

بررسی سطح آمادگی شرکت ایران ترانسفو - ری برای اجرای سیستم تولید ناب

سیامک برادران^۱، محمدرضا دارائی^۲، داود فتاحی^۳

چکیده: امروزه مشتریان خواستار کالاهای باکیفیت تر و ارزان ترند؛ از این رو سازمان‌ها از جمله شرکت ایران ترانسفو - ری به دنبال راهکارهایی هستند که بتوانند به بقای خود ادامه دهند. پیاده‌سازی تولید ناب می‌تواند این شرکت را به این مهم رهنمون سازد. هدف اصلی این پژوهش، ارزیابی سطح آمادگی شرکت ایران ترانسفو - ری برای اجرای سیستم تولید ناب با استفاده از مدل تجزیه و تحلیل ابعادی است. در همین زمینه، طی مطالعات انجام گرفته، ۸ مؤلفه و ۶۶ عامل شناسایی و حد انطباق آن‌ها با تولید ناب بررسی شد. روش تحقیق حاضر، زمینه‌یابی است و دارای ۱ سؤال اصلی و ۸ سؤال فرعی است. ابزار گردآوری داده‌ها مصاحبه با صاحب‌نظران و تکمیل پرسشنامه است. در تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش مقایسه زوجی، برای تأیید روایی پرسشنامه از روش تأیید خبرگان و برای سنجش پایایی آن از روش آزمون در آزمون استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که ایران ترانسفو - ری، ۴۹٪ از انطباق کامل با تولید ناب فاصله دارد و مؤلفه‌های سازماندهی و رهبری، مدیریت منابع انسانی و مدیریت فرایند تولید به ترتیب بیشترین اهمیت را برای دستیابی به تولید ناب دارند.

واژه‌های کلیدی: ابعاد تولید ناب، تجزیه و تحلیل ابعادی، تولید ناب، مقایسه‌های زوجی.

۱. استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دماوند، دماوند، ایران

۲. استادیار گروه مدیریت، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت اجرایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات دماوند، دماوند، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۰۲/۰۳

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۴/۰۱/۱۵

نویسنده مسئول مقاله: داود فتاحی

E-mail: davoodfatahi@yahoo.com

مقدمه

امروزه تولیدکنندگان به دلیل رقابت فشرده در بازار، در معرض خروج از عرصه رقابت قرار دارند. بازار ترانسفورماتور نیز از این قاعده مستثنا نیست، به همین دلیل شرکت ایران ترانسفو-ری باید به دنبال راهکارهایی برای افزایش کیفیت و کاهش قیمت تمام شده باشد. با توجه به محدودیت منابع و امکانات سازمان، تنها راه منطقی و ممکن، دستیابی به حداکثر بازدهی از حداقل منابع است (طواری، سوخکیان و میرنژاد، ۱۳۸۷). در این میان ناب‌سازی، از بهترین راه‌ها برای دستیابی به این هدف است که مقدمه آن ارزیابی میزان آمادگی شرکت ایران ترانسفو-ری (ITR)^۱ برای ورود به این حوزه است.

در حالی که موارد موفقیت‌آمیزی از پیاده‌سازی تولید ناب نیز گزارش شده، با اطمینان می‌توان گفت که تعداد زیادی از آن‌ها با شکست مواجه شده‌اند (رمضانی، ۱۳۹۰). اجرای تولید ناب در نوع خود یک پروژه تغییر است و با توجه به اینکه بسیاری از پروژه‌های تغییر در عمل با شکست مواجه می‌شوند، قبل از اجرا باید از منظرهای مختلف ارزیابی و امکان‌سنجی شوند (اشراق‌نیا چهارمی، جاودانی تبریزی‌نژاد و حجازی، ۱۳۸۴). طی این ارزیابی ابعاد ساختاری، مدیریتی، نیروی انسانی، فنی، زیرساختاری و فرهنگی بررسی شده و مشکلات و مخاطرات احتمالی در طی پیاده‌سازی سیستم شناسایی می‌شود.

این پژوهش در پی ارزیابی آمادگی شرکت ایران ترانسفو-ری برای پیاده‌سازی تولید ناب بوده و به منظور ارائه یک مدل و روش مناسب با سه هدف زیر انجام گرفته است:

- الف) شناسایی ابعاد (مؤلفه‌ها) و عوامل (سازه‌های) تولید ناب؛
 - ب) ارائه و تبیین الگوی ارزیابی و امکان‌سنجی تولید ناب؛
 - ج) تعیین ابعاد (مؤلفه‌ها) و عوامل (سازه‌های) مؤثرتر در ارتقای سطح نابی سیستم. تحقیق حاضر دارای یک سؤال اصلی و هشت سؤال فرعی به شرح زیر است:
- سؤال اصلی: آیا سیستم مدیریت تولید ITR دارای ویژگی‌های مدیریت تولید ناب است؟
- سؤال فرعی ۱: آیا فناوری اطلاعات ITR برای رسیدن به تولید ناب مناسب است؟
- سؤال فرعی ۲: آیا سازماندهی و رهبری ITR برای رسیدن به تولید ناب مناسب است؟
- سؤال فرعی ۳: آیا مدیریت منابع انسانی ITR برای رسیدن به تولید ناب مناسب است؟
- سؤال فرعی ۴: آیا سیستم خرید و مدیریت تأمین‌کنندگان ITR برای رسیدن به تولید ناب مناسب است؟

سؤال فرعی ۵: آیا مدیریت کیفیت جامع ITR برای رسیدن به تولید ناب مناسب است؟

سؤال فرعی ۶: آیا مدیریت تعمیر و نگهداری ITR برای رسیدن به تولید ناب مناسب است؟
سؤال فرعی ۷: آیا مدیریت تجهیزات و سخت‌افزار ITR برای رسیدن به تولید ناب مناسب است؟
سؤال فرعی ۸: آیا مدیریت فرایند تولید ITR برای رسیدن به تولید ناب مناسب است؟

پیشینه تحقیق

با استفاده از مطالعات و تحقیقات به عمل آمده، در این بخش، به مرور پیشینه تحقیق از دو بعد نظری و تجربی می‌پردازیم:

پیشینه نظری

آی جی تویوتا و تائیحی اوهنو در دهه ۱۹۵۰، دانش و مهارت استادکاران سنتی را با استانداردهای و کارایی خطوط مونتاژ متحرک تلفیق کرده و سیستم تویوتا (TPS) را ابداع کردند. در سال ۱۹۸۸ جان کرافسبیک دستیار پژوهش (MIT) برای اولین بار در مقاله‌ای از اصطلاح تولید ناب استفاده کرد (شاه و وارد، ۲۰۰۷). در پی ظهور تعاریف عملیاتی متعدد، مدل‌های فراوانی نیز برای سنجش این مفهوم تولیدی به وجود آمده است که در این بخش به برخی از این مدل‌ها و پژوهش‌ها معرفی می‌شود:

مدل کارلسون و آهلستروم (۱۹۹۶): این محققان در تحقیقی با عنوان «ارزیابی تغییرات در جهت نابی» در نظر داشتند مدلی را به منظور عملیاتی کردن اصول متفاوت تولید ناب، یا به عبارت دیگر یافتن راه‌هایی برای سنجش پیشروی در فرایند پیاده‌سازی نابی توسعه دهند. آن‌ها در تحقیق خود از مدل‌ها و تکنیک‌های: ۱. مفهوم‌سازی تولید ناب؛ ۲. ترسیم مدلی برای ارزیابی تغییرات در جهت نابی که شامل سه مرحله: الف) تعیین عوامل تعیین‌کننده؛ ب) توسعه سنج‌های عملیاتی برای هر یک از عوامل؛ ج) تعیین جهت مناسب در مقادیر سنج‌هاست استفاده کردند (جعفرنژاد، احمدی و ملکی، ۱۳۹۰).

مدل کوآ و همکاران (۲۰۰۱): این پژوهشگران در تحقیقی با عنوان «به‌کارگیری روابط میان TQM، JIT، TPM^۵ و عملکرد تولیدی» سعی کردند تفاوت‌های به‌کارگیری یا عدم

1. Toyota Production System
2. Masuchoset Institute Technology
3. Total Quality Management
4. Just In Time
5. Total Preventive Maintenance

به کارگیری روش‌های مربوط به TQM, JIT, TPM را در عملکرد کارخانه توضیح دهند و تعیین کنند. آنان در تحقیق خود از مدل‌ها و تکنیک‌های: ۱. تجزیه و تحلیل عاملی تأییدی (تک‌بعدی کردن، روایی همگرا و واگرا)؛ ۲. همبستگی جفتی و ۳. آزمون قابلیت اعتماد ساز، استفاده کردند (جعفرنژاد و همکاران، ۱۳۹۰).

مدل سانچز و پرز (۲۰۰۱): هدف آنان در تحقیقی با عنوان «شاخص‌های نابی و استراتژی‌های تولیدی» شامل ۱. ارزیابی میزان استفاده از شاخص‌های نابی؛ ۲. تعیین ارتباط میان نشانگرها؛ ۳. بررسی تأثیر اهداف تولیدی سازمان بر میزان به کارگیری شاخص‌های نابی بود. آنان در تحقیق خود ۱. کاربرگی از شاخص‌ها (۳۶ شاخص) را توسعه دادند؛ ۲. از روش‌های آزمون‌های آماری (نظیر آزمون T، آزمون کای دو یا همبستگی)، رگرسیون خطی چندمتغیره و رگرسیون لجستیک استفاده کردند (جعفرنژاد و همکاران، ۱۳۹۰).

مدل میر و فارستر (۲۰۰۲): آنان در تحقیقی با عنوان «مدلی برای سنجش درجه نابی شرکت‌های تولیدی» سعی کردند ادعای «تعمیم‌پذیری به کارگیری فعالیت‌های نابی در صنایع مختلف» را آزمایش و رابطه میان به کارگیری تولید ناب (DOA) و ایجاد تغییرات واقعی در جهت نابی (DOL) را بررسی کنند. آنان در تحقیق خود از روش‌های آزمون همبستگی و تجزیه و تحلیل رگرسیون استفاده کردند (میر و فارستر، ۲۰۰۲).

مدل شاه و وارد (۲۰۰۳): آنان در تحقیقی با عنوان «تولید ناب: در زمینه دسته‌های نابی (چهار دسته: TQM, JIT, TPM, HRM) و عملکرد» تلاش کردند اهمیت زمینه‌های سازمانی را در پیاده‌سازی عملیات نابی و به کارگیری همزمان فعالیت‌های نابی و عملیات سازمانی مشخص کنند. آنان از آنالیز رگرسیون سلسله‌مراتبی برای تجزیه و تحلیل عملکرد سازمانی (متغیر وابسته) یا متغیرهای مستقلی چون عوامل زمینه‌ای دسته‌های نابی در صنعت استفاده کردند (شاه و وارد، ۲۰۰۳).

مدل ساندانایاکه و همکاران (۲۰۰۸): آنان در تحقیقی با عنوان «بهینه‌سازی عملکرد تولید بهنگام (JIT)» با اجرای مدل‌سازی سیستماتیک و رویکرد شبیه‌سازی سعی در به کارگیری ابزارهای شبیه‌سازی مبتنی بر کامپیوتر و مدل‌سازی خطی ریاضی در شناسایی تأثیر روش‌های کلیدی نابی بر عملکرد سیستم تولید بهنگام در صنعت قطعات خودرو داشتند. آنان در سه فاز کار خود را انجام دادند: فاز اول: تعیین درایورهای کلیدی JIT، فاز دوم: طرح آزمایشی (DOE) و مدل ریاضی، فاز سوم: مدل‌سازی و شبیه‌سازی (جعفرنژاد و همکاران، ۱۳۹۰).

مدل تجزیه و تحلیل ابعادی^۱ (۱۹۹۰): مدل تجزیه و تحلیل ابعادی از روش‌های ارزیابی یکپارچگی عوامل با مشخصه‌های متفاوت است که برای استنتاج اطلاعات به کار گرفته می‌شود (قدسی پور، ۱۹۹۶). در این روش، مشخصه‌ها و ویژگی‌های مختلف که ابعاد و اهمیت نسبی متفاوتی دارند، به مقداری واحد و منفرد تبدیل می‌شوند. با استفاده از روش مذکور و تبدیل آن به فرم استاندارد، می‌توان عوامل اصلی و مؤثر یا جزئی و زیرسیستم تولید ناب را ارزیابی کرد که اساس و زیربنای آن اوزان و ضرایب اهمیتی است که از روش مقایسه زوجی به دست آمده است. مدل اولیه تکنیک تجزیه و تحلیل ابعادی را ویلیس و هاستون در سال ۱۹۹۰ برای انتخاب برخی تأمین‌کنندگان به کار گرفتند و قدسی پور در رساله دکتری خویش در سال ۱۹۹۶ در دانشگاه نائینگهام، این مدل را یکی از مدل‌های ارزیابی تأمین‌کنندگان معرفی کرد (سیدحسینی و بیات ترک، ۱۳۸۴).

پیشینه تجربی

عوامل کلیدی موفقیت محدوده‌هایی هستند که سازمان برای رقابت موفقیت‌آمیز نیازمند تمرکز بر آن‌هاست (رضایی، تدین، استادی و اقدسی، ۱۳۸۸). در این زمینه، مطالعاتی در پی می‌آید:

مؤلفه‌ها، عوامل و اصول نظام تولید ناب

دهه پایانی قرن گذشته، شاهد تحقیقات گسترده‌ای در زمینه تولید ناب و شناسایی مؤلفه‌های آن بوده است. از جمله این تحقیقات یکی از رساله‌های دکتری دانشگاه جرجیا با عنوان «تأثیر نظام‌های اندازه‌گیری عملکرد در انتخاب کارخانجات و شرکت‌های تولیدی در سطح جهانی» است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد مهم‌ترین عامل در عدم دستیابی به تولید در سطح جهانی، نداشتن معیار ارزیابی عملکرد است. ارزیابی عملکرد و پیوستگی آن به سیستم‌های تولید، فروش، انبار و تدارکات، تعمیرات و نگهداری، لجستیک و پشتیبانی، ابزاری مهم برای کاهش قیمت محصولات، افزایش کیفیت کالاهای تولیدی و کاهش زمان انتظار برای تحویل کالا به مشتری به‌شمار می‌رود (شفیعی رودپشتی و میرغفوری، ۱۳۹۰). در مقاله دیگری با عنوان «ارزیابی تغییرات در جهت تولید ناب»، وضعیت به‌کارگیری تولید ناب در صنایع مختلف، از جمله صنایع دستی مطالعه شد. برای این منظور یک مدل عملیاتی از اصول تولید ناب ارائه شده است که در آن اصولی مانند حذف ضایعات، بهبود مستمر، خرابی صفر، تحویل به‌موقع، کاهش مواد اولیه، گروه‌های چندکاره، تمرکززدایی، یکپارچگی فعالیت‌ها و سیستم‌های اطلاعاتی عمودی، اصول تولید ناب معرفی شده‌اند. در تحقیقی که با هدف ارزیابی درجه نابی شرکت‌های سازنده

1. Dimensional Analysis Method

محصول در سال ۲۰۰۲ به انجام رسید، از اصول معرفی شده در پژوهش یادشده و سایر پژوهش‌ها استفاده شد و شرکت‌های گوناگون براساس درجه تطابق با اصول نابی به سه دسته شرکت‌های ناب، شرکت‌های در حال تغییر به نابی و شرکت‌های سنتی طبقه‌بندی شدند (میر و فارستر، ۲۰۰۲). در پژوهش‌های دیگری که در ابتدای قرن حاضر انجام گرفت، تولید ناب با استفاده از معیارهای اصلی و فرعی ارزیابی شد. نمونه‌ای از این پژوهش‌ها در سال ۲۰۰۱، «ساخت ناب، ابزارها، روش‌ها و چگونگی استفاده از آن‌ها» است. در این پژوهش حوزه‌های اصلی به پنج دسته جریان تولید، سازماندهی، مستندات، تدارکات و کنترل فرایند تقسیم و در مجموع ۳۳ حوزه اصلی و فرعی به‌عنوان حوزه‌های تولید ناب معرفی شده‌اند (فلد، ۲۰۰۱: ۹۱-۲۳). نمونه‌هایی از ابزارهای مطرح شده از سوی محققان برای تولید ناب در جدول ۱ ارائه شده است:

جدول ۱. ابزارها و اصول نظام تولید ناب به‌نقل از مک‌لاچلین (شاه و وارد، ۲۰۰۳)

ابزارهای تولید ناب	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
رفع گلوگاه‌های کاری																
ساخت سلولی									*						*	*
ایجاد رقابت																
برنامه‌های بهبود مستمر	*								*	*	*	*	*	*	*	*
نیروی کار چندمهارته	*								*	*	*	*	*	*	*	*
کاهش زمان چرخه									*	*	*	*	*	*	*	*
سیستم تولید متمرکز									*	*	*	*	*	*	*	*
رعایت JIT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
ساده‌سازی عملیات‌ها	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
تعمیر و نگهداری																
استفاده از فناوری جدید											*					*
برنامه‌ریزی راهبردها																
نگهداری پیشگیرانه											*					*
سنجش ظرفیت فرایند											*					*
سیستم کششی کانبان	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
برنامه‌های مدیریت کیفیت																*
تغییر سریع در تولید	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
مهندسی مجدد فرایند																*
برنامه‌های بهبود ایمنی											*					*
تیم‌های کاری خودگردان	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
مدیریت کیفیت فراگیر	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

(۱) ساجیموری و همکاران (۱۹۹۷)، موندن (۱۹۸۱)، بیگلز (۱۹۸۴)، وانتاک (۱۹۸۳)، لی و ابراهیم‌پور (۱۹۸۴)، سوزاکی (۱۹۸۵)، (۵) فیتچ و کاکس (۱۹۸۶)، ووس و رابینسون (۱۹۸۷)، هی (۱۹۸۸)، بیچنوو (۱۹۸۹)، چان و همکاران (۱۹۹۰)، پایپر و مک‌لاچلین (۱۹۹۰)، وایت (۱۹۹۳)، راهنمای شینگو پرایز (۱۹۹۶)، ساکاکا بارا و همکاران (۱۹۹۷)، کوفرتروز و همکاران (۱۹۹۸)، فلین و همکاران (۱۹۹۹)، وایت و همکاران (۱۹۹۹).



شکل ۱. فرایند سلسله‌مراتبی عوامل مؤثر بر تولید ناب در شرکت ایران ترانسفو- ری

مدل مفهومی تحقیق

با مطالعه ادبیات و اخذ نظرهای کارشناسی، معیارهایی به عنوان عوامل مؤثر بر تولید ناب استخراج و مدل مفهومی تحقیق بر اساس آن طراحی شد که در شکل ۱ ارائه شده است.

روش شناسی پژوهش

ویلیس و هاستون مدل تجزیه و تحلیل ابعادی را به منظور مقایسه دو تأمین کننده از نظرها و معیارهای مختلف به عنوان یک تکنیک ریاضی به کار گرفتند. در صورتی که حاصل فرمول بزرگتر از ۱ شود، تأمین کننده اول، و در غیر این صورت تأمین کننده دوم برگزیده خواهد شد. مدل اولیه تکنیک تجزیه و تحلیل ابعادی به شرح فرمول ۱ است.

$$DA = \prod_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{y_i} \right)^{w_i} \quad \text{رابطه ۱}$$

w_i وزن هر معیار؛ x_i امتیاز فاکتور یا معیار مربوط به تأمین کننده شماره ۱؛ y_i امتیاز فاکتور یا معیار مربوط به تأمین کننده شماره ۲؛ n تعداد فاکتورها یا عوامل. در سال ۱۹۹۳ ویلیس مدل تجزیه و تحلیل ابعادی را بهبود بخشید و هر تأمین کننده را با معیار استاندارد و تعیین شده ای مقایسه کرد و فرمول ۲ ارائه شد:

$$DOA = \sum W_i \sqrt{\prod_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{y_i} \right)^{w_i}} \quad \text{رابطه ۲}$$

که در آن y_i امتیاز و ویژگی مورد نظر در شرایط استاندارد و متغیرهای دیگر مشابه مدل اولیه اند.

سنجش سطح نابی با استفاده از روش تجزیه و تحلیل ابعادی

در این پژوهش با استفاده از مدل بهبود یافته ویلیس، ابعاد و عوامل تولید ناب اندازه گیری شده است.

DOA = Degree of Adaptability: میزان تطابق و سازگاری

x_i : وضعیت کنونی مشخصه در سیستم تولیدی

y_i : وضعیت مبنا یا پایه مشخصه مورد نظر

w_i : ضریب اهمیت مشخصه با معیار مورد نظر

$i = 1, 2, \dots, n$ تعداد مشخصه های هر معیار

π : ضرب مشخصه های موجود

با مطالعه منابع متعدد، ملاحظه شد که مدیریت تولید ناب تحت ابعاد و عوامل مختلفی است که با اندازه‌گیری شدت و ضعف این عوامل، سطح نابی سیستم سنجیده می‌شود. به همین منظور مؤلفه‌ها و عوامل نابی به ۸ مؤلفه و ۶۶ عامل تقسیم شد و با توجه به معیارها برای آزمون چارچوب ارائه شده در تحقیق، سؤال‌های پرسشنامه طراحی و سپس با استفاده از تکنیک‌های آماری و مقایسه زوجی تجزیه و تحلیل شد.

این اولین بار است که چنین تحقیقی در صنعت ترانسفورماتورسازی ایران انجام می‌گیرد. بررسی موضوع از این منظر، ما را وارد حوزه جدیدی می‌کند. قلمرو زمانی این تحقیق سال ۱۳۹۲ و قلمرو مکانی آن شرکت ایران ترانسفو-ری است. روش تحقیق این پژوهش زمینه‌یابی است که عبارت است از: ۱. توصیف؛ ۲. تبیین؛ ۳. کشف پدیده‌ها^۳.

به منظور معنا دادن به جنبه‌های مختلف اطلاعات جمع‌آوری شده و برای گردآوری اطلاعات از روش‌ها و ابزارهای زیر استفاده شده است:

- مصاحبه با برخی مدیران، رؤسا و کارکنان شرکت؛
- تکمیل پرسشنامه توسط تعدادی از مدیران و کارشناسان (پنل خبرگان و صاحب‌نظران)؛
- مقایسه زوجی مؤلفه‌ها و عوامل تولید ناب و اندازه‌گیری آن‌ها.

در تحقیق حاضر ابتدا با مطالعه ادبیات و همچنین نظرهای کارشناسی معیارهایی به عنوان عوامل مؤثر در تولید ناب استخراج شد، سپس با توجه به معیارها برای آزمون چارچوب ارائه شده در تحقیق، سؤالات پرسشنامه‌ها طراحی و تدوین شد. برای تأیید روایی، ابتدا پرسشنامه‌ها بین سه نفر از خبرگان توزیع و توسط آنان تأیید شد و به منظور اندازه‌گیری پایایی تحقیق، قبل از توزیع مطابق روش آزمون در آزمون^۴، پرسشنامه نهایی در فاصله زمانی دو هفته بین پنج نفر از صاحب‌نظران توزیع و جمع‌آوری شد. همبستگی پاسخ‌های ارائه شده در مراحل اول و دوم محاسبه، با میانگین همبستگی ۹۱ درصد و با ۹۵ درصد اطمینان پذیرفته شد. پرسشنامه‌های تحقیق حاضر به دو شیوه حضوری و پست الکترونیکی برای پنل خبرگان و صاحب‌نظران ارسال شده است. حسب نوع روش تحقیق، گردآوری اطلاعات به صورت میدانی، کتابخانه‌ای و همچنین با استفاده از اینترنت انجام گرفته است. با توجه به ویژگی‌های تحقیق، پرسشنامه‌ها به سه دسته به شرح زیر تقسیم شده است:

-
1. Description
 2. Explanation
 3. Exploration
 4. Test-re-test

۱. پرسشنامه امتیازدهی مقایسه‌های زوجی ابعاد (مؤلفه‌های) تولید ناب؛ با توجه به اینکه این دسته از پرسشنامه‌ها، ضرایب اهمیت ابعاد (مؤلفه‌های) تولید ناب را مشخص می‌کند، این ماتریس را مدیران ارشد شرکت تکمیل کردند.
 ۲. پرسشنامه‌های امتیازدهی مقایسه‌های زوجی عوامل (سازه‌های) تولید ناب؛ امتیازدهی عوامل هر یک از مؤلفه‌ها را ۴ نفر از کارشناسان مرتبط با همان مؤلفه انجام دادند. به‌عنوان مثال امتیازدهی ماتریس مقایسه‌های زوجی عوامل مربوط به مدیریت فرایند تولید توسط چهار تن از کارشناسان قسمت تولید تکمیل شد.
 ۳. پرسشنامه سنجش میزان سازگاری با عوامل تولید ناب؛ این پرسشنامه را که دارای ۶۶ سؤال و هدف آن سنجش حد سازگاری شرکت با عوامل تولید ناب است، ۲۹ نفر از خبرگان و صاحب‌نظران مؤثر در تولید ناب که با روش گلوله برفی شناسایی شدند، تکمیل کردند. گلوله برفی روشی برای شناسایی افراد متخصص است (رنجبر و همکاران، ۱۳۹۱).
- برای اندازه‌گیری و ارزیابی هر عامل، سؤالی مطرح شد که پاسخ‌دهندگان براساس وضعیت موجود در واحد تولیدی یکی از امتیازات ۱ تا ۹ را به آن دادند. بدیهی است با جمع‌بندی پاسخ‌های به‌دست‌آمده و قرار دادن آنها در فرمول ۲، قابلیت سازگاری یا تطبیق معیارهای تولید ناب با وضعیت واحد تولیدی محاسبه می‌شود. با جمع‌بندی نتایج به‌دست‌آمده از ۸ مؤلفه و قرار دادن پاسخ‌ها در فرمول ۳، درجه سازگاری و تطبیق وضعیت موجود واحد تولیدی با شاخص‌های تولید ناب اندازه‌گیری شد.

$$DOA_{lean} = \left(\frac{DOA1}{DOA1s} \right)^{w1} \times \left(\frac{DOA2}{DOA2s} \right)^{w2} \times \left(\frac{DOA3}{DOA3s} \right)^{w3} \times \left(\frac{DOA4}{DOA4s} \right)^{w4} \quad (\text{رابطه ۳})$$

$$\times \left(\frac{DOA5}{DOA5s} \right)^{w5} \times \left(\frac{DOA6}{DOA6s} \right)^{w6} \times \left(\frac{DOA7}{DOA7s} \right)^{w7}$$

$$\times \left(\frac{DOA8}{DOA8s} \right)^{w8}$$

DOA_{lean} میزان تطابق و سازگاری کل واحد تولیدی با تولید ناب کامل؛ $DOA1$ تا $DOA8$ میزان تطابق هر یک از مؤلفه‌ها در واحد تولیدی با سیستم تولید ناب؛ $DOA1s$ درجه سازگاری ویژگی مورد نظر در حالت ایده‌آل.

به‌منظور تعیین وزن و اولویت ابعاد و عوامل ذکرشده در ساختار سلسله‌مراتبی (شکل ۱)، پرسشنامه‌های مقایسه‌های زوجی تدوین شد که در آن هر معیار به‌طور زوجی با معیار دیگر مقایسه می‌شود. به‌همین منظور از پاسخ‌دهندگان خواسته شد که معیارها را به‌صورت دودویی با

یکدیگر مقایسه کنند و برتری و اهمیت هر معیار را نسبت به معیار دیگر بر اساس یک مقیاس فاصله‌ای از $\frac{1}{9}$ تا ۹ امتیاز مطابق جدول ۲ تعیین و مشخص کنند.

جدول ۲. نحوه مقایسه و تعیین برتری عوامل تولید ناب (قدسی‌پور، ۱۳۸۹: ۱۴)

مقایسه معیار A با B	درجه اهمیت نسبی	شرح
برتری و اهمیت مساوی	۱	هر دو فعالیت به‌طور مساوی در هدف نقش دارند.
برتری ضعیف A بر B	۳	برتری نسبی یکی از فعالیت‌ها بر فعالیت دیگر
برتری قوی A بر B	۵	یکی از فعالیت‌ها به‌طور بارز بر دیگری غلبه دارد.
برتری خیلی قوی A بر B	۷	یکی از فعالیت‌ها به‌طور خیلی شدید بر دیگری غلبه دارد.
برتری فوق‌العاده A بر B	۹	برتری کاملاً آشکار و مطلق یک فعالیت بر دیگری
حالات بین مقادیر بالا	۲، ۴، ۶، ۸	بیانگر ارزش‌های واسطی بین قضاوت‌های فوق است.

نحوه محاسبه و تعیین ضرایب اهمیت معیارهای تولید ناب به شرح زیر ارائه می‌شود:

- دریافت نظرها و ارزیابی‌های دودویی (مقایسه‌ای) کارشناسان در مورد هر یک از ابعاد و عوامل مندرج در سلسله‌مراتب تحلیلی. در این مورد، براساس پاسخ‌های ارائه‌شده در پرسشنامه‌های توزیع‌شده، با استفاده از فرمول ۴، میانگین هندسی درایه‌های نظیر به نظیر بالای قطر ماتریس‌های مؤلفه‌ها و عوامل مشابه، محاسبه می‌شود و سپس درایه‌های زیر قطر ماتریس از طریق معکوس درایه‌های بالای قطر به‌دست می‌آید. برای همه مؤلفه‌ها و عوامل با همین روش، ماتریس‌های مربوط به ضرایب اهمیت معیارهای تولید ناب را تشکیل می‌دهیم.

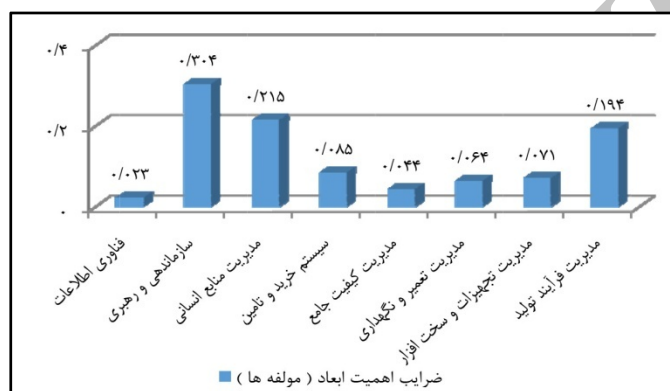
$$GM = \sqrt[N]{\prod_{k=1}^N a_{ijk}} \quad \text{رابطه ۴}$$

۲. محاسبه میانگین هندسی درایه‌های موجود در هر یک از ردیف‌های ماتریس به‌منظور تشکیل بردار ستونی.

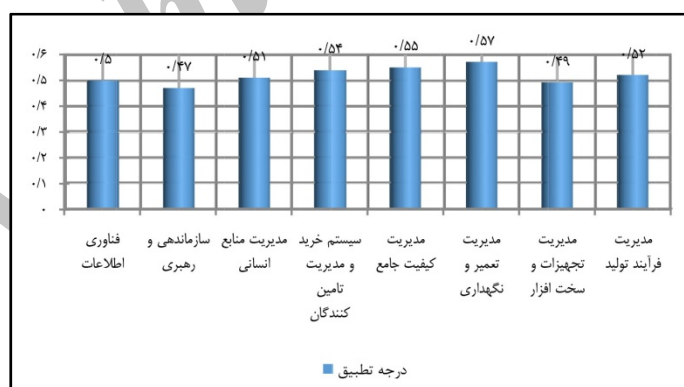
۳. نرمالیزه کردن بردار ستونی از طریق تقسیم هر یک از درایه‌های بردار بر جمع عناصر بردار. این کار برای تمام ابعاد و عوامل تکرار تا ضرایب اهمیت آن‌ها به‌دست می‌آید.

یافته‌های پژوهش

سنجش نابی شامل ۶۶ سؤال، میزان و شدت اجرای عوامل را پرسش کرده است. این پرسشنامه هر عامل را از بدترین حالت با امتیاز ۱، تا بهترین حالت با امتیاز ۹ ارزیابی می‌کند. از طرفی با محاسبه ماتریس‌های تشکیل شده که بیشتر درباره آن توضیح داده شده و نیز استفاده از فرمول ۲، ضرایب اهمیت و درجه انطباق ابعاد بر شرایط ایده‌آل تولید ناب به دست می‌آید. در شکل ۲، ضرایب اهمیت ابعاد (مؤلفه‌ها) و در شکل ۳، مقایسه درجه انطباق ۸ مؤلفه اصلی تولید ناب با شرایط ایده‌آل نمایش داده شده است.

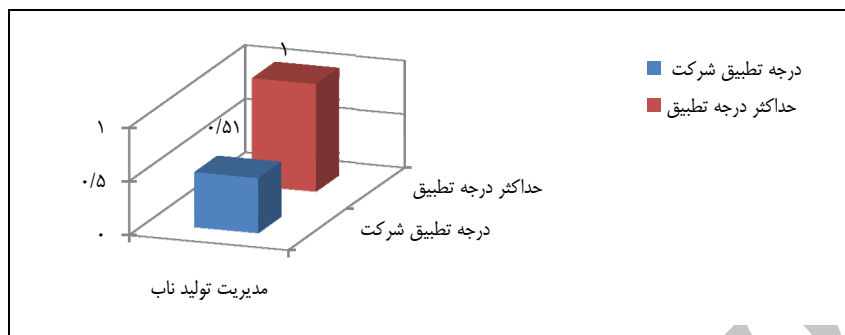


شکل ۲. نمودار ضرایب اهمیت ابعاد (مؤلفه‌های) تولید ناب



شکل ۳. نمودار درجه تطابق هریک از ۸ مؤلفه با تولید ناب

با استفاده از نتایج ۸ مؤلفه و با استفاده از فرمول ۳، درجه تطبیق ناب بودن کل سیستم محاسبه می‌شود:



شکل ۴. نمودار مقایسه‌ای درجه تطابق ناب بودن کل سیستم با شرایط ایده‌آل

امتیاز قابل اکتساب برای هر ویژگی عددی بین ۰ تا ۱ است. اگر جامعه آماری بتواند تمام معیارهای تولید ناب را در حد متوسط یعنی ۴/۵ برآورده کند، امتیاز حاصل از مدل تجزیه و تحلیل ابعادی ۰/۵ می‌شود:

$$DOA = \sum W_i \sqrt{\prod_{i=1}^n \left(\frac{4.5}{9}\right)^{w_i}} = 0.5$$

و ملاک مناسب بودن، ۰/۵ به بالا در نظر گرفته شده است که هرچند ایده‌آل و مطلوب نیست، به علت ارزیابی سخت‌گیرانه تولید ناب، پذیرفتنی خواهد بود. از این رو، اگر ایران ترانسفو - ری از هریک از مؤلفه‌های هشتگانه تولید ناب، امتیاز ۰/۵ به بالا کسب کند، آن مؤلفه برای دستیابی به تولید ناب مناسب است.

با توجه به ملاک مناسب بودن و محاسبات انجام گرفته، میانگین عملکرد و نرخ سازگاری شرکت ایران ترانسفو - ری ۵۱ درصد است که در حدود میزان پذیرفتنی است، ولی با شرایط ایده‌آل فاصله زیادی دارد.

همچنین شرکت ایران ترانسفو - ری در مؤلفه‌های سازماندهی و رهبری با میانگین نرخ سازگاری ۰/۴۷ و مدیریت تجهیزات و سخت‌افزار با میانگین نرخ سازگاری ۰/۴۹، نرخ سازگاری کمتر از ۰/۵ دارد و در محدوده پذیرفتنی نیست. به عبارت دیگر، مؤلفه‌های مذکور در شرکت ایران ترانسفو - ری برای رسیدن به تولید ناب مناسب نیست. چنانچه به مبانی یادشده توجه کنیم، میانگین نرخ سازگاری مؤلفه فناوری اطلاعات نیز بالاتر از ۰/۵ نیست، ولی می‌توان با کمی ارفاق آن را یکی از مؤلفه‌های قابل قبول دانست، ولی نمی‌توان تناسب آن را برای دستیابی به تولید ناب به طور کامل تأیید کرد.

سایر مؤلفه‌ها با ویژگی‌های تولید ناب و البته نه در سطح ایده‌آل همخوانی دارند، از این رو مؤلفه‌های موضوع سؤال‌های فرعی ۳، ۴، ۵، ۶ و ۸ در محدوده پذیرفتنی هستند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش به منظور ارزیابی سطح آمادگی شرکت ایران ترانسفو- ری برای پیاده‌سازی تولید ناب، براساس تحقیقات و مطالعات منابع مختلف و مرتبط با مؤلفه‌ها، عوامل، و اصول نظام تولید ناب، از جمله فلد (۲۰۰۱)، شاه و وارد (۲۰۰۳)، و شاه و وارد (۲۰۰۷) و همچنین نظر کارشناسان و خبرگان، ۸ مؤلفه و ۶۶ عامل مؤثر به‌عنوان معیارهای اصلی و فرعی در ناب‌سازی شناسایی شد و سپس با استفاده از پرسشنامه، روش مقایسه زوجی و مدل تجزیه و تحلیل ابعادی، نرخ سازگاری عوامل و مؤلفه‌های مورد نظر، با تولید ناب محاسبه شد. کمی بودن خروجی‌های مدل تجزیه و تحلیل ابعادی به مدیران سازمان کمک می‌کند تا به‌صورت دوره‌ای برای بهبود درجه نابی برنامه‌ریزی کرده و ضعف‌ها و قوت‌های ابعاد و مؤلفه‌های مؤثر در دستیابی به تولید ناب را ارزیابی کنند. دیگر نتایج این تحقیق به شرح زیر است:

- میانگین عملکرد و نرخ سازگاری شرکت ایران ترانسفو - ری با تولید ناب با توجه به محاسبات انجام‌گرفته روی هشت مؤلفه اصلی ۰/۵۱ است و ۰/۴۹ تا انطباق کامل فاصله دارد. از این رو براساس دسته‌بندی میر و فارس‌تر (۲۰۰۲)، که در بخش پیشینه تجربی به آن اشاره شده، ایران ترانسفو- ری جزو شرکت‌های در حال تغییر به نابی است.
- نتایج نشان می‌دهد که مؤلفه سازماندهی و رهبری با ۰/۳۰۴ دارای بالاترین ضریب اهمیت و مهم‌ترین عامل در دستیابی به تولید ناب است. پس از سازماندهی و رهبری، مدیریت منابع انسانی با ضریب اهمیت ۰/۲۱۵ و مدیریت فرایند تولید با ضریب اهمیت ۰/۱۹۴ مهم‌ترین مؤلفه‌ها برای دستیابی به تولید ناب در ایران ترانسفو- ری هستند.
- مهم‌ترین مؤلفه (سازماندهی و رهبری)، پایین‌ترین نرخ سازگاری (۰/۴۷) را با تولید ناب دارد که نشان‌دهنده آن است که باید برای این مؤلفه تدابیر ویژه داشته باشیم.
- پس از سازماندهی و رهبری پایین‌ترین نرخ سازگاری با تولید ناب مربوط به مدیریت تجهیزات و سخت‌افزار و فناوری اطلاعات با نرخ سازگاری ۰/۴۹ و ۰/۵ است که نشان‌دهنده ضعف فناوری در ایران ترانسفو- ری است.
- با مروری بر پرسشنامه تکمیل‌شده ۶۶ سؤالی سنجش نابی در می‌یابیم که ۱۸ عامل که از قضا برخی از آن‌ها جزو مهم‌ترین عوامل تولید ناب نیز هستند، امتیازاتی کمتر از حد متوسط کسب کرده‌اند که باید برای ارتقای سطح نابی آن‌ها برنامه‌ریزی مناسب به‌عمل آید. این عوامل عبارتند از:

- هوشمندی سیستم اطلاعات، برنامه‌ریزی راهبردی، مشارکت کارکنان و فرهنگ سازمانی، نگرش مدیریت بر منابع انسانی، نگرش مدیریت بر آموزش، بهبود مستمر (کایزن)، استفاده از سیستم‌های انگیزشی، آموزش ضمن خدمت، سیستم ارزیابی عملکرد،

پایه‌سازی JIT، میزان بهره‌گیری از IMS، جلوگیری از ایجاد ضایعات و حذف علل خطا، استفاده از رباتیک، آموزش کاربرد تجهیزات، کنترل اتوماتیک کمیت تولید، خرید و جایگزینی تجهیزات، اتوماسیون عملیات تولید، چندمهارته بودن کارکنان تولید.

- با توجه به مطالعات انجام گرفته از جمله نتایج تحقیق رساله دانشگاه جرجیا به نظر می‌رسد که برای سازگاری بیشتر شرکت ایران ترانسفو- ری با تولید ناب، ایجاد معیار ارزیابی عملکرد و پیوستگی آن با مؤلفه‌های تولید ناب ضروری بوده و اولویت برنامه‌ریزی و اقدام با مؤلفه‌هایی است که ضریب اهمیت بیشتری دارند. زیرا به دلیل وزن زیاد اهمیت آن‌ها، هرگونه بهبود در وضعیت این مؤلفه‌ها، تسریع در سازگاری بیشتر با تولید ناب را در پی خواهد داشت.

برخی راهکارها با توجه به نتایج تحقیق و نظر خبرگان شرکت به شرح زیر است:

- تدوین برنامه راهبردی برای سازماندهی و رهبری سازمان؛
- توزیع مناسب قدرت و تفویض اختیار برای جلب مشارکت تمام سطوح سازمان؛
- تقویت محیط‌های صمیمانه همراه با انضباط برای جلب مشارکت کارکنان و ارتقای فرهنگ سازمانی؛
- برنامه‌ریزی مناسب جهت ارتقای سطح آموزش؛
- اجرای سیستم نظام ارزیابی عملکرد در جهت ارتقای عدالت؛
- استفاده از اتوماسیون و در صورت امکان سیستم رباتیک برای کارهای سخت و تکراری؛
- پرورش کارگران چندمهارته به منظور پیشگیری از رکودهای کاری؛
- اصلاح سیستم ارزیابی عملکرد تأمین کنندگان مواد؛
- خرید و جایگزینی تجهیزات فرسوده که تعمیر و نگهداری آن‌ها مقرون به صرفه نیست؛
- ایجاد سیستم کنترل هوشمند برای رصد وضعیت دستگاه‌های مهم و گلوگاهی؛
- برنامه‌ریزی و ایجاد سیستمی به منظور جلوگیری از تکرار عیب‌ها؛
- برنامه‌ریزی برای مهندسی مجدد و بازنگری در فرایندهای تولید؛
- برقراری سیستم یکپارچه مدیریت منابع (ERP).

References

- Eshraghniya Jahromi, A. Javedani Tabrizinejad, M. Hejazi, S. F. (2005). Feasibility of ERPII in Iran. *Third International Conference on Management*. Tehran, December 20 – 22. (in Persian)
- Feld, W.M. (2001). *Lean Manufacturing tools, techniques, and how to use them*, the st. lucie press & apices services resource management.

- Ghodsypour, S.H (1996). *A Decision Support System for Supplier Selection Integrating Analytical Hierarchy Process with Operation Research Methods*, thesis for degree of Doctor of Philosophy. University of Nottingham.
- Ghodsypour, S.H. (2010). *Analytical Hierarchy Process AHP*. Tehran, Amirkabir University Press. (in Persian)
- Ja'farnejad, A., Ahmadi, A. & Maleki, M. H. (2011). Evaluation of *Lean Production* using an integrative approach of NAP and fuzzy DEMATEL techniques in fuzzy conditions. *Academic-research Journal, Industrial Management Studies*. 8 (20): 1-25. (in Persian)
- Meier, H.S. & Forrester, P.L. (2002). A Model for Evaluating the Degree of Leanness of Manufacturing Firms. *Integrated Manufacturing Systems*. 13(2): 104 - 109.
- Ramezani M. (2012). Provide a framework for analysis of stakeholders in lean manufacturing projects. *MSc Thesis No: 5107406*. F.M. Tehran, Tarbiat Modarres University. (in Persian)
- Ranjbar, H., Haghdoost, A., Salsali, M. & Khoshdel, A., Soleimani, M. A. & Bahrami, N. (2012). Sampling in qualitative research. *Research Journal of University of Medical Sciences*. 10 (3): 238 - 250. (in Persian)
- Rezaei, K., Tadayon, S., Ostadi, B. & Aghdasi, M. (2010). Critical success factors in the implementation of process management and representation of a framework for assessing the readiness of organization, *Scientific journal of Industrial Management Research, Tehran University*. 1(3): 37-52. (in Persian)
- Seyed Hosseini, S. M. & Bayattork, A. (2005). Evaluation of lean production factors in manufacturing organizations (Case study: Industrial Group SADID). *Journal of Humanities*. 9 (2): 59 -86. (in Persian)
- Shafiei Roudposhti, M, Mirghafouri, S.H. (2011). Evaluation of lean manufacturing techniques with an integrative approach of the hierarchical techniques (case study: Tile and ceramic industry in Yazd). *Research Journal of Industrial Management*. 9 (22): 49 -74. (in Persian)
- Shah, R., Ward, P.T. (2003). lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of operations Management*. 21(2): 129-149.
- Shah, R., Ward, P.T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of operations Management*. 25(4): 785-805.
- Tavari, M., Soukhkian, M. A. & Mirnejad, S. A., (2009). Identify and prioritize the factors affecting the productivity of human resources using MADM techniques (Case: garment manufacturing companies). *Scientific journal of Industrial Management Research, Tehran University*. 1(1):71-88. (in Persian)