فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سنندج – سال دوازدهم/ شماره ۴۲ / زمستان ۱۳۹۶

ارائه نقشه راه بکارگیری ابزارهای تولید ناب به منظور بهبود عملکرد تامین کنندگان
(مورد مطالعه: زنجیره تامین شرکت ساپکو)

سعید زینالپور اهرابی
کارشناس ارشد مهندسی صنایع، مرکز بین المللی بندر انزلی، دانشگاه آزاد اسلامی، بندر انزلی، ایران
سروش آوخ دارستانی (نویسنده مسؤول)
استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران
Email:avakh@qiau.ac.ir
کامبیز شاهرودی
دانشیار گروه مدیریت بازرگانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۸/۸ * تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۸

چکیده
در عصر حاضر جایگاه رقابتی سازمان ها به عملکرد زنجیره تامین وابسته است، لذا تامین کنندگان می توانـد سـازمان را در دست یابی به اهداف خود یاری رسانند. یکی از رویکردهای بهبود عملکرد تامین کنندگان ارتقا آنها بـا اسـتفاده از ابزارهـای تولید ناب می باشد که منجر به بهبود عملکرد در حوزه کیفیت، مدیریت هزینه و کاهش زمان انتظار می شود. هدف از این تحقیق بررسی اولویت بکارگیری ابزارهای مختلف ناب با محوریت نیـل بـه اهـداف تولیـد نـاب در بخـش زنجیـره تـامین بزرگترین شرکت خودروسازی ایران می باشد. در ابتدا ابزارهای مختلـف تولیـد نـاب بـا اسـتفاده از مطالعـات کتابخانـه ای استخراج شده است سپس میزان اهمیت هر یک از ابزارها با توجه به سه خروجی تولید ناب شامل بهبـود کیفیـت، کـاهش هزینه و کاهش زمان انتظار با استفاده از روش تاپسیس ابزارها اولویـت بنـدی شـده اسـت. سـپس میـزان تـاثیر پـذیری و تاثیرگذاری ابزارهای ناب بر یکدیگر از طریق روش دیماتل استخراج شده است. در مرحله بعدی تحقیق با استفاده از اولویت بندی ابزارها و همچنین میزان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری شاخص ها نقشه راه استقرار ابزارهای نـاب اسـتخراج شـده اسـت. نتایج تحقیق نشان داده که در بین اهداف تولید ناب اهداف کاهش هزینه، کاهش زمان انتظار و افزایش کیفیـت از اهمیـت بیشتری برخوردارند و نقشه راه استقرار ابزارهای ناب شامل کارکنان(بهبود مستمر، سازماندهی و مدیریت عملکرد)، کـایزن، نقشه جریان ارزش، S۵، کار استاندارد، نگهداری و تعمیرات بهره ور، جیدوکا، سیستم کششی، تعویض قالب تک دقیقه ای، هجونکا، جریان پیوسته می باشد.

کلمات کلیدی: تولید ناب، ارتقا تامین کنندگان، تاپسیس، دیماتل.

۱- مقدمه

با وجود تغییرات سریع تکنولوژی و رقابت شدید تولید و گذر سازمانها از دوره محصول گرایی به سمت بازارگرایی و فراصنعتی، نیازمندیهای حضور در فضای رقابتی حاضر سازمان ها را وارد می سازد روز به روز بیشتر به اهمیت و منافع بالقوه تعامل در روابط خریدار و فروشنده توجه داشته باشند. در فضای کسب و کار امروز با توجه به پیشی گرفتن تولید از تقاضا و ورود فضای تولیدی سازمان ها به فضای فراصنعتی، پاسخگویی به نیازهای مشتریان از اهمیت بالایی برخوردار است و سازمان ها به دنبال این هستند که نیازمندیهای زمانی مشتریان را پاسخ گویند. لذا منعطف سازی ساختار تامین، تولید و توزیع از اهمیت بالایی برخوردار است. از آنجاییکه مدیریت زنجیره تامین از طریق دیدگاه راهبردی که دارد سازمان ها را در دستیابی به اهداف استراتژیک یاری می رساند، عملکرد مناسب تامین کنندگان می توانند سازمان ها را در دستیابی به اهدافشان موفق سازد. یکی از چالش های سازمان ها در قرن اخیر بکارگیری تامین کنندگان مناسب و همچنین توسعه عملکرد آنها می باشد. با توجه به پیچیدگی محصولات در صنعت خودرو سازی تامین کنندگان دارای طیف وسیعی هستند. از این رو اغلب خودروسازان به دنبال بهره گیری از مدل های مدیریت نوین به منظور بهبود و توسعه عملکرد تامین کنندگان هستند. قرن بیستم دوره‌ی گستره بین دو انقلاب در آغاز و پایان قرن بوده است. انقلاب آغازین همانا ظهور تولید انبوه و پایان گرفتن عصر تولید دستی است و انقلاب پایانی همانا ظهور تولید ناب و خاتمه یافتن عصر تولید انبوه است(Roos et al., 1990). تولید ناب به عنوان یک رویکرد توصیه شده در جهت بهبود عملکرد کیفی، کاهش هزینه و کاهش زمان های انتظار به سازمان ها در دستیابی به اهداف مورد انتظار یاری می رساند که بکارگیری این رویکرد در توسعه توانمندی تامین کنندگان نیز قابل توجه است. دست یابی به نتایج تولید ناب از طریق بکارگیری ابزاهای آن می تواند منجر به دست یابی به نتایج شود لیکن نحوه بکارگیری ابزارها و اولویت آنها و همچنین تاثیرگذاری و تاثیرپذیری ابزارهای تولید ناب از یکدیگر، ضرورت در اختیار داشتن یک نقشه راه به منظور بکارگیری این ابزارها در سطح زنجیره تامین در جهت ارتقا عملکرد تامین کنندگان بالا می برد. نحوه و توالی بکارگیری ابزارهای تولید ناب با توجه به ساختار تامین کنندگان، فرهنگ سازمانی آنها و همچنین زیرساخت ها، نتایج متفاوتی را حاصل خواهند نمود. امروزه صنعت خودرو سازی لقب (صنعت صنعت ها) را به خود گرفته است که تولید ناب و سایر شیوه های تولیدی نیز با این صنعت گره خورده است(Roos et al., 1990). مدیریت زنجیره تامین یکپارچه به یک قابلیت ضروری برای رقابت در بازار جهانی تبدیل شده است. به علاوه استفاده از مفاهیم ناب در یک زنجیره تامین، پنجره های جدیدی از فرصت را برای رسیدن به سطوح بالاتر از رقابت برای شرکت کنندگان باز می کند. زنجیره تامین بر تمام فعالیت های مرتبط با جریان و تبدیل کالاها از مرحله ماده خام (استخراج) تا تحویل به مصرف کننده نهایی و نیز جریان های اطلاعاتی مرتبط با آنها مشتمل می شود. به طور کلی، زنجیره تامین زنجیره ای است که همه فعالیت های مرتبط با جریان کالا و تبدیل مواد، از مرحله تهیه ماده اولیه تا مرحله تحویل کالای نهایی به مصرف کننده را شامل می شود. درباره ی جریان کالا دو جریان دیگر که یکی جریان اطلاعات و دیگری جریان منابع مالی و اعتبارات است نیز حضور دارد(Karim & Zaman, 2013).

در این تحقیق با استفاده از مطالعات کتابخانه ای ابزارهای تولید ناب شناسایی و شاخص های که میزان اثرگذاری ابزارهای تولید ناب را مشخص می نمایند تعریف شده است. سپس اهمیت ابزارها نسبت به تاثیر آنها بر هریک از خروجی های تولید ناب سنجیده شده است و در مرحله بعد اهمیت هر یک از خروجی ها نسبت به یکدیگر توسط خبرگان مشغول به فعالیت در صنعت خودرو ایران و دانشگاه در حوزه هزینه، کیفیت و زمان پاسخگویی سنجیده شده است. در مرحله بعد ابزارهای ناب به منظور مشخص شدن میزان تاثیرپذیری و تاثیرگذاری آنها بر یکدیگر مقایسه گردیده اند و از طریق روش دیماتل میزان اثرگذاری و اثرپذیری هر شاخص مشخص شده است و در مرحله بعد با استفاده از تحلیل صورت گرفته بر روی اولویت ابزارهای با استفاده از روش تاپسیس و همچنین میزان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری ابزارهای خروجی دیماتل نقشه راه استقرار ابزارهای تولید ناب در تامین کنندگان بزرگترین شرکت خودروسازی ایران، استخراج شده است. دراین قسمت به بیان مبانی نظری و پیشینه تحقیق می پردازیم:

الف) تولید ناب[1]: زادگاه تولید ناب در شرکت تویوتا در جزیره ناگویا درکشور ژاپن است. نخستین پیروزی خانواده تویودا در صنعت ماشین آلات نساجی بود و در دهه ۱۹۳۰ به دلیل نیاز شدید دولت به وسایل نقلیه موتوری خصوصاً کامیون های ارتشی، شرکت مذکور وارد این صنعت گردید در سال ۱۹۵۰، ایجی تویودا[2] به همراه زمامدار تولید کارخانه، تائی‌چی اوهنو عازم سفری سه ماهه به کارخانه فورد شدند تا با الگوبرداری از آنچه در سیستم تولید انبوه فورد رخ می‌داد، سر و سامانی به تولید تویوتا بدهند. اوهنو، پدر تولید ناب پس از بازگشت از سفرهای مطالعاتی خود به کارخانجات فورد، در کارگاه‌های تویوتا مشغول به کار شد و با رفع نقص‌هایی که در سیستم تولید انبوه یافته بود، این سیستم تولیدی نوین را پایه ریزی نمود. سال‌ها بعد پروژه عظیم تحقیقاتی تحت عنوان «برنامه جهانی وسایل نقلیه موتوری[3]» در انستیتو تکنولوژی ماساچوست، با اعتبار ۵ میلیون دلار و با مشارکت سازمان‌های ذیربط از نقاط مختلف دنیا در مدتی حدود ۵ سال برای واکاوی آنچه در سیستم تولید تویوتا رخ می‌داد و آن را از سیستم تولید انبوه متمایز می‌ساخت، انجام شد. عنوان «تولید ناب» عنوانی است که پژوهشگران این پروژه بر آنچه از سیستم تولید تویوتا دریافته بودند (McGreevy, 2003). بنابر نظر ووک مارک و همکارانش، تولید ناب تلفیقی از ویژگی های تولید انبوه و دستی بوده که شامل ساخت و تولید ناب، طراحی ناب، هماهنگی در زنجیره تامین، ارتباط با مشتری و مدیریت ناب می شود. در واقع تولید ناب، یک سیستم ساخت با هدف یکپارچه سازی جریان اطلاعات می باشد که به طور مداوم در حال کاهش منابع مستقیم و غیر مستقیم کارگر، تجهیزات، مواد، فضا که جهت ساخت یک سری از محصولات لازم می باشند است. هرگونه کمبود در این سیستم ضایعات تلقی شده و بیش از آنکه یک هدف از سطح مشخصی در تولید ناب تنظیم گردد، تولید ناب بر بهبود مستمر فرایند متمرکز می باشد(Karim & Zaman, 2013).

ب) مدیریت ناب: فلسفه‌ی اصلی تولید ناب را در یک جمله می‌توان «حذف هر فعالیت و فرآیندی که ارزش خلق نمی‌کند» دانست. چنین فعالیت‌هایی که ارزش افزوده خلق نمی‌کنند، اتلاف یا در زبان ژاپنی مودا[4] نامیده می‌شوند. تولید ناب به دنبال رفع اتلاف‌ها و به صفر رساندن آنها است و این امر را با بکارگیری تکنیک‌هایی محقق می‌سازد که ابزارهای تولید ناب نامیده می-شوند. بنابراین هر یک از ابزارهای تولید ناب عاملی است که با هدف رفع یک یا چند اتلاف طراحی و پیاده‌سازی می‌شود. لایکر پس از سالها بررسی و پژوهش در زمینه تولید ناب، ناب شدن را با بهره گیری از ابزارهای منفک از یکدیگر غیر ممکن دانسته و رویکردی جامع در بکارگیری ابزارهای ناب را پیشنهاد نموده است. مدیریت ناب در حقیقت رویه پیچیده ای است که حول چندین ابزار کلیدی مفهومی و فیزیکی شکل گرفته است. در واقع مدیریت ناب را می توان نگریستن به سازمان به گونه ای بسیار متمایز و تشریح فرایندهای آن با واژه نامه ای جدید دانست(Adam, 2014). ساختار و اجزای مختلف تولید ناب در شکل خانه‌ای مطابق شکل ۱ تحت عنوان «خانه ناب» نشان داده می‌شود ارائه شده است بر این اساس سیستم تولید ناب را می‌توان همچون خانه‌ای تصور کرد که سقف، دیواره‌ها و کف آن را ابزارهای این سیستم به وجود آورده‌اند. پایه و زیر بنای این سیستم پایداری و استانداردسازی است که تولید ناب روی آن پایه‌ریزی می‌شود. ستون‌های این بنا را جیدوکا[5] یا خودگردان سازی و تولید بهنگام تشکیل می‌دهند. هدف یا سقف خانه ناب، تمرکز بر مشتری است، یعنی تحویل محصول مطابق با انتظار مشتری، کیفیت بالا، قیمت پایین و در کوتاه‌ترین زمان. مرکز و قلب سیستم ناب نیز مشارکت و کار گروهی است(Dennis, 2007).

[1] Lean Production
[2] Eiji Toyoda
[3] The International Motor Vehicle Program (IMVP)
[4] Muda
[5] Jiduka

شکل شماره (۱): خانه ناب[۶] (Dennis, 2007)

جدول شماره (۱): تعاریف ارائه شده از تولید ناب(Karim & Zaman, 2013)

مولفان	تعریف
Womack et al (1990)	فلسفه تولید ناب در پی کاهش ضایعات در جای شرکت می باشد. اهداف تولید ناب بهینه سازی منابع و ایجاد یک فرهنگ سازمانی و رضایت مداوم مشتری می باشد. تولید ناب دارای سه اصل قابل تشخیص می باشد: ۱)شناسایی ارزش ۲)از بین بردن ضایعات ۳)جریان تولید بدون ضایعات
Womack and jones (2003)	ووماک با همکاری جونز، سه اصل تولید ناب را که در سال ۱۹۹۰ ارائه داده بود به این پنج اصل توسعه داد. ۱) شناسایی ارزش تعریف شده توسط مشتری ۲) بهینه سازی جریان ارزش ۳) ایجاد و کنترل جریان ارزش و از بین بردن فعالیت های غیر ضروری ۴) فعال کردن سیستم تولید کششی با توجه به سفارش مشتری ۵) تکمیل فرآیند محصولات یا خدمات
Hopp and spearman (2004)	تعریف تولید ناب به عنوان تولید کالا یا خدمات با حداقل هزینه های مرتبط با فضای اضافی، موجودی بیش از حد و ظرفیت بیش از حد است.
Rother and Shook(1999) & Abdulmaleka and Rajgopa (2007)	تولید ناب به معنی شناسایی ارزش ها، انواع اتلاف ها در جریان ارزش زنجیره تامین، ابزارهای لازم برای از بین بردن آنها و به حداقل رساندن زمان تولید است.
Shah and Ward (2007)	یک سیستم اجتماعی و فنی یکپارچه با هدف از بین بردن ضایعات ، همزمان با حداقل کردن منابع مورد استفاده و افزایش رضایت مشتری و همجنین بالا بردن تنوع داخلی می باشد.

ج) ابزارهای تولید ناب: شالوده تولید ناب واکاوی زنجیره ارزش و حذف فعالیت‌هایی است که ارزشی خلق نکرده و اتلاف نامیده می‌شوند. تولید ناب برای رفع این اتلاف‌ها از تکنیک‌ها و روش‌هایی بهره می‌برد که ابزارهای ناب نامیده می‌شوند. هر کدام از ابزارهای ناب حذف یک یا چند اتلاف را نشانه رفته‌اند. به همین صورت،رفع هر یک از اتلاف‌های زنجیره ارزش نیز با بکارگیری یک یا چند ابزار ناب میسر می‌شود. شاه و وارد (۲۰۰۳) ابزارهای ناب مورد بررسی در ادبیات ناب بین سال‌های ۱۹۷۷ تا ۱۹۹۹ را مورد مطالعه قرار داده‌اند. بر اساس این مطالعه، بایو و دی‌کوروین (۲۰۰۸) جدولی برای معرفی میزان پوشش ابزارهای ناب در ادبیات موضوع تهیه کرده‌اند (جدول شماره ۲). همانطور که از این جدول نیز هویدا است، از میان انبوه تکنیک‌هایی که در متون

[6] Lean Home

مختلف به عنوان ابزار ناب معرفی شده‌اند، تعدادی را می‌توان به عنوان اصلی‌ترین و پرکاربردترین آنها مشخص نمود (Bayou & Dekorvin, 2008).

جدول شماره (۲): ابزارهای ناب مورد مطالعه در مهم‌ترین مراجع این حوزه (Bayou & Dekorvin, 2008)

ابزار ناب	پوشش گسترده	پوشش متوسط	پوشش محدود
تولید بهنگام/جریان پیوسته	*		
سیستم کششی/کانبان	*		
تکنیک‌های تعویض (تبدیل) سریع[۷]	*		
کاهش اندازه دسته‌های تولیدی[۸]	*		
برنامه‌های بهبود مستمر	*		
نیروی کار چند وظیفه‌ای	*		
نگهداری و تعمیرات	*		
مدیریت کیفیت فراگیر	*		
گروه‌های کاری خود کنترلی[۹]	*		
تولید سلولی		*	
تمرکز بر کارخانه		*	
کاهش سیکل کاری		*	
سنجش قابلیت فرآیند[۱۰]		*	
تکنولوژی/تجهیزات فرآیند جدید			*
برنامه‌های بهبود ایمنی			*
حذف گلوگاه‌ها (هموارسازی تولید)[۱۱]			*
برنامه‌های مدیریت کیفیت			*
مهندسی مجدد فرآیندهای تولید			*
محک‌زنی رقابتی[۱۲]			*
بهینه‌سازی تعمیر و نگهداری			*
برنامه‌ریزی و زمانبندی استراتژی‌ها			*

لازم به ذکر است که آنچه تحت عنوان ابزارهای ناب طرح می‌شود، مجموعه‌ای از تکنیک‌های گوناگون است که ممکن است فهرست آنها در مراجع مختلف متفاوت باشد یا با نام‌های مختلفی خوانده شوند. باید خاطر نشان ساخت که این تفاوت به دلیل برگردان واژگان ژاپنی سیستم تولید تویوتا به عبارات انگلیسی در تولید ناب است. مثل خودگردان سازی تولید به جای هیجونکا و بهبود مستمر به جای کایزن. با وجود تعداد زیاد ابزارهایی که به عنوان تکنیک ناب معرفی شده‌اند، اصلی‌ترین این ابزارها که نقطه اشتراک اکثر پژوهش‌ها و متون ناب است، در ادامه شرح داده شده است.

[7] Quick changeover techniques
[8] Lot size reductions
[9] Self-directed work teams
[10] Process capability measurements
[11] Bottleneck removal (Production smoothing)
[12] Competitive benchmarking

جدول شماره (۳): ابزارهای استفاده شده در تحقیقات انجام شده

منابع	[۱۰]	[۱۱]	[۱۲]	[۱۳]	[۱۴]	[۱۵]	[۱۶]	[۱۷]	[۱۸]	[۱۹]	[۲۰]	[۲۱]	[۲۲]	[۲۳]	[۲۴]	[۲۵]
پیشینه تحقیقات / ابزارهای تولید ناب	Horacio soriaro (2002)	Fawaz abdullah(2003)	Fawaz.A et al (2005)	Leonardo et al (2007)	Tarcision et al (2008)	Roberto alvavez(2008)	Anil Guptaetal(2011)	D.Rajen Thirakumar(2011)	Khan M.D Arful Haque et al (2012)	D.Rajen Thirakumar(2013)	Anvari et al(2013)	Carin et al(2014)	Satish tyagietul(2014)	P.Arunagiri(2014)	Andrea Chiarini(2014)	Martin Adam et al(2014)
Jidoka			▒	▒							▒					
Kaizen	▒	▒					▒				▒			▒		▒
کار استاندارد		▒	▒	▒	▒				▒		▒	▒				
5S		▒	▒	▒			▒	▒	▒		▒	▒		▒	▒	
TPM		▒	▒	▒			▒		▒		▒				▒	▒
Heijunka		▒		▒				▒								
VSM			▒	▒		▒	▒	▒	▒	▒		▒	▒	▒	▒	▒
سیستم کششی	▒		▒						▒		▒					▒
جریان پیوسته		▒	▒						▒		▒					▒
SMED		▒	▒	▒			▒	▒							▒	▒
سیستم کار انعطاف پذیر	▒			▒	▒				▒		▒					
JIT	▒			▒					▒		▒					
تولید سلولی					▒				▒		▒				▒	
پوکایوکه	▒						▒		▒		▒					
مدیریت دیداری				▒					▒		▒					
کانبان						▒	▒		▒							
کارکنان(فرهنگ بهبود مستمر،سازماندهی،مدیریت عملکرد)				▒	▒				▒		▒					

د) معیارهای بررسی ابزارهای تولید ناب: با بررسی های انجام شده در زمینه ی منفعت پیاده سازی هر یک از ابزارهای تولید ناب مشخص گردید که اهداف پیاده سازی ابزارهای تولید ناب کاهش هزینه، کاهش زمان انتظار، کاهش اتلاف ها و افزایش کیفیت می باشد و می توان به عنوان معیار های موثر بر ابزارهای تولید ناب به بررسی آنها پرداخت. یک سازمان ناب با استفاده از متدها و تکنیک‌های ناب، در راستای ارائه ارزش های بیشتر به مشتریان به دنبال تحقق اهداف ذیل می باشد (Karim & Zaman, 2013).

- هدف اول– بهبود کیفیت: منظور از کیفیت، توانائی برآورده ساختن نیازمندی‌های مشتریان از طریق ارائه کالاها و خدمات تولیدی می باشد (این نیازمندیها، انتظارات و خواسته‌های اعلام شده و اعلام نشده مشتریان را شامل می‌شود). کیفیت کالا-ها و خدمات اولین قدم سازمان برای بقاء در بازارهای رقابتی است.
- هدف دوم– حذف اتلاف ها : اتلاف به عملیاتی گفته می شود که طی آن زمان یا سایر منابع بکار گرفته شده اما هیچ ارزش افزوده‌ای برای کالا یا خدمات ایجاد ننمایند. ارزش افزوده هنگامی رخ می دهد که دگرگونی انجام شود، مواد خام تغییر شکل پیدا کرده و یا اطلاعات نیازمندی‌های مشتریان اخذ گردد برخی فعالیت‌ها از قبیل حمل و نقل مواد در حین فرایند تولید محصول ممکن است ضروری باشند اما ارزش افزوده ای ایجاد نمی‌نمایند. یکی از اولین اهداف سازمان ناب، ارائه کالا و خدمت با کیفیت به مشتری می باشد. در یک سازمان ناب، این هدف با حذف تمام اتلافها و توجه به مراکزی که ارزش افزوده ایجاد نمی‌کنند ولی برای تولید ضروری است، حاصل می‌شود.

- هدف سوم- کاهش زمان سفارش تا تحویل[۱۳]: زمان سفارش تا تحویل، مجموع زمانهای صرف شده برای تکمیل یک سری از وظایف در حین فرایند است. بعنوان مثال فاصله زمانی بین ارسال یک سفارش برای مشتری و دریافت وجه آن و یا فاصله زمانی مورد نیاز برای تبدیل مواد خام به کالای ساخته شده و همچنین فاصله زمانی معرفی محصول جدید پس از اتمام مرحله طراحی. یک سازمان ناب می تواند از طریق کاهش زمان سفارش تا تحویل، سریعا" به تغییر در تقاضای مشتریان پاسخ گفته و نرخ بازگشت سرمایه[۱۴] خود را بهبود بخشد.
- هدف چهارم- کاهش هزینه کل: هزینه کل بصورت مستقیم و غیر مستقیم با تولید کالاها و خدمات مرتبط است. یکی از وظایف سازمانها ایجاد تعادل بین قیمت کالاها و خدمات با هزینه تولید آنها می‌باشد. درصورتی که قیمت و یا هزینه تولید بیش از میزان معمول رشد کرد، شما بازار و یا سود خود را از دست خواهید داد. برای کاهش هزینه کل در یک سازمان ناب، اتلاف ها شناسائی و حذف شده و زمان های سیکل فرایند کاهش داده می‌شوند.
- زنجیره تامین ناب[۱۵]: هدف زنجیره تامین ناب حذف ضایعات، فعالیت های بدون ارزش افزوده ی موجود در حرکت جریان ارزش در سراسر زنجیره تامین است. یک زنجیره تامین ناب می تواند از طریق رویکردهای لجستیک ناب و تکنولوژی اطلاعات، سطح موجودی را کاهش دهد، زمان تحویل را کوتاه کند، هزینه ها را کاهش دهد، کیفیت را بهبود دهد و درنهایت رضایت مشتری افزایش یابد. اینها همگی نتایج مشابه تولید ناب هستند اما در مقیاس بزرگتر.

با نگاهی به پیشینه تحقیقات، سعی شده جنبه نواوری این مقاله در راستای تداوم تحقیقات در این زمینه را تبین نماید.

پاپاتودورا در سال۲۰۰۵ [۱۶] اظهار می کند که در حالی که شرکت ها ناب تر می شوند، ظرفیت اضافی و موجودی که هر یک جایگزینی برای دیگری تلقی می شود، هر دو در یک زنجیره تامین کاهش می یابند، در حالی که نوسان تقاضا هنوز هم مانند قبل است. این موضوع نشان می دهد که تفکر ناب کمک می کند تا زنجیره های تامین ظرفیت خود را با تقاضای مشتری تطبیق دهند و چربی های سیستم کسب و کار را حذف کنند (ناب = بدون چربی)(Rivera et al., 2007).

از جمله تحقیقاتی که در حیطه تولید ناب انجام شده، توسط آرچی، لاک می[۱۷] صورت گرفته است. این تحقیق یکی از رساله های دکتری دانشگاه جرجیا در آمریکا است که با عنوان "تاثیر نظامهای اندازه‌گیری عملکرد در انتخاب کارخانجات و شرکت های تولیدی در سطح جهانی" دفاع شده است. در این رساله به عوامل و معیارهای شناخت کارخانجات به عنوان تولید در سطح جهانی یا ناب پرداخته شده و در آن، مهمترین عامل در عدم دستیابی به تولید در سطح جهانی، نداشتن معیار ارزیابی عملکرد معرفی گردیده است. ارزیابی عملکرد و پیوستگی آن به سیستمهای تولید، فروش، انبار و تدارکات، تعمیرات و نگهداری، لجستیک و پشتیبانی به عنوان ابزاری مهم برای کاهش قیمت محصولات، افزایش کیفیت کالاهای تولیدی وکاهش زمان انتظار برای تحویل کالا به مشتری شناخته شده است(Lockamy, 1995).

از دیگر پژوهش های مهم که در زمینه ارزیابی به صورت مشترک توسط دانشگاه وارویک و انستیتو تکنولوژی ماساچوست انجام شده ارائه چک لیست خود ارزیابی موسسات ناب است که به لسات [۱۸]شهرت یافته است. در این روش برای هر ویژگی، یک سطح مطلوب و جاری تعریف شده است. در این پژوهش، ساختار خود ارزیابی موسسات ناب بر سه بخش رهبری، فرآیند طول عمر و توانمندی شالوده ای تاکید دارد(McGreevy, 2003).

ماهاپاترا و موهانتی (۲۰۰۷) به مطالعه تعدادی از صنایع فرآیندی و گسسته در هند پرداخته‌اند و کوشیده‌اند تا ابزارهای ناب را در این دو طبقه رتبه‌بندی کنند. به عنوان نمونه در این رتبه‌بندی در صنایع فرآیندی به ترتیب نگهداری جامع بهره‌ور، کاهش زمان تبدیل و خودگردان‌سازی بیشترین امتیاز را کسب کرده‌اند(Mahapatra & Mohanty, 2007).

---

[13] Lead time
14 Return Of Investment
[15] Lean Supply chain management
[16] Papatheodorou(2005)
[17] Lockamy Archie
[18] Lean Enterprise Self-Assessment Tool (LESAT)

در تحقیقات عبدالمالک[19] و راجگوپال[20] (۲۰۰۷) و کینگ[21] (۲۰۰۹) با وجود در نظر گرفتن ملاحظات عملیاتی ارزشمند، نقطه ضعف محسوس در این تحقیقات عدم توجه به تأثیرگذاری هر یک از ابزارهای ناب در رفع اتلاف‌ها است. به عبارت دیگر اگرچه ابزارهای مختلف از نظر قابلیت پیاده‌سازی و تغییراتی که باید بر روی آنها انجام شود مورد بررسی قرار گرفته و طبقه‌بندی شده-اند، اما توجهی به این موضوع که کدام اتلاف‌ها نقش پر رنگ‌تری دارند و هر یک از این ابزارها چقدر در رفع این اتلاف‌ها مؤثر هستند، نشده است(Abdulmalek, & Rajgopal, 2007).

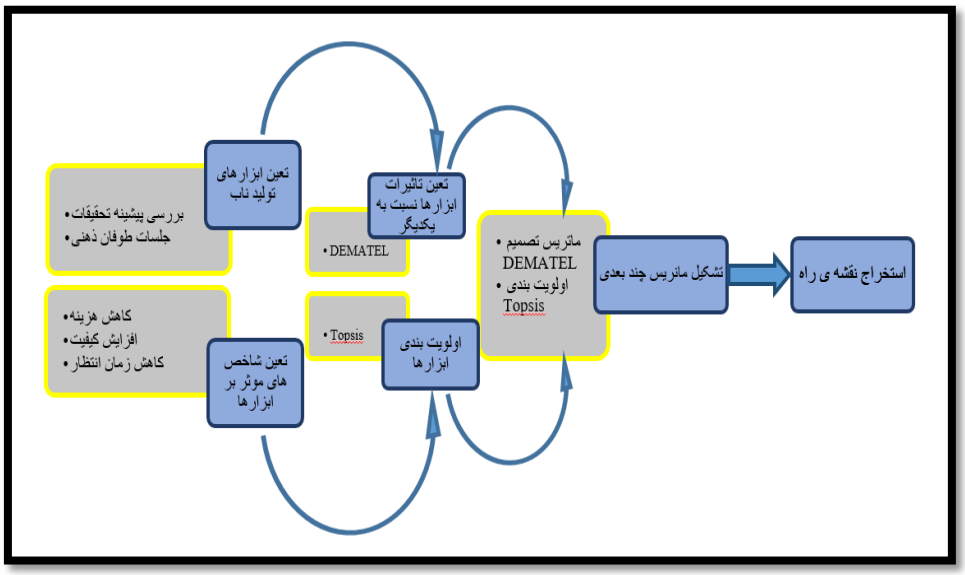
همانطور که در مطالب فوق به تحقیقات انجام شده در زمینه تولید ناب اشاره گردید، تحقیقات انجام شده توسط محققان داخلی و خارجی در ارتباط با تولید ناب، بیشتر محدود به پژوهش هایی در سطح میزان تاثیر و نحوه بکارگیری آن در صنایع تولیدی می باشد. شایان ذکر است ارائه نقشه راه جهت پیاده سازی تولید ناب با استفاده از ابزارهای مرتبط ارائه نشده است.

۲- روش شناسی

در این پژوهش ابزارهای پیاده سازی تولید ناب و معیارهای موفقیت آنها از پژوهش های ارائه شده در جدول۳ استخراج و توسط نخبگان صنعتی شرکت ساپکو بومی سازی شده اند سپس به صورت ماتریسی ارزیابی و اولویت بندی شده است به نحوی که اثرگزاری و اثرپذیری ابزارها نسبت به سایر ابزارها با تکنیک دیماتل و اولویت ابزارها بر اساس معیارها موفقیت ابزارها با تاپسیس بررسی شده است و با تشکیل یک ماتریس چند بعدی و تحلیل نتایج نقشه راه جهت پیاده سازی تولید ناب در تامین کنندگان با استفاده از ابزارهای تولید ناب استخراج شده است.

هدف اصلی این پژوهش، شناسایی و اولویت بندی ابزارهای تولید ناب و خروجی آنها در صنعت خودرو سازی ایران است تا با توجه اولویت مشخص شده با روش های تصمیم گیری جهت پیاده سازی ابزارهای تولید ناب یک نقشه راه ارائه گردد. بدین منظور ابتدا ابزارهای تولید ناب از مبانی نظری موضوع گرداوری شده، سپس با برگزاری جلسات طوفان ذهنی با خبرگان صنعتی و نخبگان دانشگاهی یازده ابزار و سه خروجی پیاده سازی ابزارها ی موثر در صنعت قطعه سازی شناسایی و در شرکت ساپکو بومی سازی شده است. پس از مشخص شدن ابزارها و عوامل موفقیت آنها، میزان اثرگزاری و اثرپذیری ابزارها نسبت به یکدیگر و اولویت به کارگیری ابزارها بر اساس خروجی ابزارهای تولید ناب با استفاده از نظر متخصصان در این زمینه با تکنیک های دیماتل و روش تاپسیس بدست آمده است به نحوی که میزان اثرگزاری و اثرپذیری ابزارها با تکنیک دیماتل و اولویت بندی ابزارها بر اساس معیارها با روش تاپسیس بدست آمده است.

[19] Abdulmalek
[20] Rajgopal
[21] King



شکل شماره (۲): طرح تحقیق

در مرحله ی بعد با استفاده از نتایج بدست آمده یک ماتریس چند بعدی تشکیل داده و با رسم گراف و تحلیل آن نقشه راه مورد نظر استخراج گردیده است.

جامعه آماری به کل گروه افراد، وقایع یا چیزهایی اشاره دارد که محقق می خواهد به تحقیق درباره آنها بپردازد. معمولاً در هر پژوهش، جامعه مورد بررسی یک جامعه آماری است که پژوهشگر مایل است درباره صفت (صفت ها) متغیر واحدهای آن به مطالعه بپردازد. به علت اینکه کارشناسان و مدیران شرکت ساپکو در حوزه شناسایی ابزارهای تولید ناب و مقایسات آنها توانمند هستند لذا جامعه آماری تحقیق شامل کارشناسان ارشد واحد ارزیابی و ارتقاء تامین کنندگان و واحد مهندسی لجستیک شرکت ساپکو می باشد. همچنین در این تحقیق از آنجایی که تعداد افرادی از جامعه که در مورد موضوع اطلاعات کافی داشته و نظرات آنها برای تحقیق ما مهم است محدود می باشد، لذا نظرات کلیه این افراد مورد بررسی قرار خواهد گرفت بنابراین این تحقیق فاقد نمونه گیری می باشد.

در این قسمت به بررسی روش های تجزیه و تحلیل داده ها می پردازیم:

۱. تکنیک تاپسیس: گام های تکنیک تاپسیس

گام اول: کمّی کردن و بی مقیاس سازی ماتریس (N)

گام دوم: به دست آوردن ماتریس بی مقیاس موزون (V)

گام سوم: تعیین راه حل ایده آل مثبت و راه حل ایده آل منفی

گام چهارم: به دست آوردن میزان فاصله ی هرگزینه تا ایده آل های مثبت و منفی

گام پنجم: تعیین نزدیکی نسبی (CL^*) یک گزینه به راه حل ایده آل

گام ششم: رتبه بندی گزینه ها (Momeni, 2013).

کمّی کردن و بی مقیاس سازی ماتریس (N): برای بی مقیاس سازی، از بی مقیاس سازی نورم استفاده می شود.

به دست آوردن ماتریس بی مقیاس موزون (V): ماتریس بی مقیاس شده (N) را در ماتریس قطری وزن ها ($w_{n\times n}$) ضرب می کنیم، یعنی:

$$W_{(n\times n)} N \times = V \qquad (۱)$$

تعیین راه حل ایده آل مثبت و راه حل ایده آل منفی: راه حل ایده آل مثبت و ایده آل منفی، به صورت زیر تعریف می شوند:

بردار بهترین مقادیر هر شاخص ماتریس $\{ V$راه حل ایده آل مثبت $(V_J^+)\}$

بردار بدترین مقادیر هر شاخص ماتریس { Vراه حل ایده آل منفی (V_J-^)}
«بهترین مقادیر» برای شاخص های مثبت، بزرگترین مقادیر و برای شاخص های منفی، کوچک ترین مقادیر است و «بـدترین» برای شاخص های مثبت، کوچک ترین مقادیر و برای شاخص های منفی بزرگ ترین مقادیر است(Momeni, 2013).
به دست آوردن میزان فاصله ی هرگزینه تا ایده آل های مثبت و منفی: فاصله ی اقلیدسی هرگزینه از ایده آل مثبت (d_i+^) و فاصله ی هرگزینه تا ایده آل منفی(d_i-^) بر اساس فرمول های زیر حساب می شود:

$d_i=+^ \quad \sqrt{(\sum_{j=1}^{n} (v_{ij}- v_{j+}^)^2)} \quad i=1,2,\dots,m$ (۲)

$d_i= -^ \quad \sqrt{(\sum_{j=1}^{n} (v_{ij}- v_{j-}^)^2)} \quad i=1,2,\dots,m$ (۳)

۲. روش DEMATEL

روش DEMATEL یکی از ابزارهای تصمیم گیری چند معیاره بر مبنای تئوری گراف است که ما را قادر می سازد تا مسایل را برنامه ریزی و حل کنیم؛ به نحوی که ممکن است برای درک بهتر روابط علی، نقشه روابط شبکه ای چندین معیار را در گروه علت/ معلول ترسیم کنیم(Aghaie & Fazli, 2012). محصول نهایی فرایند DEMATEL ارایه تصویری ست که پاسخگو بر اساس آن فعالیت های خود را سازمان داده و جهت روابط میان معیارها را مشخص می نماید(Hsu et al., 2013).
وو[۲۲] (۲۰۰۸) چهار گام زیر را برای روش DEMATEL براساس روش فونتلا و گابوس[۲۳] (۱۹۷۶) ارایه کرده است.
گام اول- محاسبه ماتریس میانگین:

$n\times n = \frac{1}{H} \sum_{k=1}^{H}[X_{ij}^k \ [n \times n[a\ ij\ ]$ (رابطه ۱)

گام دوم- محاسبه ماتریس اولیه جهت محور نرمال شده: ماتریس اولیه D محورنرمال شده به وسیله نرمال سازی ماتریس میانگین A به روش زیر به دست می آید:

$S = max\ \sum_{j=1}^{n} a_{ij}$ (رابطه۲)

$D = \frac{A}{S}$ (رابطه۳)

گام سوم- محاسبه ماتریس کلی روابط:

$\lim_{m\to\infty} D^m = [0[\ n \times n\ ,\ \lim_{m\to\infty} (I + D + D^2 + D^3 + \dots + D^m) = (I - D)^{-1}$ (رابطه ۴)

که درآن ۰ ماتریس تهی n×n و I ماتریس تعریف n×n است. ماتریس روابط کلی T یک ماتریس n×n بوده و به صورت زیر تعریف می شود:

$T = [t_{ij}], \quad i,j = 1,2, \dots, n$ (رابطه ۵)

$T = D + D^2 + D^3 + \dots + D^m) = D\ (I + D^2 + D^3 + \dots + D^{m-1})$
$= D[(I + D + D^2 + D^3 + \dots + D^{m-1})(1-D)](I - D)^{-1} = D(I - D)^{-1}$

گام چهارم- تدوین ارزش آستانه ای و ترسیم نقشه شبکه روابط: به منظور تشریح روابط ساختاری میان معیارها و حفظ پیچیدگی سیستم با یک سطح قابل مدیریت، لازم است که ارزش آستانه ای P برای فیلتر نمودن تاثیرات ناچیز در ماتریس T تدوین شود. تنها برخی از معیارها که تاثیر آنها در ماتریس T بیشتر از ارزش آستانه ای است باید انتخاب شده و در نقشه روابط شبکه ای نمایش داده شود. پس از تصمیم گیری نسبت به ارزش استانه ای، نتایج تاثیر نهایی معیار می تواند در نقشه روابط نشان داده شود. برای بیان رویه های روش DEMATEL نمونه ساده برای نمایش چگونگی روابط مورد بحث معیارها را می توان تعریف نمود.

۳- نتایج و بحث

[22] Wu
[23] Fontela & Gabus

تکنیک تاپسیس: با توجه به هدف پژوهش نخست بر اساس ابزارها و معیارهای شناسائی شده به طراحی پرسشنامه با فرمت تکنیک تاپسیس پرداخته و پس از تکمیل پرسشنامه ها توسط خبرگان شرکت ساپکو و نخبگان دانشگاهی اطلاعات را وارد نرم افزار تاپسیس نموده و نتایج زیر حاصل گردیده است.

بر اساس معیار کاهش زمان:

جدول شماره (۴): نتایج معیار کاهش زمان

تعیین اندازه فاصله از راه حل ایده آل مثبت و منفی		
اندازه فاصله	+	-
Jidoka	0.190321	0.079506
kaizen	0.14912	0.093453
کار استاندارد	0.144295	0.09752
5S	0.191114	0.034249
TPM	0.182667	0.04306
Heijunka	0.166303	0.066057
VSM	0.105507	0.176696
سیستم کششی	0.14831	0.136164
جریان پیوسته	0.154503	0.10211
SMED	0.168965	0.083684
کارکنان	0.172873	0.068155

رتبه بندی گزینه ها	
نتیجه	ضریب نزدیکی
VSM	0.626132
سیستم کششی	0.478653
کار استاندارد	0.403283
جریان پیوسته	0.397914
kaizen	0.385256
SMED	0.331227
Jidoka	0.294656
Heijunka	0.284286
کارکنان	0.282768
TPM	0.190762
5S	0.151971

بر اساس معیار افزایش کیفیت:

جدول شماره (۵): نتایج معیار افزایش کیفیت

تعیین اندازه فاصله از راه حل ایده آل مثبت و منفی		
اندازه فاصله	+	-
Jidoka	0.087318	0.154585
kaizen	0.119737	0.124724
کار استاندارد	0.11769	0.100249
5S	0.166074	0.032939
TPM	0.161943	0.061723
Heijunka	0.159974	0.039643
VSM	0.147155	0.083857
سیستم کششی	0.167115	0.035205
جریان پیوسته	0.168406	0.034273
SMED	0.153773	0.055846
کارکنان	0.079477	0.164357

رتبه بندی گزینه ها	
نتیجه	ضریب نزدیکی
کارکنان	0.674054
Jidoka	0.639036
kaizen	0.5102
کار استاندارد	0.459987
VSM	0.362999
TPM	0.275961
SMED	0.266416
Heijunka	0.198593
سیستم کششی	0.174006
جریان پیوسته	0.1691
5S	0.165511

بر اساس معیار کاهش هزینه:

جدول شماره(۶): نتایج معیار کاهش هزینه

تعیین اندازه فاصله از راه حل ایده آل مثبت و منفی			رتبه بندی گزینه ها	
اندازه فاصله	+	-	نتیجه	ضریب نزدیکی
Jidoka	0.181637	0.058169	VSM	0.657214
kaizen	0.116291	0.119472	kaizen	0.506746
کار استاندارد	0.184497	0.06567	سیستم کششی	0.441115
5S	0.192431	0.037204	SMED	0.395342
TPM	0.166794	0.082629	کارکنان	0.349134
Heijunka	0.172619	0.058685	TPM	0.331279
VSM	0.088752	0.170161	کار استاندارد	0.262504
سیستم کششی	0.154244	0.121742	جریان پیوسته	0.255645
جریان پیوسته	0.174677	0.059992	Heijunka	0.253715
SMED	0.164318	0.107435	Jidoka	0.242567
کارکنان	0.157569	0.084522	5S	0.162013

ضریب نزدیکی معیارها:

جدول شماره (۷): نتایج ضریب نزدیکی معیارها

نتیجه	ضریب نزدیکی
کاهش هزینه	0.72315
افزایش کیفیت	0.329002
کاهش زمان انتظار	0.213167

سپس با تاثر ضریب نزدیکی معیارها و رتبه بندی ارائه شده بر اساس هر یک از معیارها به اولویت بندی نهایی میپردازیم به این نحو که ضریب نزدیکی بدست آماده برای هر یک از معیارها در اولویت بندی آن ضرب شده و نتایج نهایی را میانگین میگیریم، با این روش تاثیر وزن هر یک از معیارها با توجه به نظر خبرگان در اولویت بندی نهایی اعمال می گردد.

جدول شماره (۸): اولویت بندی با تکنیک تاپسیس

رتبه	ابزارها	ضریب نزریکی
1	VSM	0.575477315
2	kaizen	0.487176796
3	کارکنان	0.422437482
4	سیستم کششی	0.377986625
5	Jidoka	0.354430293
6	SMED	0.351017909
7	کار استاندارد	0.337569449
8	TPM	0.293222731
9	جریان پیوسته	0.25710991
10	Heijunka	0.244532715
11	5S	0.161230767

الگوی روابط بین متغیرها با تکنیک دیماتل: برای انعکاس ارتباطات متقابل میان معیارهای اصلی از تکنیک دیماتل استفاده شده است. به طوری که متخصصان قادرند با تسلط بیشتری به بیان نظرات خود در رابطه با اثرات (جهت و شدت اثرات) میان عوامل بپردازند. لازم به ذکر است که ماتریس حاصله از تکنیک دیماتل (ماتریس ارتباطات داخلی)، هم رابطه علی و معلولی بین عوامل را نشان می‌دهد و هم اثرپذیری و اثرگذاری متغیرها را نمایش می‌دهد.

گام نخست – محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم (M): زمانی که از دیدگاه چند کارشناس استفاده می‌شود از میانگین حسابی ساده نظرات استفاده می‌شود و ماتریس ارتباط مستقیم یا M را تشکیل می‌دهیم.

جدول(۹): ماتریس میانگین

K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	ماتریس میانگین
2.625	1.75	1.75	2.5	1.625	1.625	1.75	2	1.875	2.125		A
3.5	1.75	1.625	1.75	1.5	1.625	1.75	2.125	2.5		1.375	B
2.75	1.25	2	1.75	2.625	1.5	1.875	2.5		2.625	1.625	C
3.5	1.625	1.5	1.375	1.125	1.25	1.75		2.5	3	1.75	D
2.5	1.625	1.25	1.75	1.75	0.875		3	1.75	2.5	2.125	E
2.5	1.75	2.5	2.5	2.25		2.5	2	1.75	2	2.25	F
2.375	1.5	2.375	2.375		2	2	1.75	1.5	1.875	1.25	G
2.375	2.375	2.75		3.25	3.25	1.875	2.375	2.875	2.5	2.125	H
2.125	2.125		2.625	3.125	2.75	2.75	1.875	2.375	2.375	2.125	I
2.25		1.625	1.625	1.375	2	2.375	1.625	1.625	2.125	1.625	J
	1.5	1.5	1.875	2	1.375	1.375	3.125	2.25	2.875	1.25	K

گام دوم– محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم نرمال: N = K*M: ابتدا جمع تمامی سطرها و ستون‌ها محاسبه می‌شود. معکوس بزرگترین عدد سطر و ستون k را تشکیل می‌دهد. بر اساس جدول ۵ بزرگترین عدد ۲۵/۷۵است و تمامی مقادیر جدول بر معکوس این عدد ضرب می‌شود تا ماتریس نرمال شود.

N=0.0388*M

$$k = \frac{1}{\max \sum_{j=1}^{n} a_{ij}} = \frac{1}{25.75} = 0.0388$$

جدول شماره (۱۰): ماتریس نرمال شده (M)

K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	Matrix (M)
0.101942	0.067961	0.067961	0.097087	0.063107	0.063107	0.067961	0.07767	0.072816	0.082524	0	A
0.135922	0.067961	0.063107	0.067961	0.058252	0.063107	0.067961	0.082524	0.097087	0	0.053398	B
0.106796	0.048544	0.07767	0.067961	0.101942	0.058252	0.072816	0.097087	0	0.101942	0.063107	C
0.135922	0.063107	0.058252	0.053398	0.043689	0.048544	0.067961	0	0.097087	0.116505	0.067961	D
0.097087	0.063107	0.048544	0.067961	0.067961	0.033981	0	0.116505	0.067961	0.097087	0.082524	E
0.097087	0.067961	0.097087	0.097087	0.087379	0	0.097087	0.07767	0.067961	0.07767	0.087379	F
0.092233	0.058252	0.092233	0.092233	0	0.07767	0.07767	0.067961	0.058252	0.072816	0.048544	G
0.092233	0.092233	0.106796	0	0.126214	0.126214	0.072816	0.092233	0.11165	0.097087	0.082524	H
0.082524	0.082524	0	0.101942	0.121359	0.106796	0.106796	0.072816	0.092233	0.092233	0.082524	I
0.087379	0	0.063107	0.063107	0.053398	0.07767	0.092233	0.063107	0.063107	0.082524	0.063107	J
0	0.058252	0.058252	0.072816	0.07767	0.053398	0.053398	0.121359	0.087379	0.11165	0.048544	K

گام سوم– محاسبه ماتریس ارتباط کامل: برای محاسبه ماتریس ارتباط کامل ابتدا ماتریس همانی (I) تشکیل می‌شود. سپس ماتریس همانی را منهای ماتریس نرمال کرده و ماتریس حاصل را معکوس می‌نمائیم. در نهایت ماتریس نرمال را در ماتریس معکوس ضرب می‌کنیم:

جدول شماره (۱۱): ماتریس ارتباط (I-M)

K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	Matrix (I-M)
-0.10194	-0.06796	-0.06796	-0.09709	-0.06311	-0.06311	-0.06796	-0.07767	-0.07282	-0.08252	1	A
-0.13592	-0.06796	-0.06311	-0.06796	-0.05825	-0.06311	-0.06796	-0.08252	-0.09709	1	-0.0534	B
-0.1068	-0.04854	-0.07767	-0.06796	-0.10194	-0.05825	-0.07282	-0.09709	1	-0.10194	-0.06311	C
-0.13592	-0.06311	-0.05825	-0.0534	-0.04369	-0.04854	-0.06796	1	-0.09709	-0.1165	-0.06796	D
-0.09709	-0.06311	-0.04854	-0.06796	-0.06796	-0.03398	1	-0.1165	-0.06796	-0.09709	-0.08252	E
-0.09709	-0.06796	-0.09709	-0.09709	-0.08738	1	-0.09709	-0.07767	-0.06796	-0.07767	-0.08738	F
-0.09223	-0.05825	-0.09223	-0.09223	1	-0.07767	-0.07767	-0.06796	-0.05825	-0.07282	-0.04854	G
-0.09223	-0.09223	-0.1068	1	-0.12621	-0.12621	-0.07282	-0.09223	-0.11165	-0.09709	-0.08252	H
-0.08252	-0.08252	1	-0.10194	-0.12136	-0.1068	-0.1068	-0.07282	-0.09223	-0.09223	-0.08252	I
-0.08738	1	-0.06311	-0.06311	-0.0534	-0.07767	-0.09223	-0.06311	-0.06311	-0.08252	-0.06311	J
1	-0.05825	-0.05825	-0.07282	-0.07767	-0.0534	-0.0534	-0.12136	-0.08738	-0.11165	-0.04854	K

محاسبه ماتریس$(I-M)^{\wedge}-1$: ماتریس معکوس (I-M) را با استفاده از نرم افزار اکسل محاسبه می نماییم.

جدول شماره (۱۲): ماتریس$(I-M)^{\wedge}-1$

K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	Matrix (1-^(I-M)
0.449954	0.30026	0.320283	0.360152	0.339306	0.307419	0.331678	0.37975	0.357332	0.403105	1.237531	A
0.473929	0.295516	0.311153	0.330094	0.330335	0.301607	0.32709	0.380791	0.373704	1.323187	0.284074	B
0.466927	0.290267	0.336532	0.343949	0.380885	0.309832	0.344438	0.406487	1.298591	0.430559	0.303693	C
0.471073	0.288247	0.302679	0.313837	0.313054	0.284835	0.3231	1.301199	0.370768	0.424645	0.293189	D
0.434209	0.285887	0.291378	0.322847	0.329106	0.269552	1.256171	0.401486	0.342045	0.403834	0.303437	E
0.485502	0.327489	0.37489	0.392266	0.392703	1.276469	0.388469	0.414353	0.385182	0.435434	0.34592	F
0.432457	0.286744	0.336027	0.350618	1.274763	0.315293	0.335187	0.363975	0.337728	0.386737	0.279546	G
0.542991	0.388233	0.428643	1.350748	0.473963	0.433042	0.414959	0.477614	0.470941	0.506954	0.382042	H
0.509549	0.363678	1.313328	0.424203	0.450179	0.398711	0.424623	0.440753	0.434176	0.479991	0.365793	I
0.411814	1.219175	0.296578	0.311213	0.309502	0.300447	0.334069	0.345304	0.326919	0.379152	0.280277	J
1.348635	0.283414	0.303096	0.329092	0.340946	0.289541	0.310194	0.406782	0.361227	0.418273	0.275749	K

محاسبه ماتریس ارتباط کامل

جدول شماره (۱۳): ماتریس هدف

جمع سطرها	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	Matrix (M^2*(I-M
3.02463277	0.348012	0.232298	0.252322	0.263064	0.276199	0.244312	0.263716	0.30208	0.284517	0.320581	0.237531	A
2.97419833	0.338007	0.227554	0.248046	0.262132	0.272083	0.2385	0.259129	0.298267	0.276616	0.323187	0.230676	B
3.11604168	0.360131	0.241723	0.258862	0.275988	0.278943	0.251579	0.271622	0.309399	0.298591	0.328617	0.240586	C
2.93419876	0.335151	0.22514	0.244427	0.260439	0.269365	0.236292	0.255139	0.301199	0.27368	0.30814	0.225227	D
2.89723417	0.337122	0.222781	0.242835	0.254886	0.261145	0.235571	0.256171	0.284981	0.274084	0.306747	0.220912	E
3.36430959	0.388415	0.259528	0.277803	0.295179	0.305324	0.276469	0.291382	0.336683	0.317221	0.357764	0.258542	F
2.96121028	0.340224	0.228492	0.243794	0.258385	0.274763	0.237623	0.257518	0.296014	0.279475	0.313922	0.231002	G
3.87013262	0.450758	0.296	0.321847	0.350748	0.34775	0.306829	0.342144	0.385381	0.359291	0.409866	0.299518	H
3.66323738	0.427025	0.281154	0.313328	0.322261	0.32882	0.291915	0.317827	0.367938	0.341943	0.387758	0.283268	I
2.80571231	0.324435	0.219175	0.233471	0.248107	0.256104	0.222778	0.241836	0.282197	0.263812	0.296628	0.21717	J
2.92423089	0.348635	0.225161	0.244844	0.256277	0.263276	0.236143	0.256796	0.285423	0.273848	0.306623	0.227205	K
	3.997914	2.659006	2.881578	3.047465	3.133772	2.77801	3.01328	3.449563	3.243079	3.659833	2.671639	جمع ستون ها

گام چهارم– نمایش نقشه روابط شبکه: برای تعیین نقشه روابط شبکه (NRM) باید شدت آستانه محاسبه شود. با این روش می‌توان از روابط جزئی صرف‌نظر کرده و شبکه روابط قابل اعتنا را ترسیم کرد. تنها روابطی که مقادیر آنها در ماتریس T از مقدار آستانه بزرگتر باشد در NRM نمایش داده خواهد شد. برای محاسبه مقدار آستانه روابط کافی است تا میانگین مقادیر ماتریس T محاسبه شود. بعد از آنکه شدت آستانه تعیین شد، تمامی مقادیر ماتریس T که کوچکتر از آستانه باشد ابزارهای اثرپذیر می باشند. در این مطالعه شدت آستانه برابر ۰.۲۸۸۴۸ بدست آمده است. بنابراین الگوی روابط معنی دار به صورت زیر است:

در جدول ۱۴ سلول های اثرگذار با واژه ی Ok و سلول های اثرپذیر با واژه ی Nok مشخص گردیده است.

جدول شماره (۱۴): اثر گذاری و اثر پذیری سلول ها

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Jidoka	kaizen	Standard work	5S	TPM	Heijunka	VSM	Pull system	Continuous flow	SMED	Personnel

K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	ماتریس نقشه روابط
OK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	OK	NOK	OK		A
OK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	OK	NOK		NOK	B
OK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	OK		OK	NOK	C
OK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK		NOK	OK	NOK	D
OK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK		NOK	NOK	OK	NOK	E
OK	NOK	NOK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	NOK	F
OK	NOK	NOK	NOK		NOK	NOK	OK	NOK	OK	NOK	G
OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	H
OK	NOK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NOK	I
OK		NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	OK	NOK	J
	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	OK	NOK	OK	NOK	K

استخراج نقشه ی راه برای پیاده سازی ابزارهای تولید ناب: جهت استخراج نقشه راه به تحلیل نتایج بدست آمده از تکنیک دیماتل و روش تاپسیس پرداخته می شود که به شرح در زیر آمده است.

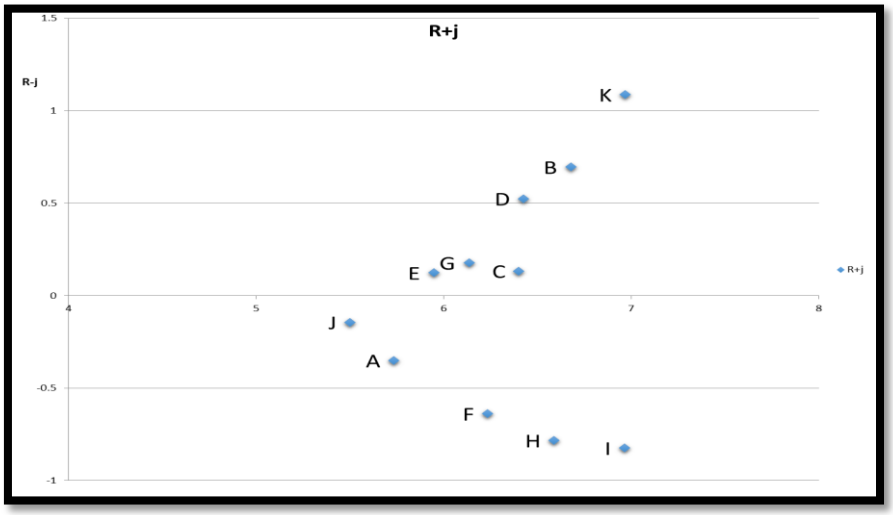
جدول ۱۵ جمع عناصر هر سطر (R) نشانگر میزان تاثیرگذاری آن معیار بر دیگر معیارهای مدل است. بر این اساس معیار عوامل مربوط به پروژه از بیشترین تاثیرگذاری برخوردار است. معیار عوامل مربوط به محیط پیرامون در درجه بعدی است. معیار عوامل مربوط به سازمان نیز کمترین تاثیرگذاری را بر سایر عناصر دارد.

جمع عناصر ستون (J) برای هر عامل نشانگر میزان تاثیرپذیری آن عامل از سایر عامل های سیستم است. بر این اساس معیار عوامل مربوط به محیط پیرامون از میزان تاثیرپذیری بسیار زیادی برخوردار است. عوامل مربوط به سازمان نیز کمترین تاثیرپذیری را از سایر معیارها دارد. بردار افقی (R+J)، میزان تاثیر و تاثر عامل مورد نظر در سیستم است. به عبارت دیگر هرچه مقدار R+J عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد. بر این اساس معیار عوامل مربوط در جدول ۱۵ آمده است.

جدول شماره (۱۵): نتایج معیار عوامل

personnel	SMED	Continuous flow	Pull system	VSM	Heijunka	TPM	5S	Standard work	kaizen	Jidoka	تحلیل
2.9491401	2.8315598	3.6975384	3.9073872	2.9883349	3.459561	2.9204237	2.9587031	3.1426965	3.0001455	3.05108	j
4.0336191	2.6845344	2.9097641	3.1217212	3.1649378	2.8064849	3.0405656	3.4809687	3.2740462	3.6931682	2.69676	R
6.9827592	5.5160942	6.6073026	7.0291084	6.1532727	6.2660459	5.9609892	6.4396718	6.4167427	6.6933137	5.7478399	R+j
1.0844791	-0.147025	-0.787774	-0.785666	0.1766029	-0.653076	0.1201419	0.5222656	0.1313498	0.6930226	-0.35432	R-j

با نتایج بدست آمده از جدول ۱۵به تحلیل میزان اثر گذاری ابزارها می پردازیم و با رسم نمودار ۱ ابزارها بر اساس میزان تاثیر گذاری از بالای نمودار به ترتیب اولویت نمایش داده می شوند.



نمودار شماره (۱): ابزارها بر اساس میزان تاثیر گذاری

جهت رسم نقشه راه فاکتورهای زیر را مورد بررسی قرار می دهیم:

۱) رتبه بندی ابزارها به روش تاپسیس

۲) میزان اثرگذاری ابزارها با تحلیل نتایج بدست آمده از روش دیماتل

۳) رتبه بندی ابزارها از اثرگذاری به سمت اثرپذیری

جدول شماره (۱۶): تحلیل میزان اثر گذاری ابزارها

personnel	SMED	Continuous flow	Pull system	VSM	Heijunka	TPM	5S	Standard work	kaizen	Jidoka	تحلیل
2.9491401	2.8315598	3.6975384	3.9073872	2.9883349	3.459561	2.9204237	2.9587031	3.1426965	3.0001455	3.05108	j
4.0336191	2.6845344	2.9097641	3.1217212	3.1649378	2.8064849	3.0405656	3.4809687	3.2740462	3.6931682	2.69676	R
6.9827592	5.5160942	6.6073026	7.0291084	6.1532727	6.2660459	5.9609892	6.4396718	6.4167427	6.6933137	5.7478399	R+j
1.0844791	-0.147025	-0.787774	-0.785666	0.1766029	-0.653076	0.1201419	0.5222656	0.1313498	0.6930226	-0.35432	R-j
11	5	1	2	8	3	6	9	7	10	4	رتبه از تاثیر گزاری به سمت تاثیر پذیری
0.1666667	0.0757576	0.0151515	0.030303	0.1212121	0.0454545	0.0909091	0.1363636	0.1060606	0.1515152	0.0606061	رتبه از تاثیر گزاری به سمت تاثیر پذیری (نرمال شده)
0.4224375	0.3510179	0.2571099	0.3779866	0.5754773	0.2445327	0.2932227	0.1612308	0.3375694	0.4871768	0.3544303	نمره ی نرمال Topsis

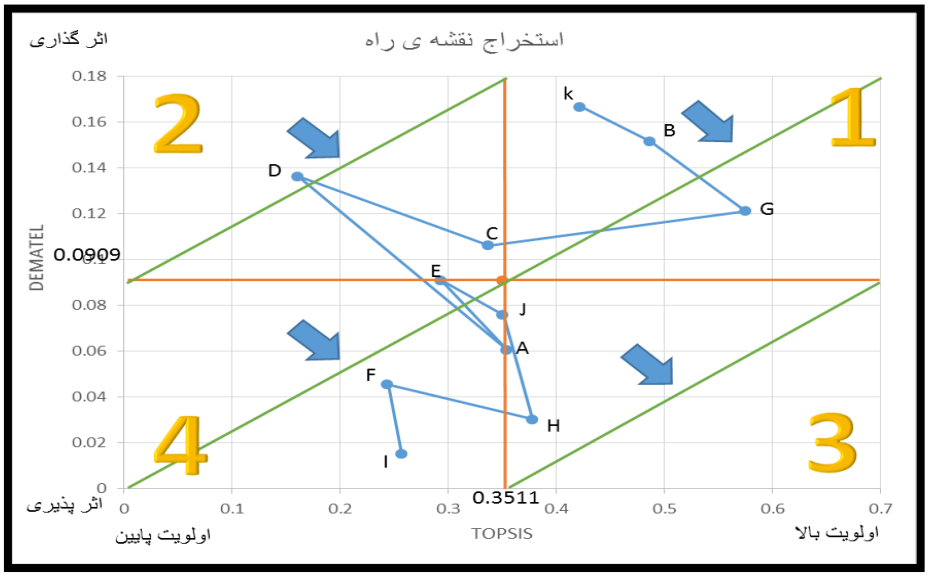
اکنون با بررسی رتبه ی به دست آمده از تاپسیس و رتبه ی اثرگذاری بدست آمده از دیماتل و رتبه کل(میانگین رتبه تاپسیس و دیماتل) به رسم نمودار می پردازیم که امکان تحلیل نتایج را داشته باشیم.

جدول شماره (۱۷): رتبه بندی ابزارها

رتبه کلی	رتبهTOPSIS	رتبه اثرگذاری	اولویت بندی ابزارها	
0.294552	0.422437482	0.166666667	کارکنان	K
0.319346	0.487176796	0.151515152	kaizen	B
0.348345	0.575477315	0.121212121	VSM	G
0.221815	0.337569449	0.106060606	کار استاندارد	C
0.148797	0.161230767	0.136363636	5S	D
0.207518	0.354430293	0.060606061	Jidoka	A
0.192066	0.293222731	0.090909091	TPM	E
0.213388	0.351017909	0.075757576	SMED	J
0.204145	0.377986625	0.03030303	سیستم کششی	H
0.144994	0.244532715	0.045454545	Heijunka	F
0.136131	0.25710991	0.015151515	جریان پیوسته	I
0.221009	0.351108363	0.090909091	میانگین	

جهت ارائه ی نقشه ی راه با توجه به نظر خبرگان رتبه ی اثرگذاری نسبت به رتبه بندی با روش تاپسیس در اولویت می باشد، در جهت مورد بررسی قرار دادن این امر میانگین رتبه ها را محاسبه نموده و با رسم خطوط عمودی و افقی در نقاط میانگین

صفحه ی مختصات را به چهار سلول تقسیم می نماییم و محور X را رتبه بندی با روش تاپسیس و محورY را رتبه اثرگذاری درنظر می گیریم.



شکل شماره (۲): استخراج نقشه راه

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Jidoka	kaizen	Standard work	5S	TPM	Heijunka	VSM	Pull system	Continuous flow	SMED	Personnel

نمودار شماره(۲): استخراج نقشه راه

با توجه به نمودار ۲ و در اولویت بودن میزان اثرگذاری از سلول شماره ۱ که ابزارهایی را نمایش می دهد که دارای بیشترین رتبه اثرگذاری و بالاترین اولویت با روش تاپسیس را دارند شروع به چیدن ابزارها می نماییم و به همین ترتیب به سلول های ۲،۳و۴ می پردازیم، جهت فلش نمایش گر اولویت ابزارها در هر سلول می باشد.

بنابر این با بررسی سلول شماره ۱ اولویت ابزارها به صورت زیر می باشد:

۱) کارمنان
۲) کایزن
۳) نقشه جریان ارزش

با بررسی سلول شماره۲ اولویت ابزارها به صورت زیر می باشد:

۱) S۵
۲) کار استاندارد
۳) تعمیرات و نگهداری

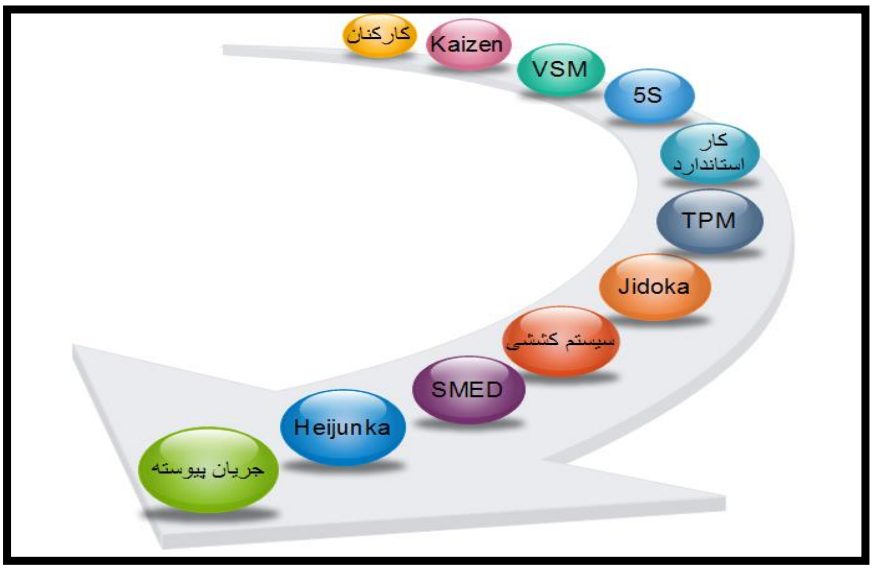
با بررسی سلول شماره ۳ اولویت ابزارها به صورت زیر می باشد:

۱) جیدوکا
۲) سیستم کششی

با بررسی سلول شماره ۴ اولویت ابزارها به صورت زیر می باشد:

۱) تعویض قالب تک دقیقه ای
۲) هجونکا
۳) جریان پیوسته

شکل۳ نمای کلی نقشه راه را نمایش می دهد.



شکل شماره (۳): نقشه ی راه پیاده سازی ابزارهای تولید ناب

سازمان های متعالی تامین کنندگان را به منظور پشتیبانی از استراتژی ها و خط مشی ها و اجرای اثربخش فرایندها، برنامه ریزی و مدیریت می کنند و اطمینان می یابند که تامین کنندگان در راستای استراتژی ها و ارزش های سازمان عمل می کنند و از طریق ایجاد شبکه های مناسب فرصت های بالقوه را شناسایی نموده و اقدام به خلق ارزش برای مشتری می نمایند. تولید ناب یکی از رویکردهای است که سازمان ها پیشرو با بهره گیری از آن منابع داخلی را توانمند ساخته تا بتوانند ارزش بیشتری را برای ذینفعان ایجاد نمایند. با توجه به اینکه عملکرد سازمان ها تاثیرپذیری از عملکرد تامین کنندگان می باشد و بدیهی است که قدرت زنجیره تامین به اندازه ضعیف ترین حلقه آن می باشد. لذا ارتقاء توانمندی کلیه تامین کنندگان به منظور ایجاد خروجی هموار و مناسب در جهت برآورد سازی نیازمندیهای زمانی، کیفی و قیمتی مشتریان ضروری است. با توجه به اینکه استقرار تولید ناب از طریق ابزارهای مرتبط با این رویکرد امکان پذیر است لذا نحوه و توالی بکارگیری این ابزارها با توجه به تاثیرپذیری و تاثیرگذاری آنها بر روی یکدیگر در دستابی به نتایج، موثر است. نتایج بدست آمده در این تحقیق حاکی از آن است که پیاده سازی تولید ناب و دستیابی به نتایج مورد انتظار در بهبود کیفت، کاهش زمان های انتظار و همچنین کاهش هزینه در گرو بهره گیری از ابزارهای چون: کارکنان(بهبود مستمر، سازماندهی و مدیریت عملکرد)، کایزن، نقشه جریان ارزش، S۵، کار استاندارد،

نگهداری و تعمیرات بهره ور، جیدوکا، سیستم کششی، تعویض قالب تک دقیقه ای، هجونکا، جریان پیوسته، میسر خواهد بود. در اختیار داشتن یک نقشه راه که در آن توالی بکارگیری این ابزارها را ارائه دهد می تواند دست یابی به نتایج مورد انتظار را تضمین نماید. همانطور که در نتایج ارائه شد، کارکنان و فرهنگ بهبود مستمر به عنوان یک موتور محرک در استقرار تولید ناب عمل نموده و موفقیت سایر ابزارها نیز از آن تاثیرپذیر است و تقویت فرهنگ بهبود مستمر، کایزن و بکارگیری مدیریت عملکرد می تواند مسیر را در استقرار ابزارهای دیگر هموارسازد و بکارگیری آنها را امکان پذیر سازد. پرداختن به نقشه برداری جریان ارزش به منظور استخراج ارزش ها و همچنین مشخص کننده وضعیت موجود سازمان و در نتیجه ایجاد بستر بکارگیری سایر ابزارها ضروری است. ابزارهای چون 5S، کاراستاندارد و نگهداری و تعمیرات بهرور که به عنوان عناصر اصلی در پایدار سازی سیستم ناب از اهمیت بالا برخوردار هستند، تضمین کننده نتایج پایدار در تولید ناب می باشند و از بازگشت به عقب سیستم جلوگیری می نماید. در نقشه راه ارائه شده بکارگیری این ابزارها نسبت به ابزارهای چون تولید کششی و جیدوکا در اولویت قراردارد که نشان دهنده این است که قبل از ایجاد جریان پیوسته و کشش، سازمان ها نیازمند ایجاد بستر مناسب به منظور پایدارسازی نتایج ایجاد شده در تولید کششی، جریان پیوسته و افزایش انعطاف پذیری از طریق کاهش زمان های آماده سازی می باشند. همانطور که بسیاری از محققین اعلام داشتند نقش کایزن در کاهش اتلاف ها هفت گانه ناب محوری است در این تحقیق نیز بر بکارگیری کایزن بلافاصله پس از توسعه مشارکت و ایجاد فرهنگ بهبود مستمر تاکید شده است.

با توجه به اینکه تامین کلیه قطعات داخلی در بزرگترین شرکت خودرو سازی ایران از طریق سیستم تولید کششی و کانبان حمل انجام می شود لذا توسعه توانمندی تامین کنندگان به منظور استقرار تولید کششی در شرکت های تامین کنندگان می تواند از انباشت موجودی در تامین کنندگان جلوگیری نماید تا تامین کنندگان بتوانند با حداقل هزینه، قطعات درخواستی را در زمان درخواستی ارائه نمایند و از طریق کاهش زمان انتظار تامین، ساختار شبکه تامین منعطف شود. بهره گیری از زیرساخت های ناب در سطح زنجیره تامین از طریق ناب سازی تامین کنندگان می توانند در عصر حاضر که دوره عمر محصولات در صنعت خودرو در حال کاهش است، خودروسازان را در مدیریت تولید در چرخه عمر محصول و حتی در فاز طراحی یاری رساند.

٤- منابع

1. Azharul, k., & Kazi, A.U.Z. (2013). A methodology for effective implementation of lean strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations. 1, *Business process management journal*, 19 (1): 169-196.

2. Abdulmalek, F.A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International journal of production Economics*. 107, 223-236.

3. Adam, M., Schaffler, S., & Braun, A. (2014). How lean management tools are supported by ERP-systems: an overview, springer international publishing Switzerland.

4. Aghaie, M., & Fazli, S. (2012). An improved MCDM method for maintenance approach selection: a case study of auto industry. Management Science Letters, 2(1): 137-146.

5. Bayou, M.E., & de korvin, A. (2008). Measuring the leanness of manufacturing systems- A case study of ford motor company and general motors. *Journal of engineering and technology management*, 25, 287-304.

6. Dennis, P. (2007). Lean Production Simplified, Third Edition: A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System.

7. Hsu, C. W., Kuo, T. C., Chen, S. H., & Hu, A. H. (2013). Using DEMATEL to develop a carbon management model of supplier selection in green supply chain management. Journal of Cleaner Production, 56,164-172.

8. Lockamy, A. (1995). A study of operational and strategic performance measurement system in selected world class manufacturing firms an examination of lineages for competitive advantage operational performance measurement, manufacturing strategy, university of Georgian.

9. Malcolm, M. (2001). The changing nature of work business school industrial and commercial training. University press ISSN 00197858 Massachusetts institutes of technology and university of Warwick, lean enterprise self-assessment tool least version 10(25): 5.
10. Mahapatra, S.S. & Mohanty, S.R. (2007). Lean manufacturing in continuous process industry. *Journal of scientific and industrial research*, 66, 19-27.
11. Momeni, M. (2013). New discussions Operations Research, Tehran University Management School Publishing.
12. Rivera, L., Chen, F. F., & Lee, W. M. (2007). Beyond partnerships: the power of lean supply chains. In Trends in supply chain design and management, Springer London.
13. Roos, D., Womack, J. P., & Jones, D. (1990). The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production. *Rawson/Harper Perennial, New York*.