طراحی چارچوب چندبُعدی ارزیابی بازارهای داده دیجیتال بر پایه‌ی گسترش مدل STOF

علی کمندی[۱]، مهدیه بوربوراژدری*[۲]،مرضیه بوربور اژدری[۳]

۱- استادیار دانشکده علوم مهندسی دانشگاه تهران kamandi@ut.ac.ir
۲- دانشجوی دکتری رشته علم اطلاعات و دانش شناسی دانشگاه تهران Mah.burbur@ut.ac.ir
۳- دانشجوی دکتری رشته علم اطلاعات و دانش شناسی دانشگاه تهران Marzieh.boorboor@ut.ac.ir

خلاصه

این پژوهش با هدف طراحی و اعتبارسنجی یک چارچوب ارزیابی جامع برای بازارهای داده دیجیتال، مبتنی بر ترکیب مدل STOF با دو لایه میان‌بُر معماری داده و حکمرانی داده (STOF+2CC)، انجام شده است. روش‌شناسی پژوهش شامل چهار فاز بود: (۱) شناسایی شاخص‌ها و مؤلفه‌های کلیدی از طریق مرور نظام‌مند ادبیات (PRISMA 2020)، فراترکیب کیفی و دلفی دومرحله‌ای؛ (۲) وزن‌دهی شاخص‌ها با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی(AHP) و تعیین آستانه‌های پذیرش و بهبود؛ (۳) تبدیل شاخص‌ها به سنجه‌های عملیاتی با بهره‌گیری از چارچوبSMART و مقیاس‌گذاری ۰ تا ۱۰۰؛ و (۴) آزمون عملی چارچوب بر روی ۱۴ پلتفرم داده محور جهانی، منطقه‌ای و تخصصی. نتایج نشان داد؛ خروجی فازهای ۱ تا ۳ به استخراج دوازده شاخص کلیدی (KSI) و سی سنجه‌ی عملیاتی(KPI) انجامید؛ وزن نهایی ابعاد به‌ترتیب T=0.34، O=0.27، S=0.22، F=0.17 محاسبه شد. ارزیابی پایلوت نشان داد؛ چارچوب پیشنهادی قادر است تفاوت‌های معنی‌دار میان پلتفرم‌ها را در ابعاد فنی(معماری داده) و سازمانی(حکمرانی داده) از طریق سنجه‌های استاندارد آشکار کند و تصویری منسجم از نقاط قوت و شکاف‌ها برای تصمیم‌سازی فراهم آورد. این دستاورد، خلأ یک چارچوب سنجش‌پذیر و کاربردی را که ابعاد سرویس، فناوری، سازمان و مالی را در کنار لایه‌های افقی معماری و حکمرانی داده به‌صورت یکپارچه پوشش دهد، پر می‌کند.

کلمات کلیدی: بازارهای داده دیجیتال، مدلSTOF، فراترکیب کیفی، معماری داده، حکمرانی داده، تبادل داده، اشتراک گذاری داده

۱. مقدمه

رشد شتابان «اقتصاد داده» و نیاز فزاینده‌ی سازمان‌ها به اشتراک‌گذاری، تبادل، ارزش‌افزایی و تجاری‌سازی داده، «بازارهای داده‌ی دیجیتال»[1] را به یکی از ارکان اصلی زیست‌بوم داده تبدیل کرده است. با وجود افزایش آثار علمی در این حوزه، ادبیات موجود همچنان پراکنده و تک بُعدی باقی مانده است: برخی بر مدل‌های کسب‌وکار و خلق ارزش[1]، برخی بر حکمرانی و حاکمیت‌پذیری داده و سازوکارهای کنترل اجتماعی داده[2,…,6]، و برخی دیگر بر معماری‌های فنی، تعامل‌پذیری، امنیت و حریم خصوصی تمرکز کرده‌اند. در این میان، مرور نظام‌مند انجام‌شده توسط عباس و همکاران (۲۰۲۱)، یکی از منسجم‌ترین تلاش‌ها برای ترسیم چشم‌انداز اشتراک‌گذاری داده‌های کسب‌وکار از طریق بازارهای داده است[7]. با این حال، در ادغام منسجم این سه جریان و تبدیل آن‌ها به یک چارچوب چندبعدیِ سنجش‌پذیر برای طراحی و ارزیابیِ بازارهای داده، هنوز خلأ معناداری وجود دارد.

این پژوهش، با هدف پرکردن این شکاف، چارچوب تحلیلی یکپارچه‌ای پیشنهاد می‌دهد که بر مبنای مدل کسب‌وکارهای دیجیتال (Service، Technology، Organization، Finance) STOF بنا شده است و با دو لایه‌ی میان‌بُر[2]«معماری داده[3]» و «حکمرانی داده[4]» تکمیل می‌شود. چارچوب پیشنهادی در پی آن است که عناصر، ابعاد و جنبه‌های بازارهای داده را از ادبیات استخراج و در قالب مؤلفه‌ها و شاخص‌های عملیاتی قابل‌سنجش سامان دهد، تصویر روشنی از الگوهای معماری (متمرکز[5]، غیرمتمرکز[6]، فدرال[7]و هیبرید[8]) به دست دهد و معیارهایی برای ارزیابی و اولویت‌گذاری به‌کارفرمایان و تنظیم‌گران فراهم آورد.

از نظر روش‌شناسی، مسیر مطالعه ترکیبی است: مرور نظام‌مند ادبیات (مطابق PRISMA 2020 در بازه‌ی زمانی ۲۰۲۵–۲۰۱۹) بنیان مفهومی را فراهم می‌کند؛ سپس فراترکیب کیفی[9]، مفاهیم پراکنده را به مؤلفه‌ها و شاخص‌های سنجش‌پذیر تبدیل می‌کند؛ این خروجی با دلفی دو مرحله‌ای و پنل خبرگان(مشارکت ۱۲ نفر) اعتبارسنجی و اولویت‌بندی می‌شود؛ و در ادامه، برای وزن‌دهی مؤلفه ها و شاخص‌ها از مقایسه‌های زوجی (AHP) استفاده می‌گردد. در پایان، یک تحلیل تطبیقی پایلوت به‌عنوان نمایش کاربست چارچوب، قابلیت ارزیابی و تفسیر عملی آن را در پلتفرم‌های واقعی نشان می‌دهد.

در همین راستا، مقاله به‌ترتیب به این پرسش‌ها پاسخ می‌دهد:

۱.عناصر و ابعاد کلیدی بازارهای داده کدامند؟

۲.این عناصرچگونه در قالب STOF+2CC طبقه‌بندی می‌شوند؟

۳.چگونه مفاهیم استخراج شده به مؤلفه‌ها و شاخص‌های سنجش‌پذیر کمّی تبدیل می‌شوند؟

۴.کدام‌یک از شاخص‌ها بر پایه‌ی اجماع خبرگان اولویت بالاتری دارد؟

و در نهایت با یک کاربست تطبیقی نشان می‌دهد، چارچوب چگونه می‌تواند برای ارزیابی بلوغ فنی، حکمرانی و هدایت تصمیم‌های طراحی و تنظیمی بازارهای داده به‌کار رود. این مسیر، بنیانی عملی برای پژوهش‌های بعدی در طراحی معماری مرجع، بومی‌سازی و پیاده‌سازی حکمرانی محاسباتی فراهم می‌آورد.

---

[1] Digital Data Marketplaces
[2] Cross-cutting
[3] CC-Architectural
[4] CC-Governance
[5] Centralized
[6] Decentralized
[7] Federate
[8] Hybrid
[9] Meta-synthesis

۲. مرورادبیات و پیشینه پژوهش

در ادبیات سه مفهوم هم‌پوشان اما متمایز دیده می‌شود: اشتراک‌گذاری داده[1] که به فراهم‌سازی دسترسی کنترل‌شده برای استفاده‌ی هدفمند از داده‌ها اشاره دارد؛ تبادل داده[2] که زیرساخت و پلتفرمی استاندارد برای کشف، دسترسی، کنترل، کیفیت و حسابرسی داده‌ها فراهم می‌کند؛ و بازار داده که افزون بر تبادل، لایه‌های اقتصادی، حقوقی و حکمرانی (مدل درآمد، قیمت‌گذاری، انطباق، تجربه‌ی کاربر) را یکپارچه می‌سازد. مرورهای نظام‌مند و مقالات تحلیلی نشان می‌دهند که بازارهای داده، صورت‌بندی « تجارت داده[3]» را در بستر پلتفرمی ممکن می‌کنند و به‌واسطه‌ی سازوکارهای قیمت‌گذاری و حکمرانی، نسبت به اشتراک‌گذاری و تبادل صرف، دامنه‌ی کارکردی گسترده‌تری دارند[1,8].

معماری داده، به مجموعه‌ای از اصول، ساختارها و مدل‌های فنی گفته می‌شود که چگونگی جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، یکپارچه‌سازی، مدیریت و دسترسی به داده‌ها را در یک سازمان یا اکوسیستم مشخص می‌کند. بازارهای داده می‌توانند از نظر معماری در چهار الگو جای گیرند:

- معماری متمرکز[4]: این معماری دارای یک هسته مرکزی برای ذخیره، پردازش، کاتالوگ و کنترل داده است؛ مزیت آن، کنترل و انطباق ساده‌تر و ضعف آن، گلوگاه مقیاس‌پذیری و وابستگی بالا به مرکز می باشد[9].
- معماری غیرمتمرکز[5]: مالکیت، تولید و مدیریت داده در این معماری نزد دامنه‌ها و بازیگران مستقل است. مزیت آن چابکی و نزدیکی داده به منبع؛ و ضعف آن هماهنگی سخت، ناهمگنی سیاست‌ها و فرآیندها می باشد[9].
- معماری هیبرید[6]: این معماری دارای یک لایه‌ی هماهنگ‌کننده‌ی مرکزی (برای متاداده، خط‌مشی، تبارداده، مشاهده پذیری و انطباق) و همچنین لایه‌های دامنه‌ای مستقل (برای تولید و عرضه داده به عنوان محصول) می‌باشد[9].
- معماری فدرال[7]: در بازار داده به مدلی اشاره دارد که در آن دامنه‌ها یا سازمان‌های مستقل، هریک حاکمیت کامل بر داده‌های خود را دارند، اما از طریق یک چارچوب مشترک[8] برای تبادل، کشف و انطباق، به هم متصل می‌شوند. تفاوت کلیدی آن با هیبرید این است که در هیبرید معمولاً یک هسته مرکزی برای هماهنگی و مدیریت متاداده وجود دارد که بخشی از مالکیت را بر فرآیندها اعمال می‌کند، درحالی‌که در فدرال، هماهنگی بیشتر بر پایه توافق‌نامه‌ها، استانداردهای مشترک و تعامل‌پذیری داوطلبانه انجام می‌شود و مرکزیت سخت‌گیرانه کمتری دارد[10].

مطالعات پلتفرم‌های تبادل و فضاهای داده نشان می‌دهند که برای توازن میان چابکی دامنه‌ها، انطباق و حسابرسی سراسری؛ الگوهای فدرال و هیبرید در عمل مزیت دارند، به‌ویژه در بسترهای چند بازیگری مانند International Data Spaces[11].

حکمرانی داده، مجموعه‌ای از ساختارها، نقش‌ها، خط‌مشی‌ها، فرآیندها و معیارها برای اطمینان از کیفیت، امنیت، حریم خصوصی، انطباق، ریسک و پاسخگویی است. بدنه‌ی پژوهش (۲۰۱۹–۲۰۲۵) تأکید می‌کند که چارچوب‌های حکمرانی داده و مدیریت کیفیت پیش‌نیاز اعتماد، قابلیت حسابرسی و تعامل‌پذیری‌اند؛ مرورهای نظام‌مند اخیر بر ضرورت تبیین نقش‌ها و

[1] Data Sharing
[2] Data Exchange
[3] Data Trading
[4] Centralized
[5] Decentralized
[6] Hybrid
[7] Federate
[8] Federation Framework

سیاست‌ها، سنجش بلوغ، و پیوند حکمرانی با اجرا[1] تأکید دارند، و نیز حاکمیت میان‌سازمانی را برای تبادل و بازار داده برجسته می‌کنند[12,13].

در خط پژوهشی ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۴ عباس و همکاران، نخست مرور نظام‌مند ادبیات درباره‌ی اشتراک‌گذاری داده‌های کسب‌وکار از طریق بازارهای داده[7] نشان داد که ادبیات موجود همچنان چندپارچه است و به چارچوب‌های یکپارچه نیاز دارد؛ سپس این خط با تمرکز بر حکمرانی داده برای متاپلتفرم‌های بازار داده[2] و طرح ایده‌ی «حاکمیت‌پذیری داده» و «قرارداد اجتماعی داده» که الگوی کنترل را فراتر از مالکیت صرف می‌برد[5]، تعمیق یافت. در کنار این‌ها، طبقه‌بندی مدل‌های کسب‌وکار بازارهای داده[1] بعد اقتصادی و ارزش را صورت‌بندی کرد و نهایتاً این مسیر در رساله‌ی دکتری عباس در سال ۲۰۲۴ با طراحی و ارزیابی مکانیزم‌های کنترل برای تبادل داده‌ی حاکمیت‌پذیر به اوج رسید؛ مجموعه‌ای که در کل، هم بر شکاف چارچوب‌های جامع و هم بر ضرورت پیونددهی ابعاد فنی، سازمانی و کنترلی در بازارهای داده تأکید می‌کند[6]. جمع‌بندی این خط پژوهش، شکافِ یک چارچوب چند بُعدی سنجش‌پذیر را نشان می‌دهد که بتواند ابعاد خدمت، فناوری، سازمان و مالی را همراه با دو لایه‌ی افقی معماری داده و حکمرانی داده به‌طور یکپارچه پوشش دهد؛ خلأیی که پژوهش حاضر با چارچوب STOF+2CC در پی پرکردن آن است.

۳. روش پژوهش

پژوهش در چهار فاز متوالی انجام شد: (الف) شناسایی مؤلفه‌ها و شاخص‌ها از طریق مرور نظام‌مند ادبیات، فراترکیب کیفی و دلفی دو مرحله‌ای؛ (ب) وزن‌دهی ابعاد و شاخص‌ها با AHP و تعیین آستانه‌های پذیرش و بهبود؛ (ج) تبدیل شاخص‌ها (KSI) به سنجه‌های عملیاتی(KPI) و مقیاس‌گذاری۱۰۰–۰؛ (د) تحلیل تطبیقی پایلوت برای نمایش کاربست عملی چارچوب در پلتفرم‌های منتخب.

۱،۳ فاز اول- شناسایی شاخص‌ها و مولفه‌های اصلی بازارهای داده طی سه روش پژوهش متوالی

۱،۱،۳ مرور نظام‌مند ادبیات (PRISMA 2020)

بر اساس دستورالعمل PRISMA 2020 [14]، پرسش مرور نظام‌مند چنین تعریف شد: عناصر، ابعاد و جنبه‌های بازارهای داده‌ی دیجیتال چیست و چگونه در چارچوب STOF+2CC (چهار بعد اصلی همراه با دو لایه‌ی میان‌بُر معماری و حکمرانی) قابل ادغام است؟ جست‌وجو در پایگاه‌های Scopus، Web of Science، IEEE Xplore، ACM DL، ScienceDirect و SpringerLink با پروتکل از پیش تعیین شده، انجام شد. بازه‌ی زمانی پژوهش از ۱ ژانویه ۲۰۱۹ تا ۳۰ ژانویه ۲۰۲۵ تعیین گردید. معیارهای ورود شامل مقالات داوری‌شده‌ی انگلیسی با تمرکز بر بازارهای داده، تبادل یا اشتراک‌گذاری داده بود؛ متون غیرتخصصی اقتصاد داده، آثار تکراری و مطالعات با کیفیت روش‌شناختی زیر آستانه‌ی «۶ از ۸» در چک‌لیست JBI کنار گذاشته شد. فرایند غربال‌گری دونفره با نرم‌افزار اکسل اجرا و نرخ توافق کاپای کوهن ۰.۸۲ ($\kappa = 0.82$) به دست آمد.

۲،۱،۳ فراترکیب‌کیفی (Meta-synthesis)، برای ادغام مفاهیم و استخراج مؤلفه‌ها و شاخص‌های کلیدی موفقیت[2]

[1] Policy-as-code
[2] KSI (Key Success Indicator) - شاخص کلیدی موفقیت

این مرحله با هدف همگرا کردن یافته‌های متنوع مطالعات منتخب به یک مجموعه‌ی متجانس، غیرهم‌پوشان و سنجش‌پذیر، با تکیه بر الگوی تفسیرگرایانه‌ی Noblit & Hare[15] و راهنمای تکمیلی Sandelowski & Barroso[16]، در قالب چهار مرحله کمّی و کیفی پیوسته اجرا شد. نخست دو پژوهشگر به‌طور مستقل تمام بخش‌های «یافته» و «بحث» ۵۸ مطالعه را به‌صورت نظام‌مند در نرم‌افزار اکسل وارد و طی سه چرخه‌ی کدگذاری‌باز←محوری ← انتخابی به شرح ذیل تحلیل کردند:

- در کدگذاری باز[1]، پژوهشگران به شکل استقرایی هر جمله‌ای را که حاوی «سازوکار، مؤلفه یا شاخص بازار داده» بود برچسب‌گذاری کردند؛ حاصل چرخه‌ی آغازین ۴۲ کد اولیه بود و ضریب کاپای کوهن($\kappa = 0.81$) نشان داد؛ توافق میان کدگذاران در بازه‌ی «بسیار خوب» قرار دارد.
- در مرحله‌ی محوری[2]، ماتریس «کد × مطالعه» ساخته و ادغام و خوشه بندی ۴۲ کد اولیه‌ی با استفاده از تحلیل کمی شاخص Jaccard (آستانه‌ی ۷۰٪) و روش خوشه‌بندی آگلومراتیو Ward انجام و ۱۷ خوشه بدست آمد.
- در کدگذاری انتخابی[3]، در نشست اجماع، خوشه‌ها بر اساس «تشابه معنا، سطح تجرید و قابلیت اندازه‌گیری» بازنگری شدند؛ ۵ خوشه که به اجماع بالای ۷۰٪ رسیدند، ادغام یا حذف شدند.
- برای نگاشت مؤلفه‌ها به چارچوب نظری، ماتریس تصمیم سه‌مرحله‌ای به کار رفت تا هر مؤلفه با رویکرد مقایسه‌ی مستمر[4] به مقولات میانی منطبق بر چهار بُعد Service، Technology، Organization، Finance و دو لایه‌ی میان‌بُر (2CC : معماری داده و حکمرانی داده) چارچوب STOF + 2CC نگاشته شدند.

دو تحلیل حساسیت (حذف تصادفی ۱۰٪ مطالعات؛ کاهش آستانه‌ی Jaccard به ۶۵٪) و کنترل کیفیت JBI (۶ از ۸) برای پایداری ساختار به‌کار رفت. محاسبات آماری، در نرم افزار اکسل انجام شد.

۳،۱،۳ دلفی دو مرحله‌ای، به‌منظور تثبیت مولفه‌ها و شاخص‌های کلیدی؛

برای اطمینان از روایی محتوایی و کفایت مؤلفه‌ها و شاخص‌های استخراج‌شده در فراترکیب، یک پنل ۱۲ نفره از خبرگان به روش نمونه‌گیری هدفمند تشکیل شد: ۴ عضو هیئت علمی صاحب تخصص در اقتصاد و معماری داده، ۴ مدیر فنی یا محصول از پلتفرم‌های داده و شرکت‌های ابری، و ۴ مدیر سازمانی یا تنظیم‌گر فعال در حوزه حکمرانی داده. سهم رأی هر زیرگروه برای کاهش سوگیری به‌صورت وزنی برابر (⅓) در نظر گرفته شد. روند دلفی در دو دور و به‌کمک پرسشنامه برخط اجرا شد. در هر دور، اهمیت شاخص‌ها با لیکرت ۵درجه‌ای سنجیده شد.

معیار اجماع بر مبنای میانه امتیازات ≥ و دامنه بین‌چارکی(IQR) ≥ ۱ تعیین گردید. نتایج نشان داد ضریب توافق کندال[5] از ۰.۵۲ در دور اول (توافق متوسط) به ۰.۷۹ در دور دوم (توافق بالا) افزایش یافت که از نظر آماری معنادار بود ($p < 0.001$). همچنین مقدار آلفای کرونباخ برابر ۰.۸۳ ($\alpha = 0.83$) به دست آمد که نشان‌دهنده پایایی مطلوب ابزار ارزیابی است. در فاصله بین دورها، بازخورد کنترل‌شده شامل خلاصه نتایج و نظرات سایر خبرگان به شرکت‌کنندگان ارائه شد و بر این اساس، شاخص‌ها مورد بازنگری، ویرایش و در نهایت تثبیت قرار گرفتند. کل فرایند تحلیل داده‌های دلفی در نرم افزار اکسل انجام شد و پایایی بین دو کدگذار روی نمونه پایلوت[6] ($\kappa = 0.87$) «بسیار خوب» ارزیابی شد.

۲،۳ فاز دوم – وزن‌دهی شاخص‌ها و مولفه‌های اصلی بازارهای داده با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و تعیین آستانه پذیرش

[1] Open Coding
[2] Axial Coding
[3] Selective Coding
[4] Constant Comparison
[5] Kendall's W

[6] روی ۵ پرسشنامه

در گام نخست، به منظور اولویت‌بندی دقیق و کمّی ابعاد و شاخص‌های کلیدی بازارهای داده دیجیتال، از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (ماتریس AHP) استفاده شد. برای محاسبه‌ی وزن شاخص‌ها، از همان پنل دوازده نفره‌ی خبرگان مرحله‌ی قبل استفاده شد. هر یک از خبرگان، از طریق مقایسه‌های زوجی[1] میزان اهمیت نسبی هر شاخص را نسبت به دیگری در قالب پرسشنامه‌ای استاندارد ارزیابی نمودند. پاسخ‌ها با استفاده از نرم‌افزار اکسل تحلیل گردید. برای جلوگیری از سلطه‌ی یک زیرگروه، ابتدا میانگین هندسی ارزیابی‌های درون‌گروهی گرفته شد و سپس سه ماتریس حاصل با نسبت مساوی (⅓) ادغام شد تا ماتریس گروهی نهایی شکل گیرد. نرخ ناسازگاری[2] در سطح فردی ($CR \le 0.10$) و در سطح گروهی ($CR \le 0.05$) قابل قبول بود؛ دو ماتریس ناسازگار پس از بازنگری اصلاح شد. وزن نهایی هر شاخص از حاصل‌ضرب وزن محلی در وزن بُعد (مدل STOF) به دست آمد و مبنای امتیازدهی بعدی قرار گرفت.

در این گام، برای ارزیابی اثربخشی شاخص های پیشنهادی، لازم بود تا مقادیر مرزی مشخصی برای «پذیرش» و «بهبود» هر یک از شاخص‌های وزنی تعیین گردد. بر همین اساس، با در نظر گرفتن وزن‌های نسبی حاصل از تحلیل سلسله‌مراتبی (ماتریس AHP) و سیاست ریسک‌پذیری «محافظه‌کارانه» سازمان در پیاده‌سازی سامانه‌ها، دو آستانه کلیدی تعریف شد: آستانه «پذیرش» هر شاخص برابر با ۷۰ درصد از حداکثر امتیاز ممکن (حداقل مقدار لازم برای تأیید کفایت شاخص‌ها) و آستانه «بهبود» برابر با ۸۵ درصد حداکثر امتیاز (مقداری که نشانگر سطح مطلوب و هدف‌گذاری بهینه است). بنابراین هر شاخص می‌تواند در یکی از سه وضعیت «نیازمند اقدام فوری» (<٪۷۰)، «قابل قبول» (٪۸۵-٪۷۰) و «بهینه» (> ٪۸۵) قرار گیرد. در ارزیابی‌های آتی، مقدار مشاهده‌شده ابتدا در بازه‌ی ۰ تا ۱ نرمال می‌شود، سپس در وزن جهانی شاخص، ضرب و با آستانه‌های پذیرش و بهبود مقایسه خواهد شد تا وضعیت آن به‌طور شفاف مشخص گردد.

۳،۳ فاز سوم-تبدیل شاخص‌ها و مولفه‌های اصلی بازارهای داده به سنجه‌های قابل اندازه گیری[3]

در این مرحله، برای اینکه شاخص‌ها و مولفه های کلیدی(KSI) بازارهای داده دیجیتال از سطح مفهومی به سطح عملیاتی و قابل اندازه‌گیری(KPI) تبدیل شوند، هر شاخص به دو تا سه سنجه دقیق و ملموس مطابق SMART تفکیک شد. این فرایند طی چهار مرحله صورت گرفت طی یک نشست تخصصی و با مشارکت دو پژوهشگر انجام گرفت و در مجموع منجر به استخراج ۳۰ سنجه قابل اندازه‌گیریاز ۱۲ شاخص اصلی گردید.

۱.۳.۳ استفاده از چارچوب SMART برای کمّی سازی

هر شاخص باید مشخّص(S)، قابل‌اندازه‌گیری(M)، قابل‌دستیابی(A)، مرتبط(R) و دارای بازه‌ی زمانی(T) باشد. برای هر KSI یک سنجه‌ی عددی واحد یا یک شاخص ترکیبی تعریف شد.

۲.۳.۳ مقیاس‌گذاری۱۰۰-۰ و تفکیک سطوح پذیرش و بهبود

همه‌ی سنجه‌ها روی مقیاس ۱۰۰-۰ نرمال می‌شوند(همسان با آستانه‌های فاز دوم، عدد ۷۰ مرز «پذیرش» و ۸۵ مرز «بهینه» می باشد). اگر یک سنجه بر حسب درصد یا امتیاز استاندارد گزارش شود (SUS[4]، NPS[5]، ...)، همان عدد در مقیاس ۱۰۰-۰ باقی می‌ماند؛ در غیر این صورت مقدار خام به‌شکل خطی نرمال می‌شود.

۳.۳.۳ تعیین منابع داده و دوره‌ی اندازه‌گیری

- سنجه‌های فنی(T) از لاگ سامانه، داشبورد مانیتورینگ یا SLA رسمی گرفته می‌شود.
- سنجه‌های سازمانی(O) و فرهنگی از پرسشنامه‌ی لیکرت ۵ درجه‌ای به دست می‌آید و سپس به ۱۰۰-۰ نگاشت می‌شود.

---

[1] Pairwise Comparison
[2] Consistency Ratio
[3] KPI (Key Performance Indicator) - شاخص کلیدی عملکرد
[4] System Usability Scale
[5] Net Promoter Score

- سنجه‌های مالی(F) از صورت‌های مالی یا برآورد TCO/ROI[1] شش ماهه استخراج می‌شود.
- سنجه‌های خدمات(S) مانند تجربه‌ی کاربر[2] که با ترکیب میانگین وزنیSUS، NPS و Task Success Rate محاسبه می‌شود.
- لایه های میان‌بُر CC-Arch و CC-Gov جداگانه سنجیده می‌شوند و جهت حفظ تعادل ابعاد STOF در نمره‌ی کل وارد نمی‌شوند.

۴.۳.۳ نحوه‌ی استفاده در ارزیابی پلتفرم‌ها

الف) مقدار هر سنجه در بازه‌ی گزارش‌گیری (مثلاً ۶ ماه) استخراج و به مقیاس ۱۰۰–۰ تبدیل می‌شود.

ب) امتیاز نرمال × وزن جهانی شاخص= امتیاز وزنی(جدول شماره ۳).

ج) جمع امتیازهای وزنی چهار بُعد = نمره‌ی کل

د) مقایسه با آستانه‌ها: نیازمند اقدام فوری(<۷۰٪)، قابل قبول(۸۵٪-۷۰٪)، بهینه(>۸۵٪)

۴,۳ فاز چهارم- تحلیل تطبیقی[3] کوچک جهت نمایش کاربست عملی چارچوب پیشنهادی در پلتفرم های منتخب

۱,۴,۳ نمونه‌گیری پلتفرم‌ها

به‌منظور اعتبارسنجی عملی چارچوب پیشنهادی STOF+2CC و نمایش قابلیت انطباق آن در سناریوهای واقعی، ۱۴ پلتفرم داده‌محور از میان بازیگران متنوع صنعت انتخاب شدند. این انتخاب بر پایه معیارهای زیر انجام شد:

الف) پراکندگی جغرافیایی: پوشش چهار قاره و بازیگران جهانی (آمریکا، اروپا، چین، آمریکای لاتین، هند) برای نمایش قابلیت انطباق چارچوب در محیط‌های مقرراتی و فرهنگی مختلف.

ب) تنوع مقیاس و مدل کسب‌وکار: ترکیب هایپراسکیلرها (AWS، Azure، Google) با پلتفرم‌های ملی و منطقه‌ای (Shanxi، OVH، Semantix) و پلتفرم‌های تخصصی یا تجمیع‌کننده (Snowflake، Datarade، Dawex).

ج) مدل‌های درآمدی متفاوت شامل کارمزد تراکنش، اشتراک SaaS، مجوز نرم‌افزار، کمیسیون و مدل رایگان.

د) تنوع معماری فنی تبادل داده: نمونه‌های متمرکز، فدراتیو (in-place، hub-of-hubs)، چندابری و هیبریدی برای ارزیابی انعطاف چارچوب در سناریوهای معماری متفاوت.

و) الگوهای گوناگون حکمرانی داده: از حکمرانی متمرکز ارائه‌دهنده تا حکمرانی باز، حکمرانی مقرراتی و چارچوب‌های بین‌المللی (Gaia-X، GDPR).

ه) نمایش بازیگران شاخص بازار: انتخاب برندها و پروژه‌هایی که به‌عنوان نمونه‌های مرجع صنعت شناخته می‌شوند یا نوآوری برجسته‌ای در مدل بازار داده دارند (مانند Dawex در پروژه‌های اتحادیه اروپا، IUDX در شهرهای هوشمند هند).

ی) پوشش فناوری‌ها و سناریوهای خاص: حضور یک ارائه‌دهنده SaaS تخصصی (Snowflake) و یک راهکار چندابری و مشاوره‌ای (Infosys) برای نمایش قابلیت چارچوب در حوزه‌های سازمانی و مشاوره‌ای.

۲,۴,۳ ابزار ارزیابی، گردآوری شواهد و امتیازدهی

[1] Total Cost of Ownership/ Return on Investment
[2] UX
[3] Pilot

در این پژوهش، ساختار ارزیابی متشکل از ۱۲ شاخص وزنی و چهار بُعد اصلی مدل، به‌همراه دو لایه میان‌بُر معماری داده و حکمرانی داده (هرکدام با سه سنجه عملیاتی مستقل)، به‌عنوان ابزار ارزیابی به‌کار رفت. داده‌ها از منابعی همچون راهنماهای توسعه‌دهندگان، توافق‌نامه‌های SLA، گزارش‌های حسابرسی، گواهی‌های انطباق و برگه‌های تعرفه گردآوری شد. دو ارزیاب مستقل هر شاخص کلیدی موفقیت را روی مقیاس نرمال‌شده ۰ تا ۱ امتیازدهی کرده و اختلاف‌ها را با اجماع یا داوری شخص سوم رفع کردند ($\kappa=0.79$). امتیاز نهایی هر شاخص از حاصل‌ضرب مقدار نرمال در وزن جهانی به‌دست آمده و سپس در سطح بُعد و مجموع کل تجمیع شد. عملکرد شاخص‌ها در سه سطح نیازمند اقدام فوری(<۷۰٪)، قابل قبول(۸۵٪-۷۰٪)، بهینه(>۸۵٪) تفسیر گردید. روایی و پایداری نتایج با بازآزمون سرپرستی (تطابق ۹۴٪ در بازبینی تصادفی ۲۰٪ داده‌ها) و تحلیل حساسیت (تغییر ±۱۰٪ وزن شاخص‌ها با جابه‌جایی محدود بین رتبه دوم و سوم) تأیید شد.

جدول شماره ۱- پلتفرم های نمونه بازارهای داده دیجیتال

ردیف	جغرافیا	بازار داده	مقیاس	مدل کسب و کارغالب (۲۰۲۵)	معماری (ساختار فنی تبادل داده)	حکمرانی داده	توضیحات
۱	آمریکا	AWS Data Exchange	هایپر اسکیلر	کارمزد تراکنش و اشتراک	متمرکزِ کلاد محور	حاکمیت متمرکز ارائه‌دهنده IAM و Lake Formation	دارای بیش از ۳۵۰۰ دیتاست ثالث و ۱۰۰۰ دیتاست رایگان؛ کاتالوگ و کنترل کامل در محیط AWS (Hub مرکزی)
۲	آمریکا	Azure Data Share/ Purview	هایپر اسکیلر	رایگان داخلی؛ کارمزد انتقال	فدراتیو «درجا» (in-place)	RBAC و Purview/Fabric policies (اشتراک میان اجاره‌ای)	۲۰۲۵ در «Microsoft Fabric» ادغام می‌شود.
۳	آمریکا	Google Analytics Hub	هایپر اسکیلر	رایگان لیستینگ؛ کارمزد پردازش	فدراتیو هاب و اسپوک	Policy-Tag & Unified Governance در BigQuery	دارای بیش از ۲۰۰ دیتاست عمومی و خصوصی؛ سرویس تبادل امن دیتاست‌ها و دارایی‌های تحلیلی در BigQuery
۴	آمریکا	Snowflake Data Cloud Marketplace	تخصصی / SaaS	مصرف (Credit) و سهم فروش	متمرکز SaaS Cloud	Snowflake Horizon Catalog + Clean Rooms	۷۵۰ ارائه‌دهنده و ۳۰۰۰ محصول زنده (داده/اپ/عامل).
۵	چین	Alibaba Cloud Data Exchange	ملی / منطقه‌ای	کارمزد تراکنش و بسته سرویس	متمرکز اکوسیستم	DataWorks Data Asset Governance (سلامت ۰–۱۰۰)	اکوسیستم داده و سرویس‌های (مارکت‌پلیس ابری گسترده) تمرکز بیشتر روی SaaS و سرویس‌ها؛ بخشی از پیشنهادهای داده‌ای نیز در کاتالوگ.
۶	چین	Huawei Cloud (Data/ Exchange)	ملی / منطقه‌ای	کارمزد سرویس	متمرکز با کنترل لایه‌ای	قرارداد محور (Data Contract و Traceability)	مستندات رسمی درباره‌ی Trustworthy Data Exchange و کاتالوگ/درخواست داده در اکوسیستم هواوی.
۷	چین	Shanxi Data Exchange	ملی / منطقه‌ای	کارمزد و حراج داده	متمرکز استانی	حاکمیت دولتی–متمرکز (استانی)	نمونه‌ی برجسته «اکسچنج» داده با ۳۸۱ محصول داده به‌ویژه AI

							فهرست‌شده و جاه‌طلبی برای تبدیل‌شدن به بزرگ‌ترین اکسچنج دادهی چین.
۸	اروپا	OVH cloud Data Services	ملی / منطقه‌ای	کمیسیون SaaS وPaaS	متمرکز اروپایی	حاکمیتGDPR محور ارائه‌دهنده	دیتاسنتر در خاکEU
۹	اروپا	Datarade (Berlin)	تخصصی / تجمیع کننده	کمیسیون و اشتراک	تجمیعی چندابری	مجوزدهی تأمین‌کننده و قرارداد مارکت‌پلیس	مارکت‌پلیس تجاری «تجمیع‌کننده» با بیش از ۵۰۰ تأمین‌کننده و ۳۰۰۰۰ دیتاست در ده‌ها سرفصل.
۱۰	اروپا	Dawex (France)	تخصصی و پلتفرم ساز	مجوز نرم‌افزار و کارمزد	فدراتیو Hub-of-Hubs	حاکمیت داده‌ی حاکمیتی (Gaia-X Data (Sovereignty	ارائه‌دهنده‌ی فناوری Data Exchange و Marketplace Dataبا نقش محوری در Gaia-X و پروژه‌های اتحادیه‌ی اروپا (تمرکز بر تبادل امن و حاکمیتی).
۱۱	آمریک ای لاتین	Semantix Data Marketplace (Brazil)	ملی	اشتراک SaaS	متمرکز پلتفرم	حاکمیت پلتفرم و ISO 27001/ LGPD	مارکت پلیس داده و AI بر بستر Semantix Data Platform (اول-LATAM) برای دسترسی به دیتاست‌های منتخب چند بخشی.
۱۲	آمریک ای لاتین	B3 (Brazil) – Datawise / UP2DATA	ملی	اشتراک فید وAPI	متمرکز مالی	حاکمیت مقرراتی بورس (CVM)	پلتفرم و سرویس دادهی مالی در مقیاس ملی (بازار سهام برزیل) با کانال‌های متعدد داده و توزیع کلاد.
۱۳	هند	Infosys Data Marketplace	تخصصی و سازمانی	مجوز سازمانی و مشاوره	هیبرید چندابری	چارچوب حاکمیت قابل سفارشی سازمانی	بستر اوپن‌سورس و کلاد-نیتیو برای تبادل داده‌ی شهری تحت حمایت وزارت راه و شهرسازی هند و IISc ؛ برای شبکه‌ی شهرهای هوشمند.
۱۴	هند	IUDX (India Urban Data Exchange)	ملی (دولتی، OSS)	زیرساخت باز و رایگان	فدراتیو باز	حاکمیت باز و چارچوب رضایت استاندارد	استقرار در ۱۰ شهر هوشمند - راهکار کلادبیس برای ایجاد مارکت پلیس داده، API درون سازمانی و بین سازمانی (بیشتر محصول سازمانی تا مارکت پلیس عمومی).

۴. یافته ها

یافته های پژوهش به تفکیک پنج فاز عبارتند از:

۱،٤ فاز اول- شناسایی ۱۲ شاخص و مولفه اصلی(KSI) بازارهای داده دیجیتال بر اساس مدلSTOF

طبق فلوچارتPRISMA؛ در مرحله شناسایی، ۱۲۶۴ سند یافت شد، ۳۱۴ سند تکراری حذف و۹۵۰ سند باقیمانده بر اساس عنوان و چکیده غربال شدند که به ۱۵۸ متن کامل جهت ارزیابی منجر گردید. در نهایت، مرور نظام‌مند ادبیات، به انتخاب ۵۸ مطالعه برای فراترکیب کیفی انجامید که از ۲۰۲۱ به بعد، رشد معناداری در انتشار آثار مشاهده شد. داده‌ها برحسب شناسه، سال، هدف، ابعاد پوشش‌داده‌شده، روش، مکانیزم‌ها، شکاف‌ها و پیشنهادها استخراج شد و ارزیابی کیفیت با چک

لیست‌های JBI انجام و آثار زیر آستانه کنار گذاشته شدند. نگاشت مطالعات بر چارچوب STOF+2CC نشان داد که تمرکز اصلی بر ابعاد فناوری(T) و سازمان(O) است؛ در مقابل، بُعد مالی(F) به‌صورت پراکنده و عمدتاً در حد اشاره به قیمت‌گذاری، هزینه‌های انطباق و مدل‌های کسب‌وکار ساده بررسی شده و بُعد خدمت(S) نیز غالباً به توصیف سرویس‌های پلتفرمی و APIها محدود مانده است. در سطح مفهومی، ناهمگنی جدی در کاربرد و تعریف «معماری داده» و «حکمرانی داده» دیده می‌شود. از منظر روش‌شناختی، بدنه‌ی ادبیات غالباً مفهومی، چارچوب‌محور و مروری است و مطالعات تجربی، ارزیابی کمی و سنجش‌پذیر کمتر دیده می‌شود؛ امری که لزوم گذار به چارچوب‌های چند بُعدی قابل‌سنجش و اجماع‌محور را تقویت می‌کند.

۵۸ مطالعه با هدف استخراج مؤلفه‌ها و شاخص‌های کلیدی بازار داده، هم‌راستا با چهار بُعد مدل STOF (خدمت، فناوری، سازمان، مالی) و دو لایه میان‌بُر «معماری داده‌ی» و «حکمرانی داده» ، وارد تحلیل کیفی شدند. چرخه‌ی کدگذاری پس از خوشه‌بندی و پالایش اجماعی، به ۱۲ مؤلفه‌ی نهایی فروکاسته شد؛ این مؤلفه‌ها دقیقاً با چهار بُعد و دو لایه‌ی میان‌بُرهم‌راستا هستند. تحلیل حساسیت α نشان داد؛ حذف تصادفی ۱۰٪مطالعات هیچ تغییری در ترکیب مؤلفه‌ها ایجاد نمی‌کند ($\Delta \leq 1$)، و تحلیل β (کاهش آستانه‌ی خوشه‌بندی از ۷۰٪ به ۶۵٪) تنها دو مؤلفه‌ی اضافی کم اعتبار تولید کرد که در اجماع خبرگان رد شدند؛ بنابراین ساختار ۱۲گانه پایدار تلقی شد. آستانه‌ی کیفیت ۶ از ۸ JBI بهترین توازن میان پوشش ادبیات و دقت را فراهم کرد؛ آستانه‌های پایین‌تر مؤلفه‌های کم‌مدرک و ناپایدار وارد می‌کرد و آستانه‌های بالاتر باعث حذف مطالعات کلیدی فناوری و تضعیف بُعد T می‌شد.

به منظور تعیین کفایت و روایی محتوایی شاخص‌ها، در دو دور دلفی، هر دوازده شاخص پیشنهادی موفق به کسب میانه ≥ ۴ و ضریب روایی محتوا $CVR \geq 0.60$ (آستانه پذیرش برای $n = 12$ برابر ۵۶٪) شدند؛ بنابراین هیچ شاخصی حذف نشد و ساختار نهاییِ ۱۲ مؤلفه با اجماع خبرگان تثبیت گردید. تحلیل حساسیت نشان داد؛ تغییر وزن نسبی زیرگروه‌های خبرگی یا حذف تصادفی ۱۰٪ پاسخ‌ها، رتبه چهار شاخص نخست را جابه‌جا نمی‌کند ($\Delta \leq 1$)، بدین‌ترتیب، ترکیب منظم شواهد کتابخانه‌ای (SLR) ، نگاشت مفهومی به چارچوب STOF+2CC و اعتبارسنجی پانل خبرگان، پایه‌ای معتبر برای شاخص‌های کلیدی موفقیت(KSIها) بازار داده فراهم ساخت و مسیر ارزیابی پلتفرم‌ها را در مراحل بعدی پژوهش روشن کرد.

جدول شماره ۲- ابعاد و جنبه های کلیدی بازارهای داده دیجیتال بر پایهی مدل STOF

بُعد STOF	شاخص های کلیدی موفقیت (KSI)	ایده اصلی شاخص
فنی	KSI1. مقیاس‌پذیری افقی و عمودی	سامانه در برابر رشد حجم و تنوع داده افت کارایی نکند.
	KSI2. یکپارچگی و تعامل‌پذیری بلادرنگ	قابلیت اتصال و ترکیب سریع داده از منابع ناهمگون.
	KSI3. امنیت و حریم خصوصی چندلایه	رمزنگاری، کنترل دسترسی، انطباق با GDPR و مقررات بومی.
سازمانی	KSI4. بلوغ حکمرانی داده	شفافیت مالکیت، خط‌مشی و گردش‌کار کنترل‌شده در سطح دامنه و مرکز.
	KSI5. چابکی و استقلال دامنه‌ها	زمان انتشار یک محصول‌داده یا API به کمتر از دوهفته برسد.
	KSI6. آمادگی فرهنگی و مهارتی	میزان پذیرش معماری داده نوین و مهارت تیم‌ها در کار با آن.
خدماتی	KSI7. کیفیت داده و اعتمادپذیری	صحت، کامل بودن، و مستندسازی تبار داده برای کاربران.
	KSI8. دسترس‌پذیری و کارایی(SLA)	Uptime و میانگین زمان پاسخ APIها در محدوده SLA متعهد شده باشد.
	KSI9. قابلیت سلف‌سرویس و تجربه کاربر	سهولت جست‌وجو، پیش‌نمایش، خرید و مصرف داده (UX / DX)
مالی	KSI10. کارایی هزینه TCO / پایین	نسبت هزینه زیرساخت و عملیات به خروجی ارزش (Cost per Query)
	KSI11. ظرفیت درآمدزایی و نرخ تبدیل	ارزش اقتصادی حاصل از فروش داده یا اشتراک‌ها در واحد زمان
	KSI12. بازگشت سرمایه داده	دوره بازگشت و سود خالص ناشی از بهره‌برداری از معماری پیشنهادی.

لایه میان‌بُر معماری داده	درجه هیبرید یا فدرال بودن معماری	سنجش میزان ترکیب معماری دامنه‌ای و مرکزی
	تعامل‌پذیری استاندارد	ارزیابی سطح استانداردسازی تبادل داده
	خودکارسازی خط‌مشی	سنجش میزان استفاده از موتورهای خط‌مشی و سیستم‌های خودکار
لایه میان‌بُر حکمرانی داده	سطح بلوغ سیاست‌های حکمرانی	نشان‌دهنده میزان رسمی‌بودن و کارآمدی سیاست‌ها
	ممیزی و پایش دوره‌ای	بررسی شفافیت و قابلیت رهگیری فعالیت‌ها
	پاسخگویی و مسئولیت‌پذیری	سنجش وضوح مسئولیت‌ها در اکوسیستم داده

۲٫۴ فاز دوم- وزن‌دهی شاخص‌ها و مولفه‌های اصلی بازارهای داده دیجیتال با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتب(AHP) و تعیین آستانه پذیرش

وزن‌های نهایی ابعاد چهارگانه مدلSTOF به شرح جدول شماره ۳ محاسبه شد: فنی (۰.۳۴)، سازمانی (۰.۲۷)، خدماتی (۰.۲۲) و مالی (۰.۱۷). جهت حفظ تعادل چهار بُعد اصلی، دو لایه میان‌بُر «معماری داده» و «حکمرانی داده» وزن صفر دارند ولی برای تحلیل مکمل و ارزیابی کیفی پلتفرم‌ها استفاده می‌شوند و به عنوان محورهای افقی تمام ابعاد را متاثر می کنند.

در بُعد فنی، «مقیاس‌پذیری» با وزن جهانی ۰.۱۳۹۴ مهم‌ترین شاخص است؛ بنابراین هر پلتفرمی که در این معیار زیر ۰.۷۰ امتیاز نرمال‌شده کسب کند، نخستین اولویت بهبود خواهد بود. در بُعد مالی، «کارایی هزینه» حساس‌ترین شاخص است؛ ولی وزن جهانی آن نسبت به شاخص‌های فنی کمتر است، و بازتاب‌دهنده‌ی ریسک‌پذیری کمتر سازمان در حوزه هزینه‌ای است. استفاده از دو حد۷۰٪ و ۰.۸۵٪، امکان تفکیک سریع وضعیت «قبول و رد» و برنامه‌ریزی بهبود مرحله‌ای را فراهم می‌کند و در عین حال با سیاست محافظه‌کارانه سازگار است. (جدول شماره ۳)

جدول شماره ۳-ماتریس وزن‌دهی شاخص‌ها(AHP)

بُعد و وزن STOF	شاخص های کلیدی موفقیت(KSI)	وزن	وزن جهانی (بُعد × شاخص)	آستانه پذیرش	آستانه بهبود
فنی(T) = ۰.۳۴	۱. مقیاس‌پذیری افقی و عمودی	۰.۴۱	۰.۱۳۹۴	۰.۷۰	۰.۸۵
	۲. یکپارچگی و تعامل‌پذیری بلادرنگ	۰.۳۲	۰.۱۰۸۸	۰.۷۰	۰.۸۵
	۳. امنیت و حریم خصوصی چندلایه	۰.۲۷	۰.۰۹۱۸	۰.۷۰	۰.۸۵
سازمانی(O) = ۰.۲۷	۴. بلوغ حکمرانی داده	۰.۳۹	۰.۱۰۵۳	۰.۷۰	۰.۸۵
	۵. چابکی و استقلال دامنه‌ها	۰.۳۵	۰.۰۹۴۵	۰.۷۰	۰.۸۵
	۶. آمادگی فرهنگی و مهارتی	۰.۲۶	۰.۰۷۰۲	۰.۷۰	۰.۸۵
خدمات(S) = ۰.۲۲	۷. کیفیت داده و اعتمادپذیری	۰.۳۸	۰.۰۸۳۶	۰.۷۰	۰.۸۵
	۸. دسترس‌پذیری و کارایی (SLA)	۰.۳۴	۰.۰۷۴۸	۰.۷۰	۰.۸۵
	۹. قابلیت سلف‌سرویس و تجربه کاربر	۰.۲۸	۰.۰۶۱۶	۰.۷۰	۰.۸۵
مالی(F) = ۰.۱۷	۱۰. کارایی هزینه TCO / پایین	۰.۴۰	۰.۰۶۸۰	۰.۷۰	۰.۸۵
	۱۱. ظرفیت درآمدزایی و نرخ تبدیل	۰.۳۳	۰.۰۵۶۱	۰.۷۰	۰.۸۵
	۱۲. بازگشت سرمایه داده	۰.۲۷	۰.۰۴۵۹	۰.۷۰	۰.۸۵
لایه میان‌بُر «معماری داده» (CC-Arch)	درجه هیبرید یا فدرال بودن معماری	۰	۰	ارزیابی جداگانه	
	تعامل‌پذیری استاندارد	۰	۰		
	خودکارسازی خط‌مشی	۰	۰		
لایه میان‌بُر	سطح بلوغ سیاست‌های حکمرانی	۰	۰	ارزیابی جداگانه	

«حکمرانی داده» (CC-Gov)	ممیزی و پایش دوره‌ای	۰	۰	
	پاسخگویی و مسئولیت‌پذیری	۰	۰	
جمع کل		۱.۰۰	۱.۰۰۰	

بدین ترتیب، تمامی شاخص‌ها به‌وضوح در جدول مرجع یا آستانه ها (جدول شماره ۳) ثبت شدند تا در مراحل ارزیابی و اجرای عملیاتی، تصمیم‌گیری در خصوص وضعیت عملکرد شاخص‌ها و نیاز به اقدامات اصلاحی، سریع و شفاف باشد. این جدول مبنای دقیق و قابل استنادی را برای ارزیابی چند بُعدی بازارهای داده دیجیتال در مراحل بعدی پژوهش فراهم می‌کند.

۳،٤ فاز سوم-تبدیل ۱۲ شاخص و مولفه اصلی بازارهای داده به ۳۰ سنجه‌های قابل اندازه گیری

خروجی این فرایند، یک ماتریس جامع تبدیل شاخص(KSI) به سنجه قابل اندازه‌گیری(KPI) می‌باشد. برای مثال، شاخص «کیفیت داده» به سنجه‌هایی نظیر «درصد پوشش استانداردهای متادیتا» و «فراوانی و دقت عملیات پروفایلینگ داده‌ها» تبدیل شد؛ همچنین شاخص «چابکی سازمانی» به سنجه‌هایی همچون «درصد دامنه‌های دارای استقلال در تولید داده» و «میانگین زمان انتشار محصول داده (کمتر از دو هفته)» تبدیل گردید.

جدول شماره۴-تبدیل شاخص کلیدی موفقیت به ۳۰ سنجه‌ی عملیاتی قابل اندازه‌گیری

STOF	KSIs	سنجه‌های عددی قابل اندازه‌گیری (KPIs)	فرمول	واحد	روش جمع آوری داده	دوره/ تناوب
T	۱.مقیاس پذیری افقی یا عمودی	۱.نرخ پاسخ به افزایش حجم داده[1]	حداکثر تراکنش پایدار در ثانیه نسبت به TPS مرجع (Max TPS ÷ TPS Baseline) × 100	٪	تست بار افزایشی	فصلی
		۲. نرخ تحمل‌پذیری افزایش منابع CPU/RAM	(منابع استفاده‌شده ÷ منابع افزوده) × ۱۰۰	٪	لاگ زیرساخت	فصلی
		۳.درصد موفقیت تست‌های Auto-Scaling	(موارد موفق ÷ کل تست‌ها) × ۱۰۰	٪	گزارش CI/CD	فصلی
T	۲. یکپارچگی و تعامل پذیری	۴. میانگین تأخیر در یکپارچه‌سازی داده (ثانیه)	زمان تأخیر ÷ تعداد عملیات Σ	sec	CDC لاگ	ماهانه
		۵. درصد سازگاری API ها با استاندارد های GraphQL و OpenAPI	100 × (API استاندارد ÷ کل API)	٪	مستند API	شش‌ماه
T	۳. امنیت و حریم خصوصی چند لایه	۶. درصد انطباق با GDPR و استاندارد های امنیت داده ملی	میانگین امتیاز گواهی‌ها (SOC 2, ISO 27001, PCI-DSS)	٪	گزارش ممیزی	سالیانه
		۷.نرخ وقوع رخدادهای امنیتی (حوادث/ماه)	(تعداد رخداد ÷ ماه)	تعداد	SIEM	ماهانه
		۸.درصد داده‌های رمزنگاری‌شده در حالت سکون	(حجم رمزنگاری‌شده ÷ کل حجم) × ۱۰۰	٪	اسکن ذخیره‌ساز	فصلی
O	۴. بلوغ حکمرانی داده	۹.درصد دامنه‌ها با مالکیت داده مشخص	(DAMA امتیاز ۵–۰) × ۲۰	٪	پرسشنامه بلوغ	سالیانه
		۱۰. نسبت سیاست‌های حکمرانی فعال به سیاست‌های تدوین‌شده	(سیاست‌های فعال ÷ کل سیاست‌ها) × ۱۰۰	٪	مخزن سیاست‌ها	شش‌ماه

[1] Throughput Elasticity

		۱۱. فراوانی جلسات بازبینی سیاست‌ها (جلسه/سال)	تعداد جلسات در سال	تعداد	صورت جلسات	سالیانه
O	۵.چابکی و استقلال دامنه‌ها	۱۲.درصد دامنه‌های خودمختار در انتشار محصول داده	(دامنه‌های خودمختار ÷ کل دامنه‌ها) × ۱۰۰	٪	لاگ GitOps	فصلی
		۱۳.میانگین زمان انتشار محصولات داده جدید	[(روز چرخه ÷ حد آستانه) × ۱۰۰] - ۱۰۰	روز	لاگ CI/CD	فصلی
O	۶. آمادگی فرهنگی و مهارتی	۱۴. نرخ پذیرش فناوری جدید توسط کارکنان	(پاسخ مثبت ÷ کل پاسخ‌ها) × ۱۰۰	٪	نظرسنجی داخلی	سالیانه
		۱۵.درصد کارکنان آموزش دیده در معماری جدید	میانگین امتیاز «سوادی داده» ×۲۰	٪	گزارش HR LMS	سالیانه
S	۷. کیفیت داده و اعتماد پذیری	۱۶. درصد رعایت استانداردهای متا دیتا (DCAT/Schema.org)	(مانیتورینگ بلادرنگ×0.7) + (0.3×DQM)	٪	DQ ابزار	فصلی
		۱۷.فراوانی انجام پروفایلینگ داده‌ها (پروفایل/ماهی)	تعداد پروفایل ÷ ماه	تعداد	DQ لاگ	ماهانه
		۱۸.درصد دقت داده (حجم خطا/کل)	(حجم داده صحیح ÷ کل حجم) × ۱۰۰	٪	تست دقت اتوماتیک	ماهانه
S	۸.SLA	۱۹. میانگین زمان پاسخ APIها (میلی ثانیه)	زمان پاسخ ÷ تعداد درخواست Σ	ms	APM	ماهانه
		۲۰. درصد آپ‌تایم بالای ۹۹.۹٪	2÷(Latency آپ‌تایم وزنی + میانگین نرمال%)		گزارش SLA	ماهانه
S	۹. قابلیت سلف سرویس و تجربه کاربر	۲۱.امتیاز تجربه کاربر SUS (0-100)	(0.4 × SUS) + (0.3 × NPS) + (0.3 × TSR)	امتیاز	آزمون UX	فصلی
		۲۲.زمان متوسط تکمیل فرایند خرید یا اشتراک داده (دقیقه)	زمان تکمیل ÷ تعداد تراکنش Σ	min	لاگ تراکنش	ماهانه
		۲۳. درصد کاربران فعال دارای دسترسی سلف سرویس	(کاربران سلف‌سرویس ÷ کل کاربران فعال) × ۱۰۰	٪	IAM لاگ	ماهانه
F	۱۰.کارایی هزینه/TCO پایین	۲۴. هزینه متوسط هر درخواست داده (USD)	هزینه کل مالکیت به‌ازای۱PB داده نسبت به مرجع صنعتی [100 ÷ TCO)]-100	دلار	صورتحساب	شش‌ماه
		۲۵. درصد کاهش هزینه‌های زیرساختی نسبت به حالت پایه	(کاهش هزینه ÷ هزینه پایه) × ۱۰۰	٪	حسابداری ابری	شش‌ماه
F	۱۱. ظرفیت درآمد زایی و نرخ تبدیل	۲۶. نرخ تبدیل بازدیدکننده به خریدار داده	(تعداد خریداران ÷ بازدیدکنندگان) × ۱۰۰	٪	Analytics	ماهانه
		۲۷.درآمد متوسط ماهانه از فروش داده (USD)	درآمد عملیاتی از داده (USD) ÷ حجم داده فروخته‌شده(GB)	دلار	ERP / Billing	ماهانه
F	۱۲. بازگشت سرمایه داده	۲۸. دوره زمانی بازگشت سرمایه (ماه)	(سود خالص داده ÷ سرمایه‌گذاری داده) × ۱۰۰	ماه	برنامه مالی	سالیانه
		۲۹. درصد سود خالص ناشی از معماری پیشنهادی نسبت به هزینه‌ها	(سود خالص ÷ سرمایه‌گذاری داده) × ۱۰۰	٪	صورت سود و زیان	سالیانه
		۳۰. نرخ رشد ارزش مالی داده‌ها در طول زمان(CAGR %)	[(ارزش انتهایی ÷ ارزش ابتدایی) ^ (1/n) - 1	٪	تحلیل مالی	سالیانه

CC-Arch	درجه هیبرید یا فدرال بودن معماری	درصد اجزای هیبرید و فدرال در کل معماری تبادل داده	(اجزای هیبرید و فدرال ÷ کل اجزا) × ۱۰۰	٪	معماری سیستم	سالیانه
	تعامل‌پذیری استاندارد	درصد APIها و پروتکل‌های تبادل که با استانداردهای باز (مانند OAS، JSON-LD، DCAT) منطبق هستند.	(API/پروتکل منطبق با استاندارد ÷ کل API/پروتکل) × 100	٪	مستندات API	شش‌ماه
	خودکارسازی خط‌مشی	درصد قوانین و کنترل‌های دسترسی که به‌صورت خودکار در تبادل داده اعمال می‌شوند.	(قوانین خودکار ÷ کل قوانین) × ۱۰۰	٪	لاگ کنترل دسترسی	شش‌ماه
CC-Gov	سطح بلوغ سیاست‌های حکمرانی	امتیاز بلوغ حکمرانی داده بر اساس مدل DAMA یا CDMC (سطح ۱ تا ۵)	CDMC × 20 یا DAMA امتیاز مدل	٪	پرسشنامه بلوغ	سالیانه
	ممیزی و پالش دوره ای	تعداد و پوشش ممیزی‌های انجام‌شده در بازه زمانی مشخص.	تعداد ممیزی در سال	تعداد	گزارش ممیزی	سالیانه
	پاسخگویی و مسئولیت پذیری	درصد نقش‌ها و مسئولیت‌های داده‌ای که به‌صورت رسمی تعیین و ابلاغ شده‌اند.	(نقش‌ها/مسئولیت‌های رسمی ÷ کل نقش‌ها) × ۱۰۰	٪	مستندات سازمانی	سالیانه

جدول شماره ۴، همراه با وزن‌های AHP (جدول شماره ۳)، یک چارچوب عملی کامل برای پایش، ارزیابی و بهبود بازار داده فراهم می‌کند.

چارچوب نهایی STOF+2CC با مقیاس سنجش و وزن‌دهی

شکل شماره ۱، چارچوب نهایی STOF+2CC می‌باشد که بر پایه‌ی SLR، فراترکیب کیفی و دلفی(۱۲خبره) استخراج و به اجماع رسیده است. در این شکل، چهار بُعد خدمات، فناوری، سازمان و مالی مدل STOF، همراه با دو لایه‌ی میان‌بُر «معماری داده (CC1)» و «حکمرانی داده (CC2)» به‌صورت مؤلفه‌ها و شاخص‌های کلیدی موفقیت (KSIs) نمایش داده شده‌اند.

شکل شماره ۱- چارچوب STOF+2CC بازارهای داده دیجیتال

لایه‌ی میان‌بُر معماری داده‌ی (CC1)

لایه‌ی میان‌بُر حکمرانی داده(CC2)

فناوری(T)	سازمان(O)	خدمات(S)	مالی(F)
KSI1. مقیاس‌پذیری افقی و عمودی KSI2. یکپارچگی و تعامل پذیری بلادرنگ KSI3. امنیت و حریم خصوصی چند لایه	KSI4. بلوغ حکمرانی داده KSI5. چابکی و استقلال دامنه‌ها KSI6. آمادگی فرهنگی و مهارتی	KSI7. کیفیت داده و اعتماد پذیری KSI8. دسترس پذیری و کارایی (SLA) KSI9. قابلیت سلف سرویس و تجربه‌ی کاربر	KSI10. کارایی هزینه TCO/ پایین KSI11. ظرفیت درآمدزایی و نرخ تبدیل KSI12. بازگشت سرمایه داده

۴,۴ فاز چهارم- تحلیل تطبیقی بر پایه چارچوب (STOF +2CC)

تحلیل تطبیقی بر روی ۱۴ پلتفرم با تنوع جغرافیایی و مدل کسب‌وکار، ارزیابی انجام شد. بازآزمون سرپرستی روی ٪۲۰ نمونه‌ها ٪۹۴ تطابق نشان داد و پایایی بین ارزیابان $\kappa = 0.79$ بود. تحلیل حساسیت وزن‌ها (±۱۰٪) بیشترین جابه‌جایی رتبه را به تغییر بین رتبه‌های ۲ و ۳ محدود کرد و پایداری رتبه‌بندی را تأیید نمود.

جدول شماره ۵-امتیاز تطبیقی پلتفرم‌های بازار داده بر پایه ۱۲ شاخص کلیدی چارچوب (STOF +2CC)

ردیف	پلتفرم	S	T	O	F	CC-Arch	CC-Gov	نمره کل	توضیح
۱	AWS Data Exchange	۰.۸۷	۰.۸۳	۰.۷۵	۰.۷۲	۰.۷۵	۰.۷۵	**۰.۷۲**	بیشترین تنوع داده و اتصال مستقیم به سرویس های AWS؛ امنیت و صورتحساب یکپارچه
۲	Azure Data Share/ Purview	۰.۸۵	۰.۸۱	۰.۷۸	۰.۷۰	۰.۸۲	۰.۷۸	**۰.۷۱**	اشتراک داده درون و میان سازمانی با ردیابی تبار و سیاست‌هایPurview؛ هزینه رقابتی
۳	Google Analytics Hub	۰.۸۴	۰.۸۰	۰.۷۷	۰.۶۹	۰.۸۱	۰.۷۸	**۰.۷۰**	اشتراک BigQuery با حریم خصوصی سخت‌گیر؛ مدل درآمدزایی هنوز محدود
٤	Snowflake Data Cloud Marketplace	۰.۸۰	۰.۷۸	۰.۷۱	۰.۷۶	۰.۷۹	۰.۷۰	**۰.۶۹**	داده زنده و آماده سؤالات؛ TCO پایین و اتصال چندابری
٥	Alibaba Cloud Data Exchange	۰.۷۹	۰.۷۴	۰.۷۳	۰.۷۰	۰.۷۸	۰.۷۵	**۰.۶۷**	RDS ٪ SLA 99.997 و اکوسیستم آسیا-اقیانوسیه؛ چالش استانداردسازی بین‌الملل
٦	Huawei Cloud (Data/ Exchange)	۰.۷۴	۰.۷۳	۰.۶۷	۰.۷۰	۰.۷۵	۰.۶۸	**۰.۶۴**	پلتفرم یکپارچه‌سازی و BI؛ بلوغ حکمرانی بهبود می‌خواهد
۷	Shanxi Data Exchange	۰.۶۸	۰.۷۰	۰.۶۰	۰.۶۵	۰.۷۰	۰.۶۰	**۰.۵۹**	بازار متمرکز داده‌های AI در چین؛ شفافیت سازمانی و مقررات بین‌المللی محدود
۸	Dawex (France)	۰.۷۷	۰.۷۵	۰.۶۸	۰.۷۴	۰.۷۶	۰.۶۶	**۰.۶۶**	راهکار تبادل غیرمتمرکز با مدیریت ریسک و حاکمیت داده قوی
۹	Datarade (Berlin)	۰.۷۸	۰.۷۲	۰.۶۶	۰.۷۱	۰.۷۲	۰.۶۸	**۰.۶۴**	بازار B2B با صدها فروشنده پریمیوم؛ تعامل‌پذیری API متوسط
۱۰	OVH cloud Data Services	۰.۷۰	۰.۶۷	۰.۶۵	۰.۶۸	۰.۷۰	۰.۶۳	**۰.۶۱**	مزیت میزبانی داده در اتحادیه اروپا و قیمت مناسب؛ مقیاس فنی محدود
۱۱	Semantix Data Marketplace (Brazil)	۰.۷۲	۰.۶۸	۰.۶۴	۰.۶۹	۰.۷۰	۰.۶۵	**۰.۶۱**	داده‌های عمومیِ منظم با رعایت قوانین حریم خصوصی برزیل
۱۲	B3 (Brazil) – Datawise / UP2DATA	۰.۷۰	۰.۶۶	۰.۶۳	۰.۷۲	۰.۶۸	۰.۶۴	**۰.۶۱**	توزیع داده بازار سرمایه؛ تمرکز مالی پررنگ ولی مقیاس فنی متوسط
۱۳	Infosys Data Marketplace	۰.۷۲	۰.۶۸	۰.۷۰	۰.۶۹	۰.۶۹	۰.۶۸	**۰.۶۳**	پلتفرم چندابریِ مشاوره‌محور با کاتالوگ راه‌حل‌های AIو داده
۱٤	IUDX (India Urban	۰.۶۹	۰.۶۷	۰.۷۰	۰.۵۵	۰.۶۵	۰.۷۲	**۰.۵۹**	پلتفرم متن‌بازِ داده شهری با تأکید بر استانداردهای BIS؛ مدل درآمدی محدود

								Data Exchange)	
*نمره‌ی کل = (0.17 × F) + (0.27 × O) + (0.34 × T) + (0.22 × S)									

الف- خوشه‌بندی کلی پلتفرم‌ها بر مبنای نمره‌ی کل

پلتفرم‌های بررسی‌شده در سه خوشه کلی بر اساس نمره‌ی کل تقسیم‌بندی شدند: خوشه‌ی نخست، پلتفرم‌های پیشرو با نمره‌ی کل برابر یا بیشتر از ۰.۷۰ را شامل می‌شود که شامل AWS، Azure و Google است؛ این پلتفرم‌ها به‌عنوان هایپراسکیلرهای ابری شناخته می‌شوند که دارای پشته‌ی فناوری عمیق، تنوع بالای خدمات، و سطح نسبتاً بالایی از حکمرانی داده‌اند و همگی از آستانه‌ی پذیرش ۰.۷۰ عبور کرده‌اند. در خوشه‌ی رقابتی میانی با دامنه‌ی نمره‌ی ۰.۶۵ تا ۰.۶۹، پلتفرم‌هایی چون Snowflake، Alibaba، Dawex، Datarade و Huawei قرار دارند؛ این پلتفرم‌ها در یک یا دو بعد عملکردی مزیت مشخصی دارند؛ (برای مثال Snowflake در بُعد F (مدل درآمدی) و TCO (هزینه‌ی کل مالکیت)، Alibaba در انسجام اکوسیستم آسیایی، و Dawex در حکمرانی غیرمتمرکز) اما دست‌کم در یک بُعد دیگر عملکردشان پایین‌تر از ۰.۷۰ است. سرانجام، خوشه‌ی رو به رشد یا خوشه‌ی بومی و منطقه‌ای با دامنه‌ی نمره‌ی کل بین ۰.۵۹ تا ۰.۶۴ شامل OVHcloud، Infosys، Semantix، B3، Shanxi و IUDX است؛ این پلتفرم‌ها اغلب تمرکز جغرافیایی یا صنعتی دارند و با محدودیت‌هایی در مقیاس‌پذیری، سرمایه‌گذاری یا رعایت استانداردهای بین‌المللی مواجه‌اند، به‌ویژه در ابعاد T (زیرساخت) و F (مدل درآمدی پایدار) که بیشترین شکاف‌ها مشاهده شده است.

ب- خوشه‌بندی کلی پلتفرم‌ها بر مبنای بررسی بُعدی شاخص‌ها

تحلیل بُعدی شاخص‌های ارزیابی نشان می‌دهد که عملکرد پلتفرم‌ها در چهار بُعد اصلی(سرویس، فناوری، سازمان، و مالی) تفاوت‌های معناداری دارد.

- بُعد Service(S) با وزن ۰.۲۲، کم‌چالش‌ترین بُعد است (فقط پلتفرم های Shanxi(۰.۶۸) و IUDX(۰.۶۹) زیرآستانه‌ی ۰.۷۰ هستند).
- بُعد Technology(T) با وزن۰.۳۴، در پنج پلتفرم زیرِ آستانه است (OVH=۰.۶۷، Semantix=۰.۶۸، B3=۰.۶۶، Infosys=۰.۶۸، IUDX=۰.۶۷) و محدودیت های مقیاس و استاندارد API عامل مشترک در این پلتفرم ها هستند.
- بُعد Organization(O) با وزن ۰.۲۷، بیشترین شکاف را نشان می‌دهد. هفت پلتفرم زیر آستانه هستند (Huawei، Shanxi، Dawex، Datarade، OVH، Semantix، B3)، یعنی حکمرانی، نقش‌مالکیت داده و چابکی دامنه‌ها نقاط گلوگاهی‌اند.
- سرانجام، بُعد Finance(F) با وزن ۰.۱۷، در شش پلتفرم زیر آستانه است (Google، Shanxi، OVH، Semantix، Infosys، IUDX)، که به مدل درآمد، نرخ تبدیل و TCO برمی‌گردد.

ج) خوشه‌بندی کلی پلتفرم‌ها بر مبنای لایه‌های میان‌بُر

لایه‌های میان‌بُر که شامل معماری(CC-Arch) و حکمرانی داده (CC-Gov) هستند، اگرچه در محاسبه‌ی نمره‌ی کل لحاظ نشده‌اند، اما تصویری روشن از آمادگی برای استقرار چنددامنه‌ای و بلوغ معماری کلان ارائه می‌دهند. در لایه‌ی CC-Arch، پلتفرم‌های Azure با امتیاز ۰.۸۲ و Google با ۰.۸۱ بهترین بهره‌برداری را از ترکیب معماری‌های متمرکز و غیرمتمرکز نشان می‌دهند، درحالی‌که OVHcloud با امتیاز ۰.۷۰ به‌دلیل محدودیت در مقیاس‌پذیری، همچنان در چابک‌سازی شبکه داده عقب مانده است. در لایه‌ی CC-Gov، بهره‌گیری از ابزارهایی مانند Purview در Azure(۰.۷۸) و IAM Policy-Hub در AWS(۰.۷۵) این پلتفرم‌ها را در تطبیق با مقررات، قابلیت حسابرسی و کنترل‌های حکمرانی پیشتاز کرده است. اما

پلتفرم‌هایی مانند Shanxi(۰.۶۰) و Huawei(۰.۶۸) همچنان به شفافیت بیشتر در حوزه‌ی انطباق فرامرزی، گزارش‌گری ممیزی و مکانیزم‌های اخلاقی نیاز دارند.

یافته ها تایید می کنند؛ که توان فنی و حکمرانی مهم‌ترین محرک تفاوت عملکرد پلتفرم‌هاست؛ از این‌رو در بخش «بحث» مداخلات پیشنهادی ابتدا بر ابعاد فناوری(T) و سازمانی(O) متمرکز و سپس برای ابعاد مالی(F) و خدمات(S) تکمیل شده‌اند. همچنین نتایج نشان داد؛ که لایه‌های میان‌بُر CC-Arch و CC-Gov نقش جدی در تکمیل توصیف عملکرد بازارهای داده داشتند. در لایه‌ی معماری داده مشاهده گردید؛ پلتفرم‌هایی که ساختار فدرال یا هیبرید را با استانداردهای تعامل‌پذیری بالا پذیرفته بودند، در زمینه‌ی انعطاف‌پذیری و مقیاس‌پذیری امتیازات بهتری کسب کردند. این یافته با مطالعاتی مانند Jahnke و همکاران[17] همسوست، که بر برتری معماری فدرال در بازارهای داده تأکید کرده‌اند، چرا که چنین معماری‌ای امکان خودمختاری دامنه‌ها را حفظ کرده و تعامل بین آن‌ها را تسهیل می‌کند. همچنین در لایه‌ی حکمرانی یافته‌ها نشان داد؛ پلتفرم‌هایی که در سیاست‌گذاری و سازوکارهای پاسخگو بلوغ بالایی دارند، از نظر اعتماد و انطباق قانونی برتری دارند؛ این موضوع با روندهای رو به گسترش حکمرانی فدرال در معماری‌های مدرن مانند Data Mesh هم‌راستا است؛ جایی که تمرکز بر توازن میان کنترل مرکزی و خودمختاری دامنه‌هاست[18].

د) هم‌ترازی نتایج با اهدف پژوهش

نتایج ارزیابی نشان می‌دهد؛ چارچوب پیشنهادی دقیقاً با اهداف پژوهش هم‌تراز است: توزیع نمره‌ها بر اساس وزن‌های به‌دست‌آمده از AHP ($T = 0.34$، $O = 0.27$، $S = 0.22$، $F = 0.17$) پلتفرم‌هایی را که واقعاً در ابعاد فنی (معماری داده) و سازمانی(حکمرانی داده) قدرتمندند (هایپراسکیلرها) در رتبه‌های بالاتر قرار داده و در عین حال شکاف‌های محسوس پلتفرم‌های منطقه‌ای را در این ابعاد نمایان کرده است. افزون بر این، حضور همزمان بازیگران جهانی و نمونه‌های بومی و منطقه‌ای (مانند IUDX و Shanxi) نشان می‌دهد، ابزار ارزیابی قادر است تفاوت‌های زمینه‌ای را آشکار کند و از نظر تنوع نمونه آزموده و سازگار است، بنابراین قابلیت تعمیم چارچوب STOF+2CC به محیط‌های مختلف تقویت می‌شود.

ه) توصیه‌های عملی برای بازارهای «رو به رشد»

برای بازارهای «رو به رشد»، چهار اقدام اولویت‌دار پیشنهاد می‌شود تا شکاف‌های کلیدی در چارچوب STOF+2CC برطرف شود: نخست، در بُعد سازمان(O) و لایه‌ی میان‌بُر CC-Gov، تدوین یک خط‌مشی«Layered Access Policy[1] » همراه با ممیزی‌های دوره‌ای می‌تواند شاخص حکمرانی (KSI-4) را دست‌کم به ۰،۷۰ برساند. دوم، در بُعد فناوری(T) و لایه‌ی میان‌بُرCC-Arch، پیاده‌سازی مجموعه‌ای از APIهای سازگار با OpenAPI یا GraphQL می‌تواند شاخص استانداردسازی رابطها (KSI-2) را تا ۰،۸۰ ارتقا دهد. سوم، در بُعد مالی، تعریف بسته‌های ارزش‌افزوده نظیر «Insight-as-a-Service[2]» کمک می‌کند شاخص مدل درآمدی (KSI-11) به ۰،۷۰ یا بالاتر برسد. در نهایت، برای بُعد خدمات یا سرویس، ایجاد یک پورتال سلف سرویس همراه با داشبورد یکپارچه‌ی هزینه، شاخص تجربه‌ی کاربر(KSI-9) را تا دست‌کم ۰.۷۰ بهبود خواهد داد؛ مجموعه‌ی این اقدامات نقشه‌ی راهی عملی برای ارتقای بلوغ پلتفرم‌های نوپا فراهم می‌کند.

[1] دسترسی لایه ای یا Tiered Access معمولاً با Role-Based Access Control (RBAC) و یا Attribute-Based Access Control (ABAC) و«Policy-as-Code» اجرا می‌شود.

[2] در حوزه بازار داده معمولاً این اصطلاح به معنای تحویل مستقیم نتایج تحلیل، مدل‌سازی یا پیش‌بینی (نه خود داده‌ی خام) به مشتری است؛ مثل یک داشبورد یا گزارش آماده که از داده‌ی پردازش‌شده به دست آمده است.

۵. نتیجه گیری

پژوهش حاضر یک چارچوب عملیاتی برای ارزیابی بازارهای داده ارائه می‌کند که چهار بُعد مدل STOF را با دو لایه‌ی میان‌بُرِ «معماری داده» و «حکمرانی داده» پیوند می‌دهد؛ ۱۲ شاخص کلیدی وزن‌دهی‌شده (AHP) و ۳۰ سنجه‌ی عملیاتی (۱۰۰–۰) امکان اندازه‌گیری، مقایسه و اولویت‌گذاری را فراهم می‌سازند. اجرای پایلوت روی ۱۴ پلتفرم نشان داد، چارچوب قادر است؛ تفاوت‌های زمینه‌ای (جهانی، منطقه‌ای) و (متمرکز، هیبرید و فدرال) را آشکار کند و برای تصمیم‌های طراحی، سرمایه‌گذاری و تنظیم‌گری قابل اتکا باشد. در جمع‌بندی، بلوغ فنی و حکمرانی مهم‌ترین محرک‌های عملکرد بازار داده‌اند؛ نتیجه‌ای که هم با وزن‌های به‌دست‌آمده و هم با رتبه‌بندی تجربی پلتفرم‌ها سازگار است و می‌تواند مبنای طراحی معماری مرجع و بومی‌سازی قرار گیرد.

۶. محدودیت‌ها

(الف)پوشش زمانی مرور به ۲۰۲۵–۲۰۱۹ محدود بوده و تغییرات سریع بازار ممکن است برخی سازوکارهای جدید را خارج از دامنه نگه دارد؛ (ب) انتخاب و امتیازدهی پلتفرم‌ها بر مستندات عمومی و رسمی تکیه داشته و به داده‌های محرمانه‌ی عملیاتی دسترسی نداشته‌ایم؛ (ج) پانل خبرگان در دلفی وAHP هدفمند و نسبتاً کوچک است و امکان سوگیری حوزه‌ای وجود دارد؛ د) لایه‌های میان‌بُر CC-Arch و CC-Gov برای حفظ تعادل ابعاد، در نمره‌ی کل وارد نشده و به‌صورت مکمل گزارش شده‌اند؛ (د) پایلوت تطبیقی مقاطع زمانی را می‌سنجد نه عملکرد طولی؛ بنابراین استنباط‌های علّی محدود است.

۷. مسیر آینده

پیشنهاد می‌شود: (الف) به‌روزرسانی دوره‌ای SLR و سنجه‌ها (به‌ویژه برای استانداردها و سازوکارهای نو مانند «اتاق های پاک داده[1]» و «هوش مصنوعی عامل[2]» و افزودن مطالعات طولی؛ (ب)تعمیق لایه‌های میان‌بُر با سنجش پیوند «سیاست به کُد[3]» و وزن‌دهی سنجه‌های CC در سناریوهای خاص مقرراتی؛ (ج) توسعه‌ی معماری مرجع هیبرید و فدرال بر مبنای شاخص‌های به‌دست‌آمده و ارزیابی آن در الگوهای صنعتی متفاوت؛ (د) انجام مطالعه‌ی بومی‌سازی در ایران(SME شهری) با داده‌های میدانی و مصاحبه‌های عمیق برای کالیبراسیون آستانه‌ها و وزن‌ها؛ (ی) مستندسازی کیت ارزیابی (چک‌لیست، داشبورد Heatmap و Radar) به‌منظور استفاده‌ی سازمان‌ها و تنظیم‌گران.

۸. مراجع

1.van de Ven, M., Abbas, A. E., Roosenboom-Kwee, Z., & de Reuver, M. (2021). Creating a taxonomy of business models for data marketplaces. In Proceedings of the 34th Bled

[1] Data clean rooms(تحلیل مشترک بدون افشای داده خام)

[2] Agentic AI(عامل‌های خودکار که کارهای داده‌ای را انجام می‌دهند)

[3] Policy-to-code(تبدیل سیاست‌های حکمرانی به قواعد ماشینی با اجرای مستقیم سیستم)

eConference – Digital Support from Crisis to Progressive Change (pp. 313–325). University of Maribor Press.

2.Abbas, A. E. (2021). Designing data governance mechanisms for data marketplace meta-platforms. In A. Pucihar, M. K. Borstnar, R. Bons, G. Ongena, & D. Vidmar (Eds.), Proceedings of the 34th Bled eConference – Digital Support from Crisis to Progressive Change (pp. 695–707). University of Maribor Press.

3.Abbas, A. E., Ofe, H., Zuiderwijk-van Eijk, A., & de Reuver, M. (2022). Preparing future business data sharing via a meta-platform for data marketplaces: Exploring antecedents and consequences of data sovereignty. In Proceedings of the 35th Bled eConference – Digital Restructuring and Human (Re)Action (pp. 571–586). University of Maribor Press.

4.Abbas, A. E., Agahari, W., Ofe, H., Zuiderwijk-van Eijk, A., & de Reuver, M. (2023). Toward sovereign data exchange through a meta-platform for data marketplaces: A preliminary evaluation of the perceived efficacy of control mechanisms. In A. Pucihar et al. (Eds.), Proceedings of the 36th Bled eConference – Digital Economy and Society: The Balancing Act for Digital Innovation in Times of Instability (pp. 285–300). University of Maribor Press.

5.Abbas, A. E., van Velzen, T., Ofe, H., van de Kaa, G., Zuiderwijk-van Eijk, A., & de Reuver, M. (2024). Beyond control over data: Conceptualizing data sovereignty from a social contract perspective. Electronic Markets, *34*(1), 1–21.

6.Abbas, A. E. (2024). Designing and evaluating control mechanisms for sovereign data sharing through a meta-platform for data marketplaces (Doctoral dissertation, Delft University of Technology). TU Delft Repository.

7.Abbas, A. E., Agahari, W., van de Ven, M., Zuiderwijk-van Eijk, A. M. G., & de Reuver, G. A. (2021). Business data sharing through data marketplaces: A systematic literature review. Proceedings of the 34th Bled eConference – Digital Support from Crisis to Progressive Change, 695–707. University of Maribor Press.

8.Spiekermann, M. (2019). Data marketplaces: Trends and monetisation of data goods. *Intereconomics, 54*(4), 208–216.

9.Jarke, M., Otto, B., & Ram, S. (2019). Data sovereignty and data space ecosystems. Business & Information Systems Engineering, 61(5), 549–550.

10. Kairouz, P., McMahan, H. B., et al. (2021). Advances and open problems in federated learning. Foundations and Trends in Machine Learning, *14*(1–2), 1–210.

11. Otto, B., & Jarke, M. (2019). Designing a multi-sided data platform: Findings from the International Data Spaces case. Electronic Markets, 29(4), 561–580.

12. Bernardo, B. M. V., Galdino, F. S., & Silva, A. R. L. (2024). Data governance & quality management—Innovation and research trends: A systematic review. Innovation & Management Review.

13. Acev, D., Sÿngjell, M., & Hellström, D. (2025). Systematic analysis of data governance frameworks and their application domains. Journal of Business Economics, 95, 1–25.

14. Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, 372, n71.

15. Noblit, G. W., & Hare, R. D. (1988). Meta-ethnography: Synthesizing qualitative studies. SAGE Publications.

16. Sandelowski, M., & Barroso, J. (2007). Handbook for synthesizing qualitative research. Springer Publishing Company.

17. Jahnke, N., Jussen, I., Schoormann, T., & Möller, F. (2024). Designing Federated Data Marketplaces in Industrial Production: Findings from a Prototypical Implementation. In Wirtschaftsinformatik 2024 Proceedings (pp. 1–16).

18. Wider, A., Verma, S., & Akhtar, A. (2023). Decentralized data governance as part of a data mesh platform: Concepts and approaches. arXiv.