

Paper Type: Original Article



The Impact of Lean Manufacturing on Project Management

Armin Kakainejad^{1,*}, Michael Balle², Jafar Namdar³, Dari Paul⁴, Andrea Arellano⁵¹ Department of Industrial Engineering, Iran Cable Factory; armin.kakaeinezhad@gmail.com.² Department of Industrial Engineering, Sorbonne University, Paris, France; m.balle@orange.fr.³ Department of Industrial Engineering, MIT, Massachusetts, USA; jafarnamdar.mit@gmail.com.⁴ Department of Industrial Engineering, South-Eastern University, Norway; daryl.j.powell@ntnu.no.⁵ Department of Industrial Engineering, Toyota Factory; andrea.arellano131@gmail.com.

Citation:

Kakainejad, A., Beal, M., Namdar, J., Paul, D. (2025). The impact of lean manufacturing on project management. *Management sciences and decision analysis*, 3(2), 77-89.

Received: 06/09/2024

Reviewed: 11/10/2024

Revised: 18/01/2025

Accepted: 15/02/2025

Abstract

Purpose: This study aimed to examine the impact of implementing lean manufacturing on improving project management performance in industrial environments. A case study was conducted at Iran Cable Factory in Shiraz to demonstrate how lean principles enhance productivity and project efficiency.

Methodology: The research followed a descriptive-analytical and applied approach. Data were collected from all factory employees using field methods. Lean manufacturing was implemented based on core principles such as continuous improvement, waste elimination, and process optimization. The effects were evaluated across key project management indicators.

Findings: The results revealed that lean implementation significantly improved metrics such as production increase, waste reduction, rework minimization, reduced raw material consumption, fewer equipment failures, better project scheduling, and reduced human resource involvement.

Originality/Value: This study offers a practical example of successful lean manufacturing deployment in an Iranian industrial company, providing a replicable model for other organizations seeking to enhance process efficiency and project outcomes.

Keywords: Lean manufacturing, Project management, Productivity, Waste elimination, Manufacturing industry.

Corresponding Author: armin.kakaeinezhad@gmail.com  10.22105/msda.v3i2.90

Licensee. **Management Sciences and Decision Analysis**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



تأثیر تولید ناب بر مدیریت پروژه

آرمین کاکایی نژاد^۱، میثائیل بیل^۲، جعفر نامدار^۳، دری پاول^۴، آندریا آرانو^۵

^۱گروه مهندسی صنایع، کارخانه کابل سازی ایران.

^۲گروه مهندسی صنایع، دانشگاه سوربن، پاریس، فرانسه.

^۳گروه مهندسی صنایع، دانشگاه MIT، ماساچوست، آمریکا.

^۴گروه مهندسی صنایع، دانشگاه South-Eastern، نروژ.

^۵گروه مهندسی صنایع، کارخانه تویوتا.

چکیده

هدف: این تحقیق با هدف بررسی تأثیر اجرای نظام تولید ناب بر بهبود عملکرد مدیریت پروژه در محیط‌های صنعتی انجام شده است. مطالعه موردی در کارخانه کابل سازی ایران (واقع در شیراز) به دنبال آن است تا نشان دهد چگونه اصول تولید ناب می‌توانند بهره‌وری و کارایی پروژه‌ها را افزایش دهند.

روش‌شناسی پژوهش: روش تحقیق از نوع توصیفی-تحلیلی و کاربردی بوده و داده‌ها به صورت میدانی از کل کارکنان کارخانه گردآوری شده است. در این تحقیق، اصول تولید ناب شامل بهبود مستمر، حذف ضایعات، و افزایش بهره‌وری در خط تولید پیاده‌سازی شده‌اند و اثر آن‌ها بر شاخص‌های کلیدی مدیریت پروژه مورد ارزیابی قرار گرفته است.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تولید ناب به طور معناداری بر بهبود شاخص‌هایی نظیر افزایش تولید، کاهش ضایعات، کاهش دوباره‌کاری، کاهش مصرف مواد اولیه، کاهش خرابی دستگاه‌ها، بهبود زمان‌بندی پروژه و کاهش نیروی انسانی تأثیر مثبت داشته است.

اصالت/ارزش افزوده علمی: این مطالعه یک نمونه کاربردی از اجرای موفق تولید ناب در یک واحد صنعتی ایرانی ارائه می‌دهد که می‌تواند به عنوان الگویی برای سایر صنایع جهت بهینه‌سازی فرایندها و ارتقای مدیریت پروژه‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: تولید ناب، مدیریت پروژه، بهره‌وری، حذف ضایعات، صنعت تولید.

۱- مقدمه

پيچيدگي، يکي از مشخصه‌هاي اصلي جوامع و سازمان‌هاي امروزي است. سازمان‌ها براي نيل به موفقيت نيازمند تطابق و سازگاري با تحولات و دگرگوني‌هاي مداوم و سريع بوده و ناگزيرند براي بقا به کيفيت محصولات و خدمات خود توجه نمایند. عصر حاضر براي سازمان‌ها عصر مشتري‌گرایی و مخاطب‌محوری است که میزان موفقیت هر سازمان با میزان توجه به خواسته‌های مشتریان و مخاطبان ارتباط مستقیم دارد. برای آن‌که بتوان خواسته‌های مشتریان و مخاطبان را برآورده ساخت، اقدام به اصلاح و بهبودی فراگیر در سطح سازمان ضروری است. بهبود فرایندها، افزایش رضایت مشتری (مخاطب) و کاهش هزینه‌های سازمان، از مسایل مهمی هستند که سازمان‌ها همواره با آن سروکار دارند [1]. شناسایی منابع اتلاف و جست‌وجو برای یافتن راه‌حلهایی جهت حذف و اصلاح موانع، مشکلات و محدودیت‌ها و تبدیل آن‌ها به موضوعاتی ارزش‌زا در کانون توجه سازمان‌های امروزی قرار دارد [2]. صاحب‌نظران علوم مدیریت در طول دهه‌های گذشته، تلاش‌های خود را حول محور ایجاد و گسترش و به‌کارگیری مکانیزم‌هایی متمرکز نموده‌اند که سازمان‌ها به کمک آن‌ها بتوانند در بهبود سطح بهره‌وری و کیفیت محصول و در نتیجه کاهش هزینه‌ها گام بردارند [3]، [4].

تغییرات و تحولات عمیق دنیای کسب و کار و الزامات جدید تولید و تجارت در عصر کنونی، زمینه ظهور و بروز نگرش‌های جدیدی را فراهم ساخته است که ضروری است مورد توجه دست‌اندرکاران عرصه تولید و تجارت قرار گیرد [5]. در این بین بسیاری از محققان بر این باورند که برای کنترل عوامل و چالش‌های صنایع در عصر حاضر، ناب کردن نظام تولید یکی از الزامات اجتناب‌ناپذیر و ضروری شرکت‌ها می‌باشد [6]. در سال‌های پس از ظهور تفکر ناب در ارتقای کیفیت، بهره‌وری و حذف اتلاف در سازمان‌ها، مطالعات بسیاری در زمینه تولید ناب و استفاده از این نگرش در بخش تولید انجام گرفته است زیرا ضایعات در بخش‌های تولیدی وضوح بیش‌تری دارد و نمونه‌های هدررفت در کارخانه‌جات تولیدی ملموس‌تر است [7]. با کمک تولید ناب می‌توان با کاهش هزینه‌ها و کاهش هدررفت امکانات، سازمان‌ها را در بهبود بهره‌وری و افزایش توان رقابتی یاری رساند [7]. بنابراین، می‌توان گفت که ناب کردن نظام تولید هر صنعت، یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین مکانیزم‌های افزایش رقابت‌پذیری و رهبری بازار می‌باشد [8].

این پژوهش از نوع کاربردی و از دسته مطالعات، توصیفی-تحلیلی است. نمونه آماری پژوهش را ۱۵۰ نفر از کارکنان کارخانه کابل‌سازی ایران واقع در استان فارس شهر شیراز که تمامی کارکنان کارخانه می‌باشند، تشکیل می‌دهد.

۲- روش‌شناسی

این پژوهش از نظر ماهیت از نوع پژوهش‌های کمی، با توجه به هدف از نوع پژوهش‌های کاربردی می‌باشد. در این تحقیق اطلاعات نظری از روش کتابخانه‌ای و سایر اطلاعات، از روش میدانی جمع‌آوری شده است و به لحاظ نحوه گردآوری داده‌ها، اطلاعات از گزارشات روزانه تمامی افراد کارخانه و به صورت میدانی از تمامی واحدهای مورد بررسی و تمامی افراد آنان جمع‌آوری گردید.

هدف این مقاله کمک به درک تولید ناب بر مدیریت پروژه است.

سوال اصلی تحقیق: تولید ناب بر مدیریت پروژه و زمان تحویل کالا موثر است؟

۳- بیان مساله

۳-۱- تولید ناب

زادگاه تولید ناب، شرکت تویوتا در جزیره ناگویای ژاپن است. در دهه ۱۹۳۰ ایچی تویودا با مهندس شرکت، تالچی اُهنو به آمریکا سفر کرده و از شرکت اتومبیل‌سازی فورد بازدید کردند و به این نتیجه رسیدند که اصول تولید انبوه قابلیت پیاده‌سازی در ژاپن را ندارد، زیرا این سیستم پر از اتلاف است. براین مبنا، آن‌ها شیوه جدیدی را که بعدها ناب نام گرفت، ایجاد کردند. در این روش تلاش می‌شود که اتلاف به حداقل برسد و بیش‌ترین بهره‌وری از امکانات نیروی انسان و سرمایه به عمل آید [9]. این تفکر که دلیلی برای از دست دادن امکانات به صورت ضایعات وجود ندارد، پس بایستی ضایعات موجود را حذف کرد تا ارزش افزوده بیش‌تر را اخذ نمود، در سال ۱۹۵۰ به ذهن اوهنو رسید و آغاز تحولی بزرگ در صنایع جهان شد. به اعتقاد اوهنو اساسی‌ترین مشکلی که بایستی از سیستم‌ها حذف شود، مواد یا ضایعات می‌باشد. اوهنو موادهای خود را چنین فهرست می‌کند: نواقص در محصولات، تولید بیش از حد کالا، موجودی کالاهایی که منتظر انجام فرآیندهای بعدی هستند، فرآیند غیرلازم، جابه‌جایی غیرضروری (نیروی انسانی)، حمل و نقل غیرضروری (کالاها)، انتظار نیروی انسانی برای ملزومات تا کارهای خود را انجام دهند [10]. این فلسفه شامل از بین بردن ضایعات و اقدامات غیرضروری، تولید منعطف و بالابردن قابلیت پاسخگویی با برقراری ارتباط تمام عوامل برای ایجاد ارزش و افزایش بهره‌وری است.

شینگو در سال ۱۹۹۲ ضایعات را در هفت گروه دسته‌بندی کرد: ۱- ضایعات مربوط به تولید مازاد بر ظرفیت، ۲- فرآیند اضافی تولید، ۳- موجودی غیرضروری، ۴- حمل و نقل، ۵- تولید محصولات معیوب، ۶- تاخیرهای زمانی و ۷- حرکت و کار اضافی در سیستم‌های تولیدی. برخی مطالعات، اتلاف حاصل از استفاده نکردن بهینه از نیروی انسانی را هم به این مجموعه افزوده‌اند. در سال ۱۹۹۶ مفهوم اولیه ناب گسترده‌تر گردید و پنج اصل کلیدی به منظور معرفی تفکر ناب در محیط‌های تولیدی با هدف شناسایی و حذف ضایعات مورد مطالعه قرار گرفت [11].

تمامی اعمالی که در یک سازمان موجب بروز اتلاف می‌شوند به سه دسته کلی تقسیم می‌شوند: ۱- مودا، ۲- مورا و ۳- موری. مودا اجزایی از تولید است که ارزشی به کار یا اجزای کاری اضافه نمی‌کند. مورا محدود نکردن هزینه‌های تولید با حفظ کیفیت است که عامل به وجود آمدن آن حجم تولید بی‌قاعده و برنامه‌ریزی تولید است. به معنی عدم تعادل ظرفیت کاری هر ماشین با مقدار کاری که هر ماشین می‌تواند انجام دهد [7]. موری به معنی گسترش محدودیت‌های توان و ظرفیت است، چه برای کارکنان و چه برای ماشین‌آلات و تجهیزات. مثلاً استفاده بیش از حد از توانایی نیروی کار باعث ایجاد استرس و تنش‌هایی می‌شود که به نوبه خود موجب افت کیفیت و بازدهی نامناسب می‌شود [12]. نیاز به رقابت موثر در اقتصاد جهانی، فشار از طرف مشتریان برای کاهش قیمت‌ها، نیاز به استانداردسازی فرآیندها برای دستیابی به نتایج مورد انتظار و افزایش دایمی انتظارات مشتری دلایل تاکید بر تولید ناب به عنوان یک راهبرد موفق هستند [8]. بسیاری از مطالعات تحقیقاتی، ناب بودن به معنای بدون اتلاف و ضایعات بودن را به عنوان مفهوم اصلی تولید ناب می‌دانند [13]، [14]. تولید ناب به منظور پاسخگویی به نرخ تقاضا، از طریق مجموعه‌ای از روش‌های هم‌افزا بر حذف سیستماتیک ضایعات از فرآیندهای عملیاتی سازمان متمرکز است [15]. هوپ و اسپرمن [16] تولید ناب را تولیدی می‌دانند که با حداقل هزینه‌های بافر انجام می‌شود. شاه و وارد [17] در تعریف خود از تولید ناب، آن را مجموعه روش‌هایی می‌دانند که برای ایجاد یک سیستم با کیفیت، مطابق با تقاضای مشتری و بدون اتلاف، محصولات نهایی را تولید کرده و با یکدیگر کار می‌کنند. بر اساس نظر میر و فارسر [3] مفهوم تولید ناب به طور عملی ادغام اصول مرتبط با بهبود از طریق به کارگیری هم‌زمان مدیریت کیفیت جامع و تولید به موقع است به طوری که فرآیندها بر مبنای رایانه در تمام بخش‌های طراحی، مدیریت کارخانه، عرضه و کامل شوند. یانگ و همکاران [18] تولید ناب را مجموعه‌ای از روش‌هایی تعریف می‌کنند که با هدف حذف ضایعات و فعالیت‌های فاقد ارزش افزوده از عملیات تولیدی شرکت به کار گرفته می‌شود.

۳-۲- مدیریت پروژه

پروژه عبارت است از مجموعه اقدامات و عملیات پیچیده و منحصر به فردی متشکل از فعالیت‌های منطقی و مرتبط با یکدیگر است که زیر نظر یک مدیریت برای تأمین هدف یا اهدافی مشخص در چارچوب برنامه‌زمانی و بودجه از پیش تعیین‌شده‌ای اجرا می‌شود.

قدمت مدیریت پروژه بدون توجه به دانش مدیریت پروژه به حداقل ۴۵۰۰ سال پیش بر می‌گردد. پیدایش مدیریت پروژه به عنوان یک علم از جنگ جهانی اول آغاز شد به طوری که در سال ۱۹۱۷ آقای هنری ال گانت نمودار معروف گانت را ابداع کرد. مدیریت پروژه با دیدگاه امروزی به برنامه‌ریزی و کنترل و مدیریت پروژه‌هایی اطلاق می‌شود که غیرتکراری، منحصربه‌فرد و موقتی بوده و قابل شکسته شدن به مجموعه‌ای از فعالیت‌ها هستند که نقاط شروع و پایان تعریف شده‌ای داشته و مجموعه‌ای از منابع در سطوح مختلفی به کار می‌گیرد. همواره در مدیریت پروژه‌ها چالش‌های مختلفی مانند زمان، هزینه و منابع انسانی وجود دارد و ایجاد راهکارهایی جهت استفاده بهره‌ور و حداکثری از آن‌ها و کاهش اتلاف آن‌ها مهم‌ترین هدف در مدیریت پروژه‌ها بوده است. از این رو یافتن روش‌هایی که بتوان استفاده حداکثری و کاهش اتلاف را از منابع پروژه برای سازمان‌ها، مدیران و ذی‌نفعان پروژه ایجاد نمایند در اولویت بوده است که یکی از این روش‌ها تولید و مدیریت ناب می‌باشد.

۳-۳- نقش تولید ناب در مدیریت پروژه

کاربرد دانش، مهارت‌ها، ابزارها و تکنیک‌ها در انجام فعالیت‌های پروژه برای رسیدن به نیازمندی‌های پروژه را مدیریت پروژه می‌نامند. جهت مدیریت بهتر پروژه‌ها همواره باید کوشید که پروژه‌ها در محیطی پویا و متحول به فعالیت خود ادامه دهند تا بتوان پروژه را در وضعیت مناسبی از بهره‌وری، سوددهی و رضایت مشتری به سرانجام رساند. تولید ناب از فلسفه بهبود مستمر استفاده می‌کند و با استفاده از فرهنگ کار گروهی می‌کوشد اتلاف‌های موجود در فرآیند را بیابد، تحلیل کند و از بین ببرد. اثر چنین سیستمی، کاهش زمان تولید، کارایی بهتر کارکنان، کیفیت بالاتر، انعطاف‌پذیری بیش‌تر نسبت به بازار، عمر بیش‌تر ماشین‌آلات، سطح پایین موجودی و کاهش هزینه‌های سربار است. تولید ناب یک رویکرد سیستماتیک برای حذف اتلاف‌ها از طریق بهبود مستمر است.

هدف تولید ناب برآورده کردن خواسته‌های مشتریان در بالاترین کیفیت، کمترین هزینه و زمان ممکن از طریق حذف دائمی اتلاف و رسیدن به اتلاف صفر است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که به کمک تولید ناب می‌توان حرکت رو به جلو و پویایی را برای پروژه‌ها فراهم نمود که به کمک آن بتوان مدیریت پروژه در یک حالت سود بخش و بهره‌ور انجام داد.

۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها

جهت پیاده‌سازی تولید ناب شروع به اقدام موارد زیر گردید:

ابتدا چشم‌انداز، اهداف و استراتژی‌های سازمان مجدداً تعریف گردید. سپس ارزش‌های سازمان باز تعریف گردید. سپس شرح وظایف و مسئولیت‌ها و شایستگی‌های شغلی مجدداً تعریف گردیدند و مکانیسم تشویق و تنبیه با توجه اهداف جدید مهندسی مجدداً گردیدند. جهت بهبود عملکرد سازمان در راستای موفقیت در پیاده‌سازی تولید ناب نیز از روش *OKR* به نحو زیر استفاده گردید:

ابتدا مشکل سازمان به وسیله خبرگان سازمان مشخص می‌گردد که در این مرحله همان پیاده‌سازی تولید ناب است و سپس *O* سازمانی تعریف گردید بعد از تعریف *O* سازمانی، آن را به واحدهای مربوطه ارجاع داده و راهکارها ارائه داده شد و بعد از آن *O* تیمی تشکیل گردید و پروژه‌ها جهت رسیدن به راهکارهای اعلامی طراحی می‌شوند و وظایف هر تیم مشخص می‌گردد. در این مرحله راهکارها، خلاقیت و ابتکارها در مرحله بروز پیدا می‌کند. زمان مشخص کردن *O* سازمانی و *O* تیمی ۲ هفته مشخص گردید و سپس *KRs* تعریف می‌شود، *KRs* نتایج کمی هستند که باید در انتهای دوره سه‌ماهه به آن‌ها دست یابیم نکته قابل توجه این است که باید *KRs* را ریز و شفاف کرد. در این مرحله جلسات *Check in* به صورت هر دو هفته یکبار برگزار گردید تا میزان پیشرفت‌ها، برنامه‌ها، مشکلات (*PPP*) و راه‌حلی برای آن‌ها طراحی و مجدداً اولویت‌بندی گردند.

سپس تعیین اهداف و انتظارات از کارکنان و شاخص‌های ارزیابی آنان تعریف گردید و برای هر شاخص معیار هدفی در نظر گرفته شد و در نهایت توافق‌نامه عملکردی برای تمام کارکنان طراحی و تنظیم گردید.

ابتدا هر بیست روز یکبار و سپس هر ماه یکبار جلسه بازخورد بین مدیران و کارکنان آن‌ها به روش *SBIC* و مدیران با مدیر کارخانه برگزار گردید. جهت توانمندسازی کارکنان دوره‌های آموزشی با موضوعات کار تیمی، تفکر ناب، تفکر چابک، هوش هیجانی، پوکیوکه (خطا ناپذیری) و *5S* اجرا گردید و جهت مدیران نیز آموزش تولید ناب، مهندسی ارزش، مهندسی مجدد، شش سیگما، مهندسی فرآیند، تفکر سیستمی، تفکر مبتنی بر ریسک، اصول کایزن و *TQM* اجرا گردید.

بعد از جلسه‌های ارزیابی عملکرد، به عارضه‌یابی و تحلیل عملکرد نامطلوب کارکنان پرداخته می‌شود که جهت ریشه‌یابی عیوب در کارخانه، از روش *RCA* استفاده گردید.

جهت بهبود برنامه‌ریزی و فرآیند تولید و جلوگیری از تولید مازاد، کالای نیمه‌ساخته در پای خط تولید و کوچک کردن دسته‌های تولید، تمام برنامه‌ریزی‌های تولید با نرم‌افزار *MSP* و *Primavera* انجام گردید همچنین، از سیستم تولید فشاری به سیستم تولید کششی تغییر روش انجام گردید و سیستم کانبان نیز در کارخانه پیاده‌سازی گردید.

جهت ایجاد کارکنان چندمنظوره، به کارکنان کارکردن با چند دستگاه آموزش داده شد و توسط واحد فنی نیز جهت بهتر کارکردن با دستگاه‌ها، آموزش‌هایی به کارکنان داده شد. *5S* در کارخانه پیاده‌سازی گردید و در کارخانه تیم کایزن تشکیل شد. جریان ارزش شناسایی گردید و نقشه‌برداری آن انجام گردید. جریان ارزش مجموعه‌ای است از تمامی اعمال ضروری برای محصولی معین، این موضوع شامل همه فرآیندهای تولید محصولات و خدمات یعنی از ایده اولیه تا ورود محصول و خدمات به بازار است. برای حل مشکلات *A3* نوشته شد. یک دفترچه یادگیری طراحی و آماده گردید و در اختیار تمامی واحدها قرار گرفت و مقرر گردید که هر کسی هر چیزی یاد گرفت در این دفترچه مکتوب کند و مقرر گردید که مدیران جهت تفویض اختیار از ماتریس آیزنهاور استفاده گردد. جهت ارگونومی بهتر کارکنان مهندسی فاکتورهای انسانی شامل ارگونومی و ایمنی مهندسی مجدداً گردیدند. فعالیت‌هایی که به شکل موازی در جایی دیگر انجام می‌شدند با هم ادغام گردیدند جهت جلوگیری از اتلاف حمل و نقل، دیگرام گردش و ریسمانی طراحی گردید و سپس به کاهش و بهبود نقل و انتقال‌ها پرداخته شد. جهت جلوگیری از دوباره‌کاری‌ها و پردازش بیش از حد قطعات و جلوگیری از عملیات و فرآیندهای غیرضروری، مدیریت مبتنی بر فرآیند به شرح زیر پیاده‌سازی گردید.

۱. شناسایی فرایندها: شناسایی فرایندهای موجود، شناسایی فرایندهای ضروری اما ناموجود، شناسایی فرایندهای مرتبط با اهداف استراتژیک و دسته‌بندی فرایندها (شامل: فرایندهای تحقق محصول، فرایندهای پشتیبانی، فرایندهای پایش و اندازه‌گیری و فرایندهای مدیریتی می‌باشد)
۲. تهیه نقشه فرایندهای سازمان
۳. مدل‌سازی و مستندسازی فرایندها: تعیین اجزای فرایند (شامل: عنوان فرایند، هدف فرایند، ورودی فرایند، خروجی فرایند، شاخص‌های فرایند، دامنه فرایند، مسئول فرایند و مکانیسم کنترل می‌باشد)، تهیه شناسه فرایند، تهیه گردش کار و فلوچارت فرایند، تهیه مستندات مورد نیاز فرایند (شامل: روش‌ها و دستورالعمل‌های اجرایی، طراحی فرم‌ها و چک‌لیست‌ها بانک‌های اطلاعاتی و آیین نامه‌ها می‌باشد)
۴. پیاده‌سازی و بهبود فرایندها: برنامه‌ریزی فرایند که شامل تعیین دوره ارزیابی، تعیین معیار فعلی و معیار هدف و تعیین مسئول اندازه‌گیری می‌باشد، اجرای فرایند که شامل تامین منابع، آموزش و توجیه نیروی انسانی و مربی‌گری و نظارت مستمر، پایش و اندازه‌گیری فرایند که شامل ارزیابی اثربخشی و کارایی فرایندها و تعیین عدم انطباق‌ها و تجزیه و تحلیل و بهبود فرایند که شامل تجزیه و تحلیل آماری فرایند و بهبود مستمر آن با کمک نمودار میله‌ای-نمودار پارتو-نمودار علت و معلولی و در نهایت اقدامات اصلاحی مربوطه می‌باشد.

گمبا و اصول آن به کارکنان و مدیران آموزش داده شد و مقرر گردید حتما جهت رفع مشکلات و حرکت رو به جلو حتما باید در گمبا (محل وقوع مشکل) انجام پذیرد. جهت سیستم نگهداری و تعمیرات، سیستم *TPM* پیاده‌سازی گردید و جهت پیاده‌سازی پوکایوکه، استفاده از چراغ‌های هشداردهنده و رنگ‌ها در دستور کار قرار گرفت. همچنین جهت پیاده‌سازی جیدوکا، تیم فنی مهندسی ایجاد گردید و با کمک دانشگاه، خط تولید مجهز به سیستم هشداردهنده صوتی و نوری گردیدند که به‌صورت خودکار می‌تواند خط تولید را متوقف کند. جهت رضایت و ارتباط با مشتری واحد *CRM* تشکیل گردید. جهت مهندسی مجدد محصولات و مواد اولیه، واحد *R&D* تشکیل گردید و سیستم *SMED* پیاده‌سازی گردید. سیستم نظام پیشنهادات در کارخانه راه‌اندازی گردید. جهت ایجاد کنترل بصری رنگ ماشین‌ها و چرخ‌ها از مجزا گردید و نحوه کار با ماشین‌آلات، به‌صورت عکس‌هایی در کنار ماشین‌آلات نصب گردید. نمودار کیفیت و عملکرد هر ایستگاه، به‌طور مجزا بر روی آن نصب گردید. جهت آموزش بهتر، روش آموزش گیم فیکیشن به شرح زیر اجرا گردید:

ابتدا نیازسنجی آموزشی انجام گرفت سپس دوره‌های آموزشی طراحی و اجرا گردید. سپس روش گیم فیکیشن به نحوه زیر در سیستم آموزشی جای گرفت:

۱. مسابقه‌ای طراحی گردید که شامل سؤالاتی بود که هم مرتبط به کار بودند و هم جنبه تفریحی داشتند (جهت گردش اطلاعات و یادگیری همگانی) این مسابقه در هر بخش جداگانه انجام گردید و هفته‌ای یک‌بار نیز اجرا می‌گردد و به برنده‌ها جوایزی تقدیم می‌گردد. در این مسابقه گردش اطلاعات خوبی میان کارکنان هر قسمت شکل گرفت و کم‌کم پاسخ‌ها با خلاقیت نیز همراه گردید.
۲. بعد از صحبت و مشاوره با چند نفر از طراحان بازی در شیراز یک بازی فکری چهار نفره طراحی گردید که شامل چهار مهره بازی و دو عدد تاس بود که در آن سؤالاتی طراحی و امتیازاتی دیده شده بود و همچنین مسیرهای فرایند تولیدی در آن طراحی شده بود که با حرکت صحیح و یا بهبود آن می‌توانستند به جایزه مسابقه برسند.
۳. سیستم ارزیابی عملکرد، مهندسی مجدد گردید که شامل ۱۰۰ امتیاز گردید و همچنین یک‌سری امتیاز به یک‌سری از کارهای مهم کارخانه تخصیص داده شد و چند سقف امتیازی تعریف و به آن‌ها هدایایی تخصیص داده می‌شود سپس اعلام گردید که هرکس به این سقف از امتیازات برسد به این جوایز دست خواهد یافت. لازم به ذکر است امتیازات هر کس به‌صورت آنلاین برای خودش در سیستم کارخانه قابل مشاهده است و با کسب هر یک امتیاز، پنج هزار تومان می‌تواند پول دریافت کند.
۴. تابلو تحسین طراحی گردید و هر کس از کارکنان که رفتار مناسبی داشت عکس آن شخص با درج جمله‌ای از مدیر کارخانه در زیر آن در تابلو گذاشته می‌شود.
۵. سه تندیس طراحی گردید که شامل تندیس سرعت به نام جایزه فانتوم، تندیس خلاقیت به نام ایلان ماسک و تندیس مسئولیت‌پذیری به نام جایزه آرش بودند و در پایان هر پروژه صرفا هر تندیس به یک نفر تعلق می‌گیرد.
۶. پروژه‌های بزرگ را به‌صورت فیلم‌های سینمایی مشهور تعریف و فیلم‌نامه آن نوشته می‌شود و نام کارکنان را به‌صورت شخصیت‌های آن فیلم تعریف می‌گردد ولی اتمام این فیلم توسط خود کارکنان با عملکرد آن‌ها نوشته می‌شود و سپس هر داستان چاپ می‌شود و به کارکنان داده می‌شود. ارزیابی آموزش‌ها توسط روش کرک پاتریک انجام گردید.

برای ایجاد فرهنگ سازمانی مناسب راهکارهای زیر پیاده‌سازی گردید:

۱. استقرار مدیریت عملکرد کارکنان که همان ایجاد توافق نامه عملکردی می باشد که در بالا ذکر گردید.
۲. ایجاد گروه کارکنان در فضای مجازی: برای این که کارکنان از این گروه استقبال کنند و آن را بپذیرند باید تولید محتوایی جذاب در آن ایجاد گردید به طور مثال گذاشتن مسابقه و دادن جایزه به برنده - گذاشتن قسمتی از یک فیلم یا موسیقی و حدس زدن نام آن اثر.
۳. گذاشتن فیلم های آموزشی.
۴. حضور در تورهای بازدید از کارخانه ها.
۵. ایجاد فرم تشریح ارزش های سازمانی و مکتوب کردن آن و در اختیار گذاشتن آن برای کارکنان (کارکنان هم به صورت متنی و هم فیلم آموزشی باید توجیه شوند) و تعداد ارزش ها بین ۵ تا ۱۰ می باشد و باید برای آنان مصادیق رفتاری مثبت و منفی را مشخص کنیم.
۶. وجود تابلو تحسین: رفتارهایی که مثبت است را توسط تیم منتخب کارکنان عکس گرفته شده و در تابلو تحسین قرار گرفت.
۷. قدردانی و دادن پاداش به رفتارهایی که می خواهیم در سازمان نهادینه شوند.
۸. رفتارها و ارزش هایی را که می خواهیم به صورت فرهنگ در بیاید را قاب کرده و به دیوار گذاشته شد.
۹. هر هفته یا ماه یک لیوان یک بار مصرف به تمامی کارکنان بدهیم و روی آن شعار یا عکسی را که می خواهیم جا بیاندازیم را درج کنیم.

همچنین از سیستم های انگیزشی نیز جهت استقرار و استمرار تولید ناب به شرح زیر استفاده گردید:

۱. ایجاد تابلو تحسین: چند نفر از کارکنان مامور می شوند تا از رفتارهای نمونه عکس بگیرند و سپس عکس گرفته شده بعد از تایید توسط مدیران روی تابلو تحسین با درج یک جمله قرار می گیرد.
۲. تفویض اختیار با استفاده از مدل آیزنهاور.
۳. انتخاب کارمند نمونه در پایان هر سال در حضور خانواده ها.
۴. قدردانی از کارکنان در جمع خود کارکنان.
۵. ایجاد نشان و دادن آن ها به کارکنان نمونه.
۶. قدردانی از کارکنان توسط مدیران در فضای مجازی.
۷. دادن فرصت منتورینگ (مربی گری).
۸. کارمند نمونه را در سایت بگذاریم.
۹. ایجاد جعبه قدردانی: یک جعبه بگذاریم و اگر کسی می خواهد از کسی قدردانی کند درون آن بگذارد و هر هفته یا هر ماه مدیریت یا نماینده آن آن را برای کارکنان بخوانند.
۱۰. دادن وظایف و مسئولیت های مورد علاقه کارکنان به آن ها.
۱۱. دادن پاداش های نقدی به صورت کارانه.
۱۲. وجود صندوق پیشنهادات و دادن هدیه نقدی با دستور العمل مشخص به ۳ پیشنهاد برتر.

البته لازم به ذکر است که جهت پرداخت پاداش نکات زیر رعایت گردید:

۱. پاداش را همه نمی گیرند و شامل کسانی می شود که فراتر از عملشان کار کرده اند.
۲. هر کس فراخور عملش پاداش بگیرد یعنی پاداش باید در حد عمل انجام شده باشد.
۳. پاداش مبتنی به عملکرد باشد یعنی به حضور پاداش ندهیم به *Target* پاداش بدهیم.
۴. شاخص های پاداش دهی باید با استراتژی و اهداف سازمان همسو باشد.
۵. پاداش ها نباید صرفاً مالی باشد.
۶. پاداش ابزاری است برای فرهنگ سازی پس باید علنی باشد و دلیل آن شفاف باشد.
۷. همه کارکنان باید از فرصت برابری برای گرفتن پاداش برخوردار باشند.
۸. پاداش باید انگیزاننده باشد.
۹. پاداش باید بلافاصله بعد از انجام کار خوب باشد.
۱۰. مکانیسم پاداش دهی یک دستورالعمل و مکانیسم مشخصی داشته باشد.

همچنین در طی زمان انجام پیاده سازی تولید ناب جهت ایجاد تغییر در کارکنان از مدل کرت لوین که شامل: ۱- ذوب کردن، ۲- شکل دادن و ۳- انجماد مجدد است، استفاده گردید.

۵- نتیجه گیری

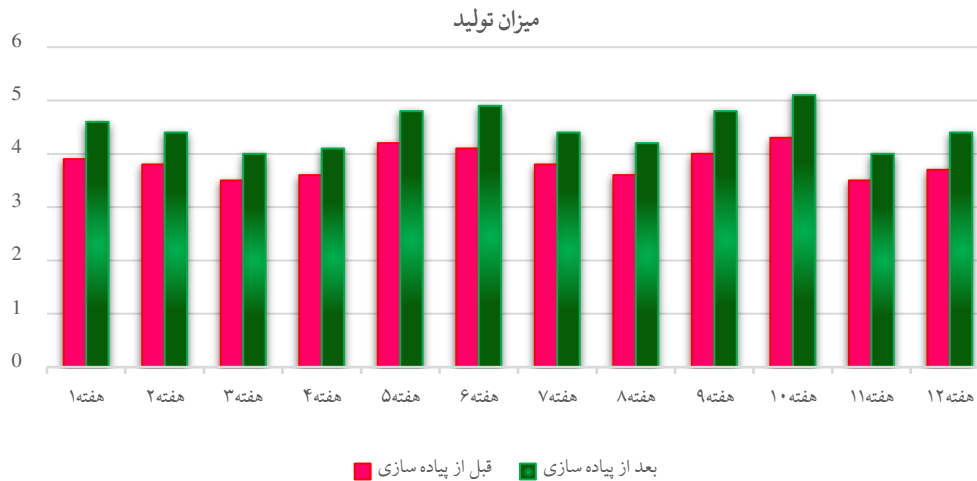
بعد از گذشتن چهار ماه از پیاده سازی تولید ناب، سپس تاثیر آن بر عوامل تاثیرگذار بر مدیریت پروژه ها که شامل: ۱- افزایش میزان تولید، ۲- کاهش زمان تولید، ۳- کاهش میزان ضایعات، ۴- کاهش زمان راه اندازی، ۵- مصرف مواد اولیه، ۶- دوباره کاری ها، ۷- خرابی دستگاه ها و ۸- نیروی انسانی درگیر در پروژه می باشد، مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت که نتایج زیر به دست آمد و نشان دهنده این موضوع بود که پیاده سازی تولید ناب بر مدیریت پروژه موثر است و فرض پژوهش تایید می گردد.

جدول ۱- میزان کابل های تولید شده برحسب ضریبی از متراف.
Table 1- Amount of cables produced based on a coefficient of area.

نام روز	قبل از پیاده سازی (ضریبی از متراف)	بعد از پیاده سازی (ضریبی از متراف)	تفاوت
هفته ۱	3.9	4.5	+14%
هفته ۲	4.2	4.8	+13%
هفته ۳	4.1	4.8	+15%
هفته ۴	4.3	4.9	+12%
هفته ۵	3.8	4.4	+14%
هفته ۶	3.9	4.5	+13%
هفته ۷	4	4.7	+15%
هفته ۸	4.1	4.7	+13%
هفته ۹	3.9	4.7	+17%
هفته ۱۰	3.9	4.5	+14%
هفته ۱۱	4.3	4.9	+13%
هفته ۱۲	4.2	4.9	+15%

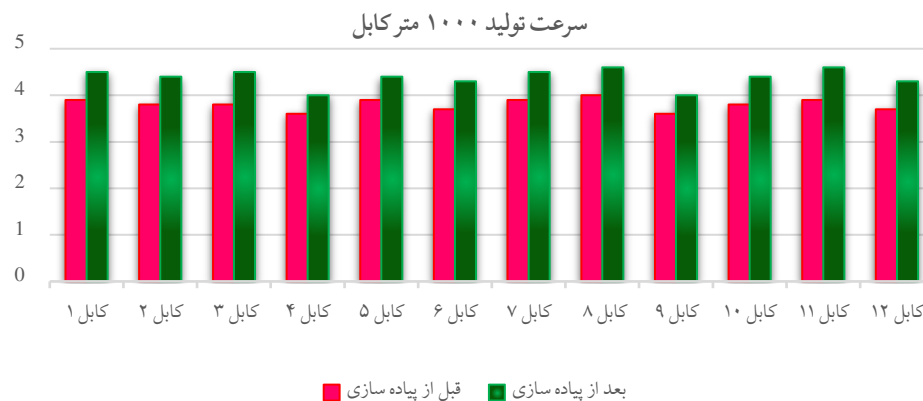
جدول ۲- سرعت تولید ۱۰۰۰ متر کابل برحسب ضریبی از واحد زمانی.
Table 2- Production speed of 1000 meters of cable in terms of a coefficient per unit of time.

نام کابل	قبل از پیاده سازی (واحد زمانی)	بعد از پیاده سازی (واحد زمانی)	تفاوت
کابل ۱	3.9	4.6	+15%
کابل ۲	3.8	4.4	+14%
کابل ۳	3.5	4	+13%
کابل ۴	3.6	4.1	+12%
کابل ۵	4.2	4.8	+13%
کابل ۶	4.1	4.9	+16%
کابل ۷	3.8	4.4	+14%
کابل ۸	3.6	4.2	+15%
کابل ۹	4	4.8	+17%
کابل ۱۰	4.3	5.1	+16%
کابل ۱۱	3.5	4	+13%
کابل ۱۲	3.7	4.4	+16%



شکل ۱- میزان کابل‌های تولیدشده برحسب ضریبی از مترمربع.

Figure 1- Amount of cables produced based on a coefficient of area.



شکل ۲- سرعت تولید ۱۰۰۰ متر کابل برحسب ضریبی از واحد زمانی.

Figure 2 - Production speed of 1000 meters of cable in terms of a factor of unit time.

جدول ۳- میزان ضایعات ایجادشده برحسب ضریبی از KG.

Table 3- Amount of waste generated in terms of a coefficient of KG.

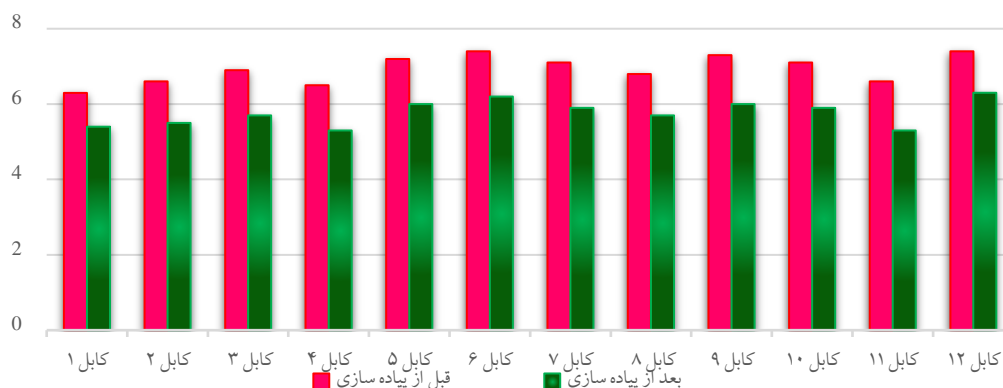
میزان ضایعات ایجادشده			
نام کابل	قبل از پیاده‌سازی (ضریبی از KG)	بعد از پیاده‌سازی (ضریبی از KG)	تفاوت
کابل ۱	6.3	5.4	+15%
کابل ۲	6.6	5.5	+17%
کابل ۳	6.9	5.7	+18%
کابل ۴	6.5	5.3	+19%
کابل ۵	7.2	6	+17%
کابل ۶	7.4	6.2	+16%
کابل ۷	7.1	5.9	+17%
کابل ۸	6.8	5.7	+16%
کابل ۹	7.3	6	+18%
کابل ۱۰	7.1	5.9	+17%
کابل ۱۱	6.6	5.3	+20%
کابل ۱۲	7.4	6.3	+15%

جدول ۴- زمان راه‌اندازی برحسب ضریبی از دقیقه.

Table 4- Startup time in terms of a multiple of minutes.

زمان راه‌اندازی			
نام کابل	قبل از پیاده‌سازی (ضریبی از دقیقه)	بعد از پیاده‌سازی (ضریبی از دقیقه)	تفاوت
کابل ۱	6.3	5.1	+19%
کابل ۲	6.4	5.2	+19%
کابل ۳	6.1	5.1	+17%
کابل ۴	6.5	5.2	+20%
کابل ۵	5.8	4.9	+16%
کابل ۶	6.2	5.3	+15%
کابل ۷	5.7	4.5	+21%
کابل ۸	5.6	4.6	+18%
کابل ۹	5.8	4.7	+19%
کابل ۱۰	5.9	4.6	+22%
کابل ۱۱	6.5	5.2	+20%
کابل ۱۲	6.4	5.4	+16%

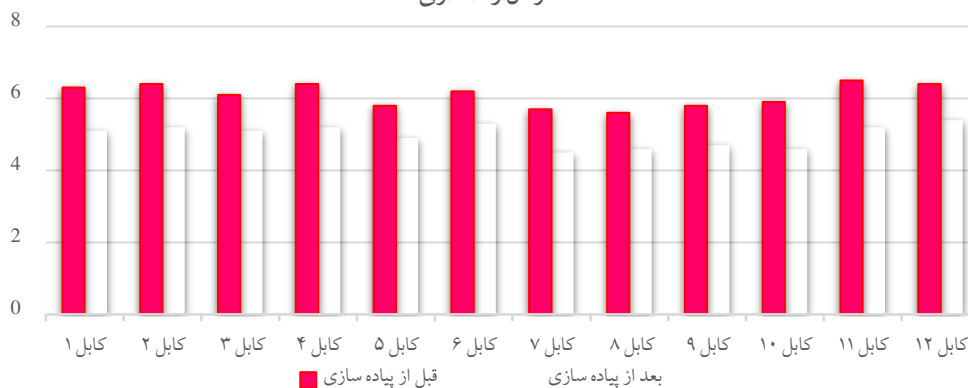
میزان ضایعات ایجاد شده



شکل ۳- میزان ضایعات ایجاد شده برحسب ضریبی از KG.

Figure 3- Amount of waste generated in terms of a factor of KG.

زمان راه‌اندازی



شکل ۴- زمان راه‌اندازی برحسب ضریبی از دقیقه.

Figure 4- Startup time in terms of a multiple of minutes.

جدول ۵- میزان مصرف مواد اولیه برحسب ضریبی از KG.

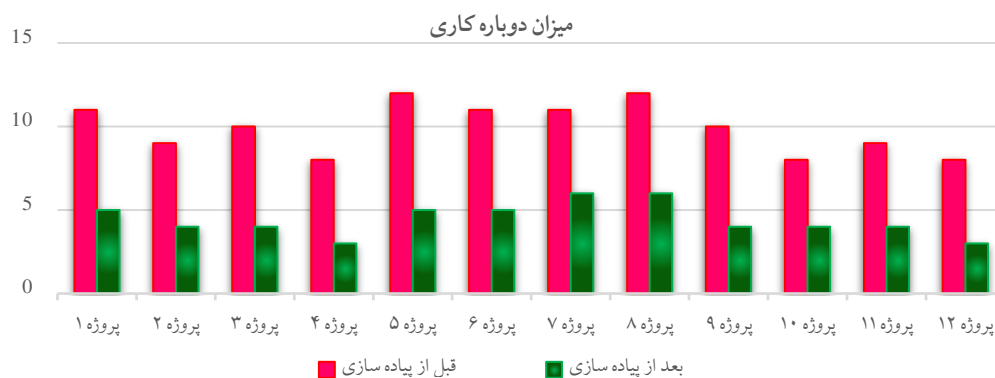
Table 5- Raw material consumption in terms of a coefficient of KG.

میزان مصرف مواد اولیه برحسب ضریبی از کیلو گرم			
نام کابل	قبل از پیاده سازی (ضریبی از کیلوگرم)	بعد از پیاده سازی (ضریبی از کیلوگرم)	تفاوت
کابل ۱	4.6	4	+23%
کابل ۲	5.8	5.1	+22%
کابل ۳	5.2	4.5	+24%
کابل ۴	6.4	5.6	+23%
کابل ۵	2.6	2.2	+16%
کابل ۶	4.5	3.8	+16%
کابل ۷	3.4	2.7	+21%
کابل ۸	3.9	3.2	+18%
کابل ۹	4.8	4	+17%
کابل ۱۰	4.2	3.3	+22%
کابل ۱۱	6.1	5	+18%
کابل ۱۲	5.5	4.5	+18%

جدول ۶- میزان دوباره کاری در پروژه های مشابه.

Table 6- Rework rate in similar projects.

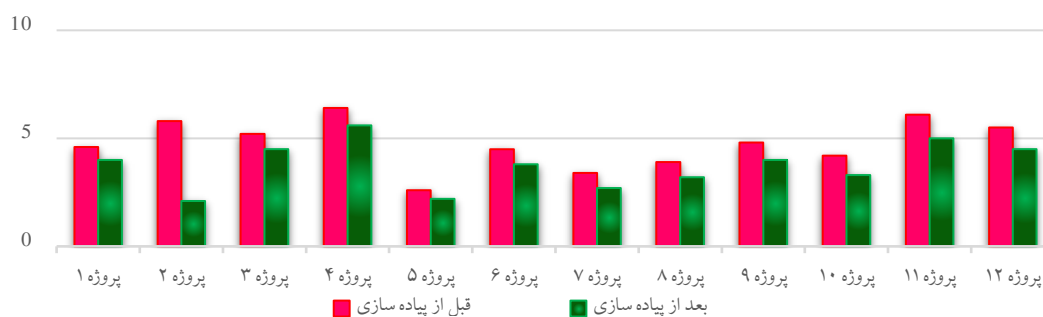
مقایسه میزان دوباره کاری در پروژه های مشابه			
پروژه ها	قبل از پیاده سازی (ضریبی از دفعات)	بعد از پیاده سازی (ضریبی از دفعات)	تفاوت
پروژه ۱	11	5	+55%
پروژه ۲	9	4	+56%
پروژه ۳	10	4	+60%
پروژه ۴	8	3	+63%
پروژه ۵	12	5	+58%
پروژه ۶	11	5	+55%
پروژه ۷	11	6	+46%
پروژه ۸	12	6	+50%
پروژه ۹	10	4	+60%
پروژه ۱۰	8	4	+50%
پروژه ۱۱	9	4	+56%
پروژه ۱۲	8	3	+63%



شکل ۵- میزان مصرف مواد اولیه برحسب ضریبی از KG.

Figure 5- Raw material consumption in terms of a factor of KG.

میزان مصرف مواد اولیه



شکل ۶- میزان دوباره کاری در پروژه‌های مشابه.

Figure 6- Rework rate in similar projects.

جدول ۷- تعداد دفعات خرابی دستگاه‌های کل کارخانه بر حسب ضریبی از دفعات.

Table 7- Number of failures of equipment in the entire factory in terms of a factor of frequency.

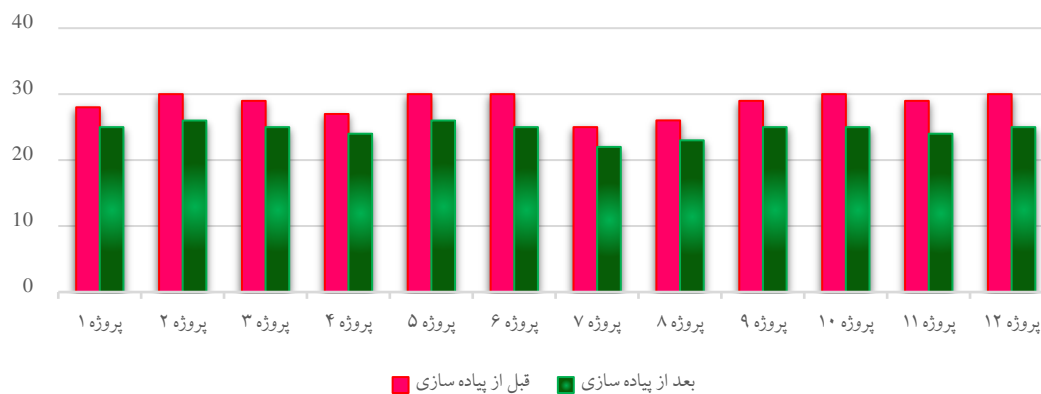
تعداد دفعات خرابی دستگاه‌های کل کارخانه			
نام کابل	قبل از پیاده‌سازی (ضریبی از دفعات)	بعد از پیاده‌سازی (ضریبی از دفعات)	تفاوت
هفته ۱	6	2	+67%
هفته ۲	5	2	+60%
هفته ۳	6	3	+50%
هفته ۴	6	2	+67%
هفته ۵	7	3	+57%
هفته ۶	4	1	+75%
هفته ۷	3	0	+100%
هفته ۸	6	3	+50%
هفته ۹	5	2	+60%
هفته ۱۰	7	2	+72%
هفته ۱۱	4	0	+100%
هفته ۱۲	5	2	+60%

جدول ۸- تعداد نیروی انسانی درگیر در پروژه بر حسب ضریبی از نفر.

Table 8- Number of human resources involved in the project in terms of a factor of people.

تعداد نیروی انسانی درگیر در پروژه			
نام کابل	قبل از پیاده‌سازی (ضریبی از نفر)	بعد از پیاده‌سازی (ضریبی از نفر)	تفاوت
پروژه ۱	28	25	+11%
پروژه ۲	30	26	+13%
پروژه ۳	29	25	+14%
پروژه ۴	27	24	+11%
پروژه ۵	30	26	+13%
پروژه ۶	30	25	+17%
پروژه ۷	25	22	+12%
پروژه ۸	26	23	+12%
پروژه ۹	29	25	+14%
پروژه ۱۰	30	25	+17%
پروژه ۱۱	29	24	+17%
پروژه ۱۲	30	25	+17%

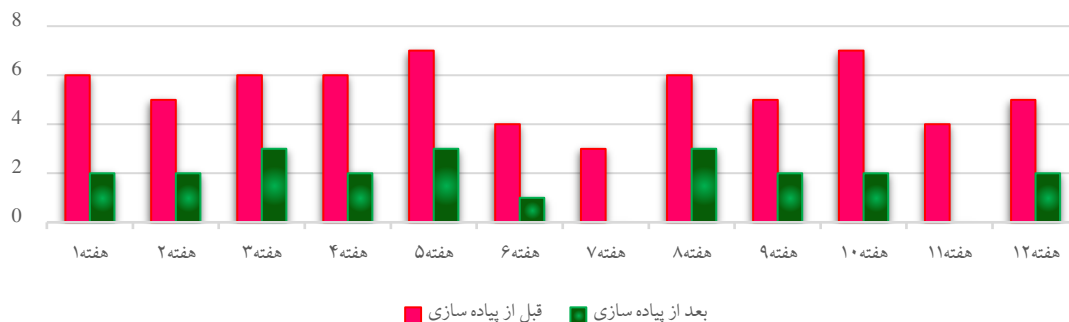
تعداد نیروی انسانی درگیر در پروژه



شکل ۷- تعداد دفعات خرابی دستگاه‌های کل کارخانه بر حسب ضربی از دفعات.

Figure 7- Number of times equipment fails in the entire factory, based on a factor of frequency.

تعداد خرابی دستگاه‌ها



شکل ۸- تعداد نیروی انسانی درگیر در پروژه بر حسب ضربی از نفر.

Figure 8- Number of human resources involved in the project in terms of a factor of people.

این پژوهش مثال خوبی است برای سایر کارخانه‌های تولیدی ایران که چگونه و چه عواملی می‌تواند باعث ایجاد بهبود در مدیریت پروژه‌ها که در نهایت منجر به بهبود بهره‌وری سازمان آن‌ها می‌شود. این مطالعه نشان می‌دهد که چه عواملی می‌تواند فاکتورهای تاثیرگذار بر مدیریت پروژه مانند مصرف مواد، میزان ضایعات، میزان نیروی انسانی درگیر و زمان‌بندی پروژه تاثیرگذار باشد. لازم به ذکر است در این پژوهش فقط به پیاده‌سازی تولید ناب که باعث بهبود مدیریت پروژه می‌شوند، پرداخته شده است و در پژوهش‌های دیگر می‌توان سایر عوامل که باعث بهبود مدیریت پروژه می‌گردد یا تاثیر تولید ناب بر سایر فاکتورهای تاثیرگذار در سازمان پرداخت و به چالش‌هایی که باعث ضعف یا شکست پروژه و یا شکست تولید ناب در سازمان‌ها می‌شود نیز مورد بحث و تحقیق قرار گیرند.

منابع

- [1] Rudaki, S. M. A., Rahele, S., Kamaly, M., Haji Ghazi, S., & Alizadeh Majd, A. R. (2020). Error-proofing and its role in productivity management. *The first national conference on interdisciplinary research in engineering and management sciences*. (In Persian). Tehran, Iran, Civilica. <https://civilica.com/doc/1178625>
- [2] Jafari, P., & Yazdani, S. (2008). Six sigma and lean management approaches in education. *Scientific journal of education and evaluation*, 1(3), 7-40. (In Persian). https://journals.iau.ir/article_522006.html
- [3] Soriano-Meier, H., & Forrester, P. L. (2002). A model for evaluating the degree of leanness of manufacturing firms. *Integrated manufacturing systems*, 13(2), 104-109. <https://doi.org/10.1108/09576060210415437>
- [4] Cua, K. O., McKone, K. E., & Schroeder, R. G. (2001). Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance. *Journal of operations management*, 19(6), 675-694. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(01\)00066-3](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(01)00066-3)
- [5] Khodabande lu, A. (2021). Evaluation of productive factors in manufacturing industries. *The first international conference on management and industry*. (In Persian). Georgia, Iran. <https://civilica.com/doc/1277807>

- [6] Bonavia, T., & Marin, J. A. (2006). An empirical study of lean production in the ceramic tile industry in Spain. *International journal of operations & production management*, 26(5), 505–531. <https://doi.org/10.1108/01443570610659883>
- [7] Younesi, R., Fekri, R., & Babayanpur, M. (2016). Investigating the impact of lean on information technology productivity in the Iranian banking industry. *Productivity management*, 10(3(38)), 91-116. **(In Persian)**. https://journals.iau.ir/article_526310.html
- [8] Dehghan Dehnavi, H., Ghazi, M., Hosseini Kafiabad, S. J., & Heydarianizadeh, A. (2021). Identifying and ranking factors affecting the implementation of lean production in the tile industry using the Fuzzy Delphi and Fuzzy TOPSIS methods (Case study: Yazd province tile industries). *Industrial engineering and management studies*, 7(19), 39-59. **(In Persian)**. <https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1834241/>
- [9] Karam Salehi, A., Taleb Ghasabi, M., & Malchi, F. (2016). Lean production: A model of modern management in Japan (The end of materialism and the beginning of spirituality). *Monthly journal of management and accounting research*, 28, 58-74 **(In Persian)**. <http://iranjoman.org/main.aspx?id=10095>
- [10] Kalantari, M. (2003). *Investigating the status of the fundamental principles of lean production at the peugeot 206 unit of Iran Khodro* [Thesis]. <https://ganj.irandoc.ac.ir/#!/articles/6ed1a341c843dee635b1ccda7ccde85b>.
- [11] Hicks, B. J. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International journal of information management*, 27(4), 233–249. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2006.12.001>
- [12] Bell, S. C., & Orzen, M. A. (2016). *Lean IT: Enabling and sustaining your lean transformation*. CRC Press. https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=WL4_ag8wfCsC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Bell,+S.+c,+Michael+A.+O.+
- [13] Allway, M., & Corbett, S. (2002). Shifting to lean service: Stealing a page from manufacturers' playbooks. *Journal of organizational excellence*, 21(2), 45–54. <https://doi.org/10.1002/npr.10019>
- [14] Martichenko, R. (2004). Lean six sigma logistics. *Logistics quarterly*, 10(1).
- [15] Simpson, D. F., & Power, D. J. (2005). Use the supply relationship to develop lean and green suppliers. *Supply chain management: An international journal*, 10(1), 60–68. <https://doi.org/10.1108/13598540510578388>
- [16] Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2004). To pull or not to pull: What is the question? *Manufacturing & service operations management*, 6(2), 133–148. <https://doi.org/10.1287/msom.1030.0028>
- [17] Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: Context, practice bundles, and performance. *Journal of operations management*, 21(2), 129–149. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00108-0](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00108-0)
- [18] Yang, M. G. (Mark), Hong, P., & Modi, S. B. (2011). Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms. *International journal of production economics*, 129(2), 251–261. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.10.017>