

ارزیابی عوامل تولید ناب در سازمانهای تولیدی غیرپیوسته (سفارشی) (مطالعه موردی، گروه صنعتی سدید)

سیدمحمد سیدحسینی^۱، امیر بیات ترک^{۲*}

۱- دانشیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران
۲- استادیار، دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی (واحد تهران مرکز)

پنیرش: ۸۳/۸/۲۶

دریافت: ۸۲/۱۰/۱۰

چکیده

تولید ناب، یک فلسفه و نگرش جدید به تولید محسوب می‌شود که خواستگاه و زادگاه آن کشور ژاپن است. این رویکرد بعدها در اروپا و آمریکا رواج یافت و مورد استقبال بسیاری از کارخانجات خودروسازی قرار گرفت. در این روش تلاش می‌شود اتلاف به حداقل برسد و حداکثر بهره‌وری از تسهیلات و منابع انسانی و سرمایه به دست آید. مقاله حاضر، ضمن معرفی عوامل و ویژگیهای تولید ناب سعی دارد با استفاده از روش تجزیه و تحلیل ابعادی^۱ منطقی را ارائه دهد که میزان سازگاری کارخانجات تولیدی را با معیارها و ویژگیهای تولید ناب قیاس نماید. در همین راستا طی مطالعات به عمل آمده، عوامل تولید ناب به ۹ عامل اصلی و ۸۵ معیار فرعی تقسیم گردید و سپس یکپارچگی عوامل مؤثر بر آن، با استفاده از تکنیکهای آماری ضریب همبستگی، ضریب رگرسیون چند متغیره و فاکتور آنالیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. یکی از ویژگیها و نوآوریهای این مقاله، کاربرد تولید ناب در کارخانجات تولید سفارشی است؛ چرا که اکثر پژوهشهای گذشته در کارخانجات خودروسازی که تولید پیوسته و بر اساس محصول دارند انجام شده است. جامعه آماری مورد پژوهش، گروه صنعتی سدید است که با برخورداری از چندین شرکت بزرگ تولیدی از جمله شرکتهای عظیم تولیدی کشور محسوب می‌گردد. نتایج به دست آمده حاکی از اهمیت بسیار زیاد سازماندهی و رهبری در تولید ناب است و عوامل دیگر از قبیل تکنولوژی اطلاعات و سیستم اطلاعات مدیریت، منابع انسانی، و مدیریت زنجیره تأمین کنندگان به ترتیب از دیگر عوامل مهم در دستیابی به تولید ناب هستند. همچنین نتایج حاصل از فاکتور آنالیز بیانگر آن است که ۹ عامل اصلی تولید ناب در مجموع به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند که دسته اول شامل عوامل تکنولوژی اطلاعات، سازماندهی و رهبری، ساماندهی منابع انسانی، خرید و تدارکات، مدیریت زنجیره عرضه، مدیریت فرایند تولید، و مدیریت تعمیر و نگهداری و دسته دوم شامل مدیریت کیفیت جامع و مدیریت تجهیزات و سخت‌افزار می‌گردد.

کلید واژه‌ها: تولید ناب، تفکر ناب، مدیریت زنجیره عرضه‌کنندگان، مدیریت کیفیت جامع، تکنولوژی اطلاعات، تجزیه و تحلیل ابعادی

۱- مقدمه

یکی از پدیده‌ترین ادعاها این است که عصر تولید انبوه به پایان چرخه عمر خود رسیده و شکلهای جدیدی نظیر تخصص انعطاف‌پذیر جایگزین آن گردیده است. مدیریت بدون ضایعات یا تولید ناب، مرحله جدیدی از تولید است که مزایای تولید انبوه و تولید دستی را با یکدیگر ترکیب می‌کند. اساس این روش را سیستمهایی از کارگران چندمهارته و ماشینهای اتوماتیک و انعطاف‌پذیر تشکیل می‌دهد.

E-mail: rimabt@yahoo.com

* نویسنده مسئول مقاله:

1. dimensional analysis method



در این روش، انسان تلاش می‌کند فضایی تولیدی، سرمایه‌گذاری در ابزار، ساعات کار مهندسی و موجودی را کد را به نصف برساند و توجه زیادی به عیب صفر^۱ و موجودی صفر دارد. در روش تولید ناب، تولیدکنندگان به دنبال کاهش استفاده از منابع تولید هستند. در این روش، نیروی کار مورد استفاده، سرمایه خرید و نصب ماشین آلات، فضای لازم برای تولید، ابزارهای پای کار، مواد و محصول، نیروی مهندسی و طراحی محصولات، همه و همه به نصف کاهش می‌یابد و بدین صورت زمان طراحی و ساخت و توزیع و فروش یک محصول به نصف می‌رسد و این، هدف تولید ناب است [۱، صص ۵۲-۸۳]. از دیگر مزایای تولید ناب، ایجاد حس مسئولیت در کارکنان است. مسئولیت نه به معنای پاسخگویی به مقام بالاتر، بلکه به معنای آزادی عمل در کار است. در این رویکرد، کارکنان چالش بیشتری در فرایند تولید دارند و به همین دلیل، خلاقیت خویش را بیشتر می‌توانند به منصفه ظهور برسانند و از طریق کار گروهی علاوه بر بهبود مستمر و اصلاح مدام سیستم مهارت‌های مختلفی را کسب می‌کنند.

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

تولید ناب در سال ۱۹۶۰ در ژاپن متولد شد. این ایده تازه، شامل مجموعه شرایط جدیدی است که ایده‌های قدیمی را زیر سؤال برده آنها را غیر کارا می‌نامد. از پیشگامان این ایده می‌توان به ای جی تویودا^۲ و تائیچی اوهنو^۳ اشاره کرد که پس از جنگ دوم جهانی و تا دهه ۱۹۶۰ تلاش‌های زیادی را به منظور ایجاد بسترهای تولید ناب به عمل آوردند. آنان پس از مسافرت به شهر دیترویت در آمریکا و بازدید از مجموعه خودروسازی فورد، خیلی زود به محدودیت‌های تولید انبوه دست یافته، نظریه تولید ناب را ارائه کردند.

پس از آن انستیتو تکنولوژی ماساچوست^۴ با کمک شرکتها و مؤسسات تولیدی و با هزینه‌های بالغ بر ۵ میلیون دلار در طی مدت ۵ سال مطالعات وسیعی را در زمینه شناخت تولید ناب آغاز کرد و این فعالیتها را در قالب طرحی به نام برنامه بین‌المللی وسایل نقلیه موتوری^۵ در سال ۱۹۸۵ به اجرا درآورد. نتایج و دستاوردهای این طرح توسط جیمز ووماک، دانیل جونز و دانیل روس سه تن از دانشمندان مدیریت در کتابی تحت عنوان ماشینی که جهان را تغییر داد به رشته تحریر درآمد و دلایل موفقیت ژاپنیها و نحوه عملکرد آنها در ابعاد مختلف اعلام گردید [۱، صص ۳۲-۴۰].

پس از انتشار نتایج تحقیقات گروه «برنامه بین‌المللی وسایل نقلیه موتوری» تحقیقات و مطالعات متعددی در زمینه تولید ناب به عمل آمده که در ذیل به موارد مهم آن اشاره می‌گردد.

۲-۱- نظامهای اندازه‌گیری عملکرد در انتخاب شرکتهای جهانی

از جمله تحقیقاتی که در حیطه تولید ناب انجام شده، توسط آرچی، لاک می^۶ صورت گرفته است. این تحقیق یکی از رساله‌های دکتری دانشگاه جرجیا در آمریکا است که با عنوان «تأثیر نظامهای اندازه‌گیری عملکرد در انتخاب کارخانجات و شرکتهای 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،

1. zero defect
2. Eiji Toyoda
3. Taichi Ohno
4. masachusetts institute technology
5. International Motor Vehicle Program (IMVP)
6. Lockamy Archie

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، و کاهش زمان انتظار برای تحویل کالا به مشتری شناخته شده است [۲، ص ۱۲].

۲-۲- مدلی برای ارزیابی درجه ناب بودن شرکتهای تولیدی

در این تحقیق که توسط دانشجویان دانشگاه بیرمنگام انگلستان انجام گرفته از مدلی استفاده شده که توسط کارلسون و آهلستروم (۱۹۹۶) ارائه گردیده و اصول تولید ناب را عملیاتی می کند. بدین ترتیب، متغیرهای تولید ناب مشخص شده که عبارتند از: حذف ضایعات^۱، بهبود مداوم^۲، خرابی صفر^۳، تحویل به موقع^۴، کاهش مواد اولیه^۵، تیمهای چند کاره^۶، تمرکززدایی^۷، یکپارچگی فعالیتها^۸، و سیستمهای اطلاعاتی عمودی^۹. هدف این تحقیق، تبیین و عملیاتی کردن مفهوم تولید ناب و مدلی است که درجه ناب بودن شرکتهای تولیدی را با تمرکز بر تعهدات مدیریت ارزیابی کند [۳، صص ۱۰۴-۱۰۹].

۲-۳- ارزیابی تولید ناب^{۱۰}

ارزیابی سازماندهی، کاری تحقیقی است که توسط دانشجویان دانشگاه پادووا ایتالیا انجام شده است. در این پژوهش، عوامل و ویژگیهای سازماندهی کار از دیدگاه تولید ناب مورد بررسی قرار گرفته و نتایج مطالعات تعدادی از دانشمندان که این عوامل را مورد تأیید قرار داده اند بیان شده است [۴، صص ۶-۱۵].

یکی دیگر از پژوهشهایی که در زمینه ارزیابی انجام یافته، توسط ویلیام ام. فلد^{۱۱} صورت گرفته است. در این روش، عناصر اولیه تولید ناب به پنج دسته (۱) جریان تولید، (۲) سازماندهی، (۳) مستندات، (۴) تدارکات، (۵) کنترل فرایند و هر یک از عناصر تقریباً به ۸ عنصر فرعی تقسیم می گردد و در مجموع ۳۳ عنصر تشکیل دهنده تولید ناب معرفی می شود. ویلیام ام. فلد جهت ارزیابی شرکتهای و مؤسسات تولیدی ۲۵ سؤال اساسی مطرح و بر این اساس، ناب بودن مؤسسات را بررسی کرده است [۵، صص ۱۰۵-۱۱۱]. از دیگر پژوهشهای مهم که در زمینه ارزیابی به صورت مشترک توسط دانشگاه وارویک و انستیتو تکنولوژی ماساچوست انجام شده ارائه چک لیست خود ارزیابی مؤسسات ناب است که به Iesat^{۱۲} شهرت یافته است. در این روش، برای هر ویژگی، یک سطح مطلوب و جاری تعریف شده است. در این پژوهش، ساختار خود ارزیابی مؤسسات ناب بر سه بخش رهبری، فرایند طول عمر و توانمندی شالوده ای تأکید دارد [۶، صص ۱۲-۲۰].

1. elimination of waste
2. continuous improvement
3. zero defects
4. JIT deliveries
5. pull of materials
6. multifunctional teams
7. decentralization
8. integration of functions
9. vertical information
10. lean manufacturing assessment
11. Wilam M. Feld
1. lean enterprise self-assessment tool



۴-۲- تحقیقات نوین

یکی از جدیدترین تحقیقاتی که درباره تولید ناب به عمل آمده به شرکت نستله انگلستان تعلق دارد. در این تحقیق صراحتاً به پیچیدگیهای اجرایی فرایند تولید ناب اشاره شده و بهبود مستمر و اصلاح فرهنگ سازمانی به عنوان مهمترین عامل در موفقیت اجرا و تغییر به سوی ناب شدن اعلام شده است [۷، صص ۲۸-۳۰]. تحقیق دیگری که نتایج این تحقیق را تأیید می کند توسط پیتر موری^۱ انجام شده و بیانگر تأثیر بسزای آموزش و مشارکت تیمی در بهبود مستمر و اجرای صحیح TQM بر تولید ناب است [۸، صص ۲۷۲-۲۸۲]. تغییر ماهیت کار و تغییر گرایشها و رفتارهای فردی، گروهی و سازمانی در دستیابی به تولید ناب عامل مهم دیگر است [۹، صص ۱۹۱-۱۹۵].

۵-۲- ارزیابی عوامل و مشخصه‌های مختلف با استفاده از تکنیک تجزیه و تحلیل ابعادی^۲

روش تجزیه و تحلیل ابعادی از تکنیکهای ارزیابی یکپارچگی عوامل با مشخصه‌های متفاوت است که جهت استنتاج اطلاعات به کار گرفته می شود. در این روش، مشخصه‌ها و ویژگیهای مختلف که ابعاد و اهمیت نسبی متفاوتی دارند به یک مقدار واحد و منفرد تبدیل می گردند. با استفاده از تکنیک مذکور و تبدیل آن به فرم استاندارد می توان عوامل اصلی و مؤثر و یا جزئی و زیر سیستم تولید ناب را مورد ارزیابی قرار داد که اساس و زیر بنایی آن اوزان و ضرایب اهمیت ایست که از روش مقایسه زوجی به دست آمده است. مدل اولیه تکنیک تجزیه و تحلیل ابعادی توسط آقایان ویلیس^۳ و هاستون^۴ در سال ۱۹۹۰ برای انتخاب برخی تأمین کنندگان به کار گرفته شد و به شرح فرمول شماره یک است:

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

که در آن:

w_i : وزن هر فاکتور

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 و عوامل

آنها 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 یک شود تأمین کننده شماره ۱ و در غیر این صورت تأمین کننده دوم برگزیده خواهد شد. در این مدل به منظور مقایسه n تأمین کننده، $(n-1)$ مقایسه باید صورت پذیرد تا بهترین تأمین کننده و عرضه کننده شناسایی شود.

در سال ۱۹۹۳ ویلیس مدل تجزیه و تحلیل ابعادی را بهبود بخشید و هر تأمین کننده را با معیار استاندارد و تعیین شده‌ای مقایسه کرد و فرمول شماره دو ارائه گردید:

1. Peter Murray
2. dimensional analysis method
3. Ghodsypour, S.H., *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, November 1996
4. Willis
5. Huston

$$DA = \sum w_i \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \left(\frac{X_i}{Y_i}\right)^{w_i}} \quad (\text{فرمول شماره دو})$$

که در آن w_i : امتیاز و ویژگی مورد نظر در شرایط استاندارد است و متغیرهای دیگر مشابه مدل اولیه‌اند. در این مدل، هر تأمین‌کننده با معیارهای استاندارد مورد مقایسه قرار می‌گیرد و دستیابی به جواب سریعتر و آسانتر است. w_i ام این فرمول نیازمند تعیین معیارهای استاندارد برای هر ویژگی است. دکتر حسن قدسی‌پور در تز دکتری خویش که در سال ۱۹۹۶ در دانشگاه ناتینگهام دفاع گردیده این مدل را یکی از مدل‌های ارزیابی تأمین‌کنندگان معرفی کرده است [۱۰، صص ۲۱-۲۵].

۳- تشریح متدولوژی تحقیق

۳-۱- اهداف

این تحقیق به منظور دستیابی به سه هدف ذیل انجام پذیرفته است:
 الف) شناسایی معیارها و شاخصهای تولید ناب.
 ب) ارائه و تبیین الگوی ارزیابی تولید ناب.
 ج) تجزیه و تحلیل یکپارچگی عوامل مؤثر در تولید ناب.

۳-۲- روش تحقیق

روش تحقیق این پژوهش، تحقیق زمینه‌یابی است که عبارت است از (۱) توصیف^۱، (۲) تبیین^۲ و (۳) کشف^۳ پدیده‌ها به منظور معنادار کردن جنبه‌های مختلف اطلاعات جمع‌آوری شده.

۳-۳- فرضیه‌ها

تحقیق حاضر دارای یک فرضیه مهم و نه فرضیه اخص به این شرح است:
 فرضیه اهم: سیستم مدیریت تولید گروه صنعتی سدید دارای ویژگیهای مدیریت تولید ناب است.
 فرضیه اخص ۱: تکنولوژی اطلاعات گروه صنعتی سدید برای رسیدن به تولید ناب مناسب است.
 فرضیه اخص ۲: سازماندهی و رهبری گروه صنعتی سدید برای رسیدن به تولید ناب مناسب است.
 فرضیه اخص ۳: سازماندهی منابع انسانی و نیروی انسانی گروه صنعتی سدید برای رسیدن به تولید ناب مناسب است.
 فرضیه اخص ۴: سیستم خرید و تدارکات و کنترل موجودی گروه صنعتی سدید برای رسیدن به تولید ناب مناسب است.
 فرضیه اخص ۵: مدیریت تأمین‌کنندگان و عرضه‌کنندگان گروه صنعتی سدید برای رسیدن به تولید ناب مناسب است.

1. description
2. explanation
3. exploration



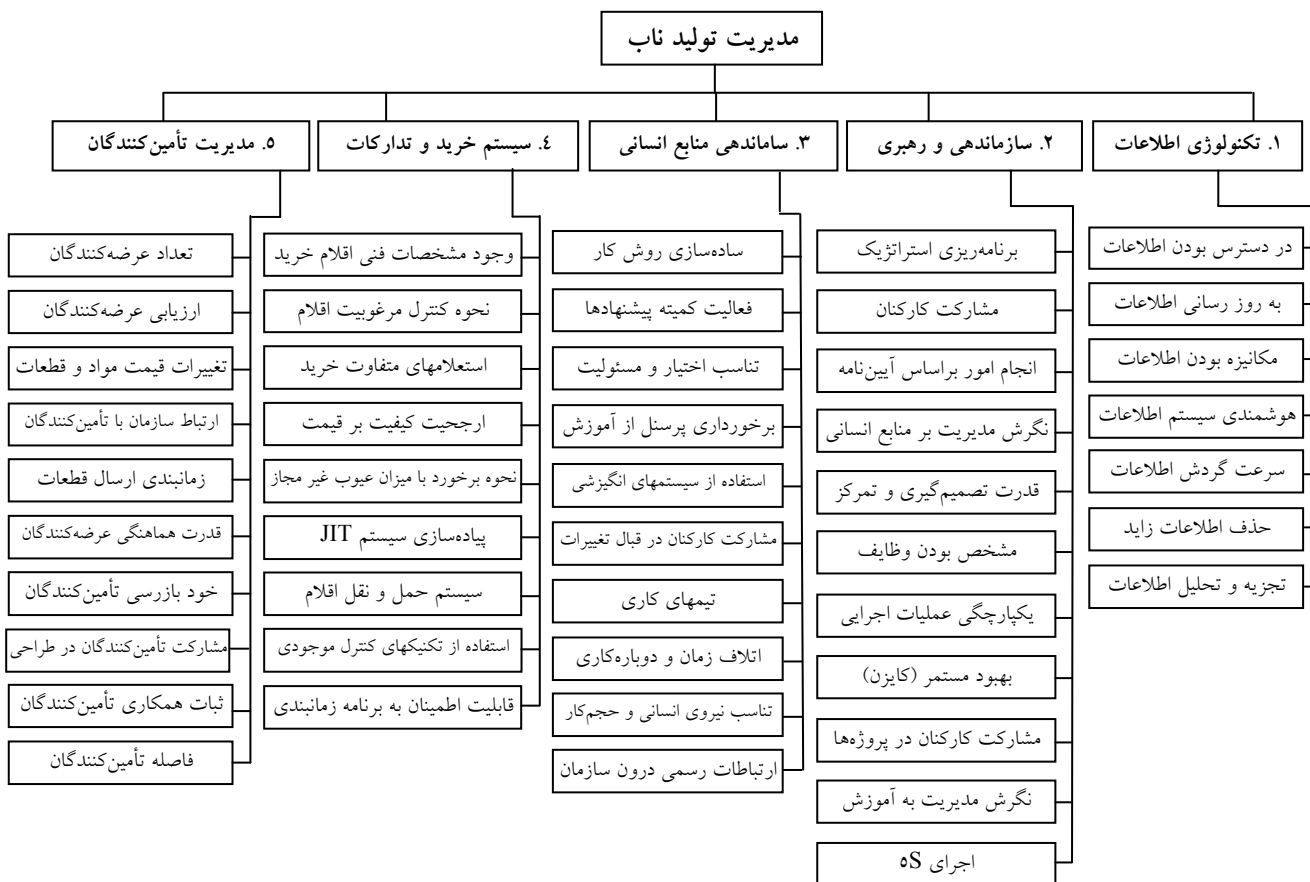
فرضیه اخص ۶: مدیریت کیفیت محصول گروه صنعتی سدید برای رسیدن به تولید ناب مناسب است.
فرضیه اخص ۷: مدیریت فرایند تولید گروه صنعتی سدید برای رسیدن به تولید ناب مناسب است.
فرضیه اخص ۸: مدیریت تجهیزات و سخت افزار گروه صنعتی سدید برای رسیدن به تولید ناب مناسب است.
فرضیه اخص ۹: تعمیرات و نگهداری گروه صنعتی سدید برای رسیدن به تولید ناب مناسب است.

۳-۴- ابزار گردآوری اطلاعات

با توجه به نوع روش تحقیق (زمینه‌یابی) گردآوری اطلاعات به صورت میدانی و کتابخانه‌ای و با استفاده از اینترنت انجام شده است. لذا ابزارهای گردآوری اطلاعات عبارتند از:

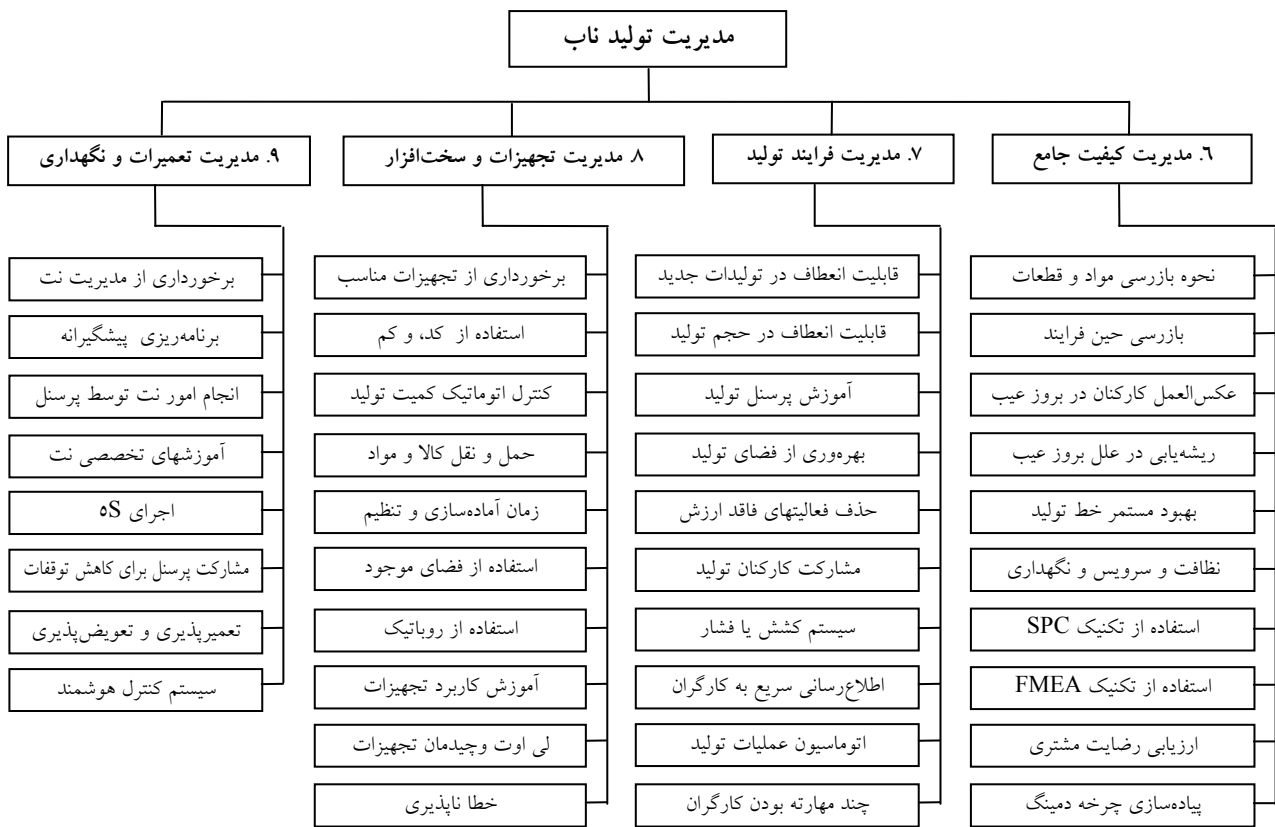
۱. پرسشنامه،
۲. مقایسات زوجی عوامل و انداز مگیری عوامل تولید ناب،
۳. مصاحبه.

شایان ذکر است مؤلفه‌ها و متغیرهای هر يك از فرضیات اخص تحقیق که در پرسشنامه مورد پرسش قرار گرفته و مجموعاً بر ۸۵ معیار بالغ می‌شود. در شکل ۱ (فرایند سلسله مراتبی عوامل مؤثر بر تولید ناب) ارائه گردیده است. به عنوان مثال، فرضیه اخص شماره ۱ که در باب تکنولوژی اطلاعات به ۷ معیار فرعی تقسیم گردیده که این متغیرها در شکل یک نمایش داده شده‌اند. سایر فرضیه‌ها نیز مشابه همین تقسیم‌بندی به مؤلفه و متغیرهای جزئی دیگر تقسیم گردیده است.



شکل ۱ فرایند سلسله مراتبی عوامل مؤثر در تولید ناب (بخش اول)

فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۴



شکل ۱ فرایند سلسله مراتبی عوامل مؤثر در تولید ناب (بخش دوم)



۴- مدل اجرایی تحقیق

۴-۱- اندازه‌گیری تولید ناب با استفاده از روش تجزیه و تحلیل ابعادی^۱

در مقاله حاضر سعی شده با استفاده از مدل بهبود یافته ویلیس و فرمول شماره دو که در بخش پیشینه تحقیق توضیح داده شده معیارهای اصلی و فرعی تولید ناب اندازه‌گیری گردد و لذا مدل به‌کار گرفته شده به‌شرح فرمول شماره دو است:

$$DOA = \sqrt[\sum w_i]{\prod_{i=1}^n \left(\frac{X_i}{Y_i}\right)^{w_i}} \quad (\text{فرمول شماره دو})$$

در این فرمول:

DoA= Degree of Adaptability: درجه تطابق یا درجه سازگاری

X_i: وضعیت کنونی مشخصه در سیستم تولیدی

Y_i: وضعیت مینا یا پایه مشخصه مورد نظر

W_i: ضریب اهمیت مشخصه با معیار مورد نظر

n, ۲, ۱, j: تعداد مشخصه موجود در هر معیار

π: ضرب مشخصه‌ها موجود

۴-۲- مشخصه‌ها و عوامل اصلی و فرعی تولید ناب

با مطالعات و تحقیقات به‌عمل آمده که در کتب و مقالات متعدد بیان شده‌اند، ملاحظه گردید که مدیریت تولید ناب تحت عوامل و معیارهای مختلف است که با اندازه‌گیری شدت و ضعف این عوامل، ناب بودن سیستم مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. این عوامل و زیر سیستم‌های هر عامل به تفصیل در شکل ۱ ارائه گردیده است.

همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، مدیریت تولید ناب از ۹ عامل اصلی که هر یک دارای چند زیر سیستم فرعی است و جمعاً بر ۸۵ معیار بالغ می‌گردد تشکیل شده است. جهت اندازه‌گیری و ارزیابی هر زیر عامل، سؤالی مطرح گردیده که پاسخ‌دهندگان می‌توانند بر اساس وضعیت موجود در واحد تولیدی یکی از امتیازات را که از ۱ تا ۹ است به آن بدهند. بدیهی است با جمع‌بندی پاسخ‌های به‌دست آمده و قراردادن آنها در فرمول شماره دو، قابلیت سازگاری و یا تطبیق معیارهای تولید ناب با وضعیت واحد تولید محاسبه می‌گردد.

با جمع‌بندی نتایج به‌دست آمده از ۹ عامل اصلی و قراردادن پاسخ‌ها در فرمول ذیل، درجه سازگاری و تطبیق وضعیت موجود واحد تولیدی با شاخص‌های تولید ناب اندازه‌گیری می‌گردد.

$$DOA_{lean} = \sqrt{\left(\frac{DOA_1}{DOA_{1S}}\right)^{W_1} X \left(\frac{DOA_2}{DOA_{2S}}\right)^{W_2} X \left(\frac{DOA_3}{DOA_{3S}}\right)^{W_3} X \left(\frac{DOA_4}{DOA_{4S}}\right)^{W_4} X \left(\frac{DOA_5}{DOA_{5S}}\right)^{W_5}}$$

$$DOA_{lean} = \sqrt{X \left(\frac{DOA_6}{DOA_{6S}}\right)^{W_6} X \left(\frac{DOA_7}{DOA_{7S}}\right)^{W_7} X \left(\frac{DOA_8}{DOA_{8S}}\right)^{W_8} X \left(\frac{DOA_9}{DOA_{9S}}\right)^{W_9}}$$

1. dimensional analysis method



در این فرمول:

- DOA_{lean}: درجه سازگاری کل واحد تولیدی
- DOA₁: درجه سازگاری تکنولوژی اطلاعات در واحد تولیدی با سیستم ناب
- DOA₂: درجه سازگاری سازماندهی و رهبری در واحد تولیدی با سیستم ناب
- DOA₃: درجه سازگاری ساماندهی منابع انسانی در واحد تولیدی با سیستم ناب
- DOA₄: درجه سازگاری سیستم خرید و تدارکات در واحد تولیدی با سیستم ناب
- DOA₅: درجه سازگاری مدیریت تأمین‌کنندگان در واحد تولیدی با سیستم ناب
- DOA₆: درجه سازگاری تأمین‌کنندگان در واحد تولیدی با سیستم ناب
- DOA₇: درجه سازگاری مدیریت کیفیت جامع در واحد تولیدی با سیستم ناب
- DOA₈: درجه سازگاری مدیریت تجهیزات و سخت‌افزار در واحد تولیدی با سیستم ناب
- DOA₉: درجه سازگاری تعمیرات و نگهداری در واحد تولیدی با سیستم ناب
- DoA_{is}: درجه سازگاری ویژگی مورد نظر در حالت ایدئال

۵- گردآوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات

۵-۱- جمع‌آوری اطلاعات

به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات دقیق و کامل از جامعه آماری، لیست کلیه کارشناسان اعم از مدیران و رؤسا و کارشناسان که دارای لیسانس و حداقل ۲ سال سابقه کار در تخصص مربوط بودند استخراج شد و با برگزاری کلاسهای توجیهی توسط واحدهای آموزش گروه صنعتی سدید و محقق، آنان با پرسشنامه و مفاهیم و سوالات آشنا گردیده، ضمن اصلاح مکرر پرسشنامه توسط اساتید و کارشناسان، کلیه ابهامات موجود در پرسشنامه و مفاهیم تولید ناب برطرف گردید. سپس مطابق روش test-re-test و به‌منظور اندازه‌گیری پایایی تحقیق، قبل از توزیع پرسشنامه، پرسشنامه نهایی در فاصله زمانی ۲ ماه بین ۳۰ نفر از کارشناسان توزیع و جمع‌آوری گردید. همبستگی پاسخهای ارائه شده در مرحله اول و دوم محاسبه با میانگین همبستگی ۹۱ درصد و با ۹۵ درصد اطمینان مورد قبول واقع شد. از تعداد ۱۴۰ پرسشنامه ارسالی جهت کارشناسان ۹۱ درصد آن، یعنی تعداد ۱۲۸ پرسشنامه عودت یافت که بیانگر جذابیت تحقیق در بین مصاحبه شونده‌ها بوده است.

۵-۲- تعیین ضرایب اهمیت

اولین گام در فرایند مقایسات زوجی، ایجاد یک نمایش گرافیکی از مسأله است که در آن، هدف، معیارها و زیر معیارها نشان داده شوند. شکل ۱ سلسله مراتب عوامل مؤثر بر تولید ناب را نشان می‌دهد. سطح اول هدف را نشان داده که مدیریت تولید ناب است. دومین سطح از ساختار سلسله مراتبی، شامل نه معیار اصلی مؤثر بر تولید ناب است که عبارتند از: تکنولوژی اطلاعات^۱، سازماندهی و رهبری^۲، ساماندهی منابع انسانی^۳، سیستم خرید و تدارکات و کنترل موجودی^۴، مدیریت تأمین‌کنندگان^۵، مدیریت کیفیت جامع^۱، مدیریت فرایند تولید^۲، مدیریت تجهیزات و

1. information technology
2. leadership organization
3. human resource organization
4. purchasing & logistics & inventory control
5. supply chain

سخت‌افزار^۳ و مدیریت تعمیرات و نگهداری^۴. سومین سطح زیر معیارها و عوامل فرعی مربوط به هر یک از معیارهای اصلی سطح دوم (بالا تر) را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل یک ملاحظه می‌شود هر سطح، شامل عوامل متأثر از سطح ماقبل است و بدین ترتیب، همان‌طور که تحقق هدف اصلی تحقیق در سطح اول متأثر از معیارهای اصلی سطح دوم است معیارهای سطح دوم نیز بوسیله نوبت‌ها خود متأثر از معیارهای فرعی سطح سوم هستند.

به منظور تعیین وزن و اولویت عوامل و معیارهای ذکر شده در ساختار سلسله مراتبی (شکل ۱) پرسشی برای هر یک از عوامل مذکور تدوین گردیده که هر عامل را به‌طور زوجی با عامل دیگر مقایسه می‌کند. به همین منظور از پاسخ‌دهندگان خواسته شد که معیارها را به‌صورت دودویی (زوجی) با یکدیگر مقایسه کرده، و ارجحیت و اهمیت هر معیار را نسبت به معیار دیگر براساس یک مقیاس فاصله‌ای ۱ تا ۹ امتیازی مطابق جدول ۱ تعیین و مشخص کنند.

جدول ۱ راهنمای امتیازدهی به پرسشنامه تعیین ضرایب اهمیت

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

شایان ذکر است تعداد سؤالات مطرح شده جهت مقایسه زوجی از فرمول ترکیب به‌دست می‌آید و لذا برای سطح دوم که ۹ عامل وجود دارد باید ۳۶ سؤال طرح گردد تا تمام عوامل با یکدیگر مقایسه شوند. به همین ترتیب، جهت مقایسه زوجی عوامل فرعی با یکدیگر باید در مجموع ۳۶۵ سؤال مطرح گردد:

1. total quality management
2. production process management
3. hardware equipment management
4. preventive maintenance



$$\binom{N}{2} = \frac{n!}{(n-2)! \times 2!} = \frac{n(n-1)}{2} = \frac{9!}{(9-2)! \times 2!}$$

به منظور آشنایی و یادآوری در محاسبه و تعیین ضرایب اهمیت معیارهای تولید ناب، مراحل آن به شرح زیر ارائه می‌گردد:

۱. دریافت نظرها و ارزیابیهای دو دویی (مقایسه‌ای) کارشناسان در مورد هر یک از عوامل مندرج در سلسله مراتب تحلیلی، در این مورد بر اساس پرسشنامه‌های توزیع شده اقدامات زیر باید صورت پذیرد:

الف) محاسبه میانگین هندسی پاسخهای سمت چپ، فرمول محاسبه میانگین هندسی معیارها به این شرح است. میانگین هندسی N عدد برابر است با N امین ریشه حاصل ضرب آن اعداد.

$$GM = \sqrt[N]{\prod_{K=1}^N \alpha_{ijK}}$$

معیار i ام در سطر جدول: $i = 1, 2, 3, \dots, m$

معیار j ام در ستون جدول: $j = 1, 2, 3, \dots, m$

پاسخ k امین متخصص: $k = 1, 2, 3, \dots, m$

میانگین هندسی GM: Geometric Mean

ب) محاسبه میانگین هندسی پاسخهای سمت راست.

ج) محاسبه میانگین هندسی بندهای الف و ب و قرار دادن آنها در عناصر بالای قطر ماتریس مربع D_1 .

د) محاسبه عناصر زیر قطر از طریق معکوس عناصر بالای قطر.

۲. محاسبه میانگین هندسی موجود در هر یک از ردیفهای ماتریس D_1 به منظور تشکیل بردار ستونی میانگین هندسی بردار ستونی (M_1) .

۳. نرمالیزه کردن بردار ستونی M_1 از طریق تقسیم هر یک از عناصر بردار بر جمع عناصر بردار M_1 .

این مراحل برای تمام معیارهای اصلی و فرعی تکرار می‌گردد تا ضرایب اهمیت آنها به دست آید (جدول ۲ ضرایب اهمیت معیارهای اصلی تولید ناب را نشان می‌دهد).

جدول ۲ ضرایب اهمیت، اثر Beta و همبستگی معیارهای اصلی تولید ناب

شماره عوامل	شرح عوامل فرعی	ضریب اهمیت	ضریب اثر رگرسیون	ضریب همبستگی با تولید ناب
۱	تکنولوژی اطلاعات و سیستم اطلاعات مدیریت	۹/۴	۰/۱۶۷	۰/۸۵
۲	سازماندهی و رهبری در تولید ناب	۱۷/۷	۰/۲۵۳	۰/۹۳
۳	سلامتدهی منابع انسانی و بهرهوری نیروی انسانی	۱۰/۸	۰/۱۴۹	۰/۸۷

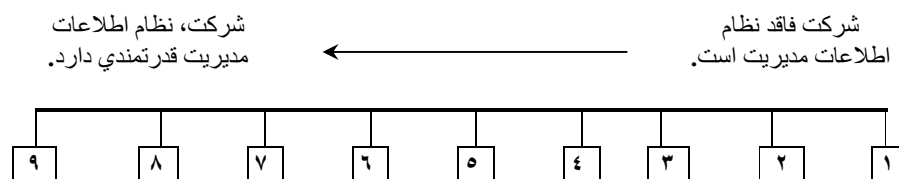
۰/۷۵	۰/۱۰۷	۱۰/۸	سیستم خرید و تدارکات و کنترل موجودی	۴
۰/۸	۰/۱۱۴	۱۱/۲	مدیریت تأمین کنندگان و عرضه کنندگان مواد و قطعات	۵
۰/۴۱	۰/۰۲۴	۶	مدیریت کیفیت و کیفیت جامع	۶
۰/۸	۰/۱۶	۱۵/۳	مدیریت فرایند تولید	۷
۰/۷	۰/۱۰۴	۱۱/۳	مدیریت تجهیزات و سخت افزار تولید	۸
۰/۸۳	۰/۰۹۸	۷/۵	مدیریت تعمیرات و نگهداری	۹

۳-۵- اندازه گیری ویژگیها و معیارهای اصلی و فرعی

به منظور اندازه گیری درجه سازگاری^۱ کارخانجات با عوامل تولید ناب، پس از شناسایی عوامل آن، سؤالاتی تدوین و براساس آن از کارشناسان کارخانجات تولیدی درخواست گردید که به سؤالات پاسخ دهند تا بدین وسیله میزان سازگاری کارخانه با عوامل ناب مورد اندازه گیری قرار گیرد. پرسشنامه مذکور بر اساس عوامل فرعی شامل ۸۵ سؤال است که میزان و شدت اجرای عوامل فرعی را از کارشناسان مربوط پرسش کرده است. این پرسشنامه هر معیار را از بدترین حالت که با امتیاز ۱ در نظر گرفته شده تا بهترین حالت که با امتیاز ۹ در نظر گرفته شده، مورد ارزیابی قرار می دهد.

به عنوان مثال، اولین و دومین معیار فرعی از معیارهای اصلی تکنولوژی اطلاعات که در شکل ۱ نشان داده شده در دسترس بودن اطلاعات و به روزرسانی آن است. به همین منظور، اولین و دومین سؤال پرسشنامه به شرح ذیل تدوین می گردد (نمودارهای ۱ تا ۹ میانگین پاسخهای ارائه شده به مشخصه ها و معیارهای عوامل فرعی تولید ناب در جامعه آماری را نشان می دهد):

۱. آیا در شرکت، سیستم اطلاعات مدیریت به گونه ای وجود دارد که تمام اطلاعات مورد نیاز جهت تصمیم گیری در دسترس مدیریت قرار گیرد؟



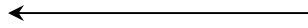
۲. آیا اطلاعات موجود در سیستم به طور مرتب و در فواصل زمانی روزانه به روز می گردد.

1. degree of adaptability

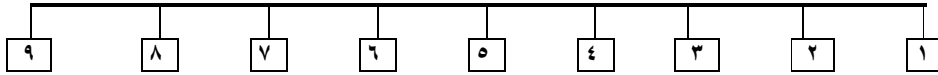
سید محمد سید حسینی و همکار ————— ارزیابی عوامل تولید ناب در سازمانهای ...



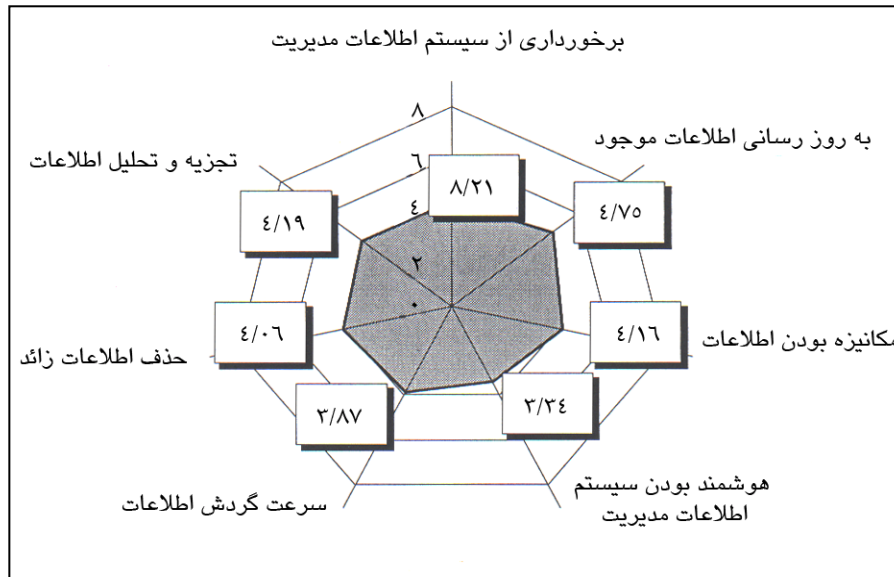
اطلاعات به‌طور مرتب و
روزانه به‌روز می‌گردد.



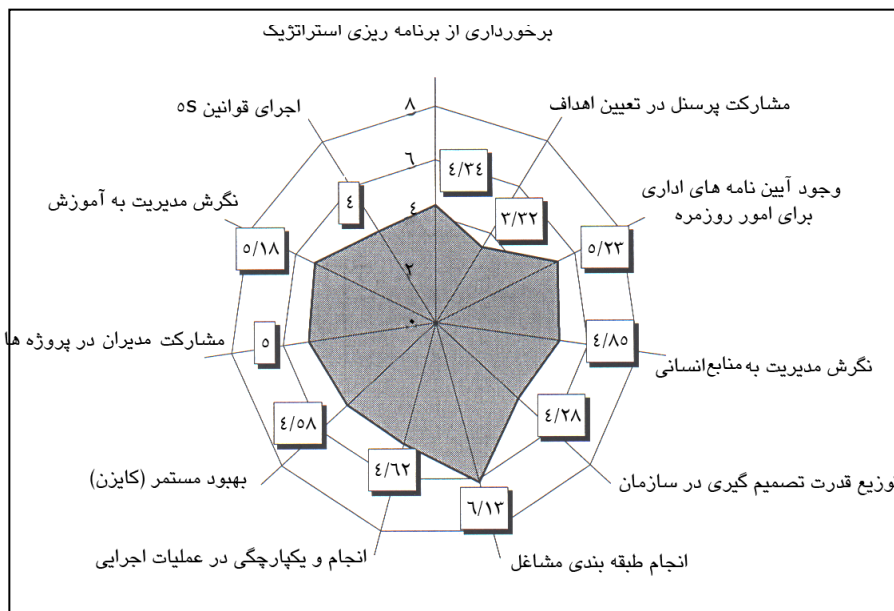
اطلاعات گاه‌گاه و به‌طور
انتفاقی بروز می‌گردد.



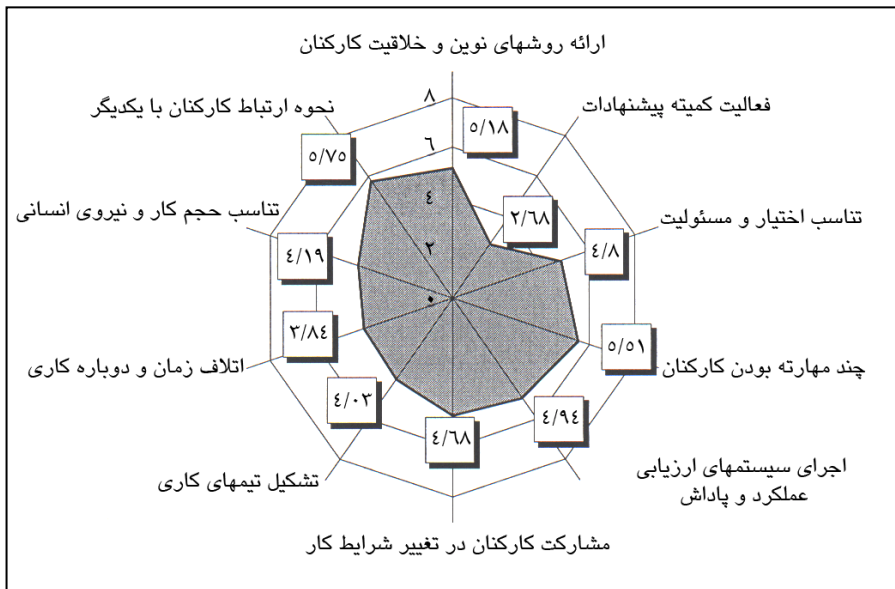
⋮



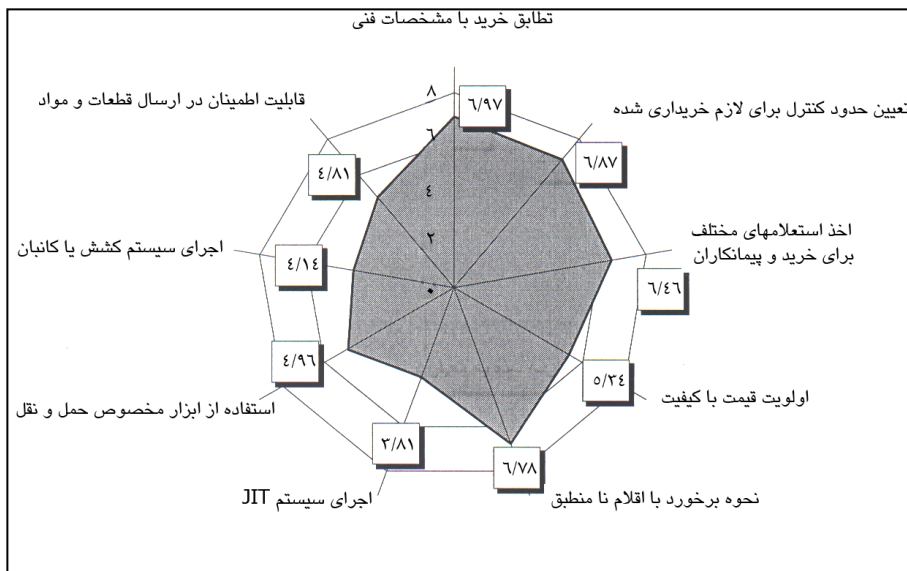
نمودار ۱ میانگین پاسخهای ارائه شده به معیارهای فرعی تکنولوژی اطلاعات



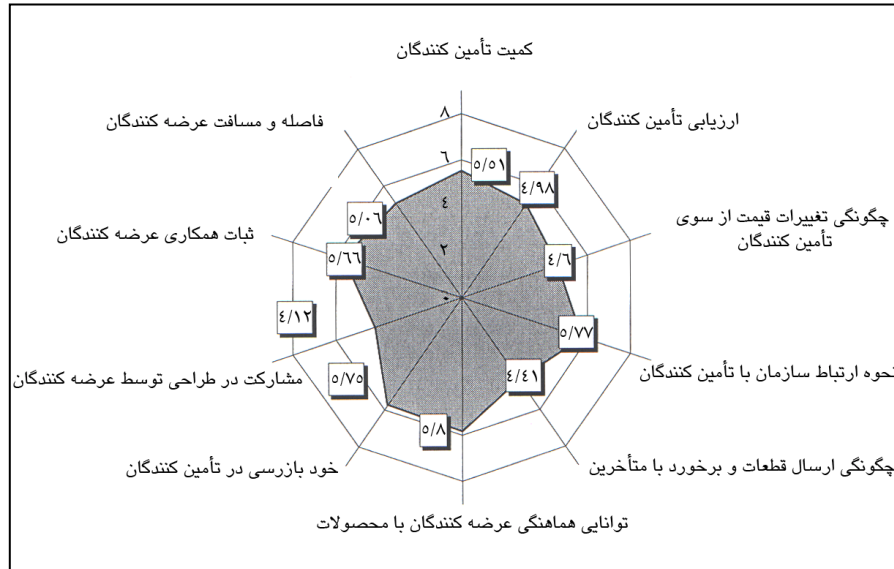
نمودار ۲ میانگین پاسخهای ارائه شده به معیارهای فرعی سازماندهی و رهبری



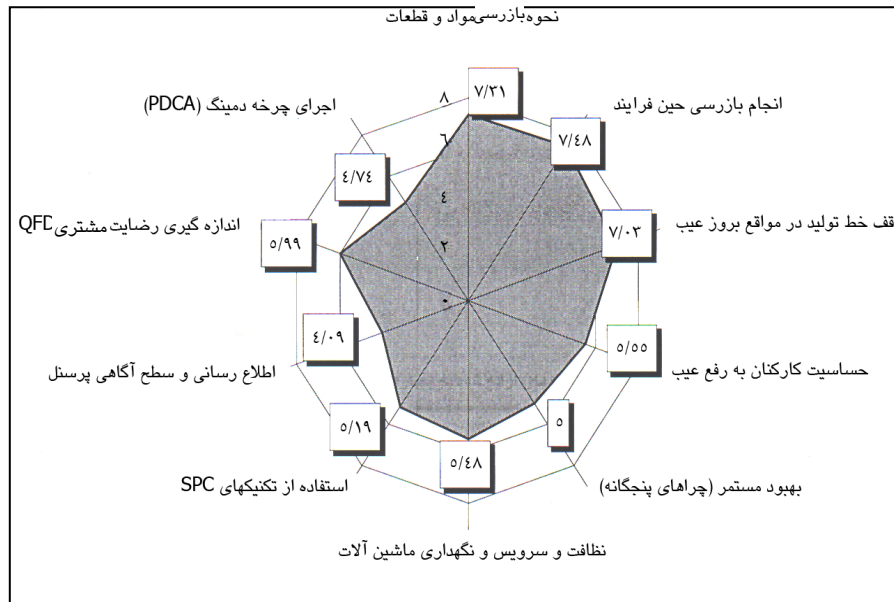
نمودار ۳ میانگین پاسخهای ارائه شده به معیارهای فرعی ساماندهی منابع انسانی



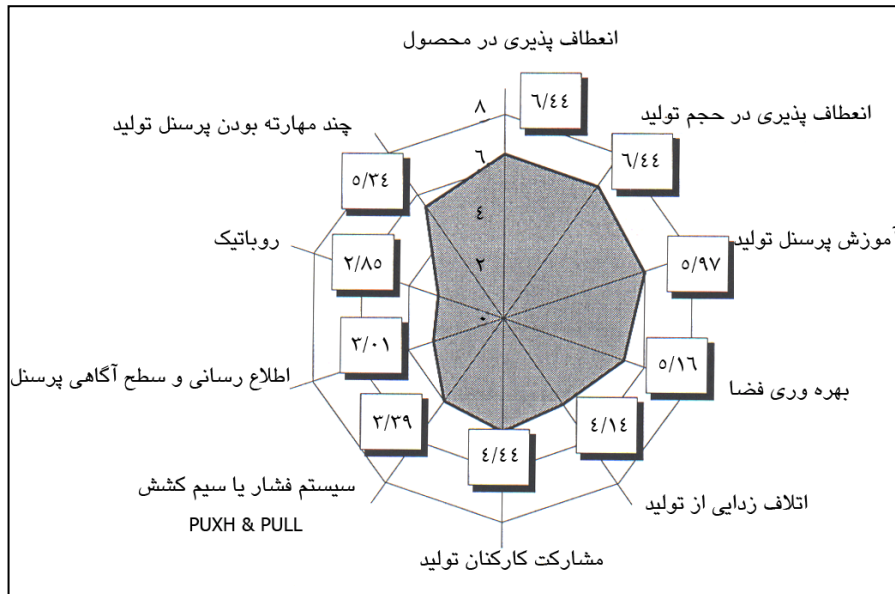
نمودار ۴ میانگین پاسخهای ارائه شده به معیارهای فرعی سیستم خرید و کنترل



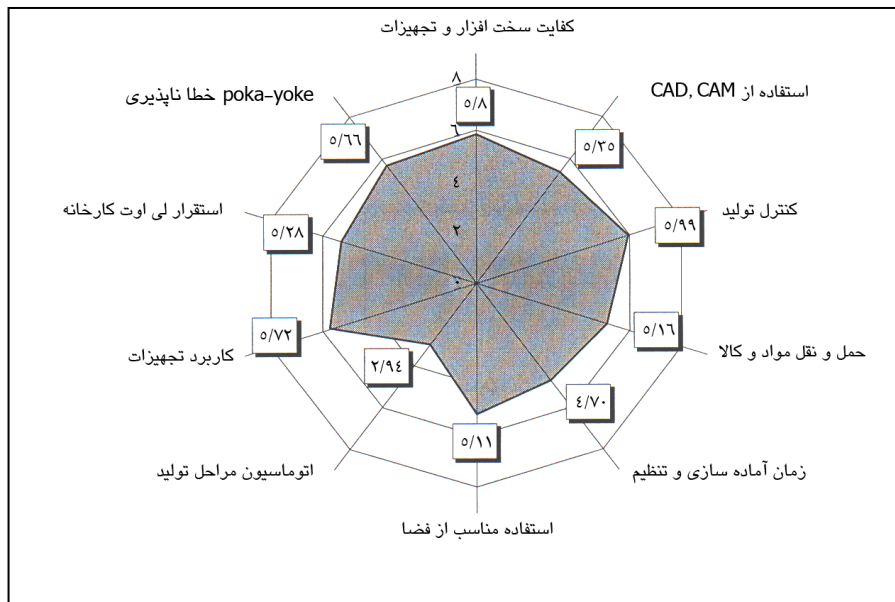
نمودار ۵ میانگین پاسخهای ارائه شده به معیارهای فرعی مدیریت زنجیره عرضه



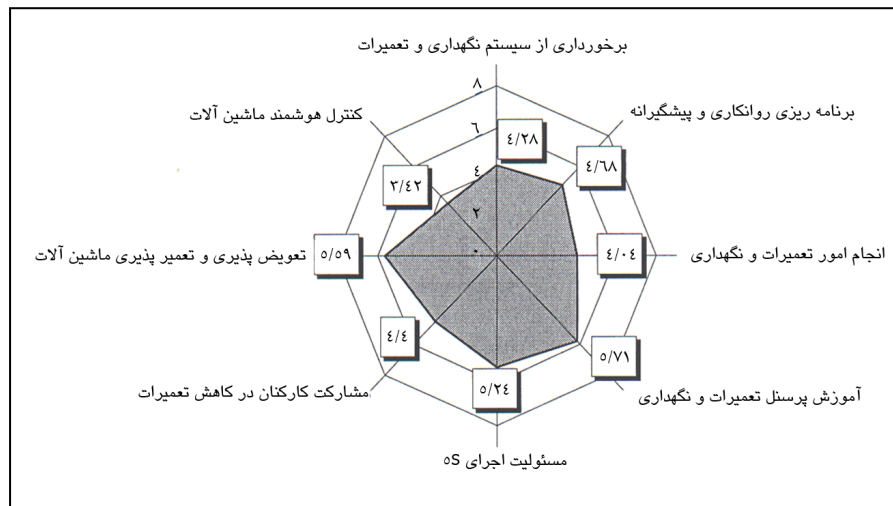
نمودار ۶ میانگین پاسخهای ارائه شده به معیارهای فرعی مدیریت کیفیت جامع



نمودار ۷ میانگین پاسخهای ارائه شده به معیارهای فرعی مدیریت فرایند تولید



نمودار ۸ میانگین پاسخهای ارائه شده به معیارهای فرعی مدیریت تجهیزات و سخت افزار



نمودار ۹ میانگین پاسخهای ارائه شده به معیارهای مدیریت تعمیرات و نگهداری

۳-۵- یکپارچگی عوامل مؤثر

به منظور اندازه گیری یکپارچگی عوامل مؤثر در تولید ناب، همبستگی بین عوامل اصلی تولید ناب اندازه گیری شد. بدین منظور تکنیکهای آماری مختلفی همچون همبستگی اسپیرمن^۱، رگرسیون چند متغیره^۲ و فاکتور آنالیز^۳ به عنوان ابزار معتبر انتخاب گردید. لذا اگر در پایان تحقیق، همبستگی معتبری بین عوامل تولید ناب حاصل شود می توان استنتاج کرد که چه عواملی به طور مؤثر بر میزان دستیابی به تولید ناب مؤثرتر است.

۶- نتیجه گیری

۶-۱- ضرایب همبستگی، رگرسیون و تجزیه و تحلیل عوامل اصلی تولید ناب

با بررسیهای به عمل آمده این نتیجه به دست می آید که سازماندهی و رهبری با ضریب همبستگی ۰/۹۳ و ضریب اثر ۰/۲۵ و ضریب اهمیت ۱۷/۷ مهمترین عامل در دستیابی به تولید ناب است. این معیار بالاترین ضریب را در بین سایر معیارهای اصلی دارد و پس از آن تکنولوژی اطلاعات و سیستم اطلاعات مدیریت با ضریب اثر ۰/۱۶۷ و ضریب همبستگی ۰/۸۵ مهمترین عامل در دستیابی به تولید ناب هستند.

سومین عامل یا معیار اصلی در تولید ناب، مدیریت فرایند تولید است که با ضریب اثر ۰/۱۶ و ضریب همبستگی ۰/۸۰ و ضریب اهمیت ۳ / ۱۵ عامل مهمی در دستیابی به تولید ناب محسوب می گردد. جهت سهولت در مقایسه ارقام و نتایج، اطلاعات مربوطه در جدول ۲ ارائه گردیده است.

1. spearman corolation
2. multi linear regression
3. factor analysis



همانطور که ملاحظه می‌گردد پس از معیارهای ذکر شده، ساماندهی منابع انسانی با ضریب اثر ۰/۱۴۹ و ضریب همبستگی ۰/۸۷ مدیریت زنجیره عرضه با ضریب اثر ۰/۱۱۴ و ضریب همبستگی ۰/۸۰، سیستم خرید و تدارکات و کنترل موجودی با ضریب اثر ۰/۱۰۷ و ضریب اهمیت ۱۰/۸، مدیریت تجهیزات و سخت‌افزار تولید با ضریب اثر ۰/۱۰۴ و ضریب همبستگی ۰/۷۰ مهمترین عوامل در دستیابی به تولید ناب هستند.

اطلاعات استحصالی ناشی از فاکتور آنالیز بیانگر آن است که ۹ عامل اصلی تولید ناب در مجموع به ۲ دسته کلی تقسیم می‌شوند که فاکتور اول، عوامل تکنولوژی اطلاعات، ساماندهی و رهبری، ساماندهی منابع انسانی، خرید و تدارکات، مدیریت زنجیره عرضه، مدیریت فرایند تولید و مدیریت تعمیرات و نگهداری را در بردارد و فاکتور دوم عوامل مدیریت کیفیت جامع و مدیریت تجهیزات و سخت‌افزار را دربرمی‌گیرد. شایان ذکر است که عامل مدیریت کیفیت جامع با ضریب همبستگی ۰/۴۱ و مدیریت تجهیزات با ضریب همبستگی ۰/۷۰ کمترین ضریب همبستگی را با تولید ناب داشته‌اند.

۶-۲- دستاوردهای حاصل از تست فرضیه‌ها

فرضیه‌های ارائه شده در این مقاله به گونه‌ای است که ویژگی‌های موجود در جامعه آماری را در مقایسه با ویژگی‌های کارخانجات ناب ژاپن و آمریکا آزمون کرده است. به عبارت دیگر، با ارزیابی عملکرد گروه صنعتی سدید و تخصیص امتیاز به هر یک از معیارها، نسبت به رد یا قبول این فرضیه که عملکرد گروه صنعتی سدید در خصوص هر یک از ویژگی‌های تولید ناب، مناسب یا نامناسب است مورد نقد قرار می‌گیرد.

همانطور که در طول این مقاله بیان گردید امتیاز قابل کسب برای هر ویژگی از صفر تا یک قابل تغییر است. به عبارت دیگر، پایین‌ترین تا بالاترین امتیاز برای اعلام همخوانی عملکرد جامعه آماری با عوامل تولید ناب، بین صفر تا یک است.

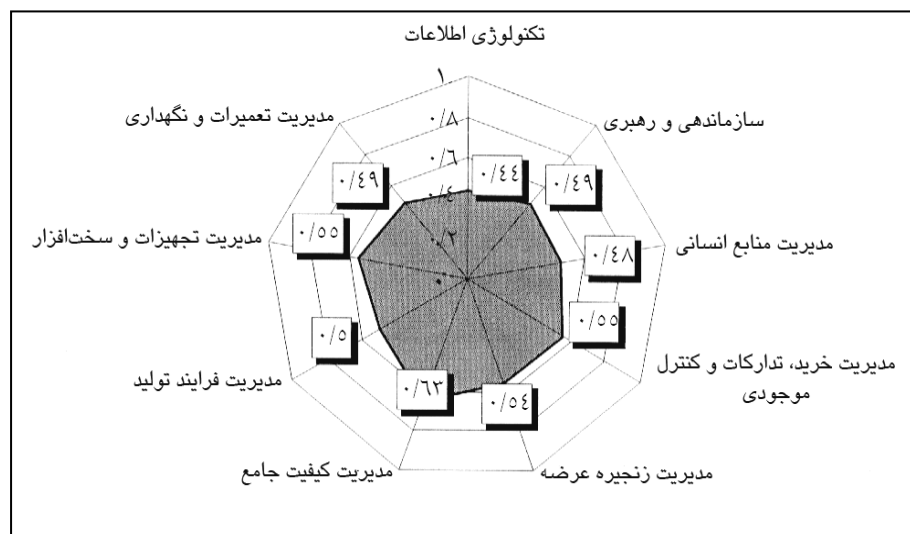
اگر جامعه آماری بتواند تمام معیارهای تولید ناب را در حد متوسط یعنی ۴/۵ برآورده سازد و به عبارت دیگر متوسط امتیاز تمامی معیارهای هشتادوپنجگانه را که از ۱ تا ۹ در پرسشنامه ارزیابی عوامل تولید ناب تعیین گردیده کسب کند، امتیاز حاصل از مدل تجزیه و تحلیل ابعادی ۰/۵ می‌گردد:

$$DoA_{lean} = \sum w_i \sqrt{\prod_{i=1}^n \left(\frac{4/5}{9}\right)^{w_i}} = 0/5$$

و لذا فرض مناسب بودن، ۰/۵ در نظر گرفته شده است. به عبارت دیگر با توجه به شرایط اقتصادی ایران و مشکلات موجود در مسیر تولیدکنندگان فرض بر آن است که اگر شرکتی توانست امتیاز بالاتر از ۰/۵ را اخذ کند هر چند که ایدئال و مطلوب نیست اما به علت بالا بودن سطح ارزیابی و ارزیابی سخت‌گیرانه تولید ناب، مناسب و قابل قبول خواهد بود. لذا در صورتی که گروه صنعتی سدید از هر یک از معیارهای نه‌گانه تولید ناب، امتیاز ۰/۵ به بالا را اخذ کند عملکرد مناسب و قابل قبولی خواهد داشت که البته در جوامع آماری دیگر، این مبنا ممکن است بیشتر یا کمتر گردد.

با توجه به مبانی پذیرش فرضیه و با توجه به اطلاعات به‌دست آمده، میانگین عملکرد و نرخ سازگاری گروه صنعتی سدید ۵۰ درصد است که در حدود میزان قابل پذیرش است. لذا فرضیه اهم که گروه صنعتی سدید دارای ویژگیها و مشخصات تولید ناب می‌باشد پذیرفته می‌شود.

همچنین گروه صنعتی سدید در تعدادی از عوامل و معیارهای اصلی، از جمله سازماندهی و رهبری (فرضیه ۲) با میانگین نرخ سازگاری ۰/۴۹، ساماندهی منابع انسانی (فرضیه ۳) با میانگین نرخ سازگاری ۰/۴۸، مدیریت فرایند تولید (فرضیه ۷) با میانگین نرخ سازگاری ۰/۵۰ و مدیریت تعمیرات و نگهداری (فرضیه ۹) با میانگین نرخ سازگاری ۰/۴۹ همپراز با معیار پذیرفته شده است و با اندکی اغماض، فرضیه‌های مخالف مذکور پذیرفته و فرضیه‌های موافق H_0 رد می‌گردد (نمودار ۱۰ نرخ سازگاری معیارهای اصلی جامعه آماری را نشان می‌دهد).



نمودار ۱۰ نرخ سازگاری عوامل اصلی تولید ناب گروه صنعتی سدید

سایر فرضیه‌ها نیز به ترتیب سیم‌ریز و سرب‌سرب‌ریزی با میانگین نرخ سازگاری ۵۵ درصد، مدیریت زنجیره عرضه و تأمین‌کنندگان (فرضیه ۵) با میانگین نرخ سازگاری ۵۴ درصد، و مدیریت تجهیزات و سخت‌افزار (فرضیه ۸) با میانگین نرخ سازگاری ۰/۵۵ و ضریب اطمینان ۰/۹۵ با ویژگیهای تولید ناب همخوانی دارند و لذا فرضیه‌های موافق اخیرالذکر یعنی H_0 رد و فرضیه مخالف پذیرفته می‌شود.

تنها فرضیه‌ای که نرخ سازگاری کمتر از ۰/۵ دارد، فرضیه اخص اول است که به تکنولوژی اطلاعات گروه صنعتی سدید مربوط می‌شود. با اطلاعات استحصال شده، نرخ سازگاری تکنولوژی اطلاعات گروه صنعتی سدید ۰/۴۴ است که در محدوده جواب قابل قبول نیست و لذا فرضیه مخالف رد و فرضیه موافق قبول می‌گردد. به عبارت دیگر، تکنولوژی اطلاعات گروه صنعتی سدید برای رسیدن به تولید ناب مناسب نیست.

۷- راهکارها و پیشنهادها

با توجه به نتایج به‌دست آمده، ساماندهی و رهبری، مهمترین عامل در دستیابی به تولید ناب است که در این راه باید از طریق تدوین برنامه استراتژیک جهت سازماندهی و رهبری مناسب و توزیع مناسب قدرت، تفویض اختیار به رده‌های پایین سازمان و تشکیل تیمهای حل مشکل به منظور بهبود



مستمر و انجام عملیات به صورت یکپارچه و تقویت تمام اجزا در محیطهای صمیمانه همراه با انضباط و بدون ترس و تبعیض تلاش گردد.

همچنین دومین عامل مهم، تکنولوژی اطلاعات و سیستم اطلاعات مدیریت است که با ایجاد نظام اطلاعات مدیریت جامع و به روز رسانی اطلاعات موجود در نظام اطلاعات هوشمند موجب سرعت گردش اطلاعات و حذف اطلاعات بیفایده و بالابردن کارایی سیستم می‌گردد. اقدامات پیشنهادی مهم دیگر به شرح زیر عبارتند از:

در زمینه مدیریت فرایند تولید

- اطلاع رسانی دقیق و سریع به کارکنان در خصوص مشکلات و برنامه‌های تولید.
- استفاده از ربات در کارهای سخت و تکراری.
- جایگزینی سیستم کشش یا کانبان به جای سیستم فشار.
- کاهش زمان آماده‌سازی و تنظیم ماشین‌آلات و حذف تولید اضافی، زمان انتظار محصولات، حمل و نقلهای زائد و جابه‌جاییهای غیر ضروری.

در زمینه سازماندهی منابع انسانی

- تشکیل کمیته پیشنهادها و ترغیب کارکنان به ارائه خلاقیت و ترویج کار گروهی.
- اجرای نظام ارزیابی عملکرد و پاداش بر اساس میزان اثر بخشی و کارایی.
- متناسب کردن اختیار و مسئولیت و تقسیم عادلانه وظایف و حجم کار کارکنان.
- ساده‌سازی وظایف و آموزش مهارتهای متفاوت و انعطاف‌پذیری در کار کارکنان.

در زمینه مدیریت زنجیره عرضه‌کنندگان و تأمین‌کنندگان

- ارزیابی و ارزشیابی عملکرد تأمین‌کنندگان در فواصل زمانی مختلف.
- مقایسه کیفی تأمین‌کنندگان به‌طور مداوم از نظر قیمت، کیفیت، زمان تحویل، نوآوری و سطح تکنولوژی، فرهنگ کار و انعطاف‌پذیری برای تولید و تقسیم‌بندی آنان به رده‌های اول، دوم و سوم.

- ترغیب تولیدکنندگان به مشارکت در طراحی محصولات جدید و پذیرش مشکلات و ارائه تسهیلات ویژه به عرضه‌کنندگانی که با پیشنهادهای خود منافع خوبی را به شرکت منتقل می‌کنند.

در زمینه سیستم خرید و تدارکات و کنترل موجودی

- پیاده‌سازی سیستم JIT و پیاده‌سازی سیستم کشش به جای سیستم فشار.
- تدوین نظام مدون برای حمل کالا و مواد و قطعات بر اساس قراردادهای پیمانکاری و اولویت کیفیت بر قیمت مواد و قطعات.
- پیش‌بینی زمان مناسب در فرایند تدارکات به منظور جلوگیری از توقف خط تولید و حذف هزینه‌های غیر ضروری و امور هزینه‌بر از قبیل هزینه موجودی اضافی انبار، هزینه سفارشهای اضافی، کاهش کار در جریان ساخت و اندازه سفارش.

در زمینه مدیریت تجهیزات و سخت‌افزار تولید

- برخورداری و تجهیز ایستگاههای کاری به سخت‌افزار مناسب و کافی و چیدمان صحیح و اتوماسیون فعالیتهای تکراری، سخت و طاقت‌فرسا.
- استفاده از کد، و کم به منظور سهولت در اعمال تغییرات بر نقشه‌ها و محصولات و برنامه‌های تولیدی و کاهش زمان آماده‌سازی دستگاهی با استفاده از قالبها و قطعات از پیش آماده شده.

- استفاده از ابزارهای جلوگیری از خطا از قبیل شابلونهای تولید، جیک و فیکسچر و افزایش مهارت کارکنان به منظور کاربرد صحیح و بهره‌برداری مناسب از تجهیزات.

۸- منابع

- [1] Womack, J.P. Daniel, D.T. Roos, D., *The Machie That Changed The World*, New York, Harper Collins, 1990.
- [2] Lockamy, Archie, "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 georgia, 1995.
- [3] Horacio Soriano-Meier Universidad de Los Andes, Merida, Venezuela Paul L. Forrester Department of Commerce, University of Birmingham, Birmingham, UK, A model for evaluating the degree of leanness of manufacturing firms, integrated manufacturing system , Vol. 13, No. 2 (2002).
- [4] Stefano Biazzo University of Padova, Italy Roberto Panizzolo University of Padova, Italy The assessment of work organization in lean production: the relevance of the worker's perspective, integrated manufacturing system, Vol. 11, No. 1, (2000).
- [5] Wllam, M, Feld, lean manufacturing, tools, techniques, and how to use them, the st. lucie press & apices services Resource management, (2001).
- [6] Massachusetts institutes of technology and university of Warwick, 2001, lean enterprise self- assessment tool (least) version 1.0
- [7] Building a "lean" knowledge base-New level of skills training for Nestle' UK's factory line managers bring-signi. cant rewards Vol. 20, No. 4 (2004), pp. 28-30, ãmeraldGroup Publishing Limited, ISSN 0258-0543.
- [8] Peter Murray-From continuous improvement to organizational learning, *Australia*. The Learning rganisation Vol. 10 No. 5 2003 pp. 272-282 ©MCB University Press ISSN 0969-6474.
- [9] Malcolm McGreevy, The changing nature of work. Business School industrial and Commercial Training Vol. 35, No. 5 (2003). University Press ISSN 0019-7858.

سید محمد سید حسینی و همکار  ارزیابی عوامل تولید ناب در سازمانهای ...

- [10] Seyed Hassn Ghodsypour. 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, November 1996, pp21-25.