Journal of Operational Research in its Applications
Vol.22, NO.2, Summer 2025
ISSN: 2251-7286
DOI:10.71773/jamlu-2025-2-2272

Using the Fuzzy DEMATEL Method in Prioritizing Lean Approach Tools in Production

M. Kabiri Naeini[1*], A. Pakgohar[2], S. Shokri[3], Z. Elahi[4]
[1] *Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Payame Noor University, Tehran, Iran*
[2] *Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Payame Noor University, Tehran, Iran*
[3] *Assistant Professor, Department of Mathematics and Statistics, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran*
[4] *PhD Candidate, Department of Industrial Engineering, Yazd University, Yazd, Iran*

Research Paper

Received: 13 December 2024
Accepted: 23 April 2025

Abstract: DEMATEL is a Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) method that accurately identifies the causal relationships between various factors. By determining the intensity of influence between these factors, this method prioritizes them based on their level of impact within a system. Consequently, companies can identify and prioritize the tools that have the greatest effect on improving production processes. Lean manufacturing is an approach that seeks to identify and eliminate waste from the production system. In this study, initially, 14 Lean production tools were identified through a literature review. Subsequently, based on expert opinions, 10 more comprehensive and complete tools were selected. Finally, these 10 selected tools were prioritized using the Fuzzy DEMATEL technique. The resulting prioritization indicates that the influential tools, including the use of the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle along with Kaizen, the application of ABC analysis for inventory control, the implementation of visual inventory control at workstations, and the influenced factors, such as the use of Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) to reduce machine breakdowns and the implementation of Reliability-Centered Maintenance (RCM), are more effective in achieving Lean manufacturing. These tools help organizations optimize their production and achieve the goal of Lean production.

Introduction: One of the fundamental challenges in production is identifying and eliminating waste to optimize processes and increase efficiency. Lean production, as a management approach, aims to identify and reduce waste in production systems. In this context, the use of scientific and systematic methods for effective decision-making and prioritizing related tools is essential. One such method is the DEMATEL technique, which is capable of identifying and analyzing causal relationships among various factors.

Materials and Methods: In this paper, 14 tools related to lean production were initially identified through a literature review. These tools encompass various techniques and practices that assist in improving efficiency and optimizing processes. Subsequently, based on the opinions of domain experts, 10 superior and more comprehensive tools were selected. Thereafter, using the fuzzy DEMATEL technique, these 10 tools were evaluated and

[*] *Corresponding Author: kabiri@pnu.ac.ir*

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2272]

Journal of Operational Research in its Applications
Vol.22, NO.2, Summer 2025
ISSN: 2251-7286
DOI:10.71773/jamlu-2025-2-2272

prioritized. The fuzzy DEMATEL technique helped analyze the relationships and intensity of impacts among these tools, revealing the significant priorities.
Results and Discussion: The results obtained from the prioritization of tools indicate that certain tools have a significantly greater impact on improving processes. These influential tools include: The use of the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle along with Kaizen, ABC analysis for inventory control, Implementation of visual inventory controls at workstations, Employing Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) to reduce equipment failures, Utilizing reliability-centered maintenance. These findings suggest that these tools can be effective in optimizing production processes and achieving lean production.

Conclusions: In conclusion, introducing key and impactful tools in the lean production process allows organizations to focus on specific tools for significant optimization in their production. These tools not only assist in reducing waste but also enhance the efficiency and productivity of organizations. Therefore, manufacturing entities should design and implement these tools to achieve their lean production goals.

Keywords: Lean Production System, Fuzzy DEMATEL, Prioritization.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2272]

مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال بیست ودوم، شماره دوم (پیاپی ۸۵)،تابستان ۰۴، ص ص ۴۵-۲۳
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱
DOI:10.71773/jamlu-2025-2-2272

استفاده از روش دیمتل فازی در اولویت‌بندی ابزارهای رویکرد ناب در تولید

مهدی کبیری نائینی[1*]، علیرضا پاک گوهر[2]، سهیل شکری[3]، زینب الهی[4]

۱- استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۲- استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۳- استادیار، گروه ریاضی و آمار، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

۴- دانشجو دکتری، مهندسی صنایع، دانشگاه یزد، ایران

رسید مقاله: ۲۳ آذر ۱۴۰۳

پذیرش مقاله: ۳ اردیبهشت ۱۴۰۴

چکیده

دیمتل یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که روابط علی و معلولی بین عوامل مختلف را به‌طور دقیق شناسایی می‌کند. این روش با تعیین شدت تاثیر بین عوامل، آن‌ها را بر اساس میزان تاثیرگذاری‌شان در یک سیستم اولویت‌بندی می‌کند. بدین ترتیب، شرکت‌ها می‌توانند ابزارهایی را که بیشترین تاثیر را بر بهبود فرآیندهای تولید دارند شناسایی کرده و در اولویت قرار دهند. تولید ناب رویکردی است که به دنبال شناسایی و حذف اتلاف‌ها از سیستم تولیدی می‌باشد. در این مسیر ابتدا با مرور ادبیات موضوع تعداد ۱۴ ابزار تولید ناب شناسایی شد؛ در مرحله بعد با استفاده از نظر خبرگان، ۱۰ مورد از ابزارهای کامل‌تر و جامع‌تر برگزیده شد. در نهایت، با استفاده از تکنیک دیمتل فازی این ابزارهای ۱۰ گانه منتخب اولویت‌بندی شد. اولویت‌بندی به‌دست آمده نشان می‌دهد که ابزارهای تاثیرگذار شامل استفاده از روش تفکر برنامه‌ریزی، انجام، بررسی، عمل به همراه کایزن، استفاده از تحلیل ABC برای کنترل موجودی، اعمال کنترل بصری موجودی در ایستگاه‌های کاری و عوامل تاثیرپذیر استفاده از حالت شکست و تحلیل اثر برای کاهش خرابی دستگاه و استفاده از تعمیر و نگهداری مبتنی بر قابلیت اطمینان در دستیابی به تولید ناب کارکرد بیشتری دارند. این ابزارها به سازمان‌ها کمک می‌کند تا تولید خود را بهینه‌سازی کرده و به هدف تولید ناب دست یابند.

کلمات کلیدی: سیستم تولید ناب، دیمتل فازی، اولویت‌بندی.

۱ مقدمه

تکنیک دیمتل که توسط مرکز تحقیقاتی جنوا ارایه شده است [۱]؛ برای شناسایی الگوی روابط علی میان متغیرها استفاده می‌شود [۲]. این تکنیک، روشی است برای نمایش ساختار پیچیده روابط علی و معلولی به وسیله نمودار یا ماتریس که ماتریس‌ها و یا نمودارها، روابط مبتنی بر عناصر سیستم را نشان می‌دهند و اعداد روی نمودارها،

* عهده‌دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: kabiri@pnu.ac.ir

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2272]

نشانگر شدت اثر هر یک از عناصر می‌باشند [۳؛ ۴]. استفاده از مجموعه‌های فازی، سازگاری بیشتری با عبارات کلامی و بعضا مبهم انسانی دارد و بنابراین بهتر است که با استفاده از مجموعه‌های فازی به به‌کارگیری اعداد فازی به پیش‌بینی بلند مدت و تصمیم‌گیری در دنیای واقعی پرداخت [۵؛ ۳۸]. توجه به این‌که برای استفاده از روش دیمتل به نظرات کارشناسان نیاز می‌باشد و این نظرات دربرگیرنده عبارات کلامی و دوپهلو می‌باشد، به منظور یکپارچه‌سازی و رفع ابهام آنها بهتر است این عبارات به اعداد فازی تبدیل شوند. برای حل این مشکل لین و وو مدلی ارایه کردندکه از روش دیمتل در محیط فازی بهره می‌برد [۴؛ ۳۹]. در مطالعه حاضر الگوی روابط علی میان معیارهای اصلی با تکنیک دیمتل فازی در تولید و مساله مهم ایجاد یک سیستم تولیدی ناب شناسایی شده است. جهت انعکاس روابط درونی میان معیارهای اصلی از تکنیک دیمتل استفاده شده است. به طوری که متخصصان قادرند با تسلط بیشتری به بیان نظرات خود در رابطه با اثرات (جهت و شدت اثرات) میان عوامل بپردازند. لازم به ذکر است که ماتریس حاصله از تکنیک دیمتل (ماتریس ارتباطات داخلی)، هم رابطه علی و معلولی بین عوامل را نشان می‌دهد و هم اثرپذیری و اثرگذاری متغیرها را نمایش می‌دهد. بنابراین خروجی تکنیک دیمتل به عنوان ماتریس روابط درونی معیارهای اصلی استفاده خواهد شد.

تولید ناب[1] یک رویکرد استراتژیک برای شرکت‌ها در پاسخگویی مناسب به چالش‌ها، رقابت در بازار، فشار بر موجودی وکاهش کار در جریان می‌باشد. دستیابی به مدیریت ناب در سازمان به ابزارهایی نیازمند است تا از این طریق بتوان به بهبود مستمر، کاهش ضایعات و افزایش کارایی در فرآیندهای تولیدی دست یافت [۶]. تولید ناب یک فلسفه مدیریتی است که به دنبال کاهش ضایعات، حذف فعالیت‌های غیر ارزش افزوده و ایجاد ارزش از طریق استانداردسازی فرآیند است [۷] تولید ناب به مرجعی در شرکت‌های تولیدی تبدیل شده است، به ویژه شرکت‌هایی که از صنعت خودروسازی ظهور کردند [۸؛ ۹].

ابزارها و تکنیک های مختلفی برای اجرای تولید ناب استفاده می‌شود که برای کاهش ضایعات (مانند نقص، انتظار، حرکت) و برآورده کردن اهداف مختلف طراحی شده است [۹؛ ۱۰]. تورتورلا[2] و همکاران به وجود بیش از هزار ابزار اشاره می‌کنند، اگرچه این تعداد هر سال در حال گسترش است [۱۱]؛ استفاده از ابزارهای تولید ناب در شرکت‌های تولیدی به طور تصادفی بر اساس شرایط و مشکلات شرکت اتخاذ می‌شود که می‌تواند به شکست شرکت کمک کند [۸]. بر اساس یافته‌های تحقیق بادهوتیا[3] و همکاران، اکثر مطالعات موردی منتشر شده در مورد تولید ناب دارای درجه بلوغ پایینی هستند و فقط به کارگیری نقشه جریان ارزش یا توصیف سایر ابزارهای اساسی تولید ناب مانند کایزن[4] یا نظام آراستگی[5] گزارش کرده‌اند [۹]. این در حالی است که نگروا[6] و همکاران در تحقیقی بیان کردندکه اجرای موفقیت آمیز تولید ناب را می‌توان از طریق اتخاذ شیوه‌ها و ابزارهای تولید ناب ساده که به سرعت اجرا شود، به‌دست آورد؛ زیرا آنها نتایج ملموسی را در کوتاه مدت و میان مدت

[1] Lean manufacturing
[2] Tortorella
[3] Badhotiya
[4] Kaizen
[5] 5S
[6] Negr~ao

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]
[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2272]

ایجاد می‌کنند و تاثیر مثبتی بر عملکرد عملیاتی، مالی و زیست محیطی دارند. این امر به اتخاذ شیوه‌های پیچیده‌تر و ایجاد یک چرخه کارا برای انتخاب ابزار ناب در شرکت‌ها کمک می‌کند [۱۲]. با این حال، رویکرد غالب اتخاذ شده برای اجرای تولید ناب، با تکیه بر شیوه‌ها و ابزارهای تولید ناب سنتی، از مزایای بالقوه ادغام چارچوب‌های تعالی عملیاتی جایگزین برای تقویت فرآیند پیاده‌سازی بی‌بهره است [۱۳]. در بسیاری از شرکت‌های تولیدی، مشکلات و چالش‌های متعدد به‌ویژه در حوزه بهره‌وری و مدیریت منابع، منجر به اتلاف زمان، هزینه و انرژی می‌شود. این مشکلات به‌ویژه زمانی برجسته‌تر می‌شوند که رقابت شدید در بازار، تغییرات سریع تقاضا و نیاز به انعطاف‌پذیری بیشتر، فشار بیشتری به شرکت‌ها وارد می‌آورد. فرآیندهای تولیدی بسیاری از این شرکت‌ها با پیچیدگی‌هایی همراه هستند که به دلیل نبود نظارت دقیق و سیستم‌های بهینه، به‌راحتی به هدررفت منابع انسانی، مواد اولیه و ماشین‌آلات می‌انجامند. این امر نه تنها هزینه‌های عملیاتی را افزایش می‌دهد، بلکه موجب کاهش کیفیت محصولات، طولانی شدن زمان تحویل و در نهایت نارضایتی مشتریان می‌شود. این مشکلات به‌ویژه زمانی که به صورت مزمن در فرآیندها باقی بمانند، شرکت‌ها را در موقعیتی قرار می‌دهد که قادر به رقابت مؤثر در بازارهای جهانی و پاسخگویی به نیازهای مشتریان نیستند. از سوی دیگر، وجود نگرانی‌های مالی، فشارهای اقتصادی و نیاز به کاهش هزینه‌ها، مدیران را بر آن می‌دارد تا به‌دنبال راهکارهایی برای بهبود مستمر و کاهش اتلاف‌ها در فرآیندهای تولید باشند. در این راستا، بررسی عمیق و سیستماتیک مشکلات موجود و شناسایی راه‌حل‌های مؤثر برای بهینه‌سازی این فرآیندها در شرکت‌های تولیدی، امری حیاتی به نظر می‌رسد. در تحقیق حاضر به ارائه یک مدل مبتنی بر تکنیک دیمتل فازی برای اولویت‌بندی ابزارهای ناب پرداخته می‌شود. تکنیک دیمتل فازی یک ابزار تحلیل تصمیم‌گیری است که برای شناسایی روابط علی و معلولی بین عوامل مختلف به‌کار می‌رود و با استفاده از منطق فازی، روابط متقابل بین متغیرها را در شرایط عدم قطعیت بررسی می‌کند. این روش با تعیین شدت تأثیرات بین عناصر مختلف، به اولویت‌بندی آن‌ها بر اساس میزان تاثیرگذاری‌شان در سیستم می‌پردازد.

۲ پیشینه تحقیق

روش‌های مختلفی در مواجهه با "مساله اولویت‌بندی" در پژوهش‌های مختلف استفاده شده است؛ از بین این تکنیک‌ها می‌توان به روش تحلیل سلسله مراتبی، تحلیل شبکه‌ای، سوارا، آراس و ... اشاره کرد. یکی از روش‌های کارامد در اولویت‌بندی روش دیمتل می‌باشد که در فرایند کاری خود عوامل تاگذار و تاثیرپذیر مشخص می‌کند و از این رو نسبت به سایر روش‌ها برتری دارد. در این پژوهش به اولویت بندی ابزارهای ناب با استفاده از روش دیمتل در شرایط داده‌های فازی می‌پردازد.

در ادبیات ناب روش‌های متنوعی برای شناسایی و حذف ضایعات مطرح شده است، اما با این حال بسیاری از سازمان‌ها در اجرای سیستم‌های تولید ناب با مشکلات متعددی روبه‌رو می‌شوند [۱۴، ۳۶، ۳۴].

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2272]

هدف روانبخش [۱۴] ارایه مدل و اولویت‌بندی عوامل کلیدی موفقیت تولید ناب با رویکردهای مدل‌سازی ساختاری تفسیری[1] و دارایی‌های فرآیندی سازمانی[2] می‌باشد. بااستفاده از تکنیک روایی نسبت اعتبار محتوا، ۱۱ شاخص "مشاورین پروژه، مشتریان ناب، تامین کنندگان ناب، حمایت و تعهد مدیریت ارشد، مشارکت کارکنان، تیم کایزن، استفاده از مفاهیم و تکنیک های ناب، ارتباطات اثربخش، همترازی با استراتژی سازمان، سیستم پاداش، آموزش و ارزیابی" به عنوان مهمترین شاخص‌های موثر بر موفقیت تولید ناب شناسایی شدند. تکنیک‌های دارایی‌های فرآیندی سازمانی و مدلسازی ساختاری تفسیری جهت آزمون سوال‌های پژوهش مورد استفاده قرار گرفتند.

ضابطی اصل و همکاران [۱۵] در تحقیقی استفاده نظریه حل خلاقانه مسایل[3] به عنوان یک ابزار قدرتمند،کارا و ساختاریافته، نگاهی متفاوت را در حوزه تعریف و حل مسایل پیش روی بشر گشوده است؛ هدف آن شناسایی اصول و الگوهایی است که در حل مسایل خلاقانه استفاده می‌شوند. در جهت کاهش اتلاف در شرکت صنعتی نیرو محرکه بهره برده و ابزارهای حل مساله آن را به عنوان راهکارهایی موثر در جهت تحقق اصول ناب در این سازمان معرفی نماید. طبق نتایج رتبه بندی ابزارهای نظریه حل خلاقانه مسایل، ابزار پیرایش در اولویت اول قرار دارد که یک ابزار تحلیلی است و در ساختاردهی مساله و تحلیل شرایط نقش اساسی دارد و به طور مستقیم باعث حذف اتلاف و افرینش ارزش می‌شود.

هدف تحقیق بشیری [۱۶] ارایه مدلی برای ارزیابی تولید ناب با استفاده از سیستم‌های استنتاج فازی است. مدل ارایه‌شده از پنج سیستم استنتاج فازی تشکیل شد که در دو سطح طراحی شده است. چهار سیستم سطح اول به عنوان ابزارهای موثر بر تولید ناب، نمره‌ای به عنوان خروجی تولید می کنند که این خروجی‌ها به عنوان ورودی سیستم نهایی جهت ارزیابی تولید ناب مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج تدوین مدل و به‌کارگیری آن در یک شرکت ماشین آلات و تجهیزات نشان داد که مدل ارایه‌شده ضمن اینکه وضعیت تولید ناب در سازمان را نشان می‌دهد، قادر است وضعیت سازمان را در هریک از عوامل و معیارهای موثر بر تولید ناب را نیز مشخص نماید.

مقدم ارجمند و همکاران [۱۷] به معرفی و بررسی مطالعات داخلی و خارجی درزمینه کاربرد عملی ابزارها و روش‌های ناب با بیان یافته‌ها، نقاط قوت و نقاط ضعف آن‌ها پرداخته اند. نتیجه آن که، استفاده از ابزارهای ناب مانند نقشه جریان ارزش، S۵ و بهبود مستمر می‌تواند منجر به بهبود عملکرد در صنایع گوناگون و افزایش رضایت مشتری شود.

دهقان نیری و بیژن [۱۸] با استفاده از تکنیک تاپسیس فازی و با کمک خبرگان در این حوزه به اولویت‌بندی استراتژی‌های رونق تولید پرداختند که در نهایت استراتژی ارتقای کیفیت محصول به‌عنوان اولین استراتژی رونق تولید توسط خبرگان تعیین شد.

تحقیق امامزاده و همکاران [۱۹] به شناسایی و رتبه بندی مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر پیاده‌سازی تولید ناب در شرکت چرخشگر با استفاده از تحلیل فرایند شبکه پرداخت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از فرایند تحلیل

[1] Interpretive Structural Modeling (ISM)
[2] Organizational Process Assets (OPA)
[3] Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadach (Triz)

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2272]

شبکه استفاده شد. بر اساس تکنیک فرآیند تحلیل شبکه، رعایت معیارهای مدیریت فرآیند در اولویت اول قرار دارد. معیارهای مدیریت ارتباطات در اولویت دوم، معیارهای حمایت و پشتیبانی در اولویت سوم، و در نهایت، معیارهای مدیریت تغییر در اولویت آخر قرار می‌گیرند.

پژوهش جلالیون و فارسیجان [۲۰] به بررسی تعامل بین موضوعات سیستم تولید ناب و ساخت کلاس جهانی، در دو مرحله پرداخت. جامعه آماری پژوهش، ۵ شرکت در حوزه صنایع غذایی می‌باشد که اقداماتی را در راستای تولید در کلاس جهانی شروع کرده اند. نتایج نشان داد که از ابزارهای تولید ناب، نقشه برداری جریان، کایزن، تعمیر و نگهداری جامع تولید، شش سیگما، کار استاندارد و S5 برای استفاده و پیاده‌سازی در محیط سازمانی مطرح هستند. با توجه به ضریب رابطه ای خاکستری مهمترین محرک‌ها عبارتند از: "کاهش هزینه های عملیاتی (بازاریابی و تولید)" و "مسائل جهانی (محیط زیست-بازار)" و برنامه ریزی ضعیف و عدم دانش مهمترین موانع اجرای تولید در کلاس جهانی در بخش تولید هستند.

سولانکی[1] و همکاران [۲۱] برنامه نقشه‌برداری جریان ارزش[2] را برای دستیابی به برتری کلی در شرکت‌های کوچک مقیاس تحلیل کردند. نتیجه این تحلیل نشان داد که زمان انتظار به میزان ۹۰ دقیقه کاهش یافته و دوباره‌کاری قالب نیز به میزان ۳۱/۷۲٪ کاهش پیدا کرده است. درش[3] و همکاران [۲۲] روشی برای کمک به شرکت‌های خرد و کوچک در بخش صنعتی ارائه دادند که از اثربخشی کلی تجهیزات به عنوان ابزاری برای اولویت‌بندی اقدامات بهبود استفاده می‌کنند. این روش با شناسایی و تحلیل عوامل مؤثر بر عملکرد تجهیزات، زمینه‌ای را برای بهبود مستمر و افزایش بهره‌وری در این شرکت‌ها فراهم می‌کند. گولیاز[4] و همکاران [۲۳] بر اساس پنج اصل طراحی استخراج‌شده از ادبیات، محصولی به نام "ماتریس ارزش مشتری[5]" را توسعه دادند. این ماتریس با هدف تسهیل سازمان‌ها در شناسایی و جذب ارزش مشتری طراحی شده است و به آن‌ها کمک می‌کند تا نیازها و انتظارات مشتریان را بهتر درک کرده و در راستای ایجاد ارزش برای آن‌ها اقدام کنند.

شیمانسکی[6] و همکاران [۲۴] اولین نمونه نرم افزاری از مدل سازی اطلاعات ساختمان با رویکرد ساخت ناب به نام" بی ام[7]" را ارایه کرد. این محصول با استفاده از الزامات کاربردی و تحت بررسی کارشناسان حوزه مدیریت ساخت و ساز طراحی شد. لیتکوسین[8] و همکاران [۲۵] یک چارچوب عمومی برای اجرای برنامه‌ریزی منابع سازمانی و مدیریت ناب برای توسعه قابلیت بهبود فرآیند کسب و کار دیجیتال ارائه داد. هدف تولید ناب، کاهش هزینه‌های عملیاتی و حذف ضایعات از طریق دو رکن اساسی است:

۱. درست به موقع[9]، تکنیکی که با استفاده از تولید کششی، مقدار مورد نیاز را در زمان و کیفیت لازم تولید می‌کند.

[1] Solanki
[2] value stream mapping
[3] Dresch
[4] Gülyaz
[5] Customer value matrix
[6] Schimanski
[7] BeaM
[8] Liutkevicien
[9] Just in time,

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]
[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2272]

۲. جیدوکا[1]، رویکردی که استفاده مشترک از ماشین‌ها و نیروی انسانی را برای تضمین کیفیت تولید از طریق ابزارهایی مانند کنترل‌های بصری[2] و بازرسی ۱۰۰٪ خودکار ترویج می‌دهد.

تولید ناب با بهره‌گیری از این روش‌ها، به ساده‌سازی فرآیندهای تولید، کاهش موجودی، و افزایش کارایی در کل فرآیند تولید دست می‌یابد [۲۶]. بسیاری از ابزارهای تولید ناب به دستیابی به جریان تولید سریعتر و حذف ضایعات برای دستیابی به سود بالاتر برای مالکان و کیفیت بهتر برای مشتریان اختصاص داده شده است [۲۷].

چندین ابزار تولید ناب توسط کارشناسان صنعت الکترونیک برای بهبود فرآیندهای تولید گزارش‌شده است. به عنوان مثال، نقشه‌های جریان مواد و اطلاعات و نقشه جریان ارزش را می‌توان برای شناسایی فعالیت‌های اتلاف وقت و بدون ارزش افزوده، مانند حرکات غیرضروری و اتلاف منابع، فضا و تجهیزات تولید به کار برد [۲۸]. از سوی دیگر، جریان پیوسته کارآمدترین راه برای تولید یک قطعه در یک زمان است که هر قسمت بلافاصله از یک مرحله فرآیند به مرحله دیگر بدون ضایعات منتقل می شود [۲۹]. روش‌های تولید ناب که بیشتر برای حذف ضایعات به کار می‌روند شامل سیستم به موقع[3]، نقشه جریان ارزش، تکنیک‌های انبارداری در محل کار، تولید سلولی، کاهش زمان راه‌اندازی، سیستم‌های تولید کشش، کنترل کیفیت آماری، نگهداری و تعمیرات جامع[4]، مدیریت کیفیت جامع و بهبود مستمر است [۳۰]. صنعت ریخته‌گری نیز به عنوان یک لایه حیاتی در مدیریت زنجیره تامین در نظر گرفته می‌شود زیرا هر گونه تاخیر در تحویل کالا یا خدمات منجر به زنجیره‌ای از تاخیر در هر گره می‌شود که منجر به از دست دادن فروش و نارضایتی مشتری می‌شود [۲۱]. اجرای رویکرد تولید ناب در فرآیندهای ریخته‌گری در ادبیات مورد بررسی قرار گرفته است. نظرسنجی انجام شده توسط پراساد[5] و همکاران [۳۱] با ۷۱ مدیر متخصص ناب، کاربرد روش های تولید ناب را در یک کارخانه ریخته گری در هند نشان داد که روش‌های تولید ناب در صنعت ریخته‌گری هند به طور متوسط اعمال می‌شود. ولادیسیاک[6] و همکاران [۳۲] وضعیت فعلی فرآیند ریخته‌گری، با استفاده از سیستم‌های کامپیوتری و ابزارهای تولید ناب، از جمله طرح‌های چیدمان، نمودار جریان و نقشه جریان ارزش را تجزیه و تحلیل کرد. این تجزیه و تحلیل نشان داد که اجرای بسیاری از عملیات به دلیل زمان مورد نیاز برای آماده‌سازی قالب‌های ریخته‌گری و سازماندهی مواد یا ابزار مورد نیاز، با زمان انتظار همراه بوده است. دیراویدامنی[7] و همکاران [۳۳] مطالعه موردی در بخش ریخته گری صنعت تولید قطعات خودرو بررسی کردند. در این تحقیق فرایند تولید با ادغام تکنیک کایزن و نقشه جریان ارزش با سیستم ناب مبتنی بر کامپیوتر برای ارزش افزوده متمرکز بود. لیو و همکاران [۲۸] نقشه وضعیت فعلی را با شبیه‌سازی سیستم ترکیب کرد تا اتلاف‌های بالقوه و جریان‌های ناکارآمد را تعیین کند. نتایج تجربی نشان داد که میانگین زمان چرخه ۵۳/۳۳٪ کاهش یافته است. چانگ و همکاران [۳۴] از روش دیمتل فازی برای تعریف روابط علّی میان عوامل انتخاب تأمین‌کنندگان استفاده کردند. وو و لی [۳۵] بیان کردند که روش دیمتل

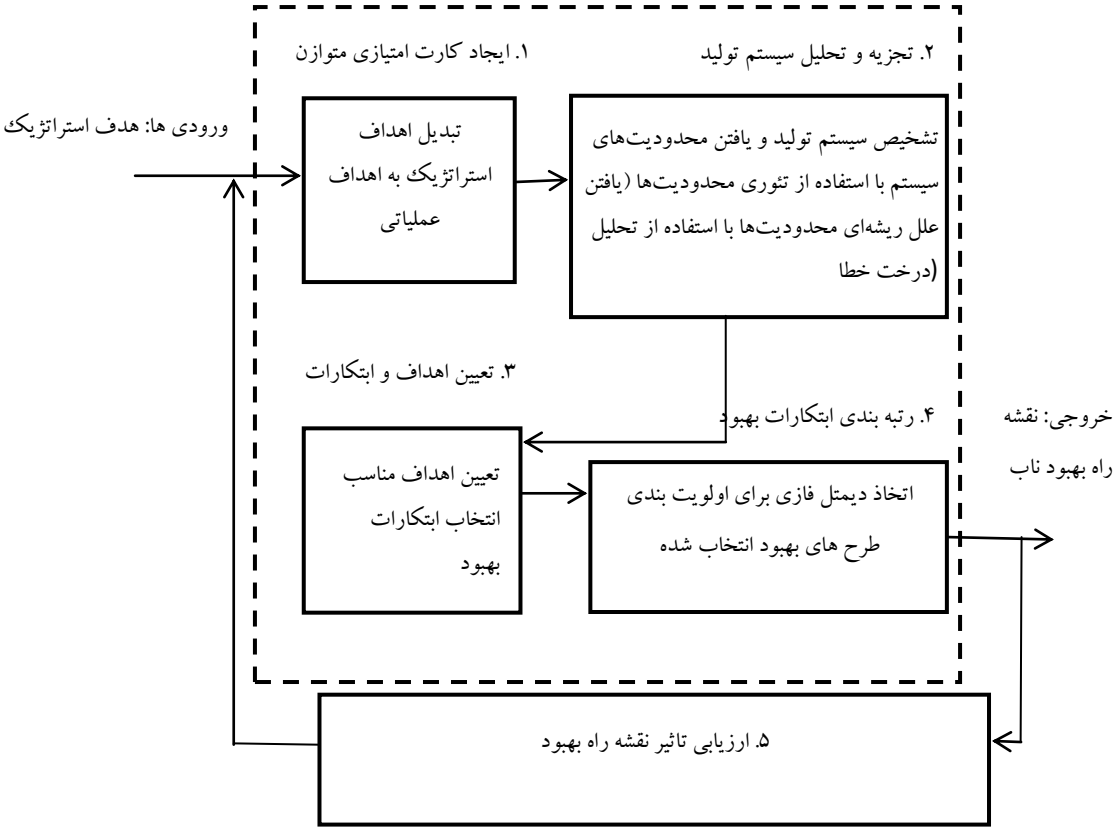
[1] jidoka
[2] visual controls
[3] just in time system
[4] total productive maintenance (TPM)
[5] Prasad
[6] Władysiak
[7] Dhiravidamani

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]
[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2272]

فازی می‌تواند مسایل مربوط به عوامل پیچیده و وابسته با عدم‌قطعیت را برطرف کند. همچنین، دیمتل فازی در پژوهش‌های تسنگ [۳۶] نیز تایید شده است.

۳ تبیین پژوهش حاضر

مقاله حاضر، بخشی از یک پژوهش بزرگ‌تر بوده است که به دنبال ارائه نقشه راه ایجاد سیستم تولید ناب در یک سازمان تولیدی می‌باشد. همان گونه که در شکل ۱ آمده است، به منظور ارائه نقشه راه، تولید ناب در یک فرایند ۴ مرحله‌ای و با استفاده از ابزارهای پژوهشی مختلف، هدف استراتژیک سازمان به اهداف عملیاتی شکسته می‌شود و محدودیت‌های تحقق این اهداف و رویکردهای ابتکاری برای مواجهه با این محدودیت‌ها شناسایی می‌شود و در مرحله چهارم با استفاده از تکنیک دیمتل فازی ابزارهای شناسایی شده، اولویت‌بندی می‌شود. به عنوان مثال، افزایش سهم بازار می‌تواند به عنوان هدف استراتژیک انتخاب شود. برای هدف استراتژیک افزایش سهم بازار، می‌توان با استفاده از تجزیه و تحلیل درخت خطا به دو هدف عملیاتی بهبود نرخ تولید و کاهش هزینه تولید رسید؛ سپس باید برای هر هدف عملیاتی یک اقدام مناسب تعیین شود. که هر کدام از این مراحل مرتبط با یکی از گام‌های مدل شکل ۱ می‌باشد.



شکل ۱. گام‌های پژوهش کلی برای تبدیل اهداف استراتژیک به نقشه راه تولید ناب

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2272]

٤ شناسایی ابزارهای بهبود ناب

پژوهش حاضر از لحاظ هدف، کاربری و از نظر جمع آوری اطلاعات، توصیفی - پیمایشی است. نمونه‌گیری به صورت غیراحتمالی و مبتنی بر هدف انجام گرفت. مصاحبه‌ها به طور میانگین ۲۰ تا ۳۰ دقیقه به طول انجامید. گروه پژوهش در این مطالعه به منظور شناسایی و ارزیابی ابزار بهبود ناب، از ۵ عضو دانشگاهی و ۱۰ نفر از اعضای شرکت تشکیل شد. خبرگان شرکت، شامل ۱۰ عضو از مدیران سطوح ارشد و میانی شهرک صنعتی بزرگ شیراز بودند که دارای سابقه در حوزه تولید و تحقیق و توسعه (حداقل ۳ سال)، حداقل مدرک تحصیلی کارشناسی، آشنایی نسبتاً کامل با حوزه تامین، توزیع، مدیریت دانش و علاقه به همکاری در خصوص این پژوهش، بودند. همچنین، در طی پژوهش بنا بر نیاز از نظرات پژوهشگران و دانشگاهیان این حوزه نیز استفاده شد. در این راستا، از نظرات ۵ عضو دانشگاهی که از استادان خبره در حوزه مدیریت زنجیره تامین و مدیریت تولید بودند، استفاده شد. در بخش کیفی از روش مصاحبه باز استانداردشده[1] استفاده‌شد. پروتکل مصاحبه شامل ذکر هدف پژوهش و تاکید بر محرمانگی اطلاعات بود. همچنین، اجازه ضبط صدا از مصاحبه شوندگان کسب شد و در پایان هر جلسه از آنها درخواست شد تا اگر مطلب دیگری برای ارائه دارند، اظهار نمایند. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از مصاحبه با استفاده از تحلیل پدیدارشناسی که بر دیدگاه شرکت‌کنندگان متمرکز است؛ استفاده شد. این روش در تحلیل داده‌های کیفی برای بررسی در موقعیت‌های خاص مانند مصاحبه‌ها و گفتگوها بسیار مفید است. در این روش، تمرکز بر این است که ابزارهای بهبود ناب کدام هستند، چالش‌ها و عوامل موثر آن‌ها چیست، و چه تجربیات در این رابطه دارند.

در این تحقیق با توجه به راهکارهای مطرح‌شده در مقالات علمی [۳۷، ۳۸]، جهت برقراری ۴ معیار اعتبار پذیری، اتکاپذیری، تاییدپذیری و انتقال‌پذیری اقداماتی انجام شد. برای مثال به‌منظور تائید اتکاپذیری پژوهش ۲ نفر که هیچ تضاد منافعی در موضوع موردنظر نداشتند به شکل موازی به انجام مصاحبه پرداختند. هم‌چنین برای رسیدن به ویژگی انتقال‌پذیری داده‌های جمع‌آوری‌شده در فرایند تحقیق با جزئیات کامل و به شکل شفاف و به‌دور از ابهام جمع‌آوری شدند. به‌منظور تحقق ویژگی تاییدپذیری کلیه داده‌ها، یادداشت‌ها و مستندات مربوط به مصاحبه‌ها برای بازبینی‌های بعدی ذخیره گردید. جهت تائید اعتبارپذیری کار اولاً در کلیه مراحل گردآوری داده‌ها موضوع کار به شکل شفاف برای مصاحبه‌شوندگان توضیح داده شد و دقت نظر مصاحبه‌کنندگان (خود بازبینی) در طی فرایند کار صورت گرفت و نیز پاسخ‌های مصاحبه‌شوندگان مختلف با یکدیگر انطباق داده شد.

براساس ادبیات پژوهش و مصاحبه‌های تخصصی انجام شده، در مجموع ۱۴ ابزار شناسائی شده است (جدول ۱). تعیین ابزارهای بهبود به کارشناسان عملیاتی بستگی دارد. ابتدا با برگزاری جلسات گروهی برای ارزیابی و تحلیل در مورد ابزارهای تاثیر آنها بر عملکرد سازمان انجام شد. از بین ابزارها ۱۰ مورد با نظر کارشناسان و تجربه خود برگزیده شد (جدول ۳). در گام بعدی اولویت‌بندی این ابزارهای را بر اساس رویکرد دیمتل فازی صورت می‌گیرد.

[1] The standardized openened interview

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2272]

جدول ۱. ابزارهای بهبود ناب

نماد	عوامل موثردر بهبود ناب
۱	استفاده از روش تفکر برنامه‌ریزی، انجام، بررسی، عمل[1] به همراه کایزن[2]
۲	کاهش موجودی اطمینان و هم موجودی در ساخت
۳	کاهش زمان تحویل مجدد (از تامین کننده تا انبار کارخانه)
۴	استفاده از تحلیل ABC برای کنترل موجودی
۵	استفاده از اصل تعمیر و نگهداری مبتنی بر قابلیت اطمینان
۶	استفاده از حالت شکست و تحلیل اثر برای کاهش خرابی دستگاه
۷	بهبود شرایط حمل و نقل و بسته بندی مواد عرضه شده
۸	کاهش ضایعات ناشی از حمل و نقل، حرکت زیاد و انتظار
۹	اعمال کنترل بصری موجودی در ایستگاه‌های کاری
۱۰	استفاده از سیستم 5S در موجودی ها و ایستگاه‌های کاری
۱۱	بهبود کیفیت مواد عرضه شده
۱۲	استفاده از سیستم کانبان
۱۳	استاندارد کردن موجودی و عملیات
۱۴	ارائه 5S، اصول ناب، کایزن و ماژول‌های آموزش تعمیر و نگهداری تولیدی کل برای نیروی کار مستقیم، تعمیر و نگهداری و انبار

۵ تکنیک دیمتل فازی

برای اولویت‌بندی ابزارهای ناب پیشنهادی، روش دیمتل فازی اتخاذ شده است. به دو دلیل این روش برگزیده شده است: اولا، قابلیت روش دیمتل برای تبدیل رابطه متقابل بین ویژگی‌های مساله به یک مدل ساختاریافته است [۳۹]. دوم، قابلیت منطق فازی برای غلبه بر قضاوت نامطمئن کارشناسان است [۴۰]. روش‌هایی مانند تحلیل سلسله‌مراتبی[3]، تاپسیس[4] و ویکوور[5] نمی‌توانند پیوندهای علی بین متغیرها را ایجاد کنند؛ اما روش دیمتل موفق به انجام این کار شده است [۴۱-۴۳].

اولین قدم، تشکیل گروهی از خبرگان دارای اطلاع و تجربه کافی در مورد موضوع، برای جمع‌آوری داده به منظور حل مسئله است. در این مرحله، ضمن مشخص کردن معیارهای استاندارد به منظور مقایسه معیارها با یکدیگر از ۵ عبارت کیفی استفاده شده است که نام این عبارات و مقادیر فازی معادل آنها در جدول ۲، نشان داده شده است. پس از جمع‌آوری نظرات خبرگان معادل فازی هر یک از پاسخ‌ها با توجه به جدول ۲ جایگزین می‌شوند. که بدین ترتیب ماتریس ارتباط مستقیم اولیه فازی تشکیل می‌شود. این ماتریس در رابطه ۱ نمایش داده شده است. معادله زیر نشان‌دهنده عوامل i و j است، جایی که $i = ۱,۲,...,n$ و $j = ۱,۲,...,n$ می‌باشد.

Z را می‌توان به صورت Z_{ij} نشان داد، که به عنوان میزان تاثیر عامل i بر عامل j تعریف می‌شود.

[1] plan-do-check-act (PDCA)
[2] Kaizen
[3] AHP
[4] TOPSIS
[5] VIKOR

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]
[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2272]

$$Z=\left(l_{ij},m_{ij},u_{ij}\right) \qquad z=\begin{bmatrix} ۰ & z_{۱۲} & \dots & z_{۱n} \\ z_{۲۱} & ۰ & \dots & z_{۲n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{n۱} & z_{n۲} & \dots & ۰ \end{bmatrix} \quad (۱)$$

از فرمول نرمال‌سازی برای تبدیل مقیاس‌های فاکتورها به مقیاس‌های قابل مقایسه، استفاده می‌شود که ماتریس X ماتریس فازی روابط مستقیم نرمال شده می‌باشد. روابط (۲) تا (۴) روال محاسبات ماتریس نرمالیزه نشان می‌دهد.

$$r=max_{۱\le i\le n}\left(\sum_{j=۱}^{n}a_{ij}\right) \quad (۲)$$

$$a_{ij}=\sum_{j=۱}^{n}z_{ij}=\left(\sum_{j=۱}^{n}l_{ij},\sum_{j=۱}^{n}m_{ij},\sum_{j=۱}^{n}u_{ij}\right) \quad (۳)$$

$$x=\begin{bmatrix} x_{۱۱} & x_{۱۲} & \cdots & x_{۱n} \\ x_{۲۱} & x_{۲۲} & \dots & x_{۲n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m۱} & x_{m۲} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \& x_{ij}=\frac{z_{ij}}{r}=\left(\frac{l_{ij}}{r},\frac{m_{ij}}{r},\frac{u_{ij}}{r}\right) \quad (۴)$$

ماتریس روابط کل بین زوج‌ها را منعکس می‌کند که به صورت زیر محاسبه می‌شود. ماتریس رابطه کل با T نشان داده می‌شود، روابط (۷)-(۵).

$$T=\begin{bmatrix} t_{۱۱} & t_{۱۲} & \cdots & t_{۱n} \\ t_{۲۱} & t_{۲۲} & \dots & t_{۲n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{m۱} & t_{m۲} & \dots & t_{mn} \end{bmatrix} \& t_{ij}=\left(l_{ij}^{''},m_{ij}^{''},u_{ij}^{''}\right) \quad (۵)$$

$$\left[m_{i}^{''}\right]=*\left(j-x\right)^{-۱}, \quad \left[u_{ij}^{''}\right]=x_u*\left(I-x_u\right)^{-۱} \quad (۶)$$

$$\left[l_{ij}^{''}\right]=x_l*\left(I-x_l\right)^{-۱} \quad (۷)$$

گام بعدی، به دست آوردن مجموع سطرها (R) و ستون های (D) ماتریس روابط کل فازی است. مجموع سطرها طبق رابطه (۸) و ستونها بر طبق رابطه (۹) با توجه به فرمول‌های زیر محاسبه می‌شود:

$$R=\left(R_i\right)_{n*۱}=\left[\sum_{i=۱}^{n}T_{ij}\right]_{n*۱} \quad (۸)$$

$$d=\left(d_i\right)_{۱*n}=\left[\sum_{i=۱}^{n}t_{ij}\right]_{۱*n} \quad (۹)$$

کلیه مقادیر به دست آمده D+R و D-R اعدادی فازی هستند که برای به دست آوردن نمودار علت و معلولی باید آنها را دیفازی کرد.

محل عامل‌ها در سلسله مراتب نهایی توسط ستون‌های (D+R) و (D-R) مشخص می‌شود، به طوری که (D-

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2272]

R) نشان دهنده موقعیت یک عامل محور عرضی و این موقعیت در صورت مثبت بودن (D-R)به طور قطع یک علت بوده و در صورت منفی بودن آن، معلول خواهد بود. (D+R) نیز نشان دهنده مجموع شدت یک عامل محور طولی، هم از نظر علت (اثرگذاری) و هم از نظر معلول (اثرپذیری) می‌باشد.

جهت یافتن جدول روابط بین زیرعامل‌ها باید ارزش آستانه محاسبه شود. با این روش می‌توان از روابط جزیی صرف نظر کرده و ارتباطات قابل اعتنا را نشان داد. تنها روابطی که مقادیر آنها در ماتریس دیفازی از مقدار آستانه بزرگتر باشد در جدول نمایش داده خواهد شد. بعد از آن که شدت آستانه تعیین شد، تمامی مقادیر ماتریس دیفازی که کوچکتر از آستانه باشد صفر شده، یعنی آن رابطه علی در نظر گرفته نمی‌شود.

جدول ۲. عبارات کیفی و مقادیر معادل

اعداد فازی مثلثی	معادل قطعی	عبارات زبانی
(۰,۰,۰/۲۵)	۰	بدون تاثیر
(۰,۰/۲۵,۰/۵)	۱	تاثیر خیلی کم
(۰/۲۵,۰/۵,۰/۷۵)	۲	تاثیر کم
(۰/۵,۰/۷۵,۱)	۳	تاثیر زیاد
(۰/۷۵,۱,۱)	۴	تاثیر خیلی زیاد

برای ارزیابی این مشارکت‌ها، با حضور ۱۵ کارشناس عملیاتی (شهرک صنعتی بزرگ شیراز که سابقه فعالیت عملیاتی در سیستم تولیدی را داشتند) با نویسندگان فعلی سازمان‌دهی شده است. جدول ۳ ویژگی جمعیت شناختی مدیران و کارشناسان را بیان می‌کند.

جدول ۳. یافته‌های جمعیت شناختی

	متغیر	فراوانی	درصد فراوانی
جنسیت	مرد	۱۱	۷۳
	زن	۴	۲۷
تحصیلات	کارشناسی	۲	۱۳
	کارشناسی ارشد	۷	۴۷
	دکتری	۶	۴۰
سابقه کاری	بین ۷-۱۰ سال	۳	۲۰
	بین ۱۱-۱۴ سال	۳	۲۰
	بین ۱۵-۱۸ سال	۴	۲۷
	بیش از ۱۹ سال	۵	۳۳
سن	بین ۳۰-۳۵ سال	۲	۱۳
	بین ۳۶-۴۱ سال	۵	۳۳
	بیش از ۴۲ سال	۸	۵۴

برای ارزیابی عملکرد پیشنهادی در دستیابی به شاخص عملکرد کلیدی مشخص شده، کارشناسان از مقیاس پنج نقطه‌ای استفاده کردند که در آن (۰ = بدون تأثیر، ۱ = تأثیر ضعیف، ۲ = تأثیر متوسط، ۳ = تأثیر زیاد، ۴ = بسیار زیاد). ابزارهای بهبود به‌دست‌آمده و تأثیر مرتبط با آن‌ها بر شاخص‌های کلیدی عملکرد متفاوت در جدول ۴

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2272]

فهرست شده‌اند. جدول تاثیر ابزارهای بر شاخص های کلیدی عملکرد را با ترتیب نزولی نشان می‌دهد.

جدول ٤. ۱۰ ابزارهای برگزیده موثردر بهبود ناب

نماد	عوامل موثردر بهبود ناب
۱	استفاده از روش تفکر برنامه‌ریزی، انجام، بررسی، عمل به همراه کایزن
۲	کاهش زمان تحویل مجدد (از تامین‌کننده تا انبار کارخانه)
۳	استفاده از تحلیل ABC برای کنترل موجودی
۴	استفاده از تعمیر و نگهداری مبتنی بر قابلیت اطمینان
۵	استفاده از حالت شکست و تحلیل اثر برای کاهش خرابی دستگاه
۶	کاهش ضایعات ناشی از حمل و نقل، حرکت زیاد و انتظار
۷	بهبود شرایط حمل و نقل و بسته بندی مواد عرضه شده
۸	اعمال کنترل بصری[1] موجودی و ایستگاه های کاری
۹	استفاده از سیستم 5S در موجودی‌ها و ایستگاه‌های کاری اصول ناب، کانبان[2]، کایزن و ماژول های آموزشی تعمیر و نگهداری مولد برای کار مستقیم، تعمیر و نگهداری و انبار
۱۰	بهبود کیفیت مواد عرضه‌شده

از مجموع ۱۵ پرسشنامه توزیع‌شده، تمامی آن به وسیله خبرگان تکمیل و برگشت داده شد. به منظور رتبه‌بندی عوامل با استفاده از تکنیک دیمتل فازی مراحل زیر انجام شد:

تشکیل ماتریس میانگین: پس از دریافت نظرات خبرگان، این نظرات با استفاده از روش میانگین حسابی تلفیق شده و ماتریس میانگین به‌دست آمد. جدول ۵ میانگین نظرات خبرگان بر اساس ماتریس روابط مستقیم فازی به‌صورت (L, M, U)را نشان می‌دهد.

جدول ۵. میانگین نظرات خبرگان

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱	۰،۰،۰	۰،۰/۲۵ ،۰/۵	۰ ،۰/۲۵ ،۰/۵	۰/۲۵ ،۰/۵ ،۰/۷۵	۰/۵ ،۰/۷۵ ،۱	۰ ،۰ ،۰/۵	۰ ،۰/۲۵ ،۰/۵	۰ ،۰ ،۰	۰/۲۵ ،۰/۲۵ ،۰/۷۵	۰ ،۰/۲۵ ،۰/۵
۲	۰ ،۰ ،۰/۲۵	۰ ،۰ ،۰	۰ ،۰ ،۰/۲۵	۰/۲۵ ،۰ ،۰/۷۵	۰ ،۰ ،۰	۰/۲۵ ،۰ ،۰	۰ ،۰/۲۵ ،۰	۰ ،۰ ،۰/۵	۰/۲۵ ،۰/۲۵ ،۰/۷۵	۰ ،۰ ،۰
۳	۰،۰،۰	۰ ،۰ ،۰/۵	۰ ،۰ ،۰	۰ ،۰/۱،۷۵	۰ ،۰،۰	۰ ،۰/۲۵ ،۰/۵	۰/۲۵ ،۰ ،۰	۰ ،۰ ،۰/۵	۰ ،۰/۷۵ ،۱	۰ ،۰/۲۵ ،۰/۵
۴	۰ ،۰ ،۰/۲۵	۰ ،۰/۲۵ ،۰	۰،۰ ،۰/۲۵	۰،۰ ،۰	۰/۵ ،۰/۷۵ ،۱	۰،۰ ،۰/۲۵	۰،۰ ،۰/۵	۰/۲۵ ،۰،۰	۰ ،۰ ،۰	۰ ،۰ ،۰/۲۵
۵	۰/۲۵ ،۰ ،۰	۰ ،۰/۲۵ ،۰	۰،۰ ،۰/۵	۰،۰ ،۰	۰،۰ ،۰	۰/۵ ،۰/۷۵ ،۱	۰،۰ ،۰	۰ ،۰ ،۰	۰ ،۰/۲۵ ،۰	۰ ،۰ ،۰/۲۵
۶	۰،۰ ،۰	۰/۵ ،۰	۰ ،۰/۵ ،۰	۱ ،۰ ،۰	۰/۷۵ ،۱ ،۰	۰،۰ ،۰	۰/۷۵ ،۰	۰ ،۰ ،۰	۰/۷۵ ،۱	۰/۵ ،۰

[1] visual control
[2] KANBAN

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2272]

		۰ ،۰/۵			۰/۲۵		،۰/۵ ۰/۲۵		۰/۲۵،	۰ ،۰/۲۵
۷	۰،۰،۰/۵	۰ ،۰ ،۰/۵	،۰/۲۵ ،۰/۵ ۰	،۰/۷۵ ،۰ ۰/۵	،۰/۷۵ ۰/۰۵	،۰/۷۵ ،۱ ۰/۵	۰ ،۰ ،۰	،۰/۲۵ ۰ ،۰	،۰ ،۰/۵ ۰/۵	،۰/۵ ۰ ،۰/۵
۸	۰ ،۰ ،۰/۲۵	،۰ ،۰/۲۵ ۰	،۰/۵ ۰ ،۰/۲۵	۰ ،۰ ،۰/۲۵	،۰/۷۵ ۰ ،۰	،۰/۲۵ ۰ ،۰/۵	،۰/۵ ۰ ،۰/۲۵	۰ ،۰ ،۰	،۰ ،۰/۲۵ ۰	،۰/۷۵ ،۰/۵ ۰/۲۵
۹	۰ ،۰ ،۰/۷۵	،۰/۲۵ ۰ ،۰/۲۵	،۰/۵ ،۰/۲۵ ۰	،۰/۲۵ ،۰/۷۵ ۰/۲۵	،۰/۷۵ ،۱ ۰/۵	۰ ،۰ ،۰	،۰/۷۵ ،۰/۵ ۰/۲۵	،۰/۷۵ ،۰/۵ ۰/۲۵	۰ ،۰ ،۰	،۰/۷۵ ،۰/۵ ۰/۲۵
۱۰	،۰/۲۵ ،۰/۲۵ ۰	،۰ ،۰/۲۵ ۰	۰ ،۰ ،۰	،۰/۵ ،۰/۷۵ ۰/۲۵	،۰/۷۵ ،۱ ۰/۵	۰ ،۰ ،۰	۰ ،۰ ،۰	۰ ،۰ ،۰	،۰/۵ ۰ ،۰/۲۵	۰ ،۰ ،۰

محاسبه ماتریس روابط مسقیم نرمال شده: بدین منظور رابطه ۱۰ و ۱۱، از تبدیل مقیاس خطی به عنوان فرمول نرمال سازی برای تبدیل مقیاس‌های معیارها به معیارهای قابل مقایسه استفاده می‌شود. جدول ۶ ماتریس روابط مسقیم نرمال شده را نشان می‌دهد.

$$a_{ij}^{\sim} = \left(\sum_{j=1}^{n} l_{ij}, \sum_{j=1}^{n} m_{ij}, \sum_{j=1}^{n} r_{ij}\right) \;\&\; r = max_{1\le i\le n}\left(\sum_{j=1}^{n} r_{ij}\right) \qquad (۱۰)$$

$$x^{\sim} = \begin{bmatrix} x_{11}^{\sim} & \dots & x_{1n}^{\sim} \\ x_{21}^{\sim} & \dots & x_{2n}^{\sim} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1}^{\sim} & x_{m2}^{\sim} & x_{mn}^{\sim} \end{bmatrix} \;\&\; x_{ij}^{\sim} = \frac{z_{ij}^{\sim}}{r} = \left(\frac{l_{ij}}{r}, \frac{m_{ij}}{r}, \frac{r_{ij}}{r}\right) \qquad (۱۱)$$

جدول ٦. ماتریس روابط مسقیم نرمال شده

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱	۰،۰،۰	،۰/۲۵ ،۰/۱۲۵ ۰	،۰/۲۵ ۰ ،۰/۱۲۵	،۰/۳۷۵ ۰/۰،۱۲۵/۲۵	،۰/۳۷۵ ،۰/۵ ۰/۲۵	۰ ،۰ ،۰/۲۵	۰ ،۰/۱۲۵ ،۰/۲۵	۰ ،۰ ،۰	،۰/۳۷۵ ،۰/۱۲۵ ۰/۱۲۵	،۰/۲۵ ۰ ،۰/۱۲۵
۲	/۱۲۵ ۰ ،۰ ،۰	۰ ،۰ ،۰	۰ ،۰ ،۰/۱۲۵	،۰ ،۰/۳۷۵ ۰/۱۲۵	۰ ،۰ ،۰	۰/۱۲۵ ،۰ ،۰	۰ ،۰ ،۰/۱۲۵	۰ ،۰ ،۰/۲۵	،۰/۳۷۵ ،۰/۱۲۵ ۰/۱۲۵	۰ ،۰ ،۰
۳	۰ ،۰ ،۰	/۲۵ ۰ ،۰ ،۰	۰ ،۰ ،۰	۰ ،۰/۳۷۵ ،۰/۵	۰ ،۰ ،۰	،۰/۱۲۵ ،۰/۲۵ ۰	۰/۰،۱۲۵ ،۰	۰ ،۰ ،۰/۲۵	،۰/۵ ،۰/۳۷۵ ۰	،۰/۲۵ ۰ ،۰/۱۲۵
۴	/۱۲۵ ۰ ،۰ ،۰	/۱۲۵ ۰ ،۰ ،۰	۰ ،۰ ،۰/۱۲۵	۰ ،۰ ،۰	،۰/۳۷۵ ،۰/۵ ۰/۲۵	۰ ،۰ ،۰/۱۲۵	۰ ،۰ ،۰/۲۵	۰ ،۰ ،۰/۱۲۵	۰ ،۰ ،۰	،۰/۱۲۵ ۰ ،۰
۵	/۰،۰،۱۲۵ ۰	/۱۲۵ ۰ ،۰ ،۰	۰ ،۰ ،۰/۲۵	۰ ،۰ ،۰	۰ ،۰ ،۰	،۰/۳۷۵ ،۰/۵ ۰/۲۵	۰ ،۰ ،۰	۰ ،۰ ،۰	،۰/۱۲۵ ۰ ،۰	،۰/۱۲۵ ۰ ،۰
۶	۰ ،۰ ،۰	،۰/۲۵ ۰ ،۰/۲۵	۰ ،۰/۲۵ ،۰	۰ ،۰ ،۰/۵	،۰/۳۷۵ ،۰/۵ ۰/۱۲۵	۰ ،۰ ،۰	،۰/۲۵ ،۰/۳۷۵ ۰/۱۲۵	۰ ،۰ ،۰	،۰/۵ ،۰/۳۷۵ ۰/۱۲۵	،۰/۲۵ ۰ ،۰/۱۲۵
۷	۰ ،۰ ،۰/۲۵	،۰/۲۵ ۰ ،۰	/۰،۱۲۵/۲۵ ۰ ،۰	۰ ،۰/۳۷۵ ،۰/۲۵	،۰ ،۰/۳۷۵ ۰/۲۵	،۰/۳۷۵ ،۰/۵ ۰/۲۵	۰ ،۰ ،۰	۰ ،۰ ،۰/۱۲۵	،۰/۲۵ ۰/۲۵ ،۰	،۰/۲۵ ۰ ،۰/۲۵
۸	/۱۲۵ ۰ ،۰ ،۰	،۰/۱۲۵ ۰ ،۰	،۰/۲۵ ۰ ،۰/۱۲۵	۰ ،۰ ،۰/۱۲۵	۰ ،۰ ،۰/۳۷۵	،۰/۱۲۵ ،۰/۲۵ ۰	۰ ،۰/۱۲۵ ،۰/۲۵	۰ ،۰ ،۰	،۰/۱۲۵ ۰ ،۰	،۰/۳۷۵ ،۰/۲۵ ۰/۱۲۵
۹	/۳۷۵	،۰/۱۲۵	،۰/۱۲۵	،۰/۱۲۵ ،۰/۳۷۵	،۰/۵	۰ ،۰ ،۰	،۰/۲۵ ،۰/۳۷۵	،۰/۲۵/۳۷۵	۰ ،۰ ،۰	،۰/۳۷۵

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2272]

۰٫۰٫۰	۰٫۰/۱۲۵ ۰	۰ ،۰/۲۵	۰/۱۲۵	۰/۰٫۲۵/۳۷۵		۰/۱۲۵	۰/۱۲۵		۰٫۰/۲۵ ۰/۱۲۵
/۱۲۵ /۰،۱۲۵ ۰٫۰	۰٫۰/۱۲۵ ۰٫۰	۰٫۰٫۰	۰٫۰/۲۵ ،۰/۳۷۵ ۰/۱۲۵	۰٫۰/۳۷۵ ،۰/۵ ۰/۲۵	۰٫۰٫۰	۰٫۰٫۰	۰٫۰٫۰	۰٫۰/۲۵ ۰٫۰/۱۲۵ ۰	۰٫۰٫۰	۱۰

محاسبه ماتریس فازی ارتباط کل: در این گام ابتدا معکوس ماتریس نرمال را محاسبه نموده و سپس آن را از ماتریس یکه کم می‌کنیم و در انتها ماتریس نرمال را در ماتریس حاصل ضرب می‌کنیم. فازی‌زدایی[1] روشی برای تبدیل اعداد فازی[2] به اعداد قطعی[3] است. این عملیات باعث می‌شود تا نتایج حاصل از استنتاج فازی به صورتی قابل فهم برای مخاطب ارایه شود. نظر به گستره کاربرد، روش‌های فازی‌زدایی متنوعی نیز ارایه شده است. هدف همه این روش‌ها تبدیل نتایج فازی به نتایج غیرفازی یا معمولی است. در یک سیستم فازی ابتدا از فازی‌سازی عناصر ورودی استفاده می‌شود. پس از آن محاسبات به روش فازی صورت می‌گیرد در نهایت نتایج حاصل باید دیفازی شود. با دیفازی کردن نتایج یک سیستم محاسباتی فازی در رابطه (۱۲) می‌توان گزارش‌ها را به صورت قابل فهم برای بهره‌مندان آن ارایه کرد. جدول ۷ ماتریس روابط کل را نشان می‌دهد.

$$DF_{ij}= (u_{ij}-l_{ij})+(m_{ij}-l_{ij})/۳+l_{ij} \qquad (۱۲)$$

جدول ۷. ماتریس کل

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱	۰/۳۱ـ ،۰/۱۲ ۰/۰۵	۰/۲۲ـ ۰ ،۰/۶۱	۰/۱۸ـ ۰،۰/۹	۰/۳۳ـ ۰/۱۹ ،۱/۳۱	۰/۴۷ـ ۰/۴۴ ،۲.۲۱	۰/۳ـ ،۱/۳۱ ۰/۱۲	۰/۲۳ـ ۰/۰۳ ،۰/۸	۰/۲۸ـ ،۰/۲۹ ۱/۹۴	۰/۳ـ ،۱/۱۷ ۰/۱۶	۰/۳۲ـ ،۰/۹۸ ۰/۲۶
۲	۰/۰۴ـ ،۰/۰۲ ۰/۰۲	۰/۲۹ـ ۰،۰/۱	۰/۱ـ ۰ ،۰/۱۷	۰/۱۴ـ ۰/۱۹ ،۰/۲۱	۰/۵۱ـ ۰/۲ ،۰/۳۷	۰/۳۷ـ ،۰/۲۳ ۰/۱۹	۰/۱۳ـ ،۰/۱۵ ۰/۰۴	۰/۰۶ ،۰/۰۸ ۲/۰۳	۰/۱۵ـ ،۰/۳۲ ۰/۱۶	۰/۲۸ـ ۰/۰،۲۷/۱۹
۳	۰/۲ـ ،۰/۱۳ ۰/۰۱	۰/۱۷ ۰ ،۰/۵۴	۰/۳۳ـ ۰ ،۰/۸۵	۰/۱۱ـ ۰/۰۵ ،۱/۴۶	۰/۶۱ـ ۰/۲،۰۹/۰۴	۰/۳۵ـ ،۱/۳۷ ۰/۰۶	۰/۲۹ـ ،۰/۷۶ ۰/۱۴	۰/۰۱ ،۰/۳۶ ۰/۵۳	۰/۱۷- ،۱/۴۳ ۰/۰۴	۰/۱۹ـ ،۱/۰۶ ۰/۰۷
۴	۰/۱۲ـ ،۰/۰۳ ۰/۰۴	۰/۱۳ـ ۰ ،۰/۱۵	۰/۱ـ ۰،۰/۲۲	۰/۴۱ـ ۰/۰۱ ،۰/۲۶	۰/۱۶ـ ۰/۲۹ ،۰/۸۴	۰/۱۲ـ ،۰/۴۳ ۰/۰۷	۰/۰۹ـ ۰/۰۱ ،۰/۲	۰/۱۱ـ ،۰/۰۷ ۰/۲۱	۰/۳۱ـ ۰/۰۲ ،۰/۳	۰/۲۱ـ ،۰/۲۳ ۰/۰۳
۵	۰/۱۸ـ ،۰/۰۸ ۰/۱۴	۰/۱۱ـ ۰ ،۰/۴	۰/۰۶ـ ۰ ،۰/۵۹	۰/۲۴۷ـ ۰/۰۵ ،۰/۶۷	۰/۴۶ـ ۰/۱۴ ،۱/۲۴	۰/۰۷ ۰/۳ ،۱/۱۶	۰/۱۹ـ ،۰/۵۲ ۰/۰۵	۰/۱۵ـ ۰/۸۳ ،۰/۲	۰/۱۵ـ ،۰/۷۹ ۰/۰۷	۰/۱۶ـ ۰/۱۱ ،۰/۶
۶	۰/۲۴ـ ،۰/۲ ۰/۰۴	۰/۲ـ ۰ ،۱/۰۶	۰/۳۳ـ ۰ ،۱/۵۶	۰/۲۸ـ ۰/۱۱ ،۱/۸۲	۰/۳۷ـ ۰/۳۵ ،۳/۳۱	۰/۴۴ـ ،۲/۰۹ ۰/۱۳	۰/۰۹ـ ،۱/۳۹ ۰/۱۶	۰/۲۶ـ ،۰/۵۳ ۲/۳۴	۰/۲۳ـ ۰/۱۹ ،۲/۱	۰/۲۹ـ ،۱/۶۱ ۰/۳۲
۷	۰/۱۲ـ ،۰/۱۵	۰/۲ـ ۰ ،۰/۶۱	۰/۱۹ـ ۰ ،۱/۰۴	۰/۵۳ـ ۰/۴ ،۱/۵۷	۰/۵۴ـ ۰/۶۸ ،۲/۲۴	۰/۱۴ـ ،۱/۷۳	۰/۴ـ ۰/۱ ،۰/۸۱	۰/۲ـ ،۰/۳۲	۰/۳ـ ،۱/۲۹	۰/۲۹ـ ،۱/۲۲

[1] Defuzzification
[2] Fuzzy
[3] Crisp

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2272]

	۰/۰۹					۰/۴۴		۴/۲۶	۰/۳۴	۰/۵۸
۸	−۰/۱۴ ،۰/۱۴، ۰/۰۱	−۰/۲ ، ۰ ،۰/۵	−۰/۰۸ ، ۰ ،۰/۸۹	−۰/۳۴ ، ۰/۰۲ ،۱/۰۷	−۰/۳۴ ، ۰/۰۴ ،۱/۷۹	−۰/۲۶ ، ۰/۰۱ ،۱/۴	−۰/۱۷ ، ۰ ،۰/۷۹	−۰/۲۵ ، ۰/۲۷ ۰/۰۳	−۰/۳ ، ۰ ،۱/۰۷	−۰/۰۸ ، ۱/۰۹ ۰/۱۳
۹	−۰/۰۳ ، ۰/۱۹ ۰/۱۲	−۰/۳۱ ، ۰،۰/۸۱	−۰/۲۲ ، ۰ ،۱/۳۵	۱/۷،−۰/۴ ، ۰/۴۲	−۰/۴۵ ، ۰/۹۵ ،۲/۹۳	−۰/۴۴ ، ۱/۸۸ ۰/۲۸	−۰/۱۹ ، ۰/۱۷ ،۱/۲	−/۰۷ ، ۰/۶۳ ۱۳/۶۶	−۰/۶۲ ، ۱/۵۳ ۰/۰۹	−۰/۲۱ ، ۱/۵۲ ۱/۸۴
۱۰	−۰/۰۶ ، ۰/۲ ۰/۰۴	−۰/۱۲ ، ۰ ،۰/۳۶	−۰/۱۶ ، ۰ ،۰/۵۶	−۰/۰۶ ، ۰/۹۵ ۰/۱۴	−۰/۰۲ ، ۰/۳۲ ،۱/۶۹	−۰/۲ ، ۰/۹۴ ۰/۰۸	−۰/۲۲ ، ۰/۴۹ ۰/۰۱	−۰/۱۶ ، ۰/۲۱ ۰/۲۳	−۰/۱۵ ، ۰/۸۳ ۰/۰۲	−۰/۲۹ ، ۰/۰۳ ،۰/۶

ماتریس آستانه یک آستانه مشخص برای روابط بین عناصر تعیین می‌کند. به این معنا که هر رابطه‌ای که مقدار تأثیر آن از یک حد خاص کمتر باشد (یعنی تأثیر ضعیف باشد)، از تحلیل حذف می‌شود یا به عبارتی صفر می‌شود. مقدار آستانه معدل ۰/۳۴۲محاسبه شد. جدول ۸ ماتریس مقادیر ماتریس آستانه را نشان می‌دهد.

جدول ۸. مقادیر ماتریس آستانه

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱	۰	۰	۰	۰	۰/۴۹	۰	۰	۰/۶۱	۰	۰
۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۶۲	۰	۰
۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۴	۰	۰	۰	۰
۶	۰	۰	۰	۰	۰/۶۸	۰	۰	۰/۸	۰/۴۱	
۷	۰	۰	۰	۰	۰/۵۳	۰/۴۹	۰	۱/۴۲	۰	۰/۳۷
۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۹	۰	۰	۰	۰	۰/۶۷	۰	۰	۴/۶۶	۰	۰/۸۱
۱۰	۰	۰	۰	۰	۰/۴۴	۰	۰	۰	۰	۰

محاسبه میزان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری عوامل: پس از محاسبه ماتریس کل مجموع سطر و ستون‌های ماتریس کل به ترتیب نشان‌دهنده میان تاثیرگذاری D و تاثیرپذیری R هر عامل می‌باشد. اگر (D-R) مثبت باشد، عامل علّی (تاثیرگذار) و اگر منفی باشد، معلول (تاثیرپذیر) محسوب می‌شود. هر چه مقدار (D+R) بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل دارد. در جدول ۹ هر یک از عوامل و میزان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری آن‌ها نمایش داده شده است.

جدول ۹. میزان و رتبه تاثیرگذاری و تاثیر پذیری عوامل

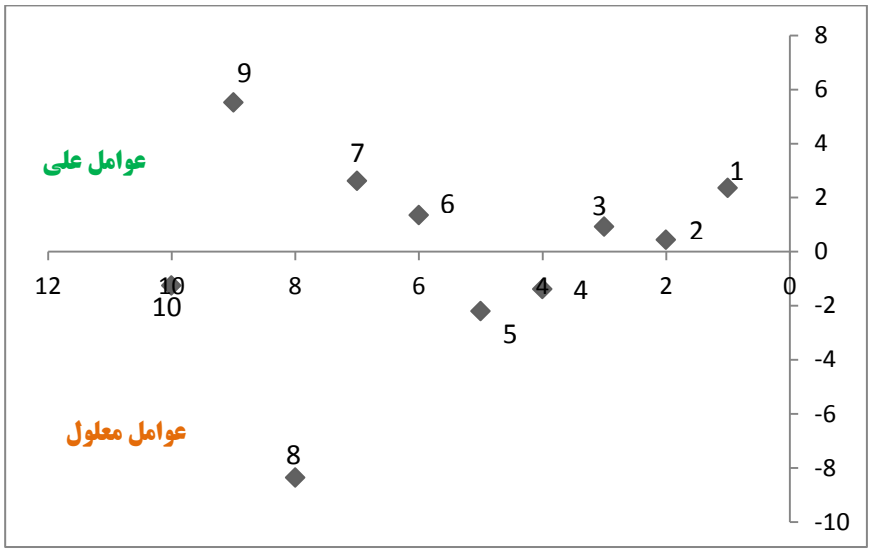
Factor	D	R	D-R	D+R	Identity	Rank
۱	۲/۰۷	−۰/۳	۲/۳۶	۱/۷۷	Cause	۳
۲	۰/۴۹	۰/۰۵	۰/۴۴	۰/۵۴	Cause	۶
۳	۱/۳۶	۰/۴۴	۰/۹۲	۱/۸۱	Cause	۵
۴	۰/۲۴	۱/۶۲	−۱/۳۸	۱/۸۶	Effect	۸
۵	۱/۲۷	۳/۴۷	−۲/۲	۴/۷۴	Effect	۹

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2272]

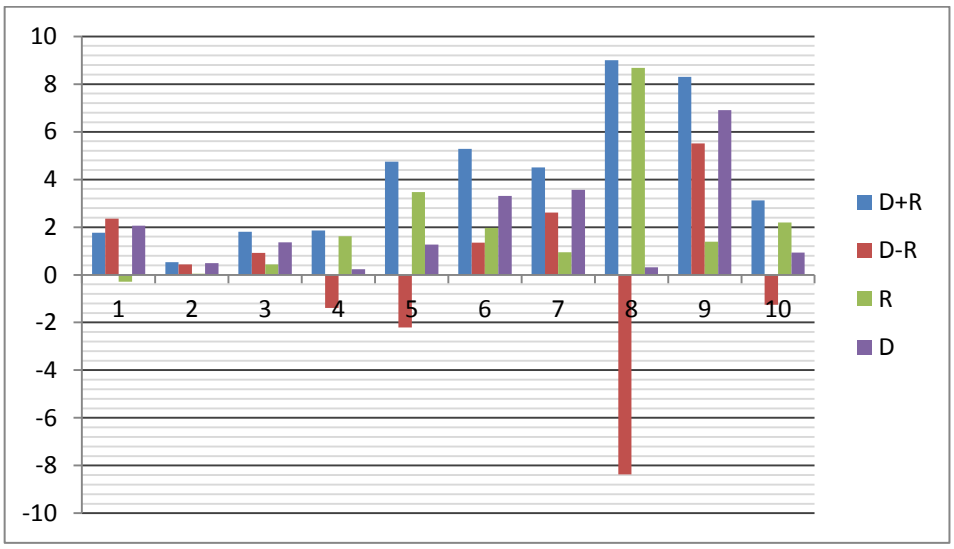
۴	Cause	۵/۲۸	۱/۳۵	۱/۹۶	۳/۳۲	۶
۲	Cause	۴/۵۱	۲/۶۲	۰/۹۵	۳/۵۶	۷
۱۰	Effect	۹	-۸/۳۷	۸/۶۸	۰/۳۲	۸
۱	Cause	۸/۳	۵/۵۱	۱/۳۹	۶/۹۱	۹
۷	Effect	۳/۱۳	-۱/۲۵	۲/۱۹	۰/۹۴	۱۰

ترسیم دیاگرام علت و معلولی (اثرگذاری و اثرپذیری عوامل): برای رسم دیاگرام باید مقادیر D-R , D+R به‌دست آید. مقادیر D+R محور افقی را نشان می‌دهد. به طور مشابه محور عمودی D-R که نشان‌دهنده موقعیت یک عامل در طول محور عرض‌ها می‌باشد. نمودار زیر این عوامل را نمایش می‌دهد به صورتی که عواملی که در بالای محور افقی هستند، عوامل اثرگذار (علی) و عواملی که در زیر محور افقی قرار گرفته اند عوامل اثرپذیر (معلول) می‌باشند. شکل ۲ نمودار علت و معلولی عوامل موثر را نشان می‌دهد.



شکل ۲. نمودار علت و معلولی

شکل ۳ رتبه‌بندی عوامل شناسایی‌شده بر اساس نتایج جدول ۹ نشان می‌دهد.



شکل ۳. اولویت‌بندی عوامل

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2272]

در جدول ۱۰ به ارایه اولویت‌بندی ابزارهای بهبود ناب اثرگذار و اثرپذیر می‌پردازد.

جدول ۱۰. اولویت‌بندی ابزارهای بهبود ناب

	ابزارهای اثرگذار بهبود ناب		ابزارهای اثرپذیر بهبود ناب
اولویت	نام ابزار	اولویت	نام ابزار
۱	استفاده از روش تفکر برنامه ریزی، انجام، بررسی، عمل به همراه کایزن	۱	استفاده از حالت شکست و تحلیل اثر برای کاهش خرابی دستگاه
۲	استفاده از تحلیل ABC برای کنترل موجودی	۲	استفاده از تعمیر و نگهداری مبتنی بر قابلیت اطمینان
۳	اعمال کنترل بصری موجودی و ایستگاه های کاری	۳	استفاده از سیستم 5S در موجودی ها و ایستگاه های کاری اصول ناب، کانبان ، کایزن و ماژول های آموزشی تعمیر و نگهداری مولد برای کار مستقیم، تعمیر و نگهداری و انبار
۴	بهبود شرایط حمل و نقل و بسته بندی مواد عرضه شده	۴	کاهش ضایعات ناشی از حمل و نقل، حرکت زیاد و انتظار
۵	کاهش زمان تحویل مجدد (از تامین‌کننده تا انبار کارخانه)	-	
۶	بهبود کیفیت مواد عرضه‌شده		

٦ بحث

هدف مطالعه حاضر، ارزیابی ابزارهای ناب و طراحی یک چارچوب کلی مبتنی بر اساس رویکرد تولید ناب بود. روش دیمتل-فازی، که برای تحلیل روابط متقابل بین ابزارهای ناب استفاده می‌شود، می‌تواند در شناسایی و حل مشکلات موجود در سیستم‌های تولیدی مفید باشد. این روش، با ارزیابی تأثیرات متقابل و تعیین اولویت‌ها، به مدیران کمک می‌کند تا تصمیمات مدیریتی موثرتری اتخاذ کنند. علاوه بر این، شناسایی عوامل موفقیت قبل از پیاده‌سازی ابزارهای ناب، احتمال موفقیت در اجرای پروژه‌های ناب را افزایش می‌دهد. بنابراین در پژوهش حاضر، از بین عوامل اثرگذار به ترتیب استفاده از روش تفکر برنامه ریزی، انجام، بررسی، عمل به همراه کایزن و استفاده از تحلیل ABC برای کنترل موجودی و از بین عوامل تاثیرپذیر نیزاستفاده از حالت شکست و تحلیل اثر برای کاهش خرابی دستگاه و استفاده از تعمیر و نگهداری مبتنی بر قابلیت اطمینان، دارای بالاترین اولویت می‌باشند.

پالانگ و خترک[1] [۴۴] تاکید می کنند که رویکرد تولید ناب یک ابزار حیاتی برای افزایش بهره‌وری در فرآیندهای تولید است. مزایای مشاهده‌شده پس از اجرای تکنیک های تولید ناب فردی یا ترکیبی کاهش در زمان چرخه، حذف فعالیت‌های غیر ارزشی و هزینه‌های تولید و همچنین افزایش بهره‌وری بود. زیرا دستاوردهای به دست آمده در راستای بهبود محیط کار و دستاوردهای ارگونومیکی شامل کاهش زمان، بهینه سازی جریان تولید، کاهش تعداد فعالیت‌های بدون ارزش افزوده و مسافت طی شده در کارخانه دربر دارد. دیراویدامنی و همکاران [۳۳] استدلال می‌کنند که در بسیاری از فرآیندهای صنعتی، فعالیت بدون ارزش افزوده می‌تواند بیش از ۹۰ درصد از کل فعالیت یک کارخانه را شامل شود. پس از اجرای اصلاحات، این درصد به ۶۷ درصد کاهش

[1] Palange & Dhatrak

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2272]

یافت. علاوه بر این، ارنیتر و مالیف [۴۵]، رویکرد مزایای تولید ناب را علاوه بر کاهش سطح موجودی، کاهش تنوع فرآیند، تغییرپذیری تقاضا، تنوع عرضه‌کننده و تنوع تولید، که شامل تغییرات ویژگی‌های کیفیت محصول می‌شود، مطرح کردند. این یافته با اجرای کایزن، که کاهش در تنوع و عدم وجود نقاط پرت را پس از اجرای اقدامات بهبود نشان داد، مطابقت دارد. به گفته لیتوینس و همکاران [۲۵]، درک عمیق از وضعیت فعلی باید با تفکر خلاق ترکیب شود تا نوآوری و حل سیستماتیک مشکل را تقویت کند. اجرای راه‌حل‌ها برای کاهش زمان تحویل با استفاده از تکنیک‌های تفکر طراحی (یعنی ایده‌پردازی و ماکت) برای طراحی پشتیبانی قطعه کمک می‌کند. جعفرنژاد و همکاران [۴۶] در تحقیق خود تاکید کردند که مسئولان و مدیران می‌بایست کارکنان خود را از اهداف و فلسفه نابی آگاه نموده و آنها را با کارکردهای هر یک از فعالیت‌های ناب آشنا نمایند؛ تا بتوانند جهت گیری شفاف و صریحی را اتخاذ نمایند. فولادی و خاکستری [۴۷] ویژگی‌های تأمین‌کننده ناب شامل هزینه کم و کیفیت بالا در راستای کاهش ضایعات برشمردند.

۷ نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در بازارهای رقابتی امروز، سازمان‌ها از طریق روش‌های مختلف از جمله تولید ناب به دنبال بهبود عملکرد خود هستند. تولید ناب نظامی را در سازمان ایجاد می‌کند که دارای حداقل اتلاف در عملکرد می‌باشد. این سیستم دارای ابزارهای متعددی است که در مقالات و پژوهش‌های مختلف به آنها اشاره شده است. شناسایی و اولویت بندی ابزار ناب، زمینه‌ساز انتخاب ابزارهای مناسب‌تر و ارائه برنامه‌های اقدام کارامدتر می‌باشد. از سوی دیگر کمبود منابع در اختیار سازمان شرایطی را فراهم می‌آورد که می‌بایست در استفاده از ابزارهای مختلف بر مبنای اولویت‌بندی عمل کرد. در این پژوهش با استفاده از تکنیک دیمتل فازی تعداد ۱۰ ابزار ناب که دارای اولویت‌بندی بالاتری هستند شناسایی شد. نتایج این پزوهش می‌تواند به سازمان‌هایی که به دنبال اجرای سیستم ناب هستند کمک کند که با صرف منابع کمتر گام‌های بزرگتری به سمت ایجاد سیستم ناب گام بردارند.

تولید ناب مناسب و اولویت‌بندی آن‌ها با استفاده از روش دیمتل فازی می‌شود، که در نهایت به تنظیم برنامه اقدام بهبود منجر می‌گردد. این رویکرد، با ارایه طرح توالی برای به کارگیری ابزارهای انتخابی و برنامه اجرای آن‌ها، به سازمان‌ها کمک می‌کند تا به بهبود مستمر و پایدار دست یابند. مدل پیشنهادی، با قابلیت پیاده‌سازی در اکثر شرکت‌های کوچک و متوسط، چشم‌اندازی وسیع برای بهبود عملکرد سازمانی ارایه می‌دهد. در نهایت، برای اطمینان از بهبود عملکرد، شرکت‌ها باید بسته‌ای از تصمیمات مدیریتی را اجرا کنند که شامل تشکیل تیم‌های کایزن متقابل، تعیین اهداف و شاخص‌های عملیاتی مرتبط، استقرار سیستم‌های پاداش و انگیزه، و برگزاری جلسات ماهانه برای نظارت بر تنگناهای سیستم تولید است. این اقدامات مدیریتی، همراه با انعطاف‌پذیری مناسب سیستم، به سازمان‌ها کمک می‌کنند تا به عملکردی مطلوب و پایدار دست یابند.

منابع

[1] Fontela, E; Gabus, A; (1976). DEMATEL, Innovative Methods, Report (2 Structural Analysis of the World Problematique. Battelle Geneva Research Institute

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2272]

[2] Horng, cou-Shyan: Chih-Hsing Liu, Sheng-Fang Chou, Chang-Yen Tsai, (2013), Creativity as a Critical Criterion for Future Restaurant Space Design: Developing a Novel Model with DEMATEL Application, International Journal of Hospitality Management, 33, 96-105

[3] Liu, H., You, J., Lu, C., & Chen, Y. (2015). Evaluating health-care waste treatment technologies using a hybrid multi-criteria decision making model. Renewable and Sustainable Energy, 41, 932-942

[4] Lin, C. J., & Wu, W. W. (2008). A causal analytical method for group decision-making under fuzzy environment. Expert Systems with Applications, 34(1), 205-213 .

[5] Kahraman, Cengiz; (2009), Fuzzy Multi-Criteria Decision Making: Theory and Applications with Recent Developments Front Cover, Volume 16 of Springer optimization and its Applications, ISSN 1931-6828

[6] Sanatian, M., & Aniseh, M. (2023). Lean production and its implementation tools in organizations. In Proceedings of the First International Conference on Statistical Data Analysis (Sari). https://civilica.com/doc/1830998. (In persian).

[7] Womack, J. and Jones, D.T. (2003), Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, 2nd ed., Free Press, New York

[8] Maware, C., Okwu, M.O. and Adetunji, O. (2022), A systematic literature review of lean manufacturing implementation in manufacturing-based sectors of the developing and developed countries, International Journal of Lean Six Sigma, 13 (3), 521-556.

[9] Badhotiya, G.K., Gurumurthy, A., Marawar, Y. and Soni, G. (2024), Lean manufacturing in the last decade: insights from published case studies, Journal of Manufacturing Technology Management, doi: 10.1108/JMTM-11-2021-0467.

[10] Naeemah, A.J. and Wong, K.Y. (2023), Selection methods of lean management tools: a review, International Journal of Productivity and Performance Management, 72 (4), 1077-1110.

[11] Tortorella, G.L., Marodin, G.A., Miorando, R. and Seidel, A. (2015), The impact of contextual variables on learning organization in firms that are implementing lean: a study in Southern Brazil, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 78 (9-12), 1892-1879,

[12] Negr~ao, L.L.L., Godinho Filho, M. and Marodin, G. (2017), Lean practices and their effect on performance: a literature review, Production Planning and Control, 28 (1), 33-56.

[13] Mamoojee-Khatib, H., Antony, J., Teeroovengadum, V., Garza-Reyes, J.A., Tortorella, G.L., Foster, M. and Cudney, E.A. (2023), A systematic review of lean implementation frameworks and roadmaps: lessons learned and the way forward, TQM Journal.

[14] Zabati Asli, S. H., Razini, A. H., & Hoseini Shakib, M. (2022). Examining the lean production process based on TRIZ and ranking its tools using multi-criteria decision-making techniques: A case study of the Niro Mahrek Industrial Company. Strategic Management Journal in Industrial Systems, 17(61), 103-118. (In Persian).

[15] Ravankh, A. (2023). A model for prioritizing success drivers of lean production using ISM and OPA approaches. In Proceedings of the Ninth National Congress on Recent Findings in Management and Industrial Engineering with Emphasis on Competitiveness and Intelligence (Tehran). https://civilica.com/doc/1965011 (In persian).

[16] Bashiri, S. (2022). Designing lean production assessment in small and medium enterprises. Accounting and Management Perspectives, 5(66), 88-102. (In Persian).

[17] Moghaddam Arjomand, M., & Rahimi Nejad Golnakkashi, M. (2021). A review of lean production and its evaluation methods in manufacturing industries. In Proceedings of the Second Conference on Systemic Thinking in Practice (Mashhad). https://civilica.com/doc/1386029 (In Persian).

[18] Dehghan Niri, M., & Bijan, M. (2021). Identifying and prioritizing strategies to boost production in Iranian industries using fuzzy TOPSIS method. Advances in Systems and Strategies Research, 2(2), 101-127. (In Persian).

[19] Emamzadeh, M., & Tabatabai, S. M. (2020). Prioritizing effective factors for implementing lean production in the Tabriz Charkheshgar Company using network process analysis. Applied Research in Management and Accounting, 5(19), 1-23. https://sid.ir/paper/395930/fa (In Persian).

[20] Jalalioun, N., & Farazijani, H. (2020). Identifying strategies and ranking lean production tools for achieving world-class production using grey theory and fuzzy approach. Scientific Journal of Business Strategies, 17(16), 79-98. (In Persian).

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2272]

[21] Solanki, M., Bhatt, P. and Jain, A. (2021), Integration of value stream mapping with Taguchi's orthogonal array to improve productivity and quality: a case study of SSE, Materials Today: Proceedings, 42, 1304-1310.
[22] Dresch, A., Veit, D.R., Lima, P.N.D., Lacerda, D.P. and Collatto, D.C. (2019), Inducing Brazilian manufacturing SMEs productivity with lean tools, International Journal of Productivity and Performance Management, 68 (1), 69-87.
[23] Gülyaz, E., van der Veen, J.A., Venugopal, V. and Solaimani, S. (2019), Towards a holistic view of customer value creation in lean: a design science approach, Cogent Business and Management, 6 (1), 1-30.
[24] Schimanski, C.P., Pradhan, N.L., Chaltsev, D., Monizza, G.P. and Matt, D.T. (2021), Integrating BIM with lean construction approach: functional requirements and production management software, Automation in Construction, 132.
[25] Liutkevicien_e, I., Rytter, N.G.M. and Hansen, D. (2022), Leveraging capabilities for digitally supported process improvement: a framework for combining lean and ERP, Business Process Management Journal, 28 (3), 765-783.
[26] Hopp, W.J. and Spearman, M.S. (2021), The lenses of lean: visioning the science and practice of efficiency, Journal of Operations Management, 67 (5), 610-626
[27] Dhiravidamani, P., Ramkumar, A.S., Ponnambalam, S.G. and Subramanian, N. (2018), Implementation of lean manufacturing and lean audit system in an auto parts manufacturing industry–an industrial case study, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 31 (6), 579-594
[28] Lyu, J., Chen, P.S. and Huang, W.T. (2021), Combining an automatic material handling system with lean production to improve outgoing quality assurance in a semiconductor foundry, Production Planning and Control, 32 (10), 829-844.
[29] Rother, M. and Shook, J. (2003), Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda, Lean Enterprise Institute
[30] Eswaramoorthi, M., Kathiresan, G.R., Prasad, P.S.S. and Mohanram, P.V. (2011), A survey on lean practices in Indian machine tool industries, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 52 Nos 9/12, 1091-1101
[31] Prasad, S., Khanduja, D. and Sharma, S.K. (2016), An empirical study on applicability of lean and green practices in the foundry industry, Journal of Manufacturing Technology Management, 27 (3, 426-408.
[32] Władysiak, R., Pacyniak, T. and Trzoska, J. (2017), Improvement of artistic cast production system, Archives of Foundry Engineering, 17 (3), 143-148
[33] Dhiravidamani, P., Ramkumar, A.S., Ponnambalam, S.G. and Subramanian, N. (2018), Implementation of lean manufacturing and lean audit system in an auto parts manufacturing industry–an industrial case study, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 31 (6), 579-594
[34] Chang, B., Chang, C.W. and Wu, C.H. (2011), Fuzzy-DEMATEL method for developing supplier selection criteria, Expert Systems with Applications, 38 (3), 1850-1858.
[35] Wu, W.-W. and Lee, Y.T. (2007), Developing global managers'competencies using the Fuzzy-DEMATEL method, Expert Systems with Applications, 32 (2), 499-507.
[36] Tseng, M.-L. (2010), Implementation and performance evaluation using the fuzzy network balanced scorecard, Computers and Education, 55 (1), 188-201
[37] Taherdoost, H. "Validity and Reliability of the Research Instrument; How to Test the Validation of a Questionnaire/Survey in a Research". International Journal of Academic Research in Management.2016. 5(3). 28-36.
[38] Mehr, E. S., Carswell, P., & Day, K. 2018.An adaptation of grounded theory using a modified convergent interviewing technique The Qualitative Report. 23(6), 1456-1469. Retrieved from.
[39] Nicula, D. L., & Constantinescu, S. (2023). Enhancing Organizational Performance Through The Fuzzy Dematel Method. Journal of Social and Economic Statistics, 12(2), 72–87.
[40] Hossain, M. I., Baldacci, R., Al Amin, M., & Rahman, M. H. (2023). Identification and Prioritization of Green Lean Supply Chain Management Factors Using Fuzzy DEMATEL. Sustainability, 15(13), 10523.
[41] Kazancoglu, Y.; Kazancoglu, I.; Sagnak, M. (2018). Fuzzy DEMATEL-based green supply chain management performance: Application in cement industry. Ind. Manag. Data Syst, 118, 412–431.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2272]

[42] Khan, S.; Khan, M.I.; Haleem, A. (2019). Evaluation of barriers in the adoption of halal certification: A fuzzy DEMATEL approach. J. Model. Manag, 14, 153–174.
[43] Sathyan, R.; Parthiban, P.; Dhanalakshmi, R.; Sachin, M.S. (2022). An integrated Fuzzy MCDM approach for modelling and prioritising the enablers of responsiveness in automotive supply chain using Fuzzy DEMATEL, Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS. Soft Computr, 27, 257–277.
[44] Palange, A. and Dhatrak, P. (2021), Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing, Materials Today: Proceedings, 46, 729-736.
[45] Arnheiter, E.D. and Maleyeff, J. (2005), The integration of lean management and Six Sigma, The TQM Magazine, 17(1), 5-18.
[46] Jafar Nejad, H., Ahmadi, H., & Maleki, M. H. (2011). Evaluation of lean production using a combined approach of ANP and DEMATEL techniques in fuzzy conditions. Industrial Management Studies, 8(20), 1-25. (In Persian).
[47] Fouladi F, Khakestari, M. (2020). A unified model for selecting green suppliers in a lean-agile supply chain. Operations Research in Applications, 17(3), 81-97. (In Persian).

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2272]