

A Meta Synthesis of the Modeling Methods of Complex Socio-technical Systems with a Multi Paradigm-multi Methodology Approach

Ali Mohaghar

*Corresponding author, Prof. of Industrial Management, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: amohaghar@ut.ac.ir

Manoucher Ansari

Associate Prof. in MBA, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: mansari@ut.ac.ir

Mohammad Reza Sadeghi Moghaddam

Assistant Prof. of Industrial Management, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: rezasadeghi@ut.ac.ir

Mohammad Mirkazemi Mood

Ph.D. Student of Industrial Management, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: mmirkazemi@ut.ac.ir

Abstract

Objective: Today, organizations are dealing with the systems which have structural, technological and social complexities named socio-technical systems. To capture this complexity and variety in modeling, we need methods which provide the researchers with similar level of variety. Despite developing a number of methods in different disciplines such as decision-making and systems theories, these methods are commonly one dimensional or they do not consider special aspects of socio-technical systems. Moreover, some methods do not propose a specific framework to model these systems. Therefore, the current study presents a meta-synthesis of the existing modeling methods and creates a new modeling method.

Methods: The current study tries to present a meta-synthesis of the modeling methods using critical interpretive synthesis and a multi paradigm-multi methodology approach considering strengths and applicable tools of the extant methods.

Results: Following the meta-synthesis, 12 descriptive themes were identified and used to analyze the methods. In addition, synthetic and analytic constructs were identified and used to propose the synthetic method.

Conclusion: The proposed method, which is a by-product of the meta-synthesis of modeling methods of socio-technical systems, is able to model the different aspects of socio-technical systems using diverse concepts and tools of extant approaches and methods. However, its applicability has to be evaluated through different case studies.

Keywords: Critical interpretive synthesis, Principles, Steps of methods, Theoretical paradigm, Tools and techniques.

Citation: Mohaghar, A., Ansari, M., Sadeghi Moghaddam, M.R., Mirkazemi Mood, M. (2018). A Meta Synthesis of the Modeling Methods of Complex Socio-technical Systems with a Multi Paradigm-multi Methodology Approach. *Industrial Management Journal*, 10(2), 247-278. (in Persian)

Industrial Management Journal, 2018, Vol. 10, No.2, pp. 247-278

DOI: 10.22059/imj.2018.237118.1007268

Received: July 4, 2017; Accepted: January 12, 2018

© Faculty of Management, University of Tehran

فرا ترکیب روش‌های مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده فنی - اجتماعی با رویکرد پارادایم چندگانه - روش‌شناسی چندگانه

علی محقر

* نویسنده مسئول، استاد مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: amohaghar@ut.ac.ir

منوچهر انصاری

دانشیار گروه MBA، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: mansari@ut.ac.ir

محمدرضا صادقی مقدم

استادیار مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: rezasadeghi@ut.ac.ir

محمد میرکاظمی مود

دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: mmirkazemi@ut.ac.ir

چکیده

هدف: امروزه اغلب سیستم‌های پیچیده در سازمان‌ها، سیستم‌هایی با پیچیدگی‌های ساختاری، فناورانه و اجتماعی هستند که به آنها، سیستم‌های فنی - اجتماعی گفته می‌شود. در مدل‌سازی برای غلبه بر پیچیدگی و تنوع این سیستم‌ها، به روش‌هایی نیاز است که میزان مشابهی از تنوع را در اختیار محققان قرار دهند. با وجود توسعه روش‌هایی در حوزه‌های مختلف تصمیم‌گیری و نظریه سیستم‌ها، این روش‌ها معمولاً بر اهداف و جنبه منفردی از سیستم تمرکز دارند یا اینکه در مدل‌سازی آنها به ویژگی‌های خاص سیستم‌های فنی - اجتماعی توجه نشده است. همچنین برخی از روش‌ها، فرایند و چارچوب مشخصی ارائه نمی‌دهند. از این رو، مطالعه حاضر به دنبال فراترکیب روش‌های موجود به منظور ایجاد روشی ترکیبی برای مدل‌سازی این سیستم‌هاست.

روش: در این مطالعه تلاش شده است که با استفاده از فراترکیب تفسیری انتقادی و بهره‌مندی از دیدگاه پارادایم چندگانه - روش‌شناسی چندگانه، فراترکیبی از روش‌های موجود ارائه شود که ویژگی‌های هر یک از سیستم‌های فنی - اجتماعی را در نظر می‌گیرد و بر اساس آن، از قوت‌ها و ابزارهای مناسب روش‌های موجود برای مدل‌سازی این سیستم‌ها بهره می‌برد.

یافته‌ها: بعد از اجرای فراترکیب، به منظور تحلیل و ترکیب روش‌های موجود ۱۲ مؤلفه شناسایی شد، سپس به کمک آنها سازه‌های ترکیبی و تحلیلی برای فراترکیب روش‌ها به دست آمد و در ایجاد روش ترکیبی از آنها استفاده شد.

نتیجه‌گیری: روش پیشنهادی که از فراترکیب روش‌های موجود برای مدل‌سازی سیستم‌های فنی - اجتماعی به دست آمده، قادر است با بهره‌گیری از مفاهیم و ابزارهای متنوع ارائه شده از سوی رویکردها و روش‌های مختلف، جنبه‌های متفاوت سیستم‌های فنی - اجتماعی را مدل‌سازی کند. هر چند کارایی روش پیشنهاد شده باید در قالب موردکاوی‌های مختلف ارزیابی شود.

کلیدواژه‌ها: ابزارها و تکنیک‌ها، پارادایم نظری، فرا ترکیب تفسیری انتقادی، مراحل هر روش، مفروضات اصلی.

استناد: محقر، علی؛ انصاری، منوچهر؛ صادقی مقدم، محمدرضا؛ میرکاظمی مود، محمد (۱۳۹۷). فراترکیب روش‌های مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده فنی - اجتماعی با رویکرد پارادایم چندگانه - روش‌شناسی چندگانه. *فصلنامه مدیریت صنعتی*، ۱۰(۱)، ۲۴۷ - ۲۷۸.

فصلنامه مدیریت صنعتی، ۱۳۹۷، دوره ۱۰، شماره ۲، صص. ۲۴۷ - ۲۷۸

DOI: 10.22059/imj.2018.237118.1007268

دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۱۳، پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۲

© دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

مقدمه

سیستم‌های فنی - اجتماعی شبکه‌های یکپارچه‌ای از عناصر اجتماعی و فنی هستند که همانند هر سیستم دیگری از طریق هدف مشترکی تعریف می‌شوند و همه عناصر سیستم برای دستیابی به این اهداف در یک مسیر مشخص مشارکت می‌کنند. اما نکته متمایزکننده این نوع سیستم‌ها از سایر سیستم‌های پیچیده تطبیق‌پذیر، جای گرفتن فرآورده‌های فنی در یک شبکه اجتماعی است که به پدید آمدن یک فرآورده پیچیده منجر می‌شود (هیوز، ۱۹۸۷). برای نشان دادن نمونه‌ای از این سیستم‌ها، می‌توان به سازمان‌ها و نهادهایی اشاره کرد که همچون یک پروژه تحقیق و توسعه مشترک یا زنجیره تأمین به هم مرتبط هستند و شبکه‌های در هم تنیده‌ای از فرآورده‌های فنی متنوع مانند ماشین‌آلات و سایت‌های تولیدی و اجزای اجتماعی همانند سیاست‌ها و نهادهایی را دربردارند که ضمن شکل دادن به اجزای فنی، از آنها تأثیر می‌پذیرند (نیکولیچ، ۲۰۰۹). این سیستم‌ها همانند سیستم‌های صرفاً اجتماعی، از مشخصاتی همچون ارتباطات و همکاری میان افراد، ظهور سیستم‌های معنایی، فرایندهای یادگیری، خودآگاهی و استقلال برخوردارند (هرمان، هافمن، کناو و لوزر، ۲۰۰۴ و نیکولیچ، ۲۰۰۹). این ویژگی‌ها باعث می‌شود رویکردهای کلاسیک و تحلیلی مدل‌سازی، همچون تحقیق در عملیات سخت و مهندسی سیستم که در توسعه نیازهای عینی، قابل اثبات، واضح و قطعی موفق بوده‌اند، در شناخت و مدل‌سازی چنین سیستم‌هایی ناکام بمانند (کیتینگ، پادیلا و آدامز، ۲۰۰۸). از این رو، پژوهشگران طی دهه‌های اخیر رویکردها و روش‌های جدیدی برای مدل‌سازی چنین سیستم‌هایی پیشنهاد کرده‌اند. از جمله این روش‌ها، می‌توان به روش‌های تحقیق در عملیات نرم اشاره کرد. برخلاف روش‌های تحقیق در عملیات سخت که در آن بیشتر به جنبه‌های قطعی و فنی سیستم‌ها توجه می‌شود، روش‌های تحقیق در عملیات نرم بر پارادایم تفسیرگرایی متکی بوده (پید، ۲۰۰۴) و بیشتر بر جنبه‌های اجتماعی این سیستم‌ها توجه می‌شود. این روش‌ها پس از انتقاد به تفکر سیستمی سخت طی دهه‌های ۷۰ و ۸۰ میلادی، توسط چندین متفکر سیستمی توسعه پیدا کردند و باز هم با نقدهایی روبه‌رو شدند که یکی از آنها، دامنه محدود کاربرد این روش‌ها بود. در واقع مفروضات ساخته‌شده متفکران سیستم‌های نرم در خصوص ماهیت تفکر سیستمی و سیستم‌های اجتماعی، توانایی روش‌شناسی آنها را برای مداخله در بسیاری از موقعیت‌های مسئله محدود می‌کند (جکسون، ۱۹۹۹). از این رو با الهام از پارادایم‌های جایگزین، محققان به طراحی روش‌های سیستمی اقدام کردند که از آن جمله می‌توان به روش فهم انتقادی سیستم‌ها (با الهام از پارادایم انتقادی) توسط اولریخ (۱۹۹۳) و روش ارزیابی مشارکتی نیازها و توسعه اقدام (با الهام از پارادایم پسامدرن) توسط تاکت و وایت (۱۹۹۸) اشاره کرد. این روش‌ها نیز با انتقادهایی همچون نداشتن تکنیک و روش تجربه‌شده، آرمان‌گرایی بیش از حد (فلود و جکسون، ۱۹۹۱)، نداشتن روش و الگوی مشخص و نگاه بیش از حد محلی و محدود به مسائل (جکسون، ۲۰۰۳) مواجه شدند. علاوه بر روش‌های تحقیق در عملیات، رویکردهای مدل‌سازی نوینی پیشنهاد شده است که از آن جمله می‌توان به فراترکیب (گو و تانگ، ۲۰۰۳) و سیستم سیستم‌ها (مایر، ۱۹۹۸) اشاره کرد. اما این رویکردها نیز به دلیل نداشتن روش‌شناسی مشخص و توافق‌شده میان محققان، با نقدهایی مواجه شدند. برای مثال رویکرد سیستم سیستم‌ها، علاوه بر نداشتن روش‌شناسی توافق‌شده میان محققان، در مطالعات و روش‌شناسی‌های پیشنهاد شده آن نیز فقط ابعاد و عناصر یا مشخصه‌های سیستم سیستم‌ها شناسایی شده‌اند و راهکار و روش‌هایی برای شناسایی روابط میان اجزا و مدل‌سازی دیده نمی‌شود (کیتینگ و همکاران،

۲۰۰۸) و در عمل، در بخش اعظمی از فرایند پیشنهاد شده، روش‌شناسی‌های دیگری از جمله پویایی سیستم استفاده می‌شود. رویکرد فرا ترکیب نیز هنوز در ابتدای راه قرار داشته و صرفاً به معرفی گام‌های کلی و تکنیک‌های شناخته‌شده برای تصمیم‌گیری گروهی می‌پردازد. روش‌های مبتنی بر رویکرد فنی - اجتماعی همچون روش‌های ETHICS و SEEME از روش‌های پیشنهاد شده دیگر برای مدل‌سازی سیستم‌های فنی - اجتماعی است. محققان در روش SeeMe تلاش کرده‌اند با استفاده از علائم نموداری و بصری با مدل‌سازی سیستم‌های فنی - اجتماعی، بر پیچیدگی‌های این گونه سیستم‌ها فائق آیند. SeeMe در واقع یک روش مدل‌سازی نیمه‌ساختاریافته فنی - اجتماعی است که از مفاهیم مدل‌سازی گرافیکی، به‌ویژه برای مدل‌سازی فرایندهای فنی - اجتماعی استفاده می‌کند (هرمان و لوزر، ۱۹۹۹). با وجود مفید بودن روش‌های بصری در نشان دادن اجزای سیستم و روابط آنها، زمانی که با سیستم‌های فنی - اجتماعی پیچیده روبه‌رو می‌شویم، تجزیه آنها به این شکل سخت و غیربديهی است (وو، فوکز، پیچفورث و منگرسن، ۲۰۱۵) و کاربرد روش‌های بصری در مدل‌سازی سیستم‌های فنی - اجتماعی معمولاً در حد یک ابزار و تکنیک باقی می‌ماند. روش ETHICS نیز مفاهیم فنی - اجتماعی را در حوزه طراحی مشارکتی استفاده می‌کند و برای مدل‌سازی و ساختاردهی به مسئله، چارچوب کلی و دیدگاه‌های مفیدی در اختیار محققان قرار می‌دهد، اما در خصوص ابزارها و تکنیک‌های مناسب، کمبود دارد (هرمان و همکاران، ۲۰۰۴). این محدودیت‌ها در روش‌های منفرد، باعث شده است محققان به دنبال ترکیب روش‌های مختلف و استفاده از قوت‌های برخی روش‌ها برای جبران ضعف‌های سایر روش‌ها باشند. بر اساس قانون تنوع اشی (۱۹۵۷) فائق آمدن بر پیچیدگی زیاد سیستم‌های فنی - اجتماعی، به سطح مشابه پیچیدگی در روش‌های مدل‌سازی چنین سیستم‌هایی نیاز دارد. بنابراین لازم است رویکردهایی ارائه شوند تا با نگاهی کل‌نگر ابعاد مختلف این سیستم‌ها و پیچیدگی‌های آنها را به‌خوبی مدل‌سازی کنند (وو و همکاران، ۲۰۱۵). در واقع یکپارچه‌کردن روش‌ها در قالب روش جامعی که بتواند ابعاد مختلف فنی، انسانی، اجتماعی و عدم اطمینان چنین سیستم‌هایی را مدل‌سازی کند، لازم است. مطالعه حاضر در ترکیب روش‌ها از مفروضات ایده روش‌شناسی چندگانه - پارادایم چندگانه مینگرز و بروک لزی (۱۹۹۷) بهره می‌گیرد که مستلزم استفاده از اجزای روش‌های مختلف در موقعیتی مسئله‌دار است. در این حالت روش‌های کل تجزیه می‌شوند و مفاهیم، مدل‌ها و تکنیک‌های معمولاً مرتبط با آنها بر حسب ضرورت خاص مسئله، دوباره در یکدیگر ترکیب می‌شوند. همان‌طور که مینگرز (۲۰۰۱) بیان می‌کند، یک رویکرد برای روش‌شناسی چندگانه، اتصال اجزای تمام روش‌شناسی‌ها از پارادایم‌های متفاوت به‌جای ترکیب کلیت آنها با هم است. این کار به مطالعه دقیق روش‌شناسی‌های مختلف برای یافتن نقاط اتصال اثربخش نیاز دارد. وی معتقد است فرایند اتصال، نیازمند تجزیه یا بخش‌بندی نظام‌مند روش‌هاست، از این رو مؤلفه‌های قابل جداسازی تعیین شده و عملکردها یا اهداف آنها تبیین می‌شود. این تجزیه می‌تواند بر حسب تمایزهای میان اصول زیربنایی (چرایی)، مراحل روش (چیستی) و تکنیک یا ابزارها (چگونگی) انجام شود. ایده استفاده‌شده دیگر در این مطالعه که در تحقیقات مشابه کمتر دیده می‌شود، طراحی خلاقانه روش‌های میدگلی (۱۹۹۷) است. در طراحی خلاقانه روش‌ها، از طریق ترکیب اصول و روش‌هایی از رویکردهای متفاوت، روش جدید و متفاوتی از مجموع روش‌های مشارکت‌کننده تولید می‌شود. میدگلی (۱۹۹۷) معتقد است این طراحی خلاقانه از ترکیب (سنتز) روش‌های موجود نشئت می‌گیرد. با وجود این، در طراحی خلاقانه روش‌ها،

روش‌نمایی از مجموع روش‌های استفاده‌شده متفاوت بوده و اصول و مفروضات مربوط به خود را دارد که از تفسیر سایر روش‌ها به‌دست آمده است. در واقع روش‌نمایی، حاصل یک فرا ترکیب است. بنابراین مسئله اصلی تحقیق حاضر ارائه فرا ترکیب از روش‌های مدل‌سازی برای به‌کارگیری دیدگاه‌ها، قوت‌ها و ابزارهای به‌کار رفته در آنها به‌منظور مدل‌سازی و درک جنبه‌های متفاوت و رفتار نوپدید سیستم‌های فنی - اجتماعی و در نتیجه پیچیدگی موجود در آنهاست. بدین منظور باید به پرسش‌های تحقیق پاسخ داده شود که عبارت‌اند از: سیستم‌های فنی - اجتماعی دارای چه خصوصیات ویژه‌ای هستند که باید در مدل‌سازی به آنها توجه شود؟ مهم‌ترین روش‌های مدل‌سازی سیستم‌های فنی - اجتماعی کدام‌اند؟ این روش‌ها در سطوح مختلف نظری و ابزاری چه تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند؟ میان این روش‌ها چه نقاط اتصالی وجود دارد؟ فرا ترکیب این روش‌ها چه مشخصه‌هایی دارند؟ برای پاسخ به این پرسش‌ها از نسخه توسعه‌یافته روش فرا ترکیب تفسیری انتقادی استفاده شده است. این روش کمک می‌کند که علاوه بر گردآوری سیستماتیک مفاهیم مربوط به هر یک از روش‌ها، تفسیری غنی و انتقادی از روش‌ها و ترکیب آنها نیز ارائه شود. در واقع فرا ترکیب اطلاعات و یافته‌های مطالعات را در موضوع مرتبط و مشابه بررسی می‌کند و ترجمه و تفسیر عمیقی ارائه می‌دهد. مقایسه مطالعات مختلف، اختلافات بین مطالعات را مشخص کرده و پژوهشگران را قادر می‌سازد تا هم‌زمان درک کنند که چطور مطالعات مختلف به یکدیگر مرتبط هستند (بنچ و دی، ۲۰۱۰). در ادامه مقاله، ابتدا درباره پیشینه و روش‌شناسی تحقیق بحث می‌شود. سپس یافته‌های تحقیق و در انتها جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ارائه می‌شود.

پیشینه نظری تحقیق

واژه سیستم‌های فنی - اجتماعی نخستین بار توسط امری و تریست (۱۹۶۰) و در پی مطالعات مؤسسه تلوپستاک در دهه ۵۰ میلادی مطرح شد. محققان این مؤسسه متوجه شدند که با پیشرفت‌های فناورانه، تغییرات شدیدی در سازمان اجتماعی نیز اتفاق افتاده است. از نگاه آنها سیستم‌های فنی - اجتماعی، سیستم‌هایی هستند که میان انسان‌ها، ماشین‌ها و جنبه‌های محیطی سیستم تعاملی پیچیده دارند. فرایندهای اجتماعی در سیستم‌های فنی - اجتماعی شامل وابستگی‌های متقابل میان افراد است. این وابستگی‌ها شامل جنبه‌های اجتماعی مثل ساختارهای همکاری و ارتباطات، ساختارهای سازمان‌های رسمی، انتظارات شخصی و منافع (علائق) یا صلاحیت‌ها است (هرمان و لوزر، ۱۹۹۹). سیستم‌های فنی - اجتماعی، از نوع سیستم‌های پیچیده تطبیق‌پذیر هستند. سیستم‌های پیچیده تطبیق‌پذیر مجموعه‌ای در حال تغییر از عناصر در حال تعامل توزیع‌شده هستند که به یکدیگر و محیط واکنش نشان می‌دهند (سواینرد و مک نات، ۲۰۱۲). این سیستم‌ها کلاسی از مسائل طراحی و مدیریتی ارائه می‌کنند که دارای محدودیت‌هایی هستند و بهترین راه برای تعریف این گونه از سیستم‌ها، تعریف آنها با استفاده از مشخصه‌های آنها است (مک درموت، روز، گودمن و لوپر، ۲۰۱۳). از این رو یکی از اهداف مطالعه حاضر شناسایی مشخصه‌های سیستم‌های فنی - اجتماعی است.

در پیشینه تحقیق با توجه به مشخصه‌های متفاوت سیستم‌های فنی - اجتماعی، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است. همان‌طور که در بخش مقدمه به این روش‌ها اشاره شد، معمولاً توجه بیش از حد به برخی از جنبه‌ها و مشخصه‌های سیستم، به ناکارآمدی این روش‌ها در بسیاری از موقعیت‌ها منجر شده است. از این رو استفاده ترکیبی از

این روش‌ها پیشنهاد شده است. اما این ترکیب‌ها به راحتی امکان‌پذیر نبوده و باید برای آنها مباحث مختلفی در نظر گرفته شود. به مباحثی همچون نوع ترکیب روش‌ها (درون پارادایمی یا با پارادایم‌های متفاوت)، وسعت ترکیب روش‌ها (کامل یا جزئی) و غالب بودن یک روش یا توسعه یک روش جدید باید توجه شود. در این باره شولتز و هتچ (۱۹۹۶) در خصوص ترکیب روش‌هایی از پارادایم‌های مختلف، به سه رویکرد توجه می‌کنند. عدم تقارن پارادایمی که بر اساس آن امکان ترکیب روش‌های مختلف از پارادایم‌های مختلف وجود ندارد. انسجام پارادایمی که ترکیب روش‌های مختلف از پارادایم‌های مختلف را ممکن می‌داند زیرا مفروضات پارادایمی بین رویکردهای رقیب را نادیده می‌گیرد و تقارن پارادایمی که ترکیب روش‌های مختلف از پارادایم‌های مختلف را ممکن می‌داند اما مفروضات پارادایمی بین رویکردهای رقیب را نادیده نمی‌گیرد. آنها بهترین رویکرد را تقارن پارادایمی می‌دانند و چهار استراتژی مبتنی بر تقارن پارادایمی را بر می‌شمارند که عبارت‌اند از متوالی، موازی، اتصال و متقابل. دو استراتژی متوالی و موازی مرزهای پارادایم را دست‌نخورده باقی می‌گذارند. اما در دو استراتژی اتصال و متقابل، مرزهای بین دو پارادایم‌ها نفوذپذیرتر هستند. در استراتژی اتصال مرزهای پارادایم‌ها مبهم و ضعیف تعریف شده و به طور دقیق مشخص نیست یک پارادایم چه زمانی شروع شده و چه زمانی از آن استفاده نمی‌شود. استراتژی متقابل به تشخیص هم‌زمان تعارضات و ارتباطات میان پارادایم‌ها به جای تفاوت‌ها تأکید دارد. بنابراین محقق می‌تواند طی تحقیق در میان پارادایم‌ها به عقب و جلو حرکت کند. تاکت و وایت (۱۹۹۸) نیز چهار حالت مختلف را برای ترکیب روش‌ها پیشنهاد می‌کنند که شامل استفاده هم‌زمان از روش‌های کلی در تمام موقعیت‌ها (حالت آمیخته)، شناخت و توجه به ضرورت تطبیق روش‌ها بر حسب شرایط خاص (تعدیل)، استفاده از روش‌های مختلف در هر موقعیت (چندگانگی) و انتخاب ترکیب مناسب از میان روش‌ها بر حسب ترجیح ذی‌نفعان و ماهیت شرایط (تطبیق) است. از پیشگامان دیگر ایده ترکیب روش‌های مختلف متفکران مکتب انتقادی در حوزه سیستم‌ها در دهه ۸۰ میلادی هستند. این متفکران معتقد بودند که اگر همه روش‌شناسی‌های سیستمی دارای قوت و ضعف هستند، چرا از آنها به صورت ترکیبی و مکمل برای مجموعه‌ای از موقعیت‌های مسئله و اهداف مختلف استفاده نشود. این دیدگاه باعث شد جکسون و کیز (۱۹۸۴) روش‌شناسی‌های سیستمی از سیستم‌ها را برای بیان روابط متقابل میان روش‌های حل مسئله مبتنی بر سیستم‌ها پیشنهاد دهند. سپس فلود و جکسون (۱۹۹۱) مفهوم مداخله سیستمی جامع را ارائه کردند. این روش با بررسی جوانب و ابعاد مختلف موقعیت یک مسئله، روش‌هایی اقتضایی را که متناسب با شرایط مورد مطالعه باشند، توسعه می‌دهد. همچنین جکسون (۱۹۹۹) مفهوم کثرت‌گرایی منسجم را مطرح کرد. وی کثرت‌گرایی را در معنای وسیع خود استفاده از روش‌شناسی‌ها/ روش‌ها/ روش‌های متفاوت به صورت ترکیبی می‌داند و معتقد است توسعه کثرت‌گرایی در تفکر سیستمی از ظهور تفکر سیستمی انتقادی، قابل تفکیک نیست. مهم‌ترین نکته در خصوص کثرت‌گرایی منسجم توجه به ترکیب روش‌هایی از درون یک پارادایم عمومی است. هر چند استفاده از اصول و دیدگاه‌های پارادایمی مختلف را برای به دست آوردن دیدگاه‌های مختلف از موقعیت مسئله نیز پیشنهاد می‌دهد. اما جکسون (۲۰۰۳) با تجدید نظر در برخی نظریات تفکر انتقادی سیستم‌ها نقدهایی را به روش مداخله سیستمی جامع (فلود و جکسون، ۱۹۹۱) وارد می‌داند که از آن جمله می‌توان به وابستگی کامل این روش به روش‌های موجود، انتخاب یک روش غالب و الزام استفاده از ابزارها و شیوه‌های آن، عدم ارائه رهنمودهایی برای انتخاب درست روش در هر

موقعیت و دشواری‌های شناختی برای کار میان پارادایم‌های مختلف اشاره کرد و برای رفع این ضعف‌ها مفهوم شیوه کار انتقادی سیستم‌ها را پیشنهاد می‌دهد. در شیوه کار سیستم‌های انتقادی بر استفاده از نظریه‌های مختلف سیستم‌ها، روش‌ها و ابزارها به‌طور ترکیبی تأکید می‌شود. باید در این رویکرد واگرایی پارادایم‌ها پذیرفته شده، از آن پشتیبانی شود و روابط بین پارادایم‌های مختلف سامان داده شود. در واقع با وجود آنکه پارادایم‌های مبتنی بر مفروضات فلسفی ناسازگار هستند ولی می‌توان آنها را بدون تلفات با یکدیگر تلفیق کرد. شیوه کار سیستم‌های انتقادی فرا روش بوده و به دنبال قرار گرفتن در موقعیت فراپارادایم نیست. در عوض به حفاظت از تنوع پارادایم و انتقاد از پارادایم‌ها توجه دارد (جکسون، ۲۰۰۳). با وجود این در این رویکرد نیز یک روش غالب بوده و ابزارها و شیوه‌های سایر روش‌ها در قالب روش مسلط استفاده می‌شوند. اما کوتیادز و مینگرز (۲۰۰۶) با توسعه مفاهیم روش‌شناسی چندگانه و پارادایم چندگانه - روش‌شناسی چندگانه، معتقد هستند که استفاده و ترکیب روش‌های موجود در یک پارادایم چندان مشکل‌زا نیست. اما زمانی که دو یا تعداد بیشتری از روش‌هایی از پارادایم‌های متفاوت ترکیب می‌شوند، به دلیل مشکلات و محدودیت‌های مختلف فلسفی، فرهنگی، شناختی و عملی چالش برانگیزتر است. اما نیازمندی‌های یک موقعیت مسئله ممکن است محقق را مجبور کند تا از ترکیب روش‌شناسی چندگانه - پارادایم چندگانه استفاده کند با این شرط که مفروضات اصلی نادیده گرفته نشود.

پیشینه تجربی

فلود و رم (۱۹۹۵) در مطالعه‌ای در تلاش برای توسعه رویکرد مداخله سیستمی جامع، نسخه جدیدتری از این رویکرد را همراه با مفهوم اریب پیشنهاد دادند. استفاده از روش‌ها برای اهدافی متفاوت از هدفی که در واقع برای آن طراحی شده‌اند، اریب نامیده می‌شود. بر اساس پیشنهاد آنها در این مطالعه، اریب زمانی اتفاق می‌افتد که با استفاده از اصول مفروضاتی از دیدگاهی دیگر بتوان روشی را عملیاتی کرد. در واقع وقتی یک روش به‌صورت اریب استفاده می‌شود اصول اصلی آن تحت تأثیر و سلطه دیدگاه و هدف جدید قرار می‌گیرد. مونرو و مینگرز (۲۰۰۲) در پژوهشی، استفاده از روش‌شناسی‌های چندگانه بین متخصصان حرفه‌ای و همچنین ترکیب‌های کارآمد روش‌ها را بررسی کردند. در این پژوهش مشخص شد ترکیب روش‌های سخت با هم بسیار متداول است اما تلفیق روش‌های سخت و نرم به دلیل تفاوت پارادایم‌ها و ترس از شکست و عدم وجود مهارت در هر دو حوزه به‌ندرت استفاده می‌شود. گو و تانگ (۲۰۰۳) با استفاده از رویکردی فرا ترکیب روش‌های کمی و کیفی، به پیش‌بینی رشد تولید ناخالص داخلی کشور چین پرداخته‌اند. در این تحقیق که با جمع‌آوری نظرهای کارشناسان و تصمیم‌گیرندگان اقتصادی کشور چین انجام شده است، با استفاده از سه سیستم تأکیدشده در رویکرد فرا ترکیب یعنی سیستم خبره، سیستم دانش و سیستم ماشینی و استفاده از روش‌های دلفی، ابزارهای طوفان فکری، گروه ابزارها و شبیه‌سازی چند عامل این نتیجه به‌دست آمد که رویکرد فرا ترکیب در پیش‌بینی رشد تولید ناخالص داخلی موفق بود و یافته‌های این تحقیق نیز بر نقش حیاتی نظرهای خبرگان در فرایند تصمیم‌گیری در رویکرد فرا ترکیب تأکید می‌کند. کوتیادز و مینگرز (۲۰۰۶) با پیشنهاد مفهوم روش‌شناسی چندگانه - پارادایم چندگانه و اجرای یک مطالعه موردی با ترکیب روش‌های روش‌شناسی سیستم‌های نرم و شبیه‌سازی گسسته پیشامد نشان می‌دهند که نیازمندی‌های یک موقعیت مسئله ممکن است ما را مجبور کند تا از ترکیب روش‌هایی حتی از پارادایم‌های متفاوت استفاده کنیم و محدودیت‌هایی همچون تناسب پارادایمی مانعی برای چنین ترکیباتی نیست. هر چند آنها نیز در

نتیجه‌گیری مطالعه خود به این واقعیت اذعان دارند که مفروضات فلسفی و نظری نباید نادیده گرفته شود. هاویک و آکرمن (۲۰۱۱) با بررسی نزدیک به ۳۰ مقاله که از روش‌های ترکیبی استفاده کرده‌اند، غلبه بر موقعیت‌های پیچیده، مکمل بودن روش‌ها و غلبه بر ضعف روش‌های منفرد را مهم‌ترین دلایل ترکیب روش‌ها معرفی کرده‌اند. آنها همچنین روش‌شناسی سیستم‌های نرم و رویکرد انتخاب استراتژیک را به‌عنوان پرکاربردترین روش‌های نرم برای ترکیب می‌دانند. اما سوائنرد و مک نات (۲۰۱۲) با هدف طراحی کلاس‌هایی برای شبیه‌سازی ترکیبی، درباره پیشینه تحقیق شبیه‌سازی سیستم‌های پیچیده به‌خصوص پویایی سیستم و مدل‌سازی مبتنی بر عامل مروری جامع انجام داده و سه نوع اصلی از شبیه‌سازی پویایی سیستم مبتنی بر عامل را شناسایی کرده‌اند که عبارت‌اند از: طراحی‌های ترکیبی رابط، منسجم و متوالی. اما تحقیق آن صرفاً محدود به ترکیب روش‌های محدود و مبتنی بر شبیه‌سازی است که قادر به مدل‌سازی جنبه‌های اجتماعی مسئله نیست. مک درموت و همکاران (۲۰۱۳) نیز برای مطالعه سیستم‌های تطبیقی پیچیده چندسطحی چارچوبی تحلیلی پیشنهاد می‌دهند. در این مطالعه با استفاده از مرور پیشینه، چارچوب تحلیلی ایجاد شده و به صورت تجربی در زنجیره تأمین صنایع دفاعی به‌عنوان یک سیستم پیچیده فنی - اجتماعی با استفاده از مجموعه‌ای از سناریوها ارزیابی شد. این چارچوب در سطحی کلی و برای معماری اولیه سیستمی مفید بوده اما قادر به کشف و مدل‌سازی ابعاد مختلف یک سیستم فنی و اجتماعی پیچیده نیست. تاکوآ و کوتیادیس (۲۰۱۵) برای ترکیب روش سخت شبیه‌سازی گسسته پیشامد و روش‌شناسی سیستم‌های نرم، چارچوب روش‌شناسی چندگانه‌ای پیشنهاد می‌دهند. گام‌های چارچوب پیشنهادی بیشتر مبتنی بر گام‌های روش‌های شبیه‌سازی کلاسیک است اما از روش‌شناسی سیستم‌های نرم برای افزایش مشارکت ذی‌نفعان اصلی استفاده شده است. وو و همکاران (۲۰۱۵) نیز چارچوبی چندلایه‌ای با هدف یکپارچه‌سازی مدل‌های سیستم‌های فنی و اجتماعی پیشنهاد می‌دهند. آنها معتقد هستند روش‌های موجود برای مدل‌سازی سیستم‌های فنی - اجتماعی به‌تنهایی قادر به مدل‌سازی پیچیدگی این سیستم‌ها نبوده و بهتر است مدل‌های تولیدشده از چندین روش برای رسیدن به مدلی کل‌نگر با یکدیگر منسجم شوند. از این رو با استفاده از سه روش مدل‌سازی فرایندکسب‌وکار، مدل‌سازی صف ترکیبی مبتنی بر شبکه بیزین و مدل‌سازی مبتنی بر عامل مدلی را در خصوص پروژه‌ای فرودگاهی متشکل از ۲۹ شرکت دولتی، صنعتی و دانشگاهی ایجاد کردند. کارکرد چارچوب پیشنهادی این مطالعه به‌جای ارائه روشی منسجم برای مدل‌سازی، یکپارچه ساختن مدل‌های ساخته‌شده از روش‌های مختلف است. نجمعی (۲۰۱۶) با مقایسه توانایی پارادایم‌های متفاوت تحقیقاتی برای غلبه بر پیچیدگی، با ارائه چارچوبی راهنما برای محققان به‌خصوص در حوزه کارآفرینی نشان می‌دهد که روش‌های ترکیبی برای غلبه بر پیچیدگی توانایی بالاتری دارند. مطالعه هاویک، آکرمن، والز، کوايگلی و هاتون (۲۰۱۶) با اشاره به کمبود تحقیقات در خصوص نتایج عملی ترکیب روش‌ها، با اجرای ارزیابی دقیقی از یک مطالعه موردی مرتبط با یک پروژه سیستم‌های انرژی با استفاده از تم‌های شناسایی‌شده از پیشینه تحقیق، در خصوص نقاط یادگیری این ترکیب عملی روش‌ها و مسیرهای تحقیقاتی آینده، پیشنهادهایی ارائه می‌دهد. در زمینه تحقیقات داخلی نیز صادقی مقدم، خاتمی و ربانی (۱۳۹۰) با هدف ارائه روشی برای حل مسائل اجتماعی غیرساختاریافته، به ترکیب ابزارهای مربوط به روش‌های پویایی سیستم، روش‌شناسی سیستم‌های نرم و نگاشت‌شناختی برای مدل‌سازی سیستم کنترل قاپاق مواد مخدر پرداخته‌اند. در این ترکیب سعی شده ضعف‌های هر یک از روش‌ها با قوت‌های سایر روش‌ها پوشانده شود. هر چند به مفروضات و چگونگی امکان‌پذیری ترکیب این

روش‌ها اشاره‌ای نشده است. آذر، سقالرزاده و رجب زاده (۱۳۹۱) با ترکیب نظریه مجموعه‌های فازی با شبیه‌سازی گسسته پیشامد، به دنبال رفع ضعف‌های این روش در مدل‌سازی شرایط عدم اطمینان بودند و این گونه نتیجه‌گیری کردند که این ترکیب، رویکردی پذیرفتنی برای نمایش سیستم واقعی، به‌ویژه در شرایط عدم اطمینان که داده‌های موجود ناکافی و غیرقابل اتکا هستند، به‌شمار می‌آید. علی‌زاده، نورالسنا و رئیسی (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای به استفاده ترکیبی از رگرسیون چندگانه، طراحی آزمایش‌ها و شبیه‌سازی گسسته پیشامد برای بهینه‌سازی هم‌زمان چندهدفه فرایند دادرسی کیفی پرداختند. نتیجه مطالعه آنها نشان می‌دهد که این رویکرد ترکیبی راهکارهای عملیاتی مناسب برای بهبود عملکردی سیستم فراهم کرده است. حسین‌زاده و مهرگان (۱۳۹۵) نیز چارچوب روش‌شناسی چندگانه‌ای تحقیق در عملیات با استفاده از رویکرد تحلیل شبکه‌های اجتماعی را پیشنهاد می‌کنند. در این مطالعه نیز با تمرکز بر روش‌های تحقیق در عملیات، سعی شده بر اساس ابعاد موقعیت مسئله روش‌های مکمل و جایگزین شناسایی شوند. مصلح شیرازی، رعنائی، ایمان و تاجیک (۱۳۹۵) نیز در مطالعه‌ای به مرور پیشینه و معرفی مبانی فلسفی روش‌شناسی سیستمی چندگانه، دشواری‌ها و اصول مربوط به آنها پرداخته‌اند. با وجود این در این مطالعه چارچوب جدیدی برای ترکیب روش‌ها معرفی نشده است. حسین‌زاده، مهرگان و امیری (۱۳۹۵) به بررسی بنیان‌های روش‌شناختی تحقیق در عملیات در قالب ساختار قیاس‌های حمله پرداختند. آنها معتقد هستند که تعیین مبانی روش‌شناختی رویکردهای مختلف تحقیق در عملیات، به محققان حوزه‌های تصمیم‌گیری و مدیریت کمک می‌کند تا در هر مرحله از تصمیم‌گیری بتوانند روش‌شناسی تحقیق در عملیات متناسب با ویژگی‌های هر موقعیت مسئله را استنباط کنند. نتایج مطالعه آنها نشان می‌دهد که تحقیق در عملیات، سخت ریشه در بنیان روش‌شناختی پوزیتیویستی، تحقیق در عملیات نرم ریشه در بنیان روش‌شناختی تفسیرگرایی و تحقیق در عملیات رهایی‌بخش ریشه در مفاهیم نظری انتقادی مکتب فرانکفورت دارد.

روش‌شناسی پژوهش

به‌منظور پاسخگویی به پرسش‌های تحقیق حاضر از یک روش توسعه‌یافته فرا ترکیب استفاده شده است. فرا ترکیب به طیفی از روش‌های موجود یا در حال ظهور گفته می‌شود که از طریق آن مطالعات تحقیقات مختلف در مفهومی بزرگ‌تر با هدف خلق یافته‌هایی که به‌طور مستقیم با عمل در ارتباط هستند، یکپارچه می‌شوند (پترسون و همکاران، ۲۰۰۹). در واقع فرا ترکیب به طیفی از رویکردها گفته می‌شود که از طریق آنها مطالعات مرور و مقایسه می‌شود (ادواردز و کایمال، ۲۰۱۶)، اما فرا ترکیب فراتر از یک مرور سیستماتیک است و اطلاعات و یافته‌ها را در موضوع مرتبط و مشابه بررسی می‌کند و ترجمه و تفسیر عمیقی ارائه می‌دهد. ترجمه‌ها فقط به تفسیرهای فردی اشاره نمی‌کنند، بلکه اختلافات بین مطالعات مختلف را مشخص کرده و به پژوهشگران توانایی می‌دهند تا هم‌زمان درک کنند که چطور مطالعات مختلف به یکدیگر مرتبط هستند (بنج و دی، ۲۰۱۰). دلیل دیگر برای انتخاب فرا ترکیب آن است که فرا ترکیب‌ها انسجام‌هایی هستند که بیشتر از مجموع اجزای خود (هر مطالعه منفرد) بوده و پیشنهاد تفسیر جدیدی از یافته‌ها را با رویکردی استقرایی می‌دهند. این تفسیرها در هر یک از تحقیقات اولیه پیدا نخواهند شد و استنباط‌هایی استخراج‌شده هستند که در قالب گزارشی به‌عنوان یک کل ارائه می‌شوند (توماس و هاردن، ۲۰۰۸) که این ویژگی می‌تواند برای ارائه روشی جدید از میان روش‌های موجود سودمند باشد. رویکرد انتخابی تحقیق حاضر برای اجرای فرا ترکیب روش ترکیب تفسیری

انتقادی است. این روش توسط دیکسون - وودز و همکاران (۲۰۰۶) با در نظر گرفتن طیفی از مباحث در اجرای روش شناسی‌های مرور سیستماتیک و فراترکیب شناسایی شده است. این روش بر خلاف روش‌های متداول فرا ترکیب که به دنبال استخراج مقالات و وزن‌دهی آنها هستند، انتقاد از پیشینه پویا، تکرارشونده و عمیق است. با وجود این با توجه به مشابهت و ریشه یکسان این روش با روش‌های فرا قوم‌نگاری نوبلیت و هیر (۱۹۸۸) و ترکیب تماتیک توماس و هاردن (۲۰۰۸)، سعی شده از نسخه‌ای توسعه‌یافته از ترکیب تفسیری انتقادی، با بهره‌گیری از نقاط مثبت این دو روش استفاده شود. درباره این تغییرات در ادامه در قالب مراحل اجرای فرا ترکیب بحث شده است.

- صورت‌بندی پرسش مرور: در این روش بر خلاف سایر روش‌های فرا ترکیب، پرسش تحقیق اولیه، کلی و منعطف بوده و اجازه می‌دهد تعریف پدیده‌ها از تحلیل محقق از ادبیات ظهور پیدا کند. در این مرحله رویکردی تکرار شونده برای تعیین پرسش مرور اتخاذ می‌شود و این پرسش در پاسخ به نتایج و یافته‌های مطالعه، اصلاح می‌شود. گفتنی است پرسش مرور می‌تواند با پرسش و مسئله تحقیق متفاوت باشد و باید به گونه‌ای طرح شود که به حل مسئله اصلی تحقیق کمک کند. با توجه به این توضیحات اصلی‌ترین پرسش‌های اولیه مرور، بدین شرح است: چه روش‌هایی برای مدل‌سازی سیستم‌های فنی - اجتماعی استفاده می‌شوند؟ این روش‌ها چه اجزا و عناصری دارند؟

- جست‌وجوی ادبیات: استراتژی‌های جست‌وجو در رویکردهای متعارف، به‌طور عمده متکی بر پایگاه‌های داده الکترونیکی هستند. اما این رویکرد در ترکیب تفسیری انتقادی کافی نیست. دیکسون - وودز و همکاران (۲۰۰۶) در این مرحله از فرایند ارگانیکی مناسبی با ماهیت مطالعه نام می‌برند. از این رو استراتژی جست‌وجوی این مطالعه شامل جست‌وجوی پایگاه‌های داده الکترونیکی، جست‌وجوی وب سایت‌ها، زنجیره مراجع، تماس با خبرگان و مراجعه به کتابخانه‌هاست. واژه‌های کلیدی استفاده‌شده با توجه به پرسش مرور شده و بر اساس دانش قبلی از مرور پیشینه نظری تحقیق عبارت بودند از: مدل‌سازی سیستم‌های فنی - اجتماعی، مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده انسانی، مدل‌سازی سیستم‌های تطبیق‌پذیر انسانی، روش‌های سیستمی مدل‌سازی، تکنیک‌ها و ابزارهای مدل‌سازی سیستمی.

- نمونه‌گیری: روش‌های متعارف مرور سیستماتیک تعداد مقالات را با معیارهای شمول به‌شدت خاص و محدود می‌کنند. این استراتژی زمانی ممکن است که زمینه تحقیق به‌خوبی شناخته شده و مرزهای مشخصی داشته باشد. اما در مطالعاتی همانند مطالعه حاضر ممکن است مرزها کاملاً مشخص نشده باشند و هم‌پوشانی میان حوزه‌های مختلف وجود داشته باشد. در نتیجه برای انتخاب مقالات باید به‌جای خلاصه خسته‌کننده‌ای از داده‌ها، بر توسعه مفاهیم و تئوری‌ها توجه شود. از این رو در این مطالعه از نمونه‌گیری نظری و اشباع نظری، همان‌طور که دیکسون - وودز و همکاران (۲۰۰۶) توصیه می‌کنند، استفاده شده است.

- تعیین کیفیت: روش‌شناسی‌های مرور سیستماتیک متعارف، با روش‌های مختلفی همانند استفاده از چک لیست‌های کنترل کیفیت مقالات به تعیین کیفیت مقالات می‌پردازند. هنگامی که با ادبیاتی پیچیده سروکار داشته باشیم، برای استفاده از چنین روش‌هایی با چالش‌هایی روبه‌رو می‌شویم. از آنجا که در مطالعه حاضر یافته‌های مطالعات نه فقط تعدادی متغیر، بلکه روش‌ها و مفاهیم مربوط به آنها بودند، برای مقایسه آنها امکان ایجاد یک چک لیست وجود نداشت. برای مثال بسیاری از منابع شامل کتاب‌های آموزشی بودند که از نظر ساختار و ماهیت با مقالات پژوهشی یا مروری متفاوت هستند. از این رو تأکید محققان بر خود روش، نویسندگان، محل انتشار و اعتبار آنها در جامعه علمی بود. در واقع

از آنجا که هر روش پیشنهادی معمولاً توسط سایر محققان توسعه یافته است، سعی شد تا حد امکان در موارد مشابه مطالعات نویسندگان و توسعه‌دهندگان اصلی و ابتدایی هر روش ترجیح داده شوند. با وجود این تلاش شد با توجه به محدود بودن مطالعات انجام‌شده برای هر روش، برای ماکزیمم کردن حضور طیف وسیعی از مقالات در سطح مفاهیم، از آستانه‌ای بالا استفاده شود. همچنین از معیارهایی همچون بیان شفاف و کافی روش و مفروضات آن و ارائه داده‌های کافی برای پشتیبانی از تفاسیر و نتیجه‌گیری‌ها استفاده شد. در پایان تعداد محدودی از مقالات منتخب شده و تصمیم‌گیری در خصوص کیفیت آنها دوباره بازنگری شد تا از درست انجام شدن فرایند بررسی کیفیت مقالات اطمینان حاصل شود.

- استخراج داده‌ها: علی‌رغم تأکید دیکسون - وودز و همکاران (۲۰۰۶) بر اجرای درست و متفاوت مراحل مختلف فراترکیب در مقایسه با روش‌های متعارف مرور سیستماتیک، این روش دستاورد خاصی برای مرحله استخراج داده‌ها ارائه نمی‌کند. از این رو در مطالعه حاضر از روش ترکیب تماتیک توماس و هاردن (۲۰۰۸) برای استخراج داده‌ها استفاده شده است. ترکیب تماتیک همانند ترکیب تفسیری انتقادی از روش‌های فرا ترکیبی است که از روش فرا قوم‌نگاری نوبلیت و هیر (۱۹۸۸) الهام گرفته است و رویکردی استقرایی و دیدگاهی انتقادی دارد، به همین دلیل شباهت‌های زیادی به این روش دارد. بر اساس گام‌های پیشنهادی این روش، سه مرحله استخراج داده‌ها انجام شد. در مرحله نخست متون به‌صورت خط به خط کدگذاری شدند. سپس در مرحله دوم تم‌های توصیفی از ترکیب کدهای اولیه استخراج شدند. در واقع کدها به‌صورت استقرایی برای کسب معانی و محتوای هر جمله ایجاد شدند. کدگذاری خط به خط باعث می‌شود تا وظیفه اصلی در ترکیب مطالعات کیفی یعنی ترجمه مفاهیم از یک مطالعه به مطالعه دیگر انجام شود. قبل از تکمیل این مرحله دوباره کل متن از لحاظ سازگاری تفسیرها و اینکه آیا احتیاج به اضافه کردن سطح جدیدی از کدها دارد یا خیر، بررسی شد که مشابه مفهوم کدگذاری محوری در تئوری برخاسته از داده‌ها است. تا این مرحله ترکیب تولیدشده بسیار نزدیک به یافته‌های مطالعات اصلی است (توماس و هاردن، ۲۰۰۸). مرحله بعدی تحت عنوان خلق سازه‌های تحلیلی است که در فرا قوم‌نگاری و ترکیب تفسیری انتقادی تحت عنوان ترکیب خطوط استدلال و ترکیب تفسیری از آن نام برده می‌شود و نقطه قوت و متمایزکننده این روش‌ها از سایر روش‌های فرا ترکیب است.

- اجرای یک ترکیب تفسیری: در این مرحله مطابق با روش پیشنهادی دیکسون - وودز و همکاران (۲۰۰۶) و توماس و هاردن (۲۰۰۸) روی تم‌های استخراج‌شده، سه تحلیل انجام شد. ابتدا به ترکیب خطوط بحث پرداخته شد. بدین معنا که در این گام، سازه‌های ترکیبی خلق شدند. سازه‌های ترکیبی نتیجه تغییر شکل یافته‌های اولیه و زیربنایی به یک شکل مفهومی جدید است. با تفسیر کلی سازه‌های ترکیبی، سازه‌های تحلیلی به‌دست آمدند که جنبه‌های مختلف روش جدید پیشنهادی را تبیین می‌کنند. به‌طور هم‌زمان با ترکیب خطوط برای نشان دادن تعارضات و معایب روش‌ها از یک تحلیل انتقادی استفاده شده که به آن ترکیب حذفی گفته می‌شود. در واقع سعی شده است ویرای نقد یک مطالعه یا یک متن، ارزیابی انتقادی در خصوص هر یک از روش‌ها و مفروضات آنها صورت گیرد. فرایند اجرای فرا ترکیب در شکل ۱ نشان داده شده است.

سؤال مرور	<ul style="list-style-type: none"> • چه روش‌هایی برای مدل‌سازی سیستم‌های فنی - اجتماعی استفاده می‌شوند؟ • این روش‌ها چه اجزا و عناصری دارند؟
جست‌وجوی ادبیات	<ul style="list-style-type: none"> • واژگان کلیدی: مدل‌سازی سیستم‌های فنی - اجتماعی، مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده انسانی، مدل‌سازی سیستم‌های تطبیق‌پذیر انسانی، روش‌های سیستمی مدل‌سازی، تکنیک‌ها و ابزارهای مدل‌سازی سیستمی. • منابع و ابزار جست‌وجو: وبسایت‌های ناشران و پایگاه‌های الکترونیکی (ProQuest, Sciecnce Direct, Emerald), موتورهای جست‌وجو (گوگل و گوگل اسکالر)، زنجیره مراجع، تماس با خبرگان و مراجعه به کتابخانه‌ها • شناسایی ۵۵ کتاب و مقاله مرتبط
نمونه‌گیری	<ul style="list-style-type: none"> • نمونه‌گیری نظری و اشباع نظری • انتخاب ۳۷ کتاب و مقاله
بررسی کیفیت	<ul style="list-style-type: none"> • آستانه بالا برای استفاده حداکثری از کتاب‌ها و مقاله‌ها • معیارها: نویسندگان، بیان کافی و شفاف روش و مفروضات آن، ارائه داده‌های کافی برای پشتیبانی از تفاسیر و نتیجه‌گیری‌ها • انتخاب ۲۶ مقاله برای مطالعه اولیه در تکرار اول
استخراج داده‌ها	<ul style="list-style-type: none"> • کدگذاری اولیه داده‌ها • شناسایی تم‌های توصیفی: روش‌های مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده فنی - اجتماعی، عناصر (اجزای) روش‌های مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده فنی - اجتماعی، رویکردهای ترکیب روش‌های مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده فنی - اجتماعی، مشخصه‌های سیستم‌های فنی - اجتماعی
سؤال مرور ۲	<ul style="list-style-type: none"> • سؤال‌های مرور اول • عناصر و اجزای هر یک از روش‌های مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده فنی - اجتماعی کدام‌اند؟ به‌طور کلی، یک روش مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده فنی - اجتماعی باید چه مشخصه‌ها و ویژگی‌هایی داشته باشد؟
جست‌وجوی ادبیات ۲	<ul style="list-style-type: none"> • واژگان کلیدی: تم‌های توصیفی شناسایی شده در تکرار اول • منابع و ابزار جست‌وجو: مشابه تکرار اول • شناسایی ۶۷ کتاب و مقاله جدید
نمونه‌گیری و بررسی کیفیت ۲	<ul style="list-style-type: none"> • مشابه تکرار اول • انتخاب ۳۶ کتاب و مقاله جدید
استخراج داده‌ها ۲	<ul style="list-style-type: none"> • کدگذاری داده‌ها • شناسایی تم‌های توصیفی جدید
ترکیب تفسیری	<ul style="list-style-type: none"> • ایجاد سازه‌های ترکیبی و تحلیل ترجمه‌ای متقابل (ترکیب حذفی) • ایجاد سازه‌های تحلیلی

شکل ۱. نمایش کلی از مراحل اجرای فراترکیب

یافته‌های پژوهش

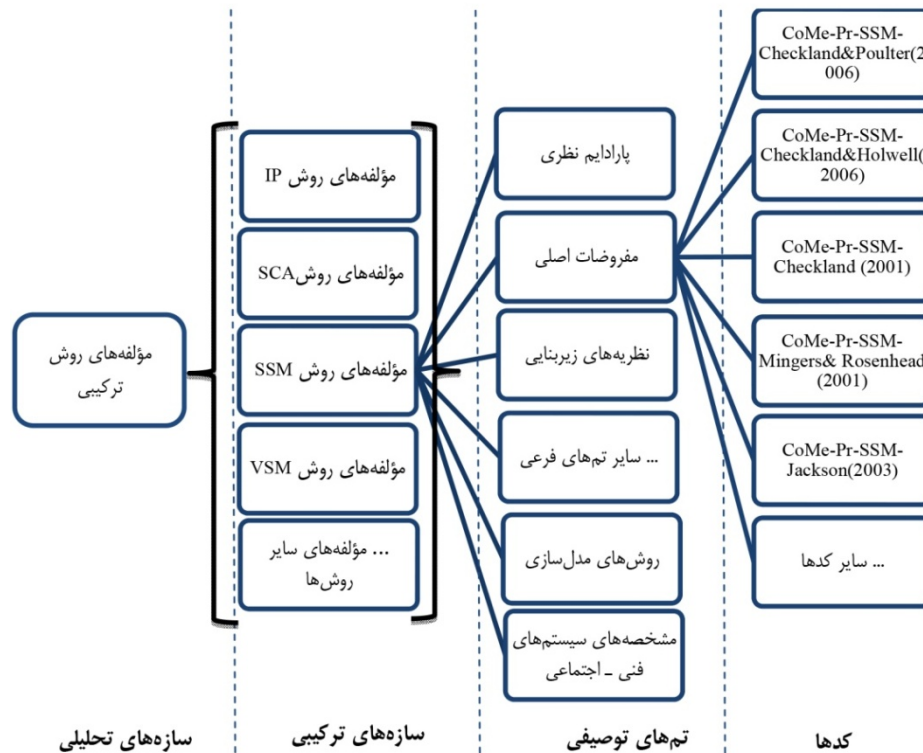
فرا ترکیب تفسیری انتقادی دارای الگوریتمی تکرارشونده است و مراحل آن می‌تواند تا رسیدن به نتیجه مطلوب چندین بار تکرار شود. بعد از اجرای تکرار نخست^۱، چندین تم توصیفی شناسایی شد که عبارت بودند از روش‌های مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده فنی - اجتماعی، عناصر (اجزای) روش‌های مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده فنی - اجتماعی، رویکردهای ترکیب روش‌های مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده فنی - اجتماعی و مشخصه‌های سیستم‌های فنی - اجتماعی. مطالعه منابع جدید مشخص کرد هنوز منابع و روش‌هایی وجود دارند که با استفاده از واژه‌های کلیدی اولیه قابل شناسایی نبودند و می‌توانند مفید باشند. از این رو بعد از اتمام مرحله استخراج داده‌ها، از تم‌های توصیفی شناسایی شده به‌عنوان واژه‌های کلیدی برای اجرای مجدد فرا ترکیب استفاده شد. بعد از جست‌وجو با واژه‌های کلیدی جدید علاوه بر متون قبلی، ۶۷ مقاله و کتاب جدید یافت شد که با طی مراحل گفته‌شده، این تعداد به ۳۶ مقاله و کتاب جدید منتهی شد. برای استخراج داده‌ها از الگوی جدول ۱ استفاده شده است. در این جدول ستون داده جزء معنادار و مورد توجه متن برای محقق است. ستون منبع، مرجع (کتاب یا مقاله حاوی متن) را نشان می‌دهد. بخش توضیحات، یادداشت‌ها و موارد مهمی است که طی مرحله کدگذاری به ذهن محقق می‌رسد. برچسب نیز مجموعه‌ای از حروف است که برای نشانه‌گذاری هر بخش از متن و ایجاد ارتباط میان داده‌ها و رسیدن به تم‌های فرعی و اصلی از آن استفاده می‌شود. برچسب‌گذاری هر یک از کدها طی فرایندی تکرارشونده و پس از چند بار بررسی، مقایسه شده و تحلیل سایر داده‌ها کامل می‌شود.

جدول ۱. الگوی مورد استفاده برای کدگذاری و نمونه‌ای از استخراج داده‌ها

داده	منبع	توضیح	برچسب
«...روش‌شناسی سیستم‌های نرم در جست‌وجوی رویکردی برای حل مسئله در موقعیت‌های پیچیده است. یعنی جایی که حتی خود اهداف مسئله‌زا هستند...»	چکلند (۲۰۰۱)، صفحه ۸۵	مفروضات روش	CoMe-Pr-SSM- Checkland (2001)
«...مسئله‌زایی موقعیت به‌علت کمبود شفافیت یا عدم برقراری ارتباط صحیح در خصوص اهداف، راهکارها و پیستی کسب و کار است. در چنین موقعیت‌هایی، روش‌هایی مثل SSM که خروجی‌های غیرملموس‌تری دارند کمک می‌کنند...»	مینگرز و روزنهد (۲۰۰۱)، صفحه ۳۵۹	مفروضات روش و مسائل مناسب	CoMe-Pr-SSM- Mingers& Rosenhead (2001)
«...هدف روش‌شناسی سیستم‌های نرم ایجاد ساختاری برای مباحث است که اگر به تفاهم مشترک نمی‌انجامد حداقل به سازش بین منافع و جهان‌بینی‌های مختلف که بتوان تغییرات مطلوب را اجرا کرد، ختم شود...»	جکسون (۲۰۰۳)، صفحه ۲۳۵	مفروضات و اهداف روش	CoMe-Pr-SSM-Jackson(2003) CoMe-Go-SSM-Jackson(2003)
«...ویژگی اساسی که SSM را از تحقیق در عملیات کلاسیک و سایر رویکردهای سخت متفاوت می‌کند، پذیرش این نکته است که در هر موقعیت اجتماعی، افراد مختلف، شرایط را به‌گونه‌ای متفاوت درک می‌کنند...»	چکلند و هالول (۲۰۰۴)	مفروضات روش و تفاوت با تفکر سخت	CoMe-Pr-SSM- Checkland&Holwell(2004)
«...هیچ چیز در ذات خود یک موقعیت نیست، بلکه ادراکات ماست که از آن یک موقعیت می‌سازد...»	چکلند و پولتر (۲۰۰۶)، صفحه ۲۷	پارادایم و مفروضات روش	CoMe-Pr-SSM- Checkland&Poulter(2006) CoMe-Pa-SSM- Checkland&Poulter(2006)

۱. نتایج دور اول فراترکیب در مقاله جداگانه‌ای توسط همین نویسندگان در نشریه چشم‌انداز مدیریت صنعتی به چاپ رسیده است.

در جدول ۱ برای نمونه، کدگذاری تعدادی از داده‌های مربوط به مفروضات روش‌شناسی سیستم‌های نرم ارائه شده است. الگوی برچسب‌گذاری در این جدول از چپ به راست عبارت‌اند از تم توصیفی - تم فرعی - روش - مرجع. شکل ۲ نیز بخشی از سلسله‌مراتب تم‌های شناسایی شده را نشان می‌دهد. در جدول ۲ نیز مهم‌ترین تم‌های توصیفی به‌دست‌آمده از اجرای فرا ترکیب درج شده است.



شکل ۲. بخشی از سلسله‌مراتب تم‌های شناسایی شده

جدول ۲. مهم‌ترین تم‌های توصیفی شناسایی شده

مهم‌ترین مراجع	تشریح تم‌ها	تم‌های توصیفی
هرمان و همکاران (۲۰۰۴)، گو و تانگ (۲۰۰۵)، اوسگلد، نان و دیتز (۲۰۱۱) و نیکولیچ، ون دام و کاسمیر (۲۰۱۳)	سیستم طی حیات خود به تدریج شکل و کارکرد اصلی خود را می‌یابد و از تجربه حاصل از استفاده، کارکردها و مقاصد به سیستم اضافه، حذف یا تعدیل می‌شوند.	پویایی و توسعه تکاملی
کیتینگ و همکاران (۲۰۰۸) و نیکولیچ و همکاران (۲۰۱۳)	شکل‌گیری خواص و رفتاری که طی تکامل که با برآیند رفتار تک تک عناصر متفاوت است.	رفتار نوپدید
جکسون (۲۰۰۳)، کیتینگ و همکاران (۲۰۰۸) و نیکولیچ و کاسمیر (۲۰۱۳)	توانایی عناصر سیستم برای داشتن انتخاب‌های مستقل	استقلال
هرمان و همکاران (۲۰۰۴)، کیتینگ و همکاران (۲۰۰۸) و باکستر و سامرویل (۲۰۱۱)	عدم اطمینان موجود در سیستم‌ها به دلیل تعاملات میان عناصر فنی و ساختاری با عناصر اجتماعی	تعادل فنی و اجتماعی

مشخصه‌های سیستم‌های فنی - اجتماعی

ادامه جدول ۲

مهم‌ترین مراجع	تشریح تم‌ها		تم‌های توصیفی
باکستر و سامرویل (۲۰۱۱) و وو و همکاران (۲۰۱۵)	وجود عناصر مختلف و ناهمگون در سیستم	تنوع	مشخصه‌های سیستم‌های فنی - اجتماعی
اوسگلد و همکاران (۲۰۱۱)، نیکولیچ و کاسمیر (۲۰۱۳) و بوکوفسکی (۲۰۱۶)	مرتبط و متصل ماندن اجزای یک سیستم با یکدیگر در قالب ساختار چندسطحی و بازگشتی و شبکه‌ای	ساختار چندسطحی و شبکه‌ای	
رجوع شود به جدول ۳	رویکرد انتخاب استراتژیک، روش‌شناسی سیستم‌های نرم، برنامه‌ریزی تعاملی، مدل سیستم‌های مانا، پویایی سیستم، فهم انتقادی سیستم‌ها، پاندا، تئوری درام، مدل‌سازی بصری سیستم‌ها، روش‌های مبتنی بر سیستم سیستم‌ها		مدل‌سازی فنی - اجتماعی
میدگلی (۱۹۹۷)، مینگرز (۲۰۰۳)، جکسون (۲۰۰۳)، مینگرز و روزنهد (۲۰۰۴)، وایت (۲۰۰۶)، مینگرز و وایت (۲۰۰۹)، هاویک و آکرمن (۲۰۱۱)، آکرمن (۲۰۱۲)، میدگلی و همکاران (۲۰۱۳)، پروث و وایت (۲۰۱۴)، رانیارد، فیدز و هو (۲۰۱۵)، هاویک و همکاران (۲۰۱۶)	پارادایم مجموعه‌ای از مفروضات فلسفی است که تعیین‌کننده و راهنمای مسائل اصلی، ماهیت واقعیت، ماهیت شناخت و چگونگی دستیابی به آن برای هر یک از روش‌ها است.	پارادایم نظری	مؤلفه‌های تشکیل دهنده روش‌ها
	هر یک از روش‌های مدل‌سازی تحت هدایت پارادایم خود بر اساس یک یا تعدادی نظریه، اصول و مفروضات اصلی خود را تعیین می‌کند.	نظریه‌های زیربنایی	
	مجموعه‌ای از اصول ثابت و متمایزکننده که یک روش در شرایط مختلف برای مدل‌سازی از آن استفاده می‌کند. مفروضات اصلی الهام‌گرفته از نظریه‌های زیربنایی و زیر چتر پارادایم تعیین می‌شوند.	مفروضات اصلی	
	هر یک از روش‌ها تعاریف متفاوتی از مدل دارند که الهام‌گرفته از پارادایم آنها است.	ماهیت مدل‌سازی	
	تعاریف روش‌ها از ماهیت مسئله و چگونگی برخورد با آن متفاوت است و پارادایم هر روش تعیین‌کننده ماهیت مسئله‌ای است که روش با آن سروکار دارد.	ماهیت مسئله	
	هر روشی برای دستیابی به اهداف مشخصی توسعه یافته و استفاده می‌شود و در صورت دستیابی به آن اهداف موفق و اثربخش خواهد بود.	معیار موفقیت	
	علی‌رغم وجود تفاوت‌ها همه روش‌ها یک الگوریتم از پیش تعیین‌شده را برای اجرا پیشنهاد می‌کنند.	مراحل اجرای روش	
	روش‌ها، ابزارها و تکنیک‌های مربوط به خود را برای مدل‌سازی پیشنهاد می‌کنند. این ابزارها در بعضی روش‌ها یکسان یا مشابه است.	ابزارها و تکنیک‌ها	
	معتبر بودن یا نبودن مدل و الزام یا عدم الزام اعتبارسنجی مدل نیز بین روش‌های مدل‌سازی سیستم‌های فنی - اجتماعی متفاوت است.	اعتبارسنجی مدل	
	روش‌ها محدودیت‌هایی دارند که مانع از پذیرش آنها توسط پژوهشگرانی از پارادایم‌های رقیب شده است. همچنین باعث می‌شود روش‌ها برای برخی موقعیت‌ها و مسائل ناکارآمد باشند. استفاده ترکیبی از روش‌ها می‌تواند به رفع این ضعف‌ها کمک کند.	محدودیت روش‌ها	
روش‌ها دارای قوت‌هایی هستند که موجب محبوبیت آنها میان جمعی از محققان شده و آنها را برای استفاده در برخی مسائل مناسب می‌کند. استفاده از این قوت‌ها در کنار یکدیگر می‌تواند به ساخت یک مدل مناسب کمک کند.	دلایل انتخاب روش‌ها		

بعد از تعیین تم‌های توصیفی، تم‌ها یا سازه‌های ترکیبی ایجاد شدند. این سازه‌های ترکیبی تعیین مؤلفه‌های هر روش بر اساس تم‌های توصیفی شناسایی شده و آن دسته از ویژگی‌های سیستم‌های فنی - اجتماعی است که با توجه به مؤلفه‌ها، مورد توجه هر روش هستند. ممکن است یک روش هم‌زمان به چندین ویژگی در رویکرد خود توجه کند اما در اینجا منظور آن ویژگی است که بیش از سایر ویژگی‌ها مورد توجه هر روش است. جدول‌های ۳ و ۴ این سازه‌های ترکیبی را به طور خلاصه نشان می‌دهند. از طریق تفسیر سازه‌های ترکیبی و ترجمه متقابل آنها و داشتن یک رویکرد انتقادی و اعمال ترکیب حذفی (کنار گذاشتن ضعف‌های این روش‌ها) به طور هم‌زمان، سازه‌های تحلیلی به دست می‌آیند. منظور از سازه‌های تحلیلی، مؤلفه‌های روش ترکیبی حاصل از فراترکیب روش‌های مورد مطالعه است. در واقع مؤلفه‌های روش ترکیبی با ترکیب نقاط اتصال روش‌های مورد مطالعه یعنی مفروضات یا اصول زیربنایی (چرایی)، مراحل روش (چستی) و تکنیک یا ابزارها (چگونگی) ایجاد می‌شوند (مینگرز، ۲۰۰۱)، اما در این ترکیب سایر مؤلفه‌های مربوط به روش‌ها در نظر گرفته می‌شوند. شکل ۳ به طور خلاصه چارچوب کلی روش ترکیبی را نشان می‌دهد و از سه بخش مجزا تشکیل شده است. بخش نخست یعنی هرما بر اصول و مفروضات روش پیشنهادی تأکید می‌کند، بخش دوم یعنی بخش‌های A، B و C مراحل اجرای روش را نشان می‌دهند و بخش D بر ابزارهای مورد استفاده در روش پیشنهادی تأکید دارد. در ادامه این سه بخش بررسی می‌شوند. قسمت هرما بر اساس اصول و مفروضات روش‌های مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده ترسیم شده‌اند. این مفروضات عبارت‌اند از:

- **پویایی:** در روش پیشنهادی، سیستم‌ها به عنوان مفاهیمی پویا که طی زمان تغییر می‌کنند، شناخته می‌شوند. در نتیجه ارائه یک تصویر یا مدل ایستا و ثابت از چنین سیستم‌هایی ناممکن و غیرسودمند است. برای کمک به شناخت بهتر این سیستم‌ها، مدل‌سازی حالت‌هایی از سیستم‌های پیچیده فنی - اجتماعی پیشنهاد می‌شود که در چارچوب، سه حالت مختلف نمایش داده شده است. این حالات همچون تصاویر یا عکس‌هایی از یک رویداد مستمر در حال تغییر همچون یک فیلم هستند و آنچه در واقع در حال رخ دادن است حد فاصل میان این حالات است. این حالات می‌تواند شامل وضعیت موجود، وضعیت محتمل و وضعیت خوش‌بینانه یا ایده‌آل باشد. حالت ۱ می‌تواند نمایانگر وضعیت موجود باشد. حالت ۲ نیز تکامل سیستم را نشان می‌دهد. حالت ۳ که با علامت سؤال مشخص شده است نمایانگر وضعیت محتمل در صورت ادامه وضع موجود یا وضعیت خوش‌بینانه در صورت شناسایی و حل و فصل مسائل مربوط به سیستم است.

- **تکامل و نوپدیدگی:** یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های یک سیستم پیچیده فنی - اجتماعی، رفتار تکاملی آن طی زمان است. یک سیستم ممکن است در ابتدا شکل یافته و کارکردی نباشد. این سیستم به صورت تکاملی تغییر یافته و در تجربه حاصل از استفاده به تدریج توسعه می‌یابد. همان‌طور که در چارچوب نشان داده شده است، این تکامل در ساده‌ترین حالت دارای چندین مرحله است. مرحله نخست شکل‌گیری یک سیستم است. از آنجا که یک سیستم فنی - اجتماعی پیچیده غالباً ترکیبی از چندین سیستم مستقل است می‌توان آن را یک متاسیستم نامید. به‌طور مسلم پیش از تشکیل این متاسیستم، سیستم‌ها به صورت مستقل وجود داشته و با بهم پیوستن آنها متاسیستم تشکیل شده است. سپس متاسیستم بر اساس رفتار و خاصیت نوپدیدگی فرایندی تکاملی را طی می‌کند. در نتیجه

تکامل، خواص جدیدی شکل می‌گیرد. در واقع با تکامل متاسیستم و بعد از فرایند شکل‌گیری، تعداد سیستم‌ها و پیچیدگی متاسیستم افزایش می‌یابد. با تکامل متاسیستم و دستیابی آن به کل یا بخشی از اهداف، یک فرایند انتخاب ایجاد می‌شود. فرایندی که متاسیستم باید تصمیم بگیرد، به موجودیت خود پایان دهد یا وضعیت موجود را ادامه دهد یا به دنبال اجرای اهداف یا راهکارهای جدید باشد.

- **تکرارپذیری و ساختار شبکه‌ای:** زیرسیستم‌های تشکیل‌دهنده سیستم‌های فنی - اجتماعی در قالب شبکه‌هایی در سطوح چندگانه طی زمان تکامل می‌یابند. اما هر یک از این زیرسیستم‌ها به‌طور معمول در لایه‌های پایین‌تر خود تشکیل شده از سیستم‌هایی جزئی‌تر هستند. این تجزیه سیستم‌ها در نهایت به سیستم‌هایی منجر می‌شود که دیگر قابل تجزیه به یک سیستم مستقل نیست. هر یک از این زیرسیستم‌ها ساختار و خواصی مشابه سیستم تشکیل‌دهنده خود دارند. بنابراین ساختاری لایه‌ای به شکل هرم از سطوح مختلف سیستم در یک متاسیستم ایجاد می‌شود. چارچوب مد نظر در شکل ۳ یک ساختار لایه‌ای ساده را نشان می‌دهد. برای مثال هرم‌ها تشکیل شده از سازمان‌های مختلف هستند (بالاترین لایه)، این سازمان‌ها از واحدها یا بخش‌های مختلفی تشکیل شده‌اند (لایه دوم) و این واحدها از سیستم‌های جزئی‌تری مثل انسان‌ها (لایه سوم) تشکیل می‌شوند. اما در هر لایه میان سیستم‌های هم‌سطح یک ساختار شبکه‌ای ایجاد می‌شود. ارتباطات میان سیستم‌های جزئی در هر لایه با خطوطی نشان داده شده است.
- **استقلال:** در مدل‌سازی سیستم‌های فنی - اجتماعی با استفاده از روش پیشنهادی، زیرسیستم‌ها و عناصر نسبتاً مستقل فرض می‌شوند. این استقلال در روش پیشنهادی به‌عنوان توانایی برای انجام انتخاب‌های مستقل در بیشتر امور تعریف می‌شود. این در حالی است که در سیستم‌های ساده و فنی‌تر، اجزا برای اعطای اختیار به سیستم، از استقلال خود صرف نظر می‌کنند. در واقع این استقلال خود را در جنبه‌های انسانی و اجتماعی سیستم نشان می‌دهد. یعنی می‌تواند مربوط به هر فرد به‌طور مجزا یا گروهی از افراد باشد که یک واحد یا سازمانی که بخشی از سیستم است را شکل می‌دهند. به این استقلال اجزا در چارچوب در قالب نمایش مجزای عناصر تأکید شده است.
- **جهان‌بینی و هدفمندی:** یکی از منابع پیچیدگی سیستم‌های فنی - اجتماعی، که در مدل‌سازی سیستم‌ها باید به آن توجه شود، جهان‌بینی متفاوت عناصر اجتماعی است. منظور از جهان‌بینی، تفاوت در دیدگاه‌ها و چگونگی تفسیر واقعیت از سوی عناصر انسانی و اجتماعی است. علاوه بر جهان‌بینی‌های متفاوت، عناصر اجتماعی این سیستم‌ها، هدفمند رفتار می‌کنند. در واقع در روش پیشنهادی فرض می‌شود که عناصر انسانی پیوسته در حال بازخوانی نقش‌ها و ارزش‌های خود و سیستم هستند و در مواجهه با اهدافی که آن را نادرست یا علیه خود می‌دانند، مقاومت نشان می‌دهند یا در صورت موافقت ظاهری در راستای اهداف سیستم عمل نمی‌کنند که می‌تواند دستیابی سیستم به اهداف را تحت تأثیر قرار دهد. این تفاوت‌ها در جهان‌بینی و منافع، به نوعی تنوع در سیستم منجر می‌شود که البته با تنوع فنی متفاوت است. این تنوع در شکل ۳ از طریق تفاوت در فونت‌های به‌کاررفته برای نمایش عناصر انسانی (H) مشخص شده‌اند.

جدول ۳. سازه‌های ترکیبی حاصل از استخراج داده‌ها (بخش اول)

مهم‌ترین مراجع	ماهیت مسئله	ماهیت مدل	کارکرد اصلی	مفروضات اصلی	نظریه‌های زیربنایی	پارادایم نظری
فرزند (۲۰۰۱)، هایکلینگ (۲۰۰۴)، سوزنسن، ویال و انگستروم (۲۰۰۴) فرند و هایکلینگ (۲۰۰۵)	تصمیم‌گیری تحت فشار با در نظر گرفتن جنبه‌های اجتماعی و عدم اطمینان‌های احتمالی از محیط و تغییر مستمر دیدگاه‌های افراد در خصوص واقعیت	ارزای برای انجام بخشی به بحثها در خصوص حوزه، گزینه‌ها و عدم اطمینان در تصمیم‌گیری و به‌طور کلی ارزیابی برای ساختاردهی به مسئله بر اساس باورها و دغدغه‌های ذی‌نفعان اصلی	تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی	<ul style="list-style-type: none"> در نظر گرفتن عدم اطمینان‌ها در تصمیم‌گیری ساختاردهی به تصمیم‌ها به شکلی استراتژیک تأکید بر ساختارمند کردن ارتباطات تأکید بر خروجی‌های ملموس همچون تعهد به تصمیم و نامطموس همچون یادگیری گروهی 	<ul style="list-style-type: none"> تحقیق در عملیات کلاسیک نظریه‌های تصمیم‌گیری 	رویکرد انتخاب استراتژیک
چکلند (۲۰۰۱)، چکسون (۲۰۰۳) و چکلند و هاول (۲۰۰۴)، چکلند و پو (۲۰۰۶)، کویانیز و میگز (۲۰۰۶) تاکو و کویانیز (۲۰۱۵)	به‌جای مسئله، با موفقیت مسئله‌ها روبه‌رو هستیم که توسط ادراک عناصر اجتماعی و به‌دلیل اهداف متفاوت ذی‌نفعان اتفاق می‌افتد و مرزها و محتوای آن طی زمان متغیر است.	بلکه به‌عنوان ارزیابی برای بیان جهان‌بینی‌های مختلف و منبع طرح پرسش‌ها و رسیدن به پاسخ‌هایی درباره شرایط واقعی هستند که ساختاری مستحکم برای بحث در مورد موفقیت و چگونگی تغییر آن را فراهم می‌آورند.	مهندسی سیستم	<ul style="list-style-type: none"> یک روش شناسی حل مسئله نیست بلکه هدف آن کشف پرسین و یاد گرفتن درباره موفقیت‌های مسئله بد تعریف‌شده یا آشفته است. سیستم‌ها ساختارهای ذهنی هستند که ناظر از جهان دارد، بر حسب جهان‌بینی‌های گوناگون، توصیف‌های گوناگونی از حقیقت به عمل آمده است. 	<ul style="list-style-type: none"> مهندسی سیستم‌ها نظریه جامعه‌شناختی و فلسفی تفسیری هوسرل و وبر 	روش شناسی سیستم‌های نرم
ایکاف (۱۹۸۱)، ایکاف (۲۰۰۱) چکسون (۲۰۰۳) و هافنور (۲۰۱۱)	هر سازمانی با مجموعه‌ای از تهدیدها و فرصت‌های در حال تعامل و سیستمی از مشکلات که آشفتگی نامیده می‌شود، روبه‌رو است، این مسئله نتیجه اقدامات فلسفی و محیطی سازمان است.	مدل ارزیابی برای صورت‌بندی آشفتگی و شناخت وضعیت کنونی (تحلیل سیستم، منابع، تخمین‌ها و سایر یوهای مرجع) و ترسیم آینده مطلوب همراه با ذی‌نفعان است.	برنامه‌ریزی و طراحی سیستم	<ul style="list-style-type: none"> حفظ عبیت و بی‌طرفی در مراحل مختلف فرایند برنامه‌ریزی از طریق مشارکت کلیه اجزای سیستم در سطوح و رده‌های مختلف و ارزیابی مستمر و پیوسته آن از سوی ذی‌نفعان با توجه به تغییر شرایط، ارزش‌ها و وقوع رخداد‌های غیرمنتظره 	<ul style="list-style-type: none"> نظریه سیستم‌ها تحقیق در عملیات کلاسیک 	برنامه‌ریزی تمامی
بیسر (۱۹۸۴)، چکسون (۲۰۰۳)، اسپینوزا و والکر (۲۰۱۳) و پریس، ش. و هایشی (۲۰۱۵)	شناسایی اشکالات کارکردی و ارتباطی موجود در سیستم‌ها برای دستیابی به مانایی	هر مدل نمایانگر بخشی از واقعیت است، مدل رفتار سیستم مد نظر را پیش‌بینی و ترجیحاً تبیین می‌کند اما برای ساخت مدل، قراردادهای مورد توافق می‌تواند به‌طور موقت برقرار شوند و در این صورت مدل می‌تواند بازنمایی مشترکی برای تسهیل یادگیری باشد.	تشخیص و طراحی سیستم	<ul style="list-style-type: none"> سیستم‌ها دارای ماهیتی سلسله‌مراتبی هستند اما برای درک سیستم‌ها نباید آنها را به اجزای کوچک‌تر شکست، بلکه بایستی آنان را از طریق مراقبت و رسیدن خروجی‌ها و دست‌کاری متناسب در ورودی‌ها با در نظر گرفتن سه مولفه محیط، فعالیت‌ها و مدیریت کنترل کرد. 	<ul style="list-style-type: none"> سایرناژیک سازمانی نظریه خودتاملی ماتوزانا و وارا قانون تنوع انشی 	مدل سیستم‌های مانا
سوشیل (۱۹۹۳)، استرومن (۲۰۰۰) سواندر و مک نات (۲۰۱۲)	شناسایی الگوهای رفتاری پویای سیستم یا چگونگی بروز مشکل در یک بازه زمانی مشخص از طریق تبیین مرزها و تمامی عناصر تأثیرگذار بر رفتار سیستم و روابط میان آنها	مدل تبیینی هدفمند و عینی از جهان است و این مسئله دنیای واقعی است که ماهیت مدل را مشخص می‌کند. همچنین مدل ابزاری برای کمک به حل مسائل و یادگیری است.	شبیه‌سازی	<ul style="list-style-type: none"> اجزای یک سیستم در یک الگوی پیچیده با روابط علی و معلولی و حلقه‌های بازخوری یا یکدیگر مرتبط هستند و شناخت این روابط و ساختارهای اصلی و زیرین تعیین‌کننده رفتار سیستم حتی از اجزای سیستم هم مهم‌تر است. 	<ul style="list-style-type: none"> نظریه سیستم‌ها سایرناژیک سازمانی شبیه‌سازی رایانه‌ای 	پویایی سیستم

ادامه جدول ۳

مهم‌ترین مراجع	ماهیت مسئله	ماهیت مدل	کارکرد اصلی	مفروضات اصلی	نظریه‌های زیربنایی	پارادایم نظری	
اورنج (۲۰۰۵)، ریولدر (۲۰۰۷) و اورنج و ریولدر (۲۰۱۰)	شناخت سیستم مرجع زیربنایی که باعث شکل‌گیری موفقیت‌ها و مرزها گاهی به‌صورت نادرست شده است.	مدل‌ها ابزارهایی ابتکاری برای برخورد با واقعیت در قالب گنگانته‌ها (تخمین برخی از لایه‌های واقعیت تا آنجا که ممکن است) و طراحی‌ها (جهان‌چگونه باید باشد) با مومنی انتقادی هستند	تشخیص و طراحی سیستم	درک واقعیت اجتماعی از طریق طراحی سیستم‌های اجتماعی هدفمند که کلیه ذی‌نفعان توانایی تشخیص مقاصد سیستم را داشته و مباحثه و تبادل نظر درباره این مقاصد بین ذی‌نفعان با رویکردی آزادی‌بخش و عمل‌گرا تشویق و تقویت شود.	<ul style="list-style-type: none"> تفکر سیستمی چرخشی، سه‌ایده متعالی‌گانه، نظریه‌های انتقادی هاراماس 	انتقادی	فهم انتقادی سیستم‌ها
تاکت و وایت (۱۹۹۶)، وایت و تاکت (۱۹۹۷)، تاکت و وایت (۱۹۹۸) و جکسون (۲۰۰۱)	موفقیت‌ها خیلی پیچیده هستند. زیرا تصادفی و ناشی از نیروهای مختلف اجتماعی و فنی هستند که به‌منتهای تنش مداوم و نوسان یک مسئله ثابت با روش مشخص برای حل آن است.	مدل ابزاری است که ساختاری برای کشف فرضیه‌ها در خصوص انتظارات کارکنان از هم‌دیگر، تعهدات، هیجانات، تغییرات در ارزش‌ها و استدلال‌های منطقی آنها و همچنین گفت‌وگو برای دستیابی به درکی دو جانبه را فراهم می‌کند.	تشخیص سیستم و تصمیم‌گیری	<ul style="list-style-type: none"> ترکیب دیدگاه‌ها و روش‌ها، پذیرش تناقضات و تفاوت‌ها و انعکاس‌پذیری و اجماع موقتی در موفقیت‌های محلی و محدود. عدم اتکالی صرف برای دستیابی به دانش عینی و دقیق یا استفاده از زبان که می‌تواند گمراه‌کننده باشد. 	<ul style="list-style-type: none"> سنت روشنگری نیچر و هایدگر نظریه‌های میشل فوکو شرایط پسا مدرن لیبارد 	پسا مدرن	روش باندا
هوارز، بنت، بریانت و برزالی (۱۹۹۳)، بنت و هوارز (۱۹۹۶)، بنت، بریانت و هوارز (۲۰۰۱)	یک موفقیت تصمیم‌گیری با کارکنانهای مختلف که همراه با تعارضات و عدم اطمینان بدلیل پاسخ‌هایی است که به‌طور لزوم با استفاده از استدلال‌های منطقی قابل پیش‌بینی و توصیف نیستند.	مدل، توصیف عینی بخش‌هایی از واقعیت است که به کاهش پیچیدگی کمک می‌کند و ابزاری برای بهبود ارتباطات میان مشارکت‌کنندگان و پشتیبانی از تصمیم‌های مپایمی‌کند.	ساخت‌دهی به مسئله تصمیم‌گیری	<ul style="list-style-type: none"> شفاف‌سازی موفقیت‌های ناسازگار و راه‌حل‌های رضایت‌بخش به‌جای بهینه‌سازی تأکید بر تجربه و تحلیل روز تعارض‌ها به‌جای بررسی رفتار و گریزهای منطقی و کنترل تنش بین تعارض و همکاری شناسایی پیچیدگی‌هایی که از اهمیت واقعی برخوردار است و ارزش دارد که در مدل لحاظ شود. 	<ul style="list-style-type: none"> تئوری بازی‌ها تحقیق در عملیات 	تفسیری	تئوری درام
هرمان و لسوزر (۱۹۹۹)، هرمان و همکاران (۲۰۰۴) و ووو همکاران (۲۰۱۵)	جنبه‌های مهمی همچون ارتباطات، همکاری‌ها و ابهامات در سیستم‌های فنی - اجتماعی وجود دارد که بازتابی آنها مشکل است.	مدل، توصیف عینی بخش‌هایی از واقعیت است که به کاهش پیچیدگی کمک می‌کند و ابزاری برای بهبود ارتباطات میان مشارکت‌کنندگان و پشتیبانی از تصمیم‌های مپایمی‌کند.	بازتابی و توصیف زمیری	<ul style="list-style-type: none"> استفاده از ابزارهای تصویری برای نشان دادن وابستگی‌ها و فرایندهای سیستم‌های پیچیده و تمرکز بر محتوای اجتماعی و فنی سیستم‌ها تلاش برای بهبود ارتباطات میان مشارکت‌کنندگان مختلف 	<ul style="list-style-type: none"> نظریه سیستم‌های فنی - اجتماعی 	کارکردگرا - تفسیری	ل‌سازی تصویری سیستم‌ها
سایر (۱۹۹۸)، کیتینگ و همکاران (۲۰۰۸)، اوسگلد و همکاران (۲۰۱۱)، مصطفوی، ابراهام و لی (۲۰۱۳)، میسرز، هستر و پسن (۲۰۱۴) و یورکوفسکی (۲۰۱۶)	پیچیده، دارای خاصیت نوبت‌بندی و مرزهای متغیر، متناثر از زمینه و در برگیرنده سطوح و ذی‌نفعان مختلف	مدل نمی‌تواند به‌طور کامل یک بازتابی از واقعیت باشد زیرا با وجود موارد عینی همچون منابع و ساختارهای رسمی در یک SOS، مرزها و روابط میان عوامل اجتماعی ناشی از قابلیت‌های ارزشی بوده و سوال و قابل مذاکره هستند.	مهندسی سیستم	<ul style="list-style-type: none"> یک ست از سیستم‌های جزئی تشکیل شده است که ممکن است اهداف و مقاصد مختلفی را داشته باشند. اما بر اینند آنها دارای رفتار نوبت‌بندی است که نمی‌توان آن را از طریق تقلیل آن به سطوح اجزا و عناصر به‌طور دقیق درک کرد. دیدگاه‌های چیده‌گانه در خصوص یک سیستم وجود دارد و هر دیدگاه می‌تواند از یک نقطه نظر سیستمی خاص صحیح باشد. 	<ul style="list-style-type: none"> مهندسی سیستم سیستم‌ها سیستم‌های پیچیده تطبیق پذیر 	کارکردگرا - تفسیری	ش‌های مبتنی بر سیستم سیستم‌ها

جدول ۴. سازه‌های ترکیبی حاصل از استخراج داده‌ها (بخش دوم)

ویژگی مد نظر	ضعف روش‌ها	قوت روش‌ها	اعتبارسنجی مدل	ابزارها و تکنیک‌ها	مراحل اجرای روش	معیار موفقیت (هدف)	
عدم اطمینان فنی و عدم اطمینان اجتماعی	خطر تخصصی و فنی شدن بیش از حد تصمیم‌ها، عدم افزایش بر دستیابی به توافق میان ذی‌نفعان، فنی و عدم توجه کافی به ساختارهای قدرت و تأثیر آنها و ساده‌سازی بیش از حد معیارهای ارزیابی گزینه‌ها	معرفی مفاهیم و تکنیک‌های ساده مدل‌سازی، توجه به عدم اطمینان در تصمیم‌گیری و داشتن خروجی‌های ملموس	مدلی معتبر است که بازتاب‌دهنده نظرها و دانش ذی‌نفعان و تصمیم‌گیرندگان مختلف و مورد پذیرش آنها بوده و به یادگیری و آشکارسازی عدم اطمینان‌ها در تصمیم‌گیری کمک کند.	گراف تصمیم‌گیری، گزینه تصمیم‌گیری، نواحی عدم اطمینان، گزینه اکتشافی و بسته تعهد	شکل‌دهی، طراحی، مقایسه و انتخاب	افزایش کارایی و عملکرد سیستم و ایجاد توافق و اجماع میان تصمیم‌گیرندگان	
استقلال	متناسب نبودن با موفقیت‌های مسئله‌دار سیستم‌های فنی - اجتماعی با جنبه‌های پیچیده فنی و ساختاری، متناسب نبودن با موفقیت‌هایی که اجبار یا درگیری زیاد است، منقرض بودن و عدم توجه به مفاهیم سایر روش‌ها به‌خصوص روش‌هایی از پارادایم‌های غیرتفسیری، عدم توجه به چرایی به وجود آمدن موفقیت‌های مسئله‌دار، محدودیت در فاز مدل‌سازی و عدم ارائه راهکار مشخصی برای شناسایی ذی‌نفعان	رویکرد ساختار یافته‌تر برای ترک مسئله در مقایسه با سایر روش‌ها، ایجاد و ارائه دیدگاه‌های متنوع و توجه به عناصر اجتماعی، ارائه ابزارهای مناسب، انعطاف بالا برای تطبیق با موفقیت‌های مختلف و ارائه فرآیندی کارا برای تبدیل معانی ضمنی به مدل‌هایی ادراکی	ملک جامعی برای تأیید اعتبار وجود ندارد زیرا موفقیت‌های انسانی قابل تکرار نیستند ولی میزان پذیرش مدل میان ذی‌نفعان و کمک آن به یادگیری مهم است.	تصاویر غنی، تعاریف روش‌های مدل‌های مفهومی و مقایسه مدل‌ها و اقدامات جهان واقعی	ورود و تشریح وضعیت مسئله ادراک‌شده، تعاریف روش‌های سیستم‌های فعالیت هدفمند، ایجاد مدل‌های مفهومی از تعاریف روش‌های، مقایسه مدل‌ها با جهان واقعی، تعریف تغییرات ممکن و مطلق و اقدام لازم برای بهبود موفقیت مسئله	ایجاد توافق میان ذی‌نفعان و بهبود موفقیت مسئله حاصل از توافق بر سر تغییرات لازم	روش‌شناسی سیستم‌های نرم
نوسه تکاملی و رفتار نوپدید	عدم حفاظت از مشارکت همه ذی‌نفعان در فرآیند اجرا، توجه ظاهری و نه چندان جدی به توافق ذی‌نفعان مختلف به‌ویژه در شناخت اشتقاقی و وضعیت فعلی سیستم، عدم توجه به سیستم‌های ارزشی و پیش فرض‌های هدایت‌کننده سیستم و ناموازن بودن قدرت و توجه بیشتر به چگونگی دستیابی به اهداف تا درست بودن خود اهداف	یک روش مختصر به‌فرد برای توسعه نظام‌مند سازمان‌های ایده‌آل گرا به‌عنوان یک کل، ارائه الگوی مناسبی برای شناسایی ویژگی‌های سیستم (همچون اهداف، کارکردها و منابع) و ترسیم آینده‌های مطلوب، روشی مناسب برای بهبود کارایی عملیاتی و کیفیت سیستم، توجه به مشارکت ذی‌نفعان و خواست آنها در ترسیم آینده مطلوب سازمان	مدلی معتبر است که مشارکت کامل ذی‌نفعان را منکس کند و یکا اجماع در خصوص پذیرش آن شکل بگیرد.	الگوی سیستم پشتیبانی سازگاری و یادگیری، طرح آرمانی، تجزیه و تحلیل مولد و برآوردهای مرجع	صورت‌بندی به هم ریختگی، برنامه‌ریزی اهداف، برنامه‌ریزی وسیله‌ها، برنامه‌ریزی منابع و اجرا و پیاده‌سازی و کنترل	دستیابی به معیارهای ذی‌نفعان و جلب رضایت و تعهد آنها از طریق تضمین حداکثر ابتکار در فرآیند حل و فصل اشتقاقی‌ها و جایگزینی آن با آینده‌های مطلوب	برنامه‌ریزی تاملی
نوسه تکاملی و رفتار نوپدید	توجه ظاهری به توافق و توجه به نظریات ذی‌نفعان مختلف، توجه بیشتر به تهدیدات محیطی نسبت به فرصت‌های محیطی و نادیده انگاشتن جنبه‌های اجتماعی سیستم به‌دلیل ناآگاهی فراوان بر ساختار سیستم	تشخیص مسائل مربوط به جریان‌های اطلاعاتی و ارتباطات میان کارکردها و زیرسیستم‌ها، ارائه مدل فراگیر و قابل کاربرد برای مدیریت پیچیدگی انواع سیستم‌ها در سطوح مختلف، تلفیق نظریه‌های مختلف سازمان، راضی نبودن به موفقیت ظاهری سیستم‌ها و تلاش برای شناخت مشکلات حتی در سیستم‌های به ظاهر موفق	بازنمایی جامع و علمی از واقعیت مورد توافق و ایجاد مدل بر اساس مفاهیم و عناصر مدل سیستم‌های مانا	خطوط راهنما، شمارش خطاهای تکراری، سنجش عملکرد و سیستم‌های پنجاهگانه	توافق بر هویت سازمان، تعیین مهم‌ترین بخش‌های سیستم برای تحقق اهداف، تحلیل سیستم مانا بر سه سطح و تقسیم‌بندی سیستم به پنج زیرسیستم	طراحی یک سیستم اثر بخش که توانایی بقا در محیط پیچیده خود را داشته باشد.	مدل سیستم‌های مانا

ادامه جدول ۴

ویژگی و بزرگی مد نظر	ضعف روش‌ها	قوت روش‌ها	اعتبارسنجی مدل	ابزارها و تکنیک‌ها	مراحل اجرای روش	معیار موفقیت (هدف)	
تلاش برای تعینی و ساده‌سازی موفقیت‌های اجتماعی پیچیده، استفاده از تقواوت‌ها به جای روش‌های علمی در بخش‌هایی از مدل که شناخت روابط مشکل است، ادعای پیش‌بینی دقیق در موفقیت‌هایی که در دست از شرایط اولیه وجود ندارد، ایستایی اجرای مدل ایجادشده طی زمان با وجود تأکید روش بر پویایی و داشتن رویکردی پالایه به پایین و عدم مدل‌سازی دقیق رفتار عناصر	قدرت بالای روش در تعیین ساختار سیستم و نقش آن در رفتار سیستم، کمک به مدیران در شناخت و داشتن تصویر از پیچیدگی‌های سیستم، کمک به شناخت نقاط اهرومی و مهم سیستم به‌منظور تصمیم‌گیری برای اعمال سیاست‌ها و تغییرات در سیستم و توجه به روابط غیرخطی و پویای میان عناصر سیستم	توجه به نظرهای ذی‌نفعان ضعیف در طراحی سیستم، ارائه مفهوم پرسش‌های مرزی به‌منظور شفاف ساختن قضاوت‌ها برای طراحان و ذی‌نفعان و امکان برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری با ابعاد انتقادی	یک رویکرد انتقادی هیچ جواب درست مفردی را تولید نمی‌کند اما از طریق فرایندهای بازتابی و بحث درباره مفروضات جایگزین، فرایندهای تصمیم‌گیری را شفاف‌تر و دموکراتیک‌تر می‌کند. از این رو مشروعیت مهم است نه اعتبار	نمودار علت و معلول و نمودارها با زنجوری، نمودار جریان و متغیرهای اثبات، نرخ و کمکی، آزمون راندها و آزمون راندها و خورده جهان‌ها	تدوین فرضیه پویا، مفهوم‌سازی سیستم، صورت‌بندی مدل، اعتبارسنجی مدل و شبیه‌سازی و تحلیل سیاست‌ها	رفع نیازهای کارفرما از طریق کمک به حل مسئله و بهبود اثر بخشی و به دست آوردن پیش و بصیرت بیشتر درباره موضوع	پویایی سیستم
توسعه تکاملی و رفتار نوپدید	آرمان‌گرایی بیش از حد، فقدان مراحل، تکنیک‌ها و ابزارهای آزموده‌شده متنوع، عدم توجه به پیچیدگی جهان واقعی و امکان پیروی ناآگاهانه ذی‌نفعان ضعیف از صاحبان قدرت و بی‌عدالتی‌ها و توجه به رهایی‌بخشی بیش از تحلیل و حل مسائل سیستم	توجه به تفاوت‌ها و فریدت‌ها، استفاده از یک موضع جمع‌گرا که به افراد و گروه‌ها امکان صحبت می‌دهد، انعطاف‌پذیری در کاربرد روش‌ها، توجه مجدد به مسائل محلی و داشتن نگاهی کل‌نگر برای تفسیر و ترکیب روش‌های مختلف و قابل کاربرد در شرایط مختلف	اعتبارسنجی مدل اهمیت زیادی ندارد آنچه مهم است پیامدهای عملی همچون توانمندی و آگاهی مشارکت کنندگان از طریق توجه به منابع و نظارهای متنوع با رویکردی معطوف و محلی است.	تشخیص سیستم‌های دانش، ساختار شکنی در یاد و مدل‌های زبانی، تصویرگری و جهانی	هدفمند ساختن سیستم، به‌کارگیری سه ایده خام، اخلاق سیستم‌ها در طراحی، قضاوت‌های مرزی و راه‌حل‌های جدلی	افزایش شناخت کلیه ذی‌نفعان و درک سیستم‌های مرجع و انتظارات آنها (تضمین عدالت)، در صورت امکان دستیابی به نقطه مشترک (ایجاد توافق)	فهم انتقادی سیستم‌ها
استقلال	علی‌رغم ادعاهای مطرح‌شده توسط توسعه دهندگان، روش به‌عمود یک روش قابل ارزیابی و کاربرد است با وجود این رویه منسجمی را در اختیار محققان برای مدل‌سازی قرار نمی‌دهد و فقط در حد یک راهنما باقی می‌ماند، علی‌رغم تأکید بر توجه به محرومان، سازوکار خاصی برای تشخیص آنها ارائه نمی‌دهد و اجرای درست رهنمودها به‌شدت وابسته به عملکرد ناظران است.						
تنوع							

ادامه جدول ۴

ویژگی مد نظر	ضعف روش‌ها	قوت روش‌ها	اعتبارسنجی مدل	ابزارها و تکنیک‌ها	مراحل اجرای روش	معیار موفقیت (هدف)
عدم اطمینان فنی و عدم اطمینان اجتماعی	محدود بودن کاربرد روش به مسائل با موفقیت‌های خاص و دامنه کاربرد محدود، در موفقیت‌هایی که فاصله قدرت قابل توجهی میان بازیگران وجود دارد می‌تواند کارایی خود را از دست بدهد. راه حل رضایت‌بخش نهایی ممکن است کاملاً تحت تأثیر عوامل سیاسی و تمایل برای دستیابی به توافق بوده و از جنبه‌های فنی و عملی فاقد اثربخشی و کارایی لازم باشد.	چارچوب منسجم برای ساختدهی به مسئله ارائه می‌کند. ابزارهای پژوهشی قدرتمندی برای تحقیق در حوزه‌های تعارض و حل آن و حتی عدم اطمینان فراهم می‌کند. مدل‌های حاصل از آن هر دو حوزه هیجان و منطق در تصمیم‌گیری را بازتاب و فعل و انفعال میان آنها را کشف می‌کند.	فقط یک مدل صحیح وجود ندارد. پیچیدگی‌هایی از واقعیت که باید مدل‌بیش حاصل از آن تعیین می‌شوند.	درام سریالی، تحلیل تقابلی و تعیین مخرمه‌ها	تهیه یک درام سریالی (شامل صحنه آرایی، پرورش موضوع، اوج داستان و پایان داستان) اجرای تحلیل تقابلی (تعیین تعیین مشخصات کلیدی، تعیین مواضع و تعیین کارت‌های برنده) و قضیه حالت نهایی	دستیابی به یک راه حل رضایت بخش به گونه‌ای که طرف‌ها به یکدیگر اعتماد کرده و تنازعات از بین بروند.
عدم اطمینان فنی و عدم اطمینان اجتماعی	تأکید بیش از حد بر ساده‌سازی مدل به‌منظور قابل نمایش شدن سیستم و همچنین عدم توانایی در نمایش پویایی‌های سیستم در قالب بصری، معمولاً در حد یک ابزار یا تکنیک در خدمت سایر روش‌ها باقی می‌مانند و تأکید بر استفاده از دیدگاه‌های مختلف برای مدل‌سازی بدون ارائه یک رویکرد قدرتمند	ارائه رهنمودها و شیوه‌های کاربردی برای درک و تجزیه سیستم به عناصر تشکیل دهنده و تعیین وابستگی‌های میان این عناصر، ارائه دستورالعمل‌های منسجم برای نمادسازی عناصر سیستم، توجه به هر دو جنبه اجتماعی و فنی سیستم‌ها و توجه به اینها و جنبه‌هایی از تعاملات میان عناصر سیستم که دانش کافی درباره آنها وجود ندارد.	علاوه بر ایجاد انسجام، به اندازه کافی برای نمایش تعاملات میان جنبه‌های مختلف اجتماعی و فنی سیستم از دیدگاه‌های مختلف باشد.	گراف‌ها، ساختارهای شبکه‌ای، نمادهای بصری تکنیک ایهام و نمودارها	شناخت روابط و ساختار شبکه‌ای میان عناصر، تعیین مرزها و محیط سیستم و تعیین جریان‌های مختلف سیستم (اطلاعات، مواد و غیره)	ارائه یک مدل بصری که علاوه بر شناسایی نیازمندی‌ها و کمک به اثربخشی سیستم طراحی شده، به یادگیری از طریق گفتگو میان دیدگاه‌های مختلف نیز کمک کند.
ارتباطات شبکه‌ای	مهم بودن جایگاه پارادایمی و فلسفی، وجود واگرای‌هایی در ادبیات در خصوص اینکه چه سیستم‌هایی واقعاً یک SOS هستند، نبود یک روش و الگوریتم پذیرفته‌شده و کمبود ابزارها و تکنیک‌های اختصاصی	ارائه درکی جدید از ساختار شبکه‌ای و چندلایه‌ای سیستم‌های پیچیده، ارائه تعریف دقیق‌تری از مشخصه‌های یک متاسیستم پیچیده، توجه به هر دو بعد فنی و اجتماعی و تأکید بر شناسایی جنبه‌های مختلف سیستم	مدلی معتبر است که به‌دراستی ایجاد فنی و اجتماعی سیستم را نشان دهد تا بتوان با استفاده از آن رفتار نوپدید سیستم را پیش‌بینی کرد. همچنین باید توسط دی‌نفلان مختلف پذیرفته شود.	واژنامه SOS ماتریس مهندسی SOS و چارچوب شناسایی عناصر SOS	تعریف مسئله، تعریف مرزها و سطوح سیستم، تحلیل بازیگران و شبکه روابط، تعیین اهداف ارزیابی رفتار نوپدید	دستیابی به اهداف فنی مطلوب متاسیستم و در عین حال برآورده شدن نظرهای سایر ذی‌نفعان

• **تعادل فنی - اجتماعی:** بر اساس این اصل یکی از مهم‌ترین منابع پیچیدگی، عدم اطمینان موجود در سیستم‌ها به دلیل تعاملات میان عناصر فنی و ساختاری با عناصر اجتماعی است. از این رو طرح یا مدلی از سیستم می‌تواند مفید باشد که در عین توجه به هر دو دسته از عناصر اجتماعی و فنی، تعاملات و ارتباط میان آنها را نیز بررسی و بازنمایی کند. استفاده از نماد هرم به‌جای ساختار و عناصر انسانی درون این هرم بازگوکننده این روابط است.

• **مشارکت انتقادی:** بر اساس این اصل، هیچگاه یک مدل یا طرح از سیستم را نمی‌توان ایده‌آل فرض کرد. زیرا درک و بازنمایی کامل یک سیستم توسط هر روشی در عمل غیرممکن است. از این رو همواره باید با دیدگاهی انتقادی از سیستم و مدل حاصل از آن پرسش کرد. این کار از طریق وارد ساختن دیدگاه‌های کلیه ذی‌نفعان و انجام یک فرایند بازتابی انتقادی امکان‌پذیر است. منظور از ذی‌نفعان سیستم، کلیه عناصر اجتماعی سیستم هستند که سیستم بر آنها تأثیر می‌گذارد یا از آنها تأثیر می‌پذیرد. این اصل با نشان دادن ذی‌نفعان حاشیه با اندازه کوچک‌تر در شکل ۳ ارائه شده است.

• **یادگیری:** در روش پیشنهادی، مدل‌سازی، بازنمایی و ساختاردهی به مسائل سیستم تعریف می‌شود. از این رو تا زمانی که مدل به شناخت سیستم و ساختاردهی به مسائل پیش روی آن کمک می‌کند، کلیه تعاریف مطرح‌شده برای آن از سوی رویکردها و روش‌های مختلف قابل پذیرش است. بدین معنا که مدل می‌تواند بازنمایی عینی یا موقت از واقعیت یا ابزاری برای ایجاد توافق در سیستم باشد. زیرا هر یک از این تعابیر و کاربردها در جای خود می‌تواند به یادگیری مدل‌ساز و ذی‌نفعان کمک کند. بنابراین هدف روش پیشنهادی برای مدل‌سازی نه‌تنها حل مسئله یا پیدا کردن جواب بهینه، بلکه یادگیری است. علامت‌های سؤال در هرم سوم شکل ۳ نشان‌دهنده تلاش برای دستیابی به شناخت و یادگیری در خصوص سیستم است.

قسمت دوم شکل ۳ یعنی بخش‌های A، B، C مراحل روش پیشنهادی را نشان می‌دهند که در ادامه درباره آن بحث می‌شود. برای ارائه یک روش کارآمد بنا بر نظر مینگرز (۲۰۰۱)، مراحل اجرای روش باید به‌گونه‌ای دسته‌بندی و طراحی شوند که به‌واسطه آن نقاط قوت روش‌های مختلف استفاده می‌شود.

بخش A: شناسایی مسائل و عناصر سیستم

هدف از این مرحله شناخت وضعیت موجود است. از آنجا که رویکرد روش پیشنهادی در مدل‌سازی، ساختاردهی به مسئله است، لازم است تا در ابتدا وضعیت فعلی سیستم شناخته شود. با تعیین عناصر و اهداف سیستم، برخی مسائل سیستم که دارای جنبه‌های فنی و ساختاری هستند، شناسایی می‌شوند. جهت‌دار بودن شکل در این بخش نشان‌دهنده ایجاد تغییرات در عناصر طی زمان و تکامل سیستم است. بر اساس چارچوب پیشنهادی برای شناسایی عناصر و مفاهیم مختلف اجتماعی و فنی مربوط به سیستم، نیاز است تا ترکیبی از ابزارها به‌کار گرفته شود. استفاده از این ابزارها در واقع گام‌های فرعی روش پیشنهادی هستند. ذکر این نکته ضروری است که در اجرای فرایند پیشنهادی امکان بازگشت به مراحل قبل ممکن است و فرایند لزوماً به‌صورت خطی اجرا نمی‌شود.

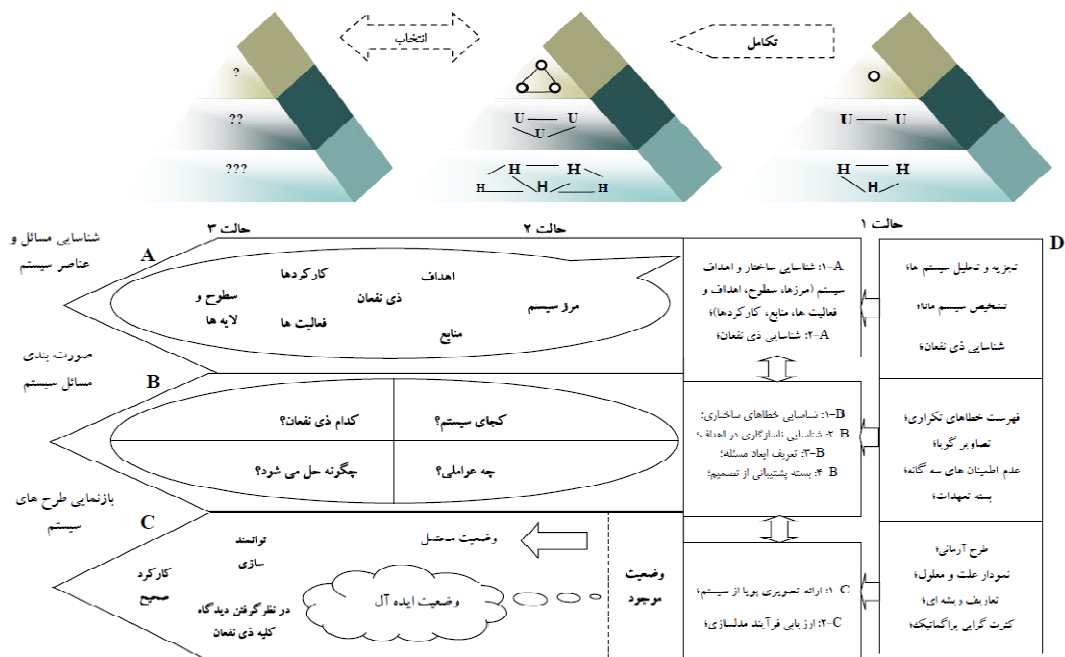
• **A-۱: شناسایی جنبه‌های ساختاری سیستم:** در این مرحله مرزها، اهداف رسمی، کارکردهای اصلی و ساختار رسمی سیستم شناسایی می‌شوند. محدوده سیستم و تحلیل و مدل‌سازی آن با نظر محقق و با استفاده از راهنمای ارائه

شده توسط تجزیه و تحلیل سیستم‌های به کاررفته در برنامه‌ریزی تعاملی (ایکاف، ۱۹۸۱)، تشخیص سیستم‌های مانا (بیر، ۱۹۸۴ و پریس و همکاران، ۲۰۱۵) و واژه‌نامه سیستم سیستم‌ها (مصطفوی و همکاران، ۲۰۱۱) سه سطح فراسیستم، سیستم اصلی و زیرسیستم‌ها شناسایی می‌شود. همچنین برای شناخت بهتر ساختار سیستم‌های پیچیده لازم است پیچیدگی کارکردی این سیستم‌ها نیز تعیین شوند. از این رو با استفاده از تجزیه و تحلیل سیستم‌های مانا سیستم مورد مطالعه به پنج سطح کارکردی قابل شناسایی هستند.

• ۲-A: شناسایی ذی‌نفعان: در این گام ذی‌نفعان سیستم شناسایی می‌شوند. به منظور اطمینان از در نظر گرفتن کلیه ذی‌نفعان از ابزار دسته‌بندی قضاوت‌های مرزی (اولریخ، ۲۰۰۵) استفاده می‌شود. بر اساس این ابزار ذی‌نفعان به چهار دسته بهره‌برداران، تصمیم‌گیرندگان، متخصصان و شاهدان سیستم دسته‌بندی می‌شوند. این دسته‌بندی کمک می‌کند مدل‌ساز تلاش کند تا کلیه ذی‌نفعان، حتی آن دسته که در نگاه اول اهمیتی ندارند، شناسایی شوند.

بخش B: صورت‌بندی مسائل سیستم

بعد از شناسایی عناصر و شناخت وضع موجود سیستم، مسائل ویژه سیستم فنی - اجتماعی مشخص می‌شود. به‌طور معمول مسئله مد نظر در قالب پرسش‌های چرا، چه چیزی، چه کسی و چگونه قابل بیان و بررسی است. همان‌طور که در شکل ۳ مشخص است مسائل پیش‌آمده در مراحل مختلف تکامل متفاوت هستند. جهت‌دار بودن بخش B علاوه بر نشان دادن این مفهوم به خاصیت نوپدیدی نیز اشاره دارد. در واقع در تعیین مسائل سیستم باید به این نکته توجه داشت که هر گونه تلاش ما برای حل مسائل موجود به پدید آمدن مسائلی جدید منجر می‌شود.



شکل ۳. چارچوب روش پیشنهادی برای مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده فنی - اجتماعی

- B-۱: شناسایی خطاهای ساختاری: فهرست خطاهای تکراری از ابزارهای مدل سیستم‌های مانا، تکنیکی برای شناسایی خطاهای مکرری است که در ساختار و کارکرد سیستم رخ می‌دهد و مدل‌ساز را به قسمت‌های اصلی و مهم‌تری برای تحقیق و بررسی راهنمایی می‌کند (جکسون، ۲۰۰۳).
- B-۲: شناسایی ناسازگاری در اهداف: گام قبلی بیشتر بر جنبه‌های فنی و ساختاری سیستم تمرکز دارد. این در حالی است که عدم توافق و سازگاری میان اهداف و دیدگاه‌های افراد با یکدیگر از بزرگ‌ترین علل بروز مسائلی است که سیستم‌های اجتماعی با آن روبه‌رو هستند. در این گام سعی شده از ابزارهای بصری - متنی استفاده شود که از ایده تصاویر گویای روش‌شناسی سیستم‌های نرم کمک گرفته است. تصاویر گویا به مدل‌ساز و ذی‌نفعان کمک می‌کند تا پیچیدگی‌های انسانی موجود در سیستم‌های اجتماعی را بهتر درک و تحلیل کنند زیرا با کمک تصاویر می‌توان پیچیدگی‌ها را از سطح بالا نگرینست (چکلند، ۲۰۰۱). در واقع بازنمایی‌های بصری ابزاری مهم برای تحلیل هستند و این ابزارها برای مدیریت تعارضات پنهان و ایجاد فضایی برای هم‌فکری مناسب است (تاکت و وایت، ۱۹۹۸).
- B-۳: تعریف ابعاد مسئله: هدف اصلی روش پیشنهادی شناسایی و ساختاردهی به مسائل سیستم است. از این رو در این گام سعی می‌شود تا با استفاده از شناخت به‌دست‌آمده از سیستم، مهم‌ترین مسائل سیستم مشخص و ابعاد آن تعریف شود. برای مثال کدام ذی‌نفعان مالک مسئله هستند یا از آن تأثیر می‌پذیرند. همچنین باید مشخص شود مسئله مربوط به کدام کارکرد یا زیرسیستم است. علاوه بر این همان‌طور که پیش از این در مفروضات روش بحث شد، به دلیل ماهیت سیستم‌های مورد مطالعه این روش، مسائل شناسایی‌شده درون سیستم ماهیتی اجتماعی، فنی یا هر دو را دارند. همچنین مسائل پیش‌آمده برای سیستم می‌توانند منشأ بیرونی داشته باشند.
- B-۴: بسته پشتیبانی از تصمیم: با شناسایی و تعریف مسائل و ابعاد مختلف آن، مدل‌ساز با استفاده از تجربه و درک خود از سیستم، بسته‌ای برای پشتیبانی از تصمیم در خصوص مسائل سیستم، گزینه‌های ممکن برای اقدام و پیامدهای احتمالی آن پیشنهاد می‌کند. در این مرحله سعی شده است تا برای طراحی بسته پشتیبانی از تصمیم، از ابزارهای پیشنهادی رویکرد انتخاب استراتژیک همچون انواع عدم اطمینان در تصمیم‌گیری و بسته تعهد کمک گرفته شود (فرند و هایکلینگ، ۲۰۰۵). به‌طور کلی در بسته پشتیبانی از تصمیم سه نوع عدم اطمینان در خصوص راه‌حل‌های پیشنهادی برای مسائل سیستم پیش‌بینی شده است که عبارت‌اند از:
 - عدم اطمینان فنی: به هر نوع عدم اطمینانی گفته می‌شود که ماهیت فنی داشته و مرتبط با ساختار، کارکردها و تحلیل‌های فنی از مسئله یا گزینه‌های اقدام است.
 - عدم اطمینان اجتماعی: به هر نوع ابهام یا عدم اطمینانی گفته می‌شود که مربوط به روابط میان افراد و گروه‌ها و دیدگاه‌ها و ارزش‌های آنها در خصوص نحوه مواجهه با مسائل و گزینه‌های اقدام است.
 - عدم اطمینان فنی و اجتماعی: به هر نوع ابهام یا عدم اطمینانی گفته می‌شود که ترکیبی از دو نوع عدم اطمینان قبلی یا مربوط به ارتباط میان جنبه‌های فنی و ساختاری با جنبه‌های انسانی و اجتماعی مسئله یا گزینه‌های اقدام باشد.

- بخش C: بازنمایی طرح‌های سیستم:

در این مرحله بر اساس شناخت کسب‌شده از سیستم و مسائل اصلی آن دو طرح وضعیت محتمل و وضعیت مطلوب از

سیستم ارائه می‌شود. همچنین در این مرحله اعتبار فرایند مدل‌سازی با استفاده از ابزارهای گوناگون که متأثر از پارادایم‌های مختلف هستند، بررسی می‌شود.

• C-۱: ارائه تصویری پویا از سیستم: با توجه به اصول و مفروضات اصلی روش، لازم است تا طرحی پویا از سیستم ارائه شود. بر این اساس دو حالت وضعیت محتمل سیستم در صورت ادامه شرایط موجود و وضعیت خوش‌بینانه ارائه می‌شود. ابزار مفیدی که در این مرحله قابل استفاده است، سناریوهای مرجع از برنامه‌ریزی تعاملی است. برآوردهای مرجع تجسم عملکرد آینده سیستم مشروط بر دو وضعیت است: نخست، در سیاست‌ها، برنامه و عملیات سیستم تغییر خاصی رخ ندهد و دوم، محیط آینده همان‌گونه باشد که در حال حاضر قابل پیش‌بینی است (ایکاف، ۲۰۰۱). طرح آرمانی نیز مفهوم دیگری از برنامه‌ریزی تعاملی است که می‌تواند برای ترسیم آینده‌ای مطلوب برای سیستم از آن استفاده شود. با این تفاوت که در روش پیشنهادی به‌جای طرح ایده‌آل از مفهوم طرح خوش‌بینانه استفاده می‌شود. طرحی که آینده سیستم در صورت حل یا بهبود مسائل یا موقعیت‌های مسائل را پیش‌بینی می‌کند. در این طرح فرض می‌شود که برخی گزینه‌های اقدام پیشنهادی برای مسائل تعریف شده در گام بسته پشتیبانی از تصمیم اجرا می‌شود و از آنجا که تضمینی در خصوص حل بهینه مسائل وجود ندارد، فقط یک طرح خوش‌بینانه است. زیرا همان‌طور که ایکاف (۱۹۸۱) معتقد است تخمین‌های صورت‌گرفته در خصوص آینده سیستم بیشتر پیش‌بینی چیزی است که احتمال وقوع آن اندک است. در واقع می‌توان گفت با احتمال زیاد سیستم آینده‌ای بین طرح محتمل و طرح خوش‌بینانه خواهد داشت. در این طرح‌ها همچنین ایده‌هایی از ابزار نمودار علی - معلولی روش پویایی سیستم گرفته شده است. در واقع طرح آینده محتمل و آینده خوش‌بینانه در قالب تعدادی حلقه‌های علی از دیدگاه‌ها و واکنش‌های عناصر سیستم به اقدامات یکدیگر سیستم را بازنمایی می‌کنند. مهم‌ترین تفاوت این طرح‌ها با نمودار علی در روش پویایی سیستم در این موضوع است که در پویایی سیستم پیکان‌ها متغیرهای مدل را به یکدیگر وصل می‌کنند و فقط نشان‌دهنده رابطه و افزایش یا کاهش یک متغیر هستند، در حالی که در طرح‌های روش پیشنهادی، پیکان‌ها واکنش‌ها یا دیدگاه‌های عناصر سیستم به یکدیگر هستند. همچنین در طرح خوش‌بینانه عدم اطمینان‌های موجود در انتخاب هر گزینه اقدام نیز با استفاده از پیکان‌هایی که به صورت خط‌چین رسم شده‌اند، بازنمایی می‌شوند.

• C-۲: ارزیابی فرایند مدل‌سازی: پیچیدگی سیستم‌های فنی - اجتماعی ارائه بازنمایی دقیقی از واقعیت را بسیار دشوار و در برخی موارد غیرممکن می‌کند. علاوه بر این همان‌طور که در نتایج حاصل از فرا ترکیب در جدول‌های ۳ و ۴ مشخص است، دیدگاه یکسانی در خصوص ماهیت مدل و اعتبارسنجی آن وجود ندارد. از این رو با توجه به رویکرد کثرت‌گرایی روش و خروجی‌های متعدد آن، گام آخر روش پیشنهادی به‌جای ارزیابی مدل با ارزیابی فرایند مدل‌سازی سروکار دارد. در همین راستا و بر اساس مفهوم کثرت‌گرایی، پراگماتیک، تاکت و وایت (۱۹۹۸) معتقد هستند که فرایند مدل‌سازی باید از طریق بررسی تکثرگرایی در مباحث ذی‌نفعان به‌خصوص داشتن نگاهی انتقادی، تکثرگرایی در ترکیب و تطبیق روش‌های مختلف مدل‌سازی و ابزارهای بازنمایی بصری، کلامی و غیره که تنوع و خلاقیت در مدل‌سازی سیستم را تضمین کند و در نهایت کمک فرایند مدل‌سازی به شناخت و ایجاد تغییراتی هدفمند هر چند موقتی درباره مسائل، ارزیابی شود. از این رو و با توجه به اهداف روش‌های مختلف برای مدل‌سازی و اعتبارسنجی مدل، اعتبار فرایند



مدل‌سازی در روش پیشنهادی از طریق توان فرایند در کمک به دستیابی به اهداف و معیارهای موفقیت روش یعنی کمک به سیستم برای اجرای درست کارکرد خود، کثرت‌گرایی و در نظر گرفتن دیدگاه‌های مختلف از جمله ذی‌نفعان در حاشیه و داشتن نگاهی انتقادی و کثرت‌گرایی در نحوه بازنمایی سیستم ارزیابی می‌شود.

شکل ۴ در قالب یک نگاشت مؤلفه‌های مربوط به روش پیشنهادی مطالعه را که از آن به‌عنوان سازه‌های تحلیلی

نام می‌بریم، ارائه می‌کند.

نتیجه‌گیری

هدف مقاله حاضر فرا ترکیب روش‌های مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده فنی - اجتماعی با رویکرد پارادایم چندگانه - روش‌شناسی چندگانه و ارائه روشی جدید بر اساس یافته‌های اجرای فرا ترکیب است. از این رو بعد از شناسایی تم‌های توصیفی و ایجاد سازه‌های ترکیبی و تحلیلی استخراج‌شده، چارچوبی برای روش پیشنهادی ارائه شد. در این چارچوب مفروضات اصلی روش بر اساس مشخصه‌های سیستم‌های فنی - اجتماعی و تفسیر مفروضات سایر روش‌ها معرفی شد. در طراحی این روش سعی شده است به بخش‌های متناقض یا ناسازگار روش‌ها که از پارادایم‌ها و مفروضات آنها نشئت می‌گیرد، توجه شود. برای مثال در تعریف ماهیت مدل‌سازی، شناسایی عناصر اجتماعی و فنی و استفاده از ابزارهای مورد استفاده سعی شده است این تفاوت‌ها در نظر گرفته شود. بخش دیگر چارچوب پیشنهادی، مراحل اجرای روش است. مراحل اجرای روش، فرایندی برگشت‌پذیر است و به‌طور لزوم نیازی به اجرای روش از گام نخست تا آخر نیست. بلکه مدل‌ساز با توجه به مسئله و نیاز خود می‌تواند از هر یک از گام‌ها شروع کند و حتی به عقب بازگردد. همچنین روش پیشنهادی، ابزارهای مورد نیاز فرایند مدل‌سازی را نیز بر اساس ابزارهای پیشنهادی سایر روش‌ها معرفی می‌کند و سعی شده است تا چارچوبی برای انسجام این ابزارها در راستای تحقق اهداف روش فراهم شود.

ابزارهای استفاده‌شده، بیش از این در پیشینه در موقعیت‌های مختلف کارایی خود را نشان داده‌اند و استفاده از هر یک از آنها نتایج ارزشمندی برای هدف اصلی روش یعنی یادگیری به‌همراه خواهد داشت. در واقع مفهوم مدل‌سازی در این روش، شناخت، ساختاردهی و ارائه تصویری هر چند موقتی و محدود از سیستم به قصد یادگیری است و در این راه سعی می‌شود به اهداف متفاوت روش‌های مدل‌سازی یعنی دستیابی به کارایی و اثربخشی، در نظر گرفتن دیدگاه ذی‌نفعان مختلف از جمله ذی‌نفعان در حاشیه و توانمندسازی آنها توجه شود. روش پیشنهادی مانند هر روش دیگری دارای قوت‌ها و ضعف‌هایی است که با توسعه و استفاده از آن در تحقیقات آتی توسط محققان دیگر این نقاط بیشتر مشخص خواهد شد. از جمله قوت‌های این روش توجه به مسائل پارادایم‌های مختلف، تنوع در استفاده از قوت‌ها و ابزارهای روش‌های مختلف، توجه به تناقضات میان روش‌های مختلف، ارائه چارچوبی منسجم برای اجرای تحقیق و ارائه روشی مبتنی بر مشخصات سیستم‌های فنی - اجتماعی است. ضعف‌های روش که در واقع محدودیت‌های مطالعه حاضر نیز محسوب می‌شود، عبارت است از قرار داشتن در مراحل نخستین توسعه، عدم اجرای تجربی و ارزیابی عملی روش، عدم ارائه ابزارهای منحصر به روش پیشنهادی است. اما روش پیشنهادی مطالعه حاضر طرحی اولیه و ابتدایی برای یک روش مدل‌سازی سیستم‌های فنی - اجتماعی است و در مراحل ابتدایی توسعه خود قرار دارد. رفع این محدودیت‌ها به

زمان و آزمون هر چه بیشتر روش در شرایط واقعی نیاز دارد. بدین منظور تحقیقاتی توسط نویسندگان انجام شده است که در قالب مقاله‌هایی در دست انتشار است. همچنین روش پیشنهادی صرفاً روشی برای ساختاردهی و بازنمایی مسائل و جنبه‌های قابل شناسایی سیستم‌های فنی - اجتماعی برای کمک به یادگیری است. بدین معنا که روش پیشنهادی قادر به مداخله در موقعیت‌های مسئله برای ایجاد اجماع، تغییر یا رهایی بخشی به‌طور مستقیم و همچنین یافتن بهترین پاسخ نیست. هر چند یادگیری حاصل از اجرای روش پیشنهادی می‌تواند به شکل غیرمستقیم به اهداف ذکر شده برای روش‌های مدل‌سازی در پارادایم‌های مختلف کمک کند. علاوه بر این روش پیشنهادی بر اساس ویژگی‌های سیستم‌های فنی - اجتماعی و برای مدل‌سازی این سیستم‌ها طراحی شده است و استفاده از روش پیشنهادی برای مدل‌سازی سیستم‌هایی همچون سیستم‌های سخت با رفتار قطعی و عناصر فنی که با استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی قابل مدل‌سازی هستند یا سیستم‌هایی که میزان ابهام در آنها به دلیل نبود اطلاعات کافی یا امکان گفت‌وگو با ذی‌نفعان و مستندات قابل اتکا، بسیار زیاد است، اثربخش نیست. در تحقیقات آتی می‌توان به این محدودیت‌ها توجه کرد، هر چند نویسندگان به صورت عملی در قالب چندین مطالعه موردی از این روش استفاده کرده‌اند که گزارش این مطالعات به دلیل محدودیت صفحات مقاله در قالب مقالات دیگر منتشر خواهد شد.

منابع

- آذر، عادل؛ سقالرزاده، سمانه؛ رجبزاده، علی (۱۳۹۱). شبیه‌سازی فازی در شرایط عدم اطمینان. *نشریه مدیریت صنعتی*، ۴(۲)، ۱-۲۰.
- حسین‌زاده، مهناز؛ مهرگان، محمد رضا (۱۳۹۵). طراحی چارچوب روش‌شناسی چندگانه برای تحقیق در عملیات با استفاده از تحلیل شبکه‌های اجتماعی. *نشریه پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری*، ۱(۱)، ۱-۲۶.
- علی‌زاده، لیلا؛ نورالنساء، رسول؛ رئیسی، صدیق (۱۳۹۴). بهینه‌سازی هم‌زمان چند هدفه فرایند دادرسی کیفری به کمک شبیه‌سازی کامپیوتری گسسته پیشامد و طراحی آزمایش‌ها. *نشریه مدیریت صنعتی*، ۷(۱)، ۶۵-۸۲.
- صادقی مقدم، علی اصغر؛ خاتمی فیروزآبادی، علی؛ ربانی، یوسف (۱۳۹۰). استفاده از رویکرد ترکیبی SD و SSM برای حل مسائل اجتماعی غیرساختاریافته. *نشریه مدیریت صنعتی*، ۳(۷)، ۵۵-۷۶.
- مصلح شیرازی، علی نقی؛ رعنائی، حبیب‌اله؛ ایمان، محمد تقی؛ تاجیک، مهدی (۱۳۹۵). روش‌شناسی سیستمی چندگانه: رویکردی نوین در پژوهش‌های مدیریت. *فصلنامه روش‌شناسی علوم انسانی*، ۲۲(۸۷)، ۷-۳۲.

References

- Ackermann, F. (2012). Problem structuring methods 'in the Dock': Arguing the case for Soft OR. *European Journal of Operational Research*, 219(3), 652-658.
- Ackoff, R. L. (2001). A brief guide to interactive planning and idealized design. Retrieved on March, 19, 2006.
- Ackoff, R.L. (1981). *Creating the Corporate Future*. John Wiley & Sons, New York.
- Alizadeh, L., Noorossana, R., Raissi, S. (2015). Multi-objective optimization of criminal trial process using discrete event computer simulation and design of experiment. *Industrial management Journal of university of Tehran*, 7 (1), 65-82. (in Persian)
- Ashby, W. R. (1957). *An introduction to cybernetics*. Chapman and Hall, London.

- Azar, A., Saghalorzadeh, S., Rajabzadeh, A. (2013). Fuzzy Simulation in Uncertain Circumstances. *Industrial management Journal of university of Tehran*, 4 (2), 1-20. (in Persian)
- Baxter, G., & Sommerville, I. (2011). Socio-technical systems: From design methods to systems engineering. *Interacting with computers*, 23(1), 4-17.
- Beer, S. (1984). The viable system model: Its provenance, development, methodology and pathology. *Journal of the operational research society*, 31(1), 7-25
- Bench, S., & Day, T. (2010). The user experience of critical care discharge: a meta-synthesis of qualitative research. *International journal of nursing studies*, 47(4), 487-499.
- Bennet, P., Bryant, J. & Howard, N. (2001). Drama theory and confrontation analysis. In *Rational analysis for a problematic world revisited*. New York, John Wiley and Sons.
- Bukowski, L. (2016). System of systems dependability—Theoretical models and applications examples. *Reliability Engineering & System Safety*, 151, 76-92.
- Checkland, P. & Holwell, S. (2004). Classic' OR and 'soft' OR - an asymmetric complementarity. In *Systems modelling: Theory and practice*. New York, John Wiley and Sons.
- Checkland, P. (2001). Soft system methodology. In *Rational analysis for a problematic world revisited*. New York, John Wiley and Sons.
- Checkland, P., & Poulter, J. (2006). *Learning for action: a short definitive account of soft systems methodology and its use, for practitioners, teachers and students*. John Wiley and Sons Ltd.
- Dixon-Woods, M., Cavers, D., Agarwal, S., Annandale, E., Arthur, A., Harvey, J., ... & Riley, R. (2006). Conducting a critical interpretive synthesis of the literature on access to healthcare by vulnerable groups. *BMC medical research methodology*, 6(1), 35.
- Edwards, J., & Kaimal, G. (2016). Using meta-synthesis to support application of qualitative methods findings in practice: A discussion of meta-ethnography, narrative synthesis, and critical interpretive synthesis. *The Arts in Psychotherapy*, 51, 30-35.
- Espinosa, A., & Walker, J. (2013). Complexity management in practice: A viable system model intervention in an Irish eco-community. *European Journal of Operational Research*, 225(1), 118-129.
- Eusgeld, I., Nan, C., & Dietz, S. (2011). "System-of-systems" approach for interdependent critical infrastructures. *Reliability Engineering & System Safety*, 96(6), 679-686.
- Flood, R. L., & Jackson, M. C. (1991). Total systems intervention: a practical face to critical systems thinking. *Systemic Practice and Action Research*, 4(3), 197-213.
- Flood, R. L., & Romm, N. R. (1995). Enhancing the process of methodology choice in total systems intervention (TSI) and improving chances of tackling coercion. *Systemic Practice and Action Research*, 8(4), 377-408.
- Friend, J. (2001). The Strategic Choice approach. In *Rational analysis for a problematic world revisited*. New York, John Wiley and Sons.
- Friend, J. K., & Hickling, A. (2005). *Planning under pressure: the strategic choice approach*. Third edition, Elsevier Butterworth-Heinemann .Oxford.
- Gu, J. F., & Tang, X. J. (2003). A test on meta-synthesis system approach to forecasting the GDP growth rate in China. In *Proceedings of the 47th Annual Meeting of the International Society for the Systems Sciences, Hersonissos, Crete* (pp. 6-11).
- Gu, J., & Tang, X. (2005). Meta-synthesis approach to complex system modeling. *European Journal of Operational Research*, 166(3), 597-614.

- Haftor, D. M. (2011). An Evaluation of RL Ackoff's Interactive Planning: A case-based approach. *Systemic Practice and Action Research*, 24(4), 355-377.
- Herrmann, T., & Loser, K. U. (1999). Vagueness in models of socio-technical systems. *Behaviour & Information Technology*, 18(5), 313-323.
- Herrmann, T., Hoffmann, M., Kunau, G., & Loser, K. U. (2004). A modelling method for the development of groupware applications as socio-technical systems. *Behaviour & Information Technology*, 23(2), 119-135.
- Hickling, A. (2001). Gambling with frozen fire. In *Rational analysis for a problematic world revisited*. New York, John Wiley and Sons.
- HosseinZadeh, M. & Mehregan, M. R. (2016). Designing a Multi-Methodology Framework for Operations Research using Social Network Analysis. *Modern research in decision making*, 1 (1), 1-26. (in Persian)
- Hosseinzadeh, M., Mehregan, M. R. & Amiri, M. (2016). Investigating the methodological foundations of Operations Research in the form of the categorical syllogism. *Industrial management Journal of university of Tehran*, 8 (4), 575-600. (in Persian)
- Howard, N., Bennett, P., Bryant, J., & Bradley, M. (1993). Manifesto for a theory of drama and irrational choice. *Systemic Practice and Action Research*, 6(4), 429-434.
- Howick, S., & Ackermann, F. (2011). Mixing OR methods in practice: Past, present and future directions. *European Journal of Operational Research*, 215(3), 503-511.
- Howick, S., Ackermann, F., Walls, L., Quigley, J. & Houghton, T. (2016). Learning from mixed OR method practice: the nine case study. *Omega*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2016.08.003>.
- Hughes, T. P. (1987). The evolution of large technological systems. *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology*, 51-82.
- Jackson, M. C. (1999). Towards coherent pluralism in management science. *Journal of the Operational Research Society*, 50(1), 12-22.
- Jackson, M. C. (2003). *Systems thinking: Creative holism for managers* (p. 378). Chichester: Wiley.
- Jackson, M. C., & Keys, P. (1984). Towards a system of systems methodologies. *Journal of the operational research society*, 473-486.
- Keating, C. B., Padilla, J. J., & Adams, K. (2008). System of systems engineering requirements: challenges and guidelines. *Engineering Management Journal*, 20(4), 24-31.
- Kotiadis, K., & Mingers, J. (2006). Combining PSMs with hard OR methods: the philosophical and practical challenges. *Journal of the Operational Research Society*, 57(7), 856-867.
- Mayer, M. W. (1998). Architecting principles for system of systems. *Syst. Eng*, 1(4), 267-274.
- McDermott, T., Rouse, W., Goodman, S., & Loper, M. (2013). Multi-level modeling of complex socio-technical systems. *Procedia Computer Science*, 16, 1132-1141.
- Meyers, T. J., Hester, P. T., & Pyne, J. C. (2014). Toward a Watershed-and System of Systems-Oriented Perspective of Stormwater Management Enterprise Performance. *Public Works Management & Policy*, 19(3), 235-254.
- Midgley, G. (1997). Developing the methodology of TSI: From the oblique use of methods to creative design. *Systemic Practice and Action Research*, 10(3), 305-319.
- Midgley, G., Cavana, R. Y., Brocklesby, J., Foote, J. L., Wood, D. R., & Ahuriri-Driscoll, A. (2013). Towards a new framework for evaluating systemic problem structuring methods. *European Journal of Operational Research*, 229(1), 143-154.

- Mingers, J. & Rosenhead, J. (2001). Diversity Unity: looking inward and outward. In *Rational analysis for a problematic world revisited*. New York, John Wiley and Sons.
- Mingers, J. & White, L. (2009) A Review of the Recent Contribution of Systems Thinking to Operational Research and Management Science. Working paper. Kent Business School, Canterbury.
- Mingers, J. (2001). Multimethodology-mixing and matching methods. In *Rational analysis for a problematic world revisited*. New York, John Wiley and Sons.
- Mingers, J. (2003). A classification of the philosophical assumptions of management science methods. *Journal of the operational research society*, 54(6), 559-570.
- Mingers, J., & Brocklesby, J. (1997). Multimethodology: towards a framework for mixing methodologies. *Omega*, 25(5), 489-509.
- Mingers, J., & Rosenhead, J. (2004). Problem structuring methods in action. *European Journal of Operational Research*, 152(3), 530-554.
- Mosleh Shirazi, A. N., Raenie, H., Iman, M. T. & Tajik, M. (2016). The Multi systemic methodology: new approach in management research. *Methodology of Social Sciences and Humanities Journal*, 22 (87), 7-32. (in Persian)
- Mostafavi, A., Abraham, D. M., & Lee, J. (2012). System-of-systems approach for assessment of financial innovations in infrastructure. *Built Environment Project and Asset Management*, 2(2), 250-265.
- Munro, I., & Mingers, J. (2002). The use of multimethodology in practice—results of a survey of practitioners. *Journal of the operational research society*, 53(4), 369-378.
- Najmaei, A. (2016). Using Mixed-Methods Designs to Capture the Essence of Complexity in the Entrepreneurship Research: An Introductory Essay and a Research Agenda. In *Complexity in Entrepreneurship, Innovation and Technology Research* (pp. 13-36). Springer International Publishing.
- Nikolic, I. & Kasmire, J. (2013). *Agent-Based Social Systems*. H. Deguchi (Ed.). Springer, New York.
- Nikolic, I. (2009). *Co-evolutionary method for modelling large scale socio-technical systems evolution*. TU Delft, Delft University of Technology. Next Generation Infrastructures Foundation.
- Nikolic, I. Van Dam, K.H. & Kasmire, J. (2013). *Agent-Based Social Systems*. H. Deguchi (Ed.). Springer, New York.
- Noblit, G.W., & Hare, R.D. (1988). *Meta-Ethnography: synthesizing qualitative studies*, Los Angeles: Sage Publications.
- Ottens, M., Franssen, M., Kroes, P., & Van De Poel, I. (2006). Modelling infrastructures as socio-technical systems. *International journal of critical infrastructures*, 2(2-3), 133-145.
- Paterson, B. L., Dubouloz, C. J., Chevrier, J., Ashe, B., King, J., & Moldoveanu, M. (2009). Conducting qualitative metasynthesis research: Insights from a metasynthesis project. *International Journal of Qualitative Methods*, 8(3), 22-33.
- Pidd, M. (2004). Complementarity in systems modelling. In *Systems modelling: Theory and practice*, 1-19. New York, John Wiley and Sons.
- Preece, G., Shaw, D., & Hayashi, H. (2015). Application of the Viable System Model to analyse communications structures: A case study of disaster response in Japan. *European Journal of Operational Research*, 243(1), 312-322.
- Ranyard, J. C., Fildes, R., & Hu, T. I. (2015). Reassessing the scope of OR practice: The influences of problem structuring methods and the analytics movement. *European Journal of Operational Research*, 245(1), 1-13.

- Reynolds, M. (2007). Evaluation based on critical systems heuristics. In: Williams, B. and Imam, I. eds. Using Systems Concepts in Evaluation: An Expert Anthology. Point Reyes CA, USA: Edge Press, 101-122.
- Sadeghi Moghadam, A. A., Khatami, A. & Rabbani, Y. (2011). Using Combined Method of SD and SSM for Solving Unstructured Social Problems. *Industrial management Journal of university of Tehran*, 3 (7), 55-76. (in Persian)
- Schultz, M., & Hatch, M. J. (1996). Living with multiple paradigms the case of paradigm interplay in organizational culture studies. *Academy of management review*, 21(2), 529-557.
- Sørensen, L., Vidal, R. V. V., & Engström, E. (2004). Using soft OR in a small company—The case of Kirby. *European Journal of Operational Research*, 152(3), 555-570.
- Sterman, J. D. (2000). *Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world*. McGraw-Hill. New York.
- Sushil, S. (1993). *System dynamics: A practical approach for managerial problems*, Wiley Eastern publication, New Delhi, India.
- Swinerd, C., & McNaught, K. R. (2012). Design classes for hybrid simulations involving agent-based and system dynamics models. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 25, 118-133.
- Taket, A., & White, L. (1998). Experience in the practice of one tradition of multimethodology. *Systemic Practice and Action Research*, 11(2), 153-168.
- Taket, A., & White, L. (2004). Playing with PANDA: The CybOrg and the rhizome. In *Community Operational Research*, 253-272. Springer US.
- Tako, A. A., & Kotiadis, K. (2015). PartiSim: A multi-methodology framework to support facilitated simulation modelling in healthcare. *European Journal of Operational Research*, 244(2), 555-564.
- Thomas, J., & Harden, A. (2008). Methods for the thematic synthesis of qualitative research in systematic reviews. *BMC medical research methodology*, 8(1), 45.
- Trist, E. R. I. C., & Emery, F. R. E. D. (1960). *Socio-technical systems theory*. vol. 2, Pergamon, Oxford, U.K.
- Ulrich, W. & Reynolds, M. (2010). Critical systems heuristics. In: Reynolds, Martin and Holwell, Sue eds. *Systems Approaches to Managing Change: A Practical Guide*. London: Springer, 243-292.
- Ulrich, W. (1993). Some difficulties of ecological thinking, considered from a critical systems perspective: a plea for critical holism. *Systemic Practice and Action Research*, 6(6), 583-611.
- Ulrich, W. (2005). A brief introduction to critical systems heuristics (CSH). *ECOSENSUS project website*, The Open University, Milton Keynes, UK.
- White, L. (2006). Evaluating problem-structuring methods: Developing an approach to show the value and effectiveness of PSMs. *Journal of the Operational Research Society*, 842-855.
- White, L., & Taket, A. (1997). Beyond appraisal: Participatory appraisal of needs and the development of action (PANDA). *Omega*, 25(5), 523-534.
- Wu, P. P. Y., Fookes, C., Pitchforth, J., & Mengersen, K. (2015). A framework for model integration and holistic modelling of socio-technical systems. *Decision Support Systems*, 71, 14-27.
- Yearworth, M., & White, L. (2014). The non-codified use of problem structuring methods and the need for a generic constitutive definition. *European Journal of Operational Research*, 237(3), 932-945.