

سلسله‌مراتب مفهومی معماری/معماری‌سازی سیستم و پارادایم‌های تحقیق در عملیات

میترا فهیمی^{*1}، محمدرضا مهرگان²، محمد ابویی اردکان³

- 1- دانشجوی دکتری، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران
- 2- استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران
- 3- دانشیار، گروه مدیریت دولتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

پذیرش: 1396/7/1

دریافت: 1395/9/13

چکیده

تحقیق در عملیات و معماری/معماری‌سازی سیستم دو حوزه برای مواجهه با پیچیدگی هستند. هر دوی آنها به صورت گسترده در رشته‌های گوناگون مورد استفاده قرار گرفته‌اند؛ هرچند معماری/معماری‌سازی نسبت به تحقیق در عملیات برای مواجهه با مسائل پیچیده، رویکرد غالب محسوب می‌شود. بررسی‌ها بر روی تحقیقات پیشین معماری/معماری‌سازی سیستم نشان‌دهنده نبود فرآیند ایجاد معماری است. در این مطالعه می‌خواهیم با مقایسه بنیان‌های فلسفی هر دو حوزه در سطح روش‌شناختی، مفید بودن رویکردهای تحقیق در عملیات را به منظور ایجاد نظریه برای معماری/معماری‌سازی سیستم نشان دهیم. بر این اساس با استفاده از منطق حملی، رویکردهای تحقیق در عملیات -تحقیق در عملیات سخت، تحقیق در عملیات نرم و تحقیق در عملیات انتقادی- به جز تحقیق در عملیات پُست‌مدرن می‌توانند ابزار مفیدی برای معماری/معماری‌سازی سیستم باشند. بنابراین در اولین گام، گزاره‌های حملی معماری/معماری‌سازی سیستم و پارادایم‌های تحقیق در عملیات استخراج شد و سپس بر اساس منطق حملی با یکدیگر مقایسه شدند. همچنین برای استانداردسازی در

نگارش، از زبان برنامه‌نویسی LISP استفاده شد. در نهایت، خلاصه نتایج در قالب سلسله‌مراتب مفهومی معماری‌سازی و تحقیق در عملیات و با اقتباس از سلسله‌مراتب مفهومی ارائه‌شده توسط پاول تاگارد ارائه شد. این سلسله‌مراتب مفهومی، بازنمایی از رابطه میان رویکردهای تحقیق در عملیات و معماری‌سازی سیستم است.

واژگان کلیدی: پارادایم‌های تحقیق در عملیات؛ سلسله‌مراتب مفهومی؛ معماری/معماری‌سازی سیستم؛ منطق حملی.

1- مقدمه

زندگی ما به‌صورت فزاینده‌ای در حال پیچیده شدن است؛ به‌طوری‌که پیرامون ما سرشار از عدم اطمینان است و کنترل کامل بر رویدادها برای دستیابی به اطمینان غیرممکن به نظر می‌رسد [1، ص 3]. قطعاً این عدم اطمینان در دنیای کسب‌وکار نیز وجود دارد. در حال حاضر، مدیران نیز خود را در دنیای گوناگونی می‌یابند که اغلب نامشخص، آشفته، پیچیده، غیرخطی، غیرقابل پیش‌بینی، پویا و حتی پست‌مدرن است؛ این در حالی است که مدل‌های قدیمی و سنتی مورداستفاده مدیران، در این دنیای جدید کافی نیستند. بنابراین، ظهور علوم جدید با ابزارهای مدیریتی، مدل‌ها، اصول و حتی پارادایم‌های جدید فلسفی، امکان موفقیت سازمان در دنیای کنونی را فراهم می‌کند. دلیل اصلی این عدم اطمینان‌ها پیچیدگی است و از این‌رو طی دهه‌های گذشته، توجه به مفهوم پیچیدگی و سیستم‌های پیچیده بسیار افزایش یافته است. علم پیچیدگی برای مواجهه با پدیده سیستم‌های باز توسعه یافت که از طریق قوانین کلاسیک نیوتن قابل توصیف نیستند [2]. مشخص است که سیستم‌های پیچیده نسبت به سیستم‌های ساده دارای چالش‌های فنی و مدیریتی بسیاری هستند و برای موفقیت این سیستم‌ها نیاز به الگوهای فکری و بینش‌های قدرتمندتری وجود دارد [3، ص 17]. به‌طور کلی، پیچیدگی زندگی مدرن وجود دارد؛ پس باید راه‌هایی برای مدیریت آن اتخاذ کرد [1، ص 3].

دو رویکرد برای مواجهه با پیچیدگی وجود دارد؛ اول، معماری و معماری‌سازی¹ که رویکرد غالب است. معماری برآمده از پیچیدگی سیستم است و اصولاً معماری در پاسخ به مسئله‌های پیچیده‌ای به وجود آمد که با استفاده از قوانین و رویه‌های از پیش تعیین شده قابل حل نبودند [4، ص xiii-xv]. معماری اصولاً بیانگر وضع موجود، وضع مطلوب و طراحی فرآیند گذار از وضع موجود جهت رسیدن به وضع مطلوب است [5]. رویکرد دوم OR است که همواره به‌عنوان رویکردی برای حل مسئله، یادگیری و کمک به بهبود تصمیم‌گیری به‌کار رفته است. در این رابطه، مطرح‌شدن پارادایم‌های نرم و سخت برای مواجهه با مسائل پیچیده و برتری یکی از پارادایم‌ها برای حل پیچیدگی مورد توجه پژوهشگران بوده است [6، ص 8، 24]. هرچند می‌توان دو رویکرد انتقادی و پست‌مدرن را نیز به رویکردهای سخت و نرم اضافه کرد؛ رویکردهایی که به دلیل پیچیدگی بیش‌ازحد مسائل و ناکارآمدی رویکردهای موجود به وجود می‌آمدند [7، ص 16].

همان‌طور که اشاره شد، معماری رویکرد غالب برای مواجهه با پیچیدگی است اما فرآیند، و یا نظریه‌ای از معماری‌سازی سیستم حمایت نمی‌کند. هدف از این مطالعه بررسی قابلیت کاربرد پارادایم‌های OR برای ساخت فرآیندی جهت معماری‌سازی سیستم است؛ یعنی تعیین پارادایم‌های مناسب تحقیق در عملیات جهت معماری‌سازی سیستم است. به عبارت دیگر، فرضیه اصلی این است: ترکیب روش‌شناسی‌های چندگانه مبتنی بر پارادایم‌های گوناگون تحقیق در عملیات برای معماری‌سازی سیستم قابل استفاده هستند. بنابراین چهار فرضیه با این مضمون مطرح می‌شود که رویکردهای (پارادایم‌های) تحقیق در عملیات سخت، نرم، انتقادی و پست‌مدرن مبتنی بر بنیان‌های فلسفی اثبات‌گرایی، تفسیری، انتقادی و پست‌مدرن می‌توانند به‌عنوان ابزارهایی جهت ساخت فرآیند معماری‌سازی سیستم مورد استفاده قرار گیرند. از این رو پس از استخراج گزاره‌های حملی، این فرضیه‌ها بر اساس منطق حملی

1. معماری‌سازی (architecting)، مصدر معماری (architecture) است. این واژه با توجه به تعریف موجود در کتاب رکتین و مایر به این صورت ترجمه شده است.

بررسی شده و برای فهم بهتر با استفاده از زبان برنامه‌نویسی LISP بازنویسی شده‌اند.

2- پیشینه پژوهش

2-1- معماری/معماری‌سازی سیستم

ساخت و مدیریت سیستم‌های پیچیده دارای تعداد زیادی مسئله است که باید حل شوند. بنابراین، موفقیت هر سیستمی به صورت مستقیم وابسته به حل معقول تعدادی از این مسائل است. برخی از این مسائل به صورت مستقیم و با استفاده از دانش‌های موجود حل می‌شوند اما برخی دیگر نیاز به تلاش‌های خاصی دارند. به عبارت دیگر، سازندگان و مدیران سیستم‌های پیچیده باید بتوانند مسائل را زمانی که اطلاعات کامل وجود ندارد و دنیا رفتار قابل پیش‌بینی از خود نشان نمی‌دهد، حل کنند [3، ص 24]. معماری/معماری‌سازی یکی از رویکردهای مواجهه با پیچیدگی و ابزاری برای حل مسائل به حساب می‌آید. برای معماری/معماری‌سازی سیستم تعاریفی -واژه‌نامه Perry-Garlan، MIL-STD-498، INCOSE SAWG¹، OMG MDA، IEEE، Webster، IEEE architecture working group (AWG)، Maier's tongue-in-cheek rule of thumb و Maier and Rechtin- وجود دارد که اغلب آن‌ها دارای مبنای مشترکی هستند و برخی دیگر تعاریفی با سطح انتزاع بالاتری هستند. از میان تعاریف ارائه شده، تعریف رکتین² یکی از بهترین تعاریف معماری‌سازی سیستم است:

«معماری‌سازی، برنامه‌ریزی و ساخت ساختارها است» [4، ص xiii].

به اعتقاد مایر و رکتین، معماری پاسخی است به پیچیدگی و در آن از راه‌هایی نظیر کاهش یا افزایش مسئله و... استفاده می‌شود [8، ص 26]. در واقع معماری با خاصیتی نرم‌تر، چیزی متفاوت از مهندسی، به سیستم و اصولاً مسئله نگاه می‌کند. برخی معتقدند مهندسی جزئی از معماری است و برخی دیگر خلاف این مورد را

1. The International Council on Systems Engineering (INCOSE) Systems Architecture Working Group (SAWG)

2 Rechtin

سلسله‌مراتب مفهومی معماری/معماری‌سازی ... _____ میترا فهیمی و همکاران

معتقدند؛ هرچند در حدود 70-80 درصد طرح‌های مهندسی سیستم‌ها و فرآیندها به دلیل فقدان یک رویکرد و نگرش روش‌شناسانه مناسب و به دلیل استفاده از ابزارها و روش‌های نامناسب با شکست مواجه شده است [11؛ 9، ص. 10؛ 1/ 30-31؛ 4، صص. 11-13؛ 8، صص. 7-8؛ 3، صص. 14-16].

در پیشینه تحقیقات مرتبط با معماری/معماری‌سازی سیستم، روش‌های معماری کلاسیک، بنیان‌های موجود برای معماری سیستم‌های مدرن، دیدگاه‌های معماری، مراحل معماری، چارچوب‌های معماری، کنش‌های اصلی معمار، ارزیابی معماری و چارچوب‌های بلوغ معماری وجود دارند اما چیزی که وجود ندارد نحوه معماری‌سازی سیستم است. برای مثال، مراحل اولیه معماری کلاسیک مربوط به ساختاردهی ترکیبی ساختارنیافته از رؤیاهای، امیدها، نیازها و احتمالات فنی است. این زمانی است که نیاز به هنر معماری وجود دارد. بعدازآن، معماری وارد مرحله یکپارچگی و میانجیگری میان زیرسیستم‌ها و رابط‌ها می‌شود که زمان استفاده از روش‌شناسی‌های عقلایی و هنجاری است. در مرحله نهایی، نیاز به تأیید کل سیستم است. در این مرحله باید از علم و هنر معماری استفاده کرد [9، ص. 25] اما چگونگی این ترکیب و معماری‌سازی در هیچ منبعی وجود ندارد. هدف، طراحی این معماری‌سازی با توجه به ویژگی‌های بستر مسائل موجود در معماری‌سازی است. پیشنهاد ما استفاده از رویکردهای OR برای ارائه نحوه معماری‌سازی است که در بخش بعدی به آن پرداخته شده است.

2-2- تحقیق در عملیات

اصل و ریشه مدل‌ها و روش‌های OR به جنگ جهانی دوم به سال 1941 [اواخر دهه 30] و در انگلستان می‌رسد. جایی که بسیاری از مسائل راهبردی و تاکتیکی نظام دفاعی به قدری پیچیده بودند که امکان حل آن‌ها توسط یک فرد یا حتی یک رشته وجود نداشت. در نتیجه برای پاسخ به این مسائل، گروهی از دانشمندان با پیش‌زمینه‌های دانشگاهی در قالب گروهی در ارتش مشغول به کار شدند. این تیم‌ها،

نهایتاً، نام خود را تیم‌های پژوهش عملیاتی [تحقیق در عملیات] گذاشتند. بعد از جنگ، OR در زمینه‌های غیرنظامی مورد استقبال قرار نگرفت تا این‌که به علت رویدادهایی وارد حوزه‌های غیرنظامی نیز شد [12، ص. XX؛ 13].

اما OR چیست؟ OR تحلیلی ریاضی یا علمی از کارایی و عملکرد نظام‌مند نیروی انسانی، ماشین، تجهیزات و سیاست‌های مورد استفاده در عملیات دولتی، نظامی و تجاری است. بنابراین OR علوم طبیعی نیست؛ همان‌طور که علوم اجتماعی نیز نیست، بلکه علم تصمیم‌گیری و علم انتخاب است [14، ص. X]. مبنای اصلی این تعریف و تعاریف مشابه آن مدل‌های ریاضی، بهینه‌سازی، تصمیم‌گیری، و انتخاب است. در نهایت، این نوع از OR در پژوهش‌های موضوعی به نام تحقیق در عملیات سخت معروف شده است و برخی از پژوهشگران از آن به‌عنوان اولین پارادایم علم مدیریت و به نام پارادایم بهینه‌سازی/هنجاری نام می‌برند که رشد و توسعه آن بیشتر از سال 1940 الی 1970 بوده است [15].

بر اساس مفاهیم علم نرمال¹، انقلاب علمی² و تغییر پارادایم توماس کوهن [16، صص. 117-118]، این تغییر وضعیت در حوزه تحقیق در عملیات نیز قابل‌مشاهده بود. روزنهد³ معتقد بود زمانی که OR سخت به مسائل راهبردی بسط داده می‌شود، از لحاظ عملی غیرممکن و از لحاظ اجتماعی غیرمطلوب است [17]. افراد دیگری همچون اکاف⁴، هوس⁵، هانسن⁶، چرچمن⁷، فارستر⁸ و... نیز در ناتوانی OR سخت دلایلی مطرح کرده‌اند که نتیجه آن تغییر پارادایم OR از اثبات‌گرایی به تفسیرگرایی و در نتیجه از OR سخت به OR نرم بود [19؛ 12، ص. XX؛ 20، ص 255؛ 21؛ 18؛ 17؛ 22]. در این نوع از OR اصولاً نوع و ماهیت مسئله، هدف از به‌کارگیری آن، فضای راه‌حل‌ها، نقش ذی‌نفعان، مدل، نوع اعتبارسنجی، نوع مهارت‌های موردنیاز و بسیاری

1 Normal science

2 Scientific revolution

3 Rosenhead

4 Ackoff

5 Hoos

6 Hansen

7 Churchman

8 Forrester

از عوامل دیگر متفاوت از OR سخت است [23؛ 18]. هرچند به اعتقاد آکرمن¹ تحقیق در عملیات نرم یا رویکردهای ساختاردهی مسئله به دلیل مورد توجه قرار دادن مسئله و نه نتایج آزمون‌پذیر، و تمایل پژوهشگران به اشراف بر محتوا و فرآیند مسئله و مدنظر قرار دادن محتوا در این رویکردها، کمتر مورد استفاده قرار گرفته‌اند [24]. به صورت خلاصه می‌توان گفت هدف از OR نرم کمک به یادگیری افراد از طریق بررسی موقعیت مسئله و مشارکت کلیه ذی‌نفعان برای دستیابی به اهدافی نامشخص -رسیدن به جواب رضایت‌بخش- با استفاده از داده‌های کیفی است؛ برخلاف OR سخت که هدف از آن کمک به تصمیم‌گیری افراد برای دستیابی به اهداف مشخص و درواقع، حل مسئله -رسیدن به جواب بهینه- با استفاده از داده‌های کمی-قطعی یا دارای عدم اطمینان- است.

پس‌ازاین دو رویکرد، رویکردهای انتقادی (1980-1990) و پست‌مدرن (2000 به بعد) نیز ظهور یافتند. نشانه‌های طرفدار اصلاحات بالقوه OR/MS در دهه 1970 ظهور یافت و اولین گام آن حمله به دیگر شکل‌های علم مدیریت و OR بود. OR/MS سنتی که ابتدا تحت حملات و انتقادهای متفکران سیستمی نرم قرار گرفته بود، اینک خود تحت حملات و انتقادهای پژوهشگران پیرو مکتب مارکسیست از جمله هالس، جکسون و فلود، روزنهد، روزنهد و تانهارست، و تینکر و لو قرار گرفت. آن‌ها هر دو رویکرد سخت و نرم را -به علت عدم توانایی در مواجهه با ادراک‌های چندگانه از واقعیت، دشواری در برخورد با پیچیدگی زیاد، محافظه‌کاری درونی آن، تأکید بیش‌ازحد بر ریاضیات و مدل‌های ریاضی و خوش‌بینانه فرض کردن تصور افراد برای دستیابی به توافق در موقعیت‌های مسئله پیچیده و در موقعیت‌هایی با تعارض‌های بنیادین میان گروه‌ها از طریق گفتگو- مورد انتقاد قرار دادند و زمینه را برای بروز رویکردی دیگر به نام OR انتقادی (رهایی‌بخش)/تفکر سیستمی انتقادی فراهم کردند [15؛ 25، ص. 295؛ 20، ص. 198].

تفکر سیستمی رهایی‌بخش در شناسایی تضادهای سیستم‌های اجتماعی، وجود تعارض‌ها و تسلط برخی از گروه‌ها بر دیگر رویکردها مزیت دارد. در این رویکرد،

1 Ackerman

تضادها و تعارض‌ها غیرقابل‌حل در نظر گرفته می‌شوند؛ هرچند که این موضوع باعث انتقاد افرادی مانند اکاف و چکلند شده است. هدف این نوع تفکر ارتقاء تغییرات بنیادی و رها کردن اکثریت محروم‌شدگان است. در این حالت، موضوعات نابرابری بین طبقات اجتماعی، جنسیت‌ها، نژادها و افراد با نگرش‌های گوناگون جنسیتی که تحت حمایت دیگر رویکردهای سیستمی قرار ندارند، در رویکرد سیستمی رهایی‌بخش مورد توجه و بررسی قرار می‌گیرند [25، ص. 330].

اما رویکرد چهارم در حوزه علم مدیریت/تفکر سیستمی یا پژوهش عملیاتی، رویکرد پست‌مدرن است. هدف از این رویکرد کمک به مدیران برای بهبود وضعیت سازمان‌هایشان از طریق ارتقاء و ترویج تنوع است. این رویکرد از آن رو توسعه پیدا کرد که به نظر می‌رسید اندیشه‌های کارکردگرا (اثبات‌گرایانه)، تفسیرگرا و رهایی‌بخش خلاقیت و تنوع را منکوب می‌کنند. پست‌مدرن با تخریب و به سخره گرفتن کوشش‌هایی که دیگر پارادایم‌ها برای تحمیل نظم خودخواسته بر دنیای بسیار پیچیده، زورمدارانه و متنوع انجام می‌دهند در جبهه مقابل آن‌ها قرار می‌گیرد. اندیشمندان پست‌مدرن بر این باورند که رویارویی با مسئله‌ها تنها از طریق راهکارهای محلی و موقت میسر است [7، ص. 320]. رویکرد پست‌مدرن در OR با چارچوبی به نام PANDA¹ و اولین بار توسط تاکت و وایت در سال 1997 مطرح و در سال 2000 تحت عنوان کتابی به نام «شراکت و مشارکت: تصمیم‌گیری در وضعیت چندعاملی» ارائه شد [26]. در واقع، تاکت و وایت با بکارگیری پارادایم پست‌مدرن در علم مدیریت، به گفته خود یک کتاب آشپزی ارائه کرده‌اند که دارای برخی از دستورالعمل‌های مطلوب و برگزیده است اما دیگران را به تنوع و نوآوری در آشپزی واقعی تشویق می‌کنند. آن‌ها معتقدند این کتاب هیچ تضمینی ارائه نمی‌کند [7، ص. 261؛ 27، ص. xiv] اما با بررسی چارچوب PANDA می‌توان فهمید این چارچوب چیزی بیش از ترکیب رویکردهای سخت، نرم و انتقادی OR نیست.

1. Participatory appraisal of needs and the development of action

3- روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش برای تعیین پارادایم‌های مناسب تحقیق در عملیات جهت معماری‌سازی سیستم، ابتدا با بررسی مبانی نظری در دو حوزه معماری‌سازی و تحقیق در عملیات گزاره‌های پارادایم‌های تحقیق در عملیات و معماری‌سازی تعریف شد. قیاس‌ها نیز بر این اساس و طبق منطق حملی ایجاد شد.

3-1- منطق حملی

علم منطق، علم استدلال است و استدلال درست، بزرگ‌ترین جلوه و ثمره تفکر بشر است. استدلال‌ها نیز به اعتبار نوع ادعایی که مطرح می‌کنند به دو گروه کلی استدلال قیاسی (قیاس) و استدلال استقرائی (استقرا) تقسیم می‌شوند [28، ص. 2-4]. علم منطق، منطق علم و ساختار معرفت علمی را آشکار می‌سازد و منطق حاکم بر پژوهش را نیز بازشناسی و معرفی می‌کند. با این رویکرد منطقی به علم و در تناظر با استدلال قیاسی و استقرائی در منطق، علوم را نیز به دودسته کلی علوم قیاسی¹، و علوم استقرائی² می‌توان تقسیم کرد [28، ص. 5-6]. علوم قیاسی، علمی هستند که احکام، گزاره‌ها و مدعیات آن‌ها با روش قیاسی اثبات می‌شوند و علوم استقرائی علمی هستند که احکام و گزاره‌های آن‌ها با روش استقرائی تأیید می‌شوند [28، ص. 6]. از آنجاکه در این پژوهش نیازمند اثبات فرضیه و نظریه‌سازی برای معماری‌سازی سیستم هستیم باید از منطق قیاسی استفاده شود؛ بنابراین از منطق حملی استفاده شده است.

گزاره حملی، ادعایی درباره روابط میان دسته‌ها است. هر گزاره حملی یک رابطه معین موجود بین دو کلاس را بیان می‌کند. بخش‌های گزاره که به دسته‌ها اطلاق می‌شوند، حد گزاره نامیده می‌شوند؛ دو نوع حد وجود دارد: موضوع و محمول که به صورت S و P نشان داده می‌شوند و هر گزاره به‌گونه‌ای نوشته می‌شود که شکل آن بدون تغییر در معنی، به صورت «موضوع، محمول است»³ باشد. موضوع و

1 Deductive science

2 Inductive science

3 S is P

محمول همیشه یک کلمه نیستند؛ در حقیقت، این حالت یک مورد کمیاب است. اغلب موارد، یک یا هر دو حد یک عبارت پیچیده هستند [29، ص 145-146].

در کنار موضوع و محمول، مؤلفه سوم گزاره‌های حملی نیز وجود دارد که با کلمه‌های «است» یا «هستند» نشان داده می‌شوند. این مؤلفه که عضو رابط¹ نامیده می‌شود، موضوع و محمول را به یکدیگر متصل می‌کند. عضو رابط می‌تواند موجه² یا سالبه³ باشد. به این دو صفت گزاره‌ها، کیفیت⁴ آن‌ها گفته می‌شود [29، ص. 146].

چهارمین و آخرین مؤلفه گزاره حملی، کمیت است که نسبت به دیگر مؤلفه‌ها کمتر مشهود است. گزاره با شکل «همه Sها، P هستند» در کمیت کلیه⁵ هستند. گزاره با شکل «بعضی Sها، P هستند» در کمیت جزئی⁶ است. این کمیت، هم در گزاره‌های سالبه و هم در گزاره‌های موجه وجود دارد [29، صص. 146-147].

کیفیت و کمیت با یکدیگر شکل⁷ منطقی گزاره و موضوع و محمول محتوای⁸ گزاره را تعیین می‌کنند. از آنجاکه کیفیت و کمیت دو حالت دارند، لذا چهار شکل برای گزاره حملی وجود دارد [29، ص 147]. در قیاس حملی، دو مقدمه و یک نتیجه وجود دارد که هر دو مقدمه و نتیجه، گزاره‌های حملی هستند. حد که در محمول نتیجه رخ می‌دهد، حد کبری⁹ قیاس نامیده می‌شود. همچنین این حد در یکی از مقدمات وجود دارد که آن مقدمه، مقدمه کبری¹⁰ نامیده می‌شود. حد که در موضوع نتیجه رخ می‌دهد، حد صغری¹¹ و مقدمه‌ای که در آن وجود دارد، مقدمه صغری¹² نامیده می‌شود و حدی که در بخشی از نتیجه نیست ولی در هر دو مقدمه وجود دارد، حد وسط نامیده می‌شود [29، صص. 179-180]. موقعیت حد وسط در مقدمه‌ها، شکل

1 Copula
 2 Affirmative
 3 Negative
 4 Quality
 5 Universal
 6 Particular
 7 Form
 8 Content
 9 Major term
 10 Major premise
 11 Minor term
 12 Minor premise

سلسله‌مراتب مفهومی معماری/معماری‌سازی ... _____ میترا فهیمی و همکاران

قیاس¹ نامیده می‌شود. از آنجاکه دو مقدمه و دو موقعیت ممکن برای حد وسط در هر مقدمه وجود دارد، چهار شکل ایجاد می‌شود [29، ص 181].
برای تعیین اعتبار قیاس حملی، از پنج قاعده زیر استفاده می‌شود [29، صص. 190-194]:

1. حد وسط باید حداقل در یکی از مقدمه‌ها تعمیم‌یافته باشد؛
2. اگر حد کبری یا صغری در نتیجه تعمیم‌یافته باشند، باید در مقدمه‌ای که وجود دارند نیز تعمیم‌یافته باشند؛
3. هر دو مقدمه نمی‌توانند، منفی باشند؛
4. اگر یکی از مقدمه‌ها منفی است نتیجه نیز باید منفی باشد و اگر نتیجه منفی است، یکی از مقدمه‌ها باید منفی باشند؛
5. اگر نتیجه خاص است، یکی از مقدمه‌ها نیز باید خاص باشند.

3-2- سلسله‌مراتب مفهومی

سلسله‌مراتب مفهومی² برگرفته از نظریه تغییر مفهومی³ یا انقلاب مفهومی پاول تاگارد است. به اعتقاد وی انقلاب‌های مفهومی زمانی رخ می‌دهند که یک نظام مفهومی جدید جایگزین تمام نظام‌های مفاهیم پیشین می‌شود [30، صص. 11]. از نظر تاگارد، مفاهیم علمی جزئی اساسی در بافت نظریه‌های علمی هستند و فرآیندهای اصلی علم یعنی تبیین و حل مسئله با واسطه و کمک مفاهیم و ساختارهای مفهومی به انجام می‌رسند [31، صص. 43].

وی معتقد است، نظریه‌پردازان در فلسفه، روانشناسی و هوش مصنوعی دیدگاه‌های مختلفی از ماهیت مفاهیم پیشنهاد کرده‌اند اما برای توصیف غنی مفاهیم و تغییرات مفهومی نیاز به غلبه بر این دیدگاه‌های گسترده است. مفاهیم می‌توانند بسیاری از کارکردهای روان‌شناختی را به کار گیرند و به‌عنوان ساختارهای پیچیده محاسباتی یا پردازشی⁴ به‌صورت سلسله‌مراتب نوع و سلسله‌مراتب جزء،

1 Figure of the syllogism

2 Conceptual hierarchies

3 Conceptual change

4 Computational structures

و درک شوند. این ساختارها همچنین شامل قاعده‌هایی هستند که به توضیح‌ها و تبیین‌ها کمک می‌کنند [30، ص. 33]. به اعتقاد تاگارد، «مفهوم» موجودیتی ذهنی است. مفهوم همچون ساختارهای پیچیده وابسته به قاب‌ها و قاعده‌هایی است، اما اولویت خاصی به روابط نوع و جزء-کل می‌دهد که سلسله‌مراتب را تعیین می‌کند و اطلاعات واقعی را در قاعده‌هایی بیان می‌کند که می‌توانند بیش از یک شیار ساده پیچیده باشند [30، صص. 19 و 29].

اما برای درک تحولات مفهومی نیاز به چیزی بیش از ماهیت مفاهیم به‌صورت ایزوله و تنها است؛ به درک چگونگی تناسب مفاهیم با یکدیگر و ایجاد سیستم‌های مفهومی نیاز است. بر این اساس، نظام مفهومی را می‌توان به‌عنوان شبکه‌ای از گره‌ها و ارتباط میان آن‌ها تحلیل کرد. در این شبکه، پنج نوع رابطه وجود دارد [30، صص. 30-31]:

- 1- «ارتباط نوع¹» که از طریق خط مستقیم و با نماد «K» نشان داده می‌شود. این ارتباط نشان می‌دهد یک مفهوم نوعی از مفهوم دیگر است.
- 2- «ارتباط نمونه²» که از طریق خط مستقیم و با نماد «I» نشان داده می‌شود. این ارتباط نشان می‌دهد برخی از موضوعات خاص که به‌جای بیضی در جعبه نشان داده می‌شوند، نمونه‌ای از یک مفهوم هستند.
- 3- «ارتباط قاعده³» که از طریق خطوط منحنی با پیکان و با نماد «R» نشان داده می‌شود. این‌ها روابط کلی و عمومی میان مفاهیم را بیان می‌کنند.
- 4- «ارتباط خاصیت/ویژگی⁴» که از طریق خطوط منحنی با پیکان و با نماد «H» نشان داده می‌شود. این ارتباط نشان می‌دهد یک موضوع دارای خاصیتی است.
- 5- «ارتباط بخش/جزء⁵» که از طریق خط مستقیم با پیکان و با نماد «P» نشان داده می‌شود. این ارتباط نشان می‌دهد یک کل دارای بخش‌ها و اجزایی است.

1. Kind links
 2. Instance links
 3. Rule links
 4. Property links
 5. Part links

از این رو می‌توان با اقتباس از زبان برنامه‌نویسی LISP که در برنامه کامپیوتری PI از حوزه هوش مصنوعی و مدلی عمومی و کلی از حل مسئله است [32، ص. 15]، برای استانداردسازی و بیان، بررسی تطبیقی معماری و OR در سطح رویکردها و بر اساس منطق حملی استفاده کرد.

4- یافته‌های پژوهش

در این مرحله پس از مطالعه و بررسی ادبیات معماری/معماری‌سازی سیستم و همچنین رویکردهای گوناگون OR که مبتنی بر پارادایم‌های فلسفی گوناگون هستند، گزاره‌های حملی استخراج شد. سپس با استفاده از قیاس حملی، این دو رویکرد مجزا جهت تأیید یا رد فرضیه‌های مطرح‌شده با یکدیگر مقایسه شدند. در این مطالعه، بر اساس وضعیت حد وسط بین مقدمه‌های قیاس از شکل‌های اول، دوم و سوم استفاده شده است؛ هرچند شکل اول بیشترین سهم را داشت. در این حالت، 44 قیاس تعریف شد.

شکل اول:	شکل دوم:	شکل سوم:
هر «الف»، «ب» است.	هر «الف»، «ب» است.	هر «ب»، «الف» است.
هر «ب»، «ج» است.	هیچ «ج»، «ب» نیست.	هر «ب»، «ج» است.
∴ هر «الف»، «ج» است.	∴ هیچ «الف»، «ج» نیست.	∴ بعضی «الف»، «ج» است.

پس از این مرحله برای استانداردسازی، خلاصه‌سازی و درک بهتر و راحت‌تر تحلیل‌ها از زبان برنامه‌نویسی LISP جهت انجام مقایسه‌ها استفاده شد. بعد از هر تعریف، X_i ها، Y_i ها، و Z_i های مربوط به آن ارائه شده است. گفتنی است که i های متناظر تشکیل یک قیاس را می‌دهند؛ از این رو خواهیم داشت (جدول‌های 3-11):

Name: Rule1
 Data type: rule
 Concept-attached-to: hard OR/soft OR/critical OR/ post modern OR/ science of architecting/ art of architecting
 Condition: (for all x) (y (\$x) true)
 (for all y) (z (\$y) true)

Action: (for all x) (z (\$x) true)

Strength: 1

جدول X-1 های مربوط به Rule 1

شرح	X _i	شرح	X _i
روش به‌کار رفته در Soft OR	X ₁₈	مدل و روشی در Hard OR	X ₁
موقعیت مسئله قابل‌بررسی در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری)	X ₁₉	روش به‌کار رفته در Hard OR	X ₂
روش به‌کار رفته در Soft OR	X ₂₀	روش به‌کار رفته در Hard OR	X ₃
روش به‌کار رفته در Soft OR	X ₂₁	روش به‌کار رفته در Hard OR	X ₄
روش به‌کار رفته در Soft OR	X ₂₂	مسئله قابل‌بررسی در معماری‌سازی سیستم (علم معماری)	X ₅
روش به‌کار رفته در Soft OR	X ₂₃	متخصص Hard OR	X ₆
روش به‌کار رفته در Soft OR	X ₂₄	متخصص Hard OR	X ₇
متخصص Soft OR	X ₂₅	روش به‌کار رفته در Hard OR	X ₈
مدل در روش به‌کار رفته در Soft OR	X ₂₆	روش به‌کار رفته در Soft OR	X ₉
روش به‌کار رفته در Critical OR	X ₂₇	روش به‌کار رفته در Soft OR	X ₁₀
روش به‌کار رفته در Critical OR	X ₂₈	روش به‌کار رفته در Soft OR	X ₁₁
روش به‌کار رفته در Critical OR	X ₂₉	روش به‌کار رفته در Soft OR	X ₁₂
روش به‌کار رفته در Critical OR	X ₃₀	روش به‌کار رفته در Soft OR	X ₁₃
روش به‌کار رفته در Critical OR	X ₃₁	روش به‌کار رفته در Soft OR	X ₁₄
روش مورد‌استفاده در چارچوب مبتنی بر OR پست‌مدرن	X ₃₂	روش به‌کار رفته در Soft OR	X ₁₅
روش مورد‌استفاده در چارچوب مبتنی بر OR پست‌مدرن	X ₃₃	روش به‌کار رفته در Soft OR	X ₁₆
دانش ایجادشده توسط چارچوب مبتنی بر OR پست‌مدرن	X ₃₄	روش به‌کار رفته در Soft OR	X ₁₇

جدول 2- Y های مربوط به Rule 1

شرح	Y _i	شرح	Y _i
روشی وابسته به بستر و زمینه	Y ₁₈	مدل و روشی کمی و مبتنی بر ریاضی	Y ₁
موقعیت مسئله‌ای بد تعریف‌شده، آشفته یا شرّ	Y ₁₉	روش علمی با ماهیتی دستوری	Y ₂
روشی فاقد راه‌حل تعمیم‌پذیر	Y ₂₀	روشی علمی و دارای قابلیت دستیابی به جواب بهینه	Y ₃
روشی با هدف ایجاد یادگیری	Y ₂₁	روشی علمی برای تصمیم‌گیری	Y ₄
روشی فاقد نیاز به مدل‌های ریاضی و کمی	Y ₂₂	مسئله مشخص، خوب تعریف‌شده و با اهدافی معین	Y ₅
روشی ملزم به در نظر گرفتن طیف گسترده‌ای از تصمیم‌گیرندگان و ذی‌نفعان	Y ₂₃	متخصصی با مهارت تحلیلی	Y ₆
روشی ملزم به تفهیم کردن مدل برای ذی‌نفعان	Y ₂₄	متخصصی با مهارت ریاضی و محاسباتی	Y ₇
متخصصی با مهارت‌های انسانی و مفهومی	Y ₂₅	روش‌های مستقل از مشارکت‌کنندگان	Y ₈
مدلی مبتنی بر ذهن	Y ₂₆	روشی با قابلیت بررسی و در نظر گرفتن اهداف نامشخص	Y ₉
روشی با قابلیت در نظر گرفتن ادراک‌های چندگانه از واقعیت/موقعیت مسئله	Y ₂₇	روشی با قابلیت بررسی و در نظر گرفتن اهداف چندگانه	Y ₁₀
روشی قادر به شناسایی تضادهای سیستم‌های اجتماعی و تعارض‌ها	Y ₂₈	روشی با قابلیت بررسی و در نظر گرفتن اهداف متضاد	Y ₁₁
روشی مخالف با استفاده از روش‌ها و مدل‌های ریاضی	Y ₂₉	روشی با ویژگی وابسته بودن به مشارکت‌کنندگان	Y ₁₂
روشی با راهبرد مداخله در موقعیت مسئله با هدف بررسی و بهبود آن موقعیت	Y ₃₀	روشی مبتنی بر مباحثه	Y ₁₃
روشی با فرض عدم امکان دستیابی به توافق بر اساس مباحثه و مذاکره	Y ₃₁	روشی مبتنی بر به‌کارگیری شهود و قضاوت	Y ₁₄
روشی با بینش پذیرش تضادها و تعارض‌ها	Y ₃₂	روشی با هدف بررسی، توجه و بهبود موقعیت مسئله	Y ₁₅
روشی متکی بر استفاده از ترکیب روش‌شناسی‌های گوناگون و برآمده از راهبرد تکررگرایی و رویکرد Critical OR	Y ₃₃	روشی با قابلیت در نظر گرفتن هر نوع عدم اطمینانی	Y ₁₆
دانشی با ویژگی‌های جانبدارانه، محلی و موقتی	Y ₃₄	روشی با قابلیت و ماهیت ساختاردهی	Y ₁₇

جدول 3- Z های مربوط به Rule 1

Z _i	شرح	Z _i	شرح
Z ₁	مدل و روشی قابل استفاده در معماری‌سازی سیستم (علم معماری)	Z ₁₈	مناسب برای به‌کارگیری در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری)
Z ₂	روشی قابل استفاده در معماری‌سازی سیستم (علم معماری)	Z ₁₉	قابل بررسی توسط روش‌های به‌کار رفته در Soft OR
Z ₃	روشی قابل استفاده در معماری‌سازی سیستم (علم معماری)	Z ₂₀	مناسب برای به‌کارگیری در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری)
Z ₄	روشی قابل استفاده در معماری‌سازی سیستم (علم معماری)	Z ₂₁	مناسب برای به‌کارگیری در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری)
Z ₅	قابل حل توسط روش‌شناسی‌ها، روش‌ها و ابزارهای Hard OR	Z ₂₂	مناسب برای به‌کارگیری در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری)
Z ₆	قابل به‌کارگیری به عنوان متخصص/معمار در معماری‌سازی سیستم (علم معماری)	Z ₂₃	مناسب برای به‌کارگیری در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری)
Z ₇	قابل به‌کارگیری به عنوان متخصص/معمار در معماری‌سازی سیستم (علم معماری)	Z ₂₄	مناسب برای به‌کارگیری در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری)
Z ₈	مناسب برای به‌کارگیری در فرآیند معماری سیستم (علم معماری)	Z ₂₅	مناسب برای به‌کارگیری به‌عنوان متخصص/معمار در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری)
Z ₉	مناسب برای به‌کارگیری در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری)	Z ₂₆	مناسب برای به‌کارگیری در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری)
Z ₁₀	مناسب برای به‌کارگیری در فرآیند معماری سیستم (هنر معماری)	Z ₂₇	مناسب برای به‌کارگیری در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری) است
Z ₁₁	مناسب برای به‌کارگیری در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری)	Z ₂₈	مناسب برای به‌کارگیری در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری) است
Z ₁₂	مناسب برای به‌کارگیری در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری)	Z ₂₉	مناسب برای به‌کارگیری در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری)
Z ₁₃	مناسب برای به‌کارگیری در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری)	Z ₃₀	مناسب برای به‌کارگیری در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری)
Z ₁₄	مناسب برای به‌کارگیری در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری)	Z ₃₁	نامناسب برای به‌کارگیری در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری)
Z ₁₅	مناسب برای به‌کارگیری در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری)	Z ₃₂	مناسب برای معماری‌سازی سیستم (علم و هنر)
Z ₁₆	مناسب برای به‌کارگیری در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری)	Z ₃₃	مناسب برای ایجاد معماری‌سازی سیستم (هنر و علم)
Z ₁₇	مناسب برای به‌کارگیری در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری)	Z ₃₄	فاقد معیارهای مطلوب برای نتایج برآمده از معماری‌سازی سیستم (علم و هنر معماری)

سلسله مراتب مفهومی معماری/معماری سازی ... میترا فهیمی و همکاران

Name: Rule2
 Data type: rule
 Concept-attached-to: science of architecting/ art of architecting /post modern OR
 Condition: (for all x) (y (\$x) true)
 (for all z) (y (\$z) false)
 Action: (for all x) (z (\$x) false)
 Strength: 1

جدول 4- X های مربوط به Rule 2

شرح	X _i	شرح	X _i
روش و خروجی برآمده از چارچوب مبتنی بر OR پست مدرن	X ₄	روش مورد استفاده و نتیجه برآمده از معماری سازی سیستم (علم و هنر)	X ₁
روش برآمده از چارچوب مبتنی بر OR پست مدرن	X ₅	پروژه اجرای معماری سازی سیستم (از جنبه علم و هنر)	X ₂
		روش مورد استفاده در چارچوب مبتنی بر OR پست مدرن	X ₃

جدول 5- Y های مربوط به Rule 2

شرح	Y _i	شرح	Y _i
فاقد الزام و معیار/معیارهایی برای تعیین اعتبار	Y ₄	روش و نتیجه ای مبتنی و متکی بر نظریه ها	Y ₁
روشنی ملزم به استفاده از روش های پشتیبانی کننده فرآیند بررسی و جستجو به صورت تیمی	Y ₅	پروژه های نیازمند متخصصی (معمار) با مهارت های فنی، ادراکی (مفهومی) و انسانی و دارای مرز مشخص با مشتری	Y ₂
		روشنی با بینش عدم امکان دستیابی به اجماع	Y ₃

جدول 6- Z های مربوط به Rule 2

شرح	Z _i	شرح	Z _i
روش ها و معماری های برآمده از معماری سازی سیستم	Z ₄	روش ها و نتایج مورد استفاده و برآمده از چارچوب مبتنی بر OR پست مدرن	Z ₁
روش های مورد استفاده در معماری سازی سیستم	Z ₅	پروژه های انجام شده مبتنی بر OR پست مدرن	Z ₂
		روش های مورد استفاده در معماری سازی سیستم (علم و هنر)	Z ₃

Name: Rule3

Data type: rule
 Concept-attached-to: hard OR/post modern OR/science of architecting/ art of architecting

Condition: (for all y) (x (\$y) true)
 (for all y) (z (\$y) true)
 Action: (for some x) (z (\$x) true)
 Strength: 1

جدول 7- X های مربوط به Rule 3

شرح	X _i	شرح	X _i
روش‌های مورد استفاده در چارچوب مبتنی بر OR پست مدرن (جزء)	X ₄	روش‌های به‌کار رفته در Hard OR (جزء)	X ₁
روش‌های قابل استفاده در چارچوب مبتنی بر OR پست مدرن (جزء)	X ₅	روش‌های Hard OR (جزء)	X ₂
		روش‌های Hard OR (جزء)	X ₃

جدول 8- Y های مربوط به Rule 3

شرح	Y _i	شرح	Y _i
روش ساختاردهی به مسئله از منظر توانایی تحلیل، برنامه‌ریزی، انتخاب و کنش و برآمده از Soft OR	Y ₄	مسئله پیچیده در سطح خرد (قابل بررسی و حل توسط ...)	Y ₁
روش با قابلیت در نظر گرفتن عدم اطمینان، تأثیر و مداخلات گروه‌های ذی‌نفع و برآمده از Soft OR یا Critical OR	Y ₅	عدم اطمینان آتی (قابل بررسی و مدل‌سازی توسط ...)	Y ₂
		تعارض به شرط کمی شدن (قابل حل توسط ...)	Y ₃

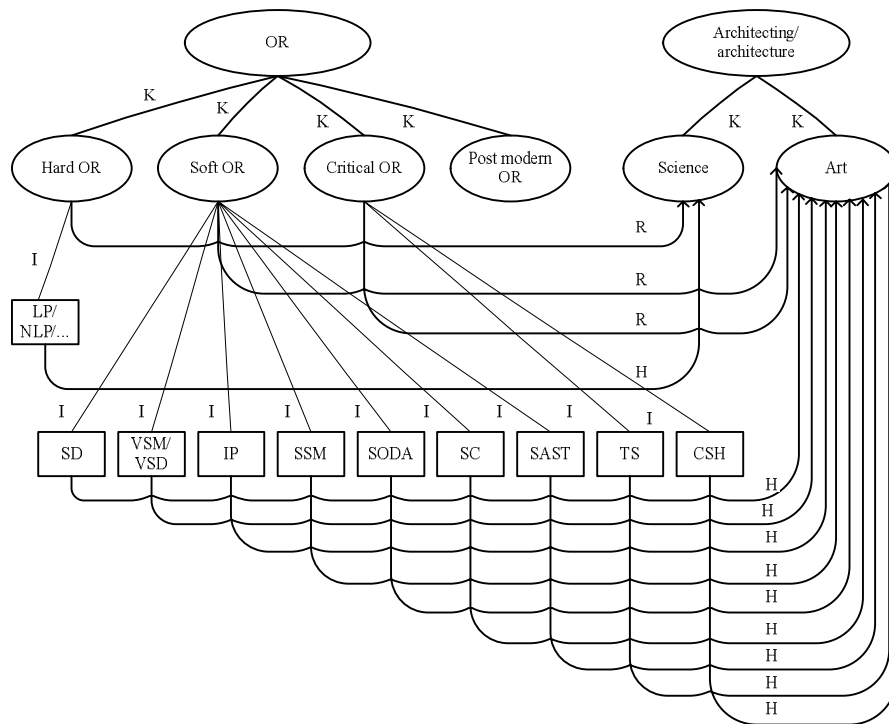
جدول 9- Z های مربوط به Rule 3

شرح	Z _i	شرح	Z _i
روش قابل استفاده در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری)	Z ₄	روش‌های قابل استفاده در معماری‌سازی سیستم (علم معماری)	Z ₁
روش قابل استفاده در معماری‌سازی سیستم (هنر معماری)	Z ₅	روش‌های قابل استفاده در معماری‌سازی سیستم (علم معماری)	Z ₂
		روش‌های قابل استفاده در معماری‌سازی سیستم (علم معماری)	Z ₃

5- نتیجه‌گیری

معماری/معماری‌سازی سیستم، به معنای عام آن، یکی از رویکردهای موجود و غالب در صنعت و رشته‌های دانشگاهی برای مواجهه با پیچیدگی است اما با تمام پیشرفت‌ها و مطالعات گوناگون در این حوزه، فرآیندی برای معماری‌سازی و ارائه معماری وجود ندارد. از این رو، در این مطالعه سعی شد از رویکردهای گوناگون OR که هر یک مبتنی بر پارادایم فلسفی مجزایی هستند، برای این کار استفاده شود. بنابراین، بر اساس منطق حملی ابتدا گزاره‌های حملی در رابطه با رویکردهای OR و معماری/معماری‌سازی سیستم استخراج و سپس بر اساس قیاس حملی این مقایسه و تحلیل انجام شد. بر این اساس برای تعیین رویکردهای مناسب OR جهت استفاده در ایجاد فرآیند معماری/معماری کردن سیستم‌های پیچیده، فرضیه‌های زیر تعریف شده‌اند:

- تحقیق در عملیات سخت مبتنی بر پارادایم اثبات‌گرایی، ابزاری قابل‌استفاده در ایجاد فرآیند معماری/معماری کردن سیستم‌های پیچیده است؛
 - تحقیق در عملیات نرم مبتنی بر پارادایم تفسیری، ابزاری قابل‌استفاده در ایجاد فرآیند معماری/معماری کردن سیستم‌های پیچیده است؛
 - تحقیق در عملیات انتقادی مبتنی بر پارادایم انتقادی، ابزاری قابل‌استفاده در ایجاد فرآیند معماری/معماری کردن سیستم‌های پیچیده است؛
 - تحقیق در عملیات پست‌مدرن مبتنی بر پارادایم پست‌مدرن، ابزاری قابل‌استفاده در ایجاد فرآیند معماری/معماری کردن سیستم‌های پیچیده است.
- بنابراین فرضیه‌های اول، دوم و سوم تأیید می‌شود، ولی فرضیه چهارم قابل‌تأیید نیست. همچنین با اقتباس از سلسله‌مراتب مفهومی ارائه‌شده توسط پاول تاگارد می‌توان سلسله‌مراتب مفهومی معماری/معماری‌سازی سیستم و OR را به‌صورت کلی همانند شکل 1 نشان داد:



شکل 1 سلسله‌مراتب مفهومی معماری/معماری‌سازی سیستم و OR

طبق قیاس‌های صورت‌گرفته و سلسله‌مراتب مفهومی مشخص شد که تحقیق در عملیات سخت متناسب با بخش علم معماری و تحقیق در عملیات نرم و انتقادی متناسب با بخش هنر معماری هستند. از این رو با توجه به آن‌که طبق مبانی نظری معماری‌سازی، تاکنون تنها از تحقیق در عملیات سخت استفاده شده است، استفاده از دو رویکرد دیگر با توجه به آن‌که معماری‌سازی پاسخی به پیچیدگی است، ضروری به نظر می‌رسد.

بر اساس نتایج این پژوهش و همچنین واژگان ارائه‌شده توسط این و روزنهد در رابطه با تحقیق در عملیات (پارادایم، روش‌شناسی، تکنیک، ابزار) [33] می‌توان سه پیشنهاد مطرح کرد: بررسی و تعیین روش‌شناسی‌های مناسب تحقیق در عملیات

سلسله‌مراتب مفهومی معماری/معماری‌سازی ... _____ میترا فهیمی و همکاران

جهت معماری‌سازی انواع سیستم؛ بررسی و تعیین روش‌های مناسب تحقیق در عملیات جهت معماری‌سازی انواع سیستم؛ ارائه عملی معماری یک نوع سیستم برای تأیید نظریه ایجاد شده.

6- منابع

- [1] Pidd, Michael, *Tools for thinking*. Chichester: John Wiley & Sons, 2003.
- [2] Maguire, Steve, McKelvey, Bill, Complexity and Management: Moving From Fad To Firm Foundations. *Emergence*, 1 (2), 1999, 19-61.
- [3] Eisner, Howard, *Managing Complexity Systems*. New Jersey: A John Wiley & Sons, 2005.
- [4] Rechtin, Eberhardt, *Systems architecting; creating and building complex systems*. New Jersey: P T R prentice Hall, 1991.
- [5] Zarei, Behrouz, Merati, Ehsan, a Framework for Rural Productions Supply Chain Architecture Based on Rural ICT Infrastructure. *Management researches in Iran*, 12(4), 2009, 177-197.
- [6] Pidd, Michael, *Systems modelling: theory and practice*. Chichester: John Wiley & Sons, 2004.
- [7] Jackson, Michael C, *Systems Thinking: Creative Holism for Manager*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2003.
- [8] Maier, Mark W, Rechtin, Eberhardt, *the art of systems architecting*. Boca Raton: CRC Press LLC, 2000.
- [9] Haskins, Cecilia, Forsberg, Kvin, Krueger, Michael, *Systems Engineering*. International Council on Systems Engineering, 2007, 1-304.
- [10] Dickerson, Charles, Mavris, Dimitri N, *Architecture and principles of systems engineering*. Boca Raton: Taylor and Francis Group, LLC, 2010.
- [11] Mahmoodi, Jafar, Bodaghi, Gholamreza, Process Reengineering by Using Simulation Approach (Case Study: NIORDC). *Management researches in Iran*, 16(4), 2013, 145-170.

- [12] Ravindran, A. Ravi, *Operations Research*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2009
- [13] Rosenhead, Jonathan, Thunhurst, Colin, A Materialist Analysis of Operational Research. *The Journal of the Operational Research Society*, 33 (2), 1982, 111-122.
- [14] Gass, Saul I, Assad, Arjang A, *an Annotated Timeline of Operations Research: An Informal History*. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2005.
- [15] Paucar-Caceres, Alberto, Mapping the changes in management science: A review of `soft' OR/MS articles published in Omega (1973–2008). *Omega*, 38, 2010, 46-56.
- [16] Sheikh Rezaee, Hossein, Karbasizadeh, Amir Ehsan, *Introduction to the philosophy of science*. Tehran, Hermes. (In Persian), 2012.
- [17] Jackson, Michael C, Beyond Problem Structuring Methods: Reinventing the Future of OR/MS. *The Journal of the Operational Research Society*, 57 (7), 2006, 868-878.
- [18] Mingers, John, Soft OR Comes of Age – But Not Everywhere! *Omega*, 39 (6), 2011, 729–741.
- [19] Jackson, Michael C, present positions and future prospects in management science. *Omega*, 15 (6), 1987, 455-466.
- [20] Jackson, Michael C, *Systems Methodology for the Management Sciences*. New York: Plenum Press, 1991.
- [21] Kirby, Maurice W, Paradigm Change in Operations Research: Thirty Years of Debate. *Operations Research*, 55 (1), 2007, 1-13.
- [22] Forrester, Jay W, System Dynamics, Systems Thinking, and Soft OR. *System dynamic review*, 10 (2-3), 2006, 245-256.
- [23] Ritchey, Tom, Modelling Social Messes with Morphological Analysis. *Acta Morphologica Generalis*, 2 (1), 2013, 1-8.
- [24] Khosravani, Farzaneh, azar, adel, Khodadad Hosseini, Seyed Hamid, Strategy Making Problem Structuring with JOURNEY Making and Drama Theory

- (Case Study: Green Gas Supply Chain). *Modern researches in decisionmaking*, 1(1), 2016, 103-138.
- [25] Jackson, Michael C, *systems approaches to management*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2000.
- [26] Taket, Ann, White, Leroy, Beyond Appraisal: Participatory Appraisal of Needs and the Development of Action (PANDA). *Omega*, 25 (5), 1997, 523-534.
- [27] Taket, Ann, White, Leroy, *Partnership and Participation: Decision-making in the Multiagency Setting*. Chichester: John Wiley & Sons, 2000.
- [28] Nabavi, Lotfollah, *The elements of logic and methodology*, Tehran: Tarbiat Modares University Press, 2010. (In Persian)
- [29] Kelley, David, *The art of reasoning*. New York: W. W. Norton & Company, 2014.
- [30] Thagard, Paul, *Conceptual revolutions*. New Jersey: Princeton University Press, 1992.
- [31] Mousavi, Arash, Kermanshah, Ali, *Innovation Systems: A case study in the philosophical historiography of science*, Tehran: National Research Institute for science policy. (In Persian), 2015.
- [32] Thagard, Paul, *Computational Philosophy of Science*, Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology Press, 1988.
- [33] Mingers, John, Brocklesby, John, Multimethodology: Towarda framework for Moxing Methodologies. *Omega*, 25 (5), 1997, 489-509.