجه بودن مجاز در محدودیت‌های کنترل تحت سناریو S را اندازه‌گیری می‌کند، معرفی شده‌اند. به دلیل وجود پارامترهای غیر قطعی مدل ممکن است برای بعضی از سناریوها غیر موجه باشد. بنابراین δ_S غیر موجه بودن مدل تحت سناریو S را نشان می‌دهد. اگر مدل موجه باشد δ_S مساوی صفر خواهد شد. در غیر اینصورت δ_S مقدار مثبت بر طبق محدودیت (۷) خواهد گرفت. در واقع پایداری مدل تقاضای برآورد نشده برای تولید قطعه را اندازه‌گیری می‌کند. مدل بهینه‌سازی استوار بر مبنای مساله برنامه‌ریزی ریاضی (۱) تا (۴) بصورت زیر فرمول‌بندی شده است:

$$Min\ \sigma(x, y_1, ...y_s) + \omega\rho(\delta_1, \delta_2, ...\delta_S) \quad (۵)$$

$$Ax = b \quad (٦)$$

$$Bx + C_s y_s + \delta_S = e_S \quad (۷)$$

$$x, y \geq 0 \quad (۸)$$

باید توجه کنیم که چون مدل بهینه‌سازی استوار سناریوهای چندگانه را در نظر می‌گیرد، عبارت اول از تابع هدف انتخاب واحدی برای اهداف در تابع هدف قبلی (5)، $ב_s = c^T x + d^T y$ متغیر تصادفی با مقدار تصادفی $ב_s = c^T x + d_s{}^T y_s$ و با احتمال P_s تحت سناریو $S \in \tau$ می‌شود. در فرمول‌بندی برنامه‌ریزی خطی تصادفی مقدار میانگین $\sigma(0) = \sum_s ב_s \ P_s$ بکاربرده شده است و در واقع عبارت اول پایداری پاسخ را نشان می دهد. عبارت دوم در تابع هدف $\rho(\delta_1, \delta_2, ...\delta_S)$، تابع جریمه موجه است، که تخطی محدودیت‌های کنترل تحت بعضی از سناریوها را جریمه می‌کند. تخطی محدودیت‌های کنترل یعنی اینکه پاسخ غیر موجه تحت بعضی از سناریوها مساله بدست می‌آورد. با استقاده از وزن ω رابطه بین پایداری پاسخ که از عبارت اولی $\sigma(0)$ اندازه‌گیری می‌شود و پایداری مدل که از تابع جریمه $\rho(0)$ اندازه‌گیری می‌شود می‌توان تحت تصمیم‌گیری چند معیاره مدل‌سازی شود. برای نمونه اگر $\omega(0)$ هدف کمینه‌کردن عبارت $\sigma(0)$ و پاسخ ممکن غیر موجه باشد. در حالیکه اگر ω به قدر کافی بزرگ شود، عبارت $\rho(0)$ تسلط یافته و منجر به هزینه بیشتر می‌شود. بررسی در مورد انتخاب شکل مناسب $\rho(0)$ و $\sigma(0)$ را می‌توان در مطالعات بسیاری مشاهده کرد. عبارت توسط مالوی $\sigma(x, y_1, ...y_s)$ بصورت زیر ارائه شده است:

$$\sigma(0) = \sum_{s}^{S} ב_s \, p_s + \lambda \sum_{s}^{S} p_s \left(ב_s - \sum_{s'}^{S} ב_{s'} \, p_{s'} \right)^2 \qquad (۹)$$

برای نشان دادن استواری پاسخ، واریانس معادله (۵) نشان دهنده آن است که تصمیم دارای ریسک بالایی است. به عبارت دیگر یک متغیر کوچک در پارامترهای دارای عدم قطعیت می‌تواند سبب تغییرات بزرگ در ارزش تابع اندازه‌گیری شود. λ وزن اختصاص یافته برای واریانس پاسخ است. همانطور که دیده می‌شود یک عبارت درجه دو در معادله (۹) وجود دارد. برای کاهش عملیات کامپیوتری از یک عبارت قدر مطلق بجای عبارت درجه دوم استفاده کرده‌اند که به شرح زیر نشان داده شده است:

$$\sigma(0) = \sum_{S}^{S} ב_s \, p_s + \lambda \sum_{S}^{S} p_s \left| ב_s - \sum_{s'}^{S} ב_{s'} \, p_{s'} \right| \qquad (۱۰)$$

در این تحقیق برخی هزینه‌های بصورت غیر قطعی و تحت سناریو در نظر گرفته شده است. مانند بهینه‌سازی استوار توضیح داده شده در بالا برای این مساله به صورت زیر ارائه می گردد:

با توجه به مدل ریاضی حالا ما باید مدل ریاضی مساله را در قالب مدل ریاضی (مالوی،۱۹۹۵) ارائه دهیم. که تابع هدف مالوی به صورت زبر خواهد بود:

$$Max \sum_{s} P_s \, TC1_s \qquad (۱۱)$$
$$- \lambda_1 \sum_{s} P_s \left| TC1_s - \sum_{s'} P_{s'} \, TC1_{s'} \right|$$
$$- \omega \sum_{s} \sum_{i} \sum_{h} P_s \, \delta_{ihs} \qquad (11)$$
$$\max \sum_{s} P_s \, TC2_s \qquad (۱۲)$$
$$- \lambda_1 \sum_{s} P_s \left| TC2_s - \sum_{s'} P_{s'} \, TC2_{s'} \right|$$
$$- \omega \sum_{s} \sum_{i} \sum_{h} P_s \, \delta_{ihs} \qquad (12)$$

اما تابع هدف فوق بعلت دارا بودن قدر مطلق غیر خطی است و مساله با معرفی دو متغیر جدید q_s ، p_s بصورت زیر به برنامه‌ریزی خطی تبدیل می‌شود. محدودیت $q_s - p_s = TC_s - \sum_{s'} P_{s'} \, TC_{s'}$ به مدل اصلی اضافه می گردد.

$$\max \sum_{s} P_s \, TC1_s + \lambda_1 \sum_{s} P_s \, (q_{11s} + p_{11s}) + \omega \sum_{s} \sum_{i} \sum_{h} P_s \, \delta_{ihs} \qquad (۱۳)$$

$$\max \sum_{s} P_s \, TC2_s + \lambda_1 \sum_{s} P_s \, (q_{21s} + p_{21s}) + \omega \sum_{s} \sum_{i} \sum_{h} P_s \, \delta_{ihs} \qquad (۱٤)$$

محدودیت‌های مساله اصلی

$$\mathbf{q_{1s} - p_{1s} = TC1_s - \sum_{s'} P_{s'} TC1_{s'}} \quad \textbf{(۱۵)}$$

$$\mathbf{q_{1s} - p_{1s} = TC2_s - \sum_{s'} P_{s'} TC2_{s'}} \quad \textbf{(۱۶)}$$

مدل پایدار ارائه شده در بخش قبلی یک مساله برنامه ریزی چند هدفه است. در ابتدا باید مساله را به یک مساله ی معادل با یک تابع هدف تبدیل نماییم . . در اینجا با استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی پارامتری یک رویکرد معمول برای حل مدل‌های چند هدفه می‌توانیم مساله را با یک تابع هدف جایگزین نماییم . بدلیل اینکه دو تابع هدف هم مقیاس نیستند ابتدا آن‌ها را با استفاده از رابطه زیر نرمالیزه می‌نماییم که Z_i^* مقدار بهینه برای هر تابع هدف است. برای مدل بهینه ارائه شده دو تابع هدف با معادله زیر جایگزین شده و منجر به یک هدفه شدن مساله می‌شود. در این تحقیق ما فرض کردیم که دو تابع هدف به صورت Z_1 ، Z_2 نام گذاری شده است. برمبنای روش $LP - metric$ مدل بهینه سازی پایدار مساله تشکیل سلولی پویا برای هر یک از این دو تابع هدف بطور جداگانه حل می‌شود . مدل $LP - metric$ تابع هدف به صورت زیر فرمول بندی می‌شود :

$$\boldsymbol{Min\ Z_3 = \left[\alpha \frac{z_1 - z_1^*}{z_1^*}\right] + (1-\alpha)\frac{z_2 - z_2^*}{z_2^*}} \quad \textbf{(۱۷)}$$

که $0 \leq \alpha \leq 1$ است . ضرایب وزن برای عناصر تابع هدف داده شده در معادله بالا می‌باشد. با استفاده از معادله بالا، مساله را یک هدفه می‌نماییم که به‌راحتی قابل حل می‌باشد.

تجزیه و تحلیل نتایج

در این قسمت جهت بررسی کارایی و صحت مدل به حل مثالی عددی متناسب با شرایط مسائل دنیای واقعی پرداخته شده است. مثال ارائه شده توسط سالور Cplex در سیستمی با مشخصات CUP = Core i5 ۴Ram حل شده است. این مثال شامل ۴ مرکز توزیع بالقوه و ۷ مشتری مطابق جدول است که تقاضاهای مشتریان را با توجه به بیشینه کردن سود حاصله برآورده می‌نمایند. اطلاعات تکمیلی در جدول ۳ ذکر شده است:

جدول۳- مقدار پارامترهای مثال ارائه شده

پارامتر	مقدار	پارامتر	مقدار
I	4	c_{iks}	$U\left(500,800\right)$
J	7	p_{ikcs}	$U\left(800,1000\right)$
K	3	p'_{ikcs}	$U\left(5000,8000\right)$
C	۳	DS_{ijkcs}	$U\left(100,200\right)$
S	3	DM_{ijkcs}	$U\left(10,40\right)$
O_{iks}	$U\left(10,20\right)$	n_{ik}	۱۰
t_{ijks}	$U\left(50,80\right)$	he_{iks}	$U\left(20,50\right)$
t'_{ijks}	$U\left(20,40\right)$	ha_{iks}	$U\left(100,200\right)$
f_{is}	$U\left(10^5,2\times10^5\right)$	h_{iks}	$U\left(5,15\right)$
Re_{is}	$u(0,1)$		

پس از حل مدل با ابعاد ذکر شده در جدول فوق، نتایج حاصله در جدول۴، ارائه شده است. سود حاصل که در واقع برابر با میزان درآمد پس از کسر هزینه‌های سیستم است، برابر با ۱۸۳۹۹۴۰۳ واحد پولی می‌باشد. جدول زیر درآمد و هزینه‌های سیستم را بیان می‌کند.

جدول ٤- درآمد و هزینه‌های سیستم

درآمد فروش تک کالایی	٤٢١٨٩٦٠٠
درآمد فروش بسته‌ای	٣١٨٩١٦٥٠
هزینه تاسیس مرکز توزیع	٣٤٠٠٠٠
هزینه خرید محصولات	٥٢٣٢٣٨٤٠
هزینه حمل و نقل تک کالایی	٢٨٤٨٨٦٠
هزینه حمل و نقل کالا به شکل بسته‌ای	١٤١٢٠٠
هزینه‌های موجودی سیستم	٢٧٩٤٧
مجموع سود حاصله	١٨٣٩٩٤٠٣

زیرا ما باید معیار مبادله یا تعادل را بین توابع هدف مسئله به دست آوریم به همین منظور مسئله را در ۷ بار اجرا یا ۷ سناریو مورد حل قرار گرفت که جواب‌های زیر به دست آمده است.

جدول ٥- سطح تقاضای برآورده شده

سناریو	هزینه ثابت	سطح تقاضای ارضا شده	تقاضای واقعی
۱	۲۷۹۴۷	40	40
۲	۲۷۱۵۰	39	40
۳	۲۹۷۵۰	37	40
۴	۱۳۱۲۰	37	40
۵	۱۲۱۳۰	37	40
۶	۲۰۹۰۰	36	40
۷	۱۸۴۵۶	36	40

تحلیل حساسیت مساله

در این بخش به منظور آگاهی از چگونگی رفتار مدل در مقابل تغییرات پارامترها، مثال بیان شده در قسمت قبل را مورد تحلیل قرار داده و حساسیت مدل نسبت به تابع هدف و نحوه تخصیصات بررسی خواهد شد. بدین منظور حالات مختلفی از مساله عنوان کرده و نتایج مقایسه می‌گردد. انجام تحلیل بر روی رفتار مدل باعث می‌شود تصمیمات مدیران مراکز از

استواری بیشتری برخوردار باشد و برای تغییرات احتمالی برنامه‌ریزی‌های لازم را انجام دهند. پس از حل مساله، تحلیل‌های ارائه شده به شکل زیر خواهد بود:

جدول ٦- محاسبه مقادیر تابع هدف در تحلیل حساسیت با حذف امکان ارسال مستقیم

درآمد فروش تک کالایی	٤٢١٨٩٦٠٠	٤٢١٨٩٦٠٠	–
درآمد فروش بسته‌ای	٣١٨٩١٦٥٠	٣١٨٩١٦٥٠	–
هزینه تاسیس مرکز توزیع	٣٤٠٠٠٠	٣٤٠٠٠٠	–
هزینه خرید محصولات	٥٢٣٢٣٨٤٠	٥٢٣٢٣٨٤٠	–
هزینه حمل و نقل تک کالایی	٢٨٤٨٨٦٠	٢٨٤٨٨٦٠	–
هزینه حمل و نقل کالا به شکل بسته‌ای	٣٥٣١٦٠	١٤١٢٠٠	↖
هزینه‌های موجودی سیستم	٢٧٩٤٧	٢٧٩٤٧	–
مجموع سود حاصله	١٨١٨٧٤٤٣	١٨٣٩٩٤٠٣	↘
قابلیت اطمینان سیستم	٠,٨١	٠,٨١	–

- حذف هزینه‌های کاهش یافته در ارسال مستقیم کالاهای بسته‌ای:

در واقع با حذف این عامل، از ارسال مستقیم کالا به مشتریان جلوگیری شده و باید حتما هزینه‌های عملیاتی مربوط به پردازش کالاها در مرکز توزیع اعمال شود. هزینه‌های سیستم مطابق جدول ۵ است. مشاهده می‌شود که با حذف امکان ارسال مستقیم کالا، که از طریق کاهش هزینه ارسال در مدل بیان شده بود، حاشیه سود کاهش می‌یابد. قابلیت اطمینان سیستم دچار تغییر نمی‌شود.

- حذف سطوح تخفیف در سفارشات به‌همراه حذف امکان ارسال مستقیم کالا با کاهش هزینه‌های ارسال بسته‌ای:

با حذف سطوح تخفیف، تنها نیازهای مشتریان با توجه به میزان سفارش سطح اول تخفیف در نظر گرفته می‌شود. حذف این عامل تاثیر بسیاری بر هزینه‌ها و نیز نحوه تخصیص مشتریان دارد.

جدول ۷-. مقایسه مقادیر توابع هدف در تحلیل حساسیت با حذف سطوح تخفیف

درآمد فروش تک کالایی	٤٢١٨٩٦٠٠	39367480	↘
درآمد فروش بسته‌ای	٣١٨٩١٦٥٠	28904442	↘
هزینه تاسیس مرکز توزیع	٣٤٠٠٠٠	340000	-
هزینه خرید محصولات	٥٢٣٢٣٨٤٠	49445469	↘
هزینه حمل و نقل تک کالایی	٢٨٤٨٨٦٠	2530528	↘
هزینه حمل و نقل کالا به شکل بسته‌ای	١٤١٢٠٠	275267	↙
هزینه‌های موجودی سیستم	٢٧٩٤٧	24144	↘
مجموع سود حاصله	١٨٣٩٩٤٠٣	15656514	↘
قابلیت اطمینان سیستم	٠٫٨١	٠٫٨١	–

مشاهده می‌شود که با حذف سطوح تخفیف و همچنین حذف امکان ارسال مستقیم سفارشات بسته‌ای از طریق کاهش هزینه حمل‌ونقل، کلیه هزینه‌ها تحت تاثیر قرار گرفته و سود نهایی سیستم کاهش می‌یابد. قابلیت اطمینان سیستم دچار تغییر نمی‌شود.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش مدلی ریاضی جهت بهینه‌سازی سیستم توزیع کالا مبتنی بر مدل‌های مکان‌یابی – موجودی با هدف بیشینه‌سازی حاشیه سود بنگاه‌های توزیع کالا با در نظر گرفتن سیاست فروش محصولات به صورت تک‌کالایی و بسته‌ای و همچنین استفاده از تخفیفات چند سطحی ارائه شده است. در واقع میزان فروش محصولات در مراکز توزیع فعال شده تحت تاثیر سیاست‌های فروش به صورت تک کالایی و بسته‌بندی می‌باشد، زیرا که این سیاست‌ها باعث افزایش سطح فروش و نیز از طرفی باعث کاهش هزینه‌های حمل ونقل از طریق ایجاد هماهنگی با سطح مجاز بارانداز در نقاط تقاضا می‌گردد. در این مساله مرکز توزیع فعال شده بازه‌های مختلفی را برای قیمت فروش محصولات خود به مشتریان ارائه می‌نماید که این تخفیفات از یک طرف با افزایش میزان فروش باعث سودآوری بیشتر مراکز شده و از طرف

دیگر با تغییر اندک در قیمت متناسب با حجم سفارش کالا، باعث ایجاد انگیزه در مشتری می‌گردد که با انجام برنامه‌ریزی مناسب باعث افزایش سود مشتری می‌شود. البته اعمال تخفیف باعث از دست رفتن بخشی از درآمد مراکز می‌شود اما تفکر مراکز توزیع برای جبران این میزان سود از دست رفته بدین صورت است که این امر باعث تثبیت مشتریان برای هر مرکز توزیع می‌شود، بطوریکه این مشتریان در بلند مدت همچنان سفارشات خود را از این مرکز توزیع دریافت نموده و به «مشتریان وفادار» تبدیل می‌گردند. با این کار مراکز توزیع در بلند به سطح ثابتی از روند افزایش تقاضا دست خواهند یافت که باعث می‌شود بتوانند برنامه‌ریزی‌های متمرکزی جهت رشد و گسترش دامنه فعالیت خود انجام دهند. همچنین به منظور نزدیک شدن مساله به مسائل دنیای واقعی برخی پارامترهای مساله تحت شرایط عدم قطعیت در نظر گرفته شده‌اند که به منظور حل مساله در این شرایط از رویکرد برنامه‌ریزی استوار استفاده شده است. پس از حل مدل توسط نرم افزار، مکان و تعداد مراکز توزیع فعال شده، نحوه تخصیص مشتریان به این مراکز و در نهایت میزان سفارش اقتصادی هر مرکز مشخص شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

آقایی ، صدقیانی،قربانی زاده ، میکائیلی.(۱۳۹۳).طراحی الگوی زنجیره تامین ناب با استفاده از تکنیک معادلات ساختاری ،فصلنامه علمی و پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی ، سال۱۳، شماره ۳۶،ص ۹۵-۱۱۳.

بهشتی نیا, اکبری.(۱۳۹۴) زمانبندی مجدد زنجیره تأمین سه مرحله‌ای با تمرکز بر یکپارچگی مراحل آن. نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید،دوره ۳، شماره ۶ ،ص ۱۹۱-۲۰۵.

صادقی مقدم، مومنی ، نالچیگر.(۱۳۸۸). برنا مه‌ریزی یکپارچه تأمین، تولید و توزیع زنجیره تأمین با بکارگیری الگوریتم ژنتیک. نشریه مدیریت صنعتی،دوره ۱، شماره ۲،ص ۷۱-۸۸.

ربانی, معنوی زاده, فرشباف و گرانمایه (۲۰۱۵). طراحی چندهدفه زنجیره تأمین با در نظر گرفتن ریسک اختلال تسهیلات، عرضه و تقاضا در شرایط غیر قطعی بودن پارامترهای اقتصادی. مطالعات مدیریت صنعتی, ۱۳(۳۷), ۵-۳۵.

خدابنده ،حجازی، راستی.(۱۳۹۲) یک الگوریتم ژنتیک برای مساله زمانبندی یکپارچه تولید و توزیع با در نظر گرفتن مسیریابی در زنجیره تأمین. نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید، دوره ۱، شماره ۲،ص ۱۶۷-۱۸۱.

جمیلی, نگین, رنجبر. (۱۳۹۳) زمانبندی یکپارچه تأمین، تولید و توزیع در یک زنجیره تأمین. هفتمین کنفرانس بین‌المللی ایرانی تحقیق در عملیات.دانشگاه سمنان.

طاهری ، زندیه ، دری.(۱۳۹۵). طراحی مدل برنامه ریزی دو سطحی در زنجیره تامین غیر متمرکز تولید – توزیع با در نظر گرفتن تبلیغات مشارکتی، فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی – سال ۱۴، شماره ۱۴،ص ۱-۳۸.

ذگردی، مرندی.(۱۳۹۵), یکپارچگی زمانبندی تولید و توزیع در زنجیره تأمین فرآورده‌های لبنی با استفاده از الگوریتم بهبود یافته بهینه‌سازی انبوه ذرات. فصلنامه علمی-پژوهشی مهندسی حمل و نقل.

عادل آذر ، عابدینی ، افسر ، مطلق.(۱۳۹۵).طراحی مدل ترکیبی منبع یابی در زنجیره تامین با بکارگیری فرایند تحلیل شبکه‌های، ویکور و مدل چندهدفه در محیط فازی. فصلنامه علمی و پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی.سال ۱۴،شماره ۴۲،ص ۱-۳۰.

عباس شول ، مقصود امیری ، لعیا الفت و کاوه خلیلی دامغانی (۱۳۹۳) ، طراحی شبکه زنجیره تامین چند دوره ای و چند محصولی با استفاده از روش ترکیبی برنامه ریزی ریاضی چند هدفه و تحلیل پوششی داده‌ها، فصلنامه چشم انداز مدیریت صنعتی – شماره ۱۴ – ص ۱۱۷-۱۳۷.

Bashiri, M. and H. Badri(2010), **A dynamic model for expansion planning of multi echelon multi commodity supply chain**. International Journal of Engineering and Technology,2(1): p. 85.

Bredström, D., et al. (2004), **Supply chain optimization in the pulp mill industry—IP models, column generation and novel constraint branches**. European journal of operational research156(1): p. 2-22.

Bertsimas, D., Pachamanova, D., & Sim, M. (2004), **Robust linear optimization under general norms. Operations Research Letters**, 32(6), 510-516.

Bertsimas, D., & Sim, M. (2004), **The price of robustness**. Operations research, 52(1), 35-53.

Bertsimas, D., & Sim, M. (2004), **Robust discrete opimization and downside risk measures**: Working Paper.

Chopra, S., & Meindl, P. (2007), **Supply chain management. Strategy, planning & operation Das Summa Summarum des Management** (pp. 265-275): Springer.

Deb K, Pratap A, Agarwal S, Meyarivan T. (2002), **A fast and elitist multi-objective genetic algorithm: NSGA-II**. IEEE Transactions on Evolutionary Computation; 6(2):182–97.

Fattahi, M., et al., (2015), **Dynamic supply chain network design with capacity planning and multi-period pricing.** Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 81: p. 169-202.

Gnoni, M., et al., (2003), **Production planning of a multi-site manufacturing system by hybrid modelling**: A case study from the

automotive industry. International Journal of production economics, 85(2): p. 251-262.

García-Arca, J. and J. Carlos Prado Prado, (2008), **Packaging design model from a supply chain approach. Supply Chain Management**: An International Journal, 13(5): p. 375-380.

Mulvey, J. M., Vanderbei, R. J., & Zenios, S. A. (1995), **Robust optimization of large-scale systems.** Operations research, 43(2), 264-281.

Pishvaee, M.S., M. Rabbani, and S.A. Torabi, (2011), **A robust optimization approach to closed-loop supply chain network design under uncertainty**. Applied Mathematical Modelling, 35(2): p. 637-649.

Ryu, J.-H., V. Dua, and E.N. Pistikopoulos, (2004). **A bilevel programming framework for enterprise-wide process networks under uncertainty**. Computers & Chemical Engineering,28(6): p. 1121-1129.

Spitter, J., et al., (2005), **Linear programming models with planned lead times for supply chain operations planning**. European Journal of operational research, 163(3): p. 706-720.

Shen, Z.-J.M., (2005), **A multi-commodity supply chain design problem. IIE Transactions**, 37(8): p. 753-762.

Selvarajah, E. and G. Steiner, (2006). **Batch scheduling in a two-level supply chain—a focus on the supplier**. European Journal of Operational Research, 173(1): p. 226-240.

Sadjady, H. and H. Davoudpour, (2012). **Two-echelon, multi-commodity supply chain network design with mode selection**, lead-times and inventory costs. Computers & Operations Research, 39(7): p. 1345-1354.

Lejeune, M.A., (2006), **A variable neighborhood decomposition search method for supply chain management planning problems**. European Journal of Operational Research, 175(2): p. 959-976.

Schütz, P., A. Tomasgard, and S. Ahmed, (2009**), Supply chain design under uncertainty using sample average approximation and**

dual decomposition. European Journal of Operational Research, 199(2): p. 409-419.

Shankar, B.L., et al., (2013), **Location and allocation decisions for multi-echelon supply chain network–A multi-objective evolutionary approach**. Expert Systems with Applications, 40(2): p. 551-562.

Shen, Z.-J. M., Coullard, C., & Daskin, M. S. (2003), **A joint location-inventory model**. Transportation science, 37(1), 40-55.

Shu, J., Li, Z., Shen, H., Wu, T., & Zhong, W. (2012), **A logistics network design model with vendor managed inventory**. International Journal of Production Economics, 135(2), 754-761.

Wu, T. and K. Zhang, (2014), **A computational study for common network design in multi-commodity supply chains**. Computers & Operations Research, 44: p. 206-213.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فصلنامه علمی – پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی – سال شانزدهم، شماره ۵۱، زمستان ۹۷
صفحات ۳۲۸-۳۰۱

مدلی پویا برای تدوین استراتژی افقی

سید محمد زرگر*

تاریخ دریافت:۹۵/۸/۱۰- تاریخ پذیرش:۹۶/۱۰/۶

چکیده

این مقاله به موضوع تدوین استراتژی افقی می‌پردازد که یکی از بخش‌های ضروری استراتژی سطح بنگاه می‌باشد و مبنای آن اشتراک منابع میان کسب‌وکارها است؛ از اینرو در این تحقیق به منظور تسهیل اتخاذ تصمیمات استراتژیک در سطح بنگاه، مدلی برای ارزیابی فرصت‌های اشتراک منابع میان کسب‌وکارها طراحی شد. در راستای هدف مذکور برای طراحی یک مدل جامع، مرور ادبیات تقریبا جامعی صورت گرفت که متغیرهای استخراج شده از مرور ادبیات و استفاده از تجربه خبرگان صنعت برای تعیین رابطه میان آنها در قالب رویکرد پویایی‌شناسی سیستم منجر به ایجاد یک مدل پویا برای ارزیابی اشتراک منابع شد. این مدل شامل عوامل تأثیرگذار بر فرایند اشتراک منابع و تعاملات میان آنها است که پویایی‌های میان این عوامل را در طول زمان نشان می‌دهد. اعتبار مدل با انجام آزمون‌های اعتبارسنجی در رویکرد پویایی‌شناسی سیستم و با استفاده از شبیه‌سازی‌های کامپیوتری، مورد ارزیابی قرار گرفت که بر اساس نتایج بدست آمده اعتبار مدل برای استفاده در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با اشتراک منابع در شرکت‌های چند کسب‌وکاره تأیید شد.

واژگان کلیدی: استراتژی سطح بنگاه، استراتژی افقی، اشتراک منابع، شرکت‌های چندکسب وکاره، پویایی‌شناسی سیستم

---

*استادیار گروه مدیریت، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران
E- mail: m.zargar@semnaniau.ac.ir

مقدمه

امروزه شاهد رشد روزافزون شرکت‌های چندکسب‌وکاره که با نام‌هایی مانند بنگاه، سازمان مادر، شرکت متنوع‌سازی شده و هلدینگ مورد خطاب قرار می‌گیرند، هستیم؛ بیشتر مدیران عامل این نوع سازمان‌ها هنگام تدوین استراتژی از پاسخ به این سؤال که چه فرایندهای مدیریتی بهترین عملکرد را در کسب‌وکارهای بنگاه ایجاد می‌کند سرباز می‌زنند، زیرا آنها ابزارها و فرایندهای لازم برای پاسخگویی به این سؤال را ندارند. بیشتر فرایندهای برنامه‌ریزی برای استراتژی‌های سطح کسب‌وکار مناسب هستند و چارچوب‌هایی که استراتژیست‌ها برای تدوین استراتژی سطح بنگاه بکار می‌برند نامناسب یا غیرعملی از آب درآمده‌اند (کمپبل و همکاران، ۱۹۹۵؛ خلیلی و زرگر، ۱۳۸۹). اکثر ابزارها و مدل‌هایی که در شرکت‌های چندکسب و کاره برای تدوین استراتژی مورد استفاده قرار می‌گیرد، واحدهای کسب‌وکار را مستقل فرض می‌کنند. از طرف دیگر تدوین استراتژی مناسب برای حداکثر نمودن منافع بنگاه از طریق اشتراک منابع از عهده خود کسب‌وکارها خارج است؛ زیرا کسب‌وکارها ارزش‌های متفاوتی را برای اشتراک منابع قائل هستند و حاضر نیستند برای افزایش منافع کل بنگاه ذره‌ای از منافع خود چشم‌پوشی کنند. واحدهای کسب‌وکاری که بطور مستقل عمل می‌نمایند غالباً قادر نیستند منافع حاصل از پروژه‌های برقراری روابط متقابل میان کسب‌وکارهای داخل بنگاه را در مقایسه با تشکیل ائتلاف با شرکت‌های بیرون از بنگاه بطور کامل درک نمایند و اغلب ترجیح می‌دهند با شرکت‌های مستقلی سروکار داشته باشند که بتوانند کنترل کاملی بر رابطه-شان داشته باشند و از توجه به این نکته غافل می‌مانند که در اشتراک منابع میان کسب وکارهای داخل بنگاه تمامی منافع به بنگاه تعلق می‌گیرد، اما در دستیابی به روابط متقابل از طریق ائتلاف با شرکت‌های بیرونی برخی از منافع می‌بایست با شرکای ائتلاف تقسیم گردد. اشتراک منابع میان کسب‌وکارهای یک شرکت چند کسب‌وکاره می‌تواند موجب ایجاد مزیت‌های رقابتی چشمگیری برای کسب‌وکارهای آن گردد و سودآوری بنگاه را افزایش دهد؛ اما شرط لازم برای تحقق این امر وجود مدلی برای ارزیابی منافع و هزینه‌های حاصل از اشتراک منابع می‌باشد. آنچه از جستجو در ادبیات مربوط به موضوع تدوین استراتژی در

سطح بنگاه برمی‌آید این است که ابزار و مدل مناسبی برای ارزیابی اشتراک منابع میان کسب‌وکارها و تدوین استراتژی افقی[1] در بنگاه‌ها وجود ندارد؛ و با توجه به گفته پورتر (۱۹۸۵) که «بدون استراتژی افقی هیچ منطق قانع‌کننده‌ای برای وجود یک شرکت متنوع-سازی شده وجود ندارد»، اهمیت این موضوع از اینجا ناشی می‌شود که کسب‌وکارهای یک بنگاه باید قادر باشند تا با شناسایی و بهره‌برداری از فرصت‌هایی که عضوی از کسب‌وکارهای یک بنگاه بودن برای آنها ایجاد می‌کند، ارزشی بیشتر از حالتی که می‌توانستند به طور مستقل فعالیت کنند، خلق نمایند.

با جمع‌بندی مطالب فوق می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که بررسی تأثیر اشتراک منابع میان کسب‌وکارها باید یکی از ارکان اصلی تصمیم‌گیری در سطح بنگاه باشد و در اختیار داشتن مدلی که قادر باشد با انجام یک بررسی همه جانبه امکان بهره‌برداری از اشتراک منابع میان کسب‌وکارهای یک شرکت چند کسب‌وکاره را فراهم سازد، ضروری به نظر می‌رسد. لذا در مقاله حاضر قرار است مدلی طراحی شود که بتواند پویایی‌های موجود در روابط متقابل میان کسب‌وکارهای یک شرکت چندکسب‌وکاره را نشان دهد و به مدیران آنها در تدوین استراتژی افقی کمک نماید.

پیشینه نظری

تعریف استراتژی افقی

«استراتژی افقی مجموعه‌ای از اهداف مرتبط، بلندمدت و برنامه‌های اجرایی است که هدف غایی آن شناسایی و بهره‌برداری از روابط متقابل میان رشته‌های کاری مجزا و در عین حال به هم مرتبط می‌باشد» (هکس و مجلوف،۱۹۹۶: ۳۳۹). هدف از تدوین استراتژی افقی توسعه روابط متقابلی است که منجر به ایجاد مزیت رقابتی برای کسب‌وکارهای یک بنگاه می‌شود (پورتر، ۱۹۸۵: ۳۱۹؛ انساین[2]، ۱۹۹۸، ۲۰۰۴). در این مقاله استراتژی افقی به عنوان مجموعهٔ تصمیمات و اقداماتی تعریف می‌شود که هدف غایی آن بهره‌برداری و ایجاد مزیت رقابتی از

[1] Horizontal strategy
[2] Ensign

طریق اشتراک منابع محسوس و نامحسوس میان کسب‌وکارهای یک بنگاه چند کسب‌وکاره می‌باشد.

سطوح اشتراک منابع

براساس تقسیم‌بندی منابع سازمان به منابع محسوس و نامحسوس، اشتراک منابع میان کسب‌وکارهای یک شرکت چند کسب‌وکاره را می‌توان در دو سطح اشتراک منابع محسوس و نامحسوس مورد بررسی قرار داد. هر دو سطح اشتراک منابع به عنوان بخشی از جریان عملیات سازمان به وقوع می‌پیوندد اما منابع و الزامات متفاوتی را دربرمی‌گیرند. هنگامی که دو واحد کسب‌وکار وظیفه یا فرایندی را بطور مشترک انجام می‌دهند، معمولاً بخشی از منابع محسوس خود را به اشتراک می‌گذارند و هنگامی که دانش فنی یا اطلاعات خود را به اشتراک می‌گذارند، اشتراک منابع نامحسوس انجام گرفته است (انساین، ۲۰۰۴).

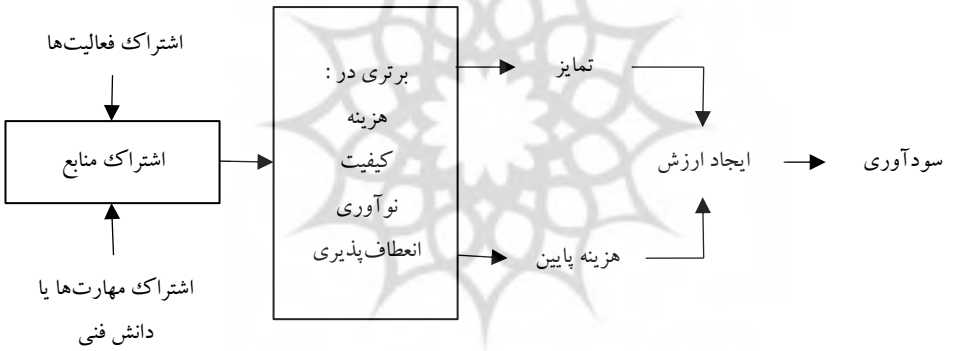
مزیت رقابتی از دیدگاه مبتنی بر منابع

دیدگاه مبتنی بر منابع شرکت را متشکل از مجموعه‌ای از دارایی‌های محسوس و نامحسوس قلمداد می‌کند که این دارایی‌ها در صورت وجود قابلیت‌های مناسب برای استفاده از آنها، شایستگی‌های بارز شرکت را به وجود می‌آورند، و این شایستگی‌ها با شکل‌دهی استراتژی‌های سازمان موجبات دستیابی به مزیت رقابتی و در نتیجه سودآوری را فراهم می‌سازند (هیل و جونز، ۲۰۰۴).

دیدگاه مبتنی بر منابع پیشنهاد می‌کند که منابع داخلی شرکت در درجه اول به سمت ایجاد مزیت رقابتی پایدار رانده شوند. استدلال این دیدگاه بر دو فرض کلیدی متکی است: اول اینکه شرکت‌های یک صنعت با توجه به منابعی که در دسترس دارند، ناهمگن هستند، این یعنی هر شرکت دارای مجموعه منحصر به فردی از منابع است و فرض دوم اینکه منابع ناقص جابجا می‌شوند (کول و همکاران، ۲۰۱۶).

دیدگاه مبتنی بر منابع بیان می‌کند که مزیت رقابتی پایدار شرکت‌ها ناشی از منابعشان است که این منابع باید کمیاب و باارزش بوده و تقلید و کپی کردن از آن سخت یا غیرممکن باشد و جایگزینی برای آن وجود نداشته باشد (برومیلی و راوو، ۲۰۱۶).

همانطوری که در شکل ۱ نشان داده شده است روابط متقابل میان کسب‌وکارهای یک شرکت چند کسب‌وکاره می‌تواند منجر به ایجاد مزیت رقابتی برای کسب‌وکارها از طریق تأثیر بر هزینه، کیفیت، نوآوری و انعطاف‌پذیری آنها گردد؛ این روابط متقابل که می‌تواند در قالب روابط متقابل محسوس یعنی انجام مشترک فعالیت‌ها و یا روابط متقابل نامحسوس یعنی به اشتراک گذاشتن مهارت‌ها یا دانش فنی میان کسب‌وکارها باشد با تأثیرگذاری بر ابعاد مزیت رقابتی می‌تواند منجر به افزایش تمایز یا پایین آوردن هزینه کسب‌وکارها و در نتیجه آن ایجاد ارزش و افزایش سودآوری کسب‌وکارهای مربوطه گردد.



شکل ۱: ایجاد ارزش از طریق روابط متقابل میان کسب‌وکارها (منبع: نویسنده)

روابط متقابل و مزیت رقابتی پایدار از دیدگاه مبتنی بر منابع

در مقابل دیدگاه موضع‌یابی پورتر که بر نقش محیط و صنعت برای کسب موضع رقابتی تأکید می‌کرد، دیدگاه مبتنی بر منابع مطرح گردید که منابع داخلی سازمان را عامل اصلی کسب مزیت رقابتی قلمداد می‌کرد. بررسی و تجزیه و تحلیل محیط خارجی برای کشف

فرصت‌ها و تهدیدها به تنهایی نمی‌تواند موجب برتری رقابتی شرکت‌ها گردد. مدیرانی که برنامه‌ریزی استراتژیک انجام می‌دهند باید به داخل خود شرکت نیز توجه کنند تا بتوانند عوامل استراتژیک داخلی یا همان نقاط قوت و ضعفی که احتمالاً تعیین می‌کنند آیا شرکت قادر خواهد بود از فرصت‌ها بهره گیرد و به طور همزمان از تهدیدها دوری گزیند را شناسایی کنند (ویلن وهانگر، ۲۰۱۲: ۱۳۸). اگرچه منابع غالباً به صورت داخلی توسعه می‌یابند اما از طریق به اشتراک گذاشته شدن آنها میان کسب‌وکارهای یک شرکت چند کسب‌وکاره نیز می‌توان به مزیت رقابتی دست یافت. بر همین اساس می‌توان هدف استراتژی افقی را خلق ارزش از طریق اشتراک منابع میان کسب‌وکارهای یک شرکت چند کسب‌وکاره دانست. از آنجاییکه شرکت‌های چند کسب‌وکاره با کسب‌وکارهای مختلف در بازارها و نقاط جغرافیایی متفاوتی به فعالیت می‌پردازند این امکان را دارند تا با اشتراک منابع میان کسب‌وکارهایش در هزینه‌های آنها صرفه‌جویی نمانید و یا موجبات تمایز آنها از رقبایشان را فراهم سازند.

کوین[1] (۱۹۸۶) بیان می‌کند برای داشتن مزیت رقابتی پایدار مشتریان باید تفاوت‌هایی را میان محصول شرکت موردنظر و رقبایش تشخیص دهند که این تفاوت‌ها به دلیل منابعی که شرکت دارد ولی رقبایش ندارد ایجاد شده باشد.

بارنی و هسترلی (۲۰۱۰) نیز، چارچوب VRIO[2] را به منظور بررسی اینکه آیا یک منبع یا قابلیت در سازمان منجر به ایجاد مزیت رقابتی پایدار می‌شود یا خیر ارائه کرد. در چارچوب VRIO برای تعیین توان بالقوه رقابتی یک منبع یا قابلیت چهار سؤال می‌بایست پرسیده شود:

۱- سؤال مربوط به ارزش: آیا این منبع سازمان را قادر می‌سازد تا از یک فرصت محیطی بهره‌برداری نماید و یا یک تهدید محیطی را خنثی نماید؟

۲- سؤال مربوط به کمیابی: آیا این منبع در اختیار تعداد اندکی از شرکت‌های رقیب می‌باشد؟

1 Coyne
2 Valuable, Rare, Imitate, Organized

۳- سؤال مربوط به تقلیدپذیری: آیا شرکت‌های فاقد این منبع در دستیابی به آن با عدم مزیت هزینه‌ای مواجه هستند؟

۴- سؤال مربوط به سازماندهی: آیا سایر سیاست‌ها و رویه‌های شرکت در جهت حمایتِ بهره-برداری از باارزش بودن، کمیاب بودن و هزینه‌بر بودن تقلید این منبع، سازماندهی شده است؟ (بارنی و هسترلی، ۲۰۱۰: ۸۱).

در اینجا نیز قرار است نقش روابط متقابل میان کسب و کارها در ایجاد مزیت رقابتی پایدار بررسی شود؛ لذا برای بررسی پایدار بودن مزیت رقابتی حاصل از روابط متقابل میان کسب-وکارها، توان رقبا در خنثی‌سازی مزیت رقابتی ایجاد شده با توجه به کمیابی منابع به اشتراک گذاشته شده و دشواری تقلید این روابط متقابل، بررسی می‌شود.

هزینه‌های برقراری روابط متقابل

«روابط متقابل همیشه مستلزم هزینه است، زیرا واحدهای کسب‌وکار را ملزم می‌کند که رفتارشان را به شیوه‌های مختلفی تعدیل کند» (پورتر، ۱۹۸۵: ۳۳۱). هزینه‌های تحقق هم‌افزایی حاصل از برقراری روابط متقابل شامل هزینه‌های مستقیم: هزینه‌های هماهنگی و کنترل و هزینه‌های غیرمستقیم: هزینه‌های سازش و عدم‌انعطاف‌پذیری است (کمپبل و گولد، ۱۹۹۸: ۵۵).

هزینه‌های هماهنگی[1]: واحدهای کسب‌وکار برای برقراری اشتراک منابع باید در زمینه‌هایی مثل زمان‌بندی، تعیین اولویت‌ها و حل‌وفصل مسأله هماهنگ شوند (پورتر ۱۹۸۵: ۳۳۱). هزینه‌ها می‌تواند در قالب زمان اختصاص یافته مدیران و پیاده‌سازی و نگهداری از سیستم‌های فناوری اطلاعات باشد. زمان مورد نیاز برای هماهنگی ممکن است چشمگیر باشد

هزینه‌های کنترل[2]: ایجاد روابط متقابل میان کسب‌وکارها منجر به ایجاد وابستگی‌های متقابل این کسب‌وکارها به یکدیگر می‌شود (پورتر، ۱۹۸۵: ۳۳۱). این وابستگی ابهاماتی در ارزیابی-های مدیران بنگاه از عملکرد هر یک از کسب‌وکارها به وجود می‌آورد. لذا مسئولین کنترل

1 Coordination costs
2 Controlling costs

عملکرد کسب‌وکارها در سطح بنگاه باید زمان بیشتری به ارزیابی عملکرد کسب‌وکارها اختصاص دهند. این امر به نوبه‌ی خود هزینه‌های کنترل را افزایش می‌دهد.

هزینه سازش[1]: تحقق روابط متقابل ممکن است مستلزم آن باشد که انجام فعالیت‌هایی را به شیوه‌ای که برای هیچکدام از دو واحد کسب و کار مربوطه بهینه نباشد، ضروری کند (پورتر، ۱۹۸۵: ۳۳۲). برای مثال، مشارکت در ساخت قطعه‌ای ممکن است مستلزم آن باشد که طراحی قطعه مورد نظر دقیقاً مطابق با نیازهای یک واحد کسب و کار از آب درنیاید زیرا باید نیازهای واحد کسب و کار دیگر را نیز برآورده نماید. پورتر تفاوت میان استراتژی‌های کسب و کارها را مهمترین عامل ایجاد هزینه‌های سازش معرفی می‌کند (پورتر، ۱۹۸۵: ۳۳۲). "به نظر گولد و کمپبل میزان هزینه‌های سازش با افزایش تفاوت‌ها در عوامل کلیدی موفقیت، فعالیت‌های اصلی و ترجیحات مشتری، افزایش می‌یابد" (کانل، ۲۰۰۸: ۱۷).

هزینه‌های عدم انعطاف‌پذیری[2]: وابستگی‌های متقابل میان کسب‌وکار که از روابط متقابل میان آنها ناشی می‌شود ممکن است انعطاف‌پذیری کسب‌وکارها و بنگاه را کاهش دهد (پورتر، ۱۹۸۵ : ۳۳۴). عدم انعطاف پذیری دو شکل دارد: ۱- مشکلات بالقوه کسب و کار در پاسخگویی به حرکت‌های رقابتی و تغییرات محیطی، ۲- موانع خروج از یک کسب و کار که برای بنگاه در نتیجه روابط متقابل میان کسب و کارها ایجاد می‌شود. روابط متقابل میان کسب‌وکارها در یک بنگاه در صورتی منجر به ایجاد مزیت رقابتی پایدار می‌شود که مزیت حاصل از برقراری این رابطه متقابل بیشتر از هزینه آن باشد و تقلید کردن آن توسط رقبا نیز دشوار باشد (پورتر، ۱۹۸۵: ۳۳۴).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پیشینه تجربی

ویلاسالرو در سال ۲۰۱۶ در پژوهشی با استفاده از رویکرد مبتنی بر منابع به شناخت دانش مرتبط در شرکت‌های متنوع‌سازی شده پرداخت. او بیان کرد که رقابت‌پذیری شرکت‌های متنوع‌سازی شده به توانایی آنها در بهره‌برداری از دانش مرتبط با استفاده از فرایندهای انتقال

1 Cost of compromise
2 Costs of inflexibility

دانش در داخل شبکه سازمانی وابسته است. هم‌چنین بیان کرد که بیشتر مطالعات موجود به جای تمرکز بر جریان دانش میان بخش‌های کسب‌وکار، بر دانش بالقوه در سطح شرکت متمرکز شده‌اند. در نتیجه مدیریت جریان دانش در میان شبکه دانش شرکت، در شرکت‌های متنوع‌سازی شده، بسیار کم است. در این تحقیق تلاش شده است تا این شکاف تحقیقاتی با مشخص و جدا کردن چهار نقش دانش در شرکت‌های مرتبط به هم و تجزیه‌وتحلیل نتایج نسبی عملکرد آنها از بین برود. بر اساس یک نمونه از ۱۱۶ تقسیم‌بندی محصول در شرکت متنوع‌سازی شده، بخش‌هایی که نقش ارائه دهندهٔ دانش را داشتند از بخش‌های دیگر بهتر بودند و بخش‌هایی که نقش دریافت دانش را داشتند از تخصیص منابع داخلی سودی نمی-بردند.

فولت و همکاران در سال ۲۰۱۶ در پژوهشی میزان استقرار منابع و استراتژی شرکتی را که به بررسی یک توجیه نسبتا جدید برای چگونگی ایجاد ارزش در شرکت‌های چند کسب‌وکاره و داشتن انعطاف‌پذیری در تخصیص منابع غیرمالی در میان کسب‌وکارها می‌پردازد را معرفی می‌کند. در این مقاله مشخص می‌شود که نظریه‌های انعطاف‌پذیری در تخصیص منابع با تئوری‌های ایجاد ارزش در شرکت‌های چندکسب‌وکاره متفاوت است. در این مقاله ابتدا به بررسی مقالات دیگر در این زمینه پرداخته شده است و سپس نظرات نویسنده در این خصوص بیان شده است.

فیورنتینو و گرازلا در سال ۲۰۱۴ در مقاله‌ای به بررسی استفاده و اثربخشی مدلهای ارزیابی هم‌افزایی در ادغام پرداختند. این مقاله به بررسی بحث‌های جاری در مورد هم افزایی و مدلهای ارزش‌گذاری در مطالعات حسابداری و مالی می‌پردازد.

آنها بیان می‌کنند که یک توافق قوی در مورد استفاده همزمان از چند مدل به عنوان مدل‌های کنترل وجود دارد و اثربخشی هم‌افزایی بیشتر بستگی به مسیر ارزیابی و فرایند ارزیابی نسبت به مدل‌های استفاده شده دارد. یافته‌های این تحقیق نشان داد که باید به شرکتها در خصوص خطرات بالقوه تخمین‌های نادرست هم‌افزایی هشدار داد و در عین حال پیشنهاد می‌شود برای

موفقیت در ادغام‌ها از مدل‌های ارزیابی اثربخش هم‌افزایی استفاده گردد. این مقاله اولین بررسی جامع مدلهای ارزیابی هم‌افزایی در ادغام‌هاست.

ویس در سال ۲۰۱۶ ارتباط میان متنوع‌سازی کردن شرکت و عملکرد را بررسی کرد و بیان کرد این ارتباط دانشمندان را برای دهه‌های آینده دچار تردید کرده است. مطالعات تجربی بسیار زیاد و تحلیل‌های مختلف نتایج متفاوتی را بیان می‌کند اما یک درک کلی و مشترک وجود دارد که متنوع‌سازی کردن مرتبط، منجر به بهبود عملکرد می‌شود. منطق اصلی این یافته این است که وابستگی سبد کسب‌وکارهای شرکت به شرکت این اجازه را می‌دهد تا با به اشتراک‌گذاری منابع به هم‌افزایی برسد.

هیروآکی تاکااکا در سال ۲۰۱۱ با بررسی نظریات مربوط به هم‌افزایی و استراتژی افقی یک فرایند هفت مرحله‌ای برای ایجاد و بکارگیری استراتژی افقی در شرکت‌های چند کسب‌وکاره ارائه کرده‌اند. این مراحل عبارتند از: ۱- آگاهی از واقعیت موجود که با بررسی همکاری‌های افقی میان کسب‌وکارها حاصل می‌شود. ۲- تشخیص روابط متقابل بالقوه که با بررسی همپوشانی زنجیره‌های ارزش کسب و کارها مشخص می‌شود. ۳- اولویت‌بندی روابط شناسایی شده، ۴- تعیین رسالت، ۵- تعیین اهداف و شاخص‌ها، ۶- سازمان دهی، ۷- نظارت کردن و تنظیم دقیق روابط متقابل.

سباستین کانل در سال ۲۰۰۸ در پژوهش خود بیان کرده است که چه نوع هم‌افزایی‌هایی میان کسب‌وکارهای بنگاه‌ها امکان‌پذیر است و چگونگی رسیدن به رشد سودآور بنگاه از طریق همکاری میان کسب‌وکارها در شرکت‌های چند کسب‌وکاره را تشریح کرده است.

گرهارد بنکه در سال ۲۰۰۶ طی پژوهشی به این سوال پاسخ داده است که چه نوع تئوری فرایند محور کل‌نگر و عملی تضمین خواهد کرد که یک شرکت متنوع سازی شده جهانی، هم افزایی بهینه‌ای را میان کسب‌وکارش مستقر کند.

پرسکات انساین در سال ۲۰۰۴ در مقاله‌ای، درک صحیح از منابع سازمان را محور اصلی تشخیص چگونگی بدست آوردن ارزش از طریق اشتراک فعالیت‌ها، مهارتها، دانش فنی میان واحدهای سازمانی معرفی می‌کند و برای درک بهتر از اشتراک منابع و روابط متقابل میان

کسب‌وکارهای بنگاه سه تفسیر از منابع و اشتراک منابع ارائه می‌دهد. وی تاکید می‌کند که استراتژی‌های افقی باید به عنوان شیوه‌ای برای ترکیب منابع تکنولوژیکی و انسانی به منظور منتفع ساختن کل شرکت نگریسته شود.

روش پژوهش

رویکرد مورد استفاده در این پژوهش، پویایی‌شناسی سیستم است که روشی برای توصیف کیفی، اکتشاف و تجزیه و تحلیل سیستم‌های پیچیده است. اهمیت بکارگیری رویکرد پویایی-شناسی سیستم در آن است که در دنیای واقعی رفتار پدیده‌ها در اثرتعامل میان مجموعه‌ای از عناصر شکل می‌گیرد (ارگان و همکاران، ۲۰۰۱) . تفکر و شیوه‌ی پویایی‌شناسی سیستم نوعی روش‌شناسی و شبیه‌سازی و مدل‌سازی رایانه‌ای برای تعیین چارچوب، فهم، درک و بحث درباره بعضی موضوعات و مسائل پیچیده مدیریتی، صنعتی، اجتماعی و حتی پزشکی است. سیستم‌های پویا یک جنبه از نظریه سیستم‌ها است و به عنوان روشی برای فهم رفتار پویا و مستمر در سیستم‌های پیچیده به کار می‌رود (محقر و همکاران، ۱۳۹۲).

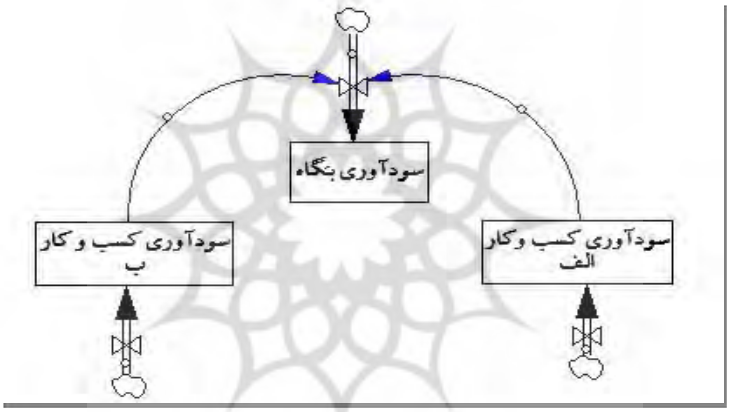
برای بررسی یک موضوع پیچیده و پویا مراحل زیر در نظر گرفته میشود: ۱) بیان مسئله، ۲) تدوین فرضیه‌های پویای مدل، ۳) تدوین مدل شبیه‌سازی ، ۴) تست مدل، ۵) طراحی گزینه-های بهبود سیستم و ارزیابی آن (استرمن، ۲۰۰۰: ۸۶).

پس از مرور مبانی نظری متغیرهای تأثیرگذار در تدوین استراتژی افقی، استخراج شد و به تأیید خبرگان رسید. در این مقاله خبرگان تحقیق، شامل ۱۰ نفر از مدیران و کارشناسان برنامه‌ریزی استراتژیک در شرکت‌های چندکسب‌وکاره با تحصیلات حداقل فوق لیسانس و حداقل ۱۵ سال سابقه کار در شرکت‌های چندکسب‌وکاره بودند. پس از طراحی مدل، با استفاده از نظرات خبرگان روابط بین متغیرها تعیین و مدل کمی‌سازی شد.

یافته‌های پژوهش

مدل پیشنهادی برای تدوین استراتژی افقی

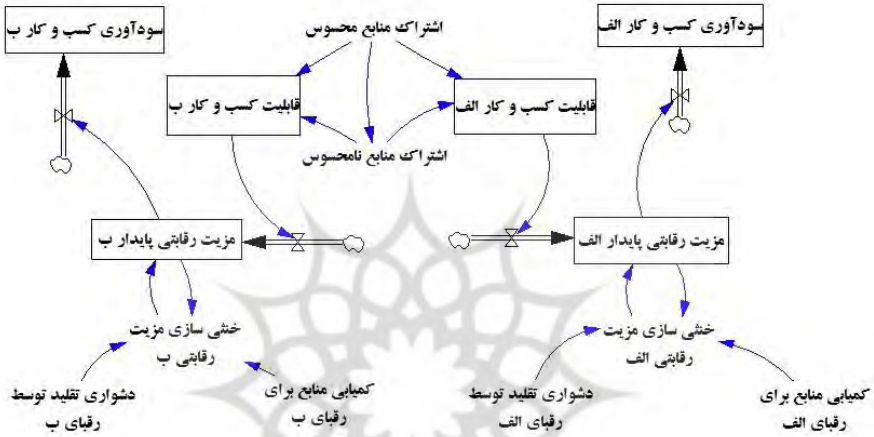
سودآوری کل بنگاه تابعی از مجموع سود کسب‌وکارهای آن می‌باشد، همانطوری که در شکل ۲ قسمتی از مدل ارائه شده نشان داده شده است با فرض اینکه بنگاه مذکور دارای دو واحد کسب الف و ب است. سطح سودآوری بنگاه تابعی از میزان سودآوری کسب‌وکار الف و ب می‌باشد، لازم به ذکر است که اشتراک منابع میان کسب‌وکارها ممکن است منجر به کاهش سودآوری در یکی از کسب‌وکارها و افزایش سودآوری در دیگری گردد؛ بنابراین مبنای تدوین استراتژی افقی و تصمیم‌گیری در خصوص اشتراک منابع برآیند سود یا زیان حاصل از اشتراک منابع برای کسب‌وکارها می‌باشد.



شکل ۲ : تأثیر سودآوری کسب‌وکارها بر سودآوری بنگاه

همانطوری که قبلاً توضیح داده شد در رویکرد مبتنی بر منابع، می‌توان اشتراک منابع میان کسب‌وکارها را در قالب اشتراک منابع محسوس و اشتراک منابع نامحسوس مورد بررسی قرار داد که اشتراک منابع محسوس به اشتراک فعالیت‌ها یا منابع میان کسب‌وکارهای یک شرکت چند کسب‌وکاره اطلاق می‌شود و منظور از اشتراک منابع نامحسوس انتقال دانش فنی و مهارت‌ها میان کسب‌وکارها می‌باشد. همانطوری که در شکل ۳ مشاهده می‌شود اشتراک منابع محسوس و نامحسوس با تأثیر بر قابلیت‌های کسب‌وکارها که در مدل پیشنهادی هزینه،

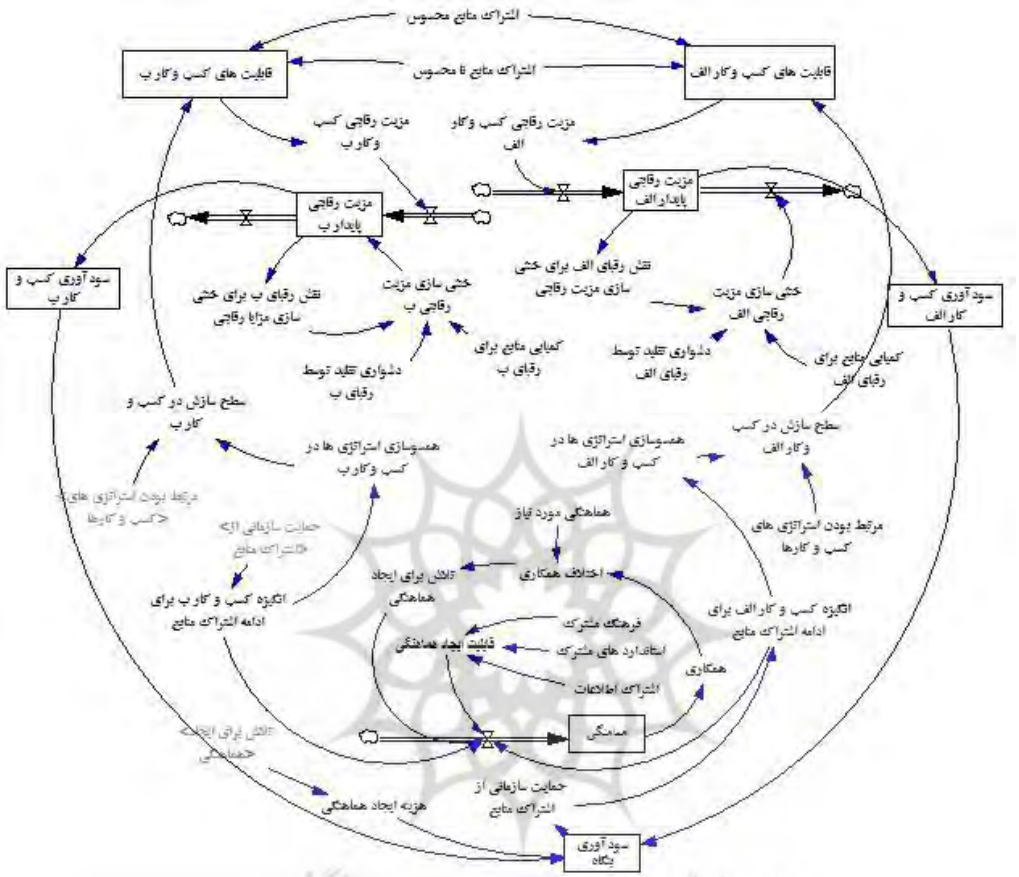
کیفیت، نوآوری و انعطاف‌پذیری درنظر گرفته شده است، منجر به ایجاد مزیت رقابتی می‌گردد. اما با دستیابی یک کسب‌وکار به مزیت رقابتی، رقبای آن بیکار نمی‌نشینند و سریعاً درصدد خنثی نمودن مزیت رقابتی حاصل برمی‌آیند که براساس دیدگاه مبتنی بر منابع در صورت دشواری تقلید و کمیاب بودن شرایط به وجودآورندهٔ آن، در این امر ناکام می‌مانند و مزیت رقابتی حاصل مزیت رقابتی پایدار محسوب می‌شود که می‌تواند منجر به افزایش سودآوری کسب‌وکار مربوطه گردد (بارنی و هسترلی، ۲۰۱۰).



شکل ۳ : تأثیر اشتراک منابع بر سودآوری کسب‌وکارها

برقراری هرگونه اشتراک منابع ممکن است منجر به ایجاد سطحی از سازش در کسب‌وکارها گردد؛ یعنی فعالیت‌های به اشتراک گذاشته شده بگونه‌ای انجام شوند که برای هیچکدام از واحدهای کسب‌وکار بهینه نباشد که این امر بر قابلیت‌های کسب‌وکارها تأثیر منفی دارد اما این سطح سازش با تغییر در استراتژی‌ها و رویه‌های کسب‌وکارها که می‌تواند در نتیجه افزایش انگیزه برای ادامه اشتراک منابع کاهش یابد. افزایش یا کاهش سودآوری کسب‌وکارها و حمایت‌های سازمانی از اشتراک منابع می‌تواند منجر به تغییر در انگیزه برای ادامه اشتراک منابع گردد؛ همچنین انگیزه برای ادامه اشتراک منابع منجر به افزایش سرعت هماهنگ شدن کسب‌وکارها در اشتراک منابع و در نتیجه کاهش هزینه‌های هماهنگی میان

کسب‌وکارهای درگیر در اشتراک منابع می‌گردد. تأثیر این عوامل بر روی هم در شکل ۴ نشان داده شده است.



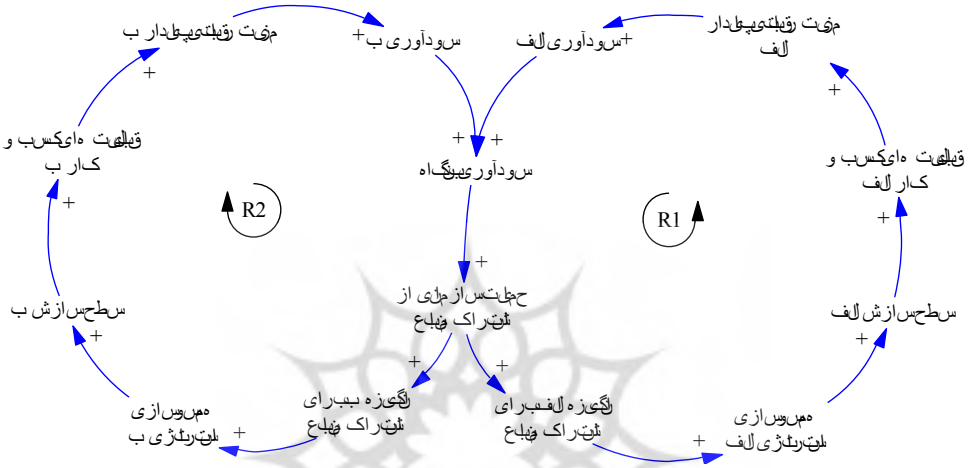
شکل ٤: چگونگی تأثیر اشتراک منابع بر سودآوری بنگاه

حلقه‌های مدل

حلقه ارتباط سودآوری بنگاه با سطح سازش

همان طوری که در شکل ۵ نشان داده شده، متغیرهای تشکیل‌دهنده این دو حلقه با هم ارتباط مستقیم دارند. برای مثال افزایش سودآوری بنگاه منجر به حمایت بیشتر مدیران ارشد بنگاه از اشتراک منابع می‌شود؛ این حمایت که در قالب ارائه مشوق‌هایی به کسب‌وکارها برای ادامه اشتراک منابع است، انگیزه کسب‌وکارها را برای ادامه اشتراک منابع افزایش می‌دهد و منجر

به انجام سازماندهی مجدد و همسوسازی استراتژی‌های کسب‌وکارها برای بهره‌برداری حداکثری از اشتراک منابع می‌شود؛ این همسوسازی استراتژی‌ها باعث کاهش تعارض‌ها و سطح سازش در کسب‌وکارهای درگیر در اشتراک منابع می‌شود که حاصل آن افزایش قابلیت‌های رقابتی آن‌ها است؛ در نتیجه مزیت رقابتی پایدار و در نهایت سودآوری کسب‌وکارها افزایش می‌یابد.

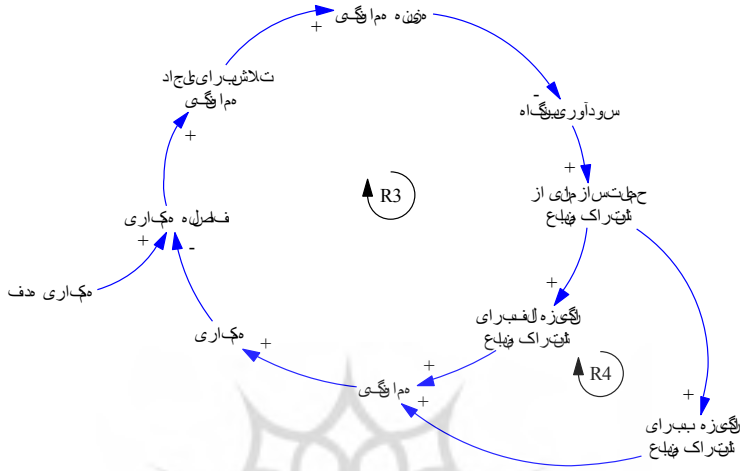


شکل ۵: حلقه ارتباط سودآوری بنگاه با سطح سازش

حلقه ارتباط سودآوری بنگاه با هزینه‌های هماهنگی

همان طور که در شکل شماره ۶ مشاهده می‌شود افزایش سودآوری بنگاه منجر به حمایت بیشتر مدیران ارشد بنگاه از اشتراک منابع می‌شود؛ این حمایت که در قالب ارائه مشوق‌هایی به کسب‌وکارها برای ادامه اشتراک منابع است، باعث افزایش انگیزه کسب‌وکارها برای ادامه اشتراک منابع و یادگیری چگونگی انجام هماهنگ آن می‌شود که منجر به افزایش هماهنگی می‌گردد، افزایش هماهنگی، سطح همکاری میان کسب‌وکارها را افزایش خواهد داد که حاصل آن کاهش فاصله سطح همکاری با همکاری مورد انتظار است؛ هر چقدر فاصله سطح همکاری فعلی با سطح مورد انتظار همکاری کمتر شود به تلاش کمتری برای ایجاد هماهنگی

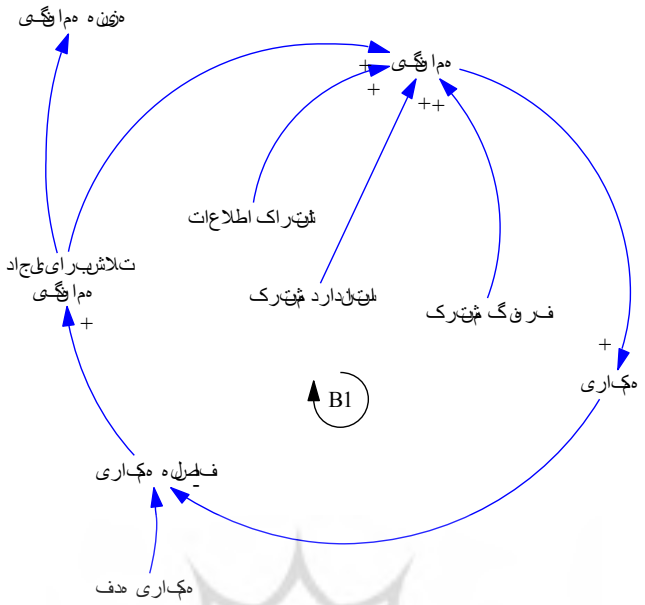
نیاز است و در نتیجه هزینه هماهنگی کاهش می‌یابد و کاهش هزینه‌های هماهنگی منجر به افزایش سودآوری بنگاه می‌گردد.



شکل ٦: حلقه ارتباط سودآوری بنگاه با هزینه‌های هماهنگی

حلقه ایجاد هماهنگی

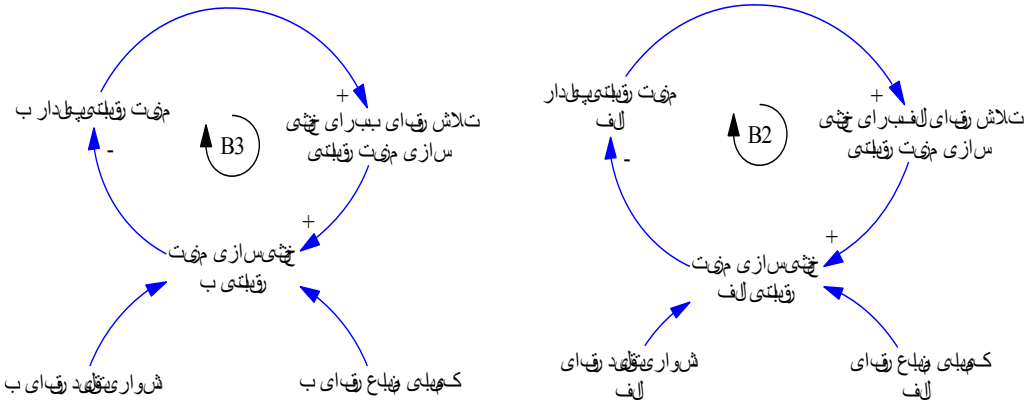
همان طوری که در شکل ۷ نشان داده شده‌است، افزایش فرهنگ مشترک، استانداردهای مشترک و اشتراک اطلاعات باعث افزایش سطح هماهنگی در اشتراک منابع میان کسب‌وکارهای یک بنگاه می‌شود، با افزایش هماهنگی میان کسب‌وکارها سطح همکاری میان کسب‌وکارها افزایش می‌یابد و در نتیجه فاصله بین سطح همکاری فعلی میان کسب‌وکارها و سطح همکاری مورد انتظار کمتر می‌شود، با کاهش فاصله سطح فعلی همکاری و سطح مورد انتظار به تلاش کمتری برای ایجاد هماهنگی نیاز است؛ این حلقه نشان‌دهنده چگونگی دستیابی به تعادل میان سطح هماهنگی و همکاری مورد انتظار است.



شکل ۷: حلقه ایجاد هماهنگی

حلقه ایجاد مزیت رقابتی پایدار

با دستیابی واحدهای کسب‌وکار به مزیت رقابتی از طریق اشتراک منابع رقبایشان نیز بیکار نمی‌مانند و درصدد خنثی کردن مزیت رقابتی حاصل شده بر می‌آیند؛ همان طوری که در شکل ۸ نشان داده شده است هرچقدر مزیت رقابتی ایجاد شده در کسب‌وکارها افزایش یابد، تلاش رقبایشان برای خنثی کردن آن بیشتر می‌شود؛ براساس دیدگاه مبتنی بر منابع در صورت دشواری تقلید و کمیاب بودن شرایط بوجود آورنده آن، در این امر ناکام می‌مانند و مزیت رقابتی حاصل مزیت رقابتی پایدار محسوب می‌شود و می‌تواند منجر به افزایش سودآوری کسب و کارهای مربوطه گردد.



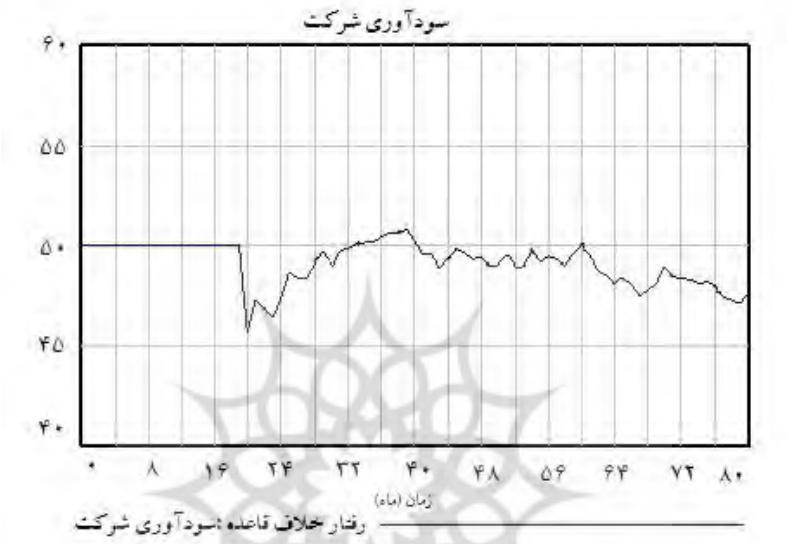
شکل ۸: حلقه ایجاد مزیت رقابتی پایدار

اعتبارسنجی مدل

هدف نهایی فرآیند اعتبارسنجی در پویایی‌شناسی سیستم‌ها، اطمینان از صحت رفتار ساختاری مدل در عین توجه به فرآیند مدل‌سازی است. این موضوع کلیدی و مهم است؛ چرا که هدف نهایی مدل‌های پویایی سیستم، ارزیابی ساختارهای مختلف (استراتژی‌های مختلف) مؤثر بر رفتار سیستم است. با توجه به این که مدل‌های پویایی سیستم‌ها، قصد دارند تا در مورد پیامدهای درازمدت هر سیاست، تحلیلی ارائه نمایند، لذا در اعتبارسنجی، تمرکز باید بر میزان تولید رفتار ساختاری سیستم باشد تا پیش‌بینی نقطه به نقطه مقداری متغیرها. مرحله اعتبارسنجی مدل بیشتر به دنبال بررسی سودمند بودن مدل براساس صورت مسئله و اهداف تعریف شده است. (استرمن، ۲۰۰۰: ۸۷). برای دستیابی به این اطمینان می‌توان از آزمون‌های رفتار خلاف قاعده، شرایط حدی، تحلیل حساسیت، ارزیابی ساختار، کفایت مرز بهره گرفته شود که نتایج آزمون‌های ارزیابی ساختار، رفتار خلاف قاعده به شرح زیر است:

آزمون رفتار خلاف قاعده: آزمون رفتار خلاف قاعده به این سؤال پاسخ می‌دهد که تغییر یا حذف مفروضات مدل منتج به رفتارهای خلاف قاعده می‌شود یا خیر؟ برای انجام این آزمون برخی از مفروضات مدل تغییر داده شد.

مدل طراحی شده بر این فرض استوار است که حمایت سازمانی از اشتراک منابع تابعی از سودآوری بنگاه است، حال اگر فرض شود حمایت سازمانی از اشتراک منابع، یک متغیر تصادفی است که ارتباطی با سودآوری بنگاه ندارد همانطوریکه در شکل ۹ مشاهده می‌شود باعث ایجاد رفتار خلاف قاعده در سودآوری بنگاه می‌گردد.

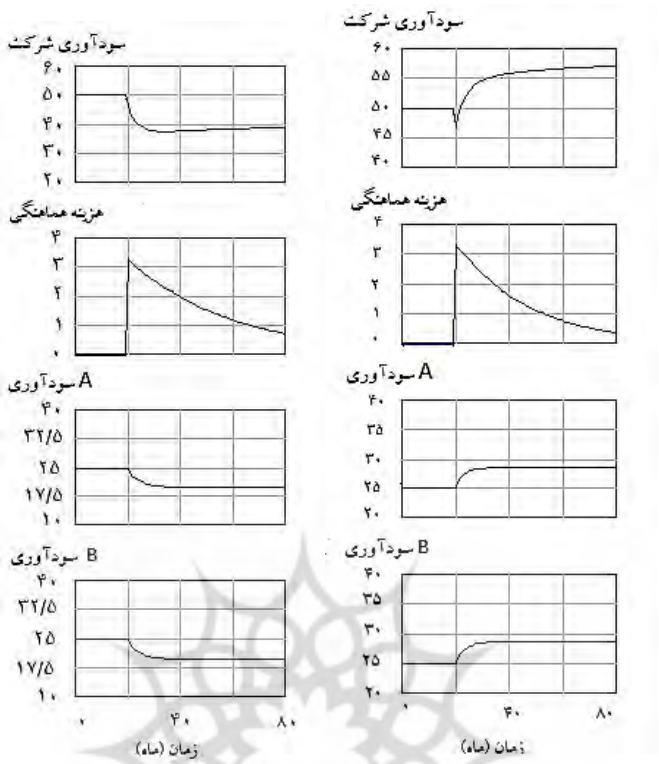


شکل۹: رفتار خلاف قاعده سودآوری با فرض تصادفی بودن حمایت سازمانی

آزمون ارزیابی ساختار

هدف از آزمون ارزیابی ساختار تعیین تطابق ساختار مدل با دانش توصیفی مرتبط با سیستم و بررسی منطقی بودن قواعد تصمیم در شکل‌دهیِ رفتار متغییرهای و صحیح بودن ساختار معادلات مدل است. به همین منظور بخش‌های مختلف مدل برای تعیین تطابق ساختار مدل با دانش توصیفی موجود مورد آزمون قرار گرفته است که نتایج آن به شرح زیر است.

همان طوری که در شکل ۱۰ مشاهده می‌شود با افزایش سودآوری کسب‌وکارها، سودآوری بنگاه افزایش می‌یابد و بالعکس. تطابق ساختار مدل با دانش توصیفی موجود در خصوص تمامی متغیرهای مدل تأیید شد.



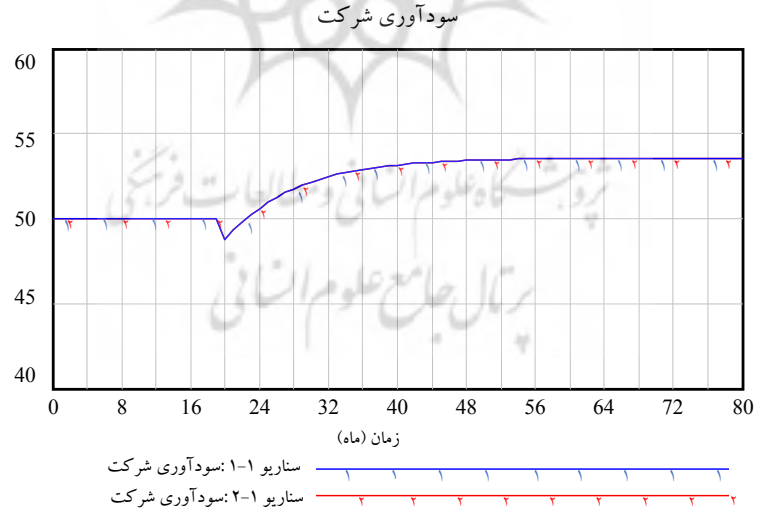
شکل ۱۰: ارزیابی ساختار سودآوری بنگاه

پیاده‌سازی سناریوهای مختلف

در این قسمت بعد از تایید اعتبار مدل طراحی شده دو سناریوی اشتراک منابع نامحسوس و اشتراک منابع محسوس در حالت‌های مختلف پیاده‌سازی می‌شود. متغیر اهرمی که موجب شکل‌گیری این دو سناریو شده است نوع اشتراک منابعی است که می‌تواند اشتراک منابع محسوس یا نامحسوس باشد. دلیل انتخاب این متغیر اهرمی رفتار متفاوتی است که انتظار می‌رود در مکانیزم‌های ایجادکننده سودآوری بنگاه در حالت اشتراک منابع محسوس و نامحسوس مشاهده شود، که در مبانی نظری نیز به آن اشاره شده است.

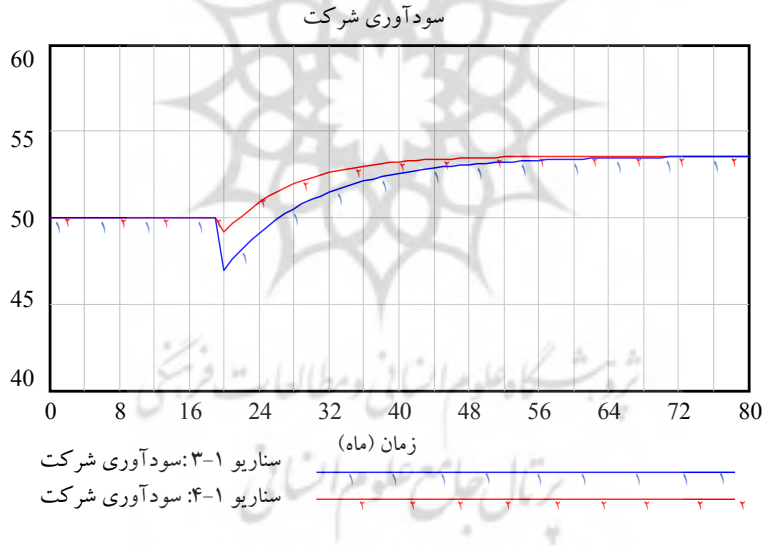
سناریوی اشتراک منابع نامحسوس

از آنجاییکه در مبانی نظری، میزان مرتبط بودن استراتژی کسب‌وکارهایی که اقدام به اشتراک منابع می‌کنند به عنوان یک عامل کلیدی در ایجاد هزینه‌های اشتراک منابع اشاره شده بود و این متغیر تابع تصمیمات استراتژیک در کسب‌وکارها است لذا میزان مرتبط بودن استراتژی کسب-وکارها به عنوان یک متغیر اهرمی در نظر گرفته شد که در سناریو حاضر چهار حالت برای آن لحاظ شده است. در حالت اول که در خروجی مدل سناریو ۱-۱ نامگذاری شده است، مرتبط بودن استراتژی‌های کسب‌وکارهایی که اقدام به اشتراک منابع نامحسوس نموده‌اند در سطح بسیار کم (۰/۱) در نظر گرفته شده است و در حالت دوم که در خروجی مدل سناریو ۱-۲ نامگذاری شده است، مرتبط بودن استراتژی‌های کسب‌وکارهایی که اقدام به اشتراک منابع نموده‌اند در سطح بسیار زیاد (۰/۹) در نظر گرفته شده است لازم به ذکر است که مابقی ورودی‌های مدل در هر دو حالت یکسان در نظر گرفته شده است. همانطوری‌که شکل ۱۱ نشان می‌دهد در اشتراک منابع نامحسوس، هنگامی که مرتبط بودن استراتژی‌ها درسطح بالایی قرار دارد در مقایسه با هنگامی‌که مرتبط بودن استراتژی‌های در سطح پایینی قرار دارد تفاوتی در سودآوری بنگاه مشاهده نمی‌شود.



شکل ۱۱: رفتار سودآوری بنگاه در اشتراک منابع نامحسوس با سطوح مختلف مرتبط بودن استراتژی‌ها

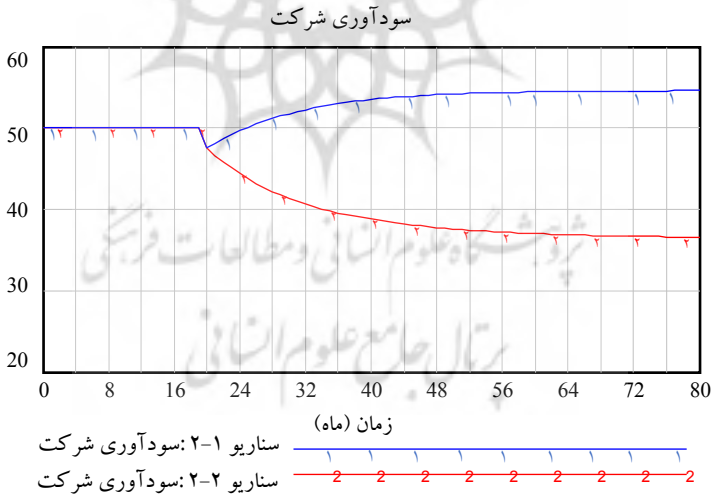
در حالت سوم که در خروجی مدل سناریو ۱-۳ نامگذاری شده است متغیرهای اهرمی سناریو، سطح فرهنگ مشترک، استانداردهای مشترک و انتقال اطلاعات لازم برای هماهنگی میان کسب‌وکارها کسب‌وکارهایی که اقدام به اشتراک منابع نامحسوس نموده‌اند، در نظر گرفته شده است. سطح فرهنگ مشترک، استانداردهای مشترک و انتقال اطلاعات لازم برای هماهنگی میان کسب‌وکارها در سطح بسیار کم (۰/۱) در نظر گرفته شده است؛ و در حالت چهارم که در خروجی مدل سناریو ۱-۴ نامگذاری شده سطح فرهنگ مشترک، استانداردهای مشترک و انتقال اطلاعات لازم برای هماهنگی میان کسب‌وکارها در سطح بسیار زیاد (۰/۹) در نظر گرفته شده است. همانطوری‌که در شکل ۱۲ نشان داده شده است در اشتراک منابع نامحسوس، فرهنگ و استاندارد مشترک و انتقال اطلاعات میان کسب‌وکارهایی که اقدام به اشتراک منابع نموده‌اند تاثیر چشمگیری بر رفتار سودآوری بنگاه دارد.



شکل ۱۲: رفتار سودآوری بنگاه در اشتراک منابع نامحسوس با سطوح مختلف متغیرهای تاثیرگذار بر هماهنگی

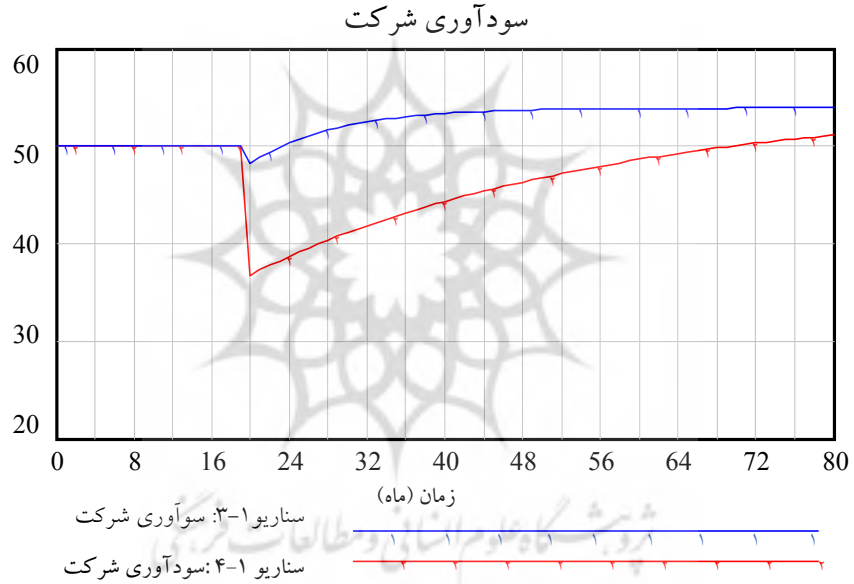
سناریوی اشتراک منابع محسوس

در این سناریو، اشتراک منابع صورت گرفته از نوع اشتراک منابع محسوس است. متغیر اهرمی این سناریو مرتبط بودن استراتژی‌های کسب‌وکارهایی که اقدام به اشتراک منابع محسوس نموده‌اند است. در این سناریو چهار حالت برای اشتراک منابع محسوس در نظر گرفته شده است. در حالت اول که در خروجی مدل سناریو ۲-۱ نامگذاری شده است، مرتبط بودن استراتژی‌های کسب‌وکارهایی که اقدام به اشتراک منابع نامحسوس نموده‌اند در سطح بسیار کم (۰/۱) در نظر گرفته شده است و در حالت دوم که در خروجی مدل سناریو ۲-۲ نامگذاری شده است، مرتبط بودن استراتژی‌های کسب‌وکارهایی که اقدام به اشتراک منابع نموده‌اند در سطح بسیار زیاد (۰/۹) در نظر گرفته شده است. لازم به ذکر است که مابقی ورودی‌های مدل در هر دو حالت یکسان در نظر گرفته شده است. همانطوری‌که شکل ۱۳ نشان می‌دهد در اشتراک منابع محسوس، مرتبط بودن استراتژی‌های کسب‌وکارهایی که اقدام به اشتراک منابع نموده‌اند تاثیر زیادی بر سودآوری بنگاه دارد.



شکل ۱۳: رفتار سودآوری بنگاه در اشتراک منابع محسوس با سطوح مختلف مرتبط بودن استراتژی‌ها

در حالت سوم که در خروجی مدل سناریو ۱-۳ نامگذاری شده است، متغیرهای اهرمی سناریو، سطح فرهنگ مشترک، استانداردهای مشترک و انتقال اطلاعات لازم برای هماهنگی میان کسب‌وکارها کسب‌وکارهایی که اقدام به اشتراک منابع نامحسوس نموده‌اند، است. سطح فرهنگ مشترک، استانداردهای مشترک و انتقال اطلاعات لازم برای هماهنگی میان کسب‌وکارها در سطح بسیار کم (۰/۱) در نظر گرفته شده است؛ و درحالت چهارم که در خروجی مدل سناریو ۱-۴ نامگذاری شده سطح فرهنگ مشترک، استانداردهای مشترک و انتقال اطلاعات لازم برای هماهنگی میان کسب‌وکارها در سطح بسیار زیاد (۰/۹) در نظر گرفته شده است.



شکل ۱٤: رفتار سودآوری بنگاه در اشتراک منابع محسوس با سطوح مختلف متغیرهای تاثیرگذار بر هماهنگی

همانطوریکه در شکل ۱۴ نشان داده شده است در اشتراک منابع محسوس، فرهنگ و استاندارد مشترک و انتقال اطلاعات میان کسب‌وکارهای که اقدام به اشتراک منابع نموده‌اند تاثیر چشمگیری بر رفتار سودآوری بنگاه دارد.

نتیجه‌گیری

یکی از فرصت‌های موجود برای کسب‌وکارهای شرکت‌های چند کسب‌وکاره، ایجاد مزیت رقابتی از طریق اشتراک منابع با سایر کسب‌وکارهای بنگاه می‌باشد و هدف از تدوین استراتژی افقی توسعهٔ روابط متقابلی است که می‌توانند باعث ایجاد مزیت رقابتی برای کسب‌وکارها و افزایش سودآوری بنگاه گردند. استراتژی افقی به تصمیم‌گیری در خصوص اشتراک منابع میان کسب‌وکارهای یک شرکت چند کسب‌وکاره مربوط می‌شود، از مرور ادبیات پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که اشتراک منابع میان کسب‌وکارها در صورتی مفید فایده است که باعث افزایش سودآوری کل بنگاه گردد؛ در این مقاله طبق دیدگاه مبتنی بر منابع اشتراک منابع میان کسب‌وکارها در دو سطح اشتراک منابع محسوس و اشتراک منابع نامحسوس مورد بررسی قرار گرفت که انساین در سال ۲۰۰۴ نیز برای درک بهتر از اشتراک منابع، اشتراک منابع را در دو سطح منابع محسوس و غیرمحسوس بررسی کرده است. نتیجه سناریوهای شبیه‌سازی‌شده نشان داد مرتبط بودن استراتژی‌های کسب‌وکارها برای اشتراک منابع محسوس از اهمیت بالایی برخوردار است و در خصوص اشتراک منابع نامحسوس تأثیر چندانی بر سودآوری بنگاه ندارد. بر اساس نتایج حاصل از مرور ادبیات در این مقاله میزان کمک اشتراک منابع میان کسب‌وکارها به ایجاد مزیت رقابتی مبنای تعیین ارزشمندی اشتراک منابع قرار گرفت. اشتراک منابع از طریق تأثیرگذاری بر کارایی، کیفیت، نوآوری و انعطاف‌پذیری سازمان قادر به ایجاد مزیت رقابتی است. اما در صورت ایجاد مزیت رقابتی، رقبای سازمان فوراً درصدد خنثی نمودن مزیت رقابتی ایجاد شده بر می‌آیند. که درجهٔ دشواری تقلید آنها از روشی که باعث ایجاد مزیت رقابتی شده است و میزان کمیابی منابع مورد نیاز برای ایجاد آن مزیت رقابتی نقش چشمگیری در عدم موفقیت آنها می‌شود، مجموعهٔ موارد مذکور بعلاوهٔ حمایت سایر بخش‌های سازمان بخصوص مدیریت عالی سازمان، تعیین‌کننده میزان پایدار بودن مزیت رقابتی ایجاد شده است. مزیت رقابتی پایدار منجر به افزایش سودآوری در کسب‌وکارها می‌شود. لازم به ذکر است که اشتراک منابع هزینه‌هایی را نیز در پی دارد که اهم آنها هزینه سازش و هزینه ایجاد هماهنگی می‌باشد؛

ممکن است اشتراک منابع مستلزم انجام فعالیت‌ها به شیوه‌ای باشد که برای هیچکدام از دو واحد کسب‌وکار مربوطه بهینه نباشد؛ این سطح از سازش با گذشت زمان و تغییر و سازگاری بیشتر استراتژی‌های کسب‌وکارها با یکدیگر کاهش می‌یابد. هزینه هماهنگی نیز که در قالب زمان اختصاص یافته مدیران و پیاده‌سازی و نگهداری و استمرار اشتراک منابع متجلی می‌شود از طریق یادگیری با گذشت زمان، افزایش حمایت‌های مدیران ارشد و افزایش تمایل به ادامهٔ اشتراک منابع کاهش می‌یابد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

خلیلی شورینی، سهراب؛ زرگر، سیّد محمّد؛ (۱۳۸۹). «استراتژی هولدینگ و مصائب آن». پنجمین کنفرانس بین المللی مدیریت استراتژیک، تهران، ایران.

محقر، علی؛ جبارزاده، یونس؛ عموزاد مهدیرجی، حنان و مختارزاده، نیما (۱۳۹۲). «رفتار دینامیکی صنایع داخلی در اثر نوسانات تعرفه‌های گمرکی مطالعه موردی با استفاده از متدولوژی پویایی‌های سیستم». فصلنامه مطالعات مدیریت صنعتی، ۱۱ (۲۸)، ۱-۱۹.

کمبل، ا؛ گولد، م (۱۹۹۸). *هم افزایی در سازمان‌های مادر*. ترجمه سید محمد اعرابی و افشین فتح الهی، تهران: موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.

Barlas, Y. (1996). "Formal aspects of model validity and validation in system dynamics". System dynamics review, 12(3).

Barney, J. (2002). *Gaining and sustaining competitive advantage*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Barney, J. B. & Hesterly, W. S. (2010). *Srategic management and competitive advantage: concepts and cases.* (3 rd ed.) Upper Saddle River, NJ:Person Education, Inc.

Bnencke, G. (2006). *Synergy in a globally diversified organization*. Dissertation in university of john esburg, south Africa

Bromiley, ph. & Rau, D. (2016). "Operations management and the resource based view: Another view", Journal of Operation Management, 41, 95-106.

Campbell, A., Goold, M. & Alexander, M. (1995). "Corporate Strategy: The Quest for Parenting Advantage", Harvard Business Review, March-April 1995, 120-132.

Coyne, K. P. (1986). "Sustainable Competitive Advantage: what it is and what it isn't". Business Horizons, January: 54-61.

Ensign, P.C. (1998), "Interrelationships and horizontal strategy to achieve synergy and competitive advantage in the diversified", Firm Management Decision, 36 (10), 657-668.

Ensign, P.C. (2004), "A resource-based view of interrelationships among organizational groups in the diversified firm", Strategic Change, 13 (3), 125- 137.

Hax, A C., & Mujluf,N. S,(1996). *The Strategy Concept and Process: A Pragmatic Approach*. Upper Saddle River, NJ: Prentic Hall.

Hill, C., Hitt M. & Hoskisson, R. (1992). "Cooperative versus competitive structures in related and unrelated diversified firms". Organization Science, 3, 501–521.

Kull, A. J., Mena, J. A. & Korschun, D. (2016). "A resource- based view of stakeholder marketing", Journal of Business Research, 69 (12), 5553 – 5560.

Porter, M. (*1985*). Competitive Advantage*:* Creating and Sustaining Superior *Performance*. New York: The Free Press.

Porter, *M.E.* (*1987). "From Competitive* Advantage to Corporate Strategy", Harvard Business Review, May/June 1987, 43-59.

Sterman, J. D. (2000). *Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world*, McGraw Hill.

Takaoka (2011). *Horizontal strategy in a diversified corporation.* Dissertation of the University MIT Sloan School of Management.

Wheelen, T. L. & Hnnger, J. D. (2012). *Strategic management and business policy: toward global sustainability*. Pearson Eduction, Inc. Upper Saddle River, New Jersey.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

A Dynamic Model for Formulating Horizontal Strategy

Seyed Mohammad Barzegar*

Received:31/10/2016 - Accepted:27/12/2017

Abstract

This paper addresses the issue of horizontal strategy formulation, an essential part of corporate-level strategy, based on sharing resources among businesses. Therefore, in this study, a model was developed to evaluate the opportunities for sharing resources among businesses in order to facilitate strategic decision-making at the corporate-level. In line with the mentioned goal for designing a comprehensive model, literature was reviewed extensively and variables extracted from literature review and experience of industry experts were used to determine relationship between them in the form of dynamic approach leading to the creation of a dynamic model to evaluate sharing resources. This model includes affective factors on the process of sharing resources and their interaction that shows the dynamics of these factors over time. Model validity was done in the system dynamic approach via validation tests and computer simulations. Based on the obtained results, the validity of the model was confirmed for making decisions on resource sharing in multi-business firms.

Keywords: Corporate Level Strategy, Horizontal Strategy, Resource Sharing, Multi-Business Firms, System Dynamics

*Assistant Professor, Department of Management, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran

A two goal mathematical model based on robust programming inventory-location problem with considered demand response reliability and multi level discount

Behzad khani[*], Mehran khalaj,[**]MohammadReza Khalaj[***]

Received:19/11/2016 - Accepted:5/8/2016

Abstract

In this study, a multi-objective mathematical model is developed to optimize the distribution network in a three level supply chain based on the inventory location- models with the aim of locating distribution centers. also, appropriate allocation of customers in order to maximize coverage of the demand, increasing sales through discount policies and ultimately improving the transportation system by selling the package of products agaainst individual sales is considered. On the other hand, the policy of selling pakages, Increases the total sales and their profit margin by creating appropriate price for the customrers. Due to the circumstances, each distribution center has specific reliability level which the proposed model tries to maximize it. In order to make the model more realistic, some parameters have been considered under conditions of uncertainty and robust planning techniques have been used to solve it, finally, to validate the presented model, and instance according to real-world problems were solved by GAMS software. The Results are presented in details

Keywords: Inventory Location, Multi-Level Planning, Discount Policy, Robust Programming.

[*] Master of Science, Departement of Industrial Engeeniering, Robat Karim Branch, Islamic Azad University, Robat Karim, Iran

[**] Assistant Professor, Departement of Industrial Engeeniering, Robat karim Branch, Islamic Azad University, Robat Karim, Iran. (Corrsponding Authors)
Mkhalaj@rkiau.ac.ir

[***]Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Robat Karim Branch, Islamic Azad University, Rabat Karim-Iran

A bi-objective facility location model in a green supply chain network

Hadis Derikvand,* Seyed Mohammad Hajimolana**

Received:7/10/2016-Accepted:27/5/2018

Abstract

Environmental concerns have spurred an interest in studying green supply chain. Nowadays, governmental and non-governmental organizations consider environmental management as a strategic requirement having numerous benefits. Therefore, they effort to increase customers' satisfaction and market share considering external factors like environmental consequences in addition to internal factors. In this paper, a bi-objective mixed integer programming model is developed to identify the optimal location for manufacturers and disassembly sites in a green supply chain network designed to address the role of the reliability (failures and operating) of facilities and vehicles to ensure effective stream among supply chain network, the objective functions are defined as total cost minimization, and total co2 emissions minimization. Besides, uncertainties on the network design are investigated through two-stage stochastic programming, with respect to the fact that the model is non-linear and bi-objective, at first, an approach is presented to linearize it and then the proposed bi-objective mathematical model is solved as a single-objective one by compromise programming method. The effectiveness of the proposed model is demonstrated by using of a numerical example derived from a real case.

Keywords: Green supply chain, Stochastic programming, Compromise optimization method, Location.

* Ph.D Candidate of Industrial Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

** Assistant Professor, Industrial engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

The Impact of Strategic Cost Management on Financial Performance with Emphasis on Environmental Costs

Mohammad Nazaripour*, Fahimeh Mirzaee**

Received:27/10/2016- Accepted:26/7/2017

Abstract:
The purpose of this study is to investigate the impact of two important component of strategic cost management (SCM) (executional cost management and structural cost management) on financial performance. For this purpose, one specific context is investigated, namely environmental costs. The environmental costs reflect an 'executional' aspect aimed at managing, controlling and optimizing costs for a given environmental strategy, but also a 'structural' aspect based on their influence on the firm's cost structure notably in terms of product design, raw materials used and operational process design. Survey data have been collected on a sample of 126 Esfahan's manufacturing firms. In order to analyze the research hypotheses Pearson correlation matrix and the structural equation model were used. According to the research findings, tracking of environmental costs and implementation of environmental initiatives have significant effects on financial performance. Executional cost management (the tracking of environmental costs) and structural cost management (the implementation of environmental initiatives) are related to each other and they act together to contribute to financial performance. Finally, through improving the current cost structure and providing new initiatives regarding cost structure, the tracking of environmental costs has influence on financial performance.

Keywords: Strategic Cost Management, Tracking of Environmental Costs, Implementation of Environmental Initiatives and Financial Performance

* Assistant Professor, Accounting Department, University of Kurdistan, Sanandaj

** MA. in Accounting, Accounting Department, University of Kurdistan, Sanandaj

Performance Evaluation of Regional Electricity Companies in Iran using Data Envelopment Analysis and Neural Network

Mohsen Shafiei Nikabadi*, Kambiz Shahroodi**, Akram Oveysi Omran***, Mohammad Reza Khosravi****

Received:22/10/2016- Accepted:27/2/2018

Abstract:
Input and output selection in Data Envelopment Analysis (DEA) has many important. In this research, inputs and outputs of reginal power companies are selected with artifitial neural network. The application of neural network in the selection of inputs and outputs of reginal power companies is not a precedent in the literature and it is considered the main advantage of the proposed method. In order to train two layers MLP neural network, after presenting of error resilience, learning method was used. After neural network training, neural network performance is examined by using the test set. RMSE value for 15 test set equals 0/0269 which reflects the high accuracy of training network. The Sensitivity Analysis of the studied parameters which are the same inputs and outputs of Data Envelopment Analysis, with ten percent increase of parameter, compared to the prior one was carried out and output relative error average for neural network parameters was calculated. Based on the output relative error average, inputs and outputs were determined. By comparing the efficiency scores of regional electricity companies before and after reducing the number of variables, it is noticed that the number of efficient companies during the above four periods decreased from 50 percent to 11 percent. Finally, the neural network application in inputs and outputs selection of the regional electricity companies was unprecedented in the literature and this is the main advantage of this method.

Keywords: Input and Output Selection, Data Envelopment Analysis, Performance Evaluation, Neural Network, Window Analysis, Regional Electricity Companies.

* Assistant of prof. in Industrial Management at Factually of Economics and management of Semnan University (Corresponding Authors)
** Associate Professor in Business Administration at Factually of management and accounting of Islamic Azad University of Rasht
*** Ph.D. Student In Industrial Management at Factually of Economics and Management of Semnan University
**** PhD Student in Business Administration at Business Administration at Factually of Management and Accounting of Islamic Azad University of Rasht

Using a Combined Approach of Qualitative & Multi-Criteria Decision Making (Mcdm) Approach iIn Order to Presentation of Sustainable Supply Chains Model in Petrochemical Industry

Saeed rayat pisha*, Reza ahmadi cohanali**, Maisam Abbasi***

Receive:1/11/2016 - Accepted:7/4/2017

Abstract

Purpose of this research is to study criteria of sustainable supply chains in petrochemical industry. The research approach was both explorative and explanatory by using mixed methodologies for collection and analysis of data. It started with qualitative meta-synthesis of criteria of sustainable supply chains in former publications by using MAXQDA software. Afterwards, the identified criteria were quantitatively analyzed based on Delphi-fuzzy, DEMATEL and analytic network process (ANP) methodologies. Therefore, in this step the questionnaires was completed by 23 experts of Petrochemical industry, who were selected by purposive sampling. In total, fifteen criteria of sustainable supply chains were identified and classified. In the quantitative analysis, the three criteria of "organization & corporate-centric", "environmental management" and "environmental pressures" were rated as the most critical criteria. This study highlights the importance of criteria as well as the strength of interrelationships among criteria of sustainable supply chains in petrochemical industry. The research results can be beneficial for decision makers to prioritize their resources, actions, and strategies in steering supply chains sustainable development.

Keywords: Sustainable Supply Chain, Mix Approach, Meta-Synthesis, Analytic Network Process (ANP), DEMATEL

* MSc. Student, Industrial management, hormozgan, University, hormozgan, Iran (corresponding author), Saeedrayat25@gmail.com

** Associate Prof., Industrial management, Hormozgan University, hormozgan, Iran.

*** PhD. Industrial engineering, Lund University, Lund, Sweden.

Presenting a Multi-objective Mathematical Model for Location, Allocation and Distribution of Relief Commodities under Uncertainty

Peiman Ghasemi,[*] Kaveh Khalili-Damghani,[**] Ashkan Hafezalkotob[***] Sadigh Raissi[****]

Received:16/7/2017- Accepted:17/2/2018

Abstract

In this paper, decisions about different phases of crisis management cycle are modeled in the form of an integrated mathematical programming model based on the assumption of the real situation of the crisis. Goals are minimizing the number of injured people who are not serviced and minimizing the cost of relief supplies in affected areas. Simultaneous optimization of locating problems of relief bases, allocation of resources, distribution and delivery of relief supplies and evacuation of injured (pre and post-crisis situations) are among the innovations of this research. Therefore, scenarios based on existing faults (four faults) in region one of city of Tehran are considered. In this study, first, we present a binary integer programming model. To validate the model, the Epsilon Constraint method in software environment of GAMS with the Cplex solver has been used to solve the problem in small scale. To solve the problem in large scale, we have investigated a case study using the data of relief bases in region one of Tehran city. The case study was also investigated using non-dominant sorting Genetic approach. The results of the research show that the non-dominant sorting Genetic approach can solve the model with the least error than the exact solution and in less time.

Keywords: Disaster Management, Distribution and Allocation, locating Ffacilities, Transfer Points

* Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Engineering, South-Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

** Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Engineering South-Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, (Corresponding author) k_khalili@azad.ac.ir

*** Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Engineering, South-Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

**** Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Engineering, South-Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Resilient Supply Chain Model in Iran Pharmaceutical Industries

Abdolreza sedighpour,[*] Mostafa Zndieh,[**] Akbar AlamTabriz,[***]
Behrooz Nokoorani Dori[****]

Received:1/1/2018-Accepted:12/5/2018

Abstract

Within two recent decades, the complexity of business environment, dynamics, uncertainty and higher environmental fluctuations, concepts such as globalization and increasing competition made many changes in the equations ruling on the industries supply chain. In such conditions, the businesses must make themselves ready for encountering the continuous flow of challenges such as economic crises, sanctions, exchange rate and prices fluctuations, limitations of manufacturing system or natural disasters. "Resiliency" is one of strategies for dealing with such challenges. The present study aims to review the studies based on the strategic position of pharmaceutical industry as a part of society's health system and present here the resilient supply chain model. For this purpose, in addition to contemplating in the literature review, interview to the experts and using Delphi method, the resilient elements and indices of supply chain were identified and extracted, and a questionnaire was designed and provided to the population of pharmaceutical industry. The results were analyzed using structural Equations modeling technique and Lisrel software, and the proposed model of research was accepted upon explaining the associations between factors. This model studied the relationship between elements such as drivers, vulnerabilities, capabilities and empowerments of supply chain and their effect on each other. Summary of study indicates that the managers of pharmaceutical industries through making or using the capabilities and strengthening the empowerments can reduce the factors that make the companies susceptible for the disruption, and achieve the required resiliency to deal with them.

Keywords: Supply Chain Resiliency, Disruption, Vulnerability, Capability, Empowerment

[*]PhD Candidate,Faculty of Management, shahid Beheshti University, Tehran, Iran. (Corresponding Author) ar.sedighpour@gmail.com

**Department of Industrial managment, Faculty of management, shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

***Department of Industrial managment, Faculty of management, shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

****Department of Industrial managment, Faculty of management,shahid Beheshti University, Tehran ,Iran.

Maskan Bank Branches Efficiency Assessment of Fars Province Using a Combination of Balanced Scorecard Approach and Fuzzy Cognitive Map

Morteza Shafiee*, Fereshteh Motovaseli**

Received:5/11/2016-Accepted:11/1/2017

Abstract

In today's competitive and global economy, the life and activity of the organization is determined by the ability to compete and adopt the most appropriate policy against environmental changes. In this regard, the knowledge about the performance of all aspects of the organization is vital for management decisions. Although extensive studies has been carried out in evaluating the performance of organizations through the balanced scorecard (BSC), but there are defects such as focusing on a one-way causality, ignoring the replacement between indexes and between the four-way, and equality between weighted value of indexes. In the present study, focusing on the casual relationships between factors and also between the direction and strength of these relationships, we tried to improve the balanced scorecard method. To do this, first all the relationships between the four dimensions of BSC were determined using fuzzy cognitive map, and it was then used to obtain a network structure, which was used later to create a network data envelopment analysis (NDEA) model. Finally, this model was used to evaluate the performance in Maskan Bank of Fars province. The results show that between 82 branches investigated, 15 branches were efficient and the others inefficient.

Keywords: Performance Assessment, Balanced Scorecard, Fuzzy Cognitive Map, Data Envelopment Analysis (DEA), Network Data Envelopment Analysis (NDEA).

* Associate Professor of Industrial Management, Economic and Management Faculty, Shiraz Brach, Islamic Azad University, Shiraz Iran. (Corresponding Author)Ma.shafiee277@gmail.com

** Department of Industrial Management, Economic and Management Faculty, Shiraz Brach, Islamic Azad University, Shiraz Iran.

Modeling and Solving of A Multiproduct Vendor Managed Inventory System with Stochastic Warehouse Capacity and Budget Constraints

Zahra Bahrami,* Seyed Hamid Reza Pasandideh,** Mohammad Mohammadi***

Received:9/5/2016-Accepted:20/8/2018

Abstract

Supply chain collaboration has been recognized as a potential business differentiator and a source of creating competitive advantage. One of the most common collaborations in the supply chain is vendor managed inventory. In this paper, a two echelon supply chain with one vendor, multi retailers and multi products under VMI contract is investigated. After producing, the products are sent to retailers cyclically (i.e., retailer1-retailer2-retailer1 for a two retailer system) and there are n deliveries to each retailer in a single production setup. Due to uncertainty of the warehouse capacity for both echelons of the chain, and also the changing market conditions, stochastic constraints of warehouse capacity and budget are considered for both echelons. The principle aim of the paper is to minimize the total cost of the supply chain by optimizing the order quantity of each product for each retailer. At the end a numerical example of the model is solved by GAMS24.1.2 software. The sensitive analysis on the partners parameters cleared that the parameters of the vendor is more effective to mitigate the total cost of the supply chain.

Keywords: |Vendor Managed Inventory; Cyclical Replenishment; Stochastic Warehouse Capacity and Budget of The Supplier and Retailers

* Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Kharazmi University, Tehran, Iran (Corresponding Author) Shr_pasandideh@khu.ac.ir

** Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Kharazmi University

*** Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Kharazmi University

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Contents

Modeling and Solving of A Multiproduct Vendor Managed Inventory System with Stochastic Warehouse Capacity and Budget Constraints 1
Zahra Bahrami, Seyed Hamid Reza Pasandideh, Mohammad Mohammadi

Maskan Bank Branches Efficiency Assessment of Fars Province Using a Combination of Balanced Scorecard Approach and Fuzzy Cognitive Map 2
Morteza Shafiee, Fereshteh Motovaseli

Resilient Supply Chain Model in Iran Pharmaceutical Industries3
Abdolreza sedighpour, Mostafa Zndieh, Akbar AlamTabriz, Behrooz Nokoorani Dori

Resilient Supply Chain Model in Iran Pharmaceutical Industries4
Abdolreza sedighpour, Mostafa Zndieh, Akbar AlamTabriz, Behrooz Nokoorani Dori

Using a Combined Approach of Qualitative & Multi-Criteria Decision Making (Mcdm) Approach iIn Order to Presentation of Sustainable Supply Chains Model in Petrochemical Industry 5
Saeed rayat pisha, Reza ahmadi cohanali, Maisam Abbasi

Performance Evaluation of Regional Electricity Companies in Iran using Data Envelopment Analysis and Neural Network.....6
Mohsen Shafiei Nikabadi, Kambiz Shahroodi, Akram Oveysi Omran, Mohammad Reza Khosravi

The Impact of Strategic Cost Management on Financial Performance with Emphasis on Environmental Costs 7
Mohammad Nazaripour, Fahimeh Mirzaee

A bi-objective facility location model in a green supply chain network.....8
Hadis Derikvand, Seyed Mohammad Hajimolana

A two goal mathematical model based on robust programming inventory-location problem with considered demand response reliability and multi level discount 9
Behzad khani, Mehran khalaj, MohammadReza Khalaj

A Dynamic Model for Formulating Horizontal Strategy.....10
Seyed Mohammad Barzegar

Reviewers:

Maghsoud Amiri (Professor of Allameh Tabatabae'iUniversity)

Seyed Hamid Reza Pasandideh (Associate Professor of Kharazmi University)

Mohamad Taghi Taghavifar(Associate Professor of Allameh Tabatabae'I University)

Hamed soleimani (Assistant Professor, Azad University of Qazvin)

Naser Hamidi **(**Associate Professor Azad University of Qazvin)

Seyed Mohammad Ali khatami Firouzabadi(Associate Professor of Allameh Tabatabae'i University)

Kaveh Khalili(Associate Professor of Azad University of South Tehran Branch)

Mostafa Zandiyeh (Associate Professor of Shahid Beheshti University)

Masoud Rabieh(Assistant Professor,of Shahid Beheshti University)

Abolfazl Ghasemi**(**Assistant Professor of Azad University of Qazvin)

Esmaeil Mehdizadeh (Associate Professor, Azad University of Qazvin)

Mehdi Yazdani(Assistant Professor, Azad University of Qazvin)

Majid Hooshmandi Maher (Lectuer of Tehran University)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

خواننده گرامی

در صورت تمایل به مطالعه‌ی مداوم فصلنامه "مطالعات مدیریت صنعتی " فرم زیر را تکمیل و به نشانی دفتر مجله واقع در تهران، بزرگراه همت، دهکده المپیک، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، کد پستی ۱۴۸۹۶۸۴۵۱۱ و یا تهران، صندوق پستی ۸۴۷۳-۱۴۱۵۵ ارسال فرمایید.

اشتراک سالانه:۲۴۴/۰۰۰ ریال

تک شماره: ۵۰/۰۰۰ ریال

برگ درخواست اشتراک

فصلنامه مطالعات مدیریت صنعتی

لطفاً نام این سازمان / اینجانب ..... را در فهرست مشترکان مجله فصلنامه "مطالعات مدیریت صنعتی " ثبت و از شماره ..... تا ..... سال ..... تعداد ..... نسخه مجله به آدرس زیر ارسال فرمایید.

آدرس و شماره تلفن:

بانک تجارت ـ شعبه شهید ضمناً مبلغ ..... ریال حق اشتراک مجلات درخواستی به حساب جاری شماره۹۸۷۲۲۸۹۰ کلانتری کد ۹۸۵ به نام دانشگاه علامه طباطبائی واریز گردیده و رسید آن به پیوست ارسال می‌گردد. خواهشمند است در صورت مشترک بودن شماره اشتراک قبلی خود را قید فرمایید.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Allameh Tabataba'i University
Faculty of Management and Accounting

Journal of Industrial Management Studies

Vol . 16, No. 51
(Winter2018)

Publisher: Allameh Tabataba'i University
Director in Charge: Laya Olfat (Professor)
Editor in Chief: Maghsoud Amiri (Professor)
Internal Manager: Khadijeh Bagheri
Editor: Ensiyeh Bokharaei
Layout&Type: Ensiyeh Bokharaei
English Editor: Omid Arjmand

Under the Supervision of Editorial Board:

Laya Olfat (Professor)	Allameh Tabataba'i University
Maghsoud Amiri (Professor)	Allameh Tabataba'i University
Sahram Shahrokh Sikari (Associate Professor)	Sharif University of Technology
Jamshid Salehi Sadaghiani (Professor)	Allameh Tabataba'i University
Akbar Alam Tabriz (Professor)	Shahid Beheshti University
Alireza Ali Ahmadi (Professor)	Iran University of Science & Technology
Kamran Feizi (Professor)	Allameh Tabataba'i University
Aboalfazl Kazazi (Professor)	Allameh Tabataba'i University
Mansoor Momeni (Professor)	University of Tehran

Founded: 2002
Address: Hemat HighWay, Dehkadeh Olympik, Faculty of Management & Accounting, Allameh Tabataba'i University Tehran – Iran
P.O. Box: 14155-8473
Website: http://jims.atu.ac.ir/