



پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری

دوره ۱۰، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴، صص ۱-۲۶

نوع مقاله: پژوهشی

## ارائه چارچوبی جهت ارزیابی بلوغ کیفیت ۴.۰ در صنعت خرده‌فروشی آنلاین با استفاده از سیستم استنتاج فازی

علی ابراهیمی کردلر<sup>۱\*</sup>، مژگان عرب<sup>۲</sup>، حسین صفری<sup>۳</sup>

۱. دانشیار، گروه حسابداری، دانشکده حسابداری و علوم مالی، دانشکدگان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲. کارشناس ارشد، دانشکده مدیریت صنعتی و فناوری، دانشکدگان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. استاد، گروه مدیریت تولید و عملیات، دانشکده مدیریت صنعتی و فناوری، دانشکدگان مدیریت، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۲۰

### چکیده

با گسترش فناوری‌های نوین و رشد سریع خرده‌فروشی آنلاین، بازنگری در مفهوم بلوغ کیفیت ضرورت یافته است. کیفیت ۴.۰ به‌عنوان رویکردی نوین در عصر صنعت ۴.۰، بر ارتباطات هوشمند، اتوماسیون، تحلیل داده و هماهنگی سیستم‌ها تأکید دارد. هدف پژوهش حاضر ارائه چارچوبی جامع برای ارزیابی بلوغ کیفیت ۴.۰ در صنعت خرده‌فروشی آنلاین ایران است. روش پژوهش از نوع آمیخته بوده و در چهار مرحله اجرا شد: نخست، مرور نظام‌مند ادبیات و شناسایی ۱۸ بعد اولیه کیفیت ۴.۰؛ دوم، تأیید مدل مفهومی از طریق توزیع پرسشنامه بین ۱۹۴ نفر از خبرگان و تحلیل معادلات ساختاری که منجر به تأیید ۱۰ بعد اصلی شد؛ سوم، طراحی مدل بلوغ پنج‌سطحی شامل سطوح آغازین تا پیشرو بر پایه ادبیات و نظرات خبرگان؛ و چهارم، توسعه سیستم استنتاج فازی جهت ارزیابی و اندازه‌گیری بلوغ کیفیت. برای اعتبارسنجی، این سیستم در شرکت تجارت الکترونیک کوروش (اکالا) به‌عنوان مطالعه موردی پیاده‌سازی گردید. نتایج نشان داد ابعاد داده، تحلیل، فرهنگ، رهبری و یکپارچگی سیستم‌ها بیشترین تأثیر را بر بلوغ کیفیت ۴.۰ داشته و چارچوب پیشنهادی می‌تواند ابزاری عملی برای تصمیم‌گیرندگان صنعت در مسیر پیاده‌سازی کیفیت ۴.۰ باشد.

**کلیدواژه‌ها:** کیفیت ۴.۰، خرده‌فروشی آنلاین، بلوغ کیفیت ۴.۰، صنعت ۴.۰، سیستم استنتاج فازی.



## ۱- مقدمه و بیان مسئله

با رشد سریع فروشگاه‌های آنلاین و گسترش دیجیتالی‌سازی، موضوع کیفیت به یکی از چالش‌های اصلی این صنعت تبدیل شده است. در این شرایط، «کیفیت ۴.۰» به عنوان پارادایمی نوین مطرح می‌شود که فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم مانند کلان‌داده‌ها، اینترنت اشیا صنعتی، محاسبات ابری و هوش مصنوعی را با شیوه‌های سنتی مدیریت کیفیت ترکیب کرده و سازمان‌ها را از رویکرد واکنشی به سمت مدیریت کیفیت پیشگیرانه سوق می‌دهد. با وجود مزایای متعدد از جمله نظارت لحظه‌ای و نگهداری پیش‌بینی‌کننده، اجرای کیفیت ۴.۰ با موانعی چون یکپارچه‌سازی فناوری‌های دیجیتال، تحول فرهنگ سازمانی و ارتقای مهارت‌های تحلیلی نیروی کار روبه‌رو است. مرور مطالعات پیشین نشان می‌دهد که علی‌رغم ارائه دیدگاه‌های ارزشمند، چارچوبی جامع برای ارزیابی بلوغ کیفیت ۴.۰ کمتر ارائه شده است. از این رو، هدف این پژوهش طراحی چارچوبی برای ارزیابی سطح بلوغ کیفیت ۴.۰ در صنعت خرده‌فروشی آنلاین است؛ چارچوبی که بر اساس مرور ادبیات، شناسایی ابعاد، توسعه مدل مفهومی و سطوح بلوغ تدوین شده و می‌تواند به تصمیم‌گیرندگان این صنعت در مسیر پیاده‌سازی کیفیت ۴.۰ کمک کند.

## ۲- ادبیات و پیشینه پژوهش

### ۲-۱- کیفیت ۴.۰

کیفیت ۴.۰ به عنوان مفهومی نو ظهور، چگونگی انطباق مدیریت کیفیت با الزامات عصر دیجیتال و انقلاب صنعتی چهارم را تبیین می‌کند و می‌تواند به عنوان راهبردی مؤثر برای سازمان‌های امروزی در رقابت و ارتقای جایگاه بازار به کار گرفته شود [۱]. این رویکرد نوین با تلفیق ابزارهای دیجیتال مدرن و شیوه‌های سنتی مدیریت کیفیت، نقش متخصصان کیفیت را از اجراکنندگان صرف به رهبران تحول ارتقا می‌دهد [۲]. سیر تکاملی کیفیت نیز در چهار مرحله اصلی قابل ترسیم است: کیفیت به عنوان بازرسی (SPC<sup>۱</sup>)، کیفیت به عنوان طراحی (دمینگ<sup>۲</sup>)، کیفیت به عنوان توانمندسازی (TQM<sup>۳</sup> و شش سیگما) و در نهایت کیفیت به عنوان اکتشاف که بر کشف سریع منابع داده و بهره‌گیری از تحلیل‌های پیشرفته تمرکز دارد [۳].

<sup>۱</sup>. Statistical Process Control  
<sup>۲</sup>. Deming

<sup>۳</sup>. Total Quality Management



## ۲-۲- ارزیابی آمادگی و بلوغ

ارزیابی بلوغ میزان آمادگی و جامعیت سازمان را در فرآیندها و سیستم‌های مختلف نشان می‌دهد. این ارزیابی معمولاً در سطح کل سازمان یا بخش‌های گوناگون آن اجرا می‌شود تا مسیرهای بهبود مشخص گردد [۴]. در ابتدا، مدل‌های بلوغ بیشتر در صنایع تولیدی به کار می‌رفتند، اما به مرور زمان، دامنه کاربرد آن‌ها به سایر حوزه‌ها نیز گسترش یافت. این مدل‌ها به‌عنوان ابزاری راهبردی، هم برای ارزیابی وضعیت موجود و اولویت‌بندی اقدامات بهبود و هم برای کنترل پیشرفت اجرا مورد استفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر این، مدل بلوغ نقشه راهی فراهم می‌کند تا سازمان‌ها بتوانند سطح بلوغ خود را ارتقا دهند [۵].

## ۲-۳- صنعت خرده‌فروشی آنلاین

رشد فناوری اطلاعات و گسترش روزافزون استفاده از اینترنت، شکل جدیدی از معاملات خرده‌فروشی را به‌صورت خرده‌فروشی اینترنتی پدید آورده و خرید آنلاین را به بخشی از زندگی روزمره افراد در سراسر جهان تبدیل کرده است [۶]. این صنعت با کاهش هزینه‌های راه‌اندازی و افزایش دسترسی جهانی، مزایای قابل‌توجهی نسبت به خرده‌فروشی سنتی ارائه می‌دهد؛ هرچند با چالش‌هایی همچون هزینه‌های بالای جذب مشتری و بازگشت کالا نیز مواجه است [۷].

## ۲-۴- پیشینه تحقیق

مطالعات متعددی به ابعاد و الزامات کیفیت ۴.۰ پرداخته‌اند. اسکوبار و همکاران (۲۰۲۵) با معرفی رویکرد کنترل کیفیت یادگیرنده (LQC<sup>۱</sup>) نشان دادند که ترکیب فناوری‌های صنعت ۲۴.۰ با مدیریت کیفیت سنتی می‌تواند محدودیت‌های روش‌های آماری کلاسیک را برطرف کرده و امکان شناسایی پیشگیرانه عیوب را فراهم آورد [۸]. در ایران، طلایی و همکاران (۱۴۰۱) مدل استقرار کیفیت ۴.۰ در صنعت فولاد را با ۱۰ محرک و ۸ سطح توسعه دادند [۹]. و برزگر بفرولی و وحدت (۱۴۰۱) به بررسی موانع قراردادی در صنایع پروژه‌محور پرداختند. در سطح بین‌المللی، شدید و همکاران (۲۰۲۵) با تحلیل چارچوب‌های موجود، مدلی نوین ارائه کردند [۱۰]. و گاتاک و گارزا-ریس (۲۰۲۴) موانع پذیرش کیفیت ۴.۰ در هند را شناسایی کرده و بر

<sup>۱</sup>. Learning Quality Control

<sup>۲</sup>. Fourth Industrial Revolution (Industry ۴.۰)



علی ابراهیمی کردلر و همکاران ————— ارائه چارچوبی جهت ارزیابی بلوغ کیفیت ۴.۰ در....

فقدان استانداردها و ابزارهای تحلیل کلان‌داده (BDA) تأکید نمودند [۱۱]. همچنین، طلاییه و زیاعیان (۲۰۲۴) در صنعت لوازم خانگی ایران نشان دادند که «صرفه‌جویی در زمان» نقشی کلیدی در پذیرش کیفیت ۴.۰ ایفا می‌کند [۱۲]. سایر پژوهش‌ها نیز بر گسترش ادبیات این حوزه تمرکز داشته‌اند؛ از جمله توسعه مدل ISO ۲۵۰۱۰۲ توسط آنتونینو (۲۰۲۲) [۱۳]، مرور کتاب‌سنجی ماگانگا و تایفا (۲۰۲۳) [۱۴] و بررسی مهارت‌ها و چالش‌های پیاده‌سازی توسط آنتونی (۲۰۲۳) [۱۵]. افزون بر این، آرمانی (۲۰۲۱) چارچوبی با ۱۱ بعد سازمانی برای سنجش بلوغ کیفیت ۴.۰ ارائه کرد [۱۶] و الزهرانی (۲۰۲۱) نقشه راهی برای پذیرش کیفیت ۴.۰ در آموزش عالی پیشنهاد داد [۱۷]. نوع پژوهش‌هایی که در حوزه کیفیت ۴.۰ انجام شده، در جدول ۱ خلاصه شده است.

جدول ۱- حوزه‌های بررسی شده در پژوهش‌های مرتبط با کیفیت ۴.۰

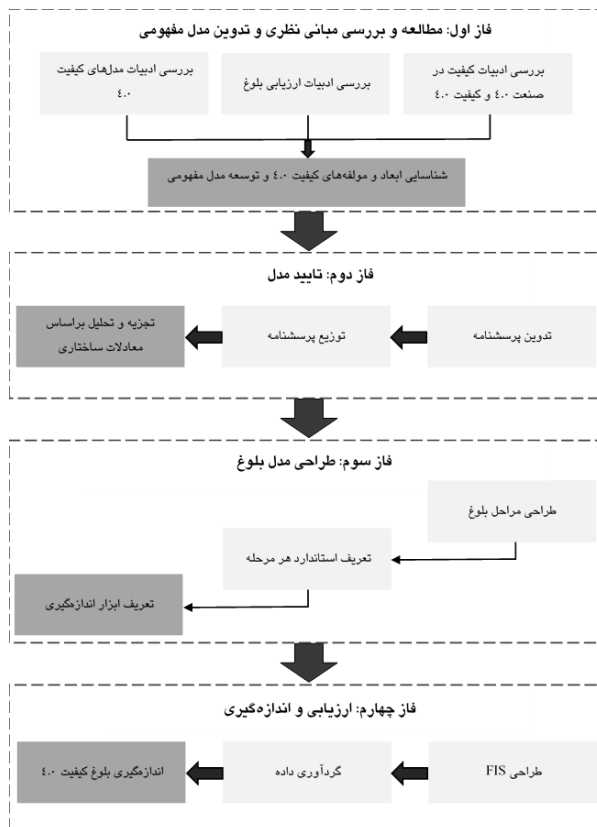
ردیف	حوزه مورد بررسی	پژوهش‌های انجام شده
۱	مدل‌های کیفیت	شدید و همکاران (۲۰۲۵)، آنتونینو و همکاران (۲۰۲۲)، ماگانگا و تایفا (۲۰۲۳)، آنتونی و همکاران (۲۰۲۳) و طلایی و همکاران (۱۴۰۱)
۲	تحولات در مدیریت کیفیت	غتاک و گرازا (۲۰۲۴)، برودی (۲۰۲۲)، سادر و همکاران (۲۰۲۲)، برزگر بفرولی و وحدت (۱۴۰۱)
۳	کاربردها در صنعت	اکوبار و همکاران (۲۰۲۱)، جاوید و همکاران (۲۰۲۱)
۴	ارزیابی بلوغ	آرمانی و همکاران (۲۰۲۱)
۵	آمادگی برای کیفیت	طلایی و همکاران (۲۰۲۴)، الزهرانی و همکاران (۲۰۲۱)، فونسکا و همکاران (۲۰۲۱)، کاروالهو و همکاران (۲۰۲۱)، خوش سپهر و همکاران (۱۴۰۱)
۶	آینده مهندسی کیفیت	زوننشین و کنت (۲۰۲۰)



### ۳- روش‌شناسی پژوهش

#### ۳-۱- مراحل اجرایی پژوهش

با توجه به اینکه این پژوهش دارای هر دو بخش کیفی و کمی است، روش‌شناسی آن از نوع آمیخته انتخاب شد. بخش کیفی شامل مرور نظام‌مند ادبیات و بخش کمی شامل مدل‌سازی معادلات ساختاری و تحلیل استنتاج فازی است. در طرح پژوهش آمیخته اکتشافی، ابتدا داده‌های کیفی به‌منظور تبیین دقیق پدیده مورد بررسی جمع‌آوری شد و سپس داده‌های کمی برای تعیین نوع روابط میان متغیرها گردآوری و تحلیل گردید [۱۸]. شکل ۱ مراحل انجام پژوهش را نشان می‌دهد.



شکل ۱- مراحل اجرایی پژوهش



در ادامه نیز توضیحی از هر فاز آورده شده است.

#### فاز اول: مطالعه و تدوین مدل مفهومی اولیه

در این فاز، با بهره‌گیری از روش مرور نظام‌مند، ادبیات مرتبط با کیفیت در صنعت ۴.۰، مفهوم کیفیت ۴.۰ و مدل‌های بلوغ کیفیت بررسی شد. در این فرآیند، سازه‌های کلیدی شناسایی و شکاف‌های موجود در ادبیات مشخص گردید. بر این اساس، مدل مفهومی اولیه توسعه یافت تا امکان شناسایی و تحلیل روابط پیچیده میان ابعاد فراهم شود.

#### فاز دوم: تأیید مدل مفهومی اولیه

در فاز دوم، پرسشنامه‌ای طراحی شد که شامل ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و شاخص‌های استخراج‌شده از ادبیات پژوهش بود و مدل مفهومی با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM<sup>۱</sup>) تأیید گردید. از آنجا که گویه‌ها بر پایه مرور نظام‌مند ادبیات و مصاحبه با خبرگان استخراج و از پیش در قالب ابعاد کیفیت ۴.۰ سازمان‌دهی شده بودند، نیاز به تحلیل عاملی اکتشافی (EFA<sup>۲</sup>) وجود نداشت و به‌طور مستقیم از تحلیل عاملی تأییدی (CFA<sup>۳</sup>) برای بررسی روایی و برازش مدل استفاده شد.

#### فاز سوم: طراحی مدل بلوغ

در این فاز، مراحل بلوغ با توجه به مدل طراحی شده و استانداردهای هر مرحله تعریف شد. از شاخص کاپای کوهن برای سنجش دقت مدل استفاده شد.

#### فاز چهارم: ارزیابی و اندازه‌گیری

با بهره‌گیری از خروجی‌های فازهای دوم و سوم، مدل اندازه‌گیری بر اساس سیستم استنتاج فازی (FIS<sup>۴</sup>) طراحی و تحلیل شد. سپس میزان بلوغ کیفیت ۴.۰ در شرکت اکالا، فعال در خرده‌فروشی آنلاین ایران، اندازه‌گیری شد.

### **۳-۲- روش و ابزارهای گردآوری داده‌ها**

به‌طور کلی، داده‌های پژوهش از طریق چهار روش گردآوری شد که هر یک بخشی از ابعاد مدل پژوهش را پوشش می‌دهند: مصاحبه، گروه‌های کانونی، پرسشنامه و بررسی مستندات. با توجه به اینکه فرآیند اجرایی این تحقیق شامل بخش‌های کیفی و کمی است و استراتژی آن

<sup>۱</sup>. Structural Equation Modeling  
<sup>۲</sup>. Exploratory Factor Analysis

<sup>۳</sup>. Confirmatory Factor Analysis  
<sup>۴</sup>. Fuzzy Inference System



رویکردی آرشویی و اسنادی همراه با مدل‌سازی معادلات ساختاری و سیستم استنتاج فازی می‌باشد، ابزارهای اصلی گردآوری داده‌ها به شرح زیر تعریف شدند:

مطالعات کتابخانه‌ای و مرور ادبیات: مرور نظام‌مند مبانی نظری، بررسی اسناد و مطالعات پیشین، زمینه لازم برای تدوین ابزار گردآوری داده‌های اولیه را فراهم کرد.

پرسشنامه: ابزار اصلی گردآوری داده‌ها پرسشنامه‌ای بود که بر اساس ابعاد شناسایی شده کیفیت ۴۰ طراحی شد. این پرسشنامه شامل دو بخش اطلاعات جمعیت‌شناختی و گویه‌های مدل پژوهش در قالب طیف پنج‌گزینه‌ای لیکرت<sup>۱</sup> بود. پایایی ابزار با استفاده از آلفای کرونباخ و نرم‌افزار SmartPLS<sup>۲</sup> ارزیابی شد. هرچند برخی مقادیر آلفا کمتر از ۰.۷ بودند، اما با توجه به مقبولیت مقادیر بالاتر از ۰.۶ در پژوهش‌های اکتشافی و همچنین تأیید پایایی ترکیبی (CR<sup>۲</sup>) بالاتر از ۰.۷، پایایی پرسشنامه مورد تأیید قرار گرفت. افزون بر این، روایی سازه (همگرا و واگرا) و ضریب توافق کاپا<sup>۴</sup> (۰.۷۲) نیز نشان‌دهنده کفایت روایی و پایایی ابزار بودند.

جدول ۲- ضریب آلفای کرونباخ

متغیرها (ابعاد)	منبع	ضرایب آلفای کرونباخ
داده (D <sup>۱</sup> , D <sup>۲</sup> )	[۱۹][۲۰]	۰.۸۲۵
فرهنگ (C <sup>۱</sup> , C <sup>۲</sup> )	[۲۱] خبرگان	۰.۷۱۴
رهبری (L <sup>۱</sup> , L <sup>۲</sup> )	[۲۲]	۰.۷۱۶
تحلیل (A <sup>۱</sup> , A <sup>۲</sup> )	[۲۳][۲۴]	۰.۶۵۷
همکاری (CO <sup>۱</sup> , CO <sup>۲</sup> )	[۲۱] خبرگان	۰.۷۵۱
قابلیت اتصال (CN <sup>۱</sup> , CN <sup>۲</sup> )	[۱۹]	۰.۷۷۱
انطباق (CM <sup>۱</sup> , CM <sup>۲</sup> )	[۲۵]	۰.۷۲۶
مقیاس‌پذیری (SC <sup>۱</sup> , SC <sup>۲</sup> )	خبرگان	۰.۶۶۷
یکپارچه‌سازی سیستم‌ها (IS <sup>۱</sup> , IS <sup>۲</sup> )	[۲۳]	۰.۶۸۱
توسعه برنامه کاربردی (AP <sup>۱</sup> , AP <sup>۲</sup> )	خبرگان	۰.۵۷۳
شایستگی (CP <sup>۱</sup> , CP <sup>۲</sup> )	[۲۶] خبرگان	۰.۸۸۰

<sup>۱</sup>. Likert-type scale  
<sup>۲</sup>. Smart Partial Least Squares

<sup>۳</sup>. Composite Reliability  
<sup>۴</sup>. Cohen's Kappa Coefficient



متغیرها (ابعاد)	منبع	ضرایب آلفای کرونیباخ
سیستم‌های مدیریت (MS <sup>۱</sup> , MS <sup>۲</sup> )	[۲۰]	۰.۸۳۴
هوش مصنوعی (AI <sup>۱</sup> , AI <sup>۲</sup> )	[۱۹]	۰.۹۱۱
اینترنت اشیا (IoT <sup>۱</sup> , IoT <sup>۲</sup> )	[۱۹]	۰.۷۸۴
تکنولوژی و خودکارسازی (TE <sup>۱</sup> , TE <sup>۲</sup> )	[۲۳]	۰.۸۵۴
آموزش (TR <sup>۱</sup> , TR <sup>۲</sup> )	خبرگان	۰.۷۷۶
دیجیتالی شدن فرایند کیفیت (DQ <sup>۱</sup> , DQ <sup>۲</sup> )	[۲۰]	۰.۹۰۳
یادگیری و بهبود مستمر (LR <sup>۱</sup> , LR <sup>۲</sup> )	خبرگان	۰.۸۴۵

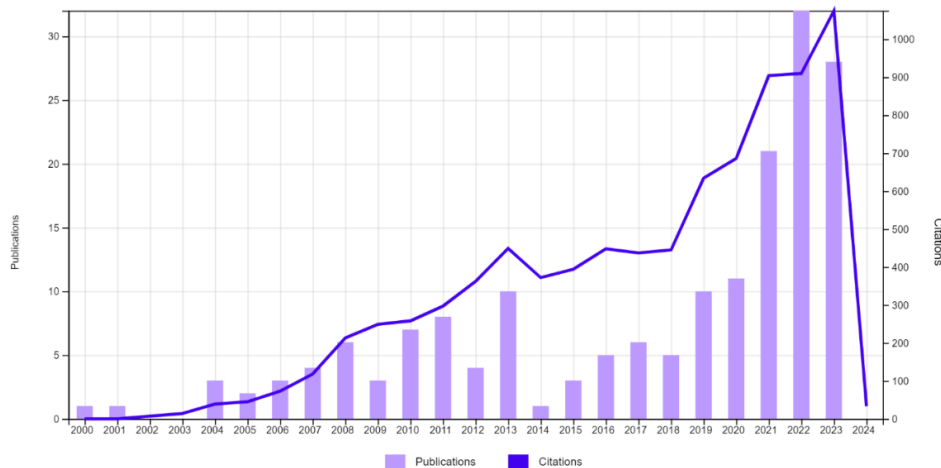
### ۳-۳- روش تحلیل داده‌های پژوهش

تجزیه و تحلیل داده‌ها شامل مرور نظام‌مند ادبیات برای شناسایی ابعاد کیفیت ۴.۰، برازش مدل با مدل‌سازی معادلات ساختاری، طراحی ابزار و سطوح بلوغ با شاخص کاپای کوهن و ارزیابی نهایی از طریق سیستم استنتاج فازی بود.

### ۴- تجزیه و تحلیل یافته‌های پژوهش

#### ۴-۱- فاز مرور نظام‌مند ادبیات

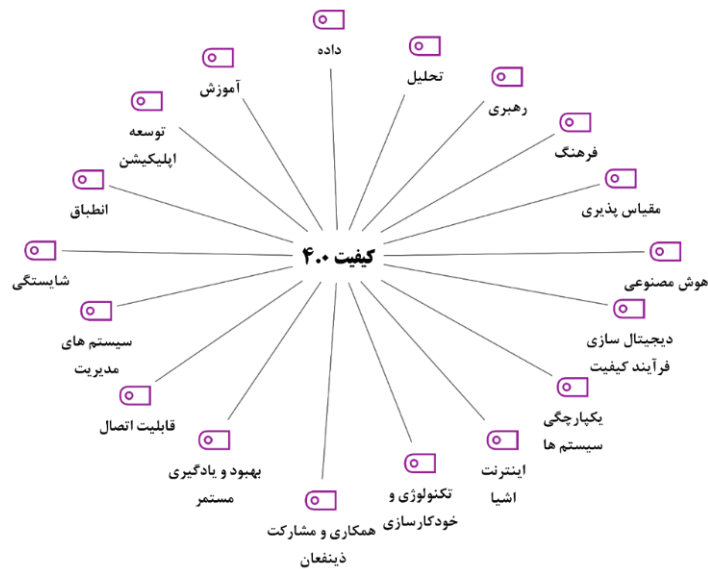
در فاز مرور نظام‌مند ادبیات، تعداد مطالعات منتشر شده در پایگاه‌های Web of Science و Scopus در نمودار ۱ نشان داده شده است.



نمودار ۱. تعداد مطالعات منتشر شده و ارجاعات در حوزه کیفیت ۴.۰ (منبع: Web of Science)



در این پژوهش از روش هفت‌مرحله‌ای کوکران (۲۰۰۸) استفاده شد که شامل مراحل: (۱) تدوین سؤال تحقیق، (۲) تعیین معیارهای ورود، (۳) جستجوی مطالعات، (۴) انتخاب مطالعات، (۵) ارزیابی کیفیت مطالعات، (۶) استخراج داده‌ها، و (۷) تحلیل و ارائه نتایج است. بر اساس این فرآیند، ابعاد کیفیت ۴۰ از مقالات منتخب استخراج و در نهایت مدل کیفیت پژوهش ارائه گردید. مدل کیفیت ۴۰ براساس مرور ادبیات نیز با استفاده از نرم‌افزار Maxqda در شکل ۲ نمایش داده شده است.



شکل ۲ - مدل کیفیت ۴۰ براساس مرور ادبیات

جدول ۳ شاخص‌های مدل کیفیت ۴۰ را نشان داده است.

جدول ۳- ابعاد و شاخص‌های مدل کیفیت ۴۰

ابعاد	شاخص‌ها
داده	در دسترس بودن داده‌های با کیفیت دقت و به موقع بودن داده‌ها امنیت و حریم خصوصی داده‌ها ادغام داده‌ها از منابع مختلف استفاده از داده‌ها برای تصمیم‌گیری



ابعاد	شاخص‌ها
فرهنگ	تعهد به کیفیت ارتباط و همکاری باز کارکنان توانمند یادگیری و بهبود مستمر
رهبری	تعهد به کیفیت در سطح اجرایی رهبری قابل مشاهده در ابتکارات با کیفیت نقش مدل‌سازی کیفیت رفتاری
تحلیل	استفاده از تجزیه و تحلیل داده‌ها برای شناسایی مشکلات کیفیت استفاده از تجزیه و تحلیل داده‌ها برای پیش‌بینی مشکلات کیفیت استفاده از تجزیه و تحلیل داده‌ها برای بهبود فرآیندهای کیفیت
همکاری	همکاری بین کیفیت و سایر عملکردها تیم‌های متقابل برای بهبود کیفیت به اشتراک گذاری بهترین شیوه‌ها
قابلیت اتصال	ادغام سیستم‌های کیفیت با سایر سیستم‌های سازمانی مشاهده در زمان واقعی به داده‌های با کیفیت دسترسی به داده‌های با کیفیت از هر کجا و در هر زمان
انطباق	رعایت استانداردهای کیفیت انطباق با مقررات انطباق داخلی
مقیاس‌پذیری	مقیاس‌پذیری برای نیازهای در حال تغییر مدیریت داده‌های حجیم سازگاری سیستم با فناوری‌های جدید
یکپارچگی سیستم‌ها	ادغام سیستم‌های کیفیت با سایر سیستم‌های سازمانی تبادل یکپارچه داده بین سیستم‌ها فرمت‌های داده رایج
توسعه برنامه کاربردی	استفاده از برنامه‌های کاربردی موبایل برای مدیریت کیفیت توسعه برنامه‌های کاربردی با کیفیت سفارشی ادغام برنامه‌های کاربردی با سیستم‌های دیگر
شایستگی	آموزش و توسعه متخصصان با کیفیت آشنایی با ابزار و تکنیک‌های با کیفیت درک اصول کیفیت ۴.۰



شاخص‌ها	ابعاد
سیستم جامع مدیریت کیفیت (QMS) کاربرد مداوم رویه‌های کیفیت ممیزی و بازبینی منظم فرآیندهای کیفیت	سیستم‌های مدیریت
استفاده از هوش مصنوعی برای پیش‌بینی کیفیت استفاده از هوش مصنوعی برای بازرسی کیفیت استفاده از هوش مصنوعی برای بهینه‌سازی کیفیت	هوش مصنوعی
استفاده از دستگاه‌های اینترنت اشیا برای جمع‌آوری داده‌های با کیفیت نظارت بر زمان واقعی فرآیندهای کیفیت تعمیرات قابل پیش‌بینی	اینترنت اشیا
اتوماسیون وظایف کنترل کیفیت استفاده از رباتیک و سایر فناوری‌های پیشرفته ادغام هوش مصنوعی و یادگیری ماشین	تکنولوژی و خودکارسازی
آموزش مداوم برای متخصصان با کیفیت توسعه برنامه‌های آموزشی تخصصی استفاده از آموزش الکترونیکی و سایر منابع یادگیری دیجیتال	آموزش
دیجیتالی کردن داده‌های با کیفیت اتوماسیون گردش کار با کیفیت مشاهده در زمان واقعی به عملکرد با کیفیت	دیجیتال‌سازی فرآیندهای کیفیت
ایجاد فرهنگ بهبود مستمر اجرای فرآیندی برای شناسایی و رسیدگی به مسائل کیفیت اندازه‌گیری و پیگیری عملکرد کیفیت	بهبود و یادگیری مستمر

#### ۴-۲- آزمون مدل استخراج شده

در این مرحله، داده‌های گردآوری‌شده از پرسشنامه برای برآزش مدل اندازه‌گیری، مدل ساختاری و مدل کلی پژوهش، با بهره‌گیری از مدل‌سازی معادلات ساختاری بر مبنای رویکرد حداقل مربعات جزئی و نرم‌افزار SmartPLS ۳٫۰ مورد استفاده قرار گرفت. برای تحلیل داده‌ها از مدل‌سازی معادلات ساختاری با رویکرد حداقل مربعات جزئی (PLS-SEM)<sup>۱</sup> و

<sup>۱</sup>. Partial Least Squares Structural Equation Modeling



نرم افزار SmartPLS نسخه ۳.۰ استفاده شد. ارزیابی مدل در دو بخش انجام گرفت: در مدل اندازه‌گیری، روایی همگرا از طریق بارهای عاملی و میانگین واریانس مستخرج (AVE)<sup>۱</sup> و روایی واگرا با معیار فورنل-لارکر<sup>۲</sup> و شاخص HTMT<sup>۳</sup> بررسی شد. همچنین پایایی ترکیبی و آلفای کرونباخ<sup>۴</sup> محاسبه گردید که مقادیر آنها بالاتر از حدود توصیه شده گزارش شد. در مدل ساختاری نیز ضرایب مسیر، ضرایب تعیین<sup>۵</sup> ( $R^2$ )، شاخص پیش‌بینی<sup>۶</sup> ( $Q^2$ ) و مقادیر t-value ارزیابی گردید و نتایج بیانگر برازش مطلوب مدل بودند. علاوه بر شاخص‌های AVE و  $R^2$ ، ضرایب مسیر با استفاده از روش بوت‌استرپینگ<sup>۷</sup> در SmartPLS بررسی شد. نتایج نشان داد تمامی مسیرهای اصلی از نظر آماری معنادار هستند ( $p < 0,05$ ) و ضرایب مسیر  $\beta$ <sup>۸</sup> در جهت فرضیات پژوهش قرار دارند. به‌منظور ارزیابی کفایت حجم نمونه و مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل عاملی اکتشافی، شاخص کام‌ا<sup>۹</sup> ( $KMO$ ) و آزمون بارتلت محاسبه گردید. مقدار شاخص  $KMO$  برابر با ۰.۸۸۷ به‌دست آمد که نشان‌دهنده کفایت مطلوب حجم نمونه (۱۹۴) برای انجام تحلیل عاملی با ۱۸ متغیر است. همچنین، آزمون بارتلت<sup>۱۰</sup> با مقدار تقریبی  $\chi^2 = 1200,6$  و درجه آزادی ۱۵۳ در سطح معناداری ۰.۰۰۰ (کمتر از ۰.۰۰۵) معنادار گزارش شد. این نتایج بیانگر وجود همبستگی مناسب میان متغیرها بوده و کفایت داده‌ها برای انجام تحلیل عاملی را تأیید می‌کند. به‌منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها نیز از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف<sup>۱۱</sup> استفاده شد. نتایج در جدول ۴. نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نیز نشان داد که سطح معناداری برای تمامی متغیرها کمتر از ۰.۰۵ است؛ بنابراین، توزیع داده‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد نرمال نبوده و از توزیع نرمال فاصله دارد.

جدول ۴. نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف

متغیرها	Sig.
داده	.۰۰۰۰
فرهنگ	.۰۰۰۰
رهبری	.۰۰۰۰

<sup>۱</sup>. Average Variance Extracted

<sup>۲</sup>. Fornell-Larcker Criterion

<sup>۳</sup>. Heterotrait-Monotrait Ratio of Correlations

<sup>۴</sup>. Cronbach's Alpha

<sup>۵</sup>. Coefficient of Determination

<sup>۶</sup>. Predictive Relevance (Stone-Geisser's  $Q^2$ )

<sup>۷</sup>. Bootstrapping

<sup>۸</sup>. Beta Coefficient (Path Coefficient)

<sup>۹</sup>. Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy

<sup>۱۰</sup>. Bartlett's Test of Sphericity

<sup>۱۱</sup>. Kolmogorov-Smirnov Test



Sig.	متغیرها
۰.۰۰۰۰	تحلیل
۰.۰۰۰۰	همکاری
۰.۰۰۰۰	قابلیت اتصال
۰.۰۰۰۰	انطباق
۰.۰۰۰۰	مقیاس‌پذیری
۰.۰۰۰۰	یکپارچه‌سازی سیستم‌ها
۰.۰۰۰۰	توسعه برنامه کاربردی
۰.۰۰۰۰	شایستگی
۰.۰۰۰۰	سیستم‌های مدیریت
۰.۰۰۰۰	هوش مصنوعی
۰.۰۰۰۰	اینترنت اشیا
۰.۰۰۰۰	تکنولوژی و خودکارسازی
۰.۰۰۰۰	آموزش
۰.۰۰۰۰	دیجیتالی‌شدن فرایند کیفیت
۰.۰۰۰۰	یادگیری و بهبود مستمر

در بخش برآزش مدل‌های اندازه‌گیری از سه معیار روایی همگرا، روایی واگرا و پایایی بهره گرفته شد. از جمله شاخص‌ها و روش‌هایی که در این مرحله مورد استفاده قرار گرفت می‌توان به سنجش بارهای عاملی، آلفای کرونباخ، میانگین واریانس مستخرج، فورنل و لارکر، واریانس تبیین شده و ضریب چشم‌پوشی و تناسب پیش‌بین اشاره کرد.

برای ارزیابی برآزش کلی مدل از شاخص  $GOF^1$  استفاده شد. این شاخص که توسط تنهاوس و همکاران (۲۰۰۵) معرفی و در ادامه توسط وتزلز و همکاران (۲۰۰۹) توسعه داده شد، به‌عنوان معیاری برای سنجش کفایت کلی مدل ترکیبی از بخش اندازه‌گیری و بخش ساختاری محسوب می‌شود. مقدار  $GOF$  بر اساس فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$GOF = \sqrt{AVE \times R^2}$$

$$AVE = ۰/۶۲۸$$

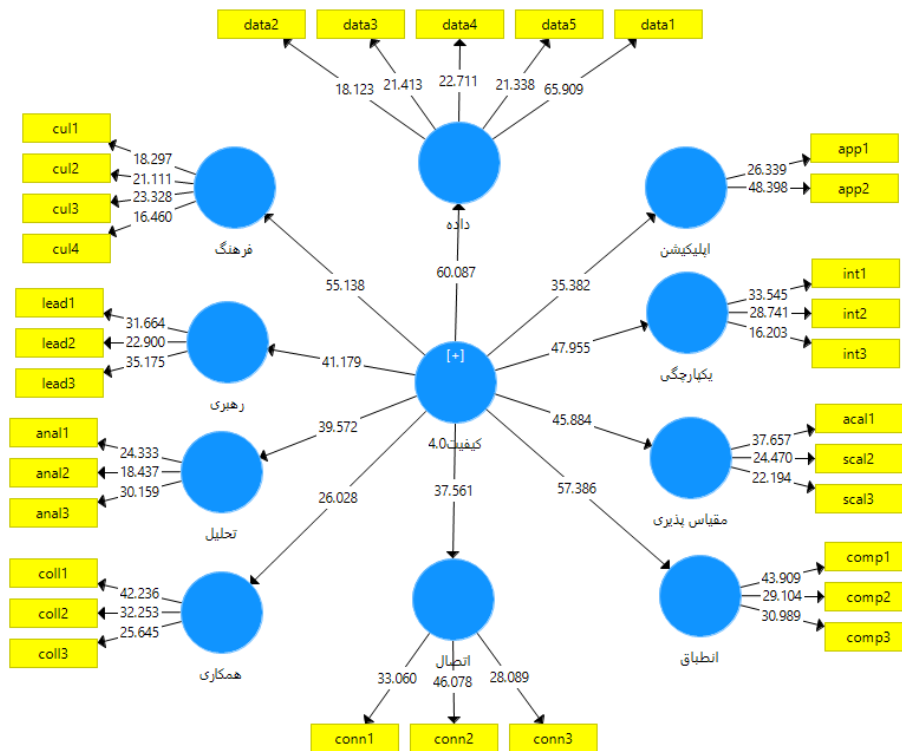
$$R^2 = ۰/۶۷۸$$

$$GOF = \sqrt{۰/۶۲۸ \times ۰/۶۷۸} = ۰/۶۵۲$$

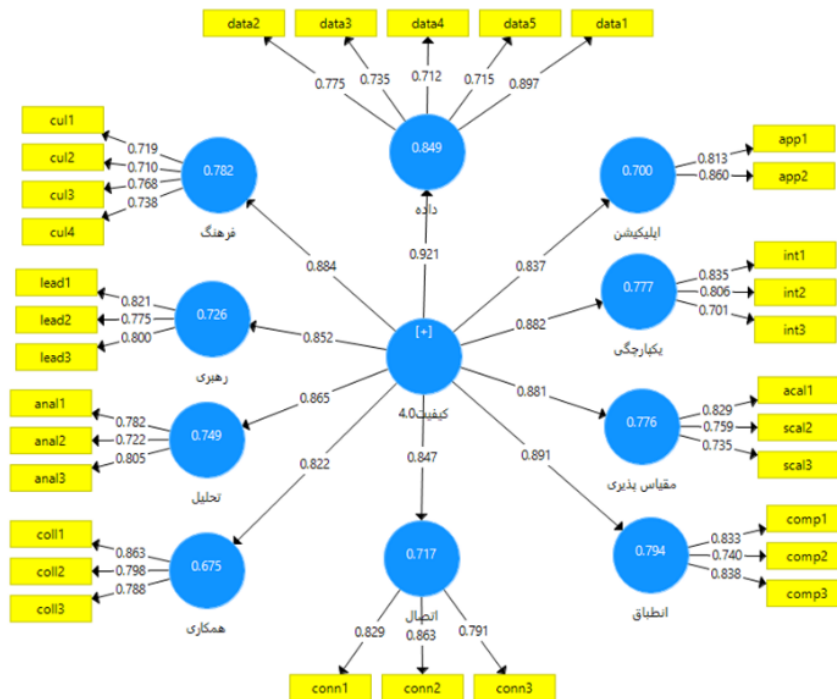
<sup>1</sup>. Goodness of Fit (GOF) Index



در این پژوهش، میانگین AVE برابر با ۰.۶۲۸ و میانگین  $R^2$  برابر با ۰.۶۷۸ به دست آمد که بر اساس فرمول فوق، مقدار GOF برابر با ۰.۶۵۲ محاسبه شد. بر اساس آستانه‌های پیشنهادی (۰.۰۱ - ضعیف، ۰.۲۵ - متوسط، ۰.۳۶ - قوی)، این مقدار نشان‌دهنده برازش کلی قوی برای مدل است. این نتیجه علاوه بر تأیید کفایت بخش اندازه‌گیری و ساختاری، بیانگر آن است که مدل از توازن مناسبی میان اعتبار همگرایی سازها (AVE) و توان تبیین متغیرهای درون‌زا ( $R^2$ ) برخوردار بوده و بنابراین می‌تواند برای تحلیل‌های بعدی مورد اعتماد قرار گیرد. مدل نهایی پژوهش بر اساس برازش مدل نهایی در شکل ۳ و شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۳- مدل نهایی پژوهش براساس ضریب معناداری



شکل ۴- مدل نهایی پژوهش براساس ضریب تأثیر

### ۳-۴- طراحی مدل بلوغ کیفیت ۴.۰

پس از تأیید ابعاد و شاخص‌های مدل، لازم بود پنج سطح بلوغ کیفیت ۴.۰ طراحی شود. در این مرحله، نظرات خبرگان درباره ساختار و ویژگی‌های سطوح بلوغ کیفیت ۴.۰ بر مبنای ابعاد و شاخص‌های تأییدشده جمع‌آوری گردید و برای هر سطح، استاندارد در هر یک از ابعاد کیفیت ۴.۰ تعریف شد. برای سنجش پایایی مدل نهایی از شاخص کاپای کوهن و نظر خبرگان استفاده گردید. همچنین، با استناد به مدل‌های مطرح در مرور ادبیات، یک مدل بلوغ پنج سطحی برای کیفیت ۴.۰ ارائه شد. این سطوح بر اساس چارچوب‌های مرجع در حوزه بلوغ سازمانی و کیفیت، مانند مدل‌های CMMI<sup>۲</sup> و EFQM<sup>۳</sup> و پژوهش‌های مرتبط با کیفیت ۴.۰ طراحی

<sup>۱</sup>. Quality 4.0 Maturity Model  
<sup>۲</sup>. Capability Maturity Model Integration (CMMI)

<sup>۳</sup>. European Foundation for Quality Management (EFQM) Excellence Model



شدند [۲۰][۱۹]. در ادامه، ویژگی‌های هر سطح متناسب با شرایط صنعت خرده‌فروشی آنلاین و بر پایه دیدگاه‌های خبرگان بومی‌سازی شد تا مسیر ارتقای سازمان‌ها از سطح ابتدایی تا سطح بهینه‌سازی در قالب یک نقشه راه ترسیم گردد. بدین ترتیب، شکل ۵ سطوح بلوغ کیفیت ۴.۰ را به‌عنوان حاصل ترکیب میانی نظری و استنتاج خبرگانی نمایش می‌دهد. شکل ۵ مدل بلوغ کیفیت اولیه را نشان می‌دهد. این مدل از ساختار پنج سطحی (آغازین، در حال توسعه، پیشرفته، بهینه، پیشرو) استفاده می‌کند تا پیشرفت سازمان شما را به سمت کیفیت ۴.۰ در ابعاد مشخص شده ارزیابی کند.



شکل ۵- سطوح بلوغ کیفیت ۴.۰

آغاز (۱-۱.۵ امتیاز در هر شاخص): شیوه‌های کیفیت پایه‌ای و پراکنده وجود دارد، اما استفاده از داده و تحلیل بسیار محدود است و سیستم‌ها بیشتر بر انطباق تمرکز دارند.

در حال توسعه (۱.۵-۲.۵ امتیاز در هر شاخص): تلاش‌هایی برای بهبود کیفیت در جریان است. جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها آغاز شده، تعهد رهبری در حال شکل‌گیری است و همکاری‌های اولیه ایجاد می‌شود.

پیشرفته (۲.۵-۳.۵ امتیاز در هر شاخص): شیوه‌های کیفیت اثربخش با تحلیل یکپارچه داده‌ها اجرا می‌شود. همکاری بین واحدها برقرار بوده و سیستم‌ها تا حدی یکپارچه شده‌اند.

بهینه (۳.۵-۴.۵ امتیاز در هر شاخص): فرهنگ بهبود مستمر تثبیت شده و تصمیم‌گیری مبتنی بر داده و تحلیل‌های پیشرفته برای پیش‌بینی مسائل به کار می‌رود. همکاری گسترده و یکپارچگی کامل‌تر سیستم‌ها مشهود است.

پیشرو (۴.۵-۵ امتیاز در هر شاخص): سازمان به‌عنوان مرجع کیفیت ۴.۰ عمل می‌کند، راه‌حل‌های نوآورانه توسعه داده و به اشتراک می‌گذارد. مقیاس‌پذیری و انعطاف‌پذیری تضمین



شده و سیستم‌ها به‌طور کامل یکپارچه‌اند؛ سازمان فراتر از انطباق حرکت کرده و پیشگام ارتقای کیفیت در صنعت است. با توجه به ابعاد کیفیت ۴.۰ و سطوح بلوغ کیفیت ۴.۰، مدل کلی بلوغ کیفیت ۴.۰ به صورت شکل ۶ است.

سطح بلوغ	داده	فرهنگ	رهبری	تحلیل	همکاری	نقطه اتصال	انطباق	مقیاس پذیری	یکپارچگی سیستم‌ها	توسعه اینترنتی
۵ پیشرو										
۴ بهینه										
۳ پیشرفته										
۲ در حال توسعه										
۱ آغاز										
شروع نکرده										

شکل ۶- مدل بلوغ کیفیت ۴.۰

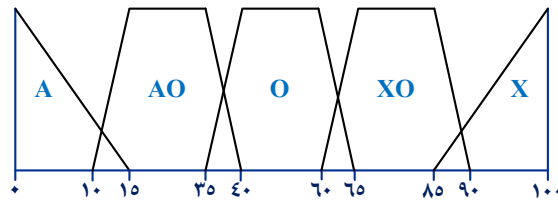
با توجه به نظرسنجی از خبرگان، برای هر بعد و هر سطح، استانداردهای مشخصی تعیین شد و پایایی آن‌ها با استفاده از شاخص کاپای کوهن سنجیده گردید. مقدار این شاخص برابر با ۰.۷۴ به دست آمد که با توجه به بالاتر بودن از آستانه ۰.۶، نشان‌دهنده پایایی مناسب مدل است. از آنجا که مطالعه حاضر بر شرکت‌های فعال در صنعت خرده‌فروشی آنلاین متمرکز است، سطوح مختلف بلوغ کیفیت ۴.۰ همراه با راهنماهای هر سطح، متناسب با شرایط این صنعت تدوین شد.

#### ۴-۴- طراحی سیستم استنتاج فازی

بر اساس چارچوب پژوهش (Error! Reference source not found.)، سیستم خبره فازی با استفاده از دانش استخراج‌شده از ادبیات طراحی شد. فازی‌سازی با توابع مثلثی و دوزنقه‌ای، استنتاج با روش ممدانی و محاسبات با نرم‌افزار MATLAB انجام گرفت. پس از تدوین مدل، آزمون خطا صورت پذیرفت و در صورت عدم کفایت، مراحل پیشین بازبینی و اصلاح شدند. اگرچه در این پژوهش از توابع عضویت متداول و روش ممدانی استفاده شده



است، نوآوری اصلی در تلفیق این تکنیک‌ها با مدل‌سازی معادلات ساختاری و به‌کارگیری آن در چارچوب ارزیابی بلوغ کیفیت ۴.۰ نهفته است. این رویکرد، به‌ویژه در صنعت خرده‌فروشی آنلاین ایران، به‌عنوان یک کاربرد جدید و متمایز مطرح می‌شود. در گام نخست، متغیرهای ورودی شامل رهبری، فرهنگ، تحلیل، همکاری، داده، قابلیت اتصال، انطباق، مقیاس‌پذیری، یکپارچگی سیستم و توسعه برنامه کاربردی (استخراج‌شده از ادبیات و مصاحبه با خبرگان) و متغیر خروجی به‌عنوان نمره بلوغ کیفیت ۴.۰ تعریف شدند. در گام دوم، متغیرها با استفاده از توابع مثلثی و ذوزنقه‌ای و طیف‌های دو و پنج‌گزینه‌ای فازی‌سازی شدند. مقادیر فازی مربوط به هر بعد و شاخص در جدول ۵ و شکل ۷ گزارش شده است.



شکل ۷- توابع عضویت مجموعه‌های فازی سیستم استنتاج فازی پژوهش (طرح ۱، طیف ۵ گزینه‌ای)

جدول ۵- افرابندی متغیرهای کلامی و عدد فازی معادل هر یک از متغیرها

طرح طیف ۵ گزینه‌ای		
پارامترهای تابع عضویت	شکل تابع عضویت	متغیر
$A=(0,0,0,15)$	مثلثی	خیلی ضعیف (سازمان نمی‌تواند نشان دهد)
$AO=(10,15,35,40)$	ذوزنقه‌ای	ضعیف (سازمان تا حدودی می‌تواند نشان دهد)
$O=(35,40,60,65)$	ذوزنقه‌ای	متوسط (سازمان می‌تواند نشان دهد)
$XO=(60,65,85,90)$	ذوزنقه‌ای	خوب (سازمان به طور کامل می‌تواند نشان دهد)
$X=(85,100,100,100)$	مثلثی	خیلی خوب (سازمان به عنوان الگوی جهانی مطرح است)

این پژوهش با رویکرد توسعه‌ای - کاربردی و روش توصیفی، از استراتژی مطالعه موردی بهره گرفته است. در طراحی سیستم خبره فازی برای ارزیابی بلوغ کیفیت ۴.۰، علاوه بر مطالعات کتابخانه‌ای، از نظرات شش خبره استفاده شد. مطالعه موردی بر شرکت اکالا متمرکز



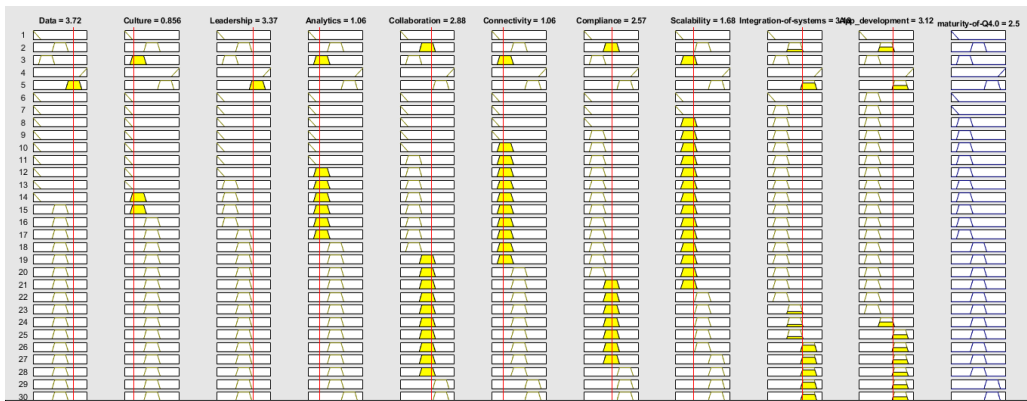
بود که در آن هشت متخصص داده‌های خودارزیابی سازمان را وارد سیستم کردند. پس از تأیید شاخص‌ها با روش PLS، دو سیستم خبره مبتنی بر استنتاج فازی ممدانی طراحی شد. در این سیستم‌ها از توابع عضویت مثلثی و دوزنقه‌ای و روش مرکز ثقل برای غیرفازی‌سازی استفاده گردید. ورودی‌ها شامل ابعاد کیفیت ۴۰ (مانند رهبری، فرهنگ و تحلیل) و خروجی سطح بلوغ کیفیت ۴۰ بود. قواعد سیستم نیز با اتکا به نظر خبرگان تدوین شد؛ در مجموع ۴۳ قاعده فازی استخراج گردید که منطق آن‌ها بر اساس تحلیل روابط میان شاخص‌های کیفیت ۴۰ و سطوح بلوغ شکل گرفت. هرچند تنها بخشی از این قواعد به‌عنوان نمونه ارائه شده است، اما همه آن‌ها طی فرآیندی با مشارکت و تأیید خبرگان بازبینی و اعتبارسنجی شدند. نمونه‌ای از این قواعد در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۶ - نمونه‌ای از قواعد فازی

ردیف	قوانین
قانون ۱	اگر رهبری آغاز باشد و فرهنگ آغاز باشد و تحلیل آغاز باشد و همکاری آغاز باشد و داده آغاز باشد و نقطه اتصال آغاز باشد و انطباق آغاز باشد و مقیاس‌پذیری آغاز باشد و یکپارچگی سیستم آغاز باشد و توسعه برنامه کاربردی آغاز باشد، آنگاه نمره بلوغ کیفیت ۴۰ سازمان آغاز است.
قانون ۲	اگر رهبری در حال توسعه باشد و فرهنگ در حال توسعه باشد و تحلیل در حال توسعه باشد و همکاری در حال توسعه باشد و داده در حال توسعه باشد و نقطه اتصال در حال توسعه باشد و مقیاس‌پذیری در حال توسعه باشد و یکپارچگی سیستم در حال توسعه باشد و توسعه برنامه کاربردی در حال توسعه باشد، آنگاه نمره بلوغ کیفیت ۴۰ سازمان در حال توسعه است.
قانون ۳	اگر رهبری پیشرفته باشد و فرهنگ پیشرفته باشد و تحلیل پیشرفته باشد و همکاری پیشرفته باشد و داده پیشرفته باشد و نقطه اتصال پیشرفته باشد و انطباق پیشرفته باشد و مقیاس‌پذیری پیشرفته باشد و یکپارچگی سیستم پیشرفته باشد و توسعه برنامه کاربردی پیشرفته باشد، آنگاه نمره بلوغ کیفیت ۴۰ سازمان پیشرفته است.
قانون ۴	اگر رهبری بهینه باشد و فرهنگ بهینه باشد و تحلیل بهینه باشد و همکاری بهینه باشد و داده بهینه باشد و نقطه اتصال بهینه باشد و انطباق بهینه باشد و مقیاس‌پذیری بهینه باشد و یکپارچگی سیستم بهینه باشد و توسعه برنامه کاربردی بهینه باشد، آنگاه نمره بلوغ کیفیت ۴۰ سازمان بهینه است.
قانون ۵	اگر رهبری پیشرو باشد و فرهنگ پیشرو باشد و تحلیل پیشرو باشد و همکاری پیشرو باشد و داده پیشرو باشد و نقطه اتصال پیشرو باشد و انطباق پیشرو باشد و مقیاس‌پذیری پیشرو باشد و یکپارچگی سیستم پیشرو باشد و توسعه برنامه کاربردی پیشرو باشد، آنگاه نمره بلوغ کیفیت ۴۰ سازمان پیشرو است.



<p>اگر رهبری آغاز باشد و فرهنگ آغاز باشد و تحلیل آغاز باشد و همکاری آغاز باشد و داده آغاز باشد و نقطه اتصال آغاز باشد و انطباق آغاز باشد و مقیاس‌پذیری آغاز باشد و یکپارچگی سیستم آغاز باشد و توسعه برنامه کاربردی در حال توسعه باشد، آنگاه نمره بلوغ کیفیت ۴.۰ سازمان آغاز است.</p>	<p>قانون ۶</p>
--	----------------



شکل ۸ - نمای کلی سیستم استنتاج فازی

در این پژوهش، نتایج فازی با روش ثقل مرکزی به اعداد قطعی تبدیل و میانگین امتیاز نهایی بلوغ کیفیت ۴.۰ محاسبه شد. برای اعتبارسنجی مدل، تحلیل رفتار خروجی‌ها انجام گرفت؛ سناریوهای مختلف ورودی آزمایش و خروجی‌ها با مبانی نظری و نظرات خبرگان مقایسه شدند. نتایج نشان داد خروجی‌ها معتبر بوده و در موارد جزئی قواعد فازی اصلاح گردیدند. در نهایت، مدل در شرکت اکالا به‌عنوان مطالعه موردی پیاده‌سازی شد و سطح بلوغ کیفیت ۴.۰ با استفاده از داده‌های خبرگان محاسبه گردید.

جدول ۷ - جدول خروجی سیستم استنتاج فازی شرکت اکالا

امتیاز	شاخص	امتیاز	شاخص
۲.۳۷۵	شایستگی	۱.۸	داده
۲.۲۵	مقیاس‌پذیری	۲.۳۷۵	فرهنگ
۲.۵	یکپارچه سیستم‌ها	۲.۵	رهبری
۳	توسعه برنامه کاربردی	۲.۳۷۵	تحلیل
۲.۵	بلوغ کیفیت ۴.۰	۲.۵	همکاری
		۲.۵	قابلیت اتصال



## ۵- بحث و نتیجه‌گیری

در دهه‌های اخیر، صنعت خرده‌فروشی آنلاین با پیشرفت فناوری و رشد تجارت الکترونیک به یکی از بزرگ‌ترین صنایع تبدیل شده است. رقابت در این حوزه برای جذب مشتریان و ارائه تجربه خرید بهتر اهمیت بالایی دارد. کیفیت ۴.۰، که با استفاده از فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و تحلیل داده‌ها، به بهبود کیفیت محصولات و خدمات می‌پردازد، عاملی کلیدی در این رقابت است. این پژوهش به ارائه چارچوبی برای ارزیابی بلوغ کیفیت ۴.۰ در صنعت خرده‌فروشی آنلاین پرداخته و هدف آن، سنجش و بهبود سطح بلوغ کیفیت فروشگاه‌ها است. این پژوهش در چهار فاز انجام شده است: مرور سیستماتیک ادبیات و شناسایی ابعاد کیفیت ۴.۰؛ تأیید مدل با توزیع پرسشنامه بین فروشگاه‌های آنلاین؛ مصاحبه با خبرگان و شناسایی شاخص‌های ارزیابی بلوغ کیفیت؛ و در نهایت، طراحی یک سیستم استنتاج فازی برای ارزیابی بلوغ کیفیت. ۴۳ بعد برای کیفیت ۴.۰ شناسایی و ۱۸ بعد انتخاب شد که شامل عواملی نظیر داده‌ها، تحلیل، رهبری، مقیاس‌پذیری و هوش مصنوعی است. مدل نهایی با ۱۰ بعد اصلی تأیید شد. این فرایند شامل مرور سیستماتیک ادبیات، غربالگری خبرگان و پرسشنامه برای انتخاب ۱۸ بعد و در نهایت تحلیل عاملی تأییدی جهت تأیید ۱۰ بعد اصلی بود. نتایج نشان می‌دهد که داده‌ها، به‌ویژه دقت و امنیت آن‌ها، نقش مهمی در کیفیت ۴.۰ دارند و تحلیل داده‌ها برای بهبود فرآیندهای کیفیت اساسی است. همچنین، فرهنگ سازمانی و همکاری بین تیم‌ها، تعهد به کیفیت و انطباق با استانداردها نیز از ابعاد کلیدی کیفیت ۴.۰ هستند. مطالعات پیشین نیز بر اهمیت داده‌ها و انطباق با مقررات تأکید کرده‌اند و این پژوهش با ارائه چارچوبی عملی، به فروشگاه‌های آنلاین در پیاده‌سازی کیفیت ۴.۰ کمک می‌کند. نتایج این پژوهش در برخی موارد با یافته‌های مطالعات پیشین هم‌راستا و در برخی دیگر متفاوت است. اهمیت داده‌ها و تحلیل آن‌ها در این مطالعه با نتایج پژوهش‌های پیشین مطابقت دارد که بر نقش دقت و امنیت داده‌ها و تحلیل در بهبود کیفیت تأکید کرده‌اند [۲۰][۱۹]. همچنین، تأثیر فرهنگ سازمانی و همکاری بین تیم‌ها بر کیفیت ۴.۰ در پژوهش حاضر، هم‌سو با مطالعاتی است که فرهنگ کیفیت و تعامل بین‌بخشی را از عوامل کلیدی موفقیت معرفی کرده‌اند [۲۲][۲۱]. با این حال، در این پژوهش عواملی مانند توسعه اپلیکیشن‌ها و مقیاس‌پذیری نقش ضعیف‌تری داشتند، در حالی‌که برخی پژوهش‌های قبلی اهمیت بیشتری برای آن‌ها قائل شده بودند [۲۵].



این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از شرایط خاص صنعت خرده‌فروشی آنلاین در ایران و سطح بلوغ فناوری در این حوزه باشد. نوآوری این پژوهش در پرداختن به متغیرهایی مانند یکپارچه‌سازی سیستم‌ها، فرهنگ کیفیت و یادگیری مستمر است که در ادبیات اخیر کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. همچنین تمرکز بر صنعت خرده‌فروشی آنلاین ایران، ضمن هم‌راستایی با بخشی از ادبیات جهانی، ارزش عملی ایجاد کرده و مدل پیشنهادی را متمایز ساخته است. مدل بلوغ کیفیت ۴.۰ دارای نقاط قوت متعددی است که آن را به ابزاری ارزشمند برای سازمان‌ها تبدیل می‌کند:

۱. جامعیت: این مدل با پوشش ۵ بعد کلیدی، تمام جنبه‌های کیفیت را در نظر گرفته و به سازمان‌ها دیدگاهی کامل از وضعیت کیفیت ارائه می‌دهد.
  ۲. قابلیت عملی: با تعریف ۵ سطح بلوغ، مسیر مشخصی برای ارتقای کیفیت ارائه می‌کند و به سازمان‌ها کمک می‌کند تا اقدامات عملی برای بهبود انجام دهند.
  ۳. قابلیت انطباق: این مدل انعطاف‌پذیر بوده و می‌تواند در صنایع و سازمان‌های مختلف با توجه به نیازهای خاص آن‌ها تنظیم شود.
  ۴. استفاده از شاخص‌های کلیدی: ارائه شاخص‌های دقیق برای هر سطح بلوغ به سازمان‌ها در ارزیابی وضعیت فعلی و شناسایی نقاط قوت و ضعف کمک می‌کند. این مدل به سازمان‌ها در عصر دیجیتال امکان ارزیابی وضعیت کیفیت و تعیین مسیر بهبود را فراهم می‌سازد.
- با این حال، این پژوهش با محدودیت‌هایی همراه است. نخست، مطالعه موردی تنها بر یک شرکت (اکالا) متمرکز بوده و بنابراین تعمیم‌پذیری نتایج محدود است؛ به همین دلیل یافته‌ها باید بیشتر در بستر صنعت خرده‌فروشی آنلاین ایران تفسیر شوند. دوم، تمرکز پژوهش بر یک صنعت خاص باعث می‌شود اعتبار نتایج در سایر صنایع نیازمند آزمون‌های بیشتر باشد. سوم، با توجه به نوظهور بودن مفهوم کیفیت ۴.۰، دسترسی محدود به خبرگان می‌تواند جامعیت شاخص‌ها را تحت تأثیر قرار داده باشد. چهارم، استفاده از روش پیمایشی برای گردآوری داده‌ها، احتمال بروز خطاهایی مانند سوگیری پاسخگویی را به همراه دارد که ممکن است بر دقت نتایج کمی اثر گذاشته باشد. افزون بر این، بهره‌گیری از توابع متداول و روش ممدانی در سیستم فازی، هرچند در چارچوب این پژوهش کارآمد بوده، اما می‌تواند دقت مدل



را در مقایسه با روش‌های فازی پیشرفته‌تر کاهش دهد. این محدودیت‌ها نشان می‌دهند که یافته‌های پژوهش باید با احتیاط تفسیر شوند، هرچند تمرکز بر یک صنعت و شرکت پیشرو موجب شده است چارچوب ارائه‌شده با شرایط واقعی بازار ایران تطبیق بیشتری داشته و ارزش عملی آن افزایش یابد. بر این اساس، برای پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود چارچوب ارائه‌شده در صنایع و سازمان‌های مختلف مورد آزمون قرار گیرد تا تعمیم‌پذیری آن افزایش یابد. همچنین بررسی نقش کیفیت ۴.۰ بر متغیرهایی مانند تجربه مشتری و عملکرد سازمانی می‌تواند ابعاد جدیدی از تأثیر این مفهوم را روشن سازد. از سوی دیگر، مطالعه تأثیر فرهنگ سازمانی بر کیفیت ۴.۰ و ابعاد آن، و نیز توسعه مدل با استفاده از روش‌های فازی یا هیبریدی پیشرفته‌تر، می‌تواند مسیرهای ارزشمندی برای تحقیقات آینده فراهم کند.

## ۶- منابع

- [۱] Sadeghi Moghadam, M. R., Sadeghpour Firoozabad, A., & Ghasemian Sahebi, I. (۲۰۲۳). Evaluating the barriers to implementing Quality ۴,۰ in the City Book Institute using the Bayesian Best–Worst method. *Journal of New Research in Decision Making*, ۸(۳), ۱–۲۲. [In Persian]
- [۲] Thekkootte, R. (۲۰۲۲). Enabler toward successful implementation of Quality ۴,۰ in digital transformation era: a comprehensive review and future research agenda. *International Journal of Quality & Reliability Management*, ۳۹(۶), ۱۳۶۸–۱۳۸۴. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-07-2021-0206>
- [۳] Radziwill, N. M. (۲۰۱۸). Quality ۴,۰: Let's Get Digital-The many ways the fourth industrial revolution is reshaping the way we think about quality. *ArXiv Preprint ArXiv:1810.07829*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1810.07829>
- [۴] Nenádál, J., Vykydal, D., Halfárová, P., & Tylečková, E. (۲۰۲۲). Quality ۴,۰ maturity assessment in light of the current situation in the Czech Republic. *Sustainability*, ۱۴(۱۲), ۷۵۱۹. <https://doi.org/10.3390/su14127519>
- [۵] Moeidian, H., Khadivor, A., & Rahimian, S. (۲۰۲۴). Big data maturity assessment in Iranian public universities. *Iranian Journal of Management Research*, ۲۸(۴), ۲۳–۴۴. [In Persian]
- [۶] Ghobae Arani, F., & Hosseinzadeh Shahri, M. (۲۰۲۵). Identifying profitable customers based on the RFM model and product variety in online retailing platforms. *Iranian Journal of Management Research*, ۲۹(۱), ۷۳–۹۵. [In Persian]



- [۷] Bhattacharya, D., & Saha, D. (۲۰۱۳). Consumer involvement profile incorporating the moderating effects of brand loyalty and brand trust. *Asia Pacific Journal of Marketing and Management Review*, ۲(۲), ۲۳-۴۵.
- [۸] Escobar, C. A., Cantoral-Ceballos, J. A., & Morales-Menendez, R. (۲۰۲۵). Quality ۴.۰: Learning quality control, the evolution of SQC/SPC. *Quality Engineering*, 37(۱), ۹۲-۱۱۷. <https://doi.org/10.1080/08982112.2024.2356519>
- [۹] Talaei, H., Ziaeean, M., & Maleki Nejad, P. (۲۰۲۲). "Designing a Model for the Implementation of Quality ۴.۰ Using an Integrated Approach of Interpretive Structural Modeling and Structural Equation Modeling." *Journal of Engineering and Quality Management*, ۱۲(۱), ۵۱-۶۸. [In Persian]
- [۱۰] Shadid, N., Hamad, K., Andi, O., & Alamassi, I. (۲۰۲۵). Revolutionizing Quality Management: Exploring Quality ۴.۰ Frameworks in the Context of Industry ۴.۰. *Big Data in Finance: Transforming the Financial Landscape: Volume 2*, ۱۷۷-۱۹۲. DOI: 10.1007/978-3-031-80656-8\_16
- [۱۱] Roy Ghatak, R., & Garza-Reyes, J. A. (۲۰۲۴). Investigating the barriers to Quality ۴.۰ adoption in the Indian manufacturing sector: insights and implications for industry and policy-making. *International journal of quality & reliability management*, ۴۱(۶), ۱۶۲۳-۱۶۵۶. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-09-2023-0277>
- [۱۲] Talaie, H., Ziaeean, M., & Malekinejad, P. (۲۰۲۴). Towards quality ۴.۰ in home appliances: definitions, deployment scenarios, and future perspectives. *Journal of Manufacturing Technology Management*, ۳۵(۷), ۱۴۱۶-۱۴۳۸. <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2023-0044>
- [۱۳] Antonino, P. O., Capilla, R., Pelliccione, P., Schnicke, F., Espen, D., Kuhn, T., & Schmid, K. (۲۰۲۲). A Quality ۴.۰ Model for architecting industry ۴.۰ systems. *Advanced Engineering Informatics*, ۵۴, ۱۰۱۸۰۱. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aei.2022.101801>
- [۱۴] Maganga, D. P., & Taifa, I. W. R. (۲۰۲۳). Quality ۴.۰ transition framework for Tanzanian manufacturing industries. *The TQM Journal*, ۳۵(۶), ۱۴۱۷-۱۴۴۸. <https://doi.org/10.1108/TQM-01-2022-0036>
- [۱۵] Antony, J., McDermott, O., Sony, M., Toner, A., Bhat, S., Cudney, E. A., & Doulatbadi, M. (۲۰۲۳). Benefits, challenges, critical success factors and motivations of Quality ۴.۰ – A qualitative global study. *Total Quality Management & Business Excellence*, ۳۴(۷-۸), ۸۲۷-۸۴۶. <https://doi.org/10.1080/147833363.2022.2113737>
- [۱۶] Armani, C. G., de Oliveira, K. F., Munhoz, I. P., & Akkari, A. C. S. (۲۰۲۱). Chapter ۶ - Proposal and application of a framework to measure the degree of



- maturity in Quality ۴,۰: A multiple case study. In M. Ram (Ed.), *Advances in Mathematics for Industry ۴,۰* (pp. ۱۳۱-۱۶۳). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811890-6-1\\_0006-1](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811890-6-1_0006-1)
- [۱۷] Alzahrani, B., Bahaitham, H., Andejany, M., & Elshennawy, A. (۲۰۲۱). How ready is higher education for quality ۴,۰ transformation according to the LNS research framework? *Sustainability*, ۱۳(۹), ۵۱۶۹. <https://doi.org/10.3390/su13090169>
- [۱۸] Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (۲۰۱۷). *Designing and conducting mixed methods research* (۳rd ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications. ISBN: ۹۷۸۱۴۸۳۳۴۴۳۷۹
- [۱۹] Zhong, R. Y., Xu, C., Chen, C., & Huang, G. Q. (۲۰۱۷). Big Data Analytics for Physical Internet-based intelligent manufacturing shop floors. *International Journal of Production Research*, ۵۵(۹), ۲۶۱۰-۲۶۲۱. <https://doi.org/10.1080/00207179.2016.1190004>
- [۲۰] Sony, M., Antony, J., & Douglas, J. A. (۲۰۲۰). Essential ingredients for the implementation of Quality ۴,۰. *The TQM Journal*, ۳۲(۴), ۷۷۹-۷۹۳. <https://doi.org/10.1108/TQM-12-2019-0270>
- [۲۱] Moeuf, A., Pellerin, R., Lamouri, S., Tamayo-Giraldo, S., & Barbaray, R. (۲۰۱۸). The industrial management of SMEs in the era of Industry ۴,۰. *International Journal of Production Research*, ۵۶(۳), ۱۱۱۸-۱۱۳۶. <https://doi.org/10.1080/00207179.2017.1372747>
- [۲۲] Tortorella, G. L., & Fettermann, D. C. (۲۰۱۸). Implementation of Industry ۴,۰ and lean production in Brazilian manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, ۵۶(۸), ۲۹۷۵-۲۹۸۷. <https://doi.org/10.1080/00207179.2017.1391420>
- [۲۳] Sony, M. (۲۰۲۰). Pros and cons of implementing Industry ۴,۰ for the organizations: A review and synthesis of evidence. *Production & Manufacturing Research*, ۸(۱), ۲۴۴-۲۷۲. <https://doi.org/10.1080/21693277.2020.1781700>
- [۲۴] Bousdekis, A., Lepenioti, K., Apostolou, D., & Mentzas, G. (۲۰۲۳). Data analytics in quality ۴,۰: literature review and future research directions. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 36(۵), ۶۷۸-۷۰۱. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2022.2128219>
- [۲۵] Sony, M. (۲۰۲۱). Quality ۴,۰: A research agenda for quality management in the digital age. *The TQM Journal*, ۳۳(۱), ۱۷۱-۱۸۶. <https://doi.org/10.1108/TQM-12-2019-0304>

علی ابراهیمی کردلر و همکاران ————— ارائه چارچوبی جهت ارزیابی بلوغ کیفیت ۴.۰ در....



[۲۶] Sony, M. (۲۰۱۸). Industry ۴.۰ and lean management: A proposed integration model and research propositions. *Production & Manufacturing Research*, ۶(۱), ۴۱۶-۴۳۲. <https://doi.org/10.1080/21693277.2018.1540949>