

## بررسی عوامل مؤثر بر ناب بودن سازمان (مطالعه موردی)

یعقوب علوی متین<sup>۱</sup>

احمد رضا مرتضوی<sup>۲</sup>

دکتر محمد علی فرنی<sup>۳</sup>

### چکیده

سیستم تولیدی ناب<sup>۴</sup> سیستمی است که با به چالش کشیدن نظام تولید انبوه، در مدت کوتاهی دستاوردهای عظیمی به دنبال داشته است. پژوهش حاضر با هدف به کارگیری این سیستم تولیدی در یکی از شرکت‌های بزرگ تولیدی کشور یعنی سیمان صوفیان انجام گردیده و تلاش دارد تا میزان ناب بودن مؤلفه‌های گوناگون تولید در این صنعت را ارزیابی نماید. در این رابطه فرآیند ارزیابی سریع کارخانه<sup>۵</sup> یوگن گودسان، استاد و محقق دانشگاه میشیگان به عنوان الگوی پایه انتخاب و مورد نقد و بررسی قرار گرفته و برای حذف نقاط ضعف، بهبود و توسعه لازم داده شده است.

بر این اساس متغیرهای اساسی و شاخص‌های مربوطه آنها شناسایی شده و با ارائه پرسشنامه تناسب‌سنجی، تناسب آنها با صنعت سیمان سنجیده شده است. پس

<sup>۱</sup> - عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

<sup>۲</sup> - کارشناس ارشد مدیریت اجرایی از دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب (Mortazavi\_AR@Yahoo.com)

<sup>۳</sup> - استادیار و عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

<sup>۴</sup> - Lean Production

<sup>۵</sup> - Rapid Plant Assessment (Goodson, 2002)

از حذف شاخص‌های کم‌تناسب، با استفاده از امتد AHP<sup>۱</sup>، ضرایب اهمیت متغیرها و شاخص‌های مربوطه با استفاده از نظرات خبرگان محاسبه گردیده است. در نهایت با استفاده از این ضرایب اهمیت و نیز امتیازاتی که کارشناسان به وضعیت شاخص‌ها داده‌اند، میزان ناب بودن متغیرهای اساسی و نیز شرکت سیمان صوفیان با استفاده از روش دیمانسیون ابعادی (نرخ همگرایی)<sup>۲</sup> مشخص گردیده و اولویت توجه به بهبود متغیرها تعیین گردیده و برای ایجاد چرخه بهبود، توصیه‌های لازم به مدیریت شرکت ارائه شده است.

**واژگان کلیدی:** تولید ناب، تفکر ناب، سازمان ناب، تناسب، مقایسات زوجی، همگرایی، جریان ارزش، کمال

### مقدمه

با تشدید رقابت‌ها و کاهش منابع و افزایش قیمت آنها، توسعه دانش و اطلاعات مشتریان و ایجاد تنوع در خواست‌های آنان و سایر تبعات ناشی از گسترش فن‌آوری اطلاعات، دوره تولید صنعتی انبوه به پایان عمر خود رسیده است. رویکرد اولیه صنعت به ویژه در غرب برای مقابله با مشکلات ایجاد شده در تولید انبوه، استفاده از متدهای جدید مدیریتی نظیر نظام‌های مدیریت کیفیت، مدل‌های تعالی سازمانی، استفاده از اتوماسیون به شکل گسترده و کاهش نیروی انسانی، استفاده از سیستم‌های تولیدی منعطف<sup>۳</sup> و ... بود که عموماً در همان قالب نظام تولیدی انبوه و دسته و صفی انجام می‌گرفت.

تجربه عملی نشان داد که هیچ یک از این متدها کارگشا نیست و تنها می‌توان انتظار نتایج مقطعی و زودگذر را از آنها داشت. به عنوان مثال می‌توان به

<sup>۱</sup>-Analytical Hierarchy Process

<sup>۲</sup>- Degree of Adaptability (DOA) (Testa, 1992)

<sup>۳</sup>-Flexible Manufacturing System (FMS)

بازمهندسی یا مهندسی مجدد<sup>۱</sup> اشاره کرد که با بازتعریف مشاغل و کاهش آنها، سعی در کم کردن هزینه‌ها و ادامه رقابت سازمان‌ها می‌کند. عدم توجه به کرامات انسانی در فرآیند بازمهندسی و افزایش بیکاری‌ها، باعث بروز اعتصابات گسترده کارگری گردید که به خودی خود لطمه بیشتری به این سازمان‌ها وارد آورد. و یا با استفاده از اتوماسیون و سیستم‌های تولیدی منعطف، هزینه سرمایه‌گذاری هنگفتی به شرکت‌ها تحمیل می‌نماید که فقط در تیراژ تولیدی و فروش بسیار بالا به صرفه است، در صورتی که رقابت شدید در بازارهای مصرف، این سیاست‌ها را با خطر جدی مواجه می‌کند.

رویکرد ژاپنی مقابله با پیامدهای تولید انبوه در عصر حاضر تولید ناب است. تفکر ناب در تقابل با موج اخیر بازمهندسی، به جای آن که به نام کارآیی شغل‌ها را از میان بردارد، راهی را فرآیند می‌نهد که به آفرینش شغل‌های جدید می‌انجامد (ووماک و جونز، ۱۳۸۴). این رویکرد با زیر سؤال بردن انگاره‌های حاکم بر صنعت دنیا در خصوص به صرفه بودن تولید صف و دسته‌ای و موفقیت‌های ناشی از این تفکر جدید به ویژه در شرکت خودروسازی تویوتا، جهان غرب را به مرور مجبور به یادگیری و تبعیت از این نظام جدید نموده است. به شکلی که امروزه شرکت‌های تولیدی عظیمی در سراسر دنیا نظیر موتور هواپیماسازی پرات و ویتنی و خودروسازی پورشه به تولید ناب روی آورده‌اند.

به طوری که می‌دانیم نظام تولید دستی با محاسن و معایب خود یعنی تولید کیفی و قیمت بالا و تولید انبوه با قیمت پایین و با کیفیت پایین پاسخگوی نیاز فعلی جامعه نیست. منزل کردن در کنج انزوای نظام تولید دستی<sup>۲</sup> یا انبوه<sup>۳</sup> مقدمات خروج آن بنگاه را از قواعد بازی تولید در عرصه رقابت جهانی و مشتری‌محوری<sup>۴</sup> فراهم

<sup>۱</sup>- Reengineering

<sup>۲</sup>- Craft

<sup>۳</sup>- Mass Production

<sup>۴</sup>- Customer involvement

می‌سازد (ووماک و دیگران، ۱۳۷۹)، لیکن نظام تولید ناب با اجتناب از عیوب هر دو نظام تولیدی فوق و تعمیق محاسن هر دو نظام یعنی با قیمت پایین و تولید حجیم و کیفی در جهت پاسخگویی به نیاز مشتریان و در نهایت رضامندی مشتریان به صحنه تولید و اقتصاد قدم گذاشته است.

از سوی دیگر اقتصاد ایران تا همین اواخر عموماً دولتی بوده است و بخش عمده‌ای از سازمان‌های تولیدی و خدماتی تامین مایحتاج عمومی و استراتژیک جامعه در انحصار بخش دولتی قرار داشته است. لذا ساختار و نظام مدیریتی و مناسبات تولیدی و خدماتی این سازمان‌ها با سازوکار دولتی و در محیطی حمایتی و غیرپویا و مطمئن و فاقد چالش رقابتی غالباً آمیخته با دیوان‌سالاری با نظام سلسله‌مراتب بلند و متمرکز با سیستم رهبری وظیفه‌مدارانه، با کارکنانی با خصوصیات فردگرا و ناآشنا با کار گروهی، با توجه وافر به تکنولوژی سخت و فاقد مهارت‌های انعطاف‌پذیری و حل مسئله، بی‌نیاز از توجه به الزامات خواست مشتری بیرونی و با منش مدیریت باشگاهی (هندی ۱۳۸۰) پیکربندی و شکل گرفته‌اند.

تغییر مناسبات سیاسی و اجتماعی و محدودیت منابع غیر تجدید شونده مثل نفت و افزایش قابل توجه جمعیت کشور از یکسو و لزوم نوسازی و بازسازی سازمان‌های تولیدی و خدماتی با توجه به توسعه نیازمندی‌ها و گسترش ارتباطات و توسعه خواست مشتریان و تهدید حذف سازمان‌های غیرمنطبق با محیط‌های ناپایدار و پویا و ارتقای دانش عمومی و دانش صرف آحاد مردم از طرف دیگر، این سازمان‌ها را در معرض اجتناب‌ناپذیر تغییر بنیادی بهبود قرار داده است (ابلسکی ۱۳۷۶).

علاوه بر آن لغو تدریجی انحصارات دولتی از بخش‌هایی از اقتصاد و تسریع ارتباطات بواسطه توسعه تکنولوژی فنی و ارتباطات و پیدایش تغییر بنیادی در مفاهیم دولت و سرمایه و سازمان و مدیریت، لزوم نگرش مشتری‌گرایی را بر

سازمان‌های تولیدی و خدماتی در دنیا و بویژه در کشور، اجتناب‌ناپذیر ساخته است که لاجرم با تجدید نظر اساسی در نظام تولید و خدمات و عرضه آن به مشتری همراه می‌باشد (دراکر ۱۳۷۷).

بنابراین گذار از دوران و مراحل و مناسبات و سازوکار عرضه تولید انبوه به دوره‌ای که در توسعه سخت‌افزار و فن‌آوری برجسته، مورد توجه نبوده بلکه توسعه مهارت‌های انسانی و مدیریتی و بهبودهای تدریجی و کاهش ضایعات و بهره‌مندی مناسب از ظرفیت‌های منابع موجود سخت‌افزاری مد نظر می‌باشد، با آمادگی داوطلبانه رهبران سازمان‌های فعلی اقدامی هوشمندانه و قابل مدیریت برای اخذ نتایج مطلوب است و الا این تحولات بعنوان اقدامی محتوم و اجباری و غیر قابل مدیریت بسان طوفانی، ساحل‌نشینان آرامش‌پسند را در خواهد نوردید.

در نتیجه شناخت ابعاد سازمان‌های تولیدی و خدماتی مشتری‌محور، با نظام تولید کششی و کمال‌گرا و نیز بررسی وضع موجود سازمان خود از نظر ابعاد فوق و مقایسه وضعیت جاری جهت همسو ساختن با خصیصه‌های آن و شناخت ضعف و قوت‌ها از ضروریات امر برای ارتقای عوامل سازمانی است.

شرکت سیمان صوفیان یکی از سازمان‌های بزرگ تولیدی کشور است که تولید ۴/۶ تن در روز از انواع سیمان را به عهده دارد. این سازمان مسن (۳۷ سال) به شدت درگیر آفات سازمان‌های بوروکراتیک و مکانیکی و تولید انبوه (مزرعه سوخته) گردیده است که برای خلاصی از آن، نیازمند بررسی عمیق در همه ابعاد سازمانی اعم از (ساختار، رهبری، کارکنان، تامین‌کنندگان، مشتری‌گرایی، کیفیت‌گرایی، مدیریت تولید و موجودی، حذف اتلاف، توجه به محصول، سخت‌افزار و تکنولوژی و نگهداری و تعمیر جامع) بوده تا امکان ارتقای آن به جایگاه سازمان ناب فراهم و در سطح تولید کلاس جهانی<sup>۱</sup> خود را ظاهر سازد. از

<sup>۱</sup> - World Class Manufacturing (WCM)

این رو در این پژوهش سعی بر این است که میزان ناب بودن شیوه‌های تولیدی این شرکت مورد بررسی قرار گیرد و با شناسایی نقاط ضعف توجه مدیریت شرکت را به رفع این نقاط جلب نماید.

### اهداف پژوهش

این پژوهش بر آن است که با شناسایی آن دسته از شاخص‌ها و مؤلفه‌های اصلی تولید ناب که در صنعت سیمان کاربرد دارند، الگویی پیدا کند که مدیران سازمان تحت مطالعه (سیمان صوفیان) و سایر سازمان‌های هم‌تراز بتوانند در شرایط مختلف زمانی، از آن در جهت بررسی وضعیت خود در خصوص میزان ناب بودن عملکردشان در زمینه‌های مختلف فعالیت خود بهره گیرند.

بر این اساس می‌توان اهداف پژوهش را در دو هدف اصلی زیر خلاصه کرد:

۱- شناخت مبانی و ساختارهای سیستم، سازمان و تولید ناب و روش‌های رسیدن به وضعیت ناب و تعیین متغیرها و شاخص‌های سنجش میزان ناب بودن یک سازمان.

۲- شناخت متغیرها و شاخص‌های سنجش ناب بودن در صنعت سیمان (این که کدام یک از متغیرها و شاخص‌های شناسایی شده در این صنعت کاربرد دارند؟) و تعیین درجه اهمیت (ضریب وزنی) هر کدام از متغیرها و شاخص‌ها در این صنعت و در نهایت انجام یک نمونه ارزیابی از میزان همگرایی متغیرها و شاخص‌ها در شرکت سیمان صوفیان با سازمان ناب فرضی.

شرکت سیمان صوفیان در حال حاضر در حال برنامه‌ریزی و تدوین استراتژی‌ها و پروژه‌های خود بر مبنای مدل تعالی سازمانی (EFQM) و کارت امتیازی متوازن (BSC) می‌باشد. نتیجه تحقیق حاضر به لحاظ نزدیکی دو مفهوم تعالی و ناب بودن در این مورد می‌تواند به شکل خاص مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین نتایج حاصل از تحقیق در اختیار مدیریت ارشد شرکت سیمان صوفیان قرار خواهد گرفت تا با

شناخت نقاط قوت و ضعف و مسیری که باید در پیمودن راه رسیدن به تولید ناب طی نمایند، در برنامه‌ریزی‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

علاوه بر آن از آنجا که اصول و ساختارهای تولید سیمان تقریباً استاندارد می‌باشد و تمامی شرکت‌های تولید کننده سیمان از وضعیت مشابهی برخوردارند، متغیرها و شاخص‌های تأیید شده برای سیمان صوفیان و ضرایب اهمیت آنها می‌تواند با اندکی تقریب در کلیه صنایع سیمان کشور مورد استفاده قرار گیرد. و البته با انجام مجدد تناسب‌سنجی و تعیین ضرایب فنی در هر صنعت دیگری نیز می‌توان از الگوی تعریف شده استفاده نمود.

### متغیرهای پژوهش

متغیرهای مستقل پژوهش عبارتند از ۷ متغیر «منابع انسانی و کارکنان»، «تعهد رهبری و مدیریت ارشد به تعالی و ناب‌سازی سازمان»، «مدیریت موجودی‌ها و خطوط تولید»، «مدیریت کیفیت فراگیر»، «تأمین کنندگان مواد و ملزومات»، «نگهداری و تعمیر بهره‌ور جامع» و «تجهیزات فنی و تکنولوژی» که هر یک دارای تعدادی شاخص می‌باشد.

متغیر وابسته میزان ناب بودن سازمان می‌باشد.

### سوالات پژوهش

با توجه به اهداف و بیان مسأله سؤالات زیر برای تحقیق طرح گردیده است:

#### پرسش اصلی تحقیق (مسأله تحقیق)

متغیرهای اساسی معرف ناب بودن شرکت سیمان صوفیان کدام‌ها هستند؟

#### سایر سؤالات

- ۱- میزان اهمیت هر کدام از متغیرها و شاخص‌های آنها در ناب بودن شرکت سیمان صوفیان چه مقدار است؟
- ۲- شرکت سیمان صوفیان در هر کدام از این ویژگی‌ها در چه سطحی است؟

۳- کدام یک از ویژگی‌ها در شرکت سیمان صوفیان در اولویت اصلاح و بهبود قرار دارند؟

### فرضیه‌ها

بر مبنای سؤال اصلی پژوهش، فرضیه‌های اصلی و فرعی زیر طرح گردیده است:

#### فرضیه اصلی (الف):

متغیرهای «سرمایه انسانی و کارکنان»، «تعهد مدیریت به تعالی و ناب‌سازی»، «مدیریت موجودی‌ها و خطوط تولید»، «مدیریت کیفیت فراگیر»، «تأمین کنندگان مواد و ملزومات»، «نگهداری و تعمیر بهره‌ور جامع» و «تجهیزات فنی و تکنولوژی» در میزان ناب بودن عملکرد شرکت سیمان صوفیان مؤثر است.

#### فرضیه‌های فرعی:

در خصوص سؤال فرعی ۲ نیز می‌توان فرضیات زیر را در نظر گرفت که لازم است این فرضیات نیز آزمون شوند:

**فرضیه ب:** نرخ همگرایی «کل شرکت تحت پژوهش» با سازمان ناب ۷۰٪ می‌باشد. فرضیه فرعی ب ۱: نرخ همگرایی متغیر «سرمایه انسانی و کارکنان (V1)» با حالت ناب، بیشتر یا مساوی ۷۰٪ می‌باشد.

فرضیه فرعی ب ۲: نرخ همگرایی متغیر «تعهد مدیریت به تعالی و ناب‌سازی (V2)» با حالت ناب، بیشتر یا مساوی ۷۰٪ می‌باشد.

فرضیه فرعی ب ۳: نرخ همگرایی متغیر «مدیریت موجودی‌ها و خطوط تولید (V3)» با حالت ناب، بیشتر یا مساوی ۷۰٪ می‌باشد.

فرضیه فرعی ب ۴: نرخ همگرایی متغیر «مدیریت کیفیت فراگیر (V4)» با حالت ناب، بیشتر یا مساوی ۷۰٪ می‌باشد.

فرضیه فرعی ب ۵: نرخ همگرایی متغیر «تأمین کنندگان مواد و ملزومات (V5)» با حالت ناب، بیشتر یا مساوی ۷۰٪ می‌باشد.



فرضیه فرعی ب۶: نرخ همگرایی متغیر «نگهداری و تعمیر بهره‌ور جامع (V6)» با حالت ناب، بیشتر یا مساوی ۷۰٪ می‌باشد.

فرضیه فرعی ب۷: نرخ همگرایی متغیر «تجهیزات فنی و تکنولوژی (V7)» با حالت ناب، بیشتر یا مساوی ۷۰٪ می‌باشد.

### متدولوژی، جامعه آماری و روش جمع‌آوری اطلاعات پژوهش

نظر به اینکه در پرسشنامه‌ها از نظر کارشناسان و متخصصان استفاده شده، پژوهش توصیفی است و با توجه به این که شناخت ویژگی‌های سازمانی مدنظر می‌باشد پیمایشی است و بر پایه تحقیقات بنیادی و کاربردی بنا شده است.

روش انتخاب شده برای پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها، AHP و مدل ریاضی دیمانسیون ابعادی برای محاسبه نرخ همگرایی است و نرم‌افزارهای Excel، SPSS و ExpertChoice مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

مدل آغازین مورد نظر برای سنجش میزان همگرایی متغیرها و شاخص‌ها با سازمان ایده‌آل آرمانی ناب مدل RPA یوگن گودسان<sup>۱</sup> منتشره در ماه می سال ۲۰۰۲ در مجله «هاروارد بیزینس ریویو»<sup>۲</sup> است که مورد توسعه و بهبود قرار خواهد گرفت.

جامعه آماری شامل «مدیران ارشد و خبرگان شرکت» و «مدیران عملیاتی و سرپرستان واحدها» می‌باشد که در فرآیند تناسب‌سنجی از نظرات هر دو گروه استفاده شده است. ضرایب اهمیت با استفاده از نظرات گروه اول و امتیازات مربوط به شاخص‌ها با نظر سنجی از گروه دوم تعیین گردیده است.

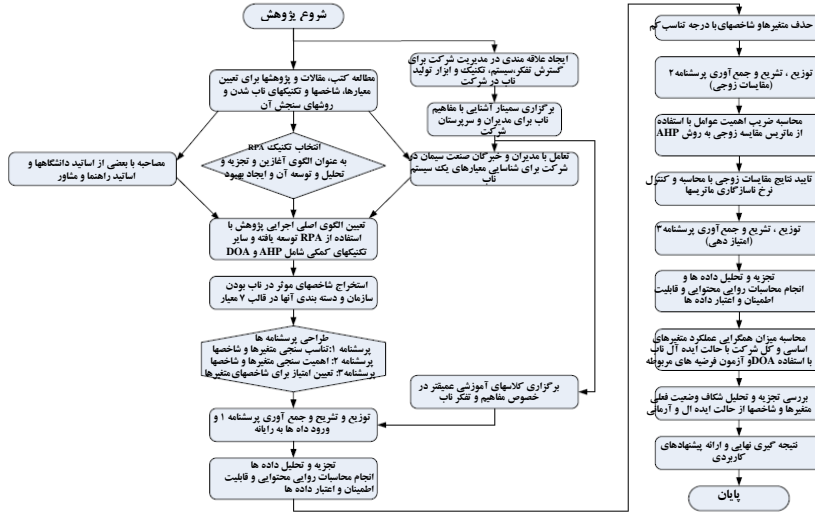
بر این اساس سه نوع پرسش‌نامه تناسب‌سنجی، مقایسات زوجی (برای تعیین ضرایب اهمیت) و امتیازدهی طراحی شده که به ترتیب در طول انجام پژوهش استفاده گردیده است.

<sup>۱</sup>- Eugene Goodson

<sup>۲</sup>- Harvard Business Review

با توجه به توضیحات فوق، مدل عملیاتی پژوهش به شکل نمودار (۱) طراحی و اجرا گردیده است:

نمودار (۱): مدل عملیاتی پژوهش



**مروری بر مبانی نظری و ادبیات پژوهش**

با توجه به اینکه درباره مبانی و ساختار تفکر و تولید ناب مطالعات گسترده و متنوعی صورت گرفته و در کتب مختلف قابل مراجعه است، به این بحث وارد نمی شویم و در این مبحث تنها به برخی از پژوهش‌هایی خواهیم پرداخت که در جهت سنجش میزان ناب بودن انجام گرفته‌اند.

**خود ارزیابی ناب بودن سازمان<sup>۱</sup>**

ویلیام ام فلد معتقد به ارزیابی میزان ناب بودن تولید بر اساس شاخص‌ها و ویژگی‌های تولید ناب است. او برای تولید ناب، پنج عنصر اولیه بشرح ذیل در نظر

<sup>۱</sup> - ویلیام ام فلد، ۲۰۰۱

گرفته است: ۱- جریان تولید ۲- سازمان‌دهی ۳- مستندات و سیستم ارزیابی عملکرد ۴- تدارکات ۵- کنترل فرآیند

وی برای ارزیابی، ابتدا به آموزش مستمر توجه دارد. به همین دلیل آموزش‌های دوازده‌گانه ذیل را قبل از ارزیابی مد نظر قرار می‌دهد: ۱- طراحی سلول عملیات لی‌اوت محیط کارخانه ۲- اصول تولید ناب ۳- گسترش سیستم اندازه‌گیری عملکرد ۴- ایجاد گروه‌ها ۵- انتخاب رهبران ۶- برانگیختن گروه ۷- جریان مواد ۸- تکنیک‌های بهبود ۹- کایزن (بهبود مستمر) ۱۰- نقشه فرآیند ۱۱- توافق‌نامه عملیات ۱۲- مدیریت پروژه

ویلیام ام فلد جهت ارزیابی شرکت‌ها و مؤسسات تولیدی ۲۵ سؤال اساسی مطرح نموده است که در قالب فرم خودارزیابی تولید ناب ارائه می‌گردد. برای هر سؤال امتیازی بین ۰ تا ۴ تعلق می‌گیرد و با جمع نمودن این امتیازات، امتیازی به دست می‌آید که با توجه به جدول (۲) سطح ناب بودن سیستم تولیدی را تعیین می‌نماید.

جدول (۲): طبقه‌بندی ویلیام ام فلد برای ناب‌سازی

ردیف	درصد	شرح
۱	۰-۲۰	مسیر کسب و کار باید تعویض شود.
۲	۲۱-۴۰	در مسیر هستید و نیاز به بهبود بیشتر دارید.
۳	۴۱-۶۰	سیستم شما ناب بودن را درک کرده است و نیازمند راهنمایی و بهبود هستید.
۴	۶۱-۸۰	مسیر صحیح است. ادامه دهید و به وضع مطلوب برسید.
۵	۸۱-۱۰۰	بسیار خوب است. باید وضعیت حفظ شود و کمال‌گرایی کنید.

منبع: ویلیام ام فلد، ۲۰۰۱

### مدل تجزیه و تحلیل ابعادی<sup>۱</sup>

در این مدل بطور سیستماتیک چند معیار مختلف با ابعاد چندگانه و اهمیت‌های نسبی متفاوت در یک نهاد مورد تحلیل قرار می‌گیرد، به طوری که عناصری مانند وضعیت تأمین‌کنندگان با یکدیگر مورد مقایسه قرار می‌گیرند. اساس مقایسه،

<sup>۱</sup>- Testa, Nicholas MJR, 1992

معیارهای مختلفی است که با اهمیت‌های وزنی متفاوت ظاهر می‌شوند، به طوری که ممکن است این معیارها با ابعاد مختلفی بیان شوند.

$$DOA = \sqrt[w]{\prod_{i=1}^M \left(\frac{x_i}{y_i}\right)^{w_i}}$$

مدل توسعه یافته به صورت زیر بیان می‌شود:

$x_i$  = امتیاز معیار عملکرد  $i$  ام تأمین کننده  $X$

$y_i$  = امتیاز معیار عملکرد  $i$  ام استاندارد

$w_i$  = تعداد معیارها  $i$  = وزن (درجه اهمیت) معیار  $i$  ام

$W$  = جمع وزن‌ها

### مدل تجزیه و تحلیل ابعادی دارای مزایای زیر است:

۱- محقق را از بکارگیری واحدی یکسان برای بیان کردن مشخصه‌ها و معیارهای مختلف بی‌نیاز می‌کند. خاصیت بدون بعد بودن این مدل اجازه می‌دهد که فاکتورهای مختلفی مثل قیمت، درصد تحویل به موقع، کیفیت، روش‌های حمل و ... بدون داشتن هماهنگی خاصی در نحوه اندازه‌گیری بین این فاکتورها، توأمأ در مدل وارد شوند. بنابراین ضرورتی برای در نظر گرفتن اندازه‌های همگون برای معیارهای مختلف نیست.

۲- بدون اصرار بر داشتن معیارهای استاندارد، می‌توان از این مدل برای انتخاب بهترین نمونه از بین چند نمونه استفاده نمود و یا میزان همگرایی هر یک از مؤلفه‌های محیط تولیدی ناب را با سازمان ناب ایده‌آل سنجید.

۳- انعطاف‌پذیری مدل: این مدل انعطاف‌پذیری زیادی در مقابل نوع معیار و مقدار استاندارد یا ایده‌آل سیستم‌ها دارد و طیف وسیعی از عوامل را می‌توان در مدل وارد کرد. مرور زمان ممکن است فاکتورها و اولویت‌های شرکت را تغییر دهد. در ابتدا ممکن است حداقل موجودی به عنوان مهم‌ترین اهداف سازمان مطرح شده باشد، ولی ممکن است بعدها این اهداف به معیارهای دیگر از قبیل حمل و پشتیبانی مهندسی تبدیل شوند. بنابراین در هر زمانی تأکید بر عوامل در محیط

ناب متغیر است. اساس این تغییرات بستگی به تشخیص فرصت‌ها و موقعیت‌های بهبود و توسعه دارد. این مدل در مقابل تمام این تغییرات انعطاف‌پذیری کامل دارد. **فرآیند ارزیابی سریع واحدهای تولیدی<sup>۱</sup>**

یوگن گودسان استاد مدیریت عملیات در مدرسه اقتصاد دانشگاه میشیگان از طریق فرایند RPA در طول یک سال، تحت فرآیند ارزیابی سریع واحدهای تولید<sup>۲</sup> در چهارصد بازدید از یکصد و پنجاه واحد تولیدی، آنها را مورد ارزیابی قرار داده و به ناب بودن آنها امتیاز داده است.

معیارهای ارزیابی گودسان برای ناب‌سازی به شرح ذیل است: ۱- رضایت مشتری ۲- ایمنی، پاکیزگی محیط و نظم و ترتیب ۳- سیستم مدیریت دیداری ۴- سیستم زمان‌بندی ۵- استفاده از فضا، جابجایی مواد و جریان خط تولید ۶- میزان موجودی و قطعه در گردش ۷- کار تیمی و انگیزش ۸- وضعیت نگهداری و تعمیر تجهیزات و ابزارها ۹- مدیریت پیچیدگی و تغییرپذیری ۱۰- یکپارچگی زنجیره تأمین ۱۱- تعهد به کیفیت

گروه معجب و آموزش‌دیده ایشان طی بازدیدی سریع از واحدهای تولیدی، با کارکنان گفتگویی کوتاه انجام داده و از وضعیت کارخانه بازدید می‌کنند. بعد از بازگشت بلافاصله در جلسات گروهی به حدود ۲۰ سؤال در مورد ناب‌سازی آن واحد تولیدی پاسخ می‌دهند و امتیازدهی می‌نمایند و میزان ناب بودن آن سازمان یا کارخانه از دیدگاه آن فرآیند مشخص و نقاط ضعف آن نیز آشکار می‌شود. در این روش همه متغیرهای تحقیق دارای وزنی واحد هستند.

همانگونه که اشاره شد این روش به عنوان الگوی پایه پژوهش حاضر انتخاب شده و با توجه به نقاط ضعف مشاهده شده، پس از بهبود و توسعه مطابق جدول (۳)، به کار گرفته شده است.

<sup>۱</sup>- Eugene Goodson, 2002

<sup>۲</sup>- RPA - Rapid Plant Assessment

## توسعه و بهبود فرآیند RPA

نقاط ضعف این فرآیند و زمینه‌های بهبود و توسعه آن به شکل جدول (۳)

می‌باشد.

جدول (۳): توسعه و بهبود فرآیند RPA

نقاط ضعف RPA	توسعه و بهبود فرآیند RPA
تعداد متغیرها و شاخص‌های ناکافی (۱۱ متغیر و ۲۰ شاخص)	توسعه متغیرها و شاخص‌ها به ۶۳ شاخص و ۷ متغیر با استفاده از مبانی نظری و نظرخواهی از خبرگان
تکرار شاخص‌ها (سؤالات) در معیارهای مختلف	حذف تکرارها با دسته‌بندی مناسب‌تر
اعزام تیم مجرب به سازمان	پیش‌بینی آموزش‌های تخصصی مفاهیم، تفکر و تولید ناب برای مدیران سازمان و استفاده از نظرات آنان
عدم تناسب متغیرها و شاخص‌ها برای ارزیابی همه صنایع	تناسب‌سنجی متغیرها و شاخص‌ها
برخورد یکسان با همه متغیرها و شاخص‌ها	محاسبه ضرایب اهمیت برای متغیرها و شاخص‌ها با استفاده از روش AHP
استفاده صرف از میانگین نمرات عملکرد شاخص‌ها	محاسبه نرخ همگرایی با استفاده از روش ریاضی DOA

### تعیین متغیرهای اساسی و شاخص‌های انتخابی آنها با طبقه‌بندی موضوعی

پس از بررسی مبانی نظری سازمان‌های ناب و مطالعات و تحقیقات انجام شده در خصوص آن، ویژگی‌ها و خصوصیات سازمانی مربوطه جهت تعیین متغیرها و شاخص‌های نهایی برای ارزیابی میزان ناب بودن شرکت از منابع مختلف استخراج گردید که در بررسی تکمیلی مشاهده شد که تعداد قابل توجهی از آنها دارای اشکال متفاوت با معنی واحد هستند. لذا در ادامه ویژگی‌های مشابه و یکسان شناسایی و مفهوم مابقی آنها نیز تا حدی روان‌سازی گردید. و در نهایت ۶۳ شاخص مستقل شناسایی گردید.

سپس از طریق طبقه‌بندی موضوعی این ۶۳ ویژگی (شاخص) سازمان‌های ناب در قالب ۷ گروه (متغیر اصلی) دسته‌بندی گردیدند. برای سهولت در محاسبات آتی، متغیرها را با  $V_i$  و شاخص‌ها را با  $ViQ_j$  مشخص نموده‌ایم. بطور مثال

شاخص پنجم از متغیر سوم را بصورت (V3Q5) تعریف می‌شود. ماحصل کار به شکل جدول (۴) خلاصه شده است:

جدول (۴): ماتریس میانگین مقایسات زوجی متغیرهای اساسی و محاسبه نرخ ناسازگاری آن

	سرمايه انساني و کارکنان V۱	تعهد مدیریت به تعالی و نابسازي V۲	مدیریت موجودی‌ها و خطوط تولید V۳	مدیریت کیفیت فراگیر V۴	تأمین کنندگان مواد و مزوومات V۵	نگهداری و تعمیر بهرودوری جامع V۶	چهارت‌خس و تکنولوژی V۷
Q۱	داشتن حس اعتماد به نفس قوی	اعتقاد به کرامت انسانی کارکنان	تولید پکتواخت با برنامه‌ریزی منطقی	حمایت مدیریت از اهداف بهبود کیفیت	سهولت سفارش مواد و مزوومات	خانه‌داری محیط کار در نگهداری	قابلیت تنظیم ادوات و ماشین‌آلات
Q۲	سطح تحصیلات بالا جهت یادگیری و ادراک	تمرکز زبانی انضامی	بهبود روش حمل و نقل یا چیدمان متمرکز	نمایش بلندمدت و پائشاری مدیریت در کیفیت	داشتن تأمین کننده فرعی و درجه پایین	برنامه‌ریزی شده آماری	قابلیت مشاورش و پازینی اتوماتیک
Q۳	ملاحظه‌ی هم‌وقت سازمان	مشاورت در تصمیم‌گیری و درگیر کردن کارکنان	موجودی حداقل انبار با تأمین کنندگان مطمئن	نمایش عملکرد و اطلاع‌رسانی برای همه	داشتن لیات و مناسب بودن قیمت‌های تأمین کننده	درجه کارآیی و آماده بودن تجهیزات	استفاده از ماشین‌های کوچک به جای پیچیده
Q۴	توانایی بازمی‌آزکار خود	ایجاد چشم‌انداز و تعیین ارزش و انتقال آن	کاهش کالای در جریان ساخت یا سیستم کششی	ایجاد و بهبود روحیه تیمی	تحویل به موقع توسط تأمین کننده	توجه به پیشگیری خرابی	استفاده از سیستم‌های خطایاب اتوماتیک
Q۵	توانایی کار گروهی و تیمی	ترسیم جریان ارزش برای نیل به چشم‌انداز و -	کاهش هزینه‌های خرید، قضا و انداز و اثبات	اختیار دادن به کارگران تا حد توقف خط	دارا بودن ذخیره احتیاطی	آموزش مهارت‌های نگهداری برای اپراتورها	مدیریت کامپیوتری یکپارچه سیستم
Q۶	مهارت‌های اطلاعاتی، ارتباطی و ادراکی	به حرکت درآوردن جریان ارزش یا حذف موانع	تکراری و نصب روایت	توقف اتوماتیک خطوط تولید یا تشخیص عیب	فاصله کوتاه تأمین کننده تا کارخانه	درجه مؤثر بودن نگهداری و تعمیرات تولید	حمل و نقل اتوماتیک و پیشرفته اتوماتیک
Q۷	انتماطا پذیری برای کار با چند ماشین	مشتری‌گراي با ایجاد سیستم کششی	کارکنان آموزش دیده و انتماطا پذیر	دارا بودن کیفیت مناسب	حس مالکیت و مشارکت اپراتورها در نت	عملیات دقیق یا خطر آفرین	بکارگیری روانه در عملیات دقیق یا خطر آفرین
Q۸	چند مهارت بودن کارگران و کارکنان	ایجاد بستر برای نوآوری و خلاقیت و بهبود مستمر	بهبود ارتباطات و کنترل و نصب علامه دیداری	بازرسی ۱۰۰٪ محصول یا کنترل آماری	احساس مسؤلیت و پاسخگویی در مقابل سفارش	مشارکت همه کارکنان در حل مشکلات	وجود سیستم ارتباطی سفارش مواد
Q۹		تعقیب کمال با ثبیت	مشارکت کارکنان و دخالت آنان در تولید	توجه به خواست مشتری داخلی و خارجی			مناسب بودن فضای تولید
Q۱۰		بهبود مستمر و تغییر فرهنگ	خانه‌داری محیط کار (5S)	درگیر کردن همه کارکنان در کیفیت			تکنولوژی گروهی

### تجزیه و تحلیل اطلاعات و محاسبات روایی و اعتبارسنجی

تجزیه و تحلیل اطلاعات چنانچه گفته شد در سه سطح تناسب سنجی، تعیین ضرایب اهمیت (مقایسات زوجی) و امتیازدهی انجام گردیده است که به ترتیب به آنها خواهیم پرداخت.

### تناسب سنجی

برای تناسب سنجی متغیرها و شاخص‌های استخراج شده، از پرسش‌نامه شماره ۱ استفاده گردید که ۱۵ پرسش‌نامه در اختیار مدیران ارشد و خبرگان سیمان صوفیان قرار گرفت و ۷۰ پرسش‌نامه به مدیران عملیاتی و سرپرستان آموزش دیده شرکت تحویل داده شد. از این تعداد ۱۱ پرسش‌نامه از گروه اول و ۶۱ پرسش‌نامه از گروه دوم تکمیل و به پژوهش‌گر تحویل داده شد.

خلاصه نتایج آماری تناسب سنجی متغیرها برای جمع هر دو گروه (۷۲ نمونه) مطابق جدول (۵) می‌باشد که حکایت از تأیید آنها دارد. تناسب شاخص‌ها نیز به

همین شکل بررسی شده و نتایج نشان می‌دهد که به جز شاخص تکنولوژی گروهی (V7Q10) که امتیاز ۲/۰۷ را از ۵ (۴۱٪) به دست آورده است، سایر شاخص‌ها مقداری بالای ۴ (۸۰٪) به دست آورده‌اند و قابل پذیرش می‌باشند.

جدول (۵): مشخصات آماری تناسب‌سنجی متغیرهای اساسی

متغیرهای اساسی (V <sub>1</sub> -V <sub>7</sub> )	میانگین	% میانگین	انحراف معیار	واریانس
V <sub>1</sub> سرمایه انسانی و کارکنان	۴.۹۱	۹۸ %	۰.۲۸	۰.۰۸
V <sub>2</sub> تعهد مدیریت به تعالی و ناب‌سازی	۴.۷۰	۹۴ %	۰.۴۵	۰.۲۰
V <sub>3</sub> مدیریت موجودی‌ها و خطوط تولید	۴.۶۴	۹۳ %	۰.۴۷	۰.۲۳
V <sub>4</sub> مدیریت کیفیت فراگیر	۴.۸۳	۹۷ %	۰.۳۶	۰.۱۳
V <sub>5</sub> تأمین‌کنندگان مواد و ملزومات	۴.۹۴	۹۹ %	۰.۲۳	۰.۰۵
V <sub>6</sub> نگهداری و تعمیر بهره‌ور جامع	۴.۸۳	۹۷ %	۰.۳۶	۰.۱۳
V <sub>7</sub> تجهیزات فنی و تکنولوژی	۴.۸۶	۹۷ %	۰.۳۳	۰.۱۱

### روایی و پایایی داده‌های تناسب‌سنجی

روایی متغیرها و شاخص‌های استخراجی، اساساً منبعث از مبانی نظری و ادبیات پژوهش می‌باشد. مازاد بر آن خود تناسب‌سنجی برای تعیین روایی و اعتبار متغیرها و شاخص‌های استخراج شده می‌باشد و استفاده از نظرات تعداد زیادی از خبرگان و مدیران ارشد و عملیاتی که تحت آموزش تفکر و تکنیک‌های ناب قرار گرفته‌اند، نشان از روایی نتایج دارد.

پایا بودن نظرات و نمرات تخصیصی به تناسب‌سنجی متغیرها و شاخص‌های مربوطه نیز با محاسبات انجام یافته توسط نرم‌افزار SPSS برای تعیین ضریب  $\alpha$  کرانباخ برای مجموع دو گروه خبره و مدیران ارشد و گروه مدیران عملیاتی و سرپرستان دارای ضریب قابلیت اطمینانی به میزان  $\alpha=۰.۸۴$  است که از طریق دو نیمه کردن (۳ نمونه از حالت الف و ۱۷ نمونه از حالت ب) نیز ضریب حاصله کرانباخ  $\alpha=۰.۸۴/۲$  را نشان می‌دهد که در ضمیمه ۲ مندرج است و مازاد بر آن مقایسه دو گروه از نظر نمرات تخصیصی به متغیرها و شاخص‌های آنها و انحراف معیار



استاندارد بسیار پایین بین نمرات هر گروه و دو گروه با همدیگر اعتبار بالای تناسب آنها را نشان می‌دهد.

نکته دیگر در خصوص تعداد نمونه انتخابی است. برای جامعه‌ای که واریانس آن مشخص نباشد، با نمونه اولیه بزرگتر از ۳۰، تعداد حداقل نمونه قابل قبول از رابطه  $n = \left( \frac{\delta Z_{\alpha/2}}{e} \right)^2$  قابل محاسبه است. از آنجا که حداکثر انحراف معیار بدست آمده برای متغیرها و شاخص‌ها، برای شاخص تکنولوژی گروهی (V7Q10) برابر با ۰,۷۱، بدست آمد، بر اساس آن و خطای  $e=0/25$ ، تعداد نمونه برابر با ۳۱ محاسبه گردید. بر این اساس نمونه انتخابی ۷۲ تایی برای کلیه متغیرها و شاخص‌ها قابل قبول ارزیابی شد.

### آزمون فرضیه تناسب‌سنجی

در آزمون فرضیه تناسب‌سنجی، از نتایج کل نمونه‌ها (۷۲ نفر) اعم از خبره و مدیر ارشد و مدیران عملیاتی و سرپرستان برای هفت متغیر اساسی و شصت و سه شاخص استفاده می‌کنیم. حال فرضیه مربوطه (مربوط به سؤال اصلی پژوهش) را مطرح و برای جامعه آزمون می‌نماییم. با توجه به زیادتر از ۳۰ بودن تعداد نمونه و از آنجا که نرمال بودن نتایج برای ما محرز نیست، آزمون  $t$  استودنت برای تست فرضیه‌ها انتخاب شده است. این فرضیه ناظر بر مناسب بودن متغیرها و شاخص‌های مربوط به آنهاست که به شرح ذیل عنوان می‌گردد:

فرضیه  $H_0$ : متغیرها و شاخص‌های استخراجی مربوط به آنها برای ارزیابی همگرایی شرکت با رویکرد ناب مناسب می‌باشند.

فرضیه  $H_1$ : متغیرها و شاخص‌های استخراجی مربوطه به آنها برای ارزیابی همگرایی شرکت با رویکرد ناب مناسب نمی‌باشند.

با توجه به اینکه درجه تناسب تحت مقیاس پنج درجه‌ای لیکرت نظرخواهی شده است و در آن امتیاز ۱ نامناسب، امتیاز ۲ اندکی مناسب، امتیاز ۳ تا حدودی مناسب، امتیاز ۴ مناسب و امتیاز ۵ کاملاً مناسب تعیین شده است و برای افراد در

زمان تکمیل پرسش نامه نیز اعلام شده فواصل امتیازات دارای ارزش یکسان است عدد ۴ و به معنای دیگر ۸۰٪ امتیاز مناسبی است، فرضیه به شکل زیر فرموله

$$H_0: \mu \geq 80 \quad H_1: \mu < 80$$

با توجه به اینکه تناسب بیش از ۸۰٪ برای ما مطلوب است، پس آزمون یک طرفه و و مربوط به دنباله سمت راست توزیع خواهد بود. از آنجا که نتایج حاصل از آزمون فرضیه تناسب سنجی مطابق جدول (۲-۴) بدست آمده است که در آن کلیه مقادیر P-Value یا همان sig مربوط به شاخص ها بجز V7Q10 مساوی صفر و در حدود خطای  $\alpha=0/05$ ، از قدر مطلق آماره t کوچک تر است، تفاوت معنی دار بین نتایج بدست آمده با حالت مناسب در فرضیه (مقدار ۴) وجود دارد که این تفاوت یا بیشتر و یا کمتر از حالت مندرج در فرضیه است. ولی با توجه به اینکه فاصله اطمینان بدست آمده برای همه متغیرها و شاخص ها (منهای یک مورد آخر مربوط به V7Q10) همه در منطقه مثبت و تأیید قرار گرفته، در نتیجه  $H_0$  تایید و  $H_1$  رد می شود و فرضیه تناسب سنجی تایید می گردد.

تنها مورد استثنا شاخص دهم متغیر هفتم (تجهیزات فنی و تکنولوژی) یعنی تکنولوژی گروهی (V7Q10) می باشد که دارای P-Value مساوی صفر ( $sig=0$ ) برای خطای  $\alpha=0/05$  است و این مقدار کمتر از قدر مطلق مقدار آماره t می باشد. بنابراین تفاوت معنی دار وجود دارد و با توجه به اینکه کل فاصله اطمینان توزیع تفاضل در ناحیه منفی (ناحیه رد) قرار گرفته است، در نتیجه  $H_0$  رد و  $H_1$  قبول می گردد. بر این اساس شاخص تکنولوژی گروهی نامناسب تشخیص داده شده و در ادامه تحقیق (اهمیت سنجی و امتیازدهی) حذف خواهد شد.

### تعیین ضرایب اهمیت (اهمیت سنجی)

پس از تأیید تناسب متغیرها و شاخص ها، نوبت به تعیین ضرایب اهمیت آنها می رسد که در این پژوهش این کار از طریق پرسش نامه شماره ۲ و به روش AHP (مقایسات زوجی) انجام گرفته است.

برای این کار از نظرات خبرگان صنعت و مدیران ارشد شرکت سیمان صوفیان استفاده شده و از ۱۵ پرسش نامه ارائه شده ۱۱ مورد تکمیل شده و به پژوهش گر تحویل داده شده است.

در شیوه AHP هر ماتریس حاصل از مقایسات زوجی قطعا یک ماتریس مربعی خواهد بود و اعداد روی قطر آن مقدار یک خواهند داشت. در پرسشنامه برای سهولت کار فقط مقادیر مثلث بالای ماتریس تکمیل می شود و مثلث پایین به صورت معکوس مقادیر متناظر مثلث بالا پس از میانگین گیری ماتریس ها در محاسبات تکمیل می شود.

برای محاسبه مقادیر ضریب وزنی به روشی که در AHP به شکل کامل تشریح شده است، عمل گردیده و با استفاده از ماتریس اولیه و نیز بردار ضرایب وزنی نرخ ناسازگاری ماتریس ها نیز تعیین شده است (قدسی پور، ۱۳۷۹).

به عنوان مثال برای ماتریس مقایسات زوجی متغیرها نسبت به یکدیگر، نتایج به شکل جدول (۶) است.

جدول (۶): ماتریس میانگین مقایسات زوجی متغیرهای اساسی و محاسبه نرخ ناسازگاری آن

متغیرهای اساسی	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	بردار ضرایب وزنی	بردار وزنه	$\lambda_{max}$	$\lambda_{max}$ شاخص ناسازگاری II	نرخ ناسازگاری IR
سرمایه انسانی و کارکنان V <sub>1</sub>	1	۱.۰۶۵	۲.۰۲۲	۲.۰۲۲	۰.۳۲۵	۱.۰۰۰	۰.۳۲۵	۰.۱۱۰	۰.۷۹۰	۷.۲۰۰		
تعهد مدیریت به ناسازگاری V <sub>2</sub>	۰.۹۳۹	1	۱.۰۶۵	۰.۹۳۹	۰.۳۱۶	۰.۵۱۳	۰.۳۱۶	۰.۰۷۸	۰.۵۶۳	۷.۲۰۶		
مدیریت موجودی ها و خطوط تولید V <sub>3</sub>	۰.۴۹۵	۰.۹۳۹	1	۲.۰۷۵	۰.۲۵۱	۰.۴۶۴	۰.۳۲۸	۰.۰۷۷	۰.۵۵۲	۷.۱۳۰		
مدیریت کیفیت فراگیر V <sub>4</sub>	۰.۴۹۵	۱.۰۶۵	۰.۴۸۲	1	۰.۲۴۵	۰.۵۱۳	۰.۳۲۰	۰.۰۶۴	۰.۴۵۶	۷.۱۵۴	۰.۰۳۷	۰.۰۲۸
تأمین کنندگان مواد و ملزومات V <sub>5</sub>	۳.۰۷۹	۳.۱۶۱	۳.۹۷۷	۴.۰۸۲	1	۳.۰۷۹	۲.۲۱۰	۰.۳۳۴	۲.۳۶۵	۷.۲۹۲		
نگهداری و تعمیر بهره ور جامع V <sub>6</sub>	۱.۰۰۰	۱.۹۴۸	۲.۱۵۳	۱.۹۴۸	۰.۳۲۵	1	۱.۰۶۵	۰.۱۴۰	۱.۰۱۸	۷.۲۸۹		
تجهیزات فنی و تکنولوژی V <sub>7</sub>	۳.۰۷۹	۳.۱۶۱	۳.۰۴۷	۳.۱۲۷	۰.۴۵۲	۰.۹۳۹	1	۰.۲۰۷	۱.۵۰۵	۷.۲۷۱		

به شیوه فوق ۷ ماتریس مربوط به شاخص های متغیرها نیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و ضرایب وزنی و میزان نرخ ناسازگاری آنها محاسبه گردیده است. نتایج نهایی محاسبات مطابق جدول (۷) می باشد.

جدول (۷): درجه اهمیت (ضرایب وزنی) متغیرهای اساسی و شاخص‌های مربوطه

ضریب اهمیت شاخص	ضریب اهمیت متغیر	علامت اختصاری	متغیر و شاخص‌های مربوط به متغیر
—	۰.۱۱۰	V <sub>1</sub>	سرمایه انسانی و کارکنان
۰.۱۸۹		V <sub>1</sub> Q <sub>1</sub>	۱- داشتن حس اعتماد به نفس قوی
۰.۱۲۵		V <sub>1</sub> Q <sub>2</sub>	۲- سطح تحصیلات بالا جهت یادگیری مهارت‌های چندگانه و ادراکی
۰.۲۶۰		V <sub>1</sub> Q <sub>3</sub>	۳- علاقمندی به موفقیت سازمان (دفاع از سیاست‌ها و افتخار به نام سازمان)
۰.۰۸۷		V <sub>1</sub> Q <sub>4</sub>	۴- توانایی بازیابی از کار خود (خودانضباطی و خودکنترلی)
۰.۱۴۰		V <sub>1</sub> Q <sub>5</sub>	۵- توانایی کار گروهی و تیمی
۰.۰۷۵		V <sub>1</sub> Q <sub>6</sub>	۶- مهارت‌های جمع‌آوری اطلاعات، برقراری ارتباطات و مهارت‌های ادراکی
۰.۰۶۹		V <sub>1</sub> Q <sub>7</sub>	۷- انعطاف‌پذیری کارگران و کارکنان برای کار با چند ماشین یا بخش
۰.۰۵۶		V <sub>1</sub> Q <sub>8</sub>	۸- چندمهارته بودن کارگران و کارکنان (تک‌منظوره نبودن کارکنان)
—	۰.۰۷۸	V <sub>2</sub>	<b>تعهد مدیریت به تعالی و نابسازی</b>
۰.۱۸۷		V <sub>2</sub> Q <sub>1</sub>	۱- اعتقاد به غیرماشینی و دارای کرامت انسانی بودن کارکنان
۰.۱۸۰		V <sub>2</sub> Q <sub>2</sub>	۲- نفیض اختیار و تمرکززدایی اقتضایی (و ایجاد اعتلاف مقتدر برای تغییر)
۰.۱۳۴		V <sub>2</sub> Q <sub>3</sub>	۳- مشاورت در تصمیم‌گیری و درگیر کردن کارکنان
۰.۱۵۱		V <sub>2</sub> Q <sub>4</sub>	۴- ایجاد چشم‌انداز و تعیین دقیق ارزش و انتقال مطلوب آن به کارکنان
۰.۰۵۲		V <sub>2</sub> Q <sub>5</sub>	۵- ترسیم جریان ارزش برای نیل به چشم‌انداز و ترغیب برای کسب پیروزی‌های
۰.۰۶۹		V <sub>2</sub> Q <sub>6</sub>	۶- به حرکت درآوردن جریان ارزش با حذف موانع
۰.۰۶۱		V <sub>2</sub> Q <sub>7</sub>	۷- مشتری‌گرایی با ایجاد سیستم تولید کششی (پیش‌گیری از بخشی‌نگری)
۰.۰۸۳		V <sub>2</sub> Q <sub>8</sub>	۸- ایجاد بستر برای نوآوری و خلاقیت و بهبود مستمر کیفیت
۰.۰۹۲		V <sub>2</sub> Q <sub>9</sub>	۹- تعقیب کمال با تثبیت بهبود مستمر و تغییر در فرهنگ سازمان
—	۰.۰۷۷	V <sub>3</sub>	<b>مدیریت موجودی‌ها و خطوط تولید</b>
۰.۰۶۳		V <sub>3</sub> Q <sub>1</sub>	۱- تولید یکنواخت و هموار با برنامه‌ریزی انعطاف‌پذیر (از نظر ظرفیت و سرعت)
۰.۲۰۹		V <sub>3</sub> Q <sub>2</sub>	۲- بهبود روش حمل‌ونقل و جریان تولید با چیدمان متمرکز
۰.۰۷۹		V <sub>3</sub> Q <sub>3</sub>	۳- ایجاد موجودی حداقل انبار با انتخاب تأمین‌کنندگان مطمئن
۰.۰۶۲		V <sub>3</sub> Q <sub>4</sub>	۴- کاهش کالای در جریان ساخت با ایجاد سیستم کششی
۰.۱۲۱		V <sub>3</sub> Q <sub>5</sub>	۵- کاهش هزینه‌های خرید، فضا و اندازه انباشته
۰.۰۴۴		V <sub>3</sub> Q <sub>6</sub>	۶- اتوماسیون عملیات تکراری و نصب روبات
۰.۰۹۷		V <sub>3</sub> Q <sub>7</sub>	۷- کارکنان آموزش‌دیده و انعطاف‌پذیر
۰.۱۰۹		V <sub>3</sub> Q <sub>8</sub>	۸- بهبود ارتباطات و کنترل و نصب علایم دیداری
۰.۰۹۶		V <sub>3</sub> Q <sub>9</sub>	۹- مشارکت کارکنان و دخالت آنان در امور متنوع تولید
۰.۱۲۰		V <sub>3</sub> Q <sub>10</sub>	۱۰- خانه‌داری محیط کار (5S)

ادامه جدول (۷): درجه اهمیت (ضرایب وزنی) متغیرهای اساسی و شاخص‌های مربوطه

ضریب اهمیت شاخص	ضریب اهمیت متغیر	علامت اختصاری	متغیر و شاخص‌های مربوط به متغیر
—	۰.۰۶۴	V <sub>4</sub>	<b>مدیریت کیفیت فراگیر</b>
۰.۱۶۶		V <sub>4</sub> Q <sub>1</sub>	۱- حمایت گسترده مدیریت از اهداف بهبود کیفیت
۰.۲۵۶		V <sub>4</sub> Q <sub>2</sub>	۲- تلاش بلندمدت و پافشاری مدیریت ارشد سازمان در کیفیت
۰.۰۵۰		V <sub>4</sub> Q <sub>3</sub>	۳- نمایش عملکرد و اطلاع‌رسانی برای همه
۰.۰۸۸		V <sub>4</sub> Q <sub>4</sub>	۴- ایجاد و بهبود روحیه تیمی از طریق آموزش و تشویق تیم‌های موجود
۰.۰۵۹		V <sub>4</sub> Q <sub>5</sub>	۵- اختیار دادن به کارگران تا حد توقف خط تولید برای کنترل کیفیت
۰.۰۳۷		V <sub>4</sub> Q <sub>6</sub>	۶- توقف اتوماتیک خطوط تولید با تشخیص عیب
۰.۱۱۷		V <sub>4</sub> Q <sub>7</sub>	۷- بهبود مداوم کیفیت با اجرای حلقه دمیگ
۰.۰۵۰		V <sub>4</sub> Q <sub>8</sub>	۸- بازرسی ۱۰۰٪ محصول یا کنترل آماری
۰.۱۰۸		V <sub>4</sub> Q <sub>9</sub>	۹- توجه به خواست مشتری اعم از داخلی و خارجی
۰.۰۶۹		V <sub>4</sub> Q <sub>10</sub>	۱۰- درگیر کردن همه کارکنان در کیفیت
—	۰.۳۲۴	V <sub>5</sub>	<b>تأمین کنندگان مواد و ملزومات</b>
۰.۰۳۳		V <sub>5</sub> Q <sub>1</sub>	۱- سهولت سفارش مواد و ملزومات
۰.۰۸۰		V <sub>5</sub> Q <sub>2</sub>	۲- داشتن تأمین کنندگان فرعی و درجه پایین
۰.۱۴۶		V <sub>5</sub> Q <sub>3</sub>	۳- داشتن ثبات و مناسب بودن قیمت‌های تأمین کنندگان
۰.۱۳۶		V <sub>5</sub> Q <sub>4</sub>	۴- تحویل به موقع توسط تأمین کنندگان
۰.۰۲۴		V <sub>5</sub> Q <sub>5</sub>	۵- دارا بودن ذخیره احتیاطی تأمین کنندگان
۰.۱۵۱		V <sub>5</sub> Q <sub>6</sub>	۶- فاصله کوتاه تأمین کنندگان تا کارخانه
۰.۳۰۲		V <sub>5</sub> Q <sub>7</sub>	۷- دارا بودن کیفیت مناسب
۰.۱۲۸		V <sub>5</sub> Q <sub>8</sub>	۸- احساس مسئولیت و پاسخگویی در مقابل سفارش
—	۰.۱۴۰	V <sub>6</sub>	<b>نگهداری و تعمیر بهره‌ور جامع</b>
۰.۰۸۱		V <sub>6</sub> Q <sub>1</sub>	۱- خانه‌داری محیط کار در نگهداری ماشین‌آلات
۰.۱۴۴		V <sub>6</sub> Q <sub>2</sub>	۲- نگهداری و تعمیر برنامه‌ریزی شده با بکارگیری تکنیک‌های آماری
۰.۰۴۸		V <sub>6</sub> Q <sub>3</sub>	۳- درجه کارآیی و آماده به کار بودن تجهیزات
۰.۲۵۶		V <sub>6</sub> Q <sub>4</sub>	۴- توجه به پیشگیری خرابی از مرحله طراحی تا ساخت و تولید
۰.۲۰۰		V <sub>6</sub> Q <sub>5</sub>	۵- آموزش مهارت‌های نگهداری برای اپراتورها
۰.۰۵۹		V <sub>6</sub> Q <sub>6</sub>	۶- درجه مشارکت و مؤثر بودن نگهداری و تعمیرات در تولید
۰.۱۰۲		V <sub>6</sub> Q <sub>7</sub>	۷- ایجاد حس مالکیت در اپراتورها و مشارکت آنان در فعالیت‌های اساسی
۰.۱۱۱		V <sub>6</sub> Q <sub>8</sub>	۸- مشارکت و درگیر کردن همه کارکنان در حل مشکلات نگهداری و تعمیر
—	۰.۲۰۷	V <sub>7</sub>	<b>تجهیزات فنی و تکنولوژی</b>
۰.۲۳۳		V <sub>7</sub> Q <sub>1</sub>	۱- قابلیت تنظیم ادوات و ماشین‌آلات
۰.۰۷۹		V <sub>7</sub> Q <sub>2</sub>	۲- قابلیت شمارش و بازبینی اتوماتیک
۰.۰۴۷		V <sub>7</sub> Q <sub>3</sub>	۳- استفاده از چند ماشین کوچک و عمومی بجای یک ماشین پیچیده و پر ظرفیت
۰.۰۶۵		V <sub>7</sub> Q <sub>4</sub>	۴- استفاده از سیستم‌های خطایاب اتوماتیک بوکایوکی

۰۰۵۷	V <sub>7</sub> Q <sub>5</sub>	۵- مدیریت کامپیوتری یکپارچه سیستم
۰۲۵۹	V <sub>7</sub> Q <sub>6</sub>	۶- حمل و نقل اتوماتیک و پیشرفته انعطاف پذیر
۰۰۴۷	V <sub>7</sub> Q <sub>7</sub>	۷- بکارگیری روبات در عملیات دقیق و محل های خطر آفرین و آلوده
۰۰۴۷	V <sub>7</sub> Q <sub>8</sub>	۸- وجود سیستم ارتباطی و اعلام مخصوص برای سفارش مواد
۰۱۶۶	V <sub>7</sub> Q <sub>9</sub>	۹- مناسب بودن فضای تولید با توجه به شرایط و حجم تولید

### روایی و پایایی ضرایب اهمیت تعیین شده

همان گونه که در انتهای فصل سوم اشاره گردید، به دلیل اینکه ضرایب اهمیت متغیرهای اساسی و شاخص های مربوطه هر متغیر، به شکل مقایسه زوجی از ۱۱ نفر خبره و مدیر ارشد این صنعت مورد سؤال قرار گرفته و میانگین نتایج آنها استفاده شده است و از آنجا که همگی آنان دارای شناخت عمیق نسبت به فرآیندهای شرکت هستند و با اصول و تفکر ناب آشنا شده اند و با توجه به اینکه تجزیه و تحلیل به شیوه علمی و مطمئن AHP صورت گرفته است، داده ها روایی لازم را دارند.

پایایی داده ها بستگی به سازگار بودن ماتریس های مقایسات زوجی دارد و این موضوع را با محاسبه نرخ ناسازگاری ماتریس ها مشخص می نمایم. میزان نرخ ناسازگاری محاسبه شده برای کلیه ماتریس ها از ۰/۱ کمتر است و لذا نتایج حاصل دارای پایایی و قابلیت اعتماد است.

### امتیازدهی عملکرد شاخص ها

امتیازدهی شاخص های مورد تأیید سومین و آخرین بخش از قسمت میدانی پژوهش است. این کار با استفاده از پرسش نامه شماره ۳ (امتیازدهی) از طریق استفاده از نظرات مدیران عملیاتی و سرپرستان صورت گرفت که در کف کارخانه با جزئیات بیشتری از تولید آشنا هستند. از بین ۷۰ پرسش نامه توزیع شده، ۶۱ پرسش نامه تکمیل گردیده است که فرآیند تجزیه و تحلیل نتایج آنها شباهت زیادی با تناسب سنجی خواهد داشت.

برخلاف تناسب‌سنجی، فقط در خصوص شاخص‌ها امتیازدهی شده است و امتیاز متغیرها از طریق انجام عملیات ریاضی به روش دیمانسیون ابعادی (DOA) [تستا، ۱۹۹۲] که برای بی‌بعد کردن شاخص‌ها به کار می‌رود، محاسبه می‌گردد. ویژگی خاص این پرسشنامه نیز آن است که تنها به مقیاس ۵ درجه‌ای لیکرت برای پاسخگویی اکتفا نشده و گزینه‌های سؤالات به صورت کاملاً مفهومی درآمده و برای هر کدام در صورت نیاز توضیحات یا مثالهایی در پرانتز آورده شده است. پس از جمع‌آوری پرسش‌نامه از مدیران میانی و سرپرستان (۶۱ فقره از ۷۰ فقره توزیع شده معادل ۸۷٪ پرسش‌نامه‌ها)، مشخصات آماری از جمله میانگین پاسخ‌های آنان برای سؤالات، به شرح جدول (۸) استخراج گردید.

### محاسبه نرخ همگرایی متغیرهای شرکت با متغیرهای ناب

امتیاز متغیرهای اساسی از روی امتیاز شاخص‌های مربوطه با استفاده از روش DOA محاسبه گردید. در این روش محاسبه نتیجه نهایی با استفاده از فرمول زیر صورت می‌گیرد:

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

با توجه به اینکه میزان نرخ همگرایی شرکت با حالت ایده‌آل سنجیده می‌شود، در نتیجه  $X_i$  میانگین امتیاز شرکت در شاخص  $i$  از مقیاس ۵ درجه‌ای لیکرت و  $Y_i$  مساوی ۵ (امتیاز نهایی لیکرت) خواهد بود.

## جدول (۸): میانگین امتیازات شاخص‌ها در شرکت سیمان صوفیان

میانگین نمرات	علامت اختصاری	متغیر و شاخص‌های مربوط به متغیر	میانگین نمرات	علامت اختصاری	متغیر و شاخص‌های مربوط به متغیر
—	V <sub>1</sub>	سرمایه انسانی و کارکنان	—	V <sub>1</sub>	سرمایه انسانی و کارکنان
۲.۸۱۶	V <sub>1Q1</sub>	داشتن حس اعتماد به نفس قوی	۲.۸۱۶	V <sub>1Q1</sub>	داشتن حس اعتماد به نفس قوی
۳.۷۰۶	V <sub>1Q2</sub>	سطح تحصیلات بالا جهت یادگیری و ادراک	۳.۷۰۶	V <sub>1Q2</sub>	سطح تحصیلات بالا جهت یادگیری و ادراک
۲.۵۴۵	V <sub>1Q3</sub>	علاقه‌مندی به موفقیت سازمان	۲.۵۴۵	V <sub>1Q3</sub>	علاقه‌مندی به موفقیت سازمان
۲.۵۲۵	V <sub>1Q4</sub>	توانایی بازبینی از کار خود	۲.۵۲۵	V <sub>1Q4</sub>	توانایی بازبینی از کار خود
۳.۱۲۸	V <sub>1Q5</sub>	توانایی کار گروهی و تیمی	۳.۱۲۸	V <sub>1Q5</sub>	توانایی کار گروهی و تیمی
۲.۴۰۶	V <sub>1Q6</sub>	مهارت‌های اطلاعاتی، ارتباطی و ادراکی	۲.۴۰۶	V <sub>1Q6</sub>	مهارت‌های اطلاعاتی، ارتباطی و ادراکی
۲.۷۹۶	V <sub>1Q7</sub>	انعطاف‌پذیری برای کار با چند ماشین	۲.۷۹۶	V <sub>1Q7</sub>	انعطاف‌پذیری برای کار با چند ماشین
۲.۹۲۹	V <sub>1Q8</sub>	چند مهارت‌ها بودن کارگران و کارکنان	۲.۹۲۹	V <sub>1Q8</sub>	چند مهارت‌ها بودن کارگران و کارکنان
—	V <sub>2</sub>	تمهید مدیریت به تعالی و ناب‌سازی	—	V <sub>2</sub>	تمهید مدیریت به تعالی و ناب‌سازی
۳.۷۷۹	V <sub>2Q1</sub>	اعتقاد به کرامت انسانی کارکنان	۳.۷۷۹	V <sub>2Q1</sub>	اعتقاد به کرامت انسانی کارکنان
۳.۵۰۸	V <sub>2Q2</sub>	تفویض اختیار و تمرکززدایی اقتضایی	۳.۵۰۸	V <sub>2Q2</sub>	تفویض اختیار و تمرکززدایی اقتضایی
۳.۳۵۳	V <sub>2Q3</sub>	مشاورت در تصمیم‌گیری و درگیر کردن کارکنان	۳.۳۵۳	V <sub>2Q3</sub>	مشاورت در تصمیم‌گیری و درگیر کردن کارکنان
۳.۷۲۶	V <sub>2Q4</sub>	ایجاد چشم‌انداز و تعیین ارزش و انتقال آن	۳.۷۲۶	V <sub>2Q4</sub>	ایجاد چشم‌انداز و تعیین ارزش و انتقال آن
۳.۶۴۶	V <sub>2Q5</sub>	ترسیم جریان ارزش برای نیل به چشم‌انداز و ...	۳.۶۴۶	V <sub>2Q5</sub>	ترسیم جریان ارزش برای نیل به چشم‌انداز و ...
۳.۷۲۳	V <sub>2Q6</sub>	به حرکت درآوردن جریان ارزش با حذف موانع	۳.۷۲۳	V <sub>2Q6</sub>	به حرکت درآوردن جریان ارزش با حذف موانع
۳.۵۹۹	V <sub>2Q7</sub>	مشتری‌گرایی با ایجاد سیستم کشتی	۳.۵۹۹	V <sub>2Q7</sub>	مشتری‌گرایی با ایجاد سیستم کشتی
۳.۰۴۶	V <sub>2Q8</sub>	ایجاد بستری برای نوآوری و خلاقیت و بهبود مستمر	۳.۰۴۶	V <sub>2Q8</sub>	ایجاد بستری برای نوآوری و خلاقیت و بهبود مستمر
۳.۱۲۱	V <sub>2Q9</sub>	تعقیب کمال با تثبیت بهبود مستمر و تغییر فرهنگ	۳.۱۲۱	V <sub>2Q9</sub>	تعقیب کمال با تثبیت بهبود مستمر و تغییر فرهنگ
—	V <sub>3</sub>	مدیریت موجودی‌ها و خطوط تولید	—	V <sub>3</sub>	مدیریت موجودی‌ها و خطوط تولید
۲.۷۸۲	V <sub>3Q1</sub>	تولید یکپارچه با برنامه‌ریزی منعطف	۲.۷۸۲	V <sub>3Q1</sub>	تولید یکپارچه با برنامه‌ریزی منعطف
۳.۳۱۴	V <sub>3Q2</sub>	بهبود روش حمل‌ونقل با چیدمان متمرکز	۳.۳۱۴	V <sub>3Q2</sub>	بهبود روش حمل‌ونقل با چیدمان متمرکز
۲.۵۵۴	V <sub>3Q3</sub>	موجودی حداقل انبار با تأمین کنندگان مطمئن	۲.۵۵۴	V <sub>3Q3</sub>	موجودی حداقل انبار با تأمین کنندگان مطمئن
۳.۶۷۷	V <sub>3Q4</sub>	کاهش کالای در جریان ساخت با سیستم کشتی	۳.۶۷۷	V <sub>3Q4</sub>	کاهش کالای در جریان ساخت با سیستم کشتی
۲.۷۰۵	V <sub>3Q5</sub>	کاهش هزینه‌های خرید، فضا و اندازه انباشته	۲.۷۰۵	V <sub>3Q5</sub>	کاهش هزینه‌های خرید، فضا و اندازه انباشته
۲.۹	V <sub>3Q6</sub>	اتوماسیون عملیات تکراری و نصب رویات	۲.۹	V <sub>3Q6</sub>	اتوماسیون عملیات تکراری و نصب رویات
۲.۶۹۸	V <sub>3Q7</sub>	کارکنان آموزش‌دیده و انعطاف‌پذیر	۲.۶۹۸	V <sub>3Q7</sub>	کارکنان آموزش‌دیده و انعطاف‌پذیر
۲.۴۰۲	V <sub>3Q8</sub>	بهبود ارتباطات و کنترل و نصب اعلام دیداری	۲.۴۰۲	V <sub>3Q8</sub>	بهبود ارتباطات و کنترل و نصب اعلام دیداری
۲.۷۷۷	V <sub>3Q9</sub>	مشارکت کارکنان و دخالت آنان در تولید	۲.۷۷۷	V <sub>3Q9</sub>	مشارکت کارکنان و دخالت آنان در تولید
۲.۵۹۸	V <sub>3Q10</sub>	خانه‌داری محیط کار (5S)	۲.۵۹۸	V <sub>3Q10</sub>	خانه‌داری محیط کار (5S)
—	V <sub>4</sub>	مدیریت کیفیت فراگیر	—	V <sub>4</sub>	مدیریت کیفیت فراگیر
۲.۷۶۸	V <sub>4Q1</sub>	حمایت مدیریت از اهداف بهبود کیفیت	۲.۷۶۸	V <sub>4Q1</sub>	حمایت مدیریت از اهداف بهبود کیفیت
۳.۳۴۲	V <sub>4Q2</sub>	نمایش بلندمدت و پافشاری مدیریت در کیفیت	۳.۳۴۲	V <sub>4Q2</sub>	نمایش بلندمدت و پافشاری مدیریت در کیفیت
۲.۳۵۹	V <sub>4Q3</sub>	نمایش عملکرد و اطلاع‌رسانی برای همه	۲.۳۵۹	V <sub>4Q3</sub>	نمایش عملکرد و اطلاع‌رسانی برای همه
۲.۶۱۲	V <sub>4Q4</sub>	ایجاد و بهبود روحیه تیمی	۲.۶۱۲	V <sub>4Q4</sub>	ایجاد و بهبود روحیه تیمی

میانگین نمرات	علامت اختصاری	متغیر و شاخص‌های مربوط به متغیر
2.292	V4Q5	اختیار دادن به کارگران تا حد توقف خط
2.33	V4Q6	توقف اتوماتیک خطوط تولید با تشخیص عیب
2.291	V4Q7	بهبود مداوم کیفیت با اجرای حلقه دمینگ
2.508	V4Q8	بازرسی ۱۰۰٪ محصول یا کنترل آماری
2.695	V4Q9	توجه به خواست مشتری داخلی و خارجی
2.976	V4Q10	درگیر کردن همه کارکنان در کیفیت
—	V5	تأمین کنندگان مواد و ملزومات
2.671	V5Q1	سهولت سفارش مواد و ملزومات
2.59	V5Q2	داشتن تأمین کننده فرعی و درجه پایین
2.849	V5Q3	داشتن ثبات و مناسب بودن قیمت‌های تأمین کننده
2.861	V5Q4	تحویل به موقع توسط تأمین کننده
2.676	V5Q5	دارا بودن ذخیره احتیاطی
4.259	V5Q6	فاصله کوتاه تأمین کننده تا کارخانه
3.431	V5Q7	دارا بودن کیفیت مناسب
3.193	V5Q8	احساس مسؤلیت و پاسخگویی در مقابل سفارش
—	V6	نگهداری و تعمیر بهره‌ور جامع
2.692	V6Q1	خانه‌داری محیط کار در نگهداری
2.633	V6Q2	نگهداری و تعمیر برنامه‌ریزی شده آماری
2.75	V6Q3	درجه کارآیی و آماده به کار بودن تجهیزات
2.652	V6Q4	توجه به پیشگیری خرابی
2.677	V6Q5	آموزش مهارت‌های نگهداری برای اپراتورها
2.61	V6Q6	درجه مؤثر بودن نگهداری و تعمیرات در تولید
2.233	V6Q7	حس مالکیت و مشارکت اپراتورها در نت
2.541	V6Q8	مشارکت همه کارکنان در حل مشکلات نت
—	V7	تجهیزات فنی و تکنولوژی
3.184	V7Q1	قابلیت تنظیم ادوات و ماشین‌آلات
2.73	V7Q2	قابلیت شمارش و بازبینی اتوماتیک
3.167	V7Q3	استفاده از ماشین‌های کوچک به جای پیچیده
2.466	V7Q4	استفاده از سیستم‌های خطایاب اتوماتیک
2.652	V7Q5	مدیریت کامپیوتری یکپارچه سیستم
3.425	V7Q6	حمل و نقل اتوماتیک و پیشرفته انعطاف‌پذیر
2.314	V7Q7	بکارگیری روبات در عملیات دقیق یا خطر آفرین
2.313	V7Q8	وجود سیستم ارتباطی سفارش مواد
3.677	V7Q9	مناسب بودن فضای تولید



بنابراین (DOA) میانگین نرخ همگرایی تک تک شاخص‌ها نسبت به حالت ناب محاسبه و نرخ همگرایی کل شرکت از دو شیوه (از روی نرخ همگرایی تک تک شاخص‌ها) و یا از روی نرخ همگرایی محاسبه شده متغیرهای هفت گانه، طبق فرمول فوق قابل محاسبه خواهد بود.

به عنوان مثال نرخ همگرایی متغیر سرمایه انسانی و کارکنان به شکل زیر محاسبه گردیده است:

جدول (۹): عملکرد شاخص‌ها و وزن‌های آنها در متغیر سرمایه انسانی و کارکنان

شماره شاخص	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
$x_i$	۲۸۲	۳۷۱	۲۵۴	۲۵۲	۳۱۳	۲۴۱	۲۸۰	۲۹۳
$w_i$	۱۸.۸۸٪	۱۲.۵۱٪	۲۵.۹۸٪	۸.۶۵٪	۱۴.۰۵٪	۷.۴۸٪	۶.۸۸٪	۵.۵۷٪
$\gamma$	۵							

$$DOA_{V_1} = \sqrt[10]{\left(\frac{2/81}{5}\right)^{18/88} \left(\frac{3/71}{5}\right)^{12/51} \left(\frac{2/55}{5}\right)^{20/58} \left(\frac{2/53}{5}\right)^{8/53} \left(\frac{3/13}{5}\right)^{12/2} \left(\frac{2/41}{5}\right)^{7/28} \left(\frac{2/80}{5}\right)^{6/88} \left(\frac{2/93}{5}\right)^{5/57}}$$

بطوری که ملاحظه می‌شود درجه همگرایی متغیر سرمایه انسانی و کارکنان با سازمان ناب ۵۱/۵۶٪ می‌باشد. به شیوه مذکور نرخ همگرایی متغیرهای دیگر نیز محاسبه شده و نتایج مطابق جدول (۱۰) می‌باشد.

جدول (۱۰): نرخ همگرایی محاسبه شده متغیرهای اساسی شرکت سیمان صوفیان با سازمان ناب

نرخ همگرایی	متغیر اساسی
۵۶/۵۱ درصد	سرمایه انسانی و کارکنان ( $V_1$ )
۷۰/۳۴ درصد	تعهد رهبری و مدیریت ارشد به تعالی و ناب‌سازی سازمان ( $V_2$ )
۵۶/۶۷ درصد	مدیریت موجودی‌ها و خطوط تولید ( $V_3$ )
۵۴/۹۵ درصد	مدیریت کیفیت جامع ( $V_4$ )
۶۴/۲۸ درصد	تأمین کنندگان مواد و ملزومات ( $V_5$ )
۵۲/۰۲ درصد	نگهداری و تعمیر بهره‌ور جامع ( $V_6$ )
۶۱/۹۸ درصد	تجهیزات فنی و تکنولوژی ( $V_7$ )

محاسبه نرخ همگرایی کل شرکت سیمان صوفیان با سازمان تولیدی ناب: با استفاده از اطلاعات جدول (۱۱) به طریق مشابه نرخ همگرایی کل شرکت با حالت ناب ایده آل تعیین گردیده است.

جدول (۱۱): نرخ همگرایی متغیرها و ضرایب اهمیت آنها

شماره شاخص	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
نرخ هر متغیر	۵۶٫۵۱٪	۵۶٫۶۷٪	۵۴٫۹۵٪	۶۴٫۲۸٪	۵۲٫۰۲٪	۶۱٫۹۸٪	۵۶٫۵۱٪
$W_{Vi}$	۱۰٫۹۸	۷٫۸۲	۷٫۷۴	۶٫۳۸	۳۲٫۴۳	۱۳٫۹۷	۲۰٫۷
$y$	۱۰۰						

$$DOA_{Total} = \sqrt[10]{\left(\frac{DOA_{V1}}{DOA_{V7}}\right)^{W_{V1}} \left(\frac{DOA_{V2}}{DOA_{V7}}\right)^{W_{V2}} \left(\frac{DOA_{V3}}{DOA_{V7}}\right)^{W_{V3}} \left(\frac{DOA_{V4}}{DOA_{V7}}\right)^{W_{V4}} \left(\frac{DOA_{V5}}{DOA_{V7}}\right)^{W_{V5}} \left(\frac{DOA_{V6}}{DOA_{V7}}\right)^{W_{V6}} \left(\frac{DOA_{V7}}{DOA_{V7}}\right)^{W_{V7}}}$$

$$DOA_{Total} = \sqrt[10]{\left(\frac{56/51}{100}\right)^{10/98} \left(\frac{70/34}{100}\right)^{7/82} \left(\frac{54/95}{100}\right)^{7/74} \left(\frac{64/28}{100}\right)^{6/38} \left(\frac{52/2}{100}\right)^{32/43} \left(\frac{61/98}{100}\right)^{13/97} \left(\frac{56/51}{100}\right)^{20/7}}$$

بنابراین درجه همگرایی شرکت سیمان صوفیان با سازمان تولیدی ناب ایده آل به صورت زیر بدست می آید:

$$DOA_{Total} = 60,3 \%$$

#### روایی و پایایی داده‌های امتیازسنجی:

مقادیر امتیازهای شاخص‌ها توسط مدیران میانی و سرپرستانی که به جزئیات وضعیت هر شاخص اشراف دارند تعیین شده است و این افراد تحت آموزش‌های برگزار شده با اصول و مبانی ناب آشنا شده‌اند و توان سنجش و قیاس وضعیت شاخص‌ها با حالت ناب را دارند. از سوی دیگر سؤالات به شکل شفاف و با ارائه توضیحات و مثال تهیه شده است که خود کمکی در راستای تعیین دقیق‌تر امتیازات است. بنابراین روایی نتایج بدست آمده قابل انتظار خواهد بود.

پایایی امتیازات تخصیصی به شاخص‌ها نیز مشابه تحلیل آماری تناسب‌سنجی، با محاسبات انجام یافته توسط نرم‌افزار SPSS برای تعیین ضریب  $\alpha$  کرانباخ قابل کنترل است. برای نتایج بدست آمده از ۶۱ نمونه، قابلیت اطمینان به میزان  $\alpha = 0.85/5$  است و برای ۲۰ نمونه دوم (روش دو نیمه کردن) نیز ضریب حاصله کرانباخ  $\alpha = 0.89/9$  را نشان می‌دهد که درجه اعتبار بالایی محسوب می‌گردد. جزئیات کار در ضمیمه شماره ۴ مندرج است.

در خصوص تعداد نمونه انتخابی نیز مشابه تناسب‌سنجی عمل شده و با ضریب خطای از رابطه  $e = 0.05$ ، تعداد نمونه برابر با ۲۷ محاسبه گردیده است. بر این اساس نمونه انتخابی ۶۱ تایی برای کلیه شاخص‌ها قابل قبول می‌باشد.

### آزمون فرضیه‌های امتیازدهی

برای آزمون نتایج DOAهای محاسبه شده از امتیازات برای متغیرهای اساسی و کل شرکت سیمان صوفیان، نمی‌توان از DOAهای محاسبه شده از میانگین نتایج امتیازات استفاده کرد و باید برای حتما تک‌تک نمونه‌ها نرخ همگرایی محاسبه گردد.

بنابراین در آزمون فرضیه امتیازدهی نیز مشابه تناسب‌سنجی، از نتایج کل نمونه‌ها (۶۱) برای هفت متغیر اساسی و کل شرکت استفاده می‌کنیم. در اینجا نیز با توجه به زیادتر از ۳۰ بودن تعداد نمونه و از آنجا که نرمال بودن نتایج برای ما محرز نیست، آزمون t استودنت یک طرفه برای تست فرضیه‌ها انتخاب خواهد شد. نکته حائز اهمیت در فرضیه امتیازدهی، تعیین نرخ همگرایی مطلوب برای ماست که مقدار ۷۰٪ در شرایط فعلی مقدار مطلوب در نظر گرفته شد و بر اساس آن فرضیه‌ها آزمون گردید.

با توجه به اینکه میزان ناب بودن کل سازمان شرکت، خود از حاصل ۷ متغیر ایجاد شده است، ابتدا فرضیه‌های فرعی مربوط به این ۷ متغیر و سپس فرضیه مربوط

به کل شرکت را آزمون می‌کنیم. جدول (۱۲) نتایج آزمون آنها را با استفاده از نرم‌افزار SPSS نشان می‌دهد.

جدول (۱۲): آزمون فرضیه ب

نتیجه	فاصله اطمینان ۹۵٪		اختلاف از میانگین Mean Difference	سطح معنی‌داری دوسویه Sig. (2-tailed)	درجه آزادی (df)	t	فرضیه‌های مربوط به نرخ همگرایی متغیرها و کل سازمان
	حداکثر	حداقل					
رد	-۱۱۰۴۳۴	-۱۵۹۳۶۶	-۱۳۴۹۰۰۰	۰۰۰	۶۰	-۱۱۰۲۹	فرضیه ب <sub>۱</sub> DOA V <sub>۱</sub>
تأیید	۰۲۹۲۷۰	-۰۲۳۴۷۰	۰۰۳۴۰۰۰	۰۷۹۴	۶۰	۰۲۶۳	فرضیه ب <sub>۲</sub> DOA V <sub>۲</sub>
رد	-۱۰۸۶۶۳	-۱۵۷۹۳۷	-۱۳۳۳۰۰۰	۰۰۰	۶۰	-۱۰۸۳۳	فرضیه ب <sub>۳</sub> DOA V <sub>۳</sub>
رد	-۱۲۶۰۲۴	-۱۷۴۹۷۶	-۱۵۰۵۰۰۰	۰۰۰	۶۰	-۱۲۳۹۹	فرضیه ب <sub>۴</sub> DOA V <sub>۴</sub>
رد	-۰۲۳۵۷۵	-۰۸۰۸۲۵	-۰۵۷۲۰۰۰	۰۰۰	۶۰	-۴۸۴۳	فرضیه ب <sub>۵</sub> DOA V <sub>۵</sub>
رد	-۱۴۹۱۵۱	-۲۱۰۴۴۹	-۱۷۹۸۰۰۰	۰۰۰	۶۰	-۱۱۷۳۵	فرضیه ب <sub>۶</sub> DOA V <sub>۶</sub>
رد	-۰۶۱۳۳۴	-۰۹۹۰۶۶	-۰۸۰۲۰۰۰	۰۰۰	۶۰	-۸۵۰۴	فرضیه ب <sub>۷</sub> DOA V <sub>۷</sub>
رد	-۰۸۴۴۰۴	-۱۰۹۵۹۶	-۰۹۷۰۰۰۰	۰۰۰	۶۰	-۱۵۴۰۳	فرضیه ب DOA Total

برای تمایز فرضیه‌های امتیازسنجی از فرضیه‌های تناسب‌سنجی آنها را با عنوان فرضیه اصلی ب و فرضیه‌های فرعی ب<sub>۱</sub> تا ب<sub>۷</sub> نام‌گذاری می‌کنیم.

آزمون فرضیه فرعی ب<sub>۱</sub> (و ب<sub>۳</sub> تا ب<sub>۷</sub>)

فرضیه H<sub>۰</sub>- نرخ همگرایی متغیر سرمایه انسانی و کارکنان شرکت (V<sub>۱</sub>) با حالت ناب بیشتر یا مساوی ۷۰٪ می‌باشد.

فرضیه H<sub>۱</sub>- نرخ همگرایی متغیر سرمایه انسانی و کارکنان شرکت (V<sub>۱</sub>) با حالت ناب کمتر از ۷۰٪ می‌باشد.

$$H_0: \mu_{V_1} \geq 70\%$$

$$H_1: \mu_{V_1} < 70\%$$

با توجه به اینکه نرخ همگرایی بیش از ۷۰٪ برای ما مطلوب خواهد بود، لذا آزمون t یک سویه است. نتایج مندرج در ردیف اول جدول (۱۰-۴) که با استفاده از نرم‌افزار SPSS بدست آمده است نشان می‌دهد که:

$$P\text{-Value یا sig} = 0/000 < |t| = 11/029$$

بنابراین بین نتایج بدست آمده با حالت مورد قیاس (۷۰٪) تفاوت معنی دار وجود دارد. از آنجایی که فاصله اطمینان بدست آمده به شکل کامل در ناحیه منفی قرار گرفته، با توجه به یک طرفه بودن آزمون،  $H_1$  قبول و  $H_0$  (فرضیه ب ۱) رد می شود. به تعبیر عملیاتی، نرخ همگرایی متغیر اساسی «سرمایه انسانی و کارکنان شرکت» با حالت ناب به طور قطع کمتر از ۷۰٪ است و نیاز به بهبود دارد. به همین ترتیب فرضیه های ب ۳ تا ب ۷ مربوط به متغیرهای اساسی V3 تا V7 نیز رد می شوند.

### آزمون فرضیه فرعی ب ۲

فرضیه  $H_0$ : نرخ همگرایی متغیر تعهد رهبری و مدیریت ارشد شرکت به ناب سازی سازمان (V2) بیشتر یا مساوی ۷۰٪ می باشد.

فرضیه  $H_1$ : نرخ همگرایی متغیر تعهد رهبری و مدیریت ارشد شرکت به ناب سازی سازمان (V2) کمتر از ۷۰٪ می باشد.

$$H_0: \mu_{V_2} \geq 70\% \quad H_1: \mu_{V_2} < 70\%$$

با توجه به مطلوب بودن مقدار بالای ۷۰٪ این آزمون نیز یک طرفه است. نتایج حاصل از ردیف دوم جدول (۱۰-۴) حاکی از آن است که:

$$P\text{-Value یا sig} = 0/794 > |t| = 0/263$$

با توجه به این نتیجه به طور قطع نمی توان درباره معنی دار بودن تفاوت نتایج قضاوت کرد. فاصله اطمینان بدست آمده نیز با توجه به اینکه در ناحیه مثبت و منفی قرار گرفته است، فرضیه  $H_0$  را رد نمی کند و به تعبیر عملیاتی، نرخ همگرایی متغیر «تعهد رهبری و مدیریت ارشد به تعالی و ناب سازی سازمان (V2)» با حالت ناب حدود ۷۰٪ است.

**آزمون فرضیه اصلی ب**

فرضیه  $H_0$ : نرخ همگرایی کل شرکت با سازمان ناب ایده آل بیشتر یا مساوی ۷۰٪ می باشد.

فرضیه  $H_1$ : نرخ همگرایی کل شرکت با سازمان ناب ایده آل کمتر از ۷۰٪ می باشد.

$$H_0: \mu_{Total} \geq 70\% \quad H_1: \mu_{Total} < 70\%$$

نتایج مندرج در ردیف آخر جدول (۱۰-۴) که با استفاده از نرم افزار SPSS بدست آمده است نشان می دهد که:

$$P\text{-Value یا sig} = 0/000 < |t| = 15/403$$

بنابراین مشابه آزمون فرضیه فرعی ب ۱، در اینجا نیز بین نتایج بدست آمده با حالت مورد قیاس (۷۰٪) تفاوت معنی دار وجود دارد و از آنجایی که فاصله اطمینان بدست آمده به شکل کامل در ناحیه منفی قرار گرفته، با توجه به یک طرفه بودن آزمون،  $H_1$  قبول و  $H_0$  (فرضیه ب ۱) رد می شود. در نتیجه به تعبیر عملیاتی می توان گفت که نرخ همگرایی شرکت با حالت ناب ایده آل با ۹۵٪ اطمینان، کمتر از ۷۰٪ می باشد.

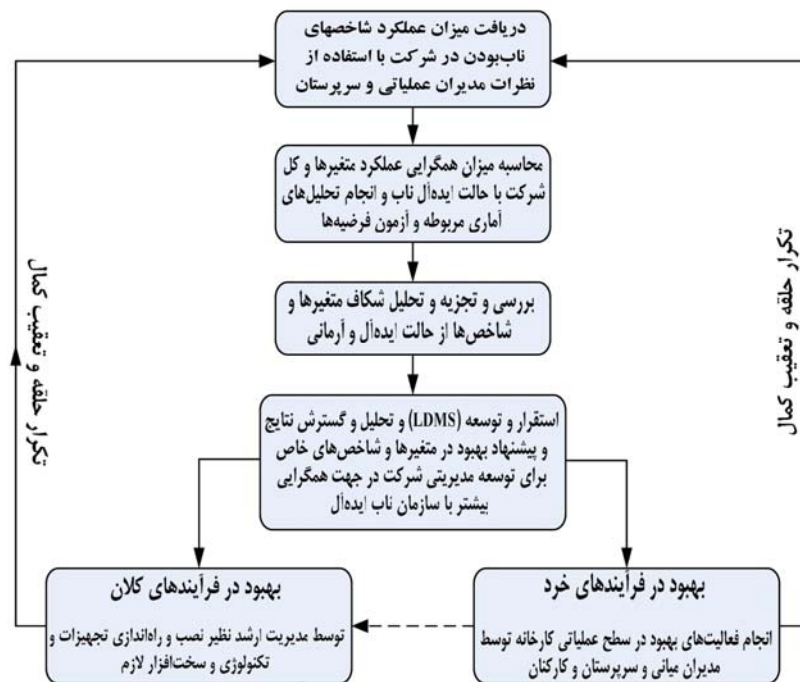
**یافته های پژوهش و نتیجه گیری**

نتایج پژوهش نشان داد که از بین متغیرها و شاخص های شناسایی شده برای سنجش ناب بودن عملکرد شرکت، شاخص تکنولوژی گروهی به سبب ماهیت خاص صنعت تولید سیمان، به ویژه پیوسته بودن آن، مناسب نیست و به جز آن کلیه متغیرها و شاخص ها مورد تأیید قرار گرفت. ضرایب اهمیت متغیرها و شاخص های هر متغیر نیز مطابق جدول (۷) تعیین گردید و در نهایت با تعیین میزان عملکرد

شاخص‌ها و محاسبات DOA متغیرها و کل سازمان مشخص گردید که متغیر «تعهد رهبری و مدیریت به تعالی و ناب‌سازی سازمان» با ۷۰/۳۴ درصد همگرایی با وضعیت ناب ایده‌آل بهترین وضعیت را داراست و متغیر «نگهداری و تعمیر بهره‌ور جامع» با ضعیف‌ترین وضعیت (۵۰/۰۲) در اولویت اول بهبود قرار دارد و کل سازمان نیز به مقدار ۶۰/۲٪ ناب می‌باشد.

بر این اساس توسعه و بهبود وضعیت شاخص‌های متغیر «نگهداری و تعمیر بهره‌ور جامع» و نیز بازخوانی چرخه بهبود با بهبود فرآیندهای خرد و پیاده‌سازی LDMS و تعقیب کمال مطابق نمودار (۱۳) پیشنهاد می‌گردد.

نمودار (۱۳): چرخه بهبود همگرایی شرکت با حالت ناب و تعقیب کمال



**منابع و مأخذ:**

- ابلنسکی، نیک، (۱۳۷۶)، «مهندسی مجدد و مدیریت دگرگون‌سازی سازمان‌ها»، ترجمه منصور شریفی کلویی، تهران، نشر آروین، چاپ دوم
- دراکر، پیتراف، (۱۳۷۴)، «جامعه پس از سرمایه‌داری»، ترجمه محمود طلوع، موسسه خدمات فرهنگی رسا، چاپ اول
- قدسی‌پور، سیدحسین، (۱۳۷۹)، «فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی»، تهران، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ دوم
- فلد، ویلیام ام، «خودارزیابی واحدهای ناب»، ترجمه بیات، پیام مدیریت موفق، شماره ۳۱ (شهریور ۸۱)
- مکلس، ریچارد، (۱۳۸۴)، «سازمان ناب، روشی برای ایجاد ارزش افزوده و حذف اتلاف در سازمان‌ها»، ترجمه محمدابراهیم پناهی، نشر اوحدی، چاپ اول
- ووماک، جیمزی، جونز، دانیل تی، (۱۳۸۴)، «تفکر ناب، ریشه‌کن کردن اتلاف و آفرینش ارزش در سازمان‌ها - ویرایش ۲۰۰۳»، ترجمه آزاده رادنژاد، نشر آموزه، چاپ اول
- ووماک، جیمزی، جونز، دانیل تی، روس، دانیل، (۱۳۸۵)، «تولید ناب، ماشینی که جهان را تغییر داد»، ترجمه آزاده رادنژاد، نشر آموزه، چاپ هشتم
- هندی چارلز، (۱۳۸۰)، «خدایان مدیریت»، ترجمه کهزاد آذرهوش، تهران، نشر فرا، چاپ اول
- Ahls, Bill, «Advanced Memory and lean change», IIEE Solution, January 1998
- Alsudairi, Abdul Salam A., Diek Mann, James E., Sorger Anthony D., and Brown. Hyman M., (1999), «Simulation of construction process: Traditional practices versus lean principales», Proceeding 7th Ann, Conf. Intl. Group for lean construction, IGLC7, 26-28 July at university of Colifornia, Berkly. California MSA
- Alsudairi, Abdul Salam A. and etal. (Forthcoming), (1999), «Evaluation of constructin processes: Ttraditional practices versus lean principales», (Forthcoming) Ph.D. Dissertation, University of Colorado, Boulder [Online]http://www.lib.Umi.com/desertations/preview-all/ 3059319



- 
- 
- Browne, J., Harhen, J. and Shivnan, J, (1996), «Production management system: An integrated persspective», Addition werlly publishing Co.
  - Chandler, Alfred D., Jr., (1965), «Strategy and Structure: Chapter in the history of the industrial enterprise», Cambridge, Mass, Mit Press
  - Cheng T. C. T. and Podolsky S. Chapman and Hall, (1996), «An introduction to Just in time manufacturing», 2th Edition, London, UK.
  - Conger, Jay A. and Fulmer, Robert M., (2003) «Developing your leadership pipeline», Harward Business Review, Docember 2003
  - Coukran, Daivid and Stee, J., (1998), «Performance measurement for manufacturing», Massachusetts Institute of Technology.
  - Day, Tony A. and Tonshia, S., «Organizational change and performance assessment», International journal of operation & production, UK, Natingham, ISBN: 0144-3511
  - Encyclopedia Britanica, «Mass production», 13th edition suppl, Vol 2
  - Epstein Jeffroh, «The relationship»economy futurist, Vol32, issue P2 no 98
  - Feld, Wiliam M., (2001), «Lean manufacturing: Tools, Techniques and how to use them», The st. Lucie Press & Apics services resource management
  - Goodson, Eugen, «Read a plant fast», Harward Business Review, May 2002
  - Greygory A. and Howell, Glinballord, (1999), «Bring the light on the darks side of lean production», California, University Berkly - CA, MSA
  - Heim, Joseph A. and Compton, W. Dale, (1992), «Manufacturing systems: foundations of world-class practice», National Academy of Engineering Press
  - Kaufman C.G., (1999), «Creating lean leaders - a hands on approach», White Paper [Online]www.implementation.com
  - Kilpatrick, Auston Marmaduke, (1997), «Lean manufacturing principales a comperhensive (fram work) for improving production», Efficiency Massachusetts Institute of Technology (MIT)
  - Kotelnikov, Vadim, (2003), «Lean Production», [Online]www.1000Ventures.Com/Business\_Guide/Lean\_Production\_Main.html
  - Kotter, John P., «Leading Changes: Why transformation efforts fail», Harward Business Review, March 1995
  - Laux, James, (1976), «Infirist gear: The French Auto Industry to 1914», Liverpool university press, «Mass production», 13th edition suppl., Vol. 2

- 
- Lewin, Kert, (1947), «Frontiers in group dynamics concept, Method and reality in social since soical equilibria and social chang, Human Relations», June 1947
  - Lockamy, Archie, «A study of operational and strategic performance measurment systems in selected world glass manufacturing firms an examination of linkages for competitive advantage (Operational performance measurement, Manufacturing strategy)» , University of Georgia
  - Lucansky Patrik, Burke Robert and Potapchuk Larissa, (2003), «Lean Leadership» [Online]www.vipgroup.us/Lean-Leadership.pdf
  - Mails, Raymond E., Snow, Charles C., Meyer, Alon D. and Colmom, Henre., Jr., «Organizational strategy, Structure, and pricess», Academical Management Review, July1978
  - Mondon Y., (1983), «Toyota production system: Practical Approach to Production Management», Norcross, GA: Institute of Industrial Engineers Press
  - Nevin, Allan and Ernest, Frank, Hill, (1954), «Ford: The Time, The Man The Company», Newyork, Scribners
  - Nevin, Allan and Hill, Frank Ernest, (1957), «Ford: Expansion and challenge», 1915-1932, Newyork, scriblers
  - Nevin, Allan, Wilkenes, Mira and Hill, Frank Ernest, (1964), «American Enterprise a abroad: Ford on Six Continents», Detroit, Wayne state university press
  - Ohno, Taichi, (1988),«Toyota production system: Beyond large scale production», Portland, Oregon: Productivity Press
  - Pozsar, Michael John, (1996), «Application of the lean aircraft initiative factory operations model, to care study in the defense air craft industry», Massachusetts Institute of Technology
  - Pretorius, Marthinus willem, 1999, «A model for the assessment of new technology for the manufacturing enterprise», Degree: Ph.D, University of Pretoria (South Africa)
  - Shah, Rachna, (2002), «A configurational view of lean manufacturing and its theoretical implications.», Ph.D. Desertaion the Ohio State University 2002 [Online][http://wwwlib.umi.com/dissertations/preview\_all/3059319]
  - Sermons, 2003, «The winds of change»,[Online]www.Neval-sermons.org/sermons/wends.Shtml-3/k
  - Sewell, Carl and Brown, Paul B., (1991), «Customers for life», Newyork Pocket Books

- 
- Shingo, Shigeo, «A revolution in manufacturing The SMED system», ISBN 964-6175-67-8
  - Swank, Cynthia Karen, (2003) « The lean service machine» , Harward Business Review, October 2003
  - Tarek M. Kalil, (2000), «Management of technology», Mac Grow Hill
  - Testa, Nicholas M.J.R., Measuring factory Performance for JIT, Journal of Operation Management Falls church, (1992) Vol78, No3
  - Tompkins, J.A., White, J.A., Bozer, Y.A., Frazell, E.H., Tanchoco, J.M.A. and Trevino, J., (1996), «Facility Planning», Newyork, John Wiley and Sons inc., 2th USA
  - Toyota, (1988), «A history of the first 50 years: Toyota city», Toyota Motors corporation- Womack P. James, Jones, D. and Roos, D., (1991), «The machine that change the world», Macmillan, New York, NY