







Paper Type: Original Article

Hybrid PLSANN Modeling to Investigate the Mediating Role of Industry 4.0 Technologies and Customer Satisfaction in the Relationship between Quality Management Practices and Organizational Performance

Amir Mohammad Khani¹ , Arman Rezasoltani¹ , Ahmad Jafarnejad Chaghoshi^{1,*} ,
Mohammad Ali Nikkhah¹ 

¹ Department of Industrial Management, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran; amir.mo.khani@ut.ac.ir; armanrezasoltani@ut.ac.ir; jafarnjd@ut.ac.ir; mohamad.ali.nik@ut.ac.ir.

Citation:

Received: 23 May 2025
Revised: 18 August 2025
Accepted: 03 September 2025

Khani, A. M., Rezasoltani, A., Jafarnejad, A., & Nikkhah, M. A. (2025). Hybrid PLSANN modeling to investigate the mediating role of Industry 4.0 technologies and customer satisfaction in the relationship between quality management practices and organizational performance. *Journal of Quality Engineering and Management*, 15(4), 339-368.

Abstract

Purpose: This study was conducted to investigate the relationships between Quality Management Practice (QMP), Industry 4.0 technologies, and organizational performance, and among them, the mediating role of customer satisfaction and technology was considered. The main objective of the study was to explain how the combination of quality and technology affects organizational performance improvement in Iranian manufacturing companies.

Methodology: The study used a mixed approach, and the data were analyzed using structural equation modeling (PLS-SEM) and Artificial Neural Network (ANN). The statistical population comprised employees of Iranian manufacturing companies, and the data were collected via a valid questionnaire administered to 205 respondents. The research tool had five main variables, fourteen sub-components, and forty-five indicators.

Findings: The results showed that QMP has a direct and significant effect on customer satisfaction and organizational performance. Also, Industry 4.0 technology and customer satisfaction played an effective mediating role in these relationships. Neural network analysis also indicates that customer satisfaction, process management, and data-centricity are most important for predicting organizational performance. The findings have collectively confirmed that combining QMP with new technologies can be an efficient strategy for improving organizational performance.

Originality/Value: By combining the two methods, PLS and ANN, this research has presented an innovative approach for simultaneous analysis of causal relationships and nonlinear prediction. Also, by simultaneously examining the two mediating variables of customer satisfaction and technology and conducting the research in the local context of Iranian companies, it has covered the existing research gap and contributed to the development of the literature on quality management and digital transformation.

Keywords: Quality Management, Industry 4/0 technologies, Customer satisfaction, Organizational performance, PLS-SEM, Artificial neural network.



مدل سازی ترکیبی PLS-ANN برای بررسی نقش میانجی فناوری های صنعت ۴/۰ و رضایت

مشتری در رابطه بین QMP و عملکرد سازمانی

امیرمحمد خانی^۱، آرمان رضا سلطانی^۱، احمد جعفرنژاد چقوشی^{۱*}، محمد علی نیکخواه^۱
^۱گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

چکیده

هدف: این پژوهش با هدف بررسی روابط میان QMP، فناوری های صنعت ۴/۰ و عملکرد سازمانی انجام شده است و در این میان، نقش میانجی رضایت مشتری و فناوری مورد توجه قرار گرفته است. هدف اصلی مطالعه، تبیین نحوه اثرگذاری ترکیب کیفیت و فناوری بر ارتقای عملکرد سازمانی در شرکت های تولیدی ایران بوده است.

روش شناسی پژوهش: پژوهش از رویکرد ترکیبی استفاده کرده و داده ها با روش مدل سازی معادلات ساختاری (PLS-SEM) و شبکه عصبی مصنوعی تحلیل شده اند. جامعه آماری شامل کارکنان شرکت های تولیدی ایران بوده و داده ها از طریق پرسشنامه ای معتبر با ۲۰۵ پاسخ دهنده گردآوری شده است. ابزار پژوهش دارای پنج متغیر اصلی، چهارده مولفه فرعی و چهل و پنج شاخص بوده است.

یافته ها: نتایج نشان داده اند که QMP تاثیر مستقیم و معناداری بر رضایت مشتری و عملکرد سازمانی دارند. همچنین، فناوری صنعت ۴/۰ و رضایت مشتری نقش میانجی موثری در این روابط ایفا کرده اند. تحلیل شبکه عصبی نیز بیان کرده است که رضایت مشتری، مدیریت فرآیند و داده محوری بیشترین اهمیت را در پیش بینی عملکرد سازمانی داشته اند. یافته ها در مجموع تایید کرده اند که ترکیب QMP با فناوری های نوین می تواند راهبردی کارآمد برای بهبود عملکرد سازمانی باشد.

اصالت/ارزش افزوده علمی: این تحقیق با ترکیب دو روش PLS و ANN، رویکردی نوآورانه برای تحلیل همزمان روابط علی و پیش بینی غیرخطی ارائه داده است. همچنین با بررسی همزمان دو متغیر میانجی رضایت مشتری و فناوری و اجرای پژوهش در بستر بومی شرکت های ایرانی، خلأ مطالعاتی موجود را پوشش داده و به توسعه ادبیات مدیریت کیفیت و تحول دیجیتال کمک کرده است.

کلیدواژه ها: مدیریت کیفیت، فناوری های صنعت ۴/۰، رضایت مشتری، عملکرد سازمانی، مدل سازی معادلات ساختاری (PLS-SEM)، شبکه عصبی مصنوعی.

۱- مقدمه

در دنیای پرقاب و پرتلاطم امروز، سازمان ها برای بقا و موفقیت ناگزیر به اتخاذ رویکردهای نوآورانه و بهره گیری از ابزارهای فناورانه در کنار شیوه های سنتی مدیریت کیفیت هستند.

در دهه‌های گذشته، شیوه‌های مدیریت کیفیت¹ به‌عنوان یک فلسفه مدیریتی جامع، به سازمان‌ها کمک کرده‌اند تا از طریق بهبود مستمر فرآیندها، ارتقا کیفیت محصولات و خدمات و افزایش رضایت مشتری، به سطوح بالاتری از عملکرد دست یابند [3-1]. در مقابل، ورود فناوری‌های صنعت ۴/۰ همچون اینترنت اشیا، داده‌کاوی، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و سیستم‌های سایبر-فیزیکی، انقلابی بنیادین در نحوه طراحی، اجرا و کنترل فرآیندهای سازمانی ایجاد کرده است [4]. این فناوری‌ها تنها ابزارهایی تکنولوژیک نیستند، بلکه تحولاتی سیستمی هستند که فرهنگ، ساختار و استراتژی‌های سازمانی را نیز دستخوش تغییر کرده‌اند.

مرور پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد که هریک از عناصر این مدل، به‌صورت مجزا یا در ترکیب‌های ساده بررسی شده‌اند. برای مثال، حسین [5] رابطه میان مدیریت کیفیت جامع² و رضایت مشتری را در صنعت لبنیات بررسی کرده و نشان داده که کیفیت محصول و اعتبار برند دو عامل اثرگذار بر رضایت مشتری هستند، اما از فناوری‌های نوین غافل مانده است. در سوی دیگر، بنیتز و همکاران [6] به نقش فناوری صنعت ۴/۰ در به‌کارگیری شیوه‌های ناب و عملکرد ذینفعان پرداخته‌اند، بدون آن‌که نقش رضایت مشتری یا مدیریت کیفیت را به‌صورت میانجی لحاظ کنند. ناوارو و نارنجو [7] نقش میانجی مدیریت کیفیت بین فرهنگ کیفیت و عملکرد سازمانی را تحلیل کرده‌اند، اما از متغیرهای فناورانه و مشتری‌محور غفلت کرده‌اند. حتی مطالعاتی مانند نگوین و همکاران [8] که به بررسی توأم مدیریت کیفیت و فناوری صنعت ۴/۰ پرداخته‌اند، نقش صنعت ۴/۰ را صرفاً به‌عنوان تعدیل‌گر در نظر گرفته‌اند، نه میانجی. دیگر پژوهش‌ها نیز یا تمرکز خود را صرفاً بر متغیرهای سازمانی گذاشته‌اند یا فاقد روش‌شناسی‌های پیشرفته برای تحلیل دقیق روابط علی بوده‌اند [8]. در این میان، مساله‌ای که توجه بسیاری از محققان و مدیران را به خود جلب کرده، چگونگی هم‌افزایی و ترکیب موثر بین رویکردهای سنتی مدیریت کیفیت و فناوری‌های نوین فناوری صنعت ۴/۰ برای بهبود عملکرد سازمانی است. پرسشی که این مقاله در پی پاسخ به آن است، عبارت است از «آیا و چگونه QMP از طریق نقش میانجی فناوری‌های صنعت ۴/۰ و رضایت مشتری، می‌تواند بر عملکرد سازمانی تاثیرگذار باشند؟». این مساله نه تنها از جنبه نظری و توسعه مدل‌های مفهومی اهمیت دارد، بلکه از دیدگاه کاربردی نیز، راهگشای طراحی استراتژی‌های بهبود برای مدیران سازمانی در کشورهای در حال توسعه خواهد بود. اهمیت این موضوع از آن‌روست که پیاده‌سازی موفق فناوری‌های صنعت ۴/۰، نیازمند بستری مناسب در حوزه فرهنگ کیفیت و شیوه‌های مدیریتی است. همچنین، در بسیاری از صنایع، رضایت مشتری به‌عنوان عامل کلیدی موفقیت در بازار، به‌شدت تحت‌تاثیر کیفیت محصول، سرعت پاسخگویی و ارزش‌افزوده ایجادشده از طریق فناوری است [9]؛ بنابراین، این مقاله علاوه بر ارزش نظری بالا در توسعه چارچوب‌های مفهومی تلفیقی و پیچیده، از جنبه کاربردی نیز می‌تواند راهنمایی موثر برای تصمیم‌گیری مدیران در حوزه تحول دیجیتال، بهبود کیفیت و ارتقای رضایت مشتری باشد. مدل ارائه‌شده، با شناسایی نقاط اتصال میان QMP و فناوری‌های صنعت ۴/۰، نشان می‌دهد که استقرار هم‌زمان این دو رویکرد می‌تواند به‌صورت غیرمستقیم از طریق افزایش رضایت مشتری، عملکرد سازمانی را ارتقا دهد. همچنین استفاده از شبکه عصبی به‌عنوان ابزار مکمل تحلیل ساختاری، افق جدیدی را در بهره‌گیری از هوش مصنوعی در تحقیقات مدیریتی گشوده است. ساختار مقاله به‌گونه‌ای طراحی شده است که ابتدا در بخش دوم، مبانی نظری و پیشینه پژوهش مرور شده و شکاف‌های موجود شناسایی می‌شوند.

در بخش سوم، مدل مفهومی و فرضیه‌ها تشریح می‌گردد. در بخش چهارم، روش‌شناسی پژوهش شامل طراحی پرسشنامه، جامعه آماری، ابزار تحلیل و فرآیند مدل‌سازی PLS-ANN³ شرح داده می‌شود. در ادامه و در بخش پنجم، نتایج تجربی و یافته‌های تحلیل آماری ارائه می‌گردد. در بخش پایانی، بحث و نتیجه‌گیری، محدودیت‌ها و پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی ارائه می‌شود. بدین ترتیب، مقاله حاضر تلاشی است در راستای توسعه مرزهای دانش در حوزه تعامل بین مدیریت کیفیت، فناوری‌های نوین و رضایت مشتری و اثر آن‌ها بر عملکرد سازمانی.

¹ Quality Management Practice (QMP)

² Total quality management

³ Partial Least Squares–Artificial Neural Network (PLS_ANN)

۲- مبانی نظری

۲-۱- شیوه‌های مدیریت کیفیت

QMP برای افزایش عملکرد سازمانی اساسی هستند. این شیوه‌ها را می‌توان از طریق چارچوب‌های نظری متعدد درک کرد که رویکردی ظریف به اجرا و اثربخشی آن‌ها ارائه می‌دهد. بررسی این چارچوب‌ها، اهمیت عوامل زمینه‌ای، استراتژی‌های خاص سازمان و تعامل بین عناصر مختلف مدیریت کیفیت را برجسته می‌کند [7]، [10]. یکی از مبانی نظری اساسی مدیریت کیفیت، مدل تعالی عملکرد است که توسط سان و ژو [11] مورد بحث قرار گرفته است. تجزیه و تحلیل سیستماتیک آن‌ها نشان می‌دهد که اگرچه عناصر پیشنهادی زیادی برای مدیریت کیفیت وجود دارد، اما هنوز اجماعی بین محققان حاصل نشده است. آن‌ها عوامل حیاتی زیربنای *QMP* موثر، از جمله پشتیبانی رهبری، برنامه‌ریزی استراتژیک، مشتری‌مداری، مدیریت فرآیند و مدیریت منابع را شناسایی می‌کنند [11]. این مدل نشان می‌دهد که سازمان‌ها شیوه‌های کیفیت خود را متناسب با زمینه‌های خاص خود تنظیم می‌کنند و با نظریه اقتصادی که بر تاثیر عوامل زمینه‌ای بر اثربخشی *QMP*‌ها تاکید دارد، همسو می‌شوند [12]. علاوه بر این، کایناک و هارتلی [13] نیاز سازمان‌ها را به گسترش *QMP*‌های خود فراتر از عملیات داخلی خود به کل زنجیره تامین نشان می‌دهند. این رویکرد تاکید می‌کند که مدیریت کیفیت موثر نیازمند همکاری و هماهنگی بین نهادهای مختلف در زنجیره تامین است و ضرورت یک دیدگاه جامع از کیفیت را تقویت می‌کند. مفاهیم مشابهی در لنکو و همکاران [14] نیز تکرار می‌شود که بررسی می‌کند چگونه عوامل حیاتی در مدیریت کیفیت به طور قابل توجهی بر عملکرد عملیاتی^۱ تاثیر می‌گذارند. آن‌ها برای دستیابی به نتایج مطلوب، بر تمرکز یکپارچه بر جنبه‌های نرم (فرهنگی و مدیریتی) و سخت (فنی و رویه‌ای) مدیریت کیفیت تاکید دارند.

رابطه بین *QMP* و شاخص‌های عملکرد همچنین تحت تاثیر رضایت شغلی و مزیت رقابتی قرار دارد، به ویژه در محیط‌های مراقبت‌های بهداشتی [15]، [16]. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که *QMP* تنها به معنای ایجاد کیفیت در فرایندها نیستند، بلکه به ایجاد محیطی می‌پردازند که در آن کارکنان با انگیزه و درگیر باشند؛ امری که به بهبود عملکرد و رضایت مشتری منجر می‌شود [17]. تاثیرات میانجی عوامل مرتبط با کارکنان نیز بر پیچیدگی و وابستگی‌های متقابل میان *QMP* و موفقیت سازمانی تاکید دارد [18]. در ترکیب عناصر مختلف نظریه‌های *QMP*، مشخص می‌شود که یک رویکرد چندوجهی برای اجرای موثر ضروری است. در حالی که برخی مطالعات از یک رویکرد استاندارد برای *QMP*‌ها حمایت می‌کنند، برخی دیگر از سفارشی‌سازی متناسب با زمینه‌های خاص حمایت می‌کنند. این واگرایی اهمیت درک محیط‌های عملیاتی منحصر به فرد و ابعاد فرهنگی سازمان‌ها را برجسته می‌کند [12]، [19]. نزدیک شدن به *QMP*‌ها از این منظر نه تنها عملکرد را افزایش می‌دهد، بلکه با روندهای نوظهور سازگاری سازمانی در بازارهای پویا نیز همسو است. در نتیجه، مبانی نظری *QMP*، اهمیت رهبری، درک زمینه‌ای، مشارکت کارکنان و دیدگاهی یکپارچه از کیفیت در درون و فراتر از مرزهای سازمانی را برجسته می‌کند. بررسی مداوم این ابعاد، چارچوبی قوی برای سازمان‌هایی فراهم می‌کند که قصد دارند مدیریت کیفیت را به طور موثر به کار گیرند.

۲-۲- فناوری‌های صنعت ۴/۰

پایه نظری فناوری‌های صنعت ۴/۰، تعامل پویای تحول دیجیتال، فرآیندهای تولید پیشرفته و سیستم‌های اجتماعی-فنی را دربر می‌گیرد. صنعت ۴/۰ چهارمین انقلاب صنعتی را نشان می‌دهد که با ادغام سیستم‌های سایبری-فیزیکی، اینترنت اشیا، تجزیه و تحلیل کلان داده و هوش مصنوعی در فرآیندهای تولیدی و صنعتی مشخص می‌شود. این فناوری‌ها برای توسعه سیستم‌های تولید هوشمند و خودکار که باعث افزایش کارایی، انعطاف‌پذیری و نوآوری در محیط‌های تولیدی می‌شوند، مفید هستند [20]، [21]. یکی از اصول اصلی صنعت ۴/۰، تاکید بر تصمیم‌گیری مبتنی بر داده و بهینه‌سازی فرآیند در لحظه است. ظهور تجزیه و تحلیل کلان داده به سازمان‌ها این امکان را می‌دهد که از حجم عظیمی از اطلاعات در لحظه برای اصلاح استراتژی‌های تولید، بهینه‌سازی زنجیره‌های تامین و افزایش تجربیات مشتری استفاده کنند. این جنبه از صنعت ۴/۰ نه تنها

¹ Operational Performance (OPR)

بهره‌وری عملیاتی را تسهیل می‌کند، بلکه راه‌های جدیدی را برای مدل‌های خدماتی و نوآوری در کسب‌وکار نیز باز می‌کند [22]. ظهور فناوری‌های تولید دیجیتال، شرکت‌ها را قادر می‌سازد تا محصولات سفارشی‌تری را به‌سرعت ایجاد کنند و در نتیجه تقاضای فزاینده برای تجربیات شخصی‌سازی‌شده در بازارهای مصرفی مدرن را برآورده سازند [23]. علاوه بر این، گذار به سمت صنعت ۴/۰ به‌طور قابل‌توجهی بر چشم‌انداز نیروی کار تاثیر می‌گذارد. هم‌زمان با پذیرش فناوری‌های پیشرفته توسط سازمان‌ها، نیاز مبرمی به توسعه نیروی کار و ابتکارات مربوط به مهارت‌های جدید وجود دارد تا اطمینان حاصل شود که کارکنان می‌توانند به‌طور موثر با این سیستم‌های جدید کار کنند [24]. تحقیقات نشان می‌دهد که توسعه مهارت‌ها برای اجرای موفقیت‌آمیز چارچوب صنعت ۴/۰ بسیار مهم است، زیرا منجر به تغییرات جمعیتی می‌شود و بر محیط اقتصادی کلی تاثیر می‌گذارد [22]؛ بنابراین، آموزش کارکنان، پیشرفت‌های فناوری را تکمیل می‌کند و برای به حداکثر رساندن مزایای حاصل از چنین نوآوری‌هایی بسیار مهم است. با این حال، اجرای انقلاب صنعتی چهارم چالش‌های مختلفی را نیز به همراه دارد، از جمله مقاومت سازمانی در برابر تغییر، خطرات امنیت سایبری و پتانسیل تشدید نابرابری‌ها در بازار کار؛ بنابراین، شرکت‌ها باید رویکردی جامع اتخاذ کنند که ضمن ایجاد محیطی مساعد برای نوآوری، به این چالش‌ها بپردازد [23]. دیدگاه سیستم‌های اجتماعی فنی در این زمینه حیاتی است، زیرا اهمیت همسوسازی پیشرفت‌های فناوری با فرهنگ و ساختار سازمانی را به رسمیت می‌شناسد و در نتیجه، انعطاف‌پذیری و سازگاری را در صنایع ارتقا می‌دهد [20]. علاوه بر این، صنعت ۴/۰ نه‌تنها نشان‌دهنده تغییر در فناوری‌های تولید است، بلکه به توسعه پایدار نیز کمک می‌کند. اصول پایداری و اقتصاد چرخشی به‌طور فزاینده‌ای به‌گفتمان پیرامون صنعت ۴/۰ تبدیل می‌شوند و سازمان‌ها را بر آن می‌دارند تا شیوه‌های سازگار با محیط‌زیست و مدیریت پایدار منابع را در نظر بگیرند [25]. این تغییر الگو به سمت پایداری، بر ضرورت شیوه‌های صنعتی که نه‌تنها بر سودآوری، بلکه بر به حداقل رساندن ردپای اکولوژیکی نیز تمرکز دارند، تاکید می‌کند [26]. در نتیجه، مبانی نظری فناوری‌های صنعت ۴/۰ چندوجهی هستند و با عوامل مختلف فناوری، سازمانی و اجتماعی درگیر می‌شوند. از آنجایی که صنایع همچنان در حال گذر از پیچیدگی‌های ناشی از این پیشرفت‌ها هستند، استفاده از بینش‌های نظری برای برنامه‌ریزی استراتژیک و اثربخشی عملیاتی همچنان ضروری است.

۳-۲- رضایت مشتری

رضایت مشتری یک جنبه اساسی از رفتار مصرف‌کننده و مدیریت خدمات در صنایع مختلف است. مفهوم رضایت مشتری ریشه در تعامل بین کیفیت خدمات، انتظارات مشتری و ارزش درک شده دارد که در مجموع بر تجربیات مشتری و سطح رضایت تاثیر می‌گذارد. شناخت رضایت مشتری به‌عنوان یک شاخص کلیدی عملکرد، تاثیر آن را بر وفاداری مصرف‌کننده، موفقیت سازمانی و سودآوری برجسته می‌کند [27]، [28]. رضایت مشتری را می‌توان به‌عنوان میزانی که کیفیت محصول درک شده انتظارات مشتری را برآورده می‌کند یا از آن فراتر می‌رود تعریف کرد [29]. کاتلر و کلر [30] رضایت را به‌عنوان پاسخ عاطفی ناشی از یک تجربه مصرف‌کننده توصیف می‌کنند. این حلقه بازخورد عاطفی بسیار مهم است؛ تجربیات مثبت وفاداری مشتری را افزایش می‌دهد، در حالی که تجربیات منفی می‌تواند باعث ریزش مشتری شود [28]. کاتلر و کلر [30] رضایت را به‌عنوان پاسخ عاطفی ناشی از یک تجربه مصرف‌کننده توصیف می‌کنند. این حلقه بازخورد عاطفی بسیار مهم است؛ تجربیات مثبت وفاداری مشتری را افزایش می‌دهد، در حالی که تجربیات منفی می‌تواند باعث ریزش مشتری شود [28]. تحقیقات، رابطه متقابل بین رضایت مشتری و وفاداری را اثبات می‌کند و نشان می‌دهد که مشتریان راضی احتمال بیشتری برای خرید مجدد و ترویج تبلیغات دهان‌به‌دهان مثبت دارند [31]. اندازه‌گیری رضایت مشتری اغلب از چارچوب‌هایی مانند شاخص رضایت مشتری آمریکایی^۱ استفاده می‌کند [32]. این مدل‌ها شامل چندین سازه هستند که رضایت را به‌طور جامع ارزیابی می‌کنند، مانند ابعاد کیفیت خدمات، انتظارات مشتری و ارزش درک شده. مطالعه‌ای توسط رامایاتی و همکاران [29]، عواملی را که به‌طور قابل‌توجهی بر رضایت مشتری در تجارت الکترونیک تاثیر می‌گذارد، مانند قابلیت اطمینان و پاسخگویی خدمات، شناسایی می‌کند. متغیرهای متعددی بر رضایت مشتری تاثیر می‌گذارد، از جمله درک قیمت و اعتبار برند. تحقیقات به‌طور مداوم نشان می‌دهد که برداشت‌های مثبت از این متغیرها منجر به رتبه‌بندی رضایت بالاتر و تقویت وفاداری مشتری می‌شود [33]، [34]. به‌طور خاص، درک قیمت تاثیر قابل‌توجهی بر رضایت مشتری دارد، زیرا مصرف‌کنندگان قیمت‌گذاری منصفانه را با ارزش درک شده برابر می‌دانند [33]. این موضوع بر اهمیت استراتژی‌های قیمت‌گذاری

¹ American Customer Satisfaction Index (ACSI)

شفاف برای حفظ سطوح بالای رضایت مشتری تاکید می‌کند. پویایی رضایت مشتری به‌طور فزاینده‌ای در زمینه‌های دیجیتال اهمیت پیدا می‌کند، جایی که کیفیت خدمات الکترونیکی به‌طور قابل توجهی بر رضایت مشتری در محیط‌های آنلاین تاثیر می‌گذارد [35]. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که عواملی مانند تجربه خرید آنلاین و قابلیت استفاده از وب‌سایت در شکل‌دهی رضایت مشتری در تجارت الکترونیک بسیار مهم هستند [36]. [37]. به‌طور خلاصه، رضایت مشتری یک شاخص حیاتی از عملکرد تجاری و وفاداری مصرف‌کننده است. سازمان‌ها باید تعامل بین کیفیت خدمات ادراک‌شده، انتظارات مشتری و تجربه کاربر را به‌دقت مدیریت کنند تا سطح رضایت بالایی را حفظ کنند. از آنجایی که شرکت‌ها به‌طور فزاینده‌ای به اهمیت استراتژی‌های مشتری‌محور اذعان می‌کنند، به‌کارگیری مدل‌های سیستماتیک برای اندازه‌گیری و افزایش رضایت مشتری برای دستیابی به موفقیت بلندمدت بسیار مهم خواهد بود.

۲-۴- عملکرد سازمانی

عملکرد سازمانی به‌طور فزاینده‌ای به‌عنوان یک پدیده چندوجهی که توسط دیدگاه‌ها و چارچوب‌های نظری مختلف شکل گرفته است، در نظر گرفته می‌شود. مبانی نظری عملکرد سازمانی در سال‌های اخیر به‌طور قابل توجهی تکامل یافته و مفاهیمی از زمینه‌هایی مانند مدیریت منابع انسانی، فرهنگ سازمانی، رهبری، مدیریت دانش و مشارکت کارکنان را ادغام کرده است. یکی از جنبه‌های مهم عملکرد سازمانی، تاثیر مدیریت منابع انسانی است. نظریه¹ توانایی، انگیزه و فرصت بر اهمیت این سه بعد در افزایش عملکرد کارکنان و در نتیجه بهبود عملکرد کلی سازمان تاکید می‌کند. سازمان‌ها باید کارکنانی با توانایی‌های مناسب استخدام کنند و حمایت انگیزشی و فرصت‌هایی را برای آن‌ها فراهم کنند تا پتانسیل کامل خود را آزاد کنند. علاوه بر این، شیوه‌های موثر منابع انسانی باید با اهداف سازمانی همسو باشند تا مزیت رقابتی و عملکرد پایدار تضمین شود [38]، [39]. نقش فرهنگ سازمانی یکی دیگر از عناصر حیاتی در درک عملکرد است. یک فرهنگ سازمانی قوی و حمایتی، مشارکت، تعهد و در نهایت عملکرد کارکنان را تقویت می‌کند. به‌عنوان مثال، یک فرهنگ سازمانی مثبت می‌تواند به‌طور قابل توجهی عملکرد کارکنان را هدایت کند، به‌طوری که مطالعات نشان می‌دهد فرهنگ سازمانی می‌تواند تا ۵۱/۸۴٪ از تغییرات عملکرد کارکنان را توجیه کند [40]. رهبری تحول‌آفرین که فرهنگ حمایتی را ترویج می‌دهد، با سطوح بالاتر خلاقیت و تعهد در میان کارکنان نیز مرتبط است [41].

این تعامل بین رهبری و فرهنگ، نیاز سازمان‌ها را به پرورش محیطی که هم توسعه کارکنان و هم توسعه سازمانی را پرورش دهد، نشان می‌دهد. علاوه بر این، ادغام شیوه‌های مدیریت دانش برای افزایش عملکرد و نوآوری سازمانی ضروری است. مطالعات نشان داده‌اند که مدیریت دانش موثر نه تنها بهره‌وری را افزایش می‌دهد، بلکه به اشتراک‌گذاری بهترین شیوه‌ها را در سازمان‌ها نیز تشویق می‌کند [42]، [43]. اثرات هم‌افزایی استراتژی‌های مختلف مدیریت دانش مانند داخلی در مقابل خارجی و صریح در مقابل ضمنی نشان می‌دهد که یک رویکرد جامع برای استفاده از دانش می‌تواند منجر به بهبود نتایج سازمانی شود [42]، [43]. با این حال، علی‌رغم این بینش‌ها، چالش‌ها در سنجش و اجرای استراتژی‌های موثر برای بهبود عملکرد همچنان پابرجا هستند. عواملی مانند تنوع جمعیتی در سازمان‌ها می‌تواند بر نتایج عملکرد تاثیر بگذارد و رویکردهای متناسب با شیوه‌های منابع انسانی را ضروری سازند [39]. علاوه بر این، همان‌طور که در تحقیقاتی که فرهنگ سازمانی را به بهبود عملکرد مرتبط می‌دانند، برجسته شده است، همسویی فرهنگ سازمانی با معیارهای عملکرد برای دستیابی به نتایج مطلوب حیاتی است [44]. به‌طور خلاصه، مبانی نظری عملکرد سازمانی را می‌توان از دریچه مدیریت منابع انسانی، فرهنگ سازمانی، رهبری و مدیریت دانش درک کرد که هر یک نقش محوری در شکل‌دهی به چگونگی دستیابی سازمان‌ها به اهدافشان ایفا می‌کنند. مطالعات مداوم همچنان به این گفتمان کمک می‌کنند و بر لزوم درک جامع از این حوزه‌های به‌هم‌پیوسته تاکید دارند.

¹ Ability, Motivation, and Opportunity (AMO)

۳- تحقیقات پیشین و چارچوب نظری پژوهش

در ادامه، جدول ۱ به مرور پیشینه پژوهش‌هایی می‌پردازد که به بررسی رابطه بین *QMP* (*TQM* و کیفیت ۴/۰)، فناوری‌های صنعت ۴/۰، رضایت مشتری و عملکرد سازمانی پرداخته‌اند. این مطالعات به بررسی نقش‌های میانجی و تعدیل‌گر نیز توجه داشته‌اند و نتایج آن‌ها می‌تواند مبنای مفیدی برای چارچوب نظری و مدل مفهومی پژوهش حاضر فراهم کند.

جدول ۱- پیشینه پژوهش.

Table 1- Research background.

نویسندگان	هدف	یافته کلیدی	روش‌شناسی پژوهش	مورد مطالعه (تعداد نمونه)
حسین [5]	بررسی تاثیر TQM بر رضایت مشتری در صنعت لبنیات	کیفیت محصول و اعتبار برند، مهم‌ترین عوامل رضایت مشتری هستند.	تحلیل رگرسیون، تحلیل عاملی	شرکت المراحی عربستان
بنیتز و همکاران [6]	بررسی تاثیر فناوری‌های صنعت ۴/۰ بر به‌کارگیری TQM و عملکرد ذینفعان	در به‌کارگیری شیوه‌های ناب و بهبود عملکرد دارند.	تحلیل عاملی، رگرسیون	۲۷۰ شرکت تولیدی
ناوارو و نارانجو [7]	بررسی تاثیر فرهنگ کیفیت و مدیریت کیفیت بر عملکرد سازمانی	مدیریت کیفیت، نقش میانجی قوی بین فرهنگ کیفیت و عملکرد سازمانی دارد.	تحلیل کمی با مدل ساختاری	۲۰۴ کارمند در ۱۶ شرکت تولیدی
پرهان و بختیار [45]	بررسی نقش میانجی عملکرد کارکنان بین TQM و رضایت مشتری	TQM به‌طور مستقیم و غیرمستقیم (از طریق عملکرد کارکنان) بر رضایت مشتری اثر مثبت دارد.	مدل‌سازی معادلات ساختاری	شرکت‌های دارای گواهی ISO، ۸۰ پاسخ‌دهنده
آشا و همکاران [46]	بررسی نقش زنجیره‌تأمین پایدار، فناوری و فرهنگ سازمانی بر رضایت مشتری	تاثیر مثبت جزئی از طریق SCM و تاثیر منفی از طریق گرایش فناوری بر رضایت مشتری	تحلیل مسیر با نرم‌افزار PLS	۳۵۰ شرکت پوشاک در بنگلادش
لیو و همکاران [47]	مرور مطالعات در کیفیت ۴/۰ و تعیین مسیرهای آینده پژوهش	کیفیت ۴/۰ می‌تواند رضایت مشتری، بهره‌وری و رقابت‌پذیری سازمان را افزایش دهد	مرور سیستماتیک ۴۶ مقاله	مفهومی
لاسکوراین- ایتوربه و همکاران [48]	بررسی تاثیر صنعت ۴/۰ بر ابعاد مدیریت کیفیت و موانع اجرا	فناوری‌های صنعت ۴/۰ تاثیر متوسط تا بالا بر کنترل فرآیند و رضایت مشتری دارند	مطالعه چند موردی بر ۲۶ پروژه صنعتی (حداقل ۲ پروژه برای هر فناوری)	۱۶۸ پروژه صنعتی (حداقل ۲ پروژه برای هر فناوری)
پراشار [49]	بررسی ادبیاتی درباره تاثیر کیفیت ۴/۰ بر عملکرد سازمانی	کیفیت ۴/۰ می‌تواند بر عملکرد مالی ^۱ ، ارزش برای مشتری، فرآیند داخلی، رشد و... تاثیر بگذارد.	مرور ادبیاتی روی ۴۱ مقاله	-----
باران و پولات [50]	تحلیل رابطه بین صنعت ۴/۰ و معیارهای کیفیت	شناسایی معیارهای کیفیت مورد استفاده در صنعت ۴/۰ و اهمیت آن‌ها	مرور ادبیات و طبقه‌بندی مفهومی	مفهومی
دوولیاک [51]	بررسی سیستم‌های مدیریت دانش در کیفیت ۴/۰	فناوری‌های صنعت ۴/۰ از طریق مدیریت دانش باعث بهبود کیفیت و رضایت مشتری می‌شوند	مرور ادبیات، چارچوب مفهومی	مفهومی

¹ Financial Performance (FINP)

جدول ۱- ادامه.
Table 1- Continued.

نویسندگان	هدف	یافته کلیدی	روش‌شناسی پژوهش	مورد مطالعه (تعداد نمونه)
نگوین و همکاران [8]	بررسی اثرات QMP بر عملکرد سازمانی و نقش تعدیل‌گر فناوری صنعت ۴/۰	مدیریت کیفیت و صنعت ۴/۰ هر دو اثر مثبت بر عملکرد دارند. صنعت ۴/۰ اثر تعدیل‌گر دارد.	تحلیل مسیر (PLS-SEM)، داده‌های ترکیبی	۸۴ شرکت تولیدی در کشورهای در حال توسعه
افیمووا و بریش [9]	بررسی اثر صنعت ۴/۰ بر مدیریت کیفیت و رضایت مشتری	فناوری‌های صنعت ۴/۰ موجب بهبود کیفیت و رضایت مشتری شده‌اند	مطالعه پایلوت، پرسشنامه	شرکت‌های صنعتی در جمهوری چک
آتونوی و همکاران [4]	تحلیل جامع اثرات کیفیت ۴/۰ بر عملکرد سازمانی	کیفیت ۴/۰ تاثیر مثبت بر FINP، مشتریان، فرآیندها و یادگیری دارد	مرور انتقادی ۴۱ مقاله	مفهومی

با بررسی مطالعات پیشین در زمینه *QMP*، فناوری‌های صنعت ۴/۰، رضایت مشتری و عملکرد سازمانی (جدول ۱)، می‌توان دریافت که هر یک از این پژوهش‌ها به بخشی از روابط میان این متغیرها پرداخته‌اند، اما همچنان شکاف‌هایی اساسی در ادبیات وجود دارد. برای مثال، مطالعه حسین [5] صرفاً بر رابطه بین مدیریت کیفیت و رضایت مشتری در صنعت لبنیات تمرکز دارد و از متغیرهای فناورانه یا روش‌شناسی‌های پیشرفته غافل مانده است. پژوهش بنیتو و همکاران [6] با وجود توجه به صنعت ۴/۰، نقش رضایت مشتری را در مدل خود نادیده گرفته و صرفاً به کارگیری *TQM* بسنده کرده است. مطالعه ناوارو و نارانجو [7] نیز رابطه فرهنگ کیفیت و عملکرد را بررسی کرده اما از فناوری‌های نوین و خروجی‌های مشتری‌محور غافل مانده است. از سوی دیگر، برخی مطالعات مانند پرهان و بختیار [45] بر نقش عملکرد کارکنان به‌عنوان متغیر میانجی تمرکز کرده‌اند اما رویکردی ترکیبی و فناورمحور ندارند. مطالعه آشا و همکاران [46] نیز با اینکه چند بعد سازمانی را بررسی کرده، اما نتایجی متناقض ارائه داده و نقش صنعت ۴/۰ را به‌طور منفی تبیین کرده است. در اکثر مطالعات مروری مانند لیو و همکاران [47] یا پراشار [49]، علی‌رغم پوشش مفهومی جامع، داده‌های تجربی، مدل‌های علی دقیق یا تحلیل پیش‌بینی‌پذیر غایب است. در نهایت، مطالعاتی نظیر نگوین و همکاران [8] و افیمووا و بریش [9] صرفاً به روابط مستقیم یا نقش تعدیل‌گر فناوری پرداخته‌اند و از تحلیل‌های پیشرفته میانجی‌گرایانه یا ترکیبی استفاده نکرده‌اند. در این میان، پژوهش حاضر دارای چندین نوآوری اساسی نسبت به مطالعات پیشین است. نخست، استفاده از مدل ترکیبی معادلات ساختاری و شبکه عصبی مصنوعی برای تحلیل هم‌زمان روابط خطی و غیرخطی، یک رویکرد روش‌شناختی نوین محسوب می‌شود که در هیچ‌یک از مطالعات بررسی‌شده به‌کار نرفته است. دوم، مقاله حاضر به‌صورت هم‌زمان به نقش میانجی فناوری‌های صنعت ۴/۰ و رضایت مشتری می‌پردازد؛ درحالی‌که در بیشتر پژوهش‌ها، تنها یکی از این متغیرها بررسی شده یا نقش آن‌ها به‌صورت تعدیل‌گر تلقی شده است. سوم، مدل مفهومی مقاله، ترکیبی جامع از روابط بین *QMP*، فناوری‌های نوین و خروجی‌های عملکردی سازمان است و از مرزهای رویکردهای سنتی عبور کرده است. از منظر سهم علمی، این مطالعه با بهره‌گیری از داده‌های بومی و تحلیل ترکیبی، هم‌موجب غنای ادبیات نظری شده و هم از حیث کاربردی، ابزاری برای تصمیم‌گیری راهبردی مدیران فراهم کرده است. همچنین، با سنجش دقت پیش‌بینی مدل‌ها از طریق *ANN*^۱، پژوهش از صرف تحلیل‌های توصیفی و ساختاری فراتر رفته و به سطح تحلیل‌های پیش‌بینی‌پذیر و داده‌محور ارتقا یافته است. در نهایت، مقاله حاضر با پرداختن به شکاف‌های متعددی در ادبیات پژوهش، گامی نوآورانه در این حوزه برداشته است. از جمله این شکاف‌ها می‌توان به فقدان مطالعاتی اشاره کرد که از مدل‌های ترکیبی *PLS-ANN* برای تحلیل روابط پیچیده استفاده کرده باشند؛ نبود مدل‌هایی که به‌صورت هم‌زمان دو متغیر میانجی نظیر فناوری‌های صنعت ۴/۰ و رضایت مشتری را در نظر گرفته باشند؛ کمبود داده‌های تجربی بومی در کشورهای در حال توسعه؛ غفلت از تحلیل هم‌زمان روابط علی و غیرعلی میان مولفه‌های مدیریت کیفیت، فناوری و مشتری؛ و همچنین بی‌توجهی به ظرفیت‌های هوش مصنوعی در افزایش دقت مدل‌سازی. بر این اساس، پژوهش حاضر با تمرکز

^۱ Artificial Neural Network (ANN)

بر این خلاها و با به‌کارگیری رویکردی ترکیبی و هوشمند، سهمی علمی و کاربردی در غنای ادبیات حوزه‌های مدیریت کیفیت، فناوری‌های نوین و عملکرد سازمانی ایفا می‌کند.

۴- فرضیات پژوهش

۴-۱- شیوه‌های مدیریت کیفیت و فناوری‌های صنعت ۴/۰

مطالعات گذشته داده است که *QMP*، عملکرد کلی را در صنایع مختلف بهبود می‌بخشد، زیرا به‌طور موثر نرخ نقص، نرخ ضایعات و وقوع دوباره‌کاری را کاهش می‌دهند [52]. مگواتو [53] نشان می‌دهد که اجرای ابزارهای مختلف مدیریت کیفیت، مانند شش سیگما و معیارسنجی، با افزایش رضایت مشتری و افزایش بهره‌وری عملیاتی مرتبط است. این ادعا با اصول صنعت ۴/۰ همسو است، جایی که تجزیه و تحلیل داده‌های بلادرنگ و فرآیندهای بهبود مستمر، اصول اصلی هستند. پیشرفت‌های فناوری، مانند سیستم‌های اندازه‌گیری آنلاین و حلقه‌های بازخورد بلادرنگ، این شیوه‌های مدیریتی را عملیاتی می‌کنند، بنابراین برای افزایش بهره‌وری در فرآیندهای تولید ضروری هستند [54]. علاوه بر این، تلاقی *QMP* با نوآوری‌های تولیدی که توسط فناوری‌های صنعت ۴/۰ تسهیل شده‌اند، قابل توجه است. به‌عنوان مثال، ایچتن و همکارانش [54] تاثیر دگرگون‌کننده کیفیت بر اساس طراحی *QBD*^۱ و فناوری تحلیلی فرآیند *PAT*^۲ را در بخش داروسازی مورد بحث قرار می‌دهند و تاکید می‌کنند که چگونه رویکردهای سیستماتیک به تضمین کیفیت می‌تواند منجر به پیشرفت‌های قابل توجهی در سیستم‌های تولید شود [55]. پیامدهای این امر بسیار گسترده است و به‌طور قابل توجهی به کاهش هزینه‌های عملیاتی و تسریع جدول زمانی پروژه از طریق ادغام سیستم‌های پردازش مداوم و نظارت بر کیفیت در زمان واقعی کمک می‌کند. علاوه بر این، تحقیق نگوین و همکاران [56] بر نقش *QMP* در حفظ عملکرد و دستیابی به اهداف سازمانی تاکید دارد. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد که حمایت مدیریت ارشد و گزارش‌دهی مداوم داده‌های کیفی، مستقیماً بر عملکرد پایداری تاثیر می‌گذارد و نشان می‌دهد که چگونه شیوه‌های مدیریتی، پیاده‌سازی‌های فناوری را در راستای دستیابی به کارایی و اثربخشی سازمانی هدایت می‌کنند. این امر با خواسته‌های صنعت ۴/۰ همسو است که مستلزم تلاش‌های هماهنگ بین تضمین کیفیت و استقرار فناوری برای تضمین عملکرد رقابتی در بازارهای به‌سرعت در حال تحول است. در نتیجه، شواهد قوی از این فرضیه که *QMP* به‌طور قابل توجهی بر فناوری‌های صنعت ۴/۰ تاثیر می‌گذارد، پشتیبانی می‌کنند. با افزایش کارایی عملیاتی و تقویت بهبود مستمر از طریق سیستم‌های یکپارچه کیفیت، سازمان‌ها نه تنها مزیت رقابتی خود را تضمین می‌کنند، بلکه خود را در موقعیت بهتری برای بهره‌برداری از فناوری‌های جدید ذاتی در چارچوب‌های صنعت ۴/۰ قرار می‌دهند. این مطالعات نشان می‌دهند که یک چارچوب قوی از مدیریت کیفیت نه تنها کارایی عملیاتی را افزایش می‌دهد، بلکه از پذیرش و بهینه‌سازی فناوری‌های نو ظهور مرتبط با صنعت ۴/۰ نیز پشتیبانی می‌کند؛ بنابراین فرضیه زیر پیشنهاد می‌شود:

فرضیه ۱- *QMP* بر فناوری‌های صنعت ۴ تاثیر معناداری دارد.

۴-۲- فناوری‌های صنعت ۴/۰ و عملکرد سازمانی

صنعت ۴/۰ فناوری‌های پیشرفته‌ای مانند اینترنت اشیا، سیستم‌های سایبری-فیزیکی و تجزیه و تحلیل داده‌ها را در برمی‌گیرد که در مجموع کارایی عملیاتی و پاسخگویی سازمان‌ها را افزایش می‌دهند. به‌عنوان مثال، نشان داده شده است که این فناوری‌ها سفرهای سازی کارآمدتر فرآیندهای تولید را تسهیل می‌کنند و در نتیجه نه تنها هزینه‌ها را کاهش می‌دهند، بلکه ارزش افزوده کسب‌وکار را نیز افزایش می‌دهند [57]. این انعطاف‌پذیری ذاتاً امکان سازگاری سریع با پروتکل‌های تولید را فراهم می‌کند که با تقاضاهای در حال تحول مشتری همسو است و مستقیماً با بهبود معیارهای عملکرد سازمانی مرتبط است [58]. علاوه بر این، مطالعه آراکیچف [59] به تفصیل توضیح می‌دهد که چگونه مدیریت تحولات دیجیتال در شرکت‌های صنعتی منجر به بهبود قابل توجه در کارایی و کیفیت خدمات می‌شود که نشان‌دهنده تغییر رو به بالا در عملکرد سازمانی به‌عنوان پیامد مستقیم اتخاذ

¹ Quality By Design (QBD)

² Process Analytical Technology (PAT)

اصول صنعت ۴/۰ است. نقش فرهنگ سازمانی را نمی‌توان در این زمینه دست‌کم گرفت. یافته‌های نوکیچ [60] در مورد اثر واسطه‌ای تغییر فرهنگی، نشان می‌دهد که تعهد سازمانی برای تسهیل گذارهای ضروری ناشی از فناوری‌های صنعت ۴/۰ حیاتی است. سازمان‌هایی که به‌طور فعال فرهنگی پذیرای نوآوری را پرورش می‌دهند، بهبودهایی را در عملکرد گزارش می‌دهند و این فرضیه را تایید می‌کنند که عوامل انسانی در هم‌تنیده با پیشرفت‌های فناوری، بهبودهای قابل‌توجهی را در اثربخشی سازمانی ایجاد می‌کنند. علاوه بر این، تحقیقات انجام‌شده توسط لیو و همکاران [61]، این استدلال را تقویت می‌کند که تغییرات در رهبری و ساختار سازمانی، با هدایت صنعت ۴/۰، می‌تواند منجر به روابط قوی‌تر با مشتری و بهبودهای کلی عملیاتی شود و تاثیر گسترده‌تر سازمانی این فناوری‌ها را بیشتر نشان دهد. علاوه بر این، بررسی سیستماتیک ادبیات توسط اسپیندولا و همکاران [62] نشان می‌دهد که ادغام فناوری‌های صنعت ۴/۰، مدل‌های زنجیره‌تأمین سنتی را به شبکه‌های کارآمدتر و نوآورانه‌تر تبدیل می‌کند. این گذار نه‌تنها برای بهره‌وری عملیاتی، بلکه برای مزیت رقابتی و موقعیت‌یابی در بازار نیز پیامدهای عمیقی دارد و رابطه متقابل بین استقرار فناوری و نتایج بهبود یافته عملکرد سازمانی را نشان می‌دهد. ماهیت این تغییرات فناوری اغلب مستلزم یک طرز فکر نوآورانه و سازگاری در بین کارکنان است که با ادعای شمیم و همکاران مبنی بر اینکه ایجاد محیطی مساعد برای یادگیری و نوآوری برای بهره‌برداری موفقیت‌آمیز از صنعت ۴/۰ ضروری است، همسو است [63]. در نهایت، شواهد نوظهور نشان می‌دهد سازمان‌هایی که به‌طور موثر تحولات دیجیتال را مدیریت می‌کنند، تمایل دارند بر پایداری و عملکرد زیست‌محیطی تاکید کنند. سرفراز و همکاران [64] این موضوع را از طریق یک مطالعه موردی نشان می‌دهند که چگونه فناوری‌های پیشرفته، کارایی و نوآوری سازمانی را افزایش می‌دهند و در نتیجه، کسب‌وکارها را در دستیابی به اهداف پایداری، در موقعیت مطلوبی قرار می‌دهند. این امر، مزایای جامع حاصل از ادغام عمیق بین شیوه‌های عملیاتی و چارچوب‌های پیشرفته فناوری را تایید می‌کند. در نتیجه، سازمان‌هایی که این پیشرفت‌های تکنولوژیکی را همراه با فرهنگی سازگار و سازگار با نوآوری می‌پذیرند، احتمال بیشتری دارد که پیشرفت‌های قابل‌توجهی را در معیارهای عملکرد کلی خود تجربه کنند. با توجه به مطالعات قبلی فرضیه زیر مطرح می‌شود:

فرضیه ۲- فناوری‌های صنعت ۴ بر عملکرد سازمانی تاثیر معناداری دارد.

۳-۴- شیوه‌های مدیریت کیفیت و عملکرد سازمانی

مطالعات متعددی همبستگی مثبت و قوی بین *QMP* جامع (*TQM*) و عملکرد سازمانی ایجاد کرده‌اند [65-67]. آیودجی و همکاران [68] بیان می‌کنند که اصول *TQM* که به‌خوبی اجرا شده‌اند، عملکرد را در ابعاد مختلف سازمان‌ها به‌طور قابل‌توجهی افزایش می‌دهند که نشان می‌دهد سازمان‌هایی که این شیوه‌ها را اتخاذ می‌کنند، عموماً کارایی و اثربخشی بهبودیافته‌ای را در عملیات تجربه می‌کنند. لاخل و همکاران [69] شواهد تجربی ارائه می‌دهند که نشان می‌دهد سازمان‌هایی که از *QMP* مداوم استفاده می‌کنند، به پیشرفت‌های قابل‌توجهی در معیارهای *OPR* خود دست می‌یابند و در نتیجه از مفهوم رابطه مثبت بین مدیریت کیفیت و اثربخشی سازمانی پشتیبانی می‌کنند. پیگانلی و چیلانگ [70] همچنین بینش‌هایی ارائه می‌دهند که حفظ سودآوری بالا در طول و پس از اجرای طرح‌های مدیریت کیفیت رخ می‌دهد و بر مزایای مالی که *TQM* می‌تواند به سازمان‌ها اعطا کند، تاکید می‌کند. وانگ و همکاران [71] با تاکید بر اینکه هم *TQM* و هم جهت‌گیری بازار تاثیر مثبتی بر عملکرد سازمانی دارند، به‌ویژه در بخش مهمان‌نوازی که رضایت مشتری و کیفیت خدمات از اهمیت بالایی برخوردارند [71]، در این گفتمان مشارکت می‌کنند. در راستای این دیدگاه، لای و چنگ [72] بر اهمیت اتخاذ رویکردی مبتنی بر بازار برای به حداکثر رساندن اثرات افزایش عملکرد ابتکارات مدیریت کیفیت تاکید می‌کنند. علاوه بر این، کوان و خان [17] رضایت شغلی و مزیت رقابتی را به‌عنوان عوامل واسطه‌ای موثر بر رابطه بین *QMP* و عملکرد پایدار شناسایی می‌کنند و نشان می‌دهند که تاثیر کلی بر اثربخشی سازمانی پیچیده و چندوجهی است. وانگ و همکاران [71] با تاکید بر اینکه هم *TQM* و هم جهت‌گیری بازار تاثیر مثبتی بر عملکرد سازمانی دارند، به‌ویژه در بخش مهمان‌نوازی که رضایت مشتری و کیفیت خدمات از اهمیت بالایی برخوردارند، وانگ و همکاران [71] در این گفتمان مشارکت می‌کنند. در راستای این دیدگاه، لای و چنگ [72] بر اهمیت اتخاذ رویکردی مبتنی بر بازار برای به حداکثر رساندن اثرات افزایش عملکرد ابتکارات مدیریت کیفیت تاکید می‌کنند. علاوه بر این، کوان و خان [17] رضایت شغلی و مزیت رقابتی را به‌عنوان عوامل واسطه‌ای موثر بر رابطه بین *QMP* و عملکرد پایدار شناسایی می‌کنند و نشان می‌دهند که تاثیر کلی بر اثربخشی سازمانی پیچیده و چندوجهی است [17]. اهمیت مدیریت کیفیت از طریق ابتکارات بهبود مستمر که نه‌تنها فرایندها را بهبود می‌بخشند، بلکه فرهنگ تعهد را در بین کارکنان نیز پرورش می‌دهند، بیشتر برجسته می‌شود. همان‌طور که توسط الیور [73] اشاره شده است، نقص در مشارکت کارکنان و تعهد مدیریت می‌تواند منجر به شکست ابتکارات کیفیت شود که بر ضرورت یک استراتژی سازمانی منسجم که از اهداف کیفیت پشتیبانی می‌کند، تاکید می‌کند. تارگان و همکاران [74] همچنین نقش اساسی شایستگی‌های مدیریتی را در اجرای موفقیت‌آمیز سیستم‌های مدیریت کیفیت موثر که با اهداف عملکرد

سازمانی و مزیت رقابتی همسو هستند، نشان می‌دهد. علاوه بر این، کنان و همکاران [75] تایید می‌کنند که *QMP* جامع به‌طور مثبت بر عملکرد کلی سازمان تاثیر می‌گذارند و نشان می‌دهند که یک رویکرد ساختاریافته به مدیریت کیفیت، نتایج مفیدی را به همراه دارد. مطابق با مبانی نظری ارائه شده، فرضیه زیر پیشنهاد می‌شود:

فرضیه ۳-*QMP* بر عملکرد سازمانی تاثیر معناداری دارد.

۴-۴- شیوه‌های مدیریت کیفیت و رضایت مشتری

QMP، از جمله *TQM* و بهبود کیفیت خدمات، نقش محوری در تاثیرگذاری بر رضایت مشتری در بخش‌های مختلف دارند [76]، [77]. شواهد تجربی، همبستگی مثبت و معناداری را بین *QMP* و نتایج رضایت مشتری برجسته می‌کند. عمر علی و عابدحکیم امیر [78] نشان دادند که چندین جنبه از کیفیت خدمات با رضایت مشتری همبستگی مثبت دارند که نشان می‌دهد مدیریت کیفیت موثر منجر به سطوح رضایت بالاتر در بین مشتریان می‌شود. علاوه بر این، تاروی و مولینا [79] خاطر نشان کردند که شرکت‌های دارای گواهینامه *ISO*¹ اغلب به دلیل اجرای فلسفه‌های مدیریت کیفیت با هدف افزایش کیفیت داخلی و خارجی، نتایج عملکرد بهبودیافته‌ای، از جمله سطوح بالای رضایت مشتری را تجربه می‌کنند. این رابطه بیشتر توسط تحقیقات انجام شده توسط اوی و همکاران [80] پشتیبانی می‌شود که نشان می‌دهد برخی از شیوه‌های *TQM* مانند مشارکت مشتری در مدیریت کیفیت، رضایت مشتری را به‌طور قابل توجهی تقویت می‌کنند. نکته قابل توجه این است که یافته‌های آن‌ها با این ادعا همسو است که سازمان‌هایی که اصول مدیریت کیفیت را در استراتژی‌های عملیاتی خود ادغام می‌کنند، تمایل دارند ظرفیت بیشتری برای برآورده کردن انتظارات مشتری نشان دهند که برای ایجاد رضایت بسیار مهم است. با این حال، این مطالعه همچنین نشان داد که همه شیوه‌های *TQM* به‌طور مداوم از رضایت مشتری پشتیبانی نمی‌کنند که نشان‌دهنده دیدگاهی ظریف از تاثیر *TQM* است [80]. علاوه بر این، کوشوها و آگراوال [81] تشریح کردند که چگونه سازمان‌های خدمات مالی می‌توانند از شیوه‌های مدیریت مشتری برای بهبود کیفیت خدمات استفاده کنند که به نوبه خود تاثیر قابل توجهی بر حفظ و رضایت مشتری دارد. این امر به ضرورت اتخاذ استراتژی‌های مدیریت کیفیت توسط شرکت‌ها اشاره دارد که با نیازهای مشتری همخوانی داشته باشد و در نتیجه یک تجربه خدماتی قابل اعتماد و رضایت‌بخش را تقویت کند. به‌طور مشابه، کریستیانو و همکاران [82] تاکید کردند که درک انتظارات مشتری برای ارائه کیفیت برتر محصول حیاتی است و نشان می‌دهد که همسویی *QMP* با انتظارات مشتری مستقیماً با سطوح بالاتر رضایت مرتبط است. شواهد موجود در ادبیات گسترده‌تر نیز از این ادعاها پشتیبانی می‌کنند. مطالعات نشان داده‌اند که بهبود کیفیت خدمات و محصول، تاثیر مثبت مستقیمی بر رضایت مشتری دارد [83]. این مشاهده ریشه در این مفهوم دارد که برداشت مشتریان از کیفیت، در شکل‌گیری قضاوت‌های رضایت آن‌ها موثر است. علاوه بر این، یافته‌های سیت و همکاران [84] تایید می‌کند که شیوه‌های سازمانی مانند تعهد مدیریتی به کیفیت و آموزش کارکنان، در ایجاد رضایت مشتری اساسی هستند. چنین شیوه‌هایی، ارائه خدمات با کیفیت بالا را تضمین می‌کنند که به‌طور فزاینده‌ای در یک بازار رقابتی ضروری می‌شوند. علاوه بر این، نشان داده شده است که ادغام *CRM*² در طرح‌های مدیریت کیفیت، رضایت مشتری را بیشتر افزایش می‌دهد. همان‌طور که نگوین [85] بیان کرده است، شیوه‌های موفق *CRM* کیفیت خدمات را بهبود می‌بخشند و در نتیجه به وفاداری و سطح رضایت مشتری کمک می‌کنند. این امر این فرضیه را تقویت می‌کند که *QMP* استراتژیک نه تنها در برآورده کردن انتظارات مشتری، بلکه فراتر رفتن از آن نیز بسیار مهم هستند.

فرضیه ۴-*QMP* بر رضایت مشتری تاثیر معناداری دارد.

¹ International Organization for Standardization (ISO)

² Customer Relationship Management (CRM)

۴-۵- رضایت مشتری و عملکرد سازمانی

رضایت مشتری یک متغیر حیاتی است که بر عملکرد سازمانی تاثیر می‌گذارد، رابطه‌ای که به‌طور گسترده در ادبیات دانشگاهی مستند شده است. این متغیر به‌عنوان یک رکن اساسی در مدل زنجیره خدمات-سود عمل می‌کند و نشان می‌دهد که افزایش رضایت مشتری منجر به وفاداری بیشتر می‌شود که به نوبه خود سودآوری و عملکرد کلی کسب‌وکار را افزایش می‌دهد [86]. برای مثال، مطالعه‌ای که در صنعت آبجوسازی انجام شد، شواهد تجربی قوی‌ای را نشان داد که رضایت مشتری با افزایش تکرار خرید و ارجاعات، عملکرد سازمانی را به‌طور قابل‌توجهی افزایش می‌دهد و در نتیجه منجر به بهبود فروش می‌شود [87]. علاوه بر این، نشان داده شده است که ادغام استراتژی‌های *CRM* به‌طور قابل‌توجهی رضایت مشتری را افزایش می‌دهد و در نهایت بر عملکرد سازمانی تاثیر مثبت می‌گذارد. کسب‌وکارهایی که به‌طور موثر استراتژی‌های *CRM* را اجرا می‌کنند، گزارش می‌دهند که حفظ وفاداری مشتری بهبود یافته است که برای حفظ موفقیت عملیاتی حیاتی است [88]. مکانیسم‌هایی که این استراتژی‌های *CRM* از طریق آن‌ها رضایت را افزایش می‌دهند، چندوجهی هستند، از جمله ارائه خدمات بهبودیافته و رویکردی پاسخگو به بازخورد مشتری که هر دو در برآورده کردن انتظارات مشتری بسیار مهم هستند [89]. علاوه بر این، تحقیقات تجربی از این مفهوم پشتیبانی می‌کنند که رضایت مشتری به‌عنوان یک عامل واسطه‌ای بین استراتژی‌های مختلف تجاری و نتایج سازمانی عمل می‌کند. به‌عنوان مثال، عوامل موفقیت مرتبط با *CRM* الکترونیکی نه‌تنها رضایت مشتری را افزایش می‌دهند، بلکه به بهبود معیارهای عملکرد تجاری نیز منجر می‌شوند [90]. این اثربخشی توسط مطالعاتی تایید شده است که به تفصیل نشان می‌دهند چگونه رضایت مشتری مستقیماً با معیارهای مالی مانند فروش و سهم بازار مرتبط است [91]. نکته قابل‌توجه این است که تاکید شده است سازمان‌هایی که به نیازهای مشتری توجه می‌کنند، سطح رضایت بالاتری را تجربه خواهند کرد که به نوبه خود شیوه‌های تجاری پایدار را تسهیل کرده و بر عملکرد، به‌ویژه در بازارهای رقابتی، تاثیر می‌گذارد [92]؛ بنابراین، اولویت‌بندی رضایت مشتری نه‌تنها مفید است، بلکه برای سازمان‌هایی که هدفشان بهینه‌سازی اثربخشی عملیاتی و تضمین مزیت رقابتی در صنایع مربوطه‌شان است، ضروری است. در نتیجه، تعامل بین رضایت مشتری و عملکرد سازمانی از طریق مطالعات مختلف به‌طور قطعی اثبات شده است و نشان می‌دهد سازمان‌هایی که به‌طور موثر رضایت مشتری را تقویت می‌کنند، در مسیر بهبود عملکرد کلی قرار دارند. این رابطه برجسته، اهمیت به‌کارگیری ابتکارات استراتژیک مشتری محور را برای دستیابی به موفقیت بلندمدت کسب‌وکار برجسته می‌کند. بنابر ادبیات مطرح شده، فرضیه زیر ارائه می‌شود:

فرضیه ۵- رضایت مشتری بر عملکرد سازمانی تاثیر معناداری دارد.

۴-۶- فناوری‌های صنعت ۴/۰، شیوه‌های مدیریت کیفیت و عملکرد سازمانی

افزایش روزافزون استفاده از فناوری‌های دیجیتال در مدیریت کیفیت برای دستیابی به نتایج سازمانی برتر ضروری شناخته شده است. نکته قابل‌توجه این است که صنعت ۴/۰ با ادغام فناوری‌های پیشرفته، مانند اینترنت اشیا و تجزیه و تحلیل کلان داده که قابلیت‌های تصمیم‌گیری و بهره‌وری عملیاتی را افزایش می‌دهند، مشخص می‌شود [93]، [94]. مطالعات متعددی بر نقش واسطه‌ای فناوری‌های دیجیتال تاکید کرده‌اند. به‌عنوان مثال، قریشی و همکاران [95] نشان دادند که انتقال دانش و قابلیت‌های نوآوری به‌عنوان واسطه‌هایی در رابطه بین *QMP* جامع و عملکرد سازمانی عمل می‌کنند. یافته‌ها نشان می‌دهد که وقتی سازمان‌ها *TQM* را در کنار استراتژی‌های تحول دیجیتال اتخاذ می‌کنند، در موقعیت بهتری برای بهره‌برداری از دانش و افزایش *OPR* قرار می‌گیرند [95]. علاوه بر این، تحقیقات اوی و همکاران نشان می‌دهد که پذیرش فناوری‌های صنعت ۴/۰ می‌تواند رابطه بین شیوه‌های تولید ناب و عملکرد پایدار را تعدیل کند که نشان می‌دهد پذیرش فناوری در تقویت تاثیر مدیریت کیفیت بر نتایج عملکرد بسیار مهم است [96]. این اثر هم‌افزایی، نقش محوری نوآوری‌های دیجیتال را در ایجاد پل بین مدیریت کیفیت و معیارهای عملکرد برجسته می‌کند. علاوه بر این، قابلیت‌های پویای تقویت‌شده توسط فناوری‌های صنعت ۴/۰ برای دستیابی به چابکی سازمانی ضروری هستند که به نوبه خود، واسطه رابطه بین مدیریت فناوری و عملکرد *TQM* است [97]. انعطاف‌پذیری کارآفرینانه که از اتخاذ این فناوری‌ها حاصل می‌شود، سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا به‌طور شایسته به تغییرات محیطی پاسخ دهند و در نتیجه معیارهای عملکرد خود را افزایش دهند [98]. ادغام پیشرفت‌های فناوری با

شیوه‌های QM^1 ، محیطی از بهبود مستمر را ایجاد می‌کند و به سازمان‌ها اجازه می‌دهد تا از فرصت‌های جدید بهره‌برداری کرده و خطرات مرتبط با ناکارآمدی‌های عملیاتی را کاهش دهند. علاوه بر این، مطالعات متعددی در صنایع مختلف، از جمله بانکداری و هتلداری، تاثیر واسطه‌ای QMP و سیستم‌های پشتیبانی ارایه شده توسط نوآوری‌های فناوری بر عملکرد را برجسته کرده‌اند. به‌عنوان مثال، لیداوی و چتیویی [99] مشاهده کردند که شیوه‌های CRM به‌عنوان مسیری عمل می‌کنند که پذیرش فناوری را از طریق افزایش کیفیت خدمات به عملکرد سازمانی پیوند می‌دهد. آن‌ها نتیجه گرفتند که قابلیت‌های فناوری، سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا کیفیت خدمات خود را افزایش دهند و نقش واسطه‌ای فناوری‌های صنعت $4/0$ را در الگوهای مدیریت کیفیت بیشتر اثبات کنند. در نتیجه، همسویی QMP با فناوری‌های صنعت $4/0$ منجر به افزایش عملکرد سازمانی از طریق متغیرهای واسطه‌ای مانند انتقال دانش و بهبود کیفیت خدمات می‌شود. با پذیرش تحولات دیجیتال توسط سازمان‌ها، ادغام استراتژیک مدیریت کیفیت و فناوری برای حفظ مزایای رقابتی و بهبود عملکرد کلی ضروری می‌شود [100]. این فرضیه که فناوری‌های صنعت $4/0$ واسطه رابطه بین QMP و عملکرد سازمانی هستند، توسط حجم قابل توجهی از ادبیات پشتیبانی می‌شود؛ بنابراین فرضیه زیر مطرح می‌گردد:

فرضیه ۶- فناوری‌های صنعت ۴ نقش میانجی در رابطه بین QMP و عملکرد سازمانی دارد.

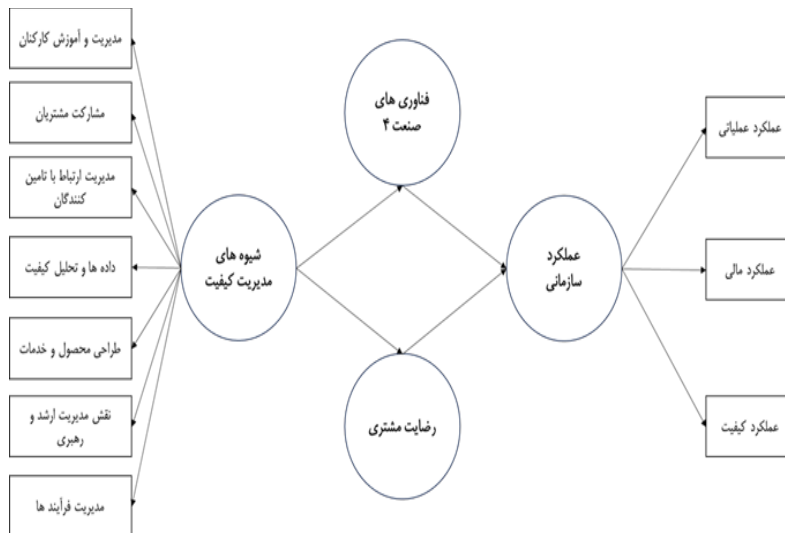
۴-۷- رضایت مشتری، شیوه‌های مدیریت کیفیت و عملکرد سازمانی

بنا بر تحقیقات قبلی، QMP ، به‌ویژه TQM ، تاثیر مثبتی بر رضایت مشتری دارند. اتخاذ شیوه‌های TQM منجر به بهبود قابل توجهی در رضایت مشتری می‌شود که با افزایش نتایج عملکرد سازمانی در شرکت‌ها، به‌ویژه در بخش‌های خدمات‌محور در چین، همبستگی دارد. علاوه بر این، کوان و خان [17] تاکید می‌کنند که اگرچه رضایت شغلی و مزیت رقابتی تاثیر واسطه‌ای جزئی دارند، اما تمرکز باید بر رضایت مشتری به‌عنوان یک مولفه حیاتی در پیوند QMP با نتایج عملکرد سازمانی باقی بماند. تحقیقات نشان می‌دهد که رضایت مشتری در میانجی‌گری اثرات شیوه‌های کیفیت‌محور نقش مهمی دارد. لیداوی و چتیویی [99] دریافتند که کیفیت خدمات مشتری به‌عنوان میانجی بین شیوه‌های CRM و عملکرد سازمانی عمل می‌کند و بر اهمیت رضایت مشتری در تبدیل تلاش‌های مدیریت کیفیت به بهبودهای ملموس عملکرد تاکید می‌کند. به‌طور مشابه، آل-دمور و همکاران نشان می‌دهند که رضایت مشتری، ابعاد مختلفی از عملکرد کسب‌وکار را میانجی‌گری می‌کند و نقش واسطه‌ای حیاتی آن را تایید می‌کند [90]. شواهد تجربی از این ادعا پشتیبانی می‌کنند که افزایش رضایت مشتری، واسطه بهبود عملکرد سازمانی است. آیتاسین و همکاران [101] ارتباط قوی بین رضایت مشتری و عملکرد کلی سازمانی را شناسایی می‌کنند و جنبه واسطه‌ای ادراکات مشتری را در شکل‌دهی به نتایج عملکرد تایید می‌کنند به همین ترتیب، مطالعه‌ای توسط کیمو همکاران [102] ادعا می‌کند که یک تجربه خدمات مثبت، ارزش درک شده را افزایش می‌دهد که متعاقباً رضایت مشتری را افزایش می‌دهد و در نتیجه منجر به نتایج سازمانی بهتری می‌شود. سابلاو همکارانش [103] با بسط این موضوع، بیان می‌کنند که QMP ‌های به خوبی اجرا شده، رضایت مشتری را افزایش می‌دهند و یک حلقه بازخورد ایجاد می‌کنند که از طریق افزایش وفاداری و حمایت مشتری، بر عملکرد سازمانی تاثیر مثبت می‌گذارد. این مفهوم با کار بابو و توم [104] همسو است و نشان می‌دهد که شیوه‌های TQM تصویر سازمانی و رضایت کارکنان را افزایش می‌دهند که در مجموع باعث بهبود مستمر در معیارهای عملکرد سازمانی می‌شوند. در نتیجه، پشتیبانی نظری و تجربی قابل توجهی برای این فرضیه وجود دارد که رضایت مشتری واسطه رابطه بین QMP و عملکرد سازمانی است. تعامل بین این عناصر روشن می‌کند که چگونه ابتکارات کیفی نه‌تنها کیفیت خدمات فوری را بهبود می‌بخشند، بلکه با تقویت وفاداری مشتری و افزایش نتایج عملکرد، به اهداف استراتژیک بلندمدت سازمان‌ها نیز کمک می‌کنند.

فرضیه ۷- رضایت مشتری در رابطه بین QMP و عملکرد سازمانی نقش میانجی ایفا می‌کند.

براساس مبانی نظری بررسی شده، مدل مفهومی این پژوهش در شکل ۱ طراحی و ارایه شده است.

¹ Quality Management (QM)



شکل ۱- مدل مفهومی پژوهش.

Figure 1- Conceptual research model.

۵- روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت، توصیفی-پیمایشی است. رویکرد کلی پژوهش، کمی بوده و به منظور تحلیل روابط بین متغیرها، از مدل سازی معادلات ساختاری (*PLS-SEM*) و *ANN* به عنوان تکنیک مکمل بهره گیری شده است. استفاده از این رویکرد ترکیبی امکان تحلیل روابط خطی و غیرخطی میان متغیرهای پنهان و آشکار را فراهم می سازد و باعث افزایش دقت مدل سازی و پیش بینی می گردد. جامعه آماری این تحقیق شامل کلیه کارکنان شرکت های تولیدی فعال در ایران است که به طور مستقیم یا غیرمستقیم در فرآیند پیاده سازی *QMP* و بهره گیری از فناوری های صنعت ۴/۰ مشارکت دارند. به منظور افزایش دقت و تعمیم پذیری یافته ها، روش نمونه گیری به صورت تصادفی طبقه ای انتخاب شد تا پوشش مناسبی از صنایع مختلف و سطوح سازمانی گوناگون حاصل شود. در طراحی مدل مفهومی پژوهش، ۱۴ متغیر پنهان و ۴۵ متغیر مشاهده شده لحاظ شده است. به منظور تعیین حجم نمونه مناسب برای انجام مدل سازی معادلات ساختاری، محاسبات با استفاده از نرم افزار *S3M Calculator* (۲۰۲۳) صورت گرفت. پارامترهای وارد شده شامل اندازه اثر مورد انتظار برابر با ۰/۱۹، سطح توان آماری ۰/۸، سطح معناداری ۰/۰۵، تعداد متغیرهای پنهان ۱۴ و تعداد متغیرهای مشاهده شده ۴۵ بودند. براساس این داده ها، حداقل حجم نمونه برای پشتیبانی از ساختار مدل ۱۷۱ نفر به دست آمد. از آنجا که حجم نمونه واقعی پژوهش حاضر برابر با ۲۰۵ نفر بوده است، بنابراین معیار حداقلی برای تحلیل ساختار مدل با رویکرد *PLS-SEM* تأمین شده و می توان نتایج تحلیل را معتبر و قابل اعتماد تلقی کرد. برای جمع آوری داده های این پژوهش، از یک پرسشنامه ساختاریافته استفاده شده است که طراحی آن بر پایه مطالعات معتبر بین المللی انجام گرفته و متناسب با بافت بومی سازمان های تولیدی ایران، بومی سازی گردیده است. پرسشنامه شامل پنج متغیر اصلی شامل *QMP*، فناوری های صنعت ۴/۰، رضایت مشتری و عملکرد سازمانی است که در قالب ۱۴ مولفه فرعی و ۴۵ گویه تدوین شده اند. روایی محتوایی پرسشنامه از طریق نظرخواهی از خبرگان و اساتید حوزه مدیریت تأیید شده و برای ارزیابی پایایی آن نیز از شاخص هایی همچون آلفای کرونباخ^۱ و پایایی ترکیبی^۲ با استفاده از نرم افزار *SmartPLS* بهره گرفته شده است. پس از جمع آوری داده ها، کدگذاری اولیه روی پاسخ ها صورت گرفت و داده ها به دو نرم افزار *SPSS 26* و *SmartPLS 4* منتقل شد. فرایند تحلیل داده ها در دو سطح انجام شد. در مرحله نخست، تحلیل عاملی تأییدی^۳ جهت ارزیابی مدل اندازه گیری و سنجش کیفیت ابزار مورد استفاده قرار گرفت. در این مرحله شاخص هایی نظیر *CR*، میانگین واریانس استخراج شده^۴، *CA* و روایی واگرا مورد بررسی قرار گرفتند تا از کفایت و اعتبار ساختار مفهومی ابزار

¹ Cronbach's Alpha (CA)

² Composite Reliability (CR)

³ Confirmatory Factor Analysis (CFA)

⁴ Average Variance Extracted (AVE)

اطمینان حاصل شود. در مرحله دوم، جهت بررسی و آزمون روابط بین متغیرها، از مدل سازی *SEM* با رویکرد حداقل مربعات جزئی استفاده شد. این روش به دلیل انعطاف پذیری بالا و مناسب بودن برای مدل هایی با پیچیدگی زیاد و حجم نمونه نسبتاً محدود، گزینه مناسبی برای تحلیل پژوهش حاضر به شمار می آید. در ادامه و برای تقویت دقت پیش بینی مدل و تحلیل روابط غیرخطی میان متغیرها، از *ANN* به عنوان یک ابزار مکمل استفاده شد. داده های خروجی مرحله نخست مدل *PLS* به عنوان ورودی مدل *ANN* مورد استفاده قرار گرفتند تا از طریق الگوریتم های یادگیری ماشین، اهمیت نسبی متغیرها و توان پیش بینی مدل ارزیابی شود. این تحلیل دو مرحله ای موسوم به مدل ترکیبی *PLS-ANN* به پژوهشگر این امکان را می دهد که ابتدا روابط علی بین متغیرها را با دقت تحلیل کرده و سپس با مدل *ANN*، دقت عملکرد مدل را از منظر غیرخطی نیز به صورت دقیق بررسی نماید. استفاده از این روش ترکیبی نه تنها نوآورانه است، بلکه موجب افزایش اعتبار بیرونی و قابلیت تعمیم پذیری نتایج پژوهش نیز می شود.

۱-۵- ابزار گردآوری داده ها

برای گردآوری داده های این پژوهش، از پرسشنامه استاندارد بهره گیری شده است که سوالات آن بر اساس مرور دقیق ادبیات نظری و مطالعات معتبر پیشین طراحی و بومی سازی شده اند. این پرسشنامه شامل مجموعه ای از متغیرهای کلیدی پژوهش و مولفه های تشکیل دهنده آن هاست که با استفاده از طیف پنج درجه ای لیکرت (از "کاملاً مخالفم" تا "کاملاً موافقم") اندازه گیری شده اند. در طراحی پرسشنامه، تلاش شده است تا هر یک از متغیرهای پنهان پژوهش از طریق چندین گویه (سوال) به گونه ای پوشش داده شوند که هم روایی محتوایی و هم قابلیت اعتماد آنها از طریق منابع معتبر علمی تضمین شود. جدول زیر خلاصه ای از اطلاعات مربوط به ساختار پرسشنامه، مولفه ها، منابع استخراج و تعداد سوالات هر متغیر را نشان می دهد

جدول ۲- اطلاعات پرسشنامه.

Table 2- Questionnaire information.

متغیرها	مولفه ها	منبع	تعداد سوال
	OPR	اودوفیا و همکاران [105]	4
عملکرد سازمانی ^۱	FINP	اودوفیا و همکاران [105]	3
	عملکرد کیفیت ^۲	پاتیل و کویلاکونتلا [106]	3
رضایت مشتری ^۳	-----	وو تان و همکاران [107]	3
فناوری های صنعت ^۴	-----	دیخانایوا و همکاران [108]	4
	نقش مدیریت ارشد و رهبری ^۵	نتسویی [109]	5
	مدیریت و آموزش کارکنان ^۶	پاتیل و کویلاکونتلا [106]	5
	مشارکت مشتری ^۷	لاخال و همکاران [69]	5
QMP	مدیریت ارتباط با تامین کنندگان ^۸	پاتیل و کویلاکونتلا [106]	3
	داده ها و تحلیل کیفیت ^۹	نتسویی [109]	4
	مدیریت فرآیند ^{۱۰}	نتسویی [109]	3
	طراحی محصول ^{۱۱}	پاتیل و کویلاکونتلا [106]	4

¹ Organizational Performance (OP)

² Quality Performance (QP)

³ Customer Satisfaction (CT)

⁴ Industry 4.0 Technologies (I4T)

⁵ Top Management Commitment and Leadership (TMCL)

⁶ Employee Management and Training (EMGTT)

⁷ Customer Engagement (CUSTE)

⁸ Supplier Management (SUPLM)

⁹ Quality Data and Analysis (QDM)

¹⁰ Process Management (PROM)

¹¹ Product Design and Development

۶- یافته‌ها

۶-۱- تحلیل عاملی تاییدی (CFA)

CFA یکی از روش‌های آماری پیشرفته است که برای بررسی روابط بین متغیرهای آشکار (سوالات پرسشنامه) و متغیرهای پنهان (سازه‌های پژوهش) استفاده می‌شود. این روش به پژوهشگران اجازه می‌دهد تا مدل‌های اندازه‌گیری خود را اعتبارسنجی کرده و روابط بین شاخص‌ها و متغیرهای مکنون را ارزیابی کنند. روش CFA در SEM هم در روش‌های مولفه حور PLS و هم روش‌های کواریانس محور (همان روش لیزرل) قابل برآورد است. مهمترین کاربرد روش CFA بررسی ساختار پرسشنامه از لحاظ روایی است [107]. برای پژوهش حاضر روش CFA با استفاده از روش PLS مورد بررسی قرار گرفته است، چراکه روش PLS به تعداد نمونه کم حساس نیست و در حجم نمونه‌های پایین نیز انجام می‌گیرد، علاوه بر این برای داده‌هایی با توزیع غیرنرمال یا با توزیع نامعلوم کاربردی است [108]. در روش PLS با کمک نرم‌افزار Smart PLS به راحتی می‌توان با استفاده از نتایج شاخص‌های CA و CR پایایی پرسشنامه به کار رفته را موردسنجش قرارداد.

۶-۲- روایی

شاخص‌هایی که در تکنیک CFA به بررسی روایی همگرا به کار می‌روند عبارتند از:

۱. شاخص بارعاملی (λ)، حداقل مقدار قابل قبول برای این شاخص ۰/۵ بوده و معناداری آن (آماره t) در سطح اطمینان ۹۵% باید از ۱/۹۶ بیشتر گردد. برقراری این شرط نشان می‌دهد واریانس بین متغیر پنهان و شاخص‌های آن (سوالات) از واریانس خطای اندازه‌گیری آن متغیر پنهان بیشتر بوده و روایی مورد تایید است. نتایج بارهای عاملی به دست آمده در شکل‌های ۲ و ۳ مشخص می‌کند روایی همگرا براساس شاخص بارعاملی مورد تایید است.
۲. شاخص میانگین واریانس استخراج شده، حداقل مقدار قابل قبول برای این شاخص ۰/۵ است. نتایج مربوط به روایی همگرا براساس شاخص AVE که در جدول ۳ آمده، گویای روایی همگرایی بالای مدل پژوهش است.

جدول ۳- نتایج شاخص میانگین واریانس استخراج شده - روایی همگرا.

Table 3- Results of the extracted mean variance index - convergent validity.

متغیرها	AVE	مؤلفه‌ها	AVE
عملکرد سازمانی	0.547	عملکرد عملیاتی	0.641
		عملکرد مالی	0.682
		عملکرد کیفیت	0.640
فناوری‌های صنعت ۴	0.730	-	-
رضایت مشتری	0.651	-	-
شیوه‌های مدیریت کیفیت		نقش مدیریت ارشد و رهبری	0.647
	0.545	مدیریت و آموزش کارکنان	0.640
		مشارکت مشتری	0.585
		مدیریت ارتباط با تأمین کنندگان	0.790
		داده‌ها و تحلیل کیفیت	0.688
		مدیریت فرآیند	0.788
		طراحی محصول	0.755

مقدار AVE برای همه متغیرها بالاتر از ۰/۵ است که نشان می‌دهد روایی همگرا در مدل تایید شده است. این مقدار بیانگر آن است که سازه‌ها حداقل ۵۰% از واریانس شاخص‌های خود را توضیح می‌دهند که معیار قابل قبولی در مدل‌سازی معادلات ساختاری محسوب می‌شود. مقدار AVE مربوط به متغیر "فناوری‌های صنعت ۴" با مقدار ۰/۷۳۰ است که نشان می‌دهد این متغیر به‌طور قوی واریانس شاخص‌های خود را تبیین می‌کند. کمترین مقدار AVE مربوط به متغیر QMP با مقدار ۰/۵۴۵ است، اما همچنان از حداقل مقدار موردنیاز (۰/۵) بیشتر است، بنابراین

قابل قبول است. روایی همگرا^۱ مدل مورد تایید است، زیرا همه مقادیر *AVE* بالاتر از ۰/۵ هستند و متغیرها بخش قابل توجهی از واریانس شاخص‌های خود را توضیح می‌دهند. برای روایی واگرا نیز از شاخص فورنل و لارکر [109] استفاده شده است. در روش فورنل و لارکر، شرط قبولی روایی واگرایی این است که جذر *AVE* یک متغیر پنهان (اعداد روی قطر اصلی) از مقدار همبستگی این متغیر نسبت به سایر متغیرها بیشتر باشد.

جدول ۴- نتایج روایی متغیرهای مدل.
Table 4- Validity results of model changes.

نقش مدیریت ارشد و رهبری	مدیریت ارتباط با تامین‌کنندگان	QP	QMP	تحلیل داده و کیفیت	مدیریت فرآیند	طراحی محصول و خدمات	OPR	عملکرد سازمانی	فناوری‌های صا ۴/۰	FINP	مدیریت و آموزش کارکنان	مشارکت مشتری	رضایت مشتری
													0.807
												0.765	0.528
											0.800	0.646	0.484
										0.826	0.564	0.532	0.650
								0.854	0.765	0.543	0.490	0.605	0.605
								0.740	0.838	0.608	0.579	0.517	0.655
							0.800	0.514	0.681	0.737	0.529	0.445	0.524
						0.869	0.529	0.603	0.591	0.548	0.526	0.492	0.516
					0.888	0.688	0.431	0.479	0.447	0.472	0.489	0.549	0.403
				0.830	0.749	0.626	0.451	0.509	0.518	0.479	0.553	0.585	0.452
													0.596
			0.874	0.806	0.785	0.766	0.610	0.681	0.657	0.648	0.632	0.607	0.596
		0.853	0.584	0.449	0.391	0.558	0.656	0.575	0.847	0.759	0.471	0.431	0.623
	0.889	0.431	0.844	0.775	0.655	0.553	0.469	0.519	0.519	0.501	0.625	0.672	0.447
0.821	0.587	0.548	0.812	0.538	0.459	0.493	0.575	0.625	0.591	0.562	0.785	0.627	0.523

روایی واگرا تایید شد. مقدار جذر *AVE* برای هر متغیر (مقادیر قطر اصلی) از مقادیر همبستگی آن متغیر با سایر متغیرها بیشتر است. این به این معناست که هر متغیر بیشتر از سایر متغیرهای مدل، واریانس شاخص‌های خود را تبیین می‌کند که نشان‌دهنده مقبولیت روایی واگرا است. بنابراین مدل دارای روایی واگرا است و متغیرهای مکنون در مدل به‌طور موثری از یکدیگر متمایز هستند.

۳-۶- پایایی

برای آزمون پایایی در اغلب پژوهش‌های علمی از دو شاخص *CA* و *CR* با حداقل مقدار ۰/۷ استفاده می‌شود. در واقع *CR* یا همان *CR* جایگزینی برای *CA* بوده که پایایی سازه‌ها را با توجه به همبستگی سازه‌هایشان با یکدیگر محاسبه می‌کند و از این جهت نسبت به شاخص *CA* برتری دارد. نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد تمام متغیرهای پژوهش مقدار *CA* و *CR* بزرگتر از ۰/۷ داشته که گویای پایایی بالای پرسشنامه است.

¹ Convergent Validity (CV)

جدول ۵- نتایج پایایی پرسشنامه براساس شاخص‌های آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی.

Table 5- Questionnaire reliability results based on Cronbach's alpha and composite reliability indices.

متغیرها	CA	CR
رضایت مشتری	0.730	0.848
مشارکت مشتری	0.822	0.875
مدیریت و آموزش کارکنان	0.845	0.898
FINP	0.768	0.866
فناوری‌های صنعت ۴/۰	0.876	0.915
عملکرد سازمانی	0.917	0.930
OPR	0.859	0.899
طراحی محصول و خدمات	0.892	0.925
مدیریت فرآیند	0.866	0.918
تحلیل داده و کیفیت	0.849	0.898
QMP	0.957	0.960
QP	0.811	0.888
مدیریت ارتباط با تامین کنندگان	0.866	0.918
نقش مدیریت ارشد و رهبری	0.879	0.91

مقدار CA برای تمامی متغیرها بالاتر از ۰/۷ است که نشان‌دهنده پایایی قابل قبول و مناسب پرسشنامه است. مقدار CR برای همه متغیرها بالاتر از ۰/۷ و حتی در برخی موارد بالاتر از ۰/۹ است که نشان می‌دهد سازگاری درونی سنج‌ها بسیار مطلوب است. بالاترین پایایی مربوط به متغیر QMP با CR ۰/۹۶۰ و CA ۰/۹۵۷ است که نشان‌دهنده پایایی قوی در این بخش از پرسشنامه است. کمترین مقدار CA مربوط به رضایت مشتری با مقدار ۰/۷۳۰ است، اما همچنان بالاتر از حد قابل قبول (۰/۷) است، بنابراین پایایی این متغیر نیز مورد تایید است. پایایی ابزار اندازه‌گیری براساس شاخص‌های CA و CR تایید شده است و ابزار اندازه‌گیری از ثبات و انسجام داخلی مطلوبی برخوردار است.

۴-۶- برازش مدل اندازه‌گیری و مدل ساختاری

برای بررسی کیفیت مدل اندازه‌گیری از شاخص اشتراک باروایی متقاطع به کار می‌رود. سه مقدار ۰/۰۲، ۰/۱۵، ۰/۳۵، این شاخص به ترتیب کیفیت کم، متوسط و زیاد را برای مدل اندازه‌گیری نشان می‌دهند. برای برازش مدل ساختاری می‌توان از شاخص R2 (ضریب تعیین) و شاخص Cv-Red بهره برد. مقادیر ۰/۱۹ (دامنه ضعیف)، ۰/۳۳ (دامنه متوسط) و ۰/۶۷ (دامنه قوی) برای شاخص R2 و سه مقدار، ۰/۰۲، ۰/۱۵، ۰/۳۵ به ترتیب کیفیت کم، متوسط و زیاد برای شاخص Cv-Red در نظر گرفته شده است. لازم به ذکر است شاخص R2 برای متغیرهای وابسته و میانجی و شاخص Cv-Red تنها برای متغیرهای وابسته به کار می‌رود. همان‌طور که نتایج جدول ۶ نشان می‌دهد مدل اندازه‌گیری و ساختاری پژوهش از کیفیت مطلوبی برخوردار است.

جدول ۶- برازش کیفیت مدل اندازه‌گیری و مدل ساختاری.

Table 6- Quality of fit of the measurement model and the structural model.

متغیرها	Cv- Com	Cv-Red	R2
رضایت مشتری	0.308	0.214	0.355
مشارکت مشتری	0.357	0.356	0.651
مدیریت و آموزش کارکنان	0.454	0.414	0.692
FINP	0.353	0.531	0.825
فناوری‌های صنعت ۴/۰	0.517	0.293	0.432
عملکرد سازمانی	0.426	0.377	0.750
OPR	0.446	0.499	0.835
طراحی محصول و خدمات	0.547	0.414	0.586
مدیریت فرآیند	0.518	0.456	0.616
تحلیل داده و کیفیت	0.455	0.448	0.699
QMP	0.396	---	0.765
QP	0.425	0.536	0.713
مدیریت ارتباط با تامین کنندگان	0.519	0.533	0.659
نقش مدیریت ارشد و رهبری	0.488	0.415	0.355

برای ارزیابی اعتبار پیش‌بینی مدل، از روش *Blindfolding* و شاخص‌های همبستگی متقاطع جامعه‌پذیری (*CV-Com*)، افزودگی متقاطع-*CV-Red* و ضریب تعیین (R^2) استفاده شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که کلیه سازه‌های پنهان در مدل دارای مقادیر مثبت *CV-Com* بوده‌اند (دوره بازه ۰/۳۰۸ تا ۰/۵۴۷)، که بیانگر برآزش مطلوب مدل اندازه‌گیری در پیش‌بینی متغیرهای مربوط به هر سازه است. این موضوع نشان می‌دهد که شاخص‌های مشاهده‌شده به‌درستی نماینده سازه‌های پنهان در مدل می‌باشند. علاوه بر این، مقادیر *CV-Red* برای اغلب متغیرهای وابسته نیز مثبت و نسبتاً بالا گزارش شده است. به‌ویژه سازه‌های *FINP* (۰/۵۳۱)، *OPR* (۰/۴۹۹)، *QP* (۰/۵۲۶) و مدیریت ارتباط با تامین‌کنندگان (۰/۵۳۳) از توان پیش‌بینی بالایی برخوردار بوده‌اند. این نتایج نشان‌دهنده آن است که مدل ساختاری در پیش‌بینی متغیرهای پیامدی اصلی عملکرد قابل قبولی دارد. لازم به ذکر است که سازه "QMP" فاقد مقدار *CV-Red* است، که این امر به دلیل ماهیت مستقل بودن آن در مدل، امری طبیعی است. همچنین، مقادیر ضریب تعیین (R^2) برای متغیرهای وابسته در سطح قابل قبولی قرار دارند. به‌طور خاص، *OPR* ($R^2= 0/835$)، *FINP* ($R^2= 0/825$) عملکرد سازمانی ($R^2= 0/750$) دارای بالاترین مقدار ضریب تعیین بوده و مدل توانسته است بخش قابل توجهی از واریانس این متغیرها را تبیین نماید. در مقابل، سازه‌هایی نظیر رضایت مشتری ($R^2= 0/355$) و نقش مدیریت ارشد و رهبری ($R^2= 0/355$) ضریب تعیین پایین‌تری داشته‌اند که می‌تواند نشانه‌ای از ضعف نسبی مدل در تبیین این سازه‌ها باشد. در مجموع، نتایج حاصل از تحلیل *Blindfolding* حاکی از آن است که مدل پژوهش از اعتبار پیش‌بینی قابل قبول و توان تبیینی مناسب برای اغلب متغیرهای درون مدل برخوردار بوده و می‌تواند مبنای قابل اتکایی برای تحلیل روابط بین سازه‌ها محسوب گردد.

۵-۶- شبکه عصبی مصنوعی در چارچوب PLS-ANN

پس از تخمین مدل معادلات ساختاری با روش *PLS* و استخراج امتیازهای سازه‌های نهفته، بخش دوم تحلیل با استفاده از *ANN* چندلایه *MLP* انجام گرفت. هدف از این مرحله، شناسایی روابط غیرخطی و افزایش توان پیش‌بینی مدل بود. بدین منظور، دو پیکربندی برای متغیر *QMP* در نظر گرفته شد: در حالت *BASE*، *QMP* به‌صورت یک سازه تجمیعی لحاظ گردید، در حالی که در حالت *EXT*^۱، ابعاد سازنده *QMP* شامل مدیریت و آموزش کارکنان، مشارکت مشتریان، مدیریت ارتباط با تامین‌کنندگان، داده‌ها و تحلیل کیفیت، طراحی محصول و خدمات، نقش مدیریت ارشد و رهبری و مدیریت فرایندها به‌صورت جداگانه وارد مدل شدند. این امر امکان مقایسه مدل ساده‌تر و ایجاز‌گرای *BASE* با مدل تفصیلی‌تر و تبیینی‌تر *EXT* را فراهم ساخت. ورودی‌های شبکه پیش از آموزش با استانداردسازی *Z-Score* نرمال شدند:

$$z = \frac{x - \mu_{train}}{\sigma_{train}} \quad (1)$$

ساختار شبکه در هر رابطه متشکل از یک یا دو لایه پنهان بود که تعداد نورون‌ها و توابع فعال‌سازی آن‌ها به کمک بهینه‌سازی بیزی مبتنی بر *Optuna* و اعتبارسنجی متقابل داخلی انتخاب شد. روابط لایه‌ها به‌صورت زیر مدل‌سازی شد:

$$h_1 = \phi(W_1x + b_1), h_2 = \phi(W_2h_1 + b_2), \hat{y} = w_o^T h_L + b_o \quad (2)$$

که $\phi(\cdot)$ می‌تواند *ReLU*، تانژانت هایپربولیک یا لجستیک باشد. تابع زیان به‌صورت میانگین مربعات خطا^۲ تعریف شد و مقادیر $RMSE^3$ ، MAE^4 و R^2 برای گزارش‌گری استفاده گردیدند:

¹ Extended

² Mean Squared Error (MSE)

³ Root Mean Squared Error (RMSE)

⁴ Mean Absolute Error

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2. \quad (3)$$

$$RMSE = \sqrt{MSE}. \quad (4)$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|. \quad (5)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2}. \quad (6)$$

برای جلوگیری از بیش‌برازش، از *Early Stopping* با داده‌های اعتبارسنجی داخلی و شرط عدم بهبود استفاده شد. علاوه بر این، فرآیند بهینه‌سازی ابرپارامترها با ساختار *Nested Cross-Validation* طراحی شد؛ به طوری که در لایه بیرونی، اعتبارسنجی ۱۰-بخشی (*10-fold CV*) برای برآورد کارایی استفاده گردید و در لایه درونی، اعتبارسنجی ۳-بخشی برای انتخاب بهینه معماری شبکه با *Optuna* به کار رفت. به منظور تبیین نقش ورودی‌ها در خروجی‌های مدل، از نسخه تعمیم‌یافته روش *Olden/Connection Weights* استفاده شد. بر اساس این روش، اهمیت ورودی i از طریق ضرب قدرمطلق وزن‌ها در مسیرهای متصل‌کننده آن ورودی تا نورون خروجی محاسبه و سپس نرمال‌سازی می‌شود:

$$\Pi = |W^{(0)}| \times |W^{(1)}| \times \dots \times |W^{(L)}|. \quad (7)$$

$$Imp_i = \frac{\Pi_{i,1}}{\sum_k \Pi_{k,1}}. \quad (8)$$

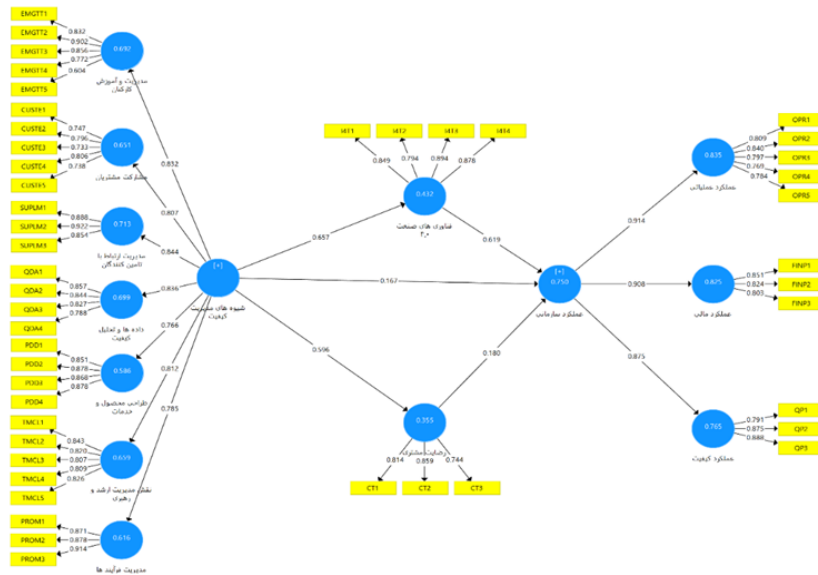
۷- نتایج آزمون فرضیه‌ها

نتایج آزمون فرضیه‌های پژوهش در جدول ۷ و مدل مفهومی پژوهش در حالت ضریب استاندارد و در حالت معناداری به ترتیب در شکل ۲ و ۳ آمده است.

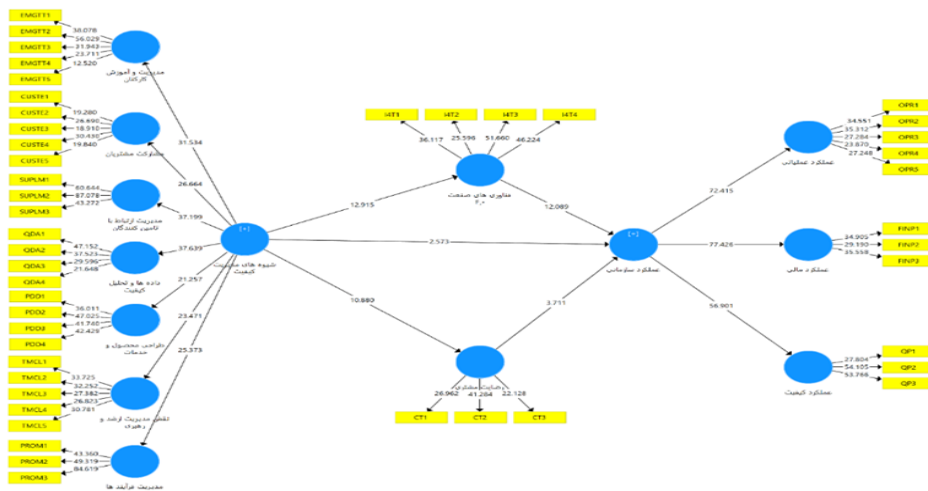
جدول ۷- نتایج آزمون فرضیه‌های پژوهش.

Table 7- Results of testing research hypotheses.

نتیجه آزمون	P-Value	آماره t	ضریب بتا	فرضیه‌های تحقیق
تایید فرضیه	0.000	12.915	0.657	فرضیه اول: QMP بر فناوری‌های صنعت ۴ تاثیر معناداری دارد.
تایید فرضیه	0.000	12.089	0.619	فرضیه دوم: فناوری‌های صنعت ۴ بر عملکرد سازمانی تاثیر معناداری دارد.
تایید فرضیه	0.010	2.573	0.167	فرضیه سوم: QMP بر عملکرد سازمانی تاثیر معناداری دارد.
تایید فرضیه	0.000	10.880	0.596	فرضیه چهارم: QMP بر رضایت مشتری تاثیر معناداری دارد.
تایید فرضیه	0.000	3.711	0.180	فرضیه پنجم: رضایت مشتری بر عملکرد سازمانی تاثیر معناداری دارد.



شکل ۲- مدل مفهومی پژوهش در حالت ضریب استاندارد.
 Figure 2- Conceptual research model in standard coefficient mode.



شکل ۳- مدل مفهومی پژوهش در حالت معناداری.
 Figure 3- Conceptual model of research in meaningful mode.

آزمون اثر متغیر میانجی

برای بررسی نقش متغیرهای میانجی در مدل تحقیق، از تحلیل مسیر غیرمستقیم^۱ با استفاده از روش Bootstrap در نرم‌افزار SmartPLS استفاده شد. جدول زیر نتایج نهایی دو فرضیه میانجی‌گری تحقیق را نشان می‌دهد:

¹ Indirect Effects

جدول ۸- نتیجه آزمون میانجی.

Table 8- Mediation test result.

نتیجه	P-Value	آماره t	ضریب مسیر غیرمستقیم	مسیر میانجی گری	فرضیه
معنادار	0/000	11/040	0/407	QMP → I4T → OPP	فرضیه ۴
معنادار	0/000	3/609	0/108	QMP → CT → OPP	فرضیه ۷

براساس نتایج به دست آمده، مشخص شد که متغیر فناوری های صنعت ۴/۰ در رابطه بین QMP و عملکرد سازمانی نقش میانجی معناداری ایفا می کند. ضریب مسیر غیرمستقیم این رابطه برابر با ۰/۴۰۷ بوده و آماره t آن نیز ۱۱/۰۴۰ است که در سطح اطمینان ۹۹% ($p < 0/01$) کاملاً معنادار است. این موضوع نشان دهنده تاثیر قابل توجه پیاده سازی فناوری های صنعت ۴/۰ به عنوان مکانیزمی موثر در تقویت رابطه میان اقدامات کیفی و خروجی های سازمانی است. همچنین، رضایت مشتری نیز به عنوان میانجی بین QMP و عملکرد سازمانی مورد آزمون قرار گرفت. ضریب مسیر غیرمستقیم در این رابطه برابر با ۰/۱۰۸ به دست آمد و مقدار آماره t آن برابر با ۳/۶۰۹ بوده که نشان دهنده معناداری آماری در سطح اطمینان ۹۹% است ($p < 0/01$). این یافته تایید می کند که بهبود در QMP، می تواند با ارتقای رضایت مشتری، به بهبود عملکرد کلی سازمان منجر شود.

نتایج ANN

نتایج حاصل از برآورد مدل ترکیبی PLS-ANN در دو پیکربندی BASE (استفاده از QMP به صورت تجمیعی) و EXT (استفاده از ابعاد QMP شامل $EMGTT$, $CUSTE$, $SUPLM$, QDA , PDD , $TMCL$ و $PROM$) ارایه می شوند. هدف از این تحلیل، مقایسه توان پیش بینی و تبیین روابط در دو سطح کلان و خرد بوده است. معیارهای کارایی مدل شامل میانگین خطای ریشه دوم مربعات، میانگین خطای مطلق و ضریب تعیین در ۱۰-بخش اعتبارسنجی متقابل محاسبه شدند.

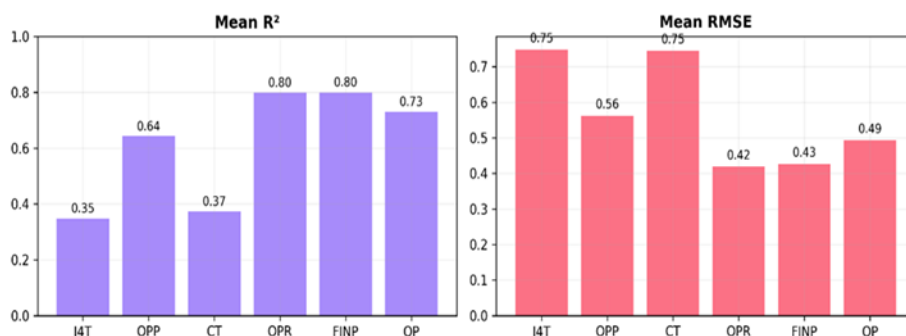
نتایج پیکربندی BASE

یافته ها در پیکربندی BASE نشان دادند که روابط مربوط به OPR و FINP بالاترین میزان دقت را داشته اند و مقدار R^2 آن ها حدود ۰/۸۰ به دست آمد. همچنین QP نیز سطح بالایی از قدرت پیش بینی را ثبت کرد ($R^2 = 0/730432$). در مقابل، روابط مربوط به فناوری های صنعت ۴/۰ (I4T) و CT ضعیف ترین مقادیر R^2 را داشتند (به ترتیب ۰/۳۴۸۳۹۶ و ۰/۳۷۳۰۵۹). از نظر RMSE، مقادیر بین ۰/۴۱۸۸۵۲ تا ۰/۷۴۸۰۸۴ در نوسان بودند. جدول زیر نتایج کامل را نشان می دهد:

جدول ۹- نتایج اعتبارسنجی متقابل ۱۰ بخشی در پیکربندی BASE (سازه شیوه های مدیریت کیفیت به صورت تجمیعی)

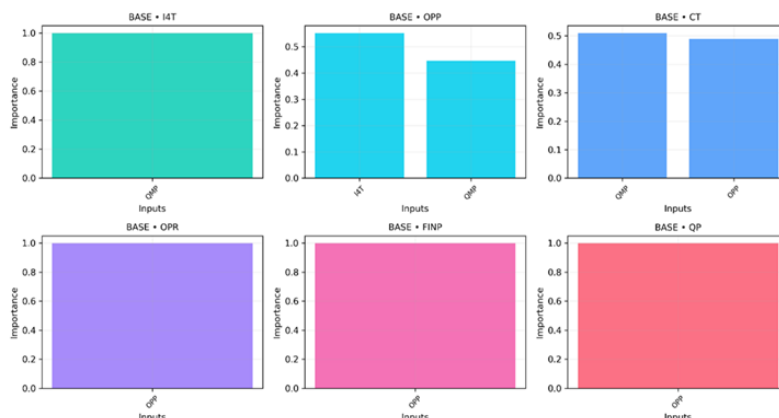
Table 9- Results of 10-part cross-validation in the BASE configuration (Quality Management Practices Framework in aggregate).

متغیر هدف	میانگین خطای ریشه دوم مربعات (RMSE_mean)	میانگین خطای قدر مطلق (MAE_mean)	میانگین ضریب تعیین (R^2_mean)	تعداد نمونه (n)
فناوری های صنعت ۴	0/748	0/598	0/348	205
عملکرد سازمانی	0/563	0/432	0/643	205
رضایت مشتری	0/746	0/622	0/373	205
OPR	0/419	0/331	0/799	205
FINP	0/427	0/344	0/800	205
QP	0/493	0/403	0/730	205



شکل ۴- خلاصه عملکرد مدل‌ها در پیکربندی BASE (سازه شیوه‌های مدیریت کیفیت تجمیعی) بر اساس میانگین R² و RMSE.
 Figure 4- Summary of model performance in the BASE configuration (aggregate quality management practices framework) based on average R² and RMSE.

شکل بالا نمای کلی از نتایج را ارائه می‌دهد و نشان می‌دهد که OPR و FINP از بیشترین دقت پیش‌بینی برخوردار هستند، در حالی که فناوری‌های صنعت ۴ و رضایت مشتری از دقت پیش‌بینی پایین‌تری برخوردارند. همچنین، شکل زیر نشان می‌دهد که در مدل‌های تک‌ورودی مانند OPR، FINP و QP، متغیر عملکرد سازمانی نقش تعیین‌کننده و غالب را ایفا می‌کند؛ در حالی که در مدل‌هایی مانند OPP و رضایت مشتری، سهم اثرگذاری بین QMP و سایر متغیرها تقسیم شده است.



شکل ۵- اهمیت ورودی‌ها به روش Olden در پیکربندی BASE (سازه شیوه‌های مدیریت کیفیت تجمیعی).
 Figure 5- Importance of inputs according to Olden's method in the BASE configuration (structure of integrated quality management practices).

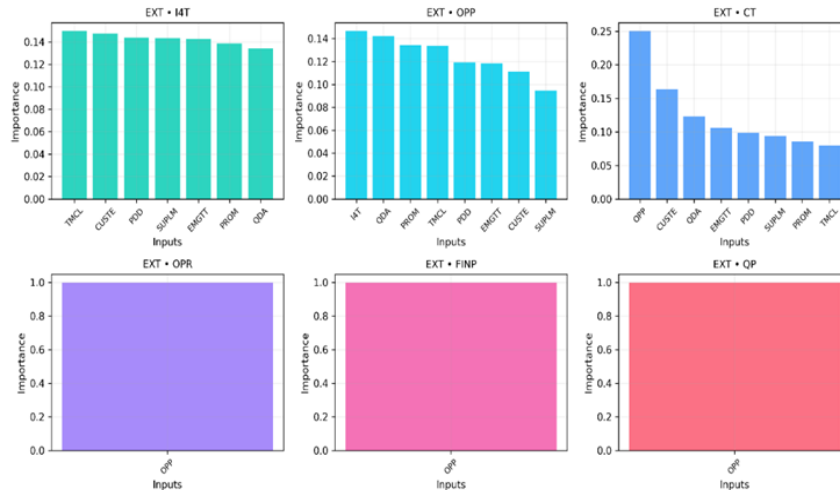
نتایج پیکربندی EXT

در حالت EXT، مقادیر R² مشابه حالت BASE بودند، به طوری که بالاترین مقدار مربوط به FINP (۰/۸۰۵۰۲۷) و OPR (۰/۸۰۳۴۹۹) و پایین‌ترین مقدار مربوط به IAT (۰/۳۱۹۳۹۴) ثبت شد. مقادیر RMSE نیز بین ۰/۴۱۵۲۷۵ تا ۰/۷۶۸۱۱۰ قرار داشتند. این یافته نشان می‌دهد که تجزیه QMP به ابعاد هفت‌گانه تاثیر معناداری بر بهبود قدرت پیش‌بینی نداشته است. جدول نتایج کامل در حالت EXT به صورت زیر است:

جدول ۱۰- نتایج اعتبارسنجی متقابل ۱۰ بخشی در پیکربندی EXT (ابعاد هفت‌گانه شیوه‌های مدیریت کیفیت).
 Table 10- Results of 10-part cross-validation in EXT configuration (seven dimensions of quality management practices).

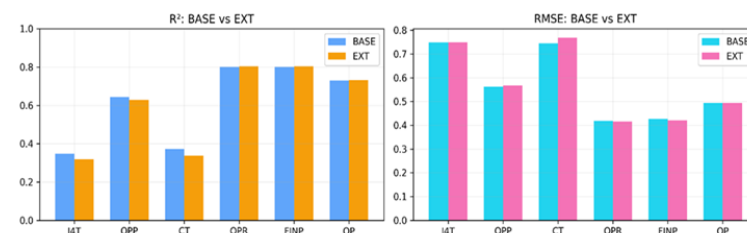
متغیر هدف (Target)	میانگین RMSE	میانگین MAE	میانگین R ²	تعداد نمونه (N)
فناوری‌های صنعت ۴	0.750	0.574	0.319	205
عملکرد سازمانی	0.567	0.426	0.628	205
رضایت مشتری	0.768	0.643	0.337	205
OPR	0.415	0.332	0.803	205
FINP	0.420	0.338	0.805	205
QP	0.493	0.402	0.733	205

نتایج اعتبارسنجی متقابل در پیکربندی *EXT* نشان می‌دهد که مدل بیشترین قدرت تبیین را برای متغیرهای *FINP* ($R^2=0/81$) و *OPR* ($R^2=0/80$) دارد و کمترین برای فناوری‌های صنعت ۴ ($R^2=0/32$) و رضایت مشتری ($R^2=0/34$) مشاهده شده است. همچنین، کمترین میزان خطای پیش‌بینی به *FINP* و *OPR* با مقدار ۰/۴۲ اختصاص دارد که بیانگر دقت بالایی مدل در پیش‌بینی این متغیرهاست. در مقابل، *RMSE* بالای ۰/۷۵ برای *CT* و *IAT* نشان‌دهنده ضعف مدل در پیش‌بینی آن‌هاست. این نتایج حاکی از آن‌اند که مدل طراحی شده به‌طور خاص برای پیش‌بینی متغیرهای عملکردی مناسب‌تر است. بنابراین، پیشنهاد می‌شود برای بهبود تبیین متغیرهای *CT* و *IAT*، متغیرهای مکمل در مدل گنجانده شوند.



شکل ۶- اهمیت ورودی‌ها به روش Olden در پیکربندی *EXT* (ابعاد هفت‌گانه شیوه‌های مدیریت کیفیت).
Figure 6- Importance of inputs according to Olden's method in *EXT* configuration (seven dimensions of quality management practices).

براساس تحلیل اهمیت ورودی‌ها به روش Olden در پیکربندی *EXT* (ابعاد هفت‌گانه *QMP*)، متغیر *OPP* تنها عامل موثر در پیش‌بینی متغیرهای عملکردی شامل *OPR*، *FINP* و *QP* شناخته شده است که دقت مدل در این بخش‌ها را توضیح می‌دهد. در مقابل، برای متغیرهای *CT*، *OPR* و *IAT*، وزن اهمیت بین چندین ورودی تقسیم شده است. به‌ویژه در مدل *CT*، ورودی *OPP* با بیشترین اهمیت (حدود ۰/۲۵) نقش اصلی را دارد و سایر ورودی‌ها مانند *CUSTE* و *QDA* اهمیت نسبتاً کمتری دارند. در مدل *OPP* نیز متغیر *IAT* بیشترین سهم را در پیش‌بینی ایفا می‌کند و به‌دنبال آن *QDA* و سایر ابعاد *QMP* نقش کاهنده‌تری دارند. برای *IAT*، تمامی ورودی‌ها توزیع نسبتاً یکنواختی از اهمیت دارند که نشان از پیچیدگی پیش‌بینی آن با استفاده از ابعاد *QMP* دارد. این نتایج نشان می‌دهد که در برخی مسیرها تمرکز متغیر کلیدی بر یک ورودی خاص است، درحالی‌که در مسیرهای دیگر ترکیبی از چند متغیر ورودی نقش دارند. شکل زیر مقایسه مستقیم دو پیکربندی را نمایش می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که در متغیرهای *IAT*، *OPR* و *CT* حالت *BASE* اندکی *R2* بالاتر دارد، در حالی که در متغیرهای *OPR* و *FINP* حالت *EXT* کمی بهتر است. اختلاف‌ها در هر دو حالت بسیار جزئی بوده و *RMSE* نیز تقریباً برابر است. این امر نشان می‌دهد که انتخاب میان دو پیکربندی بیش از آنکه بر مبنای دقت پیش‌بینی باشد، براساس هدف پژوهش (سادگی در *BASE* یا تبیین مدیریتی دقیق‌تر در *EXT*) صورت می‌گیرد.



شکل ۷- مقایسه مستقیم کارایی مدل‌ها در دو پیکربندی *EXT* و *BASE* (میانگین *R2* و *RMSE* به تفکیک سازه‌های درون‌زا).
Figure 7- Direct comparison of model performance in two configurations *BASE* and *EXT* (average *R2* and *RMSE* separated by endogenous constructs).

به طور کلی، نتایج نشان می‌دهند سازه‌های مرتبط با عملکرد سازمانی ($QP, FINP, OPR$) در هر دو پیکربندی با دقت بالا قابل پیش‌بینی‌اند. سازه‌های $I4T$ و CT در هر دو پیکربندی ضعیف‌تر عمل کرده‌اند که می‌تواند ناشی از پیچیدگی عوامل اثرگذار بر فناوری‌های صنعت $4/0$ و رضایت مشتری باشد. تفکیک QMP به ابعاد هفت‌گانه EXT ارزش افزوده معناداری در بهبود شاخص‌های پیش‌بینی نداشته است، اما امکان ارایه بینش‌های مدیریتی دقیق‌تر درباره اهمیت نسبی هر مولفه را فراهم آورده است. در مجموع، اگر هدف پژوهش تمرکز بر دقت پیش‌بینی و سادگی مدل باشد، پیکربندی $BASE$ کفایت دارد؛ اما اگر هدف تحلیل تفصیلی و سیاست‌گذاری مدیریتی باشد، پیکربندی EXT ارزشمندتر است.

۸- بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی نقش میانجی فناوری‌های صنعت $4/0$ و رضایت مشتری در رابطه بین QMP و عملکرد سازمانی انجام شد. رویکرد پژوهش تلفیقی از مدل‌سازی معادلات ساختاری و تحلیل ANN بود تا از مزایای هر دو روش، یعنی تبیین روابط علی و تحلیل پیش‌بینی غیرخطی به‌طور هم‌زمان بهره‌برداری شود. نتایج پژوهش نکات مهمی را درباره مسیرهای تاثیرگذاری این متغیرها در فضای سازمان‌های تولیدی کشور آشکار کرده است. در گام نخست، یافته‌های حاصل از مدل $PLS-SEM$ نشان داد که QMP اثر مثبت و معناداری بر هر دو متغیر میانجی یعنی فناوری صنعت $4/0$ و رضایت مشتری دارند. این نتایج نشان می‌دهد که سازمان‌هایی که اصول مدیریت کیفیت نظیر رهبری موثر، مدیریت فرآیند، آموزش کارکنان و ارتباط با تامین‌کنندگان را به‌درستی پیاده‌سازی می‌کنند، آمادگی بیشتری برای پذیرش فناوری‌های نوین صنعتی دارند و درعین حال، توانایی بالاتری در پاسخ‌گویی به نیازهای مشتریان و ارتقا سطح رضایت آن‌ها از خدمات و محصولات خواهند داشت. این یافته با نتایج مطالعات پیشین مانند نگوین و همکاران [8]، و لیو و همکاران [47] هم‌راستا است که تاثیر مثبت و مستقیم شیوه‌های TQM بر به‌کارگیری موفق فناوری و رضایت مشتری را تایید کرده‌اند. از سوی دیگر، فناوری صنعت $4/0$ نیز تاثیر مثبت و معناداری بر عملکرد سازمانی داشته است. به عبارت دیگر، به‌کارگیری فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا، یادگیری ماشین، تحلیل داده‌های بزرگ و اتوماسیون هوشمند، باعث ارتقا عملکردهای عملیاتی، مالی و کیفیتی در سازمان‌ها شده است. با توجه به پیچیدگی بازار و الزامات رقابتی فزاینده، این یافته حائز اهمیت است و با مطالعاتی همچون بنیتز و همکاران [6] و افیمووا و بریش [9] مطابقت دارد که نقش فناوری‌های نوین را در بهبود بهره‌وری و عملکرد سازمانی بررسی کرده‌اند. در این میان، رضایت مشتری به‌عنوان یکی از قوی‌ترین عوامل تاثیرگذار بر عملکرد سازمانی شناسایی شد. یافته‌های مدل PLS نشان داد که رضایت مشتری، هم به‌طور مستقیم و هم به‌عنوان میانجی بین QMP و فناوری‌های صنعت $4/0$ از یک‌سو و عملکرد سازمانی از سوی دیگر، ایفای نقش می‌کند. این بدان معناست که بدون جلب رضایت مشتری، تلاش‌های سازمان در زمینه مدیریت کیفیت یا سرمایه‌گذاری در فناوری ممکن است به نتایج مطلوب منتهی نشود. اهمیت رضایت مشتری در این مدل با یافته‌های مطالعاتی مانند پراشار [49] تایید می‌شود.

در ادامه، برای تحلیل دقیق‌تر وزن و اهمیت متغیرها و پیش‌بینی عملکرد سازمانی، از ANN استفاده شد. نتایج این مرحله نشان داد که رضایت مشتری دارای بالاترین قدرت پیش‌بینی‌کنندگی برای عملکرد سازمانی است، در حالی که فناوری صنعت $4/0$ و QMP در مراتب بعدی قرار دارند. این تحلیل غیرخطی نشان می‌دهد که تجربه و درک مثبت مشتری از تعامل با سازمان، مهم‌ترین عامل در بهبود شاخص‌های عملکردی آن است. این نتیجه بسیار کاربردی است، زیرا تاکید می‌کند که تحول دیجیتال یا پیاده‌سازی TQM به‌تنهایی کافی نیست و باید در راستای بهبود رضایت مشتری جهت‌گیری شوند. در مجموع، مسیر علی-غیرعلی استخراج‌شده از یافته‌ها حاکی از آن است که QMP ، زیربنای فرهنگی و عملیاتی لازم برای به‌کارگیری موفق فناوری صنعت $4/0$ را فراهم می‌آورند. سپس، این فناوری‌ها از طریق افزایش چابکی، دقت، خودکارسازی فرآیندها و دسترسی سریع‌تر به داده‌ها، موجبات ارتقا رضایت مشتری را فراهم کرده و در نهایت این رضایت به بهبود عملکرد سازمانی منجر می‌شود. چنین زنجیره‌ای از روابط، نه تنها از منظر آماری معنادار است، بلکه از نظر مدیریتی نیز بینش‌های مهمی را در اختیار مدیران سازمان‌ها قرار می‌دهد.

پژوهش حاضر از لحاظ نظری، با در نظر گرفتن دو متغیر میانجی هم‌زمان و بهره‌گیری از مدل ترکیبی $PLS-ANN$ ، شکاف مهمی را در ادبیات پر کرده است. در اغلب پژوهش‌های گذشته، تنها به یک متغیر میانجی یا مدل‌های خطی اکتفا شده بود؛ درحالی‌که تحقیق حاضر با ترکیب روش‌های علی و پیش‌بینی، تصویری جامع‌تر از روابط موجود بین مولفه‌های کیفیت، فناوری و عملکرد ارایه کرده است. از لحاظ عملی نیز، یافته‌ها به مدیران صنایع کمک می‌کند تا مسیرهای سرمایه‌گذاری و اولویت‌گذاری خود را به‌گونه‌ای طراحی کنند که در نهایت رضایت مشتری و عملکرد کلی سازمانی ارتقا یابد. در پایان می‌توان نتیجه گرفت که تنها سازمان‌هایی قادر به دستیابی به عملکرد ممتاز خواهند بود که به‌طور هم‌زمان بر سه محور اصلی مدیریت

کیفیت، فناوری‌های نوین و رضایت مشتری تمرکز کنند. تعامل موثر میان این سه حوزه، می‌تواند موتور محرک پایداری، رقابت‌پذیری و نوآوری در سازمان‌های تولیدی باشد.

۸-۱- پیشنهادهای کاربردی و مدیریتی

براساس یافته‌های این پژوهش، مجموعه‌ای از پیشنهادها کاربردی و مدیریتی ارائه می‌شود که می‌توانند در بهبود عملکرد سازمانی و تحقق موفقیت پایدار سازمان‌ها در بستر مدیریت کیفیت و فناوری‌های صنعت ۴/۰ موثر باشند. نخست، با توجه به نقش محوری رضایت مشتری در تقویت عملکرد سازمانی، پیشنهاد می‌شود سازمان‌ها تمرکز خود را به‌طور ویژه بر ارتقا تجربه مشتری قرار دهند. این هدف می‌تواند از طریق طراحی نظام‌های منظم دریافت بازخورد مشتری، تحلیل داده‌های رفتاری، پیگیری شکایات و اجرای برنامه‌های وفادارسازی مشتری محقق شود. همچنین، استفاده از تحلیل داده‌های بزرگ برای شناسایی دقیق‌تر نیازها و انتظارات مشتریان، سفارشی‌سازی محصولات و خدمات و ارائه تجربه‌ای متمایز، می‌تواند رضایت مشتری را به‌صورت پایدار تضمین کند. دوم، یافته‌ها نشان دادند که فناوری‌های صنعت ۴/۰ زمانی اثربخش خواهد بود که در راستای اهداف کیفی و رضایتی سازمان به‌کار گرفته شود. در نتیجه، مدیران باید فناوری‌های نوینی مانند اینترنت اشیا، یادگیری ماشین، چاپ سه‌بعدی و هوش مصنوعی را در حوزه‌هایی به‌کار گیرند که بیشترین تماس را با مشتری دارند؛ مانند خدمات پس از فروش، کنترل کیفیت، زنجیره‌تامین و لجستیک. همچنین، سنجش مداوم اثربخشی این فناوری‌ها با استفاده از شاخص‌هایی مانند کاهش زمان تحویل، کاهش خطای انسانی، افزایش دقت خدمات و بهبود تجربه مشتری، باید به‌صورت نظام‌مند انجام گیرد. از سوی دیگر، *QMP* به‌عنوان زیرساخت اجرای فناوری‌های نوین شناخته می‌شوند. بدین ترتیب، لازم است سازمان‌ها پیش از هرگونه تحول دیجیتال، ابتدا زیرساخت‌های کیفی خود را بهبود دهند.

این امر شامل پیاده‌سازی نظام‌های مدیریت فرآیند، استانداردسازی رویه‌ها، مستندسازی عملیات، تقویت آموزش کارکنان و اجرای رویکردهایی نظیر شش سیگما و بهبود مستمر است. توجه ویژه به نقش مدیریت ارشد در حمایت از این برنامه‌ها و هدایت فرهنگ سازمان به‌سمت یادگیری و بهبود مداوم از دیگر ملزومات اجرای موفق این راهبردهاست. یکی دیگر از پیشنهادها مهم، بهره‌گیری از مدل‌های ترکیبی تحلیلی نظیر *PLS-ANN* در فرآیندهای تصمیم‌سازی سازمانی است. این مدل‌ها نه‌تنها امکان تحلیل دقیق روابط علی بین متغیرها را فراهم می‌کنند، بلکه با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، توان پیش‌بینی بالایی نیز دارند. به همین دلیل، به مدیران توصیه می‌شود که از تحلیل‌های داده‌محور برای تصمیم‌گیری‌های استراتژیک بهره بگیرند و واحدهای تخصصی تحلیل داده و مدل‌سازی در سازمان خود راه‌اندازی نمایند. از سوی دیگر، اجرای موفق فناوری‌های صنعت ۴/۰ نیازمند توجه به مدیریت تغییر و فرهنگ‌سازی سازمانی است. بسیاری از پروژه‌های تحول دیجیتال به دلیل مقاومت کارکنان یا درک ناکافی از مزایای آن با شکست مواجه می‌شوند. از این‌رو، پیشنهاد می‌شود سازمان‌ها برنامه‌های آموزشی و آگاه‌سازی برای کارکنان و مدیران اجرایی خود طراحی کرده و به توسعه رهبری تحول‌گرا در سازمان توجه ویژه داشته باشند. مشارکت کارکنان در فرآیند تصمیم‌سازی، ایجاد انگیزه، و پیوند دادن اهداف فردی با اهداف سازمانی از دیگر عواملی هستند که می‌توانند موفقیت استقرار فناوری را تضمین کنند. در نهایت، پیشنهاد می‌شود سازمان‌ها رویکردی راهبردی و یکپارچه در پیوند میان مدیریت کیفیت، فناوری و رضایت مشتری اتخاذ کنند. این رویکرد شامل تدوین نقشه راه مشترک بین حوزه‌های کیفیت، فناوری و بازاریابی، هماهنگی میان پروژه‌های فناورانه با اهداف کیفی، و ارزیابی مداوم میزان هم‌راستایی فعالیت‌ها با ارزش‌آفرینی برای مشتری است.

۸-۲- محدودیت‌های پژوهش

هر پژوهشی، صرف‌نظر از دقت علمی و روایی روش‌شناختی، همواره با محدودیت‌هایی روبه‌رو است که می‌توانند بر میزان تعمیم‌پذیری یا کاربرد نتایج آن تاثیر بگذارند. پژوهش حاضر نیز از این قاعده مستثنی نیست. در این بخش، مهم‌ترین محدودیت‌های تحقیق به‌اختصار تشریح می‌گردند.

نخستین محدودیت مربوط به دامنه جغرافیایی و زمینه صنعتی نمونه پژوهش است. داده‌های تحقیق از کارکنان شرکت‌های تولیدی فعال در ایران جمع‌آوری شده‌اند که گرچه تنوع مناسبی از صنایع را دربرمی‌گیرند، اما نتایج ممکن است در سایر حوزه‌های جغرافیایی یا در صنایع خدماتی، با تفاوت‌هایی همراه باشد. بنابراین، تعمیم نتایج به کلیه بخش‌های اقتصادی باید با احتیاط صورت گیرد. محدودیت دوم به نوع داده‌های گردآوری‌شده مربوط است. داده‌ها با استفاده از پرسشنامه خوداظهاری جمع‌آوری شدند که همواره با خطرات جانبداری پاسخ‌دهندگان، سوگیری اجتماعی

مطلوب، یا درک متفاوت از مفاهیم مواجهه است. اگرچه برای افزایش دقت، پرسشنامه‌ها براساس مطالعات معتبر طراحی و روایی آن‌ها تایید شده‌اند، اما این نوع داده‌ها همچنان از دقت داده‌های رفتاری یا عینی پایین‌تر هستند. سوم، رویکرد مقطعی پژوهش محدودیت مهم دیگری محسوب می‌شود. این پژوهش در یک بازه زمانی مشخص انجام شده و اثرات متغیرها به صورت هم‌زمان بررسی شده‌اند. لذا امکان تحلیل روندهای زمانی، اثرات تأخیری یا تغییرات در طول زمان وجود نداشت. استفاده از داده‌های طولی در تحقیقات آینده می‌تواند به شفاف‌سازی بهتر روابط علی میان متغیرها کمک کند. چهارم، عدم بررسی متغیرهای زمینه‌ای تعدیل‌گر از جمله اندازه سازمان، نوع صنعت، سابقه استقرار *TQM* یا سطح بلوغ دیجیتال نیز از دیگر محدودیت‌های پژوهش به‌شمار می‌رود. ورود این متغیرها به مدل می‌توانست به درک عمیق‌تر از پویایی روابط در سناریوهای مختلف کمک کند. در نهایت، محدودیت‌های مربوط به دسترسی به مدیران و داده‌های داخلی برخی شرکت‌ها باعث شد برخی از پرسشنامه‌ها با تأخیر تکمیل شده یا به طور کامل بازنگردد. با این حال، تلاش شد تا با استفاده از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای و اطمینان از کفایت حجم نمونه، کیفیت داده‌ها حفظ شود. با در نظر گرفتن این محدودیت‌ها، پژوهش حاضر همچنان از ارزش علمی بالایی برخوردار است و می‌تواند مبنای مطالعات آتی در زمینه ترکیب مدیریت کیفیت، فناوری‌های صنعت ۴/۰ و عملکرد سازمانی باشد. پژوهشگران آینده می‌توانند با طراحی مطالعات تطبیقی، طولی یا ترکیبی، به گسترش و تعمیق نتایج این تحقیق کمک کنند.

۳-۸- پیشنهادهایی برای محققان آتی

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر و در نظر گرفتن محدودیت‌های موجود، مسیرهای متعددی برای توسعه تحقیقات آتی در این حوزه وجود دارد. در این بخش، مهم‌ترین پیشنهادهایی که می‌تواند برای محققان آینده مفید واقع شود، ارائه می‌گردد.

نخست، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی از رویکرد طولی استفاده کنند تا بتوانند تغییرات اثرگذاری متغیرها در طول زمان را بررسی کنند. در مطالعه حاضر، روابط علی میان متغیرها به صورت مقطعی تحلیل شد؛ درحالی‌که تحلیل روندهای زمانی می‌تواند تصویر دقیق‌تری از پایداری یا پویایی روابط بین *QMP*، فناوری‌های صنعت ۴/۰ و عملکرد سازمانی ارائه دهد. دوم، با توجه به اهمیت متغیرهای زمینه‌ای تعدیل‌گر که در این پژوهش لحاظ نشده‌اند، پیشنهاد می‌شود پژوهشگران آتی اثر عواملی چون نوع صنعت، اندازه سازمان، ساختار مالکیت، سطح بلوغ دیجیتال یا سطح رقابت بازار را به عنوان متغیرهای تعدیل‌گر وارد مدل مفهومی خود نمایند. این کار به غنای تئوریک و عملی مدل کمک خواهد کرد و می‌تواند راهکارهای دقیق‌تری برای صنایع خاص ارائه دهد. سوم، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده از منابع داده متنوع‌تر بهره‌گیری شود. در این پژوهش، داده‌ها صرفاً از طریق پرسشنامه خوداظهاری جمع‌آوری شده‌اند. استفاده ترکیبی از داده‌های پرسشنامه‌ای، داده‌های ثانویه سازمانی (مانند *FINP* واقعی)، تحلیل محتوای بازخوردهای مشتری، و داده‌های حاصل از سیستم‌های *ERP* یا *CRM* می‌تواند دقت و عمق تحلیل را افزایش دهد. چهارم، به محققان آتی توصیه می‌شود از مدل‌های چندسطحی و چندگروهی استفاده کنند تا امکان مقایسه بین واحدهای سازمانی مختلف (مانند مقایسه بین واحد تولید و فروش) یا بین صنایع مختلف فراهم گردد. همچنین، با توجه به تفاوت در ساختارهای مدیریتی، بررسی تفاوت نتایج در بخش خصوصی و دولتی نیز می‌تواند یافته‌های جدیدی تولید کند. پنجم، پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آتی، سایر متغیرهای میانجی یا پیامد نیز وارد مدل شود. برای مثال، بررسی نقش متغیرهایی مانند نوآوری سازمانی، یادگیری سازمانی، چابکی دیجیتال، یا سرمایه اجتماعی می‌تواند به درک بهتر سازوکارهای اثرگذاری در فضای فناوری‌های صنعت ۴/۰ کمک کند. ششم، با توجه به ماهیت نوظهور موضوع فناوری‌های صنعت ۴/۰ و تنوع فناوری‌های آن، محققان آتی می‌توانند فناوری‌های خاص‌تری مانند هوش مصنوعی، بلاک‌چین، رباتیک یا واقعیت افزوده را به صورت مجزا بررسی کرده و تاثیر هر یک را بر متغیرهای عملکردی و رفتاری سازمان بسنجند.

تشکر و قدردانی

از افرادی که در نگارش مقاله کمک کرده‌اند، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

منابع مالی

نویسندگان از هیچگونه حمایت مالی استفاده نکرده‌اند.

تعارض با منافع

هیچگونه تعارض با منافی وجود ندارد.

منابع

- [1] Albady, O., Alenezi, M., & Al Naqbi, S. (2025). Total quality management, organizational agility and service quality: addressing the needs for Small And Medium Enterprises (SMEs). *Total quality management & business excellence*, 36(5–6), 424–452. <https://doi.org/10.1080/14783363.2025.2451355>
- [2] Álvarez-García, J., González-Vázquez, E., Del Río-Rama, M. de la C., & Durán-Sánchez, A. (2019). Quality in customer service and its relationship with satisfaction: an innovation and competitiveness tool in sport and health centers. *International journal of environmental research and public health*, 16(20), 3942. <https://doi.org/10.3390/ijerph16203942>
- [3] Shang, M., Lee, C., Cao, J., & Liu, Y. (2022). A construction and empirical study of quality management evaluation index system in the internet of things industry. *Systems*, 10(6), 231. <https://doi.org/10.3390/systems10060231>
- [4] Antony, J., Sony, M., Furterer, S., McDermott, O., & Pepper, M. (2022). Quality 4.0 and its impact on organizational performance: an integrative viewpoint. *The tqm journal*, 34(6), 2069–2084. <https://doi.org/10.1108/TQM-08-2021-0242>
- [5] Hussein, M. (2025). The impact of total quality practices on performance in dairy industry: Insights from Almarai, Saudi Arabia. *Journal of information systems engineering and management*, 10, 1192–1209. <https://doi.org/10.52783/jisem.v10i35s.6289>
- [6] Benítez, G. B., Biondo, D., Seelent, J. F. C., & Kai, D. A. (2025). Investigating the effect of Industry 4.0 technologies on Lean bundles: a stakeholder perspective for quality improvement. *Journal of manufacturing technology management*, 36(5), 961–984. <https://jffhmt.avestia.com/2025/048.html>
- [7] Navarro, G., & Naranjo, G. (2025). Quality culture, quality management, and organizational performance: A structural model for the manufacturing sector. *Sustainability*, 17(9), 3934. <https://doi.org/10.3390/su17093934>
- [8] Nguyen, N., Nguyen, C., Nguyen, H., & Nguyen, T. A. Van. (2021). The impact of quality management on business performance of manufacturing firms: The moderated effect of industry 4.0. *Quality innovation prosperity*, 25(3), 120–135. <https://doi.org/10.12776/qip.v25i3.1623>
- [9] Efimova, A., & Briš, P. (2021). Quality 4.0 for processes and customers. *Quality innovation prosperity-kvalita inovacia prosperita*, 25(3), 1335–1745. <https://doi.org/10.12776/qip.v25i3.1609>
- [10] Shah, S., Asif, M., Shoukat, M. H., Polatci, S., & Rehman, S. U. (2022). Quality management practices and inter-organizational project performance: Moderating effects of inter-organizational communication, relationship, and process conflicts in healthcare. *SAGE open*, 12. <https://doi.org/10.1177/21582440221113829>
- [11] Sun, Y., & Zhu, W. (2018). *Analysis of quality management practice elements based on performance excellence model* [presentation]. 2018 international conference on sports, arts, education and management engineering (saeme 2018) (pp. 187–190). <https://doi.org/10.2991/saeme-18.2018.34>
- [12] Zhang, D., Linderman, K., & Schroeder, R. G. (2012). The moderating role of contextual factors on quality management practices. *Journal of operations management*, 30(1–2), 12–23. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2011.05.001>
- [13] Kaynak, H., & Hartley, J. L. (2008). A replication and extension of quality management into the supply chain. *Journal of operations management*, 26(4), 468–489. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.06.002>
- [14] Lenka, U., Suar, D., & Mohapatra, P. K. J. (2010). Soft and hard aspects of quality management practices influencing service quality and customer satisfaction in manufacturing-oriented services. *Global business review*, 11(1), 79–101. <https://doi.org/10.1177/097215090901100105>
- [15] Eissa, A., Al-Tarrab, F., Kasem, E., Zaim, Y. Al, Hmidoush, A., Salloum, J., & Ataya, J. (2025). A comparative study of total quality management in healthcare from provider and patient perspectives at Al-Mouwasat University Hospital. *Scientific reports*, 15(1), 23746. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-08512-2%0A%0A>
- [16] Vainieri, M., Ferre, F., Giacomelli, G., & Nuti, S. (2019). Explaining performance in health care: How and when top management competencies make the difference. *Health care management review*, 44(4), 306–317. <https://doi.org/10.1097/HMR.0000000000000164>
- [17] Quan, J., & Khan, M. S. (2024). The mediating role of job satisfaction and competitive advantage between quality management practices and sustainable performance: Case of hospitals in Guangxi, China. *Human systems management*, 43(6), 971–988. <https://doi.org/10.1177/01672533241305208>
- [18] Gowen III, C. R., Mcfadden, K. L., Hoobler, J. M., & Tallon, W. J. (2006). Exploring the efficacy of healthcare quality practices, employee commitment, and employee control. *Journal of operations management*, 24(6), 765–778. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2005.09.005>
- [19] Sun, H. (2000). A comparison of quality management practices in Shanghai and Norwegian manufacturing companies. *International journal of quality & reliability management*, 17(6), 636–660. <https://doi.org/10.1108/02656710010315238>
- [20] Fraboni, F., Brendel, H., & Pietrantonio, L. (2023). Evaluating organizational guidelines for enhancing psychological well-being, safety, and performance in technology integration. *Sustainability*, 15(10), 8113. <https://doi.org/10.3390/su15108113>
- [21] Hofmann, E., & Rüschi, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in industry*, 89, 23–34. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2017.04.002>
- [22] Maresova, P., Soukal, I., Svobodova, L., Hedvicakova, M., Javanmardi, E., Selamat, A., & Krejcar, O. (2018). Consequences of industry 4.0 in business and economics. *Economies*, 6(3), 46. <https://doi.org/10.3390/economies6030046>
- [23] Müller, J. M., Kiel, D., & Voigt, K. I. (2018). What drives the implementation of Industry 4.0? The role of opportunities and challenges in the context of sustainability. *Sustainability*, 10(1), 247. <https://doi.org/10.3390/su10010247>
- [24] Li, L. (2024). Reskilling and upskilling the future-ready workforce for industry 4.0 and beyond. *Information systems frontiers*, 26(5), 1697–1712. <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10308-y%0A%0A>
- [25] Baca-Neglia, M., Barreto-Pio, C., Virú-Vásquez, P., Badillo-Rivera, E., Césare-Coral, M. F., Castro-Pantoja, J. B.. (2025). Industry 4.0, circular economy and sustainable development goals: Future research directions through scientometrics and mini-review. *Sustainability*, 17(14), 6468. <https://doi.org/10.3390/su17146468>

- [26] Fergusson, L., Wells, G., & Kettle, D. (2018). Industrial sustainability and the circular economy as counterparts to the self-referral mechanics of Natural Law: part I—a theoretical foundation. *Asian journal of environment and ecology*, 6(2), 1–18. <https://doi.org/10.9734/AJEE/2018/40365>
- [27] Kamath, P. R., Pai, Y. P., & Prabhu, N. K. P. (2020). Building customer loyalty in retail banking: a serial-mediation approach. *International journal of bank marketing*, 38(2), 456–484. <https://doi.org/10.1108/IJBM-01-2019-0034>
- [28] Rita, P., Oliveira, T., & Farisa, A. (2019). The impact of e-service quality and customer satisfaction on customer behavior in online shopping. *Heliyon*, 5(10), e02690. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02690>
- [29] Rahmayanti, D., Wirdianto, E., Arief, I., Zahra, A. F., & Ahmad, H. (2021). Factors affecting customer satisfaction in e-commerce. *Jurnal ilmiah teknik industri*, 20(2), 164–172. <https://doi.org/10.23917/jiti.v20i2.15635>
- [30] Keller, K. L., & Kotler, P. (2015). Holistic marketing: a broad, integrated perspective to marketing management. In *Does marketing need reform?* (pp. 308–313). Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781315705118-48>
- [31] Marla, S. (2021). Sentiment analysis of customer feedback on apparel and cosmetics purchase in e-commerce: A take on customer satisfaction. *Information technology in industry*, 9(1), 786–794. <https://doi.org/10.17762/itii.v9i1.199>
- [32] Nguyen, T. T. N. (2020). Developing and validating five-construct model of customer satisfaction in beauty and cosmetic E-commerce. *Heliyon*, 6(9), e04887. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04887>
- [33] Rivai, J., & Zulfitri, Z. (2021). The role of purchasing decisions mediating product quality, price perception, and brand image on customer satisfaction of Kopi Janji Jiwa. *Journal of business and management studies*, 3(2), 31. <https://doi.org/10.32996/jbms%0D>
- [34] Alo Oluwaseun, Fenwa Deborah, A. O. (2020). Development of customers satisfaction model in banking sector using fuzzy cognitive map. *Journal of information engineering and applications*, 2225–0506. <https://doi.org/10.7176/JIEA/10-4-06>
- [35] Rao, S., Goldsby, T. J., Griffis, S. E., & Iyengar, D. (2011). Electronic logistics service quality (e-LSQ): Its impact on the customer's purchase satisfaction and retention. *Journal of business logistics*, 32(2), 167–179. <https://doi.org/10.1111/j.2158-1592.2011.01014.x>
- [36] Suchánek, P., Richter, J., & Králová, M. (2017). Customer satisfaction with quality of products of food business. *Prague economic papers*, 2017(1), 19–35. <https://doi.org/10.18267/j.pep.595>
- [37] Jain, D. (2024). Customer satisfaction towards online shopping with reference to Ujjain City. *Interantional journal of scientific research in engineering and management*, 08, 1–5. <https://doi.org/10.55041/IJSREM33294>
- [38] Truong, B. T. T., Nguyen, P. V., & Vrontis, D. (2024). Enhancing firm performance through innovation: the roles of intellectual capital, government support, knowledge sharing and knowledge management success. *Journal of intellectual capital*, 25(1), 188–209. <https://doi.org/10.1108/JIC-08-2023-0181>
- [39] Gautam, T. P. (2022). Human resource practices for achieving organizational performance with reference to demographic analysis. *Nepal journal of multidisciplinary research*, 5(3), 82–95. <https://doi.org/10.29228/sss.61141>
- [40] Kosmajadi, E. (2021). The impact of human resources development and organizational culture on employee performance. *Budapest international research and critics institute (birci-journal): humanities and social sciences*, 4(2), 2227–2233. <https://doi.org/10.33258/birci.v4i2.1915>
- [41] Wang, C.-J. (2022). Exploring the mechanisms linking transformational leadership, perceived organizational support, creativity, and performance in hospitality: The mediating role of affective organizational commitment. *Behavioral sciences*, 12(10), 406. <https://doi.org/10.3390/bs12100406>
- [42] Truong, B. T. T., Nguyen, P. Van, Vrontis, D., & Ahmed, Z. U. (2024). Unleashing corporate potential: The interplay of intellectual capital, knowledge management, and environmental compliance in enhancing innovation and performance. *Journal of knowledge management*, 28(4), 1054–1073. <https://doi.org/10.1108/JKM-05-2023-0389>
- [43] Song, B., Li, Y., & Zhao, L. (2019). Complementary effect of knowledge management strategy on firm performance: evidence from Chinese firms. *Sustainability*, 11(13), 3616. <https://doi.org/10.3390/su11133616>
- [44] Issah, O., David, A., & Eric, D. B. (2024). Analyzing the influence of organizational culture and top management orientation on the relationship between e-procurement and firms' performance: A contingency factors perspective. *Project management and scientific journal*, 7(9), 93–116. <https://doi.org/10.4314/pmsj.v7i9.6>
- [45] Parhan, M., & Bakhtiar, A. (2024). The relationship between total quality management and customer satisfaction through the mediation of employee performance. *Jurnal teknik industri*, 25(2), 161–172. <https://doi.org/10.22219/JTIUMM.Vol25.No2.161-172>
- [46] Asha, A. A., Dulal, M., & Habib, A. (2023). The influence of sustainable supply chain management, technology orientation, and organizational culture on the delivery product quality-customer satisfaction nexus. *Cleaner logistics and supply chain*, 7, 100107. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2023.100107>
- [47] Liu, H.-C., Liu, R., Gu, X., & Yang, M. (2023). From total quality management to quality 4.0: A systematic literature review and future research agenda. *Frontiers of engineering management*, 10(2), 191–205. <https://doi.org/10.1007/s42524-022-0243-z%0A%0A>
- [48] Iker Laskurain-Iturbe, German Arana-Landin, Beñat Landeta-Manzano, R. J.-R. (n.d.). Assessing the uptake of Industry 4.0 technologies: barriers to their adoption and impact on quality management aspects. 2023, *international journal of quality & reliability management*, 2420–2442. <https://doi.org/10.1108/ijqrm-10-2022-0292>
- [49] Prashar, A. (2023). Quality management in industry 4.0 environment: A morphological analysis and research agenda. *International journal of quality & reliability management*, 40(3), 863–885. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-10-2021-0348>
- [50] Baran, E., & Korkusuz Polat, T. (2022). Classification of industry 4.0 for total quality management: A review. *Sustainability*, 14(6), 3329. <https://doi.org/10.3390/su14063329>
- [51] Dvleac, R. (2021). Knowledge management systems in quality 4.0. *MATEC web of conferences* (Vol. 342, p. 9003). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202134209003>
- [52] Prashar, A. (2024). Re-examining the quality management and firm performance relationships: Meta-analytical investigation on moderating effects of national culture differences. *International journal of quality & reliability management*, 41(10), 2579–2603. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-10-2023-0321>
- [53] Mgwatu, M. I. (2019). Linking quality management practices with performance of manufacturing industries in Tanzania. *Tanzania journal of engineering and technology*, 38(01), 60–70. <https://doi.org/10.52339/tjet.v38i1.496>
- [54] İçten, E., Giridhar, A., Taylor, L. S., Nagy, Z. K., & Reklaitis, G. V. (2015). Dropwise additive manufacturing of pharmaceutical products for melt-based dosage forms. *Journal of pharmaceutical sciences*, 104(5), 1641–1649. <https://doi.org/10.1002/jps.24367>

- [55] Esmonde-White, K. A., Cuellar, M., Uerpmann, C., Lenain, B., & Lewis, I. R. (2017). Raman spectroscopy as a process analytical technology for pharmaceutical manufacturing and bioprocessing. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 409(3), 637–649. <https://doi.org/10.1007/s00216-016-9824-1%0A%0A>
- [56] Nguyen, M. H., Phan, A. C., & Matsui, Y. (2018). Contribution of quality management practices to sustainability performance of Vietnamese firms. *Sustainability*, 10(2), 375. <https://doi.org/10.3390/su10020375>
- [57] Yaqub, M. Z., & Alsabban, A. (2023). Industry-4.0-enabled digital transformation: Prospects, instruments, challenges, and implications for business strategies. *Sustainability*, 15(11), 8553. <https://doi.org/10.3390/su15118553>
- [58] Wolniak, R., Saniuk, S., Grabowska, S., & Gajdzik, B. (2020). Identification of energy efficiency trends in the context of the development of industry 4.0 using the Polish steel sector as an example. *Energies*, 13(11), 2867. <https://doi.org/10.3390/en13112867>
- [59] Arakcheev, D. V. (2023). The mechanism of management of digital transformation of economic activity of industrial enterprises. *siberian journal of economic and business*. 12(2), 127–142. <https://doi.org/10.12731/2070-7568-2023-12-2-127-142>
- [60] Nukić, I. Š. (2018). *Organizational Culture as a Determinant of Construction Companies' Competitiveness: Case Study*. , Organizational Culture. BoD--Books on Demand. <https://doi.org/10.5772/intechopen.77165>
- [61] Liu, S.-F., Fan, Y.-J., Luh, D.-B., & Teng, P.-S. (2022). Organizational culture: the key to improving service management in industry 4.0. *Applied sciences*, 12(1), 437. <https://doi.org/10.3390/app12010437>
- [62] Espindola, D. M., Pimenta, M. L., Silva, C. H. P. da, & Bortolaso, I. V. (2023). Systematic literature review in reshoring strategies 4.0. *Logistics*, 7(3), 42. <https://doi.org/10.3390/logistics7030042>
- [63] Shamim, S., Cang, S., Yu, H., & Li, Y. (2017). Examining the feasibilities of Industry 4.0 for the hospitality sector with the lens of management practice. *Energies*, 10(4), 499. <https://doi.org/10.3390/en10040499>
- [64] Sarfraz, M., Zhixiao, Y. E., Dragan, F., Ivascu, L., & Artene, A. (2022). Digital transformation strategy and environmental performance: A case study. *International journal of computers communications & control*, 17(6), 16. <https://doi.org/10.15837/ijccc.2022.6.5029>
- [65] Abbas, J., & Kumari, K. (2023). Examining the relationship between total quality management and knowledge management and their impact on organizational performance: a dimensional analysis. *Journal of economic and administrative sciences*, 39(2), 426–451. <https://doi.org/10.1108/JEAS-03-2021-0046>
- [66] Singh, V., Kumar, A., & Singh, T. (2018). Impact of TQM on organisational performance: The case of Indian manufacturing and service industry. *Operations research perspectives*, 5, 199–217. <https://doi.org/10.1016/j.orp.2018.07.004>
- [67] Hassan, A. S., & Jaaron, A. A. M. (2021). Total quality management for enhancing organizational performance: The mediating role of green manufacturing practices. *Journal of cleaner production*, 308, 127366. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127366>
- [68] Ayodeji, I. O., Emmanuel, O. O., & Olajire, E. O. (2021). Impact of total quality management on organisational performance. *International journal of research in commerce and management studies*, 3(3), 21–32. <http://dx.doi.org/10.38193/IJRCMS.2021.3302>
- [69] Lakhali, L., Pasin, F., & Limam, M. (2006). Quality management practices and their impact on performance. *International journal of quality & reliability management*, 23(6), 625–646. <https://doi.org/10.1108/02656710610672461>
- [70] Pignaneli, A., & Csillag, J. M. (2008). The impact of quality management on profitability: an empirical study. *Journal of operations and supply chain management*, 1(1), 66–77. <https://doi.org/10.12660/joscmv1n1p66-77>
- [71] Wang ChengHua, W. C., Chen KuanYu, C. K., & Chen ShiuChun, C. S. (2011). Total quality management, market orientation and hotel performance: the moderating effects of external environmental factors. *International journal of hospitality management*, 31(1), 119–129. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2011.03.013>
- [72] Lai, K., & Cheng, T. C. E. (2005). Effects of quality management and marketing on organizational performance. *Journal of business research*, 58(4), 446–456. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2003.08.001>
- [73] Oliver, J. (2009). Continuous improvement: Role of organisational learning mechanisms. *International journal of quality & reliability management*, 26(6), 546–563. <https://doi.org/10.1108/02656710910966129>
- [74] Tarigan, Z. J. H., Basana, S. R., & Suprpto, W. (2018). Enterprise resources planning project manager competency on improving organizational performance through process design and quality performance. *Proceedings of the 2018 2nd international conference on e-education, e-business and E-technology* (pp. 153–157). ACM (Association for Computing Machinery). <https://doi.org/10.1145/3241748.3241777>
- [75] Kannan, V. R., Tan, K.-C., Handheld, R. B., & Ghosh, S. (1999). Tools and techniques of quality management: an empirical investigation of their impact on performance. *Quality management journal*, 6(3), 34–49. [doi/abs/10.1080/10686967.1999.11919198](https://doi.org/10.1080/10686967.1999.11919198)
- [76] Ohipeni, M. T. (2023). The effect of total quality management on customer satisfaction in the downstream petroleum sector in Ghana. *Texila international journal of academic research*, 88–107. <https://doi.org/10.21522/TIJAR.2014.SE.23.01.Art008>
- [77] Owusu-Kyei, M., Kong, Y., Owusu Akomeah, M., & Owusu Afriyie, S. (2023). Assessing the influence of total quality management on customer satisfaction in the telecom industry: a TQM--SERVQUAL perspective. *Businesses*, 3(2), 251–271. <https://doi.org/10.3390/businesses3020017>
- [78] Omar Ali, S. R., & Abd Hakim Amir, S. N. (2020). Service quality and customer satisfaction: Experience of customers in postal service. *Jurnal Intelek*, 15(2), 67–75. <https://doi.org/10.24191/ji.v15i2.308>
- [79] José Tar\i, J., & Molina, J. F. (2002). Quality management results in ISO 9000 certified Spanish firms. *The tqm magazine*, 14(4), 232–239. <https://doi.org/10.1108/09544780210429843>
- [80] Ooi, K.-B., Lin, B., Tan, B.-I., & Yee-Loong Chong, A. (2011). Are TQM practices supporting customer satisfaction and service quality? *Journal of services marketing*, 25(6), 410–419. <https://doi.org/10.1108/08876041111161005>
- [81] Kushwaha, G. S., & Agrawal, S. R. (2015). Customer management practices: Multiple case studies in stock broking services. *International journal of customer relationship marketing and management (ijcrmm)*, 6(2), 1–14. <https://doi.org/10.4018/IJCRMM.2015040101>
- [82] Kristianto, Y., Ajmal, M. M., & Sandhu, M. (2012). Adopting TQM approach to achieve customer satisfaction: A flour milling company case study. *The tqm journal*, 24(1), 29–46. <https://doi.org/10.1108/17542731211191203>
- [83] Kibeb sii, N., Egwu, B., Ntangti, C., & others. (2023). The influence of service and product quality on customer satisfaction: A study of UBA-Ventures PLC Bambili, Cameroon. *Journal of business and strategic management*, 8(3), 80–90. <https://doi.org/10.47941/jbsm.1376>

- [84] Sit, W.-Y., Ooi, K.-B., Lin, B., & Yee-Loong Chong, A. (2009). TQM and customer satisfaction in Malaysia's service sector. *Industrial management & data systems*, 109(7), 957–975. <https://doi.org/10.1108/02635570910982300>
- [85] Thi Le Ha Nguyen. (2023). On patient satisfaction: Total quality management and perceived service quality. *International healthcare review*. <https://doi.org/10.56226/55>
- [86] Aimee, R. M. (2019). A thorough literature review of customer satisfaction definition, factors affecting customer satisfaction and measuring customer satisfaction. *International journal of advanced research*, 7(9), 828–843. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/9733>
- [87] Olugbenga, o. o. (2024). Impact of customer satisfaction on organizational performance in nigeria's brewery industry, 102–115. <https://doi.org/10.52589/BJMMS-QL267ZRN>
- [88] Kerdpitak, C. (2021). Determining the brand loyalty of rice business in north eastern of thailand. *Turkish journal of computer and mathematics education*, 12(6), 4056–4065. <https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.56.2.35>
- [89] Kumar, M., & Misra, M. (2021). Evaluating the effects of CRM practices on organizational learning, its antecedents and level of customer satisfaction. *Journal of business & industrial marketing*, 36(1), 164–176. <https://doi.org/10.1108/JBIM-11-2019-0502>
- [90] Al-Dmour, H. H., Algharabat, R. S., Khawaja, R., & Al-Dmour, R. H. (2019). Investigating the impact of ECRM success factors on business performance: Jordanian commercial banks. *Asia pacific journal of marketing and logistics*, 31(1), 105–127. <https://doi.org/10.1108/APJML-10-2017-0270>
- [91] Anderson, E. W., Fornell, C., & Lehmann, D. R. (1994). Customer satisfaction, market share, and profitability: Findings from Sweden. *Journal of marketing*, 58(3), 53–66. <https://doi.org/10.1177/002224299405800304>
- [92] Fang, Y.-H., Chiu, C.-M., & Wang, E. T. G. (2011). Understanding customers' satisfaction and repurchase intentions: An integration of IS success model, trust, and justice. *Internet research*, 21(4), 479–503. <https://doi.org/10.1108/10662241111158335>
- [93] Sony, M., Antony, J., & Douglas, J. A. (2020). Essential ingredients for the implementation of Quality 4.0, 32(4), 779–793. https://doi.org/10.1108/TQM-12-2019-0275?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate
- [94] Fonseca, L., Amaral, A., & Oliveira, J. (2021). Quality 4.0: the EFQM 2020 model and industry 4.0 relationships and implications. *Sustainability*, 13(6), 3107. <https://doi.org/10.3390/su13063107>
- [95] Qureshi, A., Hussain Nawaz, A., & Khan, N. (2022). Role Of Total Quality Management Towards Organizational Performance Through Knowledge Transfer And Innovation Capabilities. *Gomal university journal of research*, 38, 428–436. <https://doi.org/10.51380/gujr-38-04-04>
- [96] Ooi, L. L., Teh, S. Y., & Cheang, P. Y. S. (2023). The impact of lean production on sustainable organizational performance: the moderating effect of industry 4.0 technologies adoption. *Management research review*, 46(12), 1802–1836. <https://doi.org/10.1108/MRR-06-2022-0448>
- [97] Yosufzai, S., & Siddiqui, M. Z. (2023). Driving quality performance through digitization and technology management: mediating role of organization agility. *Contemporary issues in social sciences and management practices*, 4, 87–100. DOI:10.61503/cissmp.v2i4.85
- [98] Fangqi, D., Irfan, M., & Baloch, Z. (2023). Revolutionizing quality performance through digitization, technology management, and environmental management: a cutting-edge PLS-SEM model analysis with organizational agility as mediator and culture as moderator. *Frontiers in environmental science*, 11, 1169145. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1169145>
- [99] Lebdaoui, H., & Chetoui, Y. (2020). CRM, service quality and organizational performance in the banking industry: a comparative study of conventional and Islamic banks. *International journal of bank marketing*, 38(5), 1081–1106. <https://doi.org/10.1108/IJBM-09-2019-0344>
- [100] Idris, F. (2023). Service innovations, knowledge management, advance technology and organizational performances. *International journal of academic reserach in economics and management sciences*, 12(2), 2226–3624. <https://doi.org/10.6007/IJAREMS/v12-i2/15330>
- [101] YachouAityassine, F. L., Al-Ajlouni, M. M., & others. (2022). The effect of digital marketing strategy on customer and organizational outcomes. *Marketing i menedžment inovacij*, 13(4), 45–54. <https://doi.org/10.21272/mmi.2022.4-05.%0D>
- [102] Kim, W., Hantula, D. A., & Di Benedetto, A. (2022). Organizational citizenship behaviors perceived by collectivistic 50-and-older customers and medical-care service performance: an application of stimulus-organism-response theory. *Asia pacific journal of marketing and logistics*, 34(10), 2237–2268. <https://doi.org/10.1108/APJML-01-2021-0027>
- [103] Sabella, A., Kashou, R., & Omran, O. (2014). Quality management practices and their relationship to organizational performance. *International journal of operations & production management*, 34(12), 1487–1505. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-04-2013-0210>
- [104] Babu, F., & Thomas, S. (2021). Quality management practices as a driver of employee satisfaction: exploring the mediating role of organizational image. *International journal of quality and service sciences*, 13(1), 157–174. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-10-2019-0124>
- [105] Udofia, E. E., Adejare, B. O., Olaore, G. O., & Udofia, E. E. (2021). Direct and indirect impact of quality management on the integrated performance of medium-scale manufacturers. *The tqm journal*, 33(6), 1589–1609. <https://doi.org/10.1108/TQM-08-2020-0174>
- [106] Patyal, V. S., & Koilakuntla, M. (2017). The impact of quality management practices on performance: An empirical study. *Benchmarking: an international journal*, 24(2), 511–535. <https://doi.org/10.1108/BIJ-11-2015-0109>
- [107] Mehregan, M. R., & Khani, A. M. (2024). Improving organizational performance: the role of supply chain 4.0 and financing in reducing supply chain risk. *Journal of international business administration*, 7(3), 39–59. <https://doi.org/10.22034/jiba.2024.60005.2164>
- [108] Khani, A. M., Rezasoltani, A., Arjmandpour, S., Ahmad Jafarnjad Sayedeh Hoda, & Hosseinian. (2025). The impact of total quality management and visual quality on customer satisfaction and loyalty in the apparel industry: A hybrid approach using pls-sem and shap. *Advertising and sales management journal*, 6(2), 153–176. <https://doi.org/10.22034/asm.2025.2064300.3407>
- [109] Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of marketing research*, 18(1), 39–50. [doi/abs/10.1177/002224378101800104](https://doi.org/10.1177/002224378101800104)