

## ارائه مدل تحلیلی در استقرار نظام تولید ناب (مطالعه موردی: صنعت چرم و کفش استان تهران)

دکتر عباس طلوعی اشلقی\*، دکتر محمد رضا معتدل\*\*، و رضا احتشام رائی\*\*\*

\* عضو هیات علمی واحد علوم و تحقیقات تهران - گروه مدیریت صنعتی

\*\* عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی

\*\*\* کارشناس ارشد رشته مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

### چکیده

تولید ناب یک فلسفه و نگرش جدید به تولید است که خاستگاه و زادگاه آن کشور ژاپن می‌باشد، این رویکرد که توسط ای جی توپودا و تایچی اوهنو ابداع شد بعدها در اروپا و آمریکا رواج یافت و مورد استقبال بسیاری از کارخانجات قرار گرفت. در این روش تلاش می‌شود که اتلاف به حداقل برسد و بیشترین بهره‌وری از تمام امکانات، نیروی انسانی و سرمایه به عمل آید.

این مقاله شاخص‌های مؤثر در استقرار تولید ناب را شناسایی نموده و شاخص‌های شناسایی شده را با استفاده از مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی اولویت بندی می‌نماید. سپس به منظور اینکه چند مشخصه مختلف با ابعاد مختلف و اهمیت‌های نسبی متفاوت را به یک مقدار منفرد بدون بعد تبدیل کند از مدل تجزیه و تحلیل ابعادی استفاده نموده است، عددی که از محاسبات مدل تجزیه و تحلیل ابعادی حاصل می‌شود را با استاندارد جهانی تولید ناب مقایسه نموده و در نهایت پس از شناخت شکاف میان سازمان‌های داخلی و خارجی مدل ریاضی مناسب برای حداقل نمودن شکاف بین وضعیت کنونی و وضعیت مطلوب (آنچه که باید باشد) ارائه می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: تولید ناب، تجزیه و تحلیل شکاف، تأمین‌کنندگان، تجزیه و تحلیل ابعادی.

### مقدمه

کرد. پس از جنگ جهانی اول هنری فورد و آلفرد اسلون<sup>۱</sup> تولیدات صنعتی جهان را از قرون تولید دستی که شرکت ی اروپایی رواج داده بودند، بیرون آوردند و به عصر تولید انبوه کشاندند. با ترویج این شیوه تولید در تمام صنایع، کشور آمریکا رهبر جدید شیوه‌های تولیدی گردید

دو انقلاب در ابتدا و انتهای قرن بیستم رخ داده است. انقلاب آغازین ظهور تولید انبوه و پایان عصر تولید دستی و انقلاب پایانی ظهور ناب و خاتمه یافتن عصر تولید انبوه است. اکنون جهان در آستانه عصری جدید به سر می‌برد، عصری که در آن دگرگونی شیوه‌های تولید محصولات و ساخته‌های بشر چهره زندگی او را یکسره دگرگون خواهد

تولید ناب و به تبع آن سازمان یادگیرنده<sup>۱</sup> یعنی سازمان ناب قابلیت تجربه در همه صنایع و خدمات اعم از خودروسازی و... را دارد (ووماک و دیگران، ۱۳۷۶). این تغییرپذیری راز ماندگاری شرکت‌ها و سازمان‌ها برای فرای دنیای پسا نوین است. بنابراین پرداختن به این نوع از پژوهش همواره در جهت نوسازی جوامع انسانی، دگرگونی و ساختارهای سخت کشور به ساختارها و سیستم‌های نرم است و موجب تضمین بقای سازمان‌های تولیدی و خدماتی کشورمان در آینده تجارت جهانی و رقابت سرسخت با تولیدات برتر و منطبق با خواست مشتری خواهد بود.

صنعت چرم و کفش به عنوان یک صنعت بزرگ تولید کننده جهت کسب سهم عمده‌ای از بازار داخل و خارج نیازمند رقابت با سازمان‌هایی است که مبانی تولید ناب را فرا روی خود دارند تا در پاسخ به نیاز مشتری و حذف اتلاف و تولید محصولی با کیفیت برتر در سطح کلاس جهانی با انتخاب بهترین الگوی تولیدی و سازمانی مدرن، سازمان خود را با مشخصه‌های سازمان ناب محک زده و میزان سازگاری خود را با آن سازمان برتر که سازمانی آرمانی است بسنجند و متعاقب آن در جهت ارتقای شاخص‌هایی که در آنها دارای وضعیت مناسب و سازگاری است، به آنها استحکام بخشیده و نسبت به بهبود مستمر، به صورت تدریجی اقدام نماید.

بسیاری از سازمان‌ها تمایل به درک و شناخت فاصله خود با سازمان‌های روز دنیا دارند، این مقاله ابتدا با مطالعه مقالات و تحقیقات تولید ناب به دنبال شاخص‌هایی است که به کمک آن می‌توان میزان ناب بودن یک سازمان را سنجید.

نظر به اهمیت تولید ناب در جهت حذف مواردی که هیچگونه ارزش افزوده‌ای در محصول ایجاد نمی‌کنند و با توجه به اهداف تولید ناب مانند معیوبی صفر، زمان آماده سازی صفر، موجودی صفر، جابجایی یا حمل و نقل صفر، از کار افتادگی صفر و زمان پیشبرد صفر، اهداف کلی این مقاله عبارت‌اند از:

۱- شناسایی شاخص‌ها و مشخصه‌های مؤثر در استقرار

و صنعت خودرو سازی قلب تپنده اقتصاد این کشور شد. تولید ناب در اواسط دهه ۱۹۹۰ توسط جیمز ووماک و همکارانش در قالب یک کار تحقیقی با عنوان ((ماشینی که جهان را تغییر داد)) منتشر گردید. او و همکارانش تولید ناب را تقریباً به عنوان ترکیبی از مدل تولید سنتی فورد و مدل سیستم‌های فنی - اجتماعی در محیط تولید ژاپنی می‌شناسند (بیزو و پین زولو، ۲۰۰۰). بنابراین بحث تولید ناب و سایر شیوه‌های تولیدی با صنعت خودروسازی گره خورده است.

مفهوم بنیادی تفکر ناب در ریشه‌کن کردن اتلاف و آفرینش ارزش در سازمان نهفته است. تفکر ناب نگرشی برای افزایش بهره‌وری، ارزش آفرینی مستمر، حداقل کردن هزینه‌ها و اتلافات است. این تفکر شیوه‌ای را فراهم می‌کند که از طریق آن بتوان با منابع کمتر، تجهیزات کمتر و فضای کمتر به بیشترین‌ها دست یافت و با توجه به نیاز مشتری و در عین حال با تأمین درست نیاز مشتریان به آنها نزدیک شد. از طریق این نگرش می‌توان نظام تولید ناب را در سازمان پیاده‌سازی کرد. سیستم تولید انبوه قادر به ارائه محصولات متنوع و در حجم پائین که خواسته‌ی ویژه‌ی مشتری را جوابگو باشد، نیست. همچنین به علت تولید دسته‌ای و زمان انتظارات بالای قطعات در گذر از فرآیندهای تولید، زمان تحویل محصول زیاد بوده و به علت اتلافات بسیار در سیستم تولید قیمت تمام شده کاهش نمی‌یابد.

کاهش قابل ملاحظه هزینه، افزایش کیفیت محصولات، تحویل به موقع خدمات و محصولات به مشتریان، افزایش ایمنی کارکنان و بهبود وضعیت نیروی انسانی که از مصادیق فرآیندهای بهره‌ور است، باعث شد شیوه نوین تولید که اصول و مبانی سیستم تولید انبوه را دگرگون می‌سازد پا به عرصه وجود گذارد.

تولید ناب در عصر گذار از سیستم تولید انبوه به عنوان غالب تولید صنعتی مطرح می‌باشد که در پاسخ سریع و مناسب به نیاز مشتری با حذف اتلاف، تولید به موقع و با کیفیت عالی و شفاف‌آور مشتری در مقابل تولید انبوه سر کشیده است، باور ما بر این است که سیستم

سیستم‌های ساخت ناب ارتباطات درونی با یکدیگر دارند. بنابراین مدل‌هایی که تنها به یک یا دو مشخصه برای تجزیه و تحلیل ناب اکتفا کرده‌اند، برای ارائه و مدل آن کافی نمی‌باشند. می‌بایستی تمام پارامترها و متغیرهای مهمی که بر عملکرد سیستم ناب تأثیر دارند شناسایی شوند و سپس با استفاده از نظریه‌های کنترل و مدل‌سازی موقعیت به صورت یک سیستم تجمعی و ورود تمام متغیرها به صورت مستقل در مدل، سیستم را مدل‌سازی کرد. تصمیم‌گیری چند معیاره<sup>۳</sup> و روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی، روش‌های مناسبی برای مدل‌سازی چنین محیط‌های تولیدی هستند. البته روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی محدودیت اندازه مسأله را دارند. روش‌های شبیه‌سازی و تجزیه و تحلیل آن نیز برای چنین موقعیت‌هایی قابل استفاده است. به طور کلی تکنیک‌هایی که برای مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل ناب مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر می‌باشند:

۱- شبیه‌سازی؛

۲- مدل‌های تئوری صف؛

۳- مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی؛

۴- مدل‌های تئوری شبکه؛

۵- مدل‌های تجربی؛

۶- تئوری کنترل سیستم‌ها.

روش‌های ابتکاری مدل‌سازی مسائل سیستم ناب نیازمند کاربرد مفاهیم ناب و دخالت دادن تمام فاکتورهای مؤثر بر این سیستم در مدل آینده می‌باشد. در مقاله دیگری که کار تحقیقی مشترک از سه محقق به نام‌های ((محمد جلالی، رافائیل موراس و ریچارد دودک)) می‌باشد، اثرات چهار پارامتر مشخص روی زمان‌های تلف شده خط تولید و زمان حمل موجودی‌ها تجزیه و تحلیل شده است.

در سال‌های اخیر توسط صنعت آمریکا نیاز به افزایش بهره‌وری از خط تولید تشخیص داده شده است. تولید کنندگان غربی مواردی که منجر به قبول استراتژی‌هایی که صنعت و موقعیت بازاریابی آنها را در رقابت با رقبای خارجی گسترش می‌دهد را امتحان کرده‌اند. نتایج در جهت پایین بودن (فقدان) بهره‌وری کارگر و سرمایه‌گذاری

نظام تولید ناب در صنعت چرم و کفش استان تهران؛  
۲- اولویت‌بندی شاخص‌های مؤثر در استقرار نظام تولید ناب با استفاده از مدل فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی؛  
۳- پیدا کردن شکاف هر یک از شاخص‌های مورد نظر با معیارهای جهانی و ارائه مدل ریاضی جهت کاهش شکاف صنعت چرم و کفش با شاخص‌های سازمان‌های ناب و بهبود در موارد ضروری.

### پیشینه تحقیق

تحقیق پیرامون ناب در وهله اول محدود به کارهای توصیفی، مطالعات موردی و بررسی تعداد محدودی مدل‌های تحلیلی و شبیه‌سازی می‌شود. چپ من<sup>۱</sup> با تحقیقات تجربی که انجام داد درجه اهمیت چند پارامتر مستقل ناب را با توجه به سطح کامل موجودی تهیه کنندگان روشن کرد (گاناسکاران و سایرین، ۱۹۹۳). نتایج این تحقیق تأییدی بر نظریه موجودی کلاسیک می‌باشد. به هر حال هیچ نوع تحقیقات تحلیلی که مبین رابطه‌ای بین متغیرهای سیستم ناب باشد تاکنون ارائه نگردیده است. اخیراً ((گلهر و استم))<sup>۲</sup> پس از مرور ادبیات ناب بر اجرای ناب متمرکز شده‌اند. (محمد جلالی و سایرین، ۱۹۹۳) این گروه از محققین در ادامه تحقیق خود به بررسی کارهای تحقیقاتی انجام شده، در هر یک از طبقات هشت گانه مورد نظر خود پرداخته‌اند و ضمن بررسی آنها به ذکر نارسایی آنها نیز پرداخته‌اند و علاوه بر این در بخش دیگری از تحقیق خود صرفاً به محدودیت‌ها و نقاط ضعف تحقیقی هر یک از این هشت طبقه پرداخته شده است. به نظر آنها کاربرد مدل‌ها و تکنیک‌هایی که تاکنون مورد استفاده در باره ناب تدوین شده است به خاطر ساختار سیستم‌های تولیدی، تکنیک‌های مورد استفاده و روش‌های حل ارائه شده محدود می‌باشند. همچنین از فرضیه‌های بی ارتباطی که در باره ناب و مدل‌سازی و تحلیل آن شده باید اجتناب گردد. بسیاری از مشخصه‌های

1- Chapman

2- Golhar & Stamm

تولید تحت شرایطی که تقاضا و زمان تحویل از طرف تهیه کننده و پشتیبانی کننده احتمالی است، مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

یک شبیه‌سازی و تحلیل واریانس از سیستم عملیات خط تولید به سبک جدید ناب تحت مطالعه قرار گرفته است. هدف تحقیق درباره اثرات چهار سیستم روی زمان‌های تلف شده خط تولید و زمان حمل موجودی‌ها می‌باشد. سیستم عبارت است از یک خط تولید که هر واحد محصول را در یک سیکل تولیدی با تقاضای ناب تولید می‌کند. هر سیکل به صورت احتمالی به صورت یک واحد زمانی تعریف شده است. تقاضا معادل با یک واحد (در هر بار یک واحد) در طول سیکل به سیستم می‌رسد. سیستم توسط یک پشتیبانی کننده (تهیه کننده) که مواد را به صورت احتمالی تحویل می‌دهد و این زمان تحویل گاهی تا سه دوره هم طول می‌کشد، پشتیبانی می‌گردد. چهار پارامتر سیستم عبارت‌اند از:

- ۱- مقدار سفارش موجودی عملیاتی، پیشنهاد سیستم سفارش دهی که به پشتیبانی کننده سیستم اجازه ارسال نیازهای تولید تا بیش از یک دوره را می‌دهد؛
  - ۲- ورود تقاضای احتمالی تا بیش از یک سیکل؛
  - ۳- ذخیره اطمینان بالای ۳ واحد تولید؛
  - ۴- زمان تحویل احتمالی تا بیش از سه سیکل.
- استراتژی‌های تولید برای تولید چند مرحله‌ای و سیستم‌های موجودی ممکن است به دو گروه سیستم‌های سفارش تولید از نوع کششی یا فشاری دسته بندی گردند. سیستم سفارش تولید نوع فشاری<sup>۶</sup> که به عنوان JIC<sup>۷</sup> شناخته می‌شود، سیستمی است که در آن سفارشات آماده و به سیستم فشار آورده می‌شود تا در تاریخ‌های تحویل تقاضا برآورده شود. به علاوه این تکنیک تولیدی بر اساس برنامه‌ریزی تولیدی که تقاضاهای پیش‌بینی شده را برآورده سازد بر پا شده است. سیستم تولید نوع کششی سیستمی است که در آن سفارش‌ها جهت برآوردن تقاضای محصول نهایی در طول سیستم کشیده می‌شود. به علاوه این تکنیک تولید بر اساس برنامه‌ریزی تولید که سفارش‌های مشتری‌ها را برآورده سازد پایه‌گذاری شده است. سیستم کششی یکی از اجزای مهم ناب است. جهت دستیابی به تولید ناب دلخواه پیش فرض‌های زیر باید مرتفع گردد:

مورد تحقیق قرار گرفته است. روش‌هایی که گسترش داده شده و مورد استفاده قرار گرفته عبارت‌اند از: تکنولوژی‌های پیشرفته در عملیات تولید مانند سلول‌های تولیدی، تولیدهای انعطاف پذیر و یا تولید به کمک کامپیوتر با طراحی به کمک کامپیوتر<sup>۱</sup> و تکنیک‌های پیشرفته در طراحی تولید مانند برنامه‌ریزی مواد مورد نیاز<sup>۲</sup>، برنامه‌ریزی منابع تولید<sup>۳</sup>، تکنولوژی‌های تولید بهینه<sup>۴</sup> و تولید به موقع.

معمولاً دو آلترناتیو جهت توسعه بهره‌وری در دسترس است. آلترناتیو اول شامل استفاده از تکنولوژی با افزایش اتوماسیون، تغییر در طراحی محصول و فرآیند تولید پیشرفته می‌شود و تکنولوژی دوم توسعه کنترل منابع تولیدی است. بعضی از موضوع‌های ناب عبارت‌اند از:

- ۱- تشخیص و حل مشکلات اساسی؛
- ۲- کاهش ضایعات توسعه، کاهش یا حذف تمام فرآیندهایی که ارزشی به محصول اضافه نمی‌کنند (مانند حمل و نقل‌ها، بازرسی‌ها، تأخیرات)؛
- ۳- طراحی سیستم‌های مناسب که مشکلات را همانگونه که اتفاق می‌افتد تشخیص بدهد در سیستم‌های تولید سنتی. هدف اصلی عموماً بهینه کردن خروجی (بازده) توسط افزایش کارگر و استفاده از تجهیزات است. این هدف ممکن است توسط انجام بازرسی‌های برنامه‌ریزی شده و افزایش موجودی‌ها جهت جبران مشکلاتی همچون شکست در ماشین، تقاضای بی ثبات، تأخیرهای غیر قابل اعتماد و... به دست آید.

اختلاف مهم دیگر بین سیستم موجودی سنتی و ناب تفکر سیستم تولیدی کششی است. در ناب یک مرکز کاری تولید نخواهد داشت تا اینکه یک علامت کششی<sup>۵</sup> توسط مرکز کاری انتهای خط صادر شود. یک ناب اجرایی موفق نیازمند برقراری ارتباط مناسب با خریداران و فروشندگان است. فروشندگان باید با دقت انتخاب شوند، زیرا تحویل دهنده قطعات با کیفیت در حجم کم و در طول زمان هستند. چند تهیه کننده محدود که با چنین مشخصاتی انتخاب شده‌اند بهتر از داشتن چندین منبع زیاد است. در این تحقیق اثر سیستم ناب بر سیستم‌های

1- Computerized Aided Design / Computerized (Aided Manufacturing) (CAD / CAM)

2-Material Requirement Planning (MRP)

3- Manufacturing Resource Planning

4- Optimal Production Technologies

5-Pull Signal

6- Push

7- Just In Case

طور سیستماتیک چند معیار مختلف با ابعاد<sup>۴</sup> مختلف و اهمیت‌های نسبی متفاوت را در یک نهاد منفرد بدون بعد تبدیل می‌کند (تستا، ۱۹۹۲). در مدل تجزیه و تحلیل ابعادی دو نهاد (تهیه کننده) با هم مقایسه می‌شوند. اساس مقایسه معیارهای مختلفی است که با اهمیت وزنی متفاوتی ظاهر می‌شوند. معیارها ممکن است با ابعاد مختلفی بیان شوند. مدل‌های پایه‌ای به صورت رابطه (۱) بیان می‌شود.

$$DA = \prod_{i=1}^n (x_i / y_i)^{w_i} \quad (1)$$

تجزیه و تحلیل ابعادی<sup>۵</sup>

$x_i$  = نمره معیار عملکرد نهاد (تأمین کننده)

$y_i$  = نمره معیار عملکرد نهاد (تأمین کننده)

$i = 1, 2, \dots, n$  معیارها

$W_i$  = وزن (اهمیت نسبی) تعیین شده برای معیار  $i$  ام

یک خریدار، یک تأمین کننده را بر اساس تأمین منابع و مواد در زمان مقرر و معین با استفاده از ترکیبی از مشخصه‌های نامتجانس که انتظار می‌رود تأمین کننده آنها را دارا باشد، ارزشیابی می‌کند. مزیت اولیه مدل آنالیز ابعادی تبدیل یک ترکیب گسترده از مشخصات نامتجانس به یک رابطه ساده برای آشکار سازی و انتخاب تهیه کننده برتر می‌باشد. وزن ( $W_i$ ) و معیارها منعکس کننده ارزش مقیاس نسبی می‌باشند. مثلاً اگر وزن‌های ۸ و ۴ و ۲- را برای سه معیار در نظر می‌گیریم. این ارقام نشان می‌دهند که اهمیت معیار اول دو برابر اهمیت معیار دوم و چهار برابر معیار سوم است. باید توجه داشته باشیم که قدر مطلق وزن‌ها نشان دهنده اهمیت نسبی است. به طوری که اگر معیاری مثل قیمت اثر منفی در ارزیابی دارد علامت نسبی آن باید منفی باشد. دامنه ارزش‌ها که به صورت وزن نمایان می‌شود، فقط به توانایی خریدار در زمینه تشخیص اهمیت نسبی معیارهای مختلفی که به کار می‌گیرد، محدود می‌شود. همچنین ضرورتی به در نظر گرفتن اندازه‌های همگونی برای معیارهای مختلف نیست، زیرا خاصیت بدون بعد بودن مدل این اجازه را می‌دهد که فاکتورهای مختلفی مانند قیمت، درصد به موقع تحویل دادن، کیفیت، روش‌های حمل و... تماماً در مدل وارد

۱- کاهش در تغییرات و زمان‌های آماده‌سازی<sup>۱</sup>؛

۲- برنامه نگهداری و تعمیرات پیشگیری منطقی؛

۳- نیروی کار با مهارت و قابلیت انعطاف زیاد؛

۴- مواد خام بدون عیب (سالم)؛

۵- طراحی چیدمان تخصصی برای تولید ناب؛

۶- مواد اولیه تولید به موقع تحویل می‌گردد؛

۷- نرخ تقاضا یکنواخت است.

یکی از تحقیقات انجام شده توسط سه محقق دیگر به نام‌های ((فیلیپ هونگ، لورن ریس و برنارد تیلور)) تحت عنوان ((تجزیه و تحلیل شبیه‌سازی تکنیک ناب (با کانبان) برای یک سیستم تولیدی چند مرحله‌ای چند خطی)) به تجزیه و تحلیل سیستم ناب برای تعیین درجه سازگاری یک محیط تولیدی که احتمالاً شامل خصوصیات از قبیل زمان‌های فرآیند متغیر، برنامه‌ریزی تولید متغیر و عدم بالانس بین مراحل می‌باشد با استفاده از روش شبیه‌سازی پرداخته اند. (هانگ و سایرین، ۱۹۹۳)

## مدل‌های استفاده شده

### الف) فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)<sup>۲</sup> روشی است که در آن یک وضعیت پیچیده، به بخش‌های کوچکتر آن تجزیه می‌شود، سپس این اجزای در یک ساختار سلسله مراتبی قرار می‌گیرد. در این روش به قضاوت‌های ذهنی با توجه به اهمیت هر متغیر مقادیر عددی اختصاص داده می‌شود، متغیرهایی که بیشترین اهمیت را دارند، مشخص می‌شوند. به عبارت دیگر، ترتیب اولویت متغیرها تعیین می‌گردد. AHP تصمیم‌گیرندگان را قادر می‌سازد تا اثرات متقابل و هم‌زمان بسیاری از وضعیت‌های پیچیده و نامعین را تعیین نمایند. این فرآیند تصمیم‌گیرندگان را یاری می‌کند تا اولویت‌ها را بر اساس اهداف، دانش و تجربه خود تنظیم نمایند به نحوی که احساسات و قضاوت‌های خود را به طور کامل در نظر گیرند. (عادل آذر و دیگران، ۱۳۸۱)

### ب) مدل تجزیه و تحلیل ابعادی<sup>۳</sup>

تجزیه و تحلیل ابعادی یک تکنیک ریاضی است که به

4- Dimensions

5- Dimensional Analysis (DA)

1- Set up

2- Analytical Hierarchy process

3- Dimensional Analysis

شوند.

تحليل ابعادی استفاده گردید. مدل مذکور وضعیت کنونی هر یک از شاخص‌های توليد ناب را با حالت استاندارد مقایسه می‌کند. در نهایت نرخ سازگاری هر یک از شاخص‌ها و معیارهای نظام توليد ناب را اندازه‌گیری شد. هر چند در عمل اعدادی به عنوان استاندارد نظام توليد ناب برای هر یک از شاخص عنوان نشده است، ولی می‌توان عدد ۱۰۰ را به عنوان بهترین معیار جهت دستیابی به توليد ناب به کار برد. شاید در شرایط واقعی‌تر بتوان از اعداد استاندارد نظام توليد ناب در شرکت تویوتا که خود مبدع توليد ناب است، استفاده کرد. نتایج حاصل از در جدول شماره (۱) آورده شده است.

جدول شماره (۱)

شاخص‌های نظام توليد ناب	میزان درجه سازگاری در صنعت چرم و کفش
تأمین کنندگان	۶۴٫۲۸٪
نگرش مدیریت	۷۰٪
مدیریت موجودی	۷۸٪
مدیریت توليد	۷۵٫۲۷٪
مدیریت کیفیت	۷۳٫۷۸٪
منش و خط مشی مدیریت	۶۹٫۷۶٪
مدیریت کیفیت جامع	۵۳٫۰۸۹٪
نگهداری و تعمیرات جامع	۷۰٫۸۶٪
نظام توليد ناب	۶۴٫۳٪

### ارائه مدل ریاضی تحقیق

محاسبه اوزان شاخص‌ها نسبت به هدف و اوزان متغیرها نسبت به شاخص‌ها

اوزان (ضریب اهمیت) شاخص‌ها در تحقق هدف و همچنین اوزان (ضریب اهمیت) متغیرها نسبت به شاخص‌های مربوطه‌اش محاسبه شده است و نتایج در جدول (۲) درج گردیده است.

### ج) تحلیل شکاف

تجزیه و تحلیل شکاف یک تکنیک کشف هر گونه کمبود در فرایندها و خصوصیات می‌باشد. اغلب زمانی از این تکنیک استفاده می‌شود که سازمان تلاش و تحقیق می‌کند تا جایی را برای بهبود، کشف نماید.

تکنیک تجزیه و تحلیل شکاف، هسته‌ی مرکزی یک نگرش نتیجه‌نگر برای تغییر مکان‌هایی است که نارضایتی به صورت تفاوت بین وضعیت حال و یک آینده مطلوب بیان می‌شود و استراتژی‌هایی را برای بستن "شکاف" استخراج می‌کند. این تفاوت‌ها باید هم ویژگی‌های ساختاری یا عملکردی را نمایش دهند.

تحلیل شامل شناسایی نیازها برای تغییر می‌باشد، چه چیزهایی نیاز به تغییر دارند و تغییر چگونه باید انجام شود. همچنین برای ارزیابی امکان‌پذیری بستن شکاف یک نقطه‌ی مقابله را شامل می‌شود که باید تغییر با بیشترین حد دستیابی به وضعیت مطلوب را نتیجه دهد. همچنین مکان‌هایی که احتمال دارد به تلاش‌هایی در جهت بهبود پاسخ دهند را مشخص می‌نماید. پس مسئولین کسب و کار می‌توانند در باره سودمندترین مکان‌ها برای سازمان قضاوت نموده و سپس اقدام به بهبود نمایند. به کمک تجزیه و تحلیل شکاف، درستی برنامه‌ریزی استراتژیک مشخص می‌شود. شناسایی شکاف بین عملکرد جاری سازمان و عملکرد برنامه‌ریزی شده برای عملکرد موفق استراتژیک در واقع یک تست برای برنامه‌ریزی می‌باشد و در اینجا چالش‌هایی که واقعاً وجود دارند، نمایان می‌شوند.

### متدولوژی تحقیق

برای اولویت‌بندی شاخص‌های نظام توليد ناب شاخص‌ها و معیارهای توليد ناب را با استفاده از مدل AHP و نرم افزار Expert Choice اولویت‌بندی شد پس از اولویت‌بندی شاخص‌های ناب برای یافتن میزان فاصله هر یک از شاخص‌های ناب با سازمان‌های ناب دنیا از مدل تجزیه و

جدول (۲): اوزان شاخص‌ها نسبت به هدف و اوزان متغیرها نسبت به شاخص‌ها

G				هدف
قابلیت نگهداری و تعمیرات (D)	مدیریت کیفیت جامع (C)	نگرش مدیریت (B)	قابلیت تأمین کنندگان (A)	شاخصها
$W_{D.G}=17\%$	$W_{C.G}=18.10$	$W_{B.G}=21.6\%$	$W_{A.G}=43.5\%$	وزن شاخصها نسبت به هدف
۱۷,۴۰٪	۷,۵۰٪	۱۰,۶۰٪	۳۰,۳٪	وزن متغیرها نسبت به هدف
۲۴,۲۰٪	۱۸,۴۰٪	۲۱٪	۸,۸٪	
۲۱,۷۰٪	۸٪	۳۰,۴۰٪	۷٪	
۱۱,۹۰٪	۱۰٪	۳۷,۹۰٪	۱۶٪	
۱۳,۲۰٪	۷,۹۰٪		۹٪	
۱۱,۵۰٪	۷,۸۰٪		۹,۶٪	
	۱۳,۷۰٪		۸,۲٪	
	۱۰,۱۰٪		۱۱,۱٪	
	۱۶,۳۰٪			

## محاسبه اوزان متغیرها نسبت به هدف

برای محاسبه وزن متغیرها نسبت به هدف، وزن هر متغیر نسبت به شاخص مربوطه در وزن شاخص نسبت به هدف ضرب می‌شود.

جدول (۳): اوزان متغیرهای پایش نسبت به هدف

وزن (D) نسبت هدف	وزن (C) نسبت به هدف	وزن (B) نسبت به هدف	وزن (A) نسبت به هدف
$W_{ID1.G} = W_{ID1.D} \times W_{D.G} = 0.0295$	$W_{IC1.G} = W_{IC1.C} \times W_{C.G} = 0.0135$	$W_{IB1.G} = W_{IB1.B} \times W_{B.G} = 0.228$	$W_{IA1.G} = W_{IA1.C} \times W_{A.G} = 0.1318$
$W_{ID2.G} = W_{ID2.D} \times W_{D.G} = 0.0412$	$W_{IC1.G} = W_{IC1.C} \times W_{C.G} = 0.0334$		$W_{IA2.G} = W_{IA2.C} \times W_{A.G} = 0.0383$
$W_{ID3.G} = W_{ID3.D} \times W_{D.G} = 0.0369$	$W_{IC3.G} = W_{IC3.C} \times W_{C.G} = 0.0144$	$W_{IB2.G} = W_{IB2.B} \times W_{B.G} = 0.0453$	$W_{IA3.G} = W_{IA3.C} \times W_{A.G} = 0.0305$
$W_{ID4.G} = W_{ID4.D} \times W_{D.G} = 0.0202$	$W_{IC4.G} = W_{IC4.C} \times W_{C.G} = 0.0181$	$W_{IB3.G} = W_{IB3.B} \times W_{B.G} = 0.0656$	$W_{IA4.G} = W_{IA4.C} \times W_{A.G} = 0.0697$
$W_{ID5.G} = W_{ID5.D} \times W_{D.G} = 0.0225$	$W_{IC5.G} = W_{IC5.C} \times W_{C.G} = 0.0143$		$W_{IA5.G} = W_{IA5.C} \times W_{A.G} = 0.0392$
$W_{ID6.G} = W_{ID6.D} \times W_{D.G} = 0.0196$	$W_{IC6.G} = W_{IC6.C} \times W_{C.G} = 0.0141$		$W_{IA6.G} = W_{IA6.C} \times W_{A.G} = 0.0417$
	$W_{IC7.G} = W_{IC7.C} \times W_{C.G} = 0.0248$		$W_{IA7.G} = W_{IA7.C} \times W_{A.G} = 0.0357$
	$W_{IC8.G} = W_{IC8.C} \times W_{C.G} = 0.0183$		$W_{IA8.G} = W_{IA8.C} \times W_{A.G} = 0.0483$
	$W_{IC9.G} = W_{IC9.C} \times W_{C.G} = 0.0295$		

## وضع آینده متغیرهای هر شاخص نسبت به وضع موجود آن شاخص

جدول (۴): وضعیت آینده هر متغیر نسبت به وضع موجود

G				هدف
D	C	B	A	شاخص
$F_{ID1}=4,23$	$F_{IC1}=4,12$	$F_{IB1}=3,5$	$F_{IA1}=4,60$	وضعیت آینده هر متغیر نسبت به وضع موجود آن
$F_{ID2}=4,76$	$F_{IC2}=4,18$	$F_{IB2}=3,2$	$F_{IA2}=3,20$	
$F_{ID3}=3,60$	$F_{IC3}=4,32$	$F_{IB3}=3,3$	$F_{IA3}=3,5$	
$F_{ID4}=4,43$	$F_{IC4}=3,8$	$F_{IB4}=3$	$F_{IA4}=3,3$	
$F_{ID5}=4,16$	$F_{IC5}=3,00$		$F_{IA5}=3,2$	
$F_{ID6}=4,14$	$F_{IC6}=4,32$		$F_{IA6}=3$	
	$F_{IC7}=4,80$		$F_{IA7}=3,7$	
	$F_{IC8}=3,60$		$F_{IA8}=3,2$	
	$F_{IC9}=3,30$			

### تعیین بهبود مورد نیاز در شاخص‌ها جهت تأمین میزان بهبود تعیین شده برای هدف

روشی که در قبل گفته شد، برای تعیین بهبود مورد نیاز در شاخص‌ها از یک مدل برنامه‌ریزی خطی استفاده می‌شود.

مدل برنامه‌ریزی خطی برای تعیین بهبود مورد نیاز در شاخص‌ها به صورت زیر می‌باشد:

$$\begin{aligned} \min \quad & Z = DA + DB + DC + DD \\ \text{s.t} \quad & 0.435 DA + 0.216 DB + 0.181 DC + 0.170 DD \geq 2.5 \\ & 1 \leq DA \leq 4.2 \\ & 1 \leq DB \leq 4.34 \\ & 1 \leq DC \leq 4.44 \\ & 1 \leq DD \leq 4.92 \\ \text{end} \end{aligned}$$

از حل مدل بالا میزان بهبود لازم در شاخص‌ها جهت تأمین میزان بهبود تعیین شده برای هدف حاصل می‌شود. حل مدل بالا در آورده شده است.

جدول (۵): نسبت بهبود مورد نیاز در شاخص‌ها

بهبود مورد نیاز	وضع مطلوب شاخص نسبت به وضع موجود آن
۴/۲۰	DA
۱/۴۹	DB
۱	DC
۱	DD

بنابراین در افق زمانی برنامه‌ریزی شده، اگر وضعیت جاری شاخص‌ها بر اساس پیش بینی کارشناسان ادامه یابد وضعیت آینده هدف "پیاده سازی و بهبود نظام تولید ناب" نسبت به وضعیت موجود آن با استناد به مقیاس  $(9 - \frac{1}{9})$  جداً بهبود اندکی خواهد یافت. بنابراین طی یک جلسه‌ی تصمیم‌گیری گروهی مقدار مطلوب بهبود در هدف نسبت به وضعیت موجود آن با توجه به مقیاس مزبور (وضعیت مطلوب نسبت به وضعیت موجود آن بهبود اندک می‌یابد) تعیین گردید.

### تعیین حدود بالای بهبود در شاخص‌ها و متغیرها

همان‌طور که در موارد گذشته ذکر گردید، تصمیم‌گیرندگان می‌خواهند با کمترین درجه از تغییر در شاخص‌ها و متغیرها، میزان مطلوب تغییر در هدف را به دست آورند و ضرورتاً نیازمند بهبود غیرضروری یا غیرممکن نیستند. به همین جهت برای میزان بهبود در متغیرها و شاخص‌های تولید ناب، حد بالا توسط کارشناسان و خبرگان تعیین شده است. حد بالا به این معنی است که بیشتر از آن درجه، بهبود در شاخص یا متغیر جهت تأمین بهبود در هدف، برای شرکت غیر ضروری یا غیر ممکن است. حدود بالا با استفاده از استانداردهای موجود در شرکت تویوتا موتور آورده شده اند چراکه یکی از اهداف اصلی مقاله کاهش شکاف با استانداردهای جهانی است و برای نیل به آن حد پایین میانگین موجود در نرخ سازگاری و حد بالا با استفاده از استانداردهای جهانی آورد.

$$\begin{aligned} \min \quad & Z = DIA_1 + DIA_2 + DIA_3 + DIA_4 + DIA_5 + DIA_6 + DIA_7 + DIA_8 \\ \text{s.t} \quad & 0.303 DIA_1 + 0.088 DIA_2 + 0.7 DIA_3 + 0.16 DIA_4 + 0.09 DIA_5 + 0.096 DIA_6 + 0.082 DIA_7 + 0.111 DIA_8 \geq 2.5 \\ & 1 \leq DIA_1 \leq 4.80 \\ & 1 \leq DIA_2 \leq 3 \\ & 1 \leq DIA_3 \leq 3.2 \\ & 1 \leq DIA_4 \leq 3.13 \\ & 1 \leq DIA_5 \leq 2.9 \\ & 1 \leq DIA_6 \leq 2.7 \\ & 1 \leq DIA_7 \leq 2.8 \\ & 1 \leq DIA_8 \leq 2.9 \\ \text{end} \end{aligned}$$



### نتیجه گیری

در این مقاله ابتدا شاخص‌های مهم در تعیین یک سازمان تولیدی ناب بر اساس روش‌های جمع آوری اطلاعات نرم و سخت انجام شد. سپس با استفاده از روش‌های وزن‌دهی مناسب اوزان اهمیت آنها به دست آمد. سپس از با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی خطی مناسب تحلیل شکاف انجام شد و نتایج زیر جهت بهبود مطرح شدند.

(متغیرهای اولویت‌دار و فاقد اولویت)

IA1: کیفیت محصولات تأمین‌کنندگان (اولویت اول)

IC7: توجه به درخواست مشتری در کیفیت

محصولات (اولویت دوم)

ID2: نگهداری و تمیزکاری بوسیله خود کارکنان

(اولویت سوم)

IC8: توسعه روحیه تیمی بین کارکنان (اولویت

چهارم)

### منابع و مأخذ

۱- آذر عادل، رجب زاده علی - تصمیم‌گیری

کاربردی MADM - انتشارات چاووش - ۱۳۸۱.

۲- آقا براری، عباس - روش‌های اجرا و پیاده

سازی سیستم‌های تولید ناب - پروژه کارشناسی

ارشد مهندسی صنایع دانشگاه شریف - سال ۱۳۸۳.

۳- اصغر پور محمد جواد، "تصمیم‌گیریهایی

چند معیاره"، انتشارات دانشگاه تهران، آبان ۱۳۷۷.

۴- حسینی سید محمد - مدیریت تولید برای

مدیران اجرایی - انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی،

۱۳۸۴.

۵- قدسی پور، حسن - دانشیار دانشکده

مهندسی صنایع، صنعتی امیر کبیر - فرآیند تحلیل

سلسله مراتبی - چاپ چهارم.

۶- قربانی رحیم، طراحی و ارائه الگوی ساختار

مدیریتی توسعه همگرا با سازمان ناب در صنعت

کاشت و تولید نیشکر، رساله دکتری، دانشگاه آزاد

اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ۱۳۸۳.

۶- مدل برنامه‌ریزی خطی برای تعیین بهبود مورد

نیاز در متغیرهای A

جدول (۶): نسبت بهبود مورد نیاز در متغیرهای شاخص A

بهبود مورد نیاز	وضع مطلوب شاخص نسبت به وضع موجود آن
۴,۸۰	DIA1
۱	DIA2
۱	DIA3
۲,۸۰۸	DIA4
۱	DIA5
۱	DIA6
۱	DIA7
۲,۹۰	DIA8

برای سه شاخص دیگر نیز مدل خطی نوشته شده

است که از ذکر آنها اجتناب گردیده است.

### اولویت‌بندی شاخص‌ها برای بهبود دادن

همان‌طور که در گذشته گفته شد، برای هر شاخص مانند

x از نسبت  $(Dx/Fx)$  برای تصمیم‌گیری در مورد انتخاب

یا رد نمودن شاخص جهت بهبود دادن، استفاده می‌شود:

(۱) اگر  $(Dx/Fx \leq 1)$  آنگاه روند جاری شاخص x در

افق زمانی تعیین شده نیاز به بهبود ندارد.

(۲) اگر  $(Dx/Fx > 1)$  آنگاه روند جاری شاخص x در

افق زمانی تعیین شده نیاز به بهبود دارد.

شاخص‌های اولویت‌دار و فاقد اولویت در جدول ۷

دسته‌بندی شده‌اند.

جدول (۷): اولویت‌بندی شاخص‌هایی که نیاز به بهبود دارند.

متغیرها	IA1	IC7	ID2	IC8
اولویت‌بندی متغیرها	اولویت اول	اولویت دوم	اولویت سوم	اولویت چهارم
اوزان متغیرها	۱/۰۴۳	۱/۰۱۸	۱/۰۱۵	۱/۰۰۶
میزان بهبود	بهبود اندک	بهبود اندک	بهبود اندک	بهبود اندک

*Manufacturing and Services* “, 1992.

13- *Mohammad Jalali, Rafael Moras and Richard Dudeck, 1993, " A study of JIT application under stochastic demand and supply arrival ", production planning and control, pp 246-285,1993.*

14- *Philip Y.Hung,Loren p.Rees and Bernard W.Taylor,1983," A simulation of the Japanese JIT technique (with kanbans) for a multiline, multistage production system, Virginia polytechnic Institue and state university Blacksburg va 24061,1983.*

15- *Toloie Eshlaghy,Abbas," A new approach for classification of weighting methods", IEEE international conference on management of innovation and technology, Singapore 2006.*

۷- *ووماک جیمز / جونز دانیل / روس، مترجم آزاده راد نژاد، ۱۳۷۶، " تولید ناب"، اصفهان، آتریات کتاب.*

۸- *بیات ترک امیر، گسترش مدل مدیریت تولید ناب با استفاده از تجزیه و تحلیل یکپارچگی عوامل مؤثر، رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ۱۳۸۲.*

9- *Biazzo S. and Panizzolo R, "The Assessment of Production: The relevance of the work organization in Lean workers perspective ", integrated systems. Vol.1.No.1.2000.pp.6-15.*

10- *Gunasekaran, A. Goyal, SK. Martikainet T, 1993, " A Modeling and Analysis of JIT Manufaturing Systems ", International Journal of Production Econmics, Vol 32,No-1,Aug 1993, PP23-37.*

11- *James p.Womack & Daniel T.James, 1994, " from lean production to lean Enterprise ",BR.March-April,1994.*

12- *Mcgraw Hill Book Co.ISBN: 0.07-016988-8, 1992, "Operation Management Design, Planning And Control for*