

تولید و مدیریت ضایعات الگو سازی عوامل موفقیت در صنایع تولیدی ژاپن

آرش شاهین

دانشگاه اصفهان، گروه مدیریت

چکیده

تولید محصول با کیفیت بالا و عاری از عیب از جمله اهداف استراتژیک محسوب می شود که هر سازمانی را در دستیابی به سهم مناسب از بازار رقابت جهانی یاری می نماید. این در حالی است که کاهش و حذف ضایعات نقش مهمی را در رسیدن به هدف مزبور عهده دار است. در این مقاله مدلی تحت عنوان «سیستم چرخه های تحقیق، روش و اجرا (IMI)^۱» معرفی می شود که حاصل تجارب و موفقیت‌های صنایع تولیدی ژاپن در زمینه بهبود مستمر مدیریت ضایعات می باشد. این مدل شامل سه چرخه مرتبط بهم است و هرکدام دربرگیرنده اجزای مربوط به خود می باشند. جمع بندی مطالب حاکی از آنست که استفاده موفقیت آمیز الگوی ژاپنی نیازمند ادغام سیستماتیک مجموعه ای از تکنیک های کیفیت می باشد. به بیان بهتر، این امکان وجود دارد که استفاده گزینه ای و منحصر بفرد تکنیکها منجر به برخی نتایج مطلوب گردد، ولی در نهایت موجب جلوگیری از بروز خطا و عدم ایجاد ضایعات نمی گردد. همچنین، از مزیت‌های مدل IMI می توان به ویژگی بهبود مستمر اشاره نمود که یکی از چرخه های سه گانه آنرا نیز تشکیل می دهد. چون چرخه های کیفیت (QCs)^۲ یکی از مباحث

1- Investigation cycle, Method cycle, Implementation cycle.

2 - Quality Circles

ملی

مهم در مدیریت کیفیت فراگیر (TQM)^۳ بوده و از جمله مدل‌های مشارکتی می‌باشند که بهره‌گیری از کارکنان را در راستای تسریع تحقق اهداف سازمانی موجب می‌گردند، چگونگی تلفیق آنها با مدل IMI نیز معرفی شده است. به بیان بهتر، پیشنهاد نهایی این مقاله تلفیق مدیریت ضایعات با مدیریت کیفیت فراگیر را در قالب یک مدل جدید مشخص می‌نماید.

مقدمه

غالباً مدیریت ضایعات بعنوان یک چالش مهم در سطح جهانی مدنظر قرار می‌گیرد، چرا که در برخی موارد ضایعات تهدید کننده بهداشت عمومی و محیط بوده و حتی ممکن است بعنوان مانعی بر سر توسعه اقتصادی تلقی گردد. تا به حال راه‌حل‌های گوناگونی برای برخورد با این مساله ارائه شده است و کاهش ضایعات از جمله راه‌هایی می‌باشد که شاید بیش از سایر روشها بر آن تاکید شده است. این درحالی است که بروز ضایعات یک امر غیرقابل اجتناب به نظر می‌رسد.^۴

یک فرآیند تولید بهینه نتیجه کاهش و حذف ضایعات می‌باشد. بنابر تعریف واژه‌نامه انگلیسی وبستر^۵، ضایعات به مفهوم مازاد بر تولید می‌باشد. همچنین، شینگو^۶ در سال ۱۹۹۲ از کارکنان سازمانهای مختلف نظرسنجی بعمل آورد و بر مبنای آن، ضایعات را در هفت گروه طبقه‌بندی و تعریف نمود:

- ۱- ضایعات مربوط به تولید مازاد بر ظرفیت
- ۲- ضایعات مربوط به فرآیند
- ۳- ضایعات مربوط به موجودی
- ۴- ضایعات مربوط به حمل و نقل
- ۵- ضایعات مربوط به تولید محصولات معیوب
- ۶- ضایعات مربوط به تأخیرهای زمانی
- ۷- ضایعات مربوط به حرکت و کار سیستم‌های تولیدی

3 - Total Quality Management

4 - Cardinali (2001).

5 - Webster

6. Shingo (1992)

در سالهای اخیر، بهبود کیفیت محصول به کمک تجربه موسسات ژاپنی محور اصلی فعالیتهای مشاوران صنعتی در کشورهای غربی بوده است. غالب این فعالیتهای براساس روشهایی همچون تولید بهنگام (JIT^۷)، نگهداری بهره‌ور فراگیر (TPM^۸) و کنترل کیفیت فراگیر (TQC^۹) و روشهای جامع دیگر انجام شده و بر مسائلی چون کاهش سطوح بالای موجودی و ارتقاء سطوح کیفیت استوار بوده است. جالب توجه آنکه موسسات غربی در به کارگیری تکنیکهای ژاپنی موفقیت شایان توجهی داشته‌اند. در این مقاله، مدل IMI مورد مطالعه قرار می‌گیرد. این مدل شامل تکنیکهای کلیدی کیفیت است که در ژاپن با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته و موجب شهرت این کشور در زمینه مدیریت ضایعات در جهان گردیده‌اند. همچنین، تلفیق آن با چرخه‌های کیفیت از موارد دیگری است که مورد تاکید قرار گرفته است. هدف این مقاله در واقع معرفی و ارائه یک مدل جدید و جامع بهبود مستمر در زمینه مدیریت ضایعات می‌باشد که بتواند از مزیت‌های مشارکت کارکنان بنحو مطلوبی بهره‌مند گردد.

پیشنهادات

سیستم IMI

سیستم IMI در واقع مدلی تلفیقی از نظریات ایشی کاوا^{۱۰}، هیرانو^{۱۱} و دمینگ^{۱۲} می‌باشد. این مدل شامل سه چرخه مرتبط و درگیر با هم می‌باشد که در نهایت فرآیند بهبود مستمر را موجب می‌گردند. این سه چرخه شامل چرخه پژوهش، چرخه روش و چرخه اجرا می‌باشند که مجموعاً چرخه IMI را تشکیل می‌دهند (شکل ۱). در ادامه، هریک از چرخه‌های مزبور معرفی می‌گردند.

7- Just in Time Production

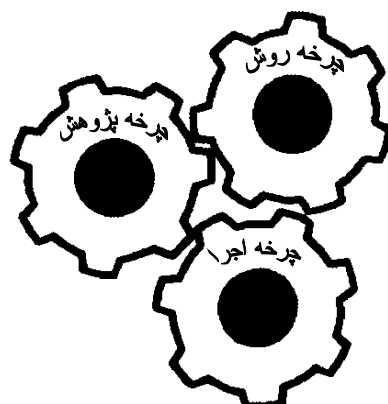
8- Total Productive Maintenance

9- Total Quality Control

10- Ishikawa (1985)

11- Hirano (1988)

12- Deming (1986)



شکل ۱- چرخه IMI

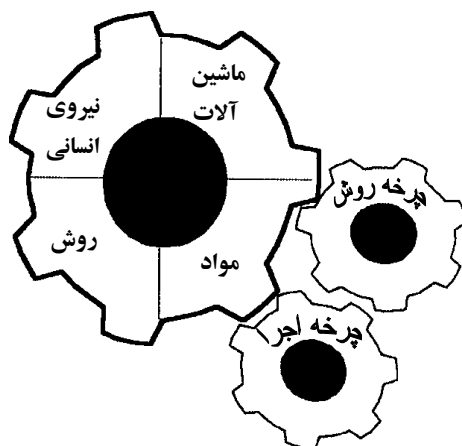
چرخه پژوهش

چرخه پژوهش در واقع بر مبنای روش 4M و براساس نظریات ایشی کاوا توسعه یافته است (شکل ۲). روش 4M روشی مناسب و موثر برای تعیین اقدامات اصلاحی، محدودیتهای موجود و چگونگی رفع آنها در راستای بهبود عملکرد می‌باشد. در واقع روش 4M راهکار مناسبی برای تعیین عناصری است که می‌توانند موجب تسهیل حرکت چرخه PDCA^{۱۳} گردند. به بیان بهتر، به کمک روش 4M، محدودیتها و چالش‌های اساسی فرآیند تولید مشخص گردیده و راههای غلبه بر موانع و محدودیتها برای هر یک از عناصر فرآیند در راستای بهبود عملکرد، معین می‌گردد. «4M» مبین انسان، ماشین، مواد و روش کار^{۱۴} می‌باشد. اولین M یعنی انسان مربوط به کارکنان است و منظور از کارکنان، اپراتورها و مدیریت می‌باشد که بایستی نسبت به پیشبرد اهداف برنامه بهبود مستمر متعهد باشند. افراد مورد نظر بستر فرهنگی مناسب را برای اعمال تغییرات در سازمان ایجاد می‌نمایند. M دوم یعنی ماشین مربوط به شاخصهای ارزیابی ماشین‌آلات می‌باشد و اثربخشی آنها را اندازه‌گیری می‌کند (بطور مثال، شاخص نگهداری ماشین‌ها بعنوان یک شاخص پیشگیرانه). سومین M شامل مواد اولیه می‌باشد که باید پیش از فرآیند از بی‌نقص بودن آنها اطمینان حاصل نمود. این امر موجب کاهش اقلام دوباره‌کاری و ضایعات می‌گردد. بالاخره، مورد چهارم، یعنی روش مربوط به مطالعه‌ای است که

13- Plan, Do, Check, Act; Chase *et al.* (2001)

14- Man, Machine, Material, Method

طی آن از انتخاب روش‌های صحیح کار، استاندارد شده و قابل اجرا توسط کارکنان، اطمینان حاصل می‌گردد. استفاده از 4M موجب تمرکز بر نقاط مهم و بحرانی فرآیندهای کاری می‌گردد که باید بهبود داده شوند.

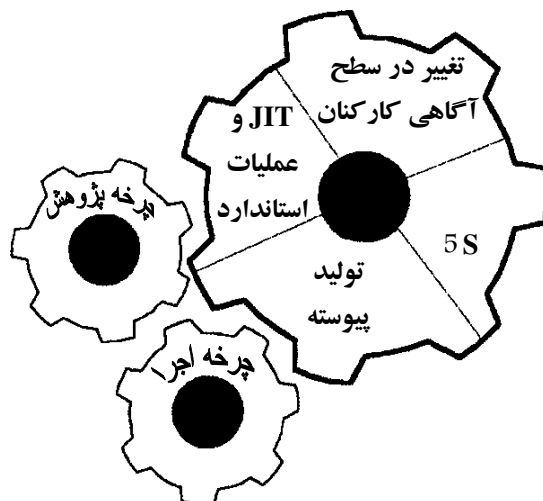


شکل ۲- چرخه پژوهش

چرخه روش

چرخه روش (شکل ۳) توسط هیرانو (۱۹۸۸) پیشنهاد گردید. چرخه روش دربرگیرنده فعالیت‌های کلیدی است که برای رسیدن سازمان به عملکرد ناب، ضروری می‌باشند. این چرخه شامل زیر ساختارهایی است که موجب حذف ضایعات و اعمال بهبود می‌گردند. چهار مورد از مهمترین این زیرساختارها عبارتند از:

- ۱- تغییر در سطح آگاهی کارکنان
- ۲- 5S
- ۳- تولید پیوسته
- ۴- تولید بهنگام (JIT) و عملیات و دستورالعمل‌های استاندارد



شکل ۳- چرخه روش

۱-۲- فاز تغییر در سطح آگاهی کارکنان

تغییر در سطح آگاهی کارکنان مستلزم تغییر در طرز تفکر سنتی مدیریت و ترویج دیدگاههای جدید در سازمان می‌باشد. بطور مثال، در تولید سنتی، تمرکز بر تولید انبوه حجمهای بالای محصول موجب محدود سازی قابلیت انعطاف سیستم تولید می‌گردد. این درحالی است که در شکل‌های نوین تولید مانند تولید ناب، این محدودیت باید به‌نحو موثری از میان برداشته شود.

5S - ۲-۲

5S در واقع مبنایی برای یک برنامه بهبود فراگیر به شمار می‌رود. در این روش بر مشارکت فراگیر کارکنان تاکید گردیده و از مراحل بهبود، اطمینان حاصل می‌گردد. همچنین در این شیوه، مسیر حرکت به سمت بهبود همیشه واضح و شفاف می‌باشد. 5S شامل موارد زیر است:

- سازمان‌دهی (Seiri): چیدمان مناسبتر اقلام مورد نیاز در کارگاه و تفکیک اقلام ضروری از اقلام غیرضروری.
- نظم‌دهی (Seiton): استقرار تسهیلات با اولویت‌بندی در محل‌های مناسب و مرتب نگه‌داشتن محیط کار.
- نظافت (Seiso): تمیز کردن محیط و ابزار کار توسط شاغل در تمامی رده‌های شغلی.
- استانداردسازی (Seiketsu): تمیز بودن و مرتب بودن محیط و ابزار کار بطور مستمر.
- نظم و مشارکت نیروی کار (Shitsuke): نظم کارکنان، پیروی از دستورالعملها و رویه های

کاری و استفاده از آموزش‌های ضمن کار برای ترویج مفاهیم چهارگانه قبلی میان کلیه کارکنان و مشارکت آنها در فعالیتهای مورد نظر.

بهبود در روش 5S می‌تواند با در نظر گرفتن هریک از عناصر 4M، اعمال گردد. این امر بوسیله انجام همه فعالیتهای 5S بایکدیگر و یا انجام جداگانه هریک از آنها میسر است.

۲-۳- تولید پیوسته

تولید پیوسته به مفهوم تولید یک محصول در زمان مشخص و از طریق فرآیندهای متفاوت می‌باشد که طبق ترتیب مناسبی پشت سرهم انجام می‌شوند. سرعت تولید در این سیستم زیاد بوده و کاهش موجودیهای حین فرآیند و کاهش ضایعات از ویژگیهای آن است. از سوی دیگر، در این‌گونه سیستمها، استفاده از کارکنان با مهارتهای مختلف، با توجه به ترتیب توالی ماشین‌ها و ابزارآلات میسر می‌باشد. در جدول (۱)، فهرستی از ویژگیها در دو سیستم تولید دسته‌ای و پیوسته با یکدیگر مقایسه شده‌اند.

جدول ۱- ویژگیهای سیستم‌های تولید پیوسته و دسته‌ای

تولید پیوسته	تولید دسته‌ای
طرح استقرار تسهیلات U شکل است.	طرح استقرار بصورت سلولی است.
یک محصول در پایان خط تولید بدست می‌آید.	هر سلول می‌تواند یک محصول تولید کند و بنابراین تولید بصورت انبوه است.
موجودی حین فرآیند مورد نیاز نیست.	تولید نیازمند موجودیهای حین فرآیند است.
امکان استفاده از کارکنان با مهارتهای مختلف.	امکان استفاده از کارکنان با مهارتهای خاص.
امکان بازرسی در هر مرحله از فرآیند.	امکان بازرسی فقط در مرحله پایانی فرآیند.

۲-۴- JIT برای عملیات و دستورالعملهای استاندارد

JIT دربرگیرنده کلیه جنبه‌های تولید می‌باشد و بر حصول اطمینان از قابلیت دسترسی به کیفیت مورد نیاز با کمیت مشخص و دقیق در زمان و مکان معین متمرکز است.^{۱۵} این روش موجب ترغیب سازمان به حذف ضایعات می‌گردد. این امر بویژه در زمانی صورت می‌پذیرد که ضایعات همه

ملی

فعالیت‌هایی را در برگیرد که ارزش افزوده ایجاد نمی‌نمایند^{۱۶}. JIT شامل مجموعه‌ای از تکنیک‌های ساخت و تولید می‌باشد که با زمانهای انتظار خط تولید و سفارش و خرید و سطوح موجودی در هر مرحله از فرآیند در ارتباطند. در این میان استراتژی‌هایی نیز روش مزبور را پشتیبانی می‌نمایند که برخی از آنها عبارتند از طراحی استقرار تسهیلات، طراحی محصول، برنامه‌ریزی و زمان‌بندی تولید، جریان مواد، زنجیره تامین و جنبه‌های انسانی سیستم تولید^{۱۷}. اصولاً JIT مبتنی بر عناصر زیر می‌باشد:

- کاهش سطوح موجودی؛
- کاهش موجودی حین فرآیند (محصولات نیمه ساخته)؛
- کاهش زمانهای راه‌اندازی ماشین آلات؛
- کاهش زمانهای انتظار در خطوط تولید؛
- کاهش قطعات اسقاطی و دوباره‌کاری‌ها؛
- آسان‌سازی فرآیندها؛
- بهبود کیفیت محصول؛
- بهبود نگهداری پیشگیرانه تجهیزات؛
- بهبود سیستم‌های ارتباطی در داخل بخش‌های مختلف و مابین آنها؛ و
- بهبود اثربخشی کلی کارخانه.

عامل شتاب‌دهنده سیستم JIT، استاندارد سازی عملیات و دستورالعملها می‌باشد. این امر به مفهوم تولید سریع در پایین‌ترین سطح ضایعات با استفاده از رویه‌ها و روشهای کارا می‌باشد. ذکر این نکته حائز اهمیت است که JIT نه تنها با عملیات تولیدی در ارتباط است، بلکه دستورالعملها و تکمیل گزارشات و فرم‌ها را نیز بعنوان بخشی از فرآیند کلی، دربرمی‌گیرد. در JIT چنین فرض می‌شود که منشاء ضایعات تنها در قسمت سخت‌افزاری و فنی عملیات وجود ندارد، بلکه در بخشهای نرم‌افزاری عملیات نیز ممکن است موجود باشد.

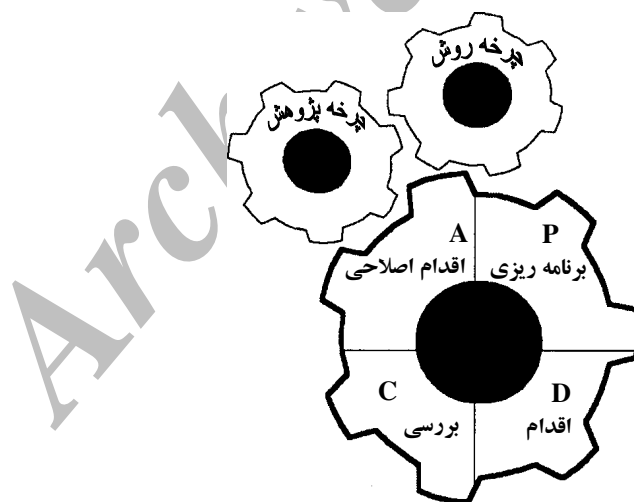
16- Reid and Sanders (2002)

17- Shingo (1992)

چرخه اجرا

برای به فعل در آوردن آنچه تاکنون گفته شد، وجود یک چرخه دیگر نیز ضروری به نظر می‌رسد. این چرخه، چرخه اجرا نامیده می‌شود و در واقع، همان چرخه PDCA می‌باشد (شکل ۴). برای تحقق اهداف هر یک از فعالیتهای این چرخه، سازمان و کارکنان آن می‌بایست فعالیتهای اجرایی را به‌طور منظم و سیستماتیک انجام دهند. چرخه PDCA شامل مراحل زیر است:

- برنامه‌ریزی (P): تعیین و تعریف برنامه جهت دستیابی به اهداف.
 - اقدام (D): آزمون برنامه‌های تعریف شده بوسیله اجرای یک طرح آزمایشی.
 - بررسی (C): بررسی تحقق نتایج مطلوب توسط آزمایش‌های انجام شده.
 - اقدام اصلاحی (A): در صورت حصول نتایج مطلوب آزمایشها، ترمیم آنها به سطح کل سازمان.
- در صورت عدم تحقق اهداف، بررسی دلایل عدم موفقیت و راههای اصلاح و بهبود در قدم‌های بعدی صورت می‌پذیرد. این امر خود نیازمند تکرار چرخه PDCA می‌باشد و یا حتی فراتر از آن، نیازمند برگشت به عقب و آزمون مجدد نتایج حاصل از چرخه‌های دیگر، یعنی چرخه‌های روش و پژوهش می‌باشد.



شکل ۴- چرخه اجرا

QC: عاملی برای تلفیق IMI و TQM

با آنکه مدل ارائه شده از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد، ولی به‌نظر می‌رسد بکارگیری و اجرای

ملی

آن نیازمند استفاده از ظرفیت‌های بیشتری از سازمان، بویژه نیروی انسانی آن می‌باشد. در مؤسسات ژاپنی، مکانیزم و ساختار اصلی که برای اجرای برنامه‌های بهبود در راستای نظامهای مدیریت کیفیت فراگیر (TQM) مورد استفاده قرار می‌گیرد، چرخه کیفیت می‌باشد. چرخه‌های کیفیت شامل نیروهای فعالی می‌باشند که وظیفه به فعل درآوردن استراتژیهای سازمانی را برعهده دارند. این افراد در قالب یک برنامه بهبود کیفیت نظیر هوشین کانری^{۱۸} و یا گسترش خطی مشی کیفیت^{۱۹}، فعالیتهای اجرایی بهبود را پشتیبانی می‌کنند. در چرخه‌های کیفیت، کارکنان از بخشهای مختلف سازمان مشارکت دارند و موجب انتقال اطلاعات بهبود کیفیت به کلیه کارکنان در همه سطوح می‌گردند. رکن اصلی چرخه‌های کیفیت، استفاده از تکنیکهای کنترل کیفیت برای حل مشکلات و مسائل می‌باشد. این تکنیک‌ها شامل ابزارهای مقدماتی کنترل کیفیت می‌باشند که عبارتند از برگه‌های بازبینی^{۲۰}، نمودارهای پارتو^{۲۱}، نمودارهای علت و معلول^{۲۲}، نمودارهای کنترل^{۲۳}، نمودارهای وابستگی بین عوامل^{۲۴} و هیستوگرامها^{۲۵}. البته استفاده از سایر ابزارهای آماری نظیر احتمالات، تحلیل همبستگی، تحلیل رگرسیون، تحلیل واریانس، طراحی آزمایشها و آزمون قابلیت اطمینان نیز از نظر کمی برای تحلیل علمی مشکلات و مسایل مفید می‌باشند. با توجه به آنچه گفته شد، مدل IMI قابل توسعه بوده و می‌توان آنرا با روشهای مورد اشاره تلفیق نمود. بعنوان مثال، پیشنهاد ارائه شده در شکل (۵)، در واقع یک مدل جامع برای بهبود مستمر مدیریت ضایعات می‌باشد که کلیه مباحث مطرح شده در این مقاله را شامل می‌گردد. همانگونه که در شکل مشخص است، ابزارهای کنترل کیفیت، سایر ابزارهای آماری و روش‌های پیشرفته بهبود مستمر مانند شش سیگما^{۲۶} از چرخه‌های کیفیت پشتیبانی می‌نمایند و حرکت چرخه کیفیت موجب حرکت چرخه اجرا در مدل IMI می‌گردد که این امر خود موجب حرکت سایر چرخه‌های مدل مزبور می‌گردد. لازم به توضیح است که در مدل پیشنهادی

18- Hoshin Kanri

19- Quality Policy Deployment (QPD)

20- Check sheets

21- Pareto Diagrams

22- Cause and Effect Diagrams

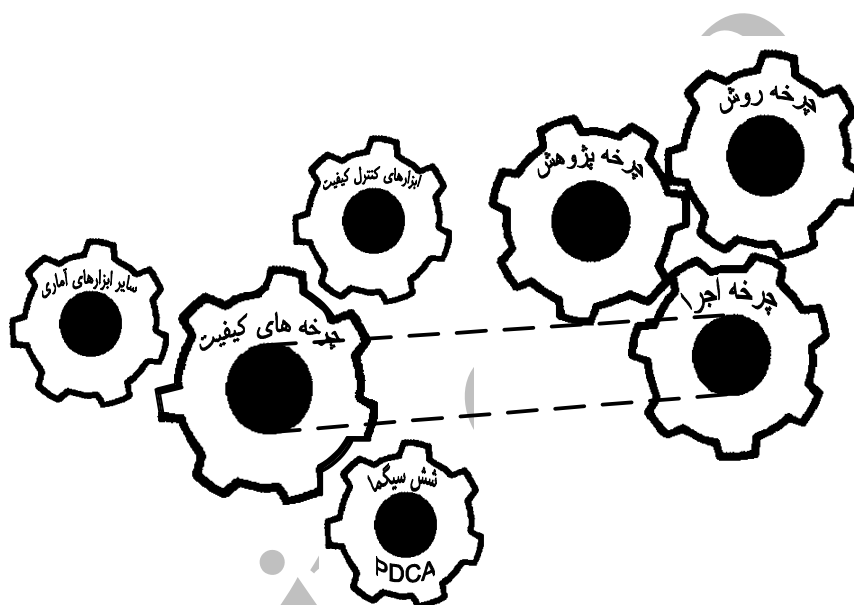
23- Control Charts

24- Scatter Diagrams

25- Histograms

26- Six Sigma Methodology; Tennant (2001); Wiklund and Wiklund (2002)

شکل (۵)، دو چرخه اجرا وجود دارد. چرخه اول همان چرخه اجرا در IMI است و چرخه دوم، چرخه ای است که موجب بهبود مستمر فعالیتهای چرخه کیفیت می‌گردد. در هر حال، اجرای برنامه‌های بهبود مقوله‌ای است که می‌بایست توسط روشهای تیمی به انجام برسد و این مقاله نیز استفاده از روشهای تیمی و مشارکت کارکنان را در این زمینه توصیه می‌نماید، چرا که روشهای تیمی موجب افزایش تعهد کارکنان و احتمال موفقیت برنامه‌های بهبود می‌گردند.



شکل ۵- مدل جامع پیشنهادی برای کنترل و بهبود مستمر مدیریت ضایعات

نتیجه گیری

آنچه در این مقاله ارائه گردید، مجموعه‌ای از چرخه‌های مختلف بود که با حرکت آنها، مجموعه فعالیتهای یک موسسه دچار تحول گردیده و ضایعات احتمالی، کنترل، ریشه‌یابی و حذف می‌گردند. با مطالعه نحوه به‌کارگیری تکنیکها و روشهای بهبود کیفیت توسط ژاپنی‌ها، چنین به‌نظر می‌رسد که موفقیت کامل و تضمین شده برنامه‌های مزبور مستلزم تلفیق روشهای مورد استفاده و به‌کارگیری سیستماتیک آنها می‌باشد. استفاده منحصر به‌فرد و موردی از تکنیکهای بهبود ممکن است به موفقیت‌های ناچیزی بیانجامد، ولی در بلندمدت منجر به شکست شده و موجبات ناامیدی سازمانها را فراهم می‌آورد. تنها بوسیله ترکیب مناسب روشهای مزبور است که سازمانها قادر به کاهش ضایعات نه‌تنها درون فرآیند تولید، بلکه در خارج از آن نیز می‌باشند. موفقیت در برنامه‌های بهبود تنها از طریق

ملی

پشتکار و تعهد کلیه کارکنان مشارکت‌کننده در برنامه کاهش ضایعات میسر است. در مجموع، در این مقاله یک مدل جامع دارای چرخه‌های متصل بهم ارائه شد که هدف آن بهبود مستمر مدیریت ضایعات می‌باشد. در واقع هر یک از چرخه‌های مدل پیشنهادی در ارتباط و اثرگذاری متقابل با یکدیگر می‌باشند. درگیری چرخه‌ها با یکدیگر به‌گونه‌ای صورت می‌پذیرد که فعالیت‌های بهبود مستمر بطور سیستماتیک تعریف شده، ارزیابی شده و اجرا می‌گردند. مدل پیشنهادی از این نظر حائز اهمیت می‌باشد که موجب می‌گردد سازمانها آنرا باتوجه به نیازهای ویژه خود مورد استفاده قرار دهند، ضمن آنکه نسبت به اعمال بهبود مستمر نیز اطمینان حاصل می‌نمایند. بطور کلی مزیت مهم مدل پیشنهادی، حصول اطمینان از بکارگیری همه نیروهای لازم برای فرآیند بهبود می‌باشد. این امر باتوجه به موارد زیر صورت می‌پذیرد:

- نیاز به تعریف سیستماتیک از مسائل، مشکلات و محدودیتها (بوسیله چرخه پژوهش).
- نیاز به ارزیابی و استفاده از روشها و رویه‌های متفاوت برای دستیابی به اهداف (بوسیله چرخه روش).
- نیاز به برنامه‌ریزی دقیق و شفاف چگونگی پیاده‌سازی و اجرای روشهای انتخابی در سازمان و تعیین منابع و اقدامات ضروری برای تحقق واقعی اهداف اجرایی (بوسیله چرخه اجرا).
- نیاز به استفاده از روشهای تیمی و مشارکت کارکنان از کلیه سطوح سازمانی (بوسیله چرخه‌های کیفیت).
- نیاز به پشتیبانی چرخه‌های کیفیت (بوسیله روشهایی مانند ابزارهای مقدماتی کنترل کیفیت و سایر ابزارهای آماری).
- نیاز به بهبود مستمر فعالیت‌های چرخه‌های کیفیت (بوسیله PDCA یا شش سیگما).

منابع

- 1- Cardinali, R. (2001), "Waste management: A missing element in strategic planning", *Work Study*, Vol. 50, No. 5, pp. 197-201.
- 2- Chase, R. B., Aquilano, N J., and Jacobs, F. R. (2001), *Operations management for competitive advantage*, 9th ed., McGraw-Hill/Irwin, New York, NY.
- 3- Deming, W. E. (1986), *Out of the crisis*, MIT Press, Cambridge, MA.
- 4- Hirano, H. (1988), *JIT factory revolution: A pictorial guide to factory design of the*

- future*, Productivity Press, Cambridge, MA.
- 5- Ishikawa, K. (1985), *Guide to quality control*, Asian Productivity Press, Tokyo.
 - 6- Reid, R. D. and Sanders, N.R. (2002), *Operations management*, John Willey & Sons, Inc., New York, NY.
 - 7- Shingo, S. (1992), *The Shingo production management system*, Productivity Press, Cambridge, MA.
 - 8- Schonberger, R.J. (1982), *Japanese manufacturing techniques*, Collier Macmillan Publishers, London.
 - 9- Tennant, G. (2001), *Six Sigma: SPC and TQM in manufacturing and services*, Gower Publishing Co., Aldershot, England.
 - 10- Wiklund, H. and Wiklund, P. S. (2002), "Widening the Six Sigma concept: An approach to improve organizational learning", *Total Quality Management*, Vol. 13, No. 2, pp. 233-239.

Archive of SID