

شناسایی و اولویت‌بندی فاکتورهای کلیدی موفقیت در لجستیک معکوس صنعت خودرو با استفاده از رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری (ISM)

زهرا باقری نژاد^۱، رضا برادران کاظم‌زاده^{۲*}، روح انگیز اسدی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی - دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۲. دانشیار بخش مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی - دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

پذیرش: ۹۱/۷/۱۸

دریافت: ۹۰/۷/۱۳

چکیده

امروزه لجستیک معکوس یکی از مهم‌ترین مسائل در حوزه زنجیره تأمین است. کنترل فرایند برگشتی‌ها در سایه زنجیره تأمین پیشرو سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا از اتلاف هزینه‌ها جلوگیری کنند. این مقاله در آغاز مهم‌ترین فاکتورهای کلیدی موفقیت در صنعت خودرو را معرفی می‌کند و سپس با استفاده از رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری به بررسی روابط بین این عوامل می‌پردازد. با استفاده از این روش، فاکتورهای محرک که آثار تشدید کننده‌ای بر سایر متغیرها دارند و نیز متغیرهایی که نسبت به سایر فاکتورها مستقل‌اند، شناسایی می‌شوند. تحلیل این فاکتورها نشان می‌دهد عواملی چون آگاهی نسبت به مسائل لجستیک معکوس و تمرکز استراتژیک بر اجتناب از برگشتی‌ها در بالاترین سطح اولویت نسبت به سایر فاکتورها قرار دارند. در نهایت توصیه‌هایی برای تحقیقات آینده در این زمینه ارائه خواهد شد.

کلیدواژه‌ها: لجستیک معکوس، برگشتی‌ها، عوامل موفقیت، مدل ساختاری تفسیری.

۱- مقدمه

یک زنجیره تأمین با حلقه‌های درست، یکی از اساسی‌ترین نیازمندی‌های هر سازمان تولیدی محسوب می‌شود. بیشتر سازمان‌های تولیدی غالب توجه خود را به جریان پیشرو تولید معطوف می‌کنند، حال آنکه موضوع جدیدتری توجه تولیدکنندگان را به خود جلب کرده است و آن پرداختن به حوزه لجستیک معکوس می‌باشد. موضوعی که به دلیل مزیت‌های رقابتی فراوانی که با خود به همراه دارد، از محبوبیت خاصی برخوردار است. قوانین زیست محیطی و منافع اقتصادی ناشی از پرداختن به این حوزه از جمله مهم‌ترین محرک‌هایی می‌باشد که تولیدکنندگان را به این سمت سوق می‌دهد. همچنین در کنار قوانین، آگاهی مصرف‌کنندگان و مسئولیت‌های اجتماعی در برابر محیط زیست نیز از جمله محرک‌های اساسی می‌باشد [۱]. از آن جایی که محصولات بازیافت شده باید با محصولات نو و جدید به رقابت بپردازند، سرمایه‌گذاری بر روی این دسته از محصولات با ریسک فراوانی همراه است. هزینه محصولات بازیافت شده را می‌توان به وسیله مکانیابی و تخصیص بهینه تسهیلات در RL^1 کاهش داد [۱]. در این میان فاکتورهای متعددی در موفقیت یک زنجیره تأمین معکوس^۲ تأثیرگذار می‌باشند. پژوهشگران کوشیده‌اند تا در میان فرایندهای مربوط به لجستیک معکوس در صنایع مختلف از جمله صنعت خودرو، عوامل موفقیت را کشف کرده و آن را به مدیران و تصمیم‌گیرندگان این حوزه معرفی کنند. خودروسازان نیز مانند دیگر تولیدکنندگان در مسیر تولید خود با موضوع برگشتی‌ها مواجه‌اند. از این رو شناسایی مهم‌ترین عوامل ایجاد موفقیت در لجستیک معکوس و آثار متقابل آنها بر یکدیگر در مدیریت این فرایندها حایز اهمیت است [۲]. دانستن روابط متقابل بین فاکتورهای ایجاد موفقیت بسیار اساسی بوده و به مدیران و تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا به عوامل کلیدی‌تر توجه بیشتری مبذول نمایند. همچنین مدیران قادر خواهند بود با شناسایی عوامل کلیدی‌تر در تقویت آن بکوشند و منابع خود را صرف فاکتورهایی کنند که در درجه اول اولویت قرار گرفته‌اند.

در این مقاله برای شناسایی روابط بین فاکتورهای کلیدی موفقیت در صنعت خودرو کشور، از رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری ISM استفاده شده است. از رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری می‌توان برای شناسایی و خلاصه‌سازی روابط میان متغیرهای

مختلفی که یک موضوع یا مسأله را تعریف می‌کنند، استفاده نمود. این متدولوژی این امکان را فراهم می‌کند که میان متغیرهای کیفی موجود در مسأله اولویت‌بندی مناسبی ایجاد شده و پیچیدگی و ابهام موجود در روابط جای خود را به وضوح و شفافیت بدهند.

۲- عوامل موفقیت در لجستیک معکوس

گران بودن مواد، قطعات، تکنولوژی‌ها و ... مدیران صنعت خودرو را بر آن داشته است تا در جهت صرفه‌جویی در هزینه‌ها و افزایش رضایت مشتریان، برگشتی‌ها را به بهترین نحو مدیریت کنند [۳]. از جمله لجستیک کارکردهای لجستیک معکوس می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- استفاده از قطعات خودروهای تصادفی، خودروهایی که هر چند امکان مصرف ندارند، اما شاید بتوان از برخی از قطعات آنها به‌وسیله مونتاژ مجدد استفاده مفیدتری انجام داد.
- جایگزین ساختن مواد ترموپلاستیک به جای مواد کنونی یکی دیگر از گزینه‌های موجود می‌باشد، چرا که مواد ترموپلاستیک قابلیت ذوب و انعطاف‌پذیری مناسبی داشته و قابلیت جایگزینی برای استفاده‌های دیگر را نیز دارند.

در تحقیق فعلی ۱۱ مورد از اساسی‌ترین عوامل موفقیت در لجستیک معکوس، به‌طور مقدمه از طریق مرور ادبیات موجود و پس از آن از طریق مباحثه و گفتگو با کارشناسان بخش لجستیک صنعت خودرو استخراج شده است. عوامل موفقیت به شرح زیر است.

۳- وجود تکنولوژی و سیستم‌های اطلاعاتی مناسب

یک سیستم اتوماسیون^۲ کارآمد برای پشتیبانی از فرایندهای مربوط به لجستیک معکوس در تمام مراحل عمر محصول بسیار ضروری می‌باشد. در فاز توسعه و بهبود محصول، دو متغیر بسیار مهمی که باید به آن توجه شود، عبارت است از محتوای مواد و ساختار محصول [۴]. نوع مواد مورد استفاده و همچنین نوع فناوری به کار رفته در تولید محصول، میزان و چگونگی فرایند کار در مرحله بازیافت آن محصول را تعیین می‌کند. فناوری‌های پیشرفته و سیستم‌های اطلاعاتی خوب، فاکتورهای مهمی در بهبود برنامه‌های توسعه

محصول شامل طراحی برای تناسب با قوانین زیست محیطی، بازیافت، استفاده مجدد و ... می‌باشد [۵]. برای مثال یک فروشنده باید بتواند از روی داده‌های موجود در خصوص زمان بازیافت محصول و قرارداد محصول بازیافت شده جدید در بازار و نیز در خصوص نوع تکنولوژی لازم برای این کار اطلاعات کافی داشته باشد که این موضوع تنها در سایه بهره‌مندی از یک سیستم اطلاعاتی مناسب امکان‌پذیر خواهد بود.

۴- شفافیت کیفیت و ارزش محصول

در قیاس با زنجیره تأمین پیشرو نوع کیفیت محصولات مرجوعی به هیچ وجه همگون و یکنواخت نیستند. از طرف دیگر کیفیت نهایی برای محصولات پس از بازیافت باید حداقل با محصولات اولیه برابری کند. مشتریان معمولاً انتظار دارند تا با کیفیتی برابر یا حتی بیشتر از محصول اولیه روبه‌رو شوند [۵]. کیفیت محصول برگشت داده شده می‌تواند در هر مرحله‌ای باشد، اعم از اینکه آسیب دیده باشد؛ نیازمند بسته‌بندی مجدد باشد؛ نیازمند پیاده‌سازی اجزا باشد یا اینکه به کلی اسقاط شود [۵]. در این صورت وجود شفافیت در کیفیت محصولات مرجوعی و میزان ارزش آنها با توجه به نوع آسیب‌دیدگی آن می‌تواند فاکتور مهمی در موفقیت یک شبکه لجستیک معکوس باشد.

۵- سیاست‌گذاری شفاف

بسیاری از سازمان‌ها از اینکه در معرفی محصولات خود از برگشتی در باره محصولات خود سخنی به میان آورند، گریزان می‌باشند، چرا که معتقدند این موضوع باعث تغییر دیدگاه مشتریان درباره محصولات آنها خواهد شد. در نتیجه سعی می‌کنند مسأله بازیافت ارزش از محصولات برگشتی را به عنوان یک فرایند ثانویه در دستور کار خود قرار دهند [۶]. معرفی به روزترین تکنولوژی‌ها به مشتریان و مطمئن ساختن آنها در جهت مرجوع ساختن قطعه‌ها در صورت معیوب بودن و ضمانت آن، درصد رضایت مشتریان را تا حد امکان بالا می‌برد. یک سیاست‌گذاری شفاف در برابر مسائل لجستیک معکوس می‌تواند نقش مهمی در بازیافت ارزش از محصولات برگشتی داشته باشد.

۶- قابلیت قرار دادن محصولات برگشتی در بازار

فرایند جمع‌آوری محصولات برگشتی، پردازش و بسته‌بندی آن فرایندی زمانبر و پرهزینه است. علاوه بر هزینه‌هایی که شرکت‌ها صرف پردازش مجدد محصولات برگشتی خود می‌کنند، هزینه‌های مربوط به انبار نیز جزو مسائلی است که باید مورد توجه قرار گیرد. در صورتی که کانال‌های مناسبی برای توزیع مجدد محصولات در نظر گرفته نشود و برنامه‌ریزی مناسبی در این زمینه صورت نگیرد، هزینه‌های مضاعفی بر شرکت تحمیل می‌شود. سهولت، به صرفه بودن و سرعت استفاده از کانال‌های توزیع از جمله مهم‌ترین فاکتورهای قابل توجه در این بخش می‌باشد.

۷- احیای ارزش

محصولات مرجوعی معمولاً به دلیل آسیب دیدن در زمان حمل‌ونقل، بسته‌بندی نامناسب قطعات، آسیب‌های ناشی از تصادفات، فرسوده شدن خودروها و یا در بعضی موارد به دلیل تغییر نظر مشتری در داشتن خودرو مورد نظر یا قطعه‌ای از آن برگشت داده می‌شوند [۷]. دور ریز محصول به طور کامل باعث می‌شود تا سرمایه‌ای که برای ساخت آن محصول صرف شده است، دور ریخته شود. در حالی که در اغلب موارد تنها با انجام فریندهای روتین و نه چندان پیچیده می‌توان بخش عمده‌ای از ارزش محصول را از طریق پردازش مجدد بازیافت کرد. مونتاز مجدد قطعات، جایگزینی قطعات آسیب‌دیده و یا در بدترین حالت استفاده مجدد از مواد تشکیل‌دهنده قطعات همچون نوب فلزات می‌تواند بخشی از هزینه ساخت اولیه محصول را به خودروساز برگرداند.

۸- جمع‌آوری کارآمد ضایعات و محصولات برگشتی

اتخاذ تصمیم‌های مناسب و فراهم ساختن تکنولوژی‌های به روز به بخش لجستیک کمک می‌کند تا مرجوعی‌های خود را با سرعت بیشتری جمع‌آوری کنند. تشویق مشتریان به جمع‌آوری محصولات معیوب و غیرقابل استفاده برای استرداد آن به شرکت خودروسازی می‌تواند گام مهمی در سرعت‌بخشی به فرایندهای لجستیک معکوس باشد [۷]. همچنین بالا رفتن سطح آگاهی افراد در هر یک از بخش‌های زنجیره باعث می‌شود تا جمع‌آوری محصولات به شکل کارآمدتری صورت پذیرد.

۹- داشتن دید تفصیلی و جزئنگر به اجزای لجستیک معکوس

داشتن دید تفصیلی و دقیق به تمام فرایندهایی که در لجستیک معکوس صورت می‌پذیرد، باعث می‌شود تا احتمال خطا به حداقل میزان خود کاهش پیدا کند. از آن جایی که پردازش برگشتی‌ها خود یک فرایند به اصطلاح دوباره کاری محسوب شده است، از این رو هزینه‌هایی را نیز با خود به همراه دارد، وجود هرگونه خطا در عملکردهای سیستم باعث می‌شود تا هزینه‌های مضاعفی بر شرکت تحمیل شود [۸]. بنابراین داشتن دید جزئنگر در همه عملکردهای لجستیک معکوس می‌تواند در افزایش بهره‌وری مؤثر بوده و در موفقیت سیستم نقش به‌سزایی ایفا کند. در غیاب چنین رویکردی نسبت به هزینه‌ها و کارکردهای لجستیک معکوس، کارآمدی فرایندها دچار افت شدیدی خواهد شد.

۱۰- تمرکز استراتژیک بر اجتناب از برگشت محصول

مدیریت ارشد علاوه بر اینکه با روش‌های خلاقه و نوآورانه خود از برگشت داده شدن محصولات جلوگیری می‌کند، باید این کار را از طریق کانال‌های شرکای زنجیره تأمین نیز پیگیری کند [۹]. اعتقاد بر این است که "اجتناب" بخش اساسی از یک استراتژی شفاف برای لجستیک معکوس می‌باشد. با رشد این فاکتور، شرکت‌ها میزان دستیابی خود به مزیت‌های رقابتی را افزایش می‌دهند. استفاده از استراتژی‌های رقابتی همچون به‌کارگیری مواد با کیفیت، تکنولوژی‌های به روزتر و نیز استفاده از روش‌های روز دنیا در جهت بهینه‌سازی کیفیت خودرو و قطعات مربوط به آن می‌تواند به کمینه‌سازی برگشتی‌ها کمک کند [۹].

۱۱- وجود آگاهی نسبت به لجستیک معکوس

شرکت‌ها و سازمان‌ها باید بدانند که بدون توجه به اینکه چه نوع محصولی تولید می‌کنند، همواره در معرض برگشت داده شدن کالاها می‌باشند. امروزه بسیاری از محصولات مصرفی دوره، عمر کوتاه‌تری دارند [۹]. آگاهی از چگونگی پردازش مجدد قطعات و مواد و نیز آگاهی از منافع اقتصادی قراردادن مجدد محصول در چرخه مصرف باعث ایجاد انعطاف‌پذیری بیشتری در تولیدکنندگان برای به‌کارگیری تکنیک‌های لجستیک معکوس می‌شود [۹]. مدیران باید در هر لحظه آمادگی پذیرش برگشتی‌ها یا به فروش نرفتن کالاها را به دلایل گوناگون

داشته باشند. توجه به این موضوع و آگاهی از اهمیت پرداختن به موضوع لجستیک معکوس باعث افزایش سود سازمان و جلوگیری از خسارت‌های وارد شده در اثر برگشت داده شدن کالا یا به فروش نرفتن آن می‌باشد [۱۰].

۱۲- منابع مالی مناسب

وجود یک منبع مالی خوب برای پشتیبانی از زیرساختارهای لجستیک معکوس از پیش شرط‌های ورود به این بخش می‌باشد [۱۰]. سازمان‌ها برای پیاده‌سازی برنامه‌های لجستیک معکوس نیازمند اختصاص بودجه و سایر منابع می‌باشند. تأمین یک اتوماسیون مناسب، به‌کارگیری نیروی متخصص و کارآمد و موارد دیگر از جمله مواردی هستند که نیاز به یک منبع مالی مناسب را توجیه می‌کنند [۱۰]. با توجه به رشد سریع‌السير تکنولوژی‌های مربوط به موتور خودروها، بدنه خودروها و نیز مسائل امنیتی مربوط به سرنشین‌ها، هزینه استفاده از چنین تکنولوژی‌هایی روز به روز در حال افزایش است [۱۱]. برخورداری از یک منبع مالی مناسب می‌تواند محرک مناسبی برای به‌کارگیری جدیدترین تکنیک‌ها و تکنولوژی‌های روز دنیا باشد.

۱۳- مشارکت استراتژیک با شرکای زنجیره تأمین

مدیریت نمودن لجستیک معکوس فعالیتی نیست که منحصر به یک واحد خاص مثل بخش لجستیک شود. تصمیم‌های سطوح بالادستی به شدت بر فرایندهای لجستیک معکوس اثرگذار هستند [۱۱]. برای آنکه بتوان لجستیک معکوس موفق داشت لازم است تا همه بخش‌ها اعم از واحدهای تحقیق و توسعه، بخش مالی، بخش حمل و توزیع، بخش فروش و سایر بخش‌ها نهایت همکاری را با یکدیگر داشته باشند. وجود همکاری چه در داخل بخش لجستیک و چه در کل زنجیره تأمین از ملزومات یک زنجیره تأمین موفق است [۱۱].

۱۴- رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری

رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری، روشی است که در این تحقیق برای ایجاد یک مدل کمی کیفی مورد استفاده قرار گرفته است. رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری یک متدولوژی مؤثر و کارا برای موضوعاتی است که در آن متغیرهای کیفی در سطوح مختلف اهمیت بر یکدیگر

آثار متقابل دارند [۱۲]. با استفاده از این تکنیک می‌توان ارتباطات و وابستگی‌های بین متغیرهای کیفی مسأله را کشف کرد [۱۲]. در ذیل تمامی مراحل که برای توسعه مدل مورد نظر با استفاده از تکنیک ISM مورد نیاز است، معرفی می‌شود. پیش از آن لازم است تا اشاره شود که از این پس، منظور از متغیرهای اثرگذار بر سیستم همان فاکتورهای موفقیت می‌باشند.

۱۴-۱- تشکیل ماتریس خودتعاملی ساختاری SSIM^۵

متدولوژی ISM روش‌های مختلفی را برای تعیین روابط مفهومی بین هر جفت از متغیرها معرفی می‌کند. در تحقیق پیش رو نیز برای تعیین روابط مفهومی میان فاکتورهای کلیدی موفقیت لجستیک معکوس از دو کارشناس خبره استفاده شد. این دو کارشناس از بخش لجستیک صنعت خودرو انتخاب شده و تجربه کاری بالای ۱۵ سال در این حوزه داشتند. برای تحلیل کردن فاکتورهای موجود در لجستیک معکوس لازم است تا نوع رابطه مشخص شود. رابطه منطقی زیر مبنای نظریات خبرگان در مورد ارتباطات مفهومی بین فاکتورها قرار گرفت: **IF P THEN Q**

قابل ذکر است که رابطه مفهومی برای هر جفت متغیر ارائه می‌شود. نمادهای زیر بیانگر نوع ارتباط بین متغیرهای P و Q می‌باشند:

V: متغیر P باعث کاهش اثر متغیر Q می‌شود.

A: متغیر P باعث افزایش اثر متغیر Q می‌شود.

X: متغیرهای P و Q به صورت متقابل در رسیدن به یکدیگر مؤثرند.

O: متغیرهای P و Q ارتباطی با یکدیگر ندارند.

در جدول ۱ ماتریس SSIM ارتباطات بین متغیرها را به صورت شماتیک نشان می‌دهد:

جدول ۱ ماتریس SSIM

عوامل موفقیت	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲
۱. وجود تکنولوژی و سیستم‌های اطلاعاتی مناسب	V	A	A	A	A	A	V	X	A	O
۲. شفافیت کیفیت و ارزش محصول	V	A	O	O	O	V	V	V	V	
۳. سیاست‌گذاری شفاف	V	O	A	O	V	V	V	V		
۴. قابلیت قرار دادن محصولات برگشتی در بازار	V	A	A	A	A	X	V			
۵. احیای ارزش	A	O	A	A	O	O				
۶. جمع‌آوری کارآمد ضایعات و محصولات برگشتی	V	A	A	A	A					
۷. داشتن دید تفصیلی و جزعگر به اجزای لجستیک معکوس	V	V	A	A						
۸. تمرکز استراتژیک بر اجتناب از برگشت محصول	V	V	A							
۹. وجود آگاهی نسبت به لجستیک معکوس	V	V								
۱۰. منابع مالی مناسب	O									
۱۱. مشارکت استراتژیک با شرکای زنجیره تأمین										

۱۴-۲- تشکیل ماتریس دریافتی^۶

در این قسمت ماتریس SSIM به صورت یک ماتریس دودویی در می‌آید. به ماتریس تبدیل شده در اصطلاح ماتریس دریافتی اولیه می‌گویند که در آن نمادهای A, V, O, X به وسیله اعداد "۱" و "۰" جایگزین شده‌اند. اگر فرض شود که $(i,j) \in \{A, V, O, X\}$ معادل مؤلفه (i,j) ماتریس SSIM بوده و $(i,j) \in \{A, V, O, X\}$ معادل مؤلفه (i,j) ماتریس دریافتی باشد، جایگزینی براساس قوانین زیر صورت می‌گیرد:

۱. اگر $(i,j) \in \{A, V, O, X\}$ آنگاه $(i,j) \in \{1, 0\}$ و $(j,i) \in \{1, 0\}$
۲. اگر $(i,j) \in \{A, V, O, X\}$ آنگاه $(i,j) \in \{1, 0\}$ و $(j,i) \in \{1, 0\}$
۳. اگر $(i,j) \in \{A, V, O, X\}$ آنگاه $(i,j) \in \{1, 0\}$ و $(j,i) \in \{1, 0\}$
۴. اگر $(i,j) \in \{A, V, O, X\}$ آنگاه $(i,j) \in \{1, 0\}$ و $(j,i) \in \{1, 0\}$

با اعمال قوانین بالا در جایگزینی‌ها به ماتریس دریافتی اولیه می‌رسیم که در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲ ماتریس دریافتی اولیه

عوامل موفقیت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
۱. وجود تکنولوژی و سیستم‌های اطلاعاتی مناسب	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۲. شفافیت کیفیت و ارزش محصول	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱
۳. سیاست‌گذاری شفاف	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰
۴. قابلیت قرار دادن محصولات برگشتی در بازار	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۵. احیای ارزش	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۶. جمع‌آوری کارآمد ضایعات و محصولات برگشتی	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱
۷. داشتن دید تفصیلی و جزئی‌نگر به اجزای لجستیک معکوس	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۱
۸. تمرکز استراتژیک بر اجتناب از برگشت محصول	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱
۹. وجود آگاهی نسبت به لجستیک معکوس	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۰. منابع مالی مناسب	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰
۱۱. مشارکت استراتژیک با شرکای زنجیره تأمین	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱

ماتریس دریافتی نهایی با اعمال روابط تعدی موجود در بین متغیرها تشکیل می‌شود. به این ترتیب می‌توان فاز بعدی از مراحل اجرای متدولوژی ISM را به انجام رساند. نتیجه استفاده از روابط متعدی بین متغیرها در جدول ۳ قابل رؤیت است همچنین در جدول زیر نیروی‌های محرک هر متغیر و میزان وابستگی هر متغیر نیز نشان داده شده است. نیروی محرک هر متغیر عبارت است از تعداد نهایی متغیرهایی (شامل خودش) که می‌تواند در ایجاد آنها نقش داشته باشد. میزان وابستگی عبارت است از تعداد نهایی متغیرهایی که باعث ایجاد متغیر مذکور می‌شوند. از این دو مفهوم در مراحل بعدی استفاده خواهد شد.

جدول ۳ ماتریس دریافتی نهایی

نیروی محرکه	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	عوامل موفقیت
۵	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱. وجود تکنولوژی و سیستم‌های اطلاعاتی مناسب
۷	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲. شفافیت کیفیت و ارزش محصول
۶	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۳. سیاست‌گذاری شفاف
۵	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۴. قابلیت قرار دادن محصولات برگشتی در بازار
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۵. احیای ارزش
۵	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۶. جمع‌آوری کارآمد ضایعات و محصولات برگشتی
۷	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۷. داشتن دید تفصیلی و جزءنگر به اجزای لجستیک معکوس
۱۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۸. تمرکز استراتژیک بر اجتناب از برگشت محصول
۱۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۹. وجود آگاهی نسبت به لجستیک معکوس
۹	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۰. منابع مالی مناسب
۲	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱۱. مشارکت استراتژیک با شرکای زنجیره تأمین
	۱۰	۳	۱	۲	۴	۹	۱۱	۹	۶	۴	۹	نیروی وابسته

۱۴-۳- بخش‌بندی سطوح

در این مرحله مجموعه دریافتی و نیز مجموعه مقدماتی برای هریک از متغیرها از روی ماتریس دریافتی نهایی استخراج شد. مجموعه دریافتی برای یک متغیر خاص عبارت است از خود آن متغیر است، به انضمام سایر متغیرهایی که در به‌وجود آمدن آن نقش داشته‌اند. مجموعه مقدماتی برای هر متغیر شامل خود آن متغیر است، به انضمام سایر متغیرهایی که در ایجاد آنها نقش داشته است. به‌دنبال آن می‌توان اشتراک این دو مجموعه را برای هر یک از متغیرها به‌دست آورد. متغیرهایی که اشتراک مجموعه دریافتی و مجموعه مقدماتی آن

یکی است، در سلسله مراتب ISM به عنوان متغیر سطح بالا محسوب می‌شوند، به طوری که این متغیرها در ایجاد هیچ متغیر دیگری مؤثر نمی‌باشند. پس از شناسایی متغیر بالاترین سطح، آن متغیر از فهرست سایر متغیرها کنار گذاشته می‌شود. این تکرارها تا زمانی که سطح همه متغیرها مشخص شود، ادامه پیدا می‌کند. سطوح شناسایی شده در ساخت مدل نهایی ISM به ما کمک می‌کنند. در جدول‌های ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ این تکرارها نشان داده شده است.

جدول ۴ تکرار ۱

عامل	مجموعه دریافتی	مجموعه مقدماتی	مجموعه اشتراک‌ها	سطح
۱	۱۱-۶-۵-۴-۱	۱۰-۹-۸-۷-۶-۴-۳-۲-۱	۶-۴-۱	
۲	۱۱-۶-۵-۴-۳-۲-۱	۱۰-۹-۸-۲	۲	
۳	۱۱-۶-۵-۴-۳-۱	۱۰-۹-۸-۷-۳-۲	۳	
۴	۱۱-۶-۵-۴-۱	۱۰-۹-۸-۷-۶-۴-۳-۲-۱	۶-۴-۱	
۵	۵	۱۱-۱۰-۹-۸-۷-۶-۴-۳-۲-۱	I	
۶	۱۱-۶-۵-۴-۱	۱۰-۹-۸-۷-۶-۴-۳-۲-۱	۶-۴-۱	
۷	۱۱-۷-۶-۵-۴-۳-۱	۱۰-۹-۸-۷	۷	
۸	۱۱-۱۰-۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱	۹-۸	۸	
۹	۱۱ -۱۰-۹-۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱	۹	۹	
۱۰	۱۱-۱۰-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱	۱۰-۹-۸	۱۰	
۱۱	۱۱-۵	۱۱-۱۰-۹-۸-۷-۶-۴-۳-۲-۱	۱۱	

جدول ۵ تکرار ۲

عامل	مجموعه دریافتی	مجموعه مقدماتی	مجموعه اشتراک‌ها	سطح
۱	۱۱-۶-۴-۱	۱۰-۹-۸-۷-۶-۴-۳-۲-۱	۶-۴-۱	
۲	۱۱-۶-۴-۳-۲-۱	۱۰-۹-۸-۲	۲	
۳	۱۱-۶-۴-۳-۱	۱۰-۹-۸-۷-۳-۲	۳	
۴	۱۱-۶-۴-۱	۱۰-۹-۸-۷-۶-۴-۳-۲-۱	۶-۴-۱	
۶	۱۱-۶-۴-۱	۱۰-۹-۸-۷-۶-۴-۳-۲-۱	۶-۴-۱	
۷	۱۱-۷-۶-۴-۳-۱	۱۰-۹-۸-۷	۷	

ادامه جدول ۵

عامل	مجموعه دریافتی	مجموعه مقدماتی	مجموعه اشتراک‌ها	سطح
۸	۱۱-۱۰-۸-۷-۶-۴-۳-۲-۱	۹-۸	۸	
۹	۱۱ -۱۰-۹-۸-۷-۶-۴-۳-۲-۱	۹	۹	
۱۰	۱۱-۱۰-۷-۶-۴-۳-۲-۱	۱۰-۹-۸	۱۰	
۱۱	۱۱	-۱۰-۹-۸-۷-۶-۴-۳-۲-۱ ۱۱	۱۱	II

جدول ۶ تکرار

عامل	مجموعه دریافتی	مجموعه مقدماتی	مجموعه اشتراک‌ها	سطح
۱	۶-۴-۱	۱۰-۹-۸-۷-۶-۴-۳-۲-۱	۶-۴-۱	III
۲	۶-۴-۳-۲-۱	۱۰-۹-۸-۲	۲	
۳	۶-۴-۳-۱	۱۰-۹-۸-۷-۳-۲	۳	
۴	۶-۴-۱	۱۰-۹-۸-۷-۶-۴-۳-۲-۱	۶-۴-۱	III
۶	۶-۴-۱	۱۰-۹-۸-۷-۶-۴-۳-۲-۱	۶-۴-۱	III
۷	۷-۶-۴-۳-۱	۱۰-۹-۸-۷	۷	
۸	۱۰-۸-۷-۶-۴-۳-۲-۱	۹-۸	۸	
۹	۱۰-۹-۸-۷-۶-۴-۳-۲-۱	۹	۹	
۱۰	۱۰-۷-۶-۴-۳-۲-۱	۱۰-۹-۸	۱۰	

جدول ۷ تکرار ۴

عامل	مجموعه دریافتی	مجموعه مقدماتی	مجموعه اشتراک‌ها	سطح
۲	۳-۲	۱۰-۹-۸-۲	۲	
۳	۳	۱۰-۹-۸-۷-۳-۲	۳	IV
۷	۷-۳	۱۰-۹-۸-۷	۷	
۸	۱۰-۸-۷-۳-۲	۹-۸	۸	
۹	۱۰-۹-۸-۷-۳-۲	۹	۹	
۱۰	۱۰-۷-۳-۲	۱۰-۹-۸	۱۰	

جدول ۸ تکرار ۵

عامل	مجموعه دریافتی	مجموعه مقدماتی	مجموعه اشتراکها	سطح
۲	۲	۱۰-۹-۸-۲	۲	V
۷	۷	۱۰-۹-۸-۷	۷	V
۸	۱۰-۸-۷-۲	۹-۸	۸	
۹	۱۰-۹-۸-۷-۲	۹	۹	
۱۰	۱۰-۷-۲	۱۰-۹-۸	۱۰	

جدول ۹ تکرار ۶

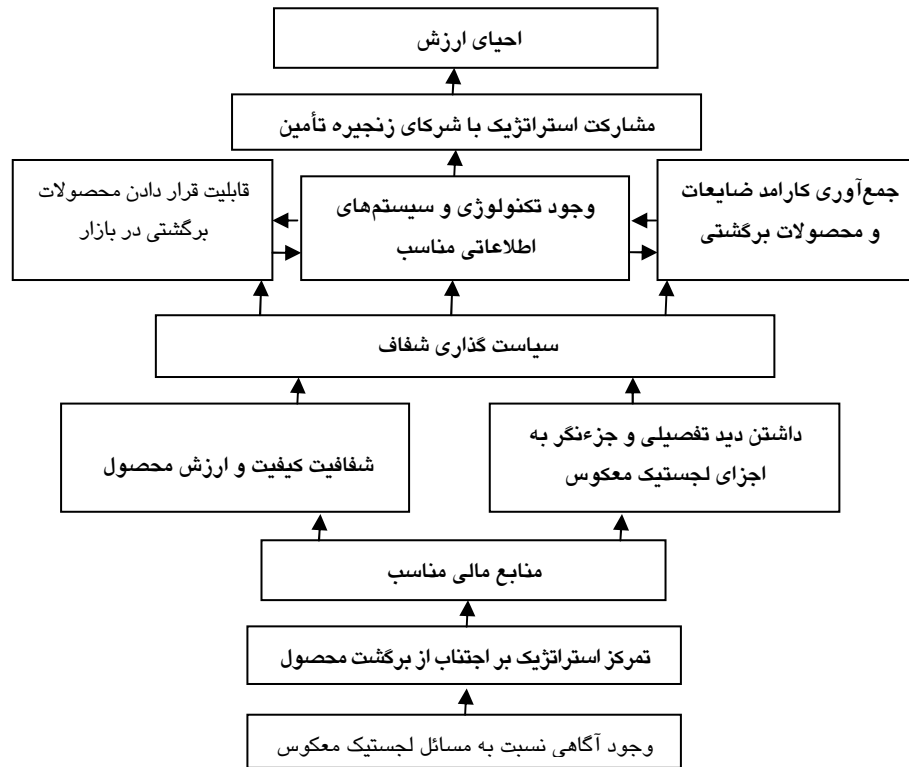
عامل	مجموعه دریافتی	مجموعه مقدماتی	مجموعه اشتراکها	سطح
۸	۱۰-۸	۹-۸	۸	
۹	۱۰-۹-۸	۹	۹	
۱۰	۱۰	۱۰-۹-۸	۱۰	VI

جدول ۱۰ تکرار

عامل	مجموعه دریافتی	مجموعه مقدماتی	مجموعه اشتراکها	سطح
۸	۸	۹-۸	۸	VII
۹	۹-۸	۹	۹	VIII

۴-۱۴- ساخت مدل بر مبنای ISM

در این صورت می‌توان مدل ساختاری مورد نظر مسأله را از روی ماتریس دریافتی نهایی ایجاد کرد. اگر بین متغیر I و متغیر J ارتباط وجود داشته باشد، آن را به وسیله یک پیکان جهت‌دار نشان می‌دهیم. دیاگرام نهایی ایجاد شده- که با حذف حالت‌های تعدی و نیز با استفاده از بخش بندی سطوح به دست آمده است، در نمودار ۱ نشان داده شده است.



نمودار ۱ مدل ISM

۱۴-۵- تحلیل MICMAC

هدف از تحلیل MICMAC بررسی و تحلیل نیروهای محرک^۷ و نیروهای وابسته^۸ متغیرها (فاکتورهای موفقیت) می‌باشد [۱۳]. در این تحلیل متغیرها به چهار دسته کلی تقسیم می‌شوند. دسته اول شامل "متغیرهای خودمختار"^۹ می‌باشند. این دسته از متغیرها نیروی وابسته ضعیف و همچنین نیروی محرک ضعیفی دارند. متغیرهایی که در این دسته قرار می‌گیرند، تقریباً به‌صورت جدا از کل سیستم عمل می‌کنند. این متغیرها اثر چندانی روی سایر متغیرها ندارند.

درواقع ارتباطات این متغیرها با دیگر متغیرها بسیار محدود و ناچیز می‌باشد. دسته دوم شامل آن دسته از "متغیرهای وابسته ای" است که نیروی محرک ضعیفی دارند، با این وجود از نیروی وابسته بالاتری نسبت به سایر موانع برخوردارند. دسته سوم شامل آن دسته از "متغیرهای پیوندی" است که از نیروی محرک قوی و همچنین نیروی وابسته قدرتمندی برخوردارند. این متغیرها در حقیقت موانعی هستند که بی‌ثبات می‌باشند [۱۴]. به این معنا که انجام هرگونه اقدامی در مورد این موانع علاوه بر اینکه مستقیماً بر سایر موانع اثر می‌گذارد، می‌تواند در قالب بازخورد از سایر موانع بر خود مانع نیز اثرگذار باشد. دسته چهارم شامل آن دسته از "متغیرهای مستقل" است که نیروی محرک قوی دارند، اما نیروی وابسته آنها ضعیف است. در نمودار ۲ محور افقی نمایانگر نیروی وابسته و محور عمودی نشانگر نیروی محرک می‌باشد. میزان نیروی محرک و وابسته هر یک از متغیرها از روی جدول ۸ استخراج شده است. برای مثال فاکتور شماره ۲ با عنوان "شفافیت کیفیت و ارزش محصولات در چرخه عمر محصول" - که در دسته شماره IV قرار گرفته است - دارای نیروی محرک ۷ و نیروی وابسته ۴ می‌باشد.

									۹	۱۱	
								IV	۸	۱۰	
			III					۱۰		۹	
										۸	
								۲.۷		۷	
					۳					۶	
									۱.۴.۶	۵	
			II							۴	
								I		۳	
										۲	
		۱۱								۱	
	۵										
	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱

نمودار ۲ تحلیل MICMAC

۱۵- نتیجه‌گیری

مدیران برای اینکه بتوانند حداکثر استفاده از قابلیت‌های لجستیک معکوس را داشته باشند چاره‌ای جز شناسایی فاکتورهای کلیدی موفقیت ندارند. نتایج حاصل از این مقاله به مدیران صنعت خودرو در عرصه لجستیک معکوس کمک می‌کند تا این فاکتورها را در دیدی جامع و کل‌نگر مشاهده کرده و ارتباطات بین آنها را به وضوح درک کنند. با استفاده از نتایج حاصل از تحلیل MICMAC آنها می‌توانند میزان اثرگذاری هر یک از فاکتورها را بر دیگر عوامل مشاهده کرده و فاکتورهای ریشه‌ای‌تر را شناسایی کنند. مشاهدات حاصل در مدل نهایی ارائه شده در این پژوهش به شرح زیر است:

همان‌طور که از روی دیاگرام نهایی مدل ISM قابل مشاهده است، وجود آگاهی نسبت به مسائل لجستیک معکوس در بالاترین اولویت نسبت به سایر فاکتورها قرار می‌گیرد. نداشتن اطلاعات و آگاهی لازم و کافی در زمینه لجستیک معکوس چه برای مدیران ارشد و چه برای کارکنان و نیز مشتریان صنعت خودرو باعث ایجاد پیچیدگی‌هایی در روند انجام فعالیت‌های لجستیک معکوس می‌شود. زمانی که یک مدیر ارشد آگاهی کافی درباره اهمیت این موضوع نداشته باشد، نمی‌تواند موضوع لجستیک معکوس را به عنوان یک فاکتور استراتژیک وارد تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری‌ها کند. فاکتور بعدی که پس از "وجود آگاهی درباره مسائل لجستیک معکوس" قرار می‌گیرد و در واقع زیرمجموعه این عامل محسوب می‌شود، "تمرکز استراتژیک بر اجتناب از برگشت محصول" می‌باشد. در صورتی که مدیریت ارشد از آگاهی کافی نسبت به مسائل لجستیک معکوس برخوردار باشد و آثار بی‌توجهی به این موضوع را درک کرده باشد، تمرکز خود را بر این بخش بیشتر می‌کند و انواع شیوه‌های کارآمد استراتژیک را برای اجتناب از برگشت داده شدن محصولات خود می‌آزماید. همچنین از روی مدل نهایی می‌توان مشاهده کرد که فاکتور مربوط به "احیای ارزش" در پایین‌ترین سطح اولویت قرار می‌گیرد. این امر بیانگر این موضوع است که اهمیت دادن به سایر فاکتورها- که از درجه اهمیت بالاتری برخوردارند- می‌تواند به صورت خودکار احیای ارزش از طریق پردازش برگشتی‌ها را پوشش دهد. بنابراین از روی مدل ISM، مشاهده شده است که موضوعات مربوط به مدیریت استراتژیک در پایین‌ترین سطح از نظر مراتب ISM قرار گرفته است، که اشاره به درجه بالای نیروی محرک این فاکتورها می‌باشد. در نتیجه، مدیریت ارشد

باید بر روی توسعه استراتژی‌هایی تمرکز کند که بتوانند در مورد فعالیت‌های لجستیک معکوس ایجاد آگاهی نماید. همچنین می‌توان مشاهده کرد که "احیای ارزش"، "مشارکت استراتژیک با شرکای زنجیره تأمین"، "وجود تکنولوژی و سیستم‌های اطلاعاتی مناسب"، "قابلیت قراردادن برگشتی‌ها در بازار" و "سیاست‌گذاری شفاف" محرک‌های ضعیفی هستند، در حالی که نیروهای وابسته نیرومندی محسوب می‌شوند. مدیران باید به فاکتورهایی که دارای نیروی محرک قوی‌تری بوده و در نتیجه قابلیت تأثیرگذاری بیشتری بر دیگر فاکتورها دارند، مبدول دارند.

این فاکتورها در بالاترین سطح در دیاگرام مربوط به مدل ISM قرار می‌گیرند. همچنین از روی مدل مذکور می‌توان استنباط کرد که پنج مورد از فاکتورها، یعنی "وجود آگاهی درباره مسائل مربوط به لجستیک معکوس"، "تمرکز استراتژیک بر اجتناب از برگشتی‌ها"، "شفافیت کیفیت و ارزش محصولات"، "منابع مالی مناسب" و "داشتن دید تفصیلی و جزءنگر به اجزای لجستیک معکوس" نیروی محرک قوی‌تری داشته و در نتیجه این پنج مورد از فاکتورها نسبت به بقیه وابستگی کمتری دارند. برای مدیریت این فاکتورها لازم است تا یک برنامه استراتژیک منسجم تدوین شود.

۱۵-۱- توصیه برای تحقیقات آینده

در این تحقیق، صنعت خودرو به‌عنوان یکی از عرصه‌هایی که با مسأله لجستیک معکوس مواجه است، مورد بررسی قرار گرفت. فاکتورهای موفقیت در بخش لجستیک معکوس شناسایی شده و در نهایت با استفاده از رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری ارتباطات و اولویت بین این فاکتورها ارائه شد. اما این نکته قابل ذکر است که چنین مدلی هنوز از نظر آماری مورد ارزیابی قرار نگرفته است. زمینه تحقیقاتی که می‌تواند در پژوهش‌های آینده مورد استفاده قرار گیرد، عبارت از استفاده از رویکرد مدلسازی معادلات ساختاری می‌باشد. این رویکرد قابلیت آزمودن مدل‌هایی نظیر مدل تحقیق پیش رو را دارد. این نکته قابل ذکر است که هر چند این رویکرد برای آزمودن مدل حاصل از رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری مناسب است، خود به تنهایی نمی‌تواند مدل اولیه‌ای را ارائه کند که قابلیت‌های مدل ارائه شده در مسأله فوق را داشته باشد.

علاوه بر این آنچه که این تحقیق به آن پرداخته است، لجستیک معکوس از دیدگاه منافع خودروسازان است، اما به دلیل کمبود زمان و امکانات کافی انجام تحقیقی مشابه از دیدگاه قانون‌گذاران و چارچوب‌های مدنظر دولت نیز احساس می‌شود چرا که در بسیاری از کشورهای صنعتی، ابزارهای قانونی محرک‌های قوی‌تری نسبت به منافع اقتصادی محسوب می‌شوند.

۱۶. پی‌نوشت‌ها

1. The Abbreviation of Reverse Logistics
2. Reverse supply chain
3. Automation System
4. Return products
5. The abbreviation of "structural self interaction matrix"
6. Reachability matrix
7. Driving forces
8. Dependent forces
9. Autonomous variables
10. Dependent variables
11. Connective variables
12. Independent variables

۱۷- منابع

- [1] De Brito M., Dekker R.; "A framework for reverse logistics"; *ERIM Report Series Research Management*, Vol. 29 , No.045, PP. 20-31 , 2003.
- [2] Mutha A., Shaligram P.; "Strategic network design for reverse logistics and remanufacturing using new and old product podules"; *Computer And Industrial Engineering* , Vol. 12 , No.56 . PP. 11- 21, 2009.
- [3] Integrated supply chain solution, Price Water House Cooper, May (2008).
- [4] Madaan J., Wadhwa S.; Proceedings of the 17th word congress, the international federation of automobile control; Korea, pp.2984-2989, 2008.
- [5] Tibben-Lembke R.; "life after death: Reverse logistics and the product life cycle"; *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol 32, No. 2, pp. 223-224, 2002.



- [6] Glenn Richey R., Chen H. , Genchev S. E., Daugherty P.;"Developing effective reverse logistic programs"; *Industrial Marketing Management*, Vol. 10 , No.34 ,PP . 11-23, 2005.
- [7] Kim I., Watada J.; "Decision making with an interpretive structural modeling method using a DNA-Based algorithm"; *IEEE Transactions on Nanobioscience*,Vol. 8,No. 2, PP.181-191, 2009.
- [8] Fleischmann M. , Van Nunen Jo.,"Grave B., Gapp R.; Reverse logistic – capturing value in the extended supply chain"; *ERIM Report Series Research In Management* ,Vol. 17,No. 091.PP .9-21, 2004.
- [9] John C. , Michael B. ; *International Journal of Logistics Research and Applications*, Vol. 10, No. 1, PP. 41 – 56, 2007.
- [10] Fleischmann M.;"Reverse logistics network structures and design"; *ERIM Report Series Research In Management*, Vol. 21, No. 52, PP. 31-40 , 2001.
- [11] Turner Kyle J.; Exploring critical factors for successful closed-loop supply chain with remanufacturing; A Thesis Submitted To University Of Minnesota, 2012.
- [11] Pfohl Hans C., Bode A.,"Nguyen Ha T.; Adaptability to reverse logistics an empirical study in european electronics industry"; *Journal Of Global Strategic Management*, Vol. 11, PP.99-111, 2012.
- [12] Ruiz-Benitez R., Cambra-Fierro J.;" Reverse logistics practices in the Spanish SMEs context"; *Journal of Operations and Supply Chain Management*, PP.37-52, 2011.
- [13] Attaran M.;"Critical success factors and challenges of implementing RFID"; *In Supply Chain Management*,Vol. 10, No. 1, PP 144-167, 2012.