

اولویت‌بندی عوامل تولید ناب با رویکرد ساختاری تفسیری مورد مطالعه: زنجیره تأمین صنعت خودرو

آناهیتا سالاری^{۱*}، حسن فارسیجانی^۲، محمدرضا حمیدی زاده^۳، بهروز دری نوکورانی^۴

۱- دانشجوی دکتری مدیریت تولید و عملیات، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی تهران، تهران، ایران

۲- دانشیار گروه مدیریت، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی تهران، تهران، ایران

۳- استاد گروه مدیریت، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی تهران، تهران، ایران

۴- دانشیار گروه مدیریت، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی تهران، تهران، ایران

دریافت: ۹۲/۹/۲۲

پذیرش: ۹۲/۱۲/۲۸

چکیده

در بازارهای پویا و رقابتی امروز صنایع و خدمات نیازمند روش‌هایی هستند که بتوانند به کمک آن بر چالش‌های محیطی فایزآمده و محصولات و خدمات بدون اتلاف به مشتریان ارائه دهند. چنین ابزاری با شیوه تولید ناب حاصل می‌شود. از این رو با مطالعه ادبیات و پیشینه مدل‌های تولید ناب در زنجیره تأمین ۱۴ عامل اصلی شناسایی در قالب پرسشنامه‌ای در اختیار خیرگان و مدیران زنجیره تأمین صنعت خودرو قرار گرفت تا ارتباط و توالی این عوامل با روش^۱ ISM مشخص شده و سپس با روش تحلیل مسیر تأیید شود. در این راستا، این عوامل در پنج سطح قرار گرفتند. سطح اول شامل اتلافات و رضایت مشتری، سطح دوم شامل کنترل منابع و بهبود مستمر، سطح سوم شامل ساختار جریان مواد، توسعه تأمین‌کننده و انتخاب تأمین‌کننده، سطح چهارم شامل آموزش و توانمندسازی، ارتباط با مشتری، ارتباط با تأمین‌کننده و ساختار جریان اطلاعات، سطح پنجم شامل رفتار مدیریت، روش‌های مدیریت و مهارت کارکنان می‌باشد. این ترتیب عوامل به مدیران کمک کرده تا در صورت پیاده‌سازی این عوامل برای بهبود روش‌های تولید و نزدیک شدن به تولیدی ناب از کدام عوامل شروع کنند.

کلیدواژه‌ها: تولید، تولید ناب، صنعت خودرو، زنجیره تأمین.



۱- مقدمه

در روند گریزناپذیر جهانی شدن، دنیای صنعت با بزرگ‌ترین چالش‌ها مواجه شده است. با توجه به پیشرفت و ترقی پویای فناوری اطلاعات از یک طرف و جهانی شدن اقتصاد از طرف دیگر، صنایع به شدت تحت فشار شرایط محیطی و از جمله بازارهای راکد، تغییرات در تقاضای مشتری، وجود رقاباتی با کارگران ارزان قیمت و... شده‌اند. در چنین بازارهایی شرکت‌هایی که قادر به ارائه محصولات و خدمات جدید و متنوع با صرف حداقل منابع باشند، موفق‌تر خواهند بود. به این ترتیب بیش از پیش، با کاربرد و ضرورت پیاده‌سازی مفهومی با عنوان ساخت یا تولید روبه‌رو می‌شویم. امروزه تکنولوژی به سرعت در حال تغییر و پیشرفت است و بالطبع سلیقه مشتریان و رفتار رقبا تغییر می‌کند. در چنین محیطی رساندن کالای درست با قیمت مناسب در کوتاه‌ترین زمان به مصرف‌کننده مهم‌ترین عامل برای موفقیت در رقابت است [۱]، ص ۴۴۴]. با توجه به این تغییرات مدیریت زنجیره تأمین نیز با چالش‌های متعددی مواجه است. در نتیجه تلاش‌های زیادی در زمینه بهبود زنجیره تأمین انجام شده است. در مدیریت زنجیره تأمین رضایت مشتری و شناخت بازار از عناصر حیاتی و ضروری است [۲]، ص ۲۳۶]. از این رو شیوه‌ها و ایده‌های بهبود عملکرد زنجیره تأمین و تلاش برای هماهنگی عرضه و تقاضا که خود باعث کاهش هزینه‌ها، اتلاف‌ها و ارتقای سطح رضایت مشتری می‌باشد، ضروری است. تولید ناب در حقیقت روشی برای کاهش هزینه‌های مختلف تولید است. امروزه تأثیر تولید ناب را در کسب‌وکار نمی‌توان نادیده گرفت: اصول ناب‌سازی شرکت‌ها را قادر می‌سازد تا بیش از پیش منعطف‌تر و سودآورتر شوند. برای ناب شدن، این اصول باید فراسوی مرزهای فرایند تولید و ساخت معمولی باشد. همین امر باعث می‌شود بسیار تلاش شود تا اصول ناب را در زنجیره تأمین به‌کار گیرند و این اصول و مبانی را برای ساختن زنجیره‌های قابل انطباق، منعطف و خلاق بپذیرند. ادغام ناب و مدیریت زنجیره تأمین، شگفت‌انگیز نیست. کارشناسان و متخصصان زنجیره تأمین، کاهش اتلاف‌ها، افزایش سودآوری و ایجاد انعطاف‌های بیشتر در زنجیره تأمین را به‌عنوان نکات کلیدی ذکر کرده‌اند که برخی از این حوزه‌های ذکر شده با مبانی ناب مشترک می‌باشد.

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

در پی تولید فشاری، عصر تولید ناب به وجود آمد. اصول زیر بنایی فلسفه نابی بر حداقل‌سازی همه انواع اتلاف‌ها و افزایش کیفیت محصولات مستقر است. دوباره‌کاری به عنوان بدترین نوع اتلاف شناخته شده و «کیفیت در جریان نخست»^۲ به عنوان یکی از نخستین سنجه‌های تولید ناب به حساب آمد [۳، ص ۲۲]. مهد ظهور این شیوه صنعت اتومبیل بوده و این صنعت از آن بسیار بهره جسته و عامل مبحث تولید ناب در دیگر صنایع شده است [۴].

زادگاه تولید ناب شرکت تویوتا در جزیره ناگویای ژاپن بوده است. در دهه ۱۹۳۰ ای جی تویوتا با مهندس شرکتش تاچی اوهنو به آمریکا سفر کرده تا شرکت اتومبیل‌سازی فورد را بازدید کرده و از شیوه تولیدی آن‌ها استفاده کنند ولی آن‌ها پس از بازدید به این نتیجه رسیدند که اصول تولید انبوه در ژاپن به دلیل اینکه این سیستم پر از اتلاف است، قابل پیاده سازی نیست. بر این مبنا، آن‌ها شیوه جدیدی را که بعدها «ناب» نام گرفت، ایجاد کردند. اکنون تویوتا به عنوان «رهبر» در این زمینه میان رقبا می‌باشد [۵، ص ۶۱].

پیاده‌سازی، به کارگیری و بهره‌مندی توأمان استراتژی تولید ناب^۳ به همراه متدولوژی‌هایی مانند تولید چابک، تولید پاک، شش سیگما، مدل تئوری محدودیت‌ها با عنوان طرح‌های بهبود می‌تواند برنامه راهبردی اغلب سازمان‌ها و بنگاه‌های اقتصادی جهت نیل به هدف بنیادین خود، یعنی ایجاد ارزش افزوده برای مشتری باشد.

انجمن ملی استاندارد و فناوری در وزارت بازرگانی آمریکا تولید ناب را این‌گونه تعریف کرده است: «یک راه‌حل نظام‌مند برای شناسایی و از بین بردن اتلاف‌ها از طریق بهبود مستمر و به جریان انداختن تولید درست زمانی که مشتری به آن نیاز دارد».

به طور کلی از دیدگاه این سیستم تولید، هریک از عوامل تولید: مواد، نیروی انسانی، قطعات یدکی، ماشین‌آلات، زمان و ... که بیش از تعداد حداقل استفاده شود ارزش افزوده‌ای در محصول ایجاد ننماید، ضایعات و اتلاف نامیده می‌شود [۶]. البته ایده حذف ضایعات اولین بار توسط تیلور و در مدیریت علمی مطرح شد و در تولید به موقع به کمال رسید [۷]. شاه و وارد با بررسی جامع تحقیقات ارائه شده و با ترکیب کردن عناصر مورد اشاره در این تعاریف، تعریف جامع زیر را از نابی ارائه می‌دهند: «تولید ناب یک سیستم اجتماعی-تکنیکی منسجم است که هدف اصلی‌اش، حذف اتلاف از طریق کاهش یا حداقل‌سازی همزمان تغییرپذیری

داخلی، تغییرپذیری تأمین کننده و نیز تغییرپذیری مشتری است [۸، ص ۷۸۷].

این تعریف دارای چند واژه کلیدی است:

(۱) **اتلاف:** هر چیزی که موجب ایجاد ارزش افزوده برای محصول نشود، اتلاف می باشد؛ به عبارتی هر چیزی که مشتری در ازای آن حاضر به پرداخت پول نباشد و باید آن را حذف کرد، اتلاف یا ضایعات تلقی می شود.

(۲) **تغییرات:** در تولید ناب شرکتها باید به سمت کاهش اتلاف بروند، از این رو باید از راه کاهش تغییرات محیطی و اثر آنها از اتلافهای مختلف جلوگیری کرده و به بهره‌وری نزدیکتر شده و بتوانند بقای خود را تضمین کنند. کاهش تغییرپذیری به معنای حرکت به سوی ثبات، استانداردسازی و کاهش انحرافات در عملیات می باشد [۹، صص ۴۸۳-۴۸۹].

(۳) **کاهش تغییرات همزمان:** ثبات و استانداردسازی باید در همه حوزه‌های عملیاتی یک کسب‌وکار صورت بپذیرد تا اینکه این ثباتها با یکدیگر سازگار باشند. ایجاد ثبات در یک قسمت بدون وجود ثبات در بخش دیگر هیچ گاه ما را به هدف کلی- که همان حذف اتلاف است- نمی‌رساند. [۱۰، ص ۱۲].

آنچه در حرکت به سمت تولید ناب مهم است، ایجاد و استقرار زیرسیستم‌های اصلی و اینکه از کدام زیرسیستم باید شروع کنیم، بستگی به نظر مدیران سازمان دارد. برای دستیابی به تمام اهداف تولید ناب، بعد از استقرار یک زیرسیستم، دیگر زیرسیستم‌های مورد نیاز ناب باید در سازمان پیاده شوند [۱۱].

شرکتها قبل از پیاده‌سازی این سیستم باید بدانند ناب شدن چقدر برای آنها مهم و حیاتی است و چه بخش‌هایی خوب کار نمی‌کنند [۱۰؛ ۱۲].

رانکو (۲۰۱۲) یک مطالعه موردی در مورد شبیه‌سازی ابزارهای ناب در یک سیستم تولید کارا انجام داده است. در این تحقیق بیان می‌شود که برای آژانس‌هایی که ناب را پیاده‌سازی می‌کنند، مهم است که موارد زیر را بدانند:

- ناب بودن چقدر برای آنها مهم است؟
- فاکتورهایی که برای موفقیت ناب خوب و حیاتی است؟
- چه چیزهایی خوب کار نمی‌کند؟
- برای پیشبرد تلاش‌های ناب چه کاری باید انجام داد؟

در ضمن آن‌ها ابزارهای جدیدی بجز ابزارهایی را که پیش از این برای تولید ناب شناسایی شده بود، برای رسیدن به ناب لازم دانستند که از آن جمله می‌توان الگوبرداری، تجزیه و تحلیل گلوگاه‌ها، تولید سلولی، سوپر مارکت ناب، کنترل دیداری، کنترل کیفیت صفر را نام بردند [۱۲، ص ۱۱].

برای اینکه ناب واقعا مؤثر باشد، تمرکز آن نباید فقط در بخش ساخت و تولید باشد بلکه باید کل زنجیره تأمین را در نظر داشته باشد. شش ویژگی زنجیره تأمین ناب شامل مدیریت تقاضا، کاهش هزینه و ضایعات، استانداردهای فرایند، استانداردهای صنعتی، تغییر فرهنگ و همکاری سازمانی بیان شدند [۱۳، ص ۹].

۳- روش‌شناسی تحقیق

هدف از انجام این تحقیق ارتباط و اولویت‌بندی بین عوامل اصلی مؤثر بر تولید ناب در زنجیره تأمین صنعت خودرو می‌باشد که بر این اساس پرسش اساسی زیر مطرح می‌شود:
اولویت‌بندی عوامل اصلی تولید ناب در زنجیره تأمین صنعت خودرو به چه صورت می‌باشد؟

این پژوهش از جهت هدف کاربردی است در حالی که با توجه به روش‌های جمع‌آوری داده‌ها، توصیفی پیمایشی و زمینه‌یابی است. این تحقیق پیمایشی دو هدف مهم توصیف و تبیین عوامل تولید ناب در زنجیره تأمین صنعت خودرو را دنبال می‌کند. مطالعه توصیفی برای تعیین و توصیف ویژگی‌های موقعیت زنجیره تأمین صنعت خودرو می‌باشد. به این ترتیب تحقیق حاضر درصدد است تا رابطه بین عوامل ناب بودن در زنجیره تأمین را مشخص کرده و تبیین کند. در ضمن این پژوهش از نظر روش کیفی بوده و از دید روش‌شناسی یک پژوهش کیفی - کمی می‌باشد.

۴- روش و ابزار گردآوری داده‌ها

برای انجام این تحقیق در مرحله اول از تحقیقی که در زمینه تعیین عوامل کلیدی تولید ناب در زنجیره تأمین صنعت خودرو انجام شده بود، استفاده شد. در این تحقیق ۱۴ عامل اساسی تولید ناب در زنجیره تأمین به وسیله خبرگان و مدیران ارشد صنعت خودرو شناسایی شدند. سپس عوامل به دست آمده در این قسمت وارد پرسشنامه تحقیق حاضر شده و در اختیار



خبرگان و مدیران قرار گرفته تا آن‌ها در مورد ارتباط بین این عوامل نظر دهند. پس از آن روش ISM روی نتایج این پرسشنامه اجرا شد تا به این وسیله ارتباطات و توالی این عوامل کلیدی به دست آید و در نهایت با تحلیل مسیر روابط تأیید شد.

۵- جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری این تحقیق خبرگان و مدیران ارشد و میانی صنعت خودرو ایران است. با توجه به گستردگی شرکت‌های فعال در این صنعت، از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای استفاده شد و مدیران گروه ایران خودرو، سایپا، سایکو و دو کارخانه قطعه‌سازی مورد مطالعه قرار گرفتند. به دلیل ماهیت روش ISM که نیاز به تعداد زیادی نمونه ندارد، از این تعداد ۳۰ نفر به عنوان نمونه در نظر گرفته شدند.

۶- روایی

در این تحقیق روایی منطقی پرسشنامه به دلیل روشن و واضح بودن گویه‌ها و همچنین کفایت کمیت و کیفیت آن‌ها مورد تأیید قرار گرفت. از آن جایی که همه گویه‌های پرسشنامه که برای سنجش سازه مورد استفاده قرار گرفته است، براساس مطالعات قبلی بوده و پرسشنامه مذکور نخست به وسیله تعدادی از اساتید متخصص دانشگاه، مدیران و خبرگان زنجیره تأمین صنعت خودرو مورد بررسی قرار گرفته و براساس بازخورد آن‌ها پرسشنامه اولیه اصلاح و پرسشنامه نهایی تدوین شد، از این رو روایی محتوا مورد تأیید قرار گرفته و ابزار تحقیق دارای روایی کافی می‌باشد.

۷- پایایی

سازگاری درونی هر کدام از سازه‌های پژوهش از طریق پایایی تعیین می‌شود. برای این کار لازم است آلفای کرونباخ را برای هر کدام از سازه‌ها برآورد کنیم. جدول ۳ مقادیر آلفای کرونباخ برای هر کدام از سازه‌ها را - که با استفاده از نرم‌افزار SPSS محاسبه شده است - نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود، همه مقادیر آلفای کرونباخ بزرگتر از ۰/۷ است. پس می‌توان اذعان کرد که

سازه‌های استفاده شده در این مدل از سازگاری درونی بالایی برخوردارند.

جدول ۳ آلفای کرونباخ هر کدام از سازه‌ها

عوامل ناب بودن	
ارتباط با تأمین‌کننده	۰/۸۶۵
توسعه تأمین‌کننده	۰/۷۷۷
انتخاب تأمین‌کننده	۰/۸۲۷
ارتباط با مشتری	۰/۷۷۳
رضایت مشتری	۰/۸۸۶
رفتار مدیریتی	۰/۸۲۷
روش‌های مدیریتی	۰/۷۹۱
مهارت کارکنان	۰/۷۷۰
آموزش و توانمندسازی	۰/۸۵۸
بهبود مستمر	۰/۹۱۵
کنترل منابع	۰/۸۴۹
اتلافات	۰/۹۲۲
ساختار جریان اطلاعات	۰/۸۶۷
ساختار جریان مواد	۰/۸۱۲

۸- روش تحلیل داده‌ها

در این تحقیق نخست برای استخراج عوامل از تحقیق دیگری استفاده شده بود که در آن روش تحلیل عاملی به کار گرفته شده بود و برای پردازش داده‌ها نیز از نرم‌افزار لیزرل استفاده کرده بود. برای به دست آوردن ارتباط و توالی بین این عوامل از پرسشنامه تحقیق حاضر که محاسبات آن به کمک روش ISM و تحلیل مسیر انجام گرفت.

برای اجرای روش ISM و به دست آوردن روابط درونی و اولویت‌های عناصر در یک سیستم باید فرایندی طی شود. حال با استفاده از این روش و بررسی ادبیات موضوع در این زمینه می‌توان مراحل اجرای روش ISM را به شرح زیر نام برد:

- ۱- تعیین متغیرها
 - ۲- به دست آوردن ماتریس ساختاری روابط درونی متغیرها^۴ (SSIM)
 - ۳- به دست آوردن ماتریس دستیابی^۵
 - ۴- سازگار کردن ماتریس دستیابی
 - ۵- بخش‌بندی ماتریس دستیابی
 - ۶- رسم نمودار
- به این ترتیب در مرحله اول متغیرهای این تحقیق شامل: ۱- ساختار جریان اطلاعات؛ ۲-

ساختار جریان مواد؛ ۳- اتلافات؛ ۴- کنترل منابع؛ ۵- بهبود مستمر؛ ۶- آموزش و توانمندسازی؛ ۷- مهارت کارکنان؛ ۸- روش‌های مدیریتی؛ ۹- رفتار مدیریت؛ ۱۰- رضایت مشتری؛ ۱۱- ارتباط با مشتری؛ ۱۲- انتخاب تأمین‌کننده؛ ۱۳- توسعه تأمین‌کننده؛ ۱۴- توسعه تأمین‌کننده؛ ۱۴- ارتباط با تأمین‌کننده مشخص شدند.

در مرحله دوم ماتریس ساختاری، روابط درونی متغیرها را به دست می‌آوریم. این ماتریس از پرسشنامه تحقیق به دست می‌آید؛ به این ترتیب که خبرگان و مدیران در مورد روابط این متغیرها با یکدیگر یک امتیاز از صفر تا سه داده‌اند که جمع همه درایه‌های نظیر در این پرسشنامه‌ها ماتریس ساختاری است.

در مرحله سوم ماتریس دستیابی به دست می‌آید. برای این ماتریس باید یک مقیاس عددی واحد در نظر گرفت تا اعداد ماتریس قبل با آن مقایسه شود که هر عدد که از این مقیاس بزرگتر باشد، در جدول جدید از عدد یک و در غیر این صورت عدد صفر استفاده می‌شود [۱۴، صص ۸۷۷-۸۹۵].

بولاتوس و همکاران برای عدد مقیاس از فرمول زیر استفاده می‌کنند که در آن m عدد مقیاس و n تعداد پرسشنامه‌های جمع‌آوری شده می‌باشد.

$$m = 2 \times n$$

در این تحقیق عدد مقیاس عدد ۶۰ محاسبه شد. سپس ماتریس حاصل با ماتریس واحد جمع می‌شود، حاصل جمع این دو ماتریس دستیابی می‌باشد.

در مرحله چهارم ماتریس دستیابی باید از نظر درونی سازگار شود، به عنوان مثال اگر متغیر ۱ منجر به متغیر ۲ می‌شود و متغیر ۲ منجر به متغیر ۳ می‌شود باید متغیر ۱ نیز منجر به متغیر ۳ شود. اگر این حالت در ماتریس دستیابی برقرار باشد؛ یعنی سازگاری درونی دارد، در غیر این صورت باید این ماتریس سازگار شود. برای سازگاری روش‌های مختلفی وجود دارد که در اینجا از روش زیر استفاده شده است:

روش سازگاری: در این روش از قوانین ریاضی برای ایجاد سازگاری در ماتریس دستیابی استفاده می‌شود، به این صورت که ماتریس دستیابی را به توان $(K+1)$ می‌رسانیم که $K \geq 1$ می‌باشد. البته عملیات به توان رساندن ماتریس باید براساس قاعده بولن^۱ باشد [۱۵، ص ۱۴]. براساس این قاعده: $1+1=1$ ، $1 \times 1=1$ می‌باشد.

در اینجا به دلیل طولانی بودن محاسبات و ماتریس‌ها فقط ماتریس دستیابی سازگار شده در جدول ۱ آورده می‌شود.

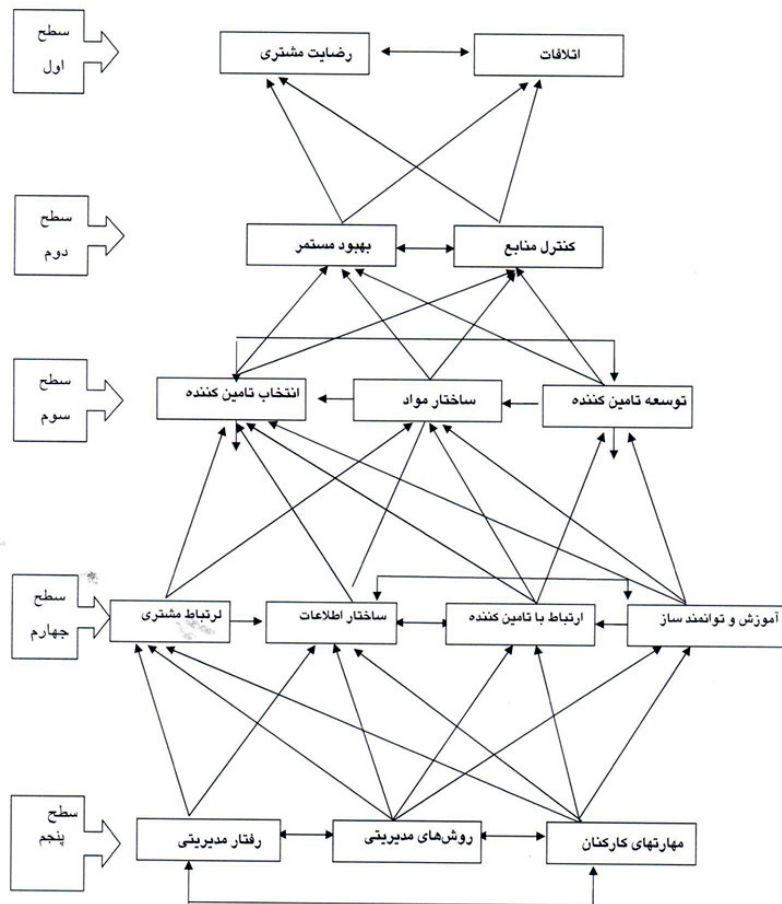
جدول ۱ ماتریس دستیابی سازگار شده

ردیف	متغیرها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
۱	ساختار جریان اطلاعات	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱
۲	ساختار جریان مواد	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۳	اتلافات	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴	کنترل منابع	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰
۵	بهبود مستمر	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰
۶	آموزش و توانمندسازی	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۷	مهارت کارکنان	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۸	روش‌های مدیریتی	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۹	رفتار مدیریت	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۰	رضایت مشتری	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۱	ارتباط با مشتری	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱
۱۲	انتخاب تأمین‌کننده	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰
۱۳	توسعه تأمین‌کننده	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰
۱۴	ارتباط با تأمین‌کننده	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱

در مرحله پنجم به کمک مجموعه دستیابی و مجموعه پیشنیاز، سطوح متغیرها مشخص می‌شود. در سطح اول بهبود مستمر، ارتباط با مشتری، ارتباط با تأمین‌کننده، انتخاب تأمین

کننده و توسعه تأمین‌کننده قرار داده شدند. در سطح دوم رضایت مشتری، کنترل منابع، ساختار جریان مواد و اتلافات قرار گرفتند و در سطح سوم ساختار جریان اطلاعات، آموزش و توانمندسازی و مهارت کارکنان و در سطح چهارم روش‌های مدیریتی و رفتار مدیریتی قرار گرفتند.

مدل به دست آمده به وسیله این روش به صورت شکل ۱ می‌باشد:



شکل ۱ مدل حاصل از روش ISM

۹- فرضیه‌ها

در این پژوهش برای ارتباط بین عوامل تولید ناب، هشت فرضیه به صورت زیر تدوین شدند:

- ۱- عامل اتلافات بر رضایت مشتری در تولید ناب در زنجیره تأمین تأثیر دارد.
- ۲- عامل بهبود مستمر بر اتلافات در تولید ناب در زنجیره تأمین صنعت خودرو تأثیر دارد.
- ۳- عامل انتخاب تأمین‌کننده بر کنترل منابع در تولید ناب در زنجیره تأمین صنعت خودرو تأثیر دارد.
- ۴- عامل آموزش و توانمندسازی بر ساختار جریان مواد در تولید ناب در زنجیره تأمین صنعت خودرو تأثیر دارد.
- ۵- عامل ساختار جریان اطلاعات بر ساختار جریان مواد در تولید ناب در زنجیره تأمین صنعت خودرو تأثیر دارد.
- ۶- عامل روش‌های مدیریتی بر ساختار جریان اطلاعات در تولید ناب در زنجیره تأمین صنعت خودرو تأثیر دارد.
- ۷- عامل رفتار مدیریت بر ارتباط با مشتری در تولید ناب در زنجیره تأمین صنعت خودرو تأثیر دارد.
- ۸- عامل مهارت کارکنان بر ساختار جریان اطلاعات در تولید ناب در زنجیره تأمین صنعت خودرو تأثیر دارد.

به منظور سنجش این فرضیه‌ها ابتدا با روش ISM سطوح متغیرها مشخص شده سپس از تحلیل مسیر استفاده شد. در این راستا با استفاده از تحلیل رگرسیون چند متغیره گام به گام و از طریق نرم‌افزار spss فرضیه‌های گفته شده آزمون شدند. برای تحلیل روابط در هر مجموعه از متغیرهای مستقل و وابسته سه مرحله باید طی شود.

گام اول: به دست آوردن جدول نتایج مدل رگرسیون که نیکویی برازش مدل یا تناسب را نشان می‌دهد. در این جدول R بیانگر ضریب همبستگی بین ارزش‌های مشاهده شده و متغیر وابسته می‌باشد و هر چه قدر R محاسبه شده به یک نزدیک‌تر باشد، بیانگر قدرت بیشتر رابطه است. با این حال مهم‌ترین شاخص برای نیکویی و برازش مدل ضریب تعیین (R Square) می‌باشد. این ضریب میزان تناسب و سازگاری مدل را نشان می‌دهد. همچنین نشان می‌دهد که چند درصد تغییرات متغیر وابسته مربوط به متغیر مستقل می‌باشد.

گام دوم: به دست آوردن جدول ANOVA می باشد. نتایج این جدول (sig) نشان می دهد که آیا رابطه بین متغیرهای مستقل و وابسته ناشی از تصادف است یا نه؟ به عبارتی آیا متغیرهای مستقل قادر به تبیین و پیش بینی تغییرات منفی متغیر وابسته می باشند؟

گام سوم: به دست آوردن ضرایب رگرسیون بین متغیرهای مستقل و وابسته. با توجه به اینکه در پژوهش حاضر برای تحلیل مسیر از رگرسیون استفاده شده است، حجم نمونه مورد بررسی کفایت می کند.

با نگاهی به مدل متوجه می شویم که ۱۴ متغیر وابسته وجود دارد، از این رو ضرایب مسیر این مدل را می توان طی ۱۴ مرحله به دست آورد. به دلیل اینکه در حل گام به گام جداول بسیاری نیاز است، از این رو فقط در جدول های ۴ مرحله آخر بیان می شود.

در تحلیل مسیر از رگرسیون استفاده شده است و برای برآزش مدل های رگرسیونی به شاخص R^2 اشاره می شود که کمترین مقدار آن ۰/۲۰۰ و بیشترین مقدار آن ۰/۶۲۸ می باشد. این مسئله نشان دهنده مناسب بودن مدل های رگرسیونی است.

فرضیه ۱: با توجه به نتایج جدول ۴ می توان گفت که تأثیر اتلافات بر رضایت مشتری تأیید (P-value = ۰/۰۰۷ < ۰/۰۵) و دارای ضریب مسیر ۰/۳۱۹ می باشد. در نتیجه این فرضیه حذف اتلافات در تولید می تواند باعث رضایت مشتری شود که از اهداف عمده هر سازمان است.

فرضیه ۲: با توجه به نتایج جدول ۴ می توان گفت که تأثیر بهبود مستمر بر اتلافات تأیید (P-value = ۰/۰۳۹ < ۰/۰۵) و دارای ضریب مسیر ۰/۲۲۲ می باشد. بهبود مستمر فرایندهای تولید به حذف و کاهش اتلافات که مبنای تولید ناب است، کمک می کند.

جدول ۴ نتایج تحلیل مسیر

متغیرهای مستقل	ضریب استاندارد نشده		ضریب استاندارد شده	t	P-value	متغیر وابسته
	B	Std. Error	Beta			
<ul style="list-style-type: none"> • ساختار جریان مواد • توسعه تأمین‌کننده • آموزش و توانمندسازی • ساختار جریان اطلاعات • ارتباط با مشتری • ارتباط با تأمین‌کننده 	/۲۰۴ /۳۶۳ /۲۴۵ /۳۶۴ /۲۸۰ /۳۱۸	/۰۸۸ /۱۵۲ /۱۲۲ /۱۴۲ /۰۹۵ /۱۰۹	/۲۰۰ /۲۸۸ /۲۵۴ /۲۷۲ /۲۹۷ /۳۱۰	۲/۳۰۸ ۲/۳۷۹ ۲/۰۱۵ ۲/۵۶۸ ۲/۹۴۸ ۲/۹۰۴	/۰۰۲ /۰۰۲۴ /۰۰۴۷ /۰۰۱۲ /۰۰۰۴ /۰۰۰۵	انتخاب تأمین‌کننده
<ul style="list-style-type: none"> • انتخاب تأمین‌کننده • ارتباط با تأمین‌کننده 	/۰۲۷۹ /۰۳۹۶	/۰۱۱۸ /۰۱۰۹	/۰۲۹۴ /۰۴۰۴	۲/۳۶۵ ۲/۶۴۵	/۰۰۰۲ /۰۰۰۰	توسعه تأمین‌کننده
<ul style="list-style-type: none"> • ساختار جریان اطلاعات • آموزش و توانمندسازی • مهارت کارکنان • روش مدیریتی 	/۰۵ /۰۲۷۳ /۰۲۸۹ /۰۳۴۵	/۱۴۴ /۰۱۲۲ /۰۰۹۹	/۰۳۸۴ /۰۲۸۸ /۰۲۷۹ /۰۳۲۸	۳/۴۷۸ ۲/۴۴۳ ۲/۹۱۲ ۲/۷۷۷	/۰۰۰۱ /۰۰۲۸ /۰۰۳۹ /۰۰۰۷	ارتباط با تأمین‌کننده
<ul style="list-style-type: none"> • مهارت کارکنان • روش‌های مدیریتی • رفتار مدیریتی 	/۰۲۳۶ /۰۳۵۷ /۰۶۳۴	/۰۱۰۹ /۰۱۰۸ /۰۱۴۰	/۰۲۳۶ /۰۳۲۵ /۰۶۰۶	۲/۱۶۰ ۳/۳۰۸ ۴/۵۴۴	/۰۰۳۴ /۰۰۰۱ /۰۰۰۰	ارتباط با مشتری
<ul style="list-style-type: none"> • ساختار جریان مواد • کنترل منابع • توسعه تأمین‌کننده • انتخاب تأمین‌کننده 	/۰۲۵۹ /۰۵۱۰ /۰۳۴۶ /۰۳۱۴	/۰۰۹۷ /۰۱۱۹ /۰۱۱۷ /۰۱۰۵	/۰۲۴۶ /۰۴۶۰ /۰۳۲۶ /۰۲۰۶	۲/۶۶۸ ۴/۲۹۹ ۲/۹۴۸ ۲/۰۰۳	/۰۰۰۹ /۰۰۰۰ /۰۰۰۴ /۰۰۴۶	بهبود مستمر
<ul style="list-style-type: none"> • اتلافات • بهبود مستمر 	/۰۳۰۴ /۰۴۰۷	/۰۱۰۹ /۰۱۰۲	/۰۳۱۹ /۰۴۴۷	۲/۷۷۷ ۳/۹۹	/۰۰۰۷ /۰۰۰۰	رضایت مشتری



ادامه جدول ۴

متغیرهای مستقل	ضریب استاندارد نشده		ضریب استاندارد شده	t	P-value	متغیر وابسته
	B	Std. Error	Beta			
<ul style="list-style-type: none"> • ساختار جریان مواد • توسعه تأمین کننده • انتخاب تأمین کننده • بهبود مستمر 	۰/۲۷	۰/۰۹۶	۰/۲۶۵	۲/۸۱۸	۰/۰۰۶	کنترل منابع
	۰/۲۰۶	۰/۰۹۸	۰/۲۲۳	۲/۰۹۵	۰/۰۳۹	
	۰/۱۸۳	۰/۰۸۸	۰/۱۹۶	۲/۰۸۴	۰/۰۴۰	
	۰/۳۵۷	۰/۰۸۳	۰/۳۹۶	۴/۳۹۹	۰/۰۰۰	
<ul style="list-style-type: none"> • کنترل منابع • بهبود مستمر • رضایت مشتری 	۰/۴۷۲	۰/۱۰۴	۰/۴۴۴	۴/۵۵۵	۰/۰۰۰	اتلافات
	۰/۲۹۴	۰/۱۴۱	۰/۲۲۲	۲/۰۹۵	۰/۰۳۹	
	۰/۲۷۷	۰/۱۰۰	۰/۲۶۴	۲/۷۷۷	۰/۰۰۷	
<ul style="list-style-type: none"> • آموزش و توانمندساز • ارتباط با تأمین کننده • ساختار جریان اطلاعات • ارتباط با مشتری • توسعه تأمین کننده 	۰/۳۸۵	۰/۱۱۹	۰/۳۴۸	۳/۲۴۶	۰/۰۰۲	ساختار جریان مواد
	۰/۲۸۹	۰/۱۰۵	۰/۳۰۱	۳/۰۸۴	۰/۰۰۳	
	۰/۴۶۵	۰/۰۸۹	۰/۴۵۵	۵/۲۴۹	۰/۰۰۰	
	۰/۳۰۴	۰/۱۲۰	۰/۳۳۰	۲/۵۴۲	۰/۰۱۳	
	۰/۳۸۳	۰/۱۰۷	۰/۳۹۹	۳/۵۸۲	۰/۰۰۱	
<ul style="list-style-type: none"> • مهارت کارکنان • روش مدیریتی • رفتار مدیریتی • آموزش و توانمندساز • ارتباط با تأمین کننده • ارتباط با مشتری 	۰/۳۷۱	۰/۰۹۴	۰/۳۶۳	۳/۹۵۱	۰/۰۰۰	ساختار جریان اطلاعات
	۰/۳۳۰	۰/۱۰۷	۰/۳۳۱	۳/۰۸۷	۰/۰۰۳	
	۰/۲۷۰	۰/۱۰۱	۰/۳۶۶	۲/۶۶۹	۰/۰۰۹	
	۰/۴۳۸	۰/۱۱۸	۰/۴۰۷	۳/۷۲۴	۰/۰۰۰	
	۰/۲۲۶	۰/۰۷۴	۰/۲۹۴	۳/۰۴۲	۰/۰۰۳	
	۰/۲۷۵	۰/۱۰	۰/۲۵۱	۲/۷۳۹	۰/۰۰۸	
<ul style="list-style-type: none"> • مهارت کارکنان • روش مدیریتی 	۰/۴۶۷	۰/۰۷۶	۰/۵۵۵	۶/۱۷۷	۰/۰۰۰	آموزش و توانمندسازی
	۰/۴۲۳	۰/۱۰۶	۰/۴۳۲	۳/۹۸	۰/۰۰۰	
<ul style="list-style-type: none"> • روش مدیریتی • رفتار مدیریتی 	۰/۲۵۵	۰/۱۱۱	۰/۲۴۱	۲/۲۹۶	۰/۰۲۴	مهارت کارکنان
	۰/۵۷	۰/۱۴۵	۰/۴۷۴	۳/۹۲۱	۰/۰۰۰	
<ul style="list-style-type: none"> • رفتار مدیریت • مهارت کارکنان 	۰/۵۷۴	۰/۰۸۶	۰/۶۲۸	۶/۶۷۶	۰/۰۰۰	روش های مدیریتی
	۰/۳۳۳	۰/۱۵۵	۰/۲۵۸	۲/۱۴۲	۰/۰۳۵	
<ul style="list-style-type: none"> • روش های مدیریتی • مهارت کارکنان 	۰/۲۶۳	۰/۰۶۷	۰/۳۱۷	۳/۹۲۱	۰/۰۰۰	رفتار مدیریتی
	۰/۵۹۰	۰/۰۸۸	۰/۵۴۰	۶/۱۷۶	۰/۰۰۰	

فرضیه ۳: با توجه به نتایج جدول ۴ می‌توان گفت که تأثیر انتخاب تأمین‌کننده بر کنترل منابع تأیید ($P\text{-value} = 0/04 < 0/05$) و دارای ضریب مسیر $0/196$ می‌باشد. از این رو انتخاب تأمین‌کننده مناسب به سیستم کنترل منابع در تولید کمک کرده و سبب بهبود آن می‌شود.

فرضیه ۴: با توجه به نتایج جدول ۴ می‌توان گفت که تأثیر آموزش و توانمندسازی بر ساختار جریان مواد تأیید ($P\text{-value} = 0/002 < 0/05$) و دارای ضریب مسیر $0/348$ می‌باشد. آموزش و توانمندسازی کردن کارکنان به بهبود جریان مواد در فرایند تولید کمک می‌کند.

فرضیه ۵: با توجه به نتایج جدول ۴ می‌توان گفت که تأثیر ساختار جریان اطلاعات بر ساختار جریان مواد تأیید ($P\text{-value} = 0/000 < 0/05$) و دارای ضریب مسیر $0/455$ می‌باشد. یک ساختار جریان اطلاعات مناسب می‌تواند به بهبود جریان مواد در تولید کمک کند.

فرضیه ۶: با توجه به نتایج جدول ۴ می‌توان گفت که روش‌های مدیریتی بر ساختار جریان اطلاعات تأیید ($P\text{-value} = 0/003 < 0/05$) و دارای ضریب مسیر $0/366$ می‌باشد. همان‌گونه که این فرضیه بیان می‌کند سبک و شیوه مدیریت ارشد به تسهیل و بهبود جریان اطلاعات در سازمان تولیدی یاری می‌دهد.

فرضیه ۷: با توجه به نتایج جدول ۴ می‌توان گفت که تأثیر رفتار مدیریتی بر ارتباط با مشتری تأیید ($P\text{-value} = 0/000 < 0/05$) و دارای ضریب مسیر $0/325$ می‌باشد. روش رفتاری مدیر به بهبود ارتباط با مشتری منتهی می‌شود و استمرار این روابط را تسهیل می‌کند.

فرضیه ۸: با توجه به نتایج جدول ۴ می‌توان گفت که تأثیر مهارت کارکنان بر ساختار جریان اطلاعات تأیید ($P\text{-value} = 0/000 < 0/05$) و دارای ضریب مسیر $0/363$ می‌باشد. وجود کارکنان ماهر در سازمان تولیدی به تسهیل و بهبود روند اطلاعات منتهی می‌شود.

درنهایت مشاهده می‌شود که مدل حاصل از ISM به‌وسیله تحلیل مسیر آزمون و بسیاری از مسیرها در این روش نیز تأیید شد که در شکل ۳ مدل حاصل با ذکر ضرایب تحلیل مسیر نشان داده شده است. در این مدل مشاهده می‌شود که پایه مدل از روش‌های مدیریتی و رفتار مدیریت آغاز می‌شود که در مطالعات بسیاری نیز این مسئله بیان شده که برای پیاده‌سازی تفکر ناب باید حمایت مدیر ارشد سازمان تولیدی وجود داشته باشد، از این

رو تفکر مدیران و سبک مدیریتی آن‌ها گام نخستین در اجرای این شیوه است. درنهایت این عوامل در سطح اول منجر به حذف اتلافات و رضایت مشتری در صنعت می‌شود. برای بررسی نرمال بودن متغیرها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد و نتایج مبنی بر نرمال بودن تمام متغیرها بود.

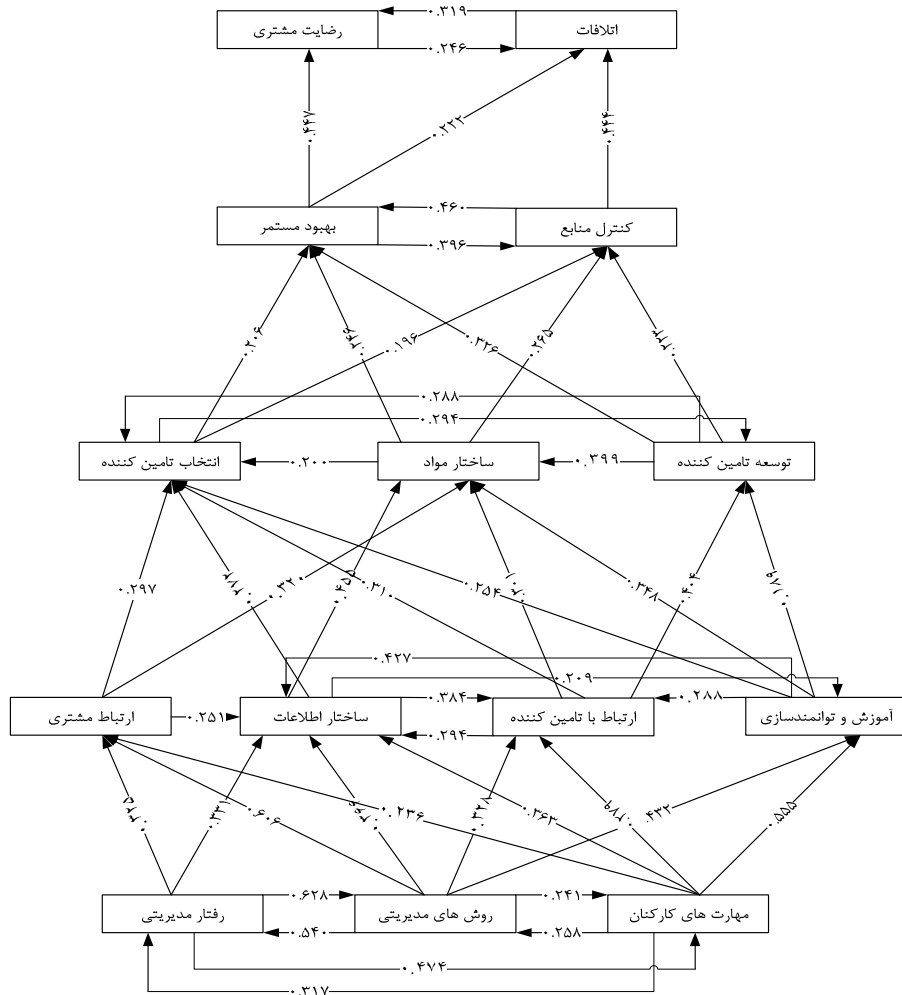
۱۰- نتیجه‌گیری

برای تولید ناب در زنجیره تأمین صنعت خودرو از ۱۴ عامل اساسی استفاده شد. این عوامل بر اساس ادبیات، پیشینه موضوع و مصاحبه با خبرگان انتخاب و تأیید شدند. به طور مسلم این عوامل ارتباطاتی با یکدیگر دارند، بعلاوه برخی از آن‌ها مقدمه‌ای برای رسیدن به دیگر عوامل هستند. براساس نتایج پژوهش، ارتباط این عوامل به صورت مدل شماره ۲ می‌باشد. در این مدل روش‌های مدیریتی، رفتار مدیریتی و مهارت کارکنان همانند اساس اولیه طراحی مدل تولید ناب می‌باشد، زیرا بدون حمایت مدیریت و منابع انسانی ماهر اصولاً پیاده‌سازی ناب امکانپذیر نیست. روش‌های مدیریتی باعث تسهیل جریان اطلاعات شده و به ارتباط بهتر با تأمین‌کننده و مشتری کمک می‌کند. ساختار جریان اطلاعات بر ساختار جریان مواد و انتخاب تأمین‌کننده مناسب تأثیر مثبتی دارد. از سوی دیگر تلاش برای آموزش و توانمندسازی کارکنان باعث ساختار جریان مواد مناسبی در زنجیره تأمین می‌شود. یک ساختار جریان مواد مناسب به کنترل منابع و بهبود مستمر منتهی می‌شود که درنهایت بهبود مستمر باعث کاهش اتلاف‌ها و رضایت مشتری خواهد شد. درحقیقت این دو عامل هدف اصلی تولید ناب است. در مدل به دست آمده مشخص است که روش‌های مدیریتی، رفتار مدیریت و مهارت کارکنان به عنوان پایه تولید ناب هستند. مدل طراحی شده براساس اطلاعات به دست آمده از صنعت خودرو می‌باشد، از این رو برای این سازمان کارساز است. البته با توجه به اینکه در مرحله شناسایی عوامل سعی شده است تا عواملی که مهم‌تر بوده و کاربرد بیشتری داشته‌اند، انتخاب شوند، اما می‌توان در شرایط مشابه این مدل را به سایر زنجیره‌های تأمین تعمیم داد. اگر چه تلاش زیادی صورت گرفته تا روابط عوامل به صورت جامعی تبیین شود، اما به طور مسلم این پژوهش کاستی‌هایی دارد. از این رو برای بهبود پیشنهادهایی ارائه می‌شود:

- برای شفافیت و وضوح بهتر مدل در صورتی که امکان عوامل کمتری شناسایی می‌شدند.
- با افزایش حجم نمونه آماری می‌توان به دقت مدل افزود.

۱-۱۰- پیشنهادها

- تقریباً بیشتر تحقیقات بخش‌هایی از زنجیره تأمین را در نظر گرفته است ولی به دلیل محدودیت‌هایی در نتایج نهایی به این قضیه پرداخته نشده است. از این رو تحقیقات آینده می‌تواند به بررسی عوامل ناب در هر یک از بخش‌های زنجیره تأمین بپردازند.
- جامعه آماری این تحقیق زنجیره تأمین صنعت خودرو در ایران می‌باشد که با توجه به مشکلات حاضر در بخش تأمین در صنعت خودرو استفاده از جامعه آماری گسترده‌تری، به طور مثال مقایسه صنعت خودرو در ایران با یک کشور توسعه یافته می‌توانست نتایج قابل تعمیم‌تری در بر داشته باشد.
- نقش محیط کلان در این تحقیق مد نظر قرار نگرفته و فقط بررسی محیط حرفه‌ای انجام شده است، از این رو به عنوان یک پیشنهاد تحقیقاتی می‌توان تأثیر متغیرهای کلان محیطی از جمله دولت را مورد مطالعه قرار داد.



شکل ۲ مدل به دست آمده با تحلیل مسیر

۱۱- پی‌نوشت‌ها

1. Interpretive Structural Modeling
2. First Pass Quality
3. Lean Production
4. Structural Self-Interaction Matrix
5. Reachability Matrix
6. Boolean

۱۲- منابع

- [1] Agarwal A., Shankar R., Tiwari M.K.; Modeling agility of supply chain, *Industrial Marketing Management*, Vol. 36, pp.443-445, 2007.
- [2] Christopher M., Towill D.R; "An integrated model for the design of agile supply chains"; *International Journal of Physical Distribution and Logistics*, Vol.31, No. 4, pp. 235-246, 2001.
- [3] Wendy K.; Lean transformation report; The Governor's Office of Accountability & Performance October 2012.
- [4] Jafarnezhad A., Ahmadi A.; Pure Measure of Lean Production and Organizations; Mehraban Pub, Tehran, 2011.
- [5] Seyed-Hosseini S. M., Bayattork A.; "Lean production factors assessment in Non-Continuos production organization (A Case Study on Sadid Industry Group)"; *Journal of Human Sciences Modares*, Article 3, Vol.9, No. 2, (Tom 39), Summer 2005, pp. 59-89, 2006.
- [6] www.technopak.com
- [7] www.Buker.com
- [8] Shah R., Ward P.T.; "Defining and developing measures of lean production"; *Journal of Operations Management*, Vol. 25, No. 4, pp.785-805, 2007.
- [9] Ing M.; Analysis of tools for lean Manufacturing ; Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engeenier. Masiraska 74, Transfer 24/2012, 2012.
- [10] Thechnopak A., Lean manufacturing: The way to manufacturing excellence,



December 2011.

- [11] Baziar M.; Analysis of lean production using analytic hierarchy process (case study: An Industrial Company Iran Khodro AM); Master Thesis University of Tehran, 2011.
- [12] Ranko B.; Integration of simulation and lean tools in effective production systems – case study; University of East Sarajevo, Faculty of Transport and Traffic Engineering, Bosnia and Herzegovina, pp. 483-489, 2012.
- [13] Lang J.; Lean practices in the supply chain; Real Value in Changing World, p. 9, 2010.
- [14] Bolanos R., Fontela E., Nenclares A., Paster P., "Using interpretive structural modeling in strategic decision making groups"; *Management Decision*, Vol. 43, No. 6, pp. 877-895, 2005.
- [15] Bollen K.A.; Structural equations with latent variables; John Wiley & Sons, New York, 1989.