

## چکیده

تحلیل سه مقیاس سازمان، واحدهای سازمان و کارکنان انفرادی آن در دو سطح انتزاعی خرد و کلان تحت بستر زمان، مکان و رخداد می‌تواند تأثیر چشمگیری بر شفاف‌سازی مفهوم یادگیری و ایجاد فرصت‌های سیاست‌گذاری مؤثر بر مبنای آن روی شاخص‌های عملکرد سیستم و عامل‌های سازنده‌شان داشته باشد. عدم توجه جدی به این امر موجب شده تا ارتباط یادگیری سازمانی و یادگیری در سطوح خردتر سازمان به وضوح مشخص نباشد و نظارت بر اثر یادگیری در سازمان بر شاخص‌های عملکردی مبهم مانده و در نتیجه نتوان به دقت متوجه شد یادگیری سازمانی یک عامل مؤثر بر مزیت‌های رقابتی سازمان است یا خیر. رفع چنین ابهامی با توسعه «رویکرد چندروشی» برای مدل‌سازی سیستم و یکپارچه‌سازی یادگیری به کمک شبیه‌سازی مختلط مدل‌ها ممکن شده است. مدل‌سازی توسعه‌یافته در این پژوهش و معماری‌های مربوطه، سکوی خام اما همه‌جانبه‌ای است که پذیرای مدل‌سازی شفاف انواع مفاهیم انتزاعی سازمان بر روی خود است. تحلیل موردی سازمان‌ها که محک زنده ارزش مدل‌سازی است می‌تواند موضوع اصلی پژوهش‌های آتی در این حوزه باشد.

کلید واژه:

شبیه‌سازی چندمقیاسی مختلط؛ مدل‌سازی عامل‌مبنا؛ مدل‌سازی پویاشناسی سیستم؛ سازمان یادگیرنده

## مقدمه

محقق ساختن مفهوم یادگیری، چه به صورت فردی و چه به صورت گروهی، همواره چالش برانگیز بوده است. در این میان، در مقاطع مختلف زمانی بارها از یادگیری سازمانی به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع ایجاد مزیت رقابتی پایدار در سازمان‌ها یاد شده است [۱][۲][۳]. موضوعی که با بهره‌وری سازمان ارتباط نزدیکی دارد. با این وجود و در حالی که قدمت مطالعات منتشر شده در حوزه یادگیری سازمانی، اکنون به بیش از ۶۰ سال می‌رسد [۴] و ادبیات پرمغز و گسترده‌ای در این زمینه حاصل شده، تردید در توان رقابت‌پذیری سازمان‌های یادگیرنده و اساساً لزوم یادگیری سازمانی به وجود آمده است [۵]. حوزه یادگیری سازمانی به واسطه توسعه‌دهندگان آن که غالباً از متفکران سیستمی بوده‌اند، همواره در مقابل رویکرد تقلیل‌گرایی قرار گرفته است و ضعف‌های مرتبط با یادگیری را ناشی از تفکرات تقلیل‌گرایانه دانسته که منجر به انحراف سیستم می‌شود. بنابراین تردیدهای فعلی در یادگیری سازمانی را نمی‌توان آن‌چنان به رویکرد تقلیل‌گرایانه دانشمندان این حوزه نسبت داد. از سوی دیگر، هرچند نمی‌توان روش‌های به کارگرفته شده در تفکر سیستمی را عاری از خطا دانست، و حتی در مواردی اشکالات اساسی از منظر روش‌شناختی به آن‌ها وارد است [۶]، نمی‌توان مشکلاتی را که متخصصان یادگیری سازمانی در دهه اخیر با آن‌ها درگیر هستند به اشکالات نگرش کلنگری و تفکر سیستمی‌گره زد؛ بلکه به نظر می‌رسد نگاه دانشمندان این حوزه نسبت به کلنگری و تفکر سیستمی جای نقد و بررسی بیشتر داشته باشد.

توسعه مدل‌سازی چندمقیاسی مختلط

شبیه‌سازی چندمقیاسی مختلط

"عامل‌مبنا-پویاشناسی سیستم"

در سازمان‌های یادگیرنده

شریف خالقی‌پرست (نویسنده مسئول)

کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شریف

sharif.khaleghparast@ie.sharif.edu

سید تقی اخوان نیاکی

استاد دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده

مهندسی صنایع، تهران

niaki@sharif.edu

علی‌تقی مشایخی

استاد دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده

مدیریت و اقتصاد، تهران

mashayekhi @ sharif.edu

تلاش‌های بسیاری برای ارایه یک چارچوب عمومی جاری‌سازی، ارزیابی و بهبود یادگیری در یک سازمان و تبدیل آن به یک سازمان یادگیرنده صورت گرفته است، اما قریب به اتفاق این تلاش‌ها متمرکز بر مدل‌سازی تجمیعی تغییرات متغیرهای مربوطه بوده

است. در حالی که بسیار محدود به مطالعه اثر تباین و تنوع در کیفیت و کمیت یادگیری واحدهای یادگیرنده‌ی سازمان پرداخته شده است. به عبارت دیگر، کمتر به لازمه وقوع تغییر و تنوع که همان بستر شکل‌گیری تغییر و تنوع است توجه شده و از بسترهای زمان، مکان و رخداد برای مدل‌سازی عامل‌های سازمان به خوبی استفاده نشده است. به نظر می‌رسد این امر موجب شده تا ارتباط یادگیری سازمانی و یادگیری در سطوح خردتر سازمان به وضوح مشخص نباشد و نظارت بر اثر یادگیری در سازمان بر شاخص‌های عملکردی مبهم مانده و در نتیجه نتوان به دقت متوجه شد یادگیری سازمانی یک عامل مؤثر بر مزیت‌های رقابتی سازمان است یا خیر.

در این پژوهش تلاش شده است تا یک متدولوژی برای ایجاد مدل‌های شبیه‌سازی پدیده‌ی یادگیری در سازمان که از نوع توصیفی و کمی هستند، به کمک رویکرد مختلط در مدل‌سازی چندروشی که تباین و تجمع را به طور همزمان می‌بیند تشکیل داده شود و سپس با توجه به نتایج حاصله، فرصت‌های نهفته در نگرش مختلط به سازمان یادگیرنده مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. برای مدل‌سازی تباین از رویکرد عامل‌مبنا استفاده می‌شود و برای مدل‌سازی تجمع از رویکرد عامل‌مبنا و روش پویاشناسی سیستم به صورت ترکیبی بهره گرفته خواهد شد. هر دو روش‌های مدل‌سازی فوق، زاده‌ی نگرش کل‌نگری هستند اما پویاشناسی سیستم ابزار جافاده‌تری برای پیاده‌سازی تفکر سیستمی در صنایع است، در حالی که مدل‌سازی عامل‌مبنا ریشه در نظریه پیچیدگی دارد و نسبتاً جدیدتر و کمتر شناخته شده است. پیش‌فرض اساسی در این پژوهش آن است که چارچوبی وجود دارد که در آن می‌توان روابط تجمعی و متباین سیستم را به یکدیگر مرتبط ساخت و بر آن نظارت کرد. اهمیت توسعه‌ی چنین رویکردی، فراهم آوردن امکان مدل‌سازی سیستم در سطوح انتزاعی و مقیاس‌های مختلف به صورت توأمان است که دسترسی به متغیرهای تجمعی و متباین سیستم را در خلال زمان، مکان و رخدادهای گوناگون از جمله سیاست‌گذاری برای آن ممکن می‌سازد و به این وسیله کمک می‌کند تا ابهام موجود در ادبیات یادگیری سازمانی مبنی بر عدم شفافیت اثرگذاری آن بر روی شاخص‌های عملکرد سازمان برطرف شود.

فرضیه‌های مورد بررسی پژوهش که در خلال توسعه چارچوب نظری مدل‌سازی مختلط به دنبال آزمون کردن آن‌ها هستیم، در قالب پرسش‌هایی نظیر موارد ذیل عنوان می‌شوند: (۱) استفاده از مدل‌سازی چندروشی در مقایسه با مدل‌سازی تکروشی منجر به چه ضعف‌ها یا برتری‌هایی در مدل‌سازی خواهد شد؟ (۲) استفاده از شبیه‌سازی مختلط مدل‌ها به عنوان یکی از راهکارهای پیاده‌سازی مدل‌سازی چندروشی نیاز به تمرکز بر چه دانش و مهارت‌های ویژه‌ای در مدل‌سازی دارد؟ (۳) مدل‌های مورد استفاده در شبیه‌سازی مختلط مدل‌های عامل‌مبنا و پویاشناسی سیستم چه ویژگی‌های برجسته‌ای دارد و چگونه به مدل‌ساز و تحلیل‌گر سیستم کمک می‌کند مدل و تحلیل ارزشمندتری بدست آورد؟ (۴) به طور خاص، پاسخ هریک از پرسش‌های فوق در تحلیل یادگیری سازمانی و به خصوص مطالعه موردی این پژوهش چگونه نمود پیدا می‌کند؟ پاسخ به پرسش‌های فوق کمک می‌کند تا فرضیه‌های پژوهش آزموده شود.

این پژوهش در پنج بخش به نگارش درآمده است. در بخش اول مقدمه‌ای کوتاه در مورد موضوع مورد بررسی، شامل انگیزه‌ی شکل‌گیری مسأله، معرفی مسأله، اهمیت پرداختن به آن، طرح پیش‌فرض اساسی پژوهش، فرضیه‌ها و پرسش‌هایی که پژوهش به دنبال پاسخ دادن به آن‌ها است و اهداف پشت سر هریک از پرسش‌ها آورده شد. در بخش دوم، مبانی نظری و پیشینه پژوهش در قالب دو قسمت کاربرد مورد بررسی و ابزار مربوط به آن بیان می‌شود. بخش سوم روش پژوهش را تبیین می‌کند و با معرفی متدولوژی توسعه داده شده برای معماری یک مدل یادگیری در سازمان آغاز شده و به پیاده‌سازی چارچوب مورد نظر می‌پردازد. بخش چهارم نتایج و ویژگی‌های منحصر به فرد حاصل‌شده از توسعه متدولوژی برای شبیه‌سازی مدل‌های مختلط عامل‌مبنا-پویاشناسی را بر می‌شمرد. در آخر جمع‌بندی از پژوهش صورت گرفته ارائه خواهد شد و سپس پیشنهادهای برای تحقیقات آتی در این زمینه مطرح می‌شود تا مسیری برای گسترش ایده‌های نو فراهم آورد.

## ۲. مروری بر ادبیات یادگیری سازمانی

هرچند قدمت مطالعات یادگیری سازمانی به اوایل دهه ۶۰ میلادی [۷] و حتی چندین سال پیش از آن [۸] برمی‌گردد، موج علمی که تا امروز نیز فروکش نکرده است اولین بار توسط کتابی با همین نام، یعنی یادگیری سازمانی: نظریه‌ای از منظر اقدام در سال ۱۹۷۸ به راه افتاد. آرجیریس و شون در این کتاب، بر خلاف جریان‌های فکری گذشته که صرفاً به یادگیری سازمانی به عنوان یک کل تجزیه‌ناپذیر نگاه می‌کردند، ارتباط بحرانی بین فرد و جمع را مطرح می‌کنند. آن‌ها همان ابتدا فرآیند یادگیری را به سه سطح تقسیم می‌کنند: یادگیری تک‌حلقه‌ای، یادگیری



دو حلقه‌ای و یادگیری مرتبه دوم. یادگیری تک حلقه‌ای سعی در حل مشکلات موجود و رفع عدم تطابق و هماهنگی کارها و نتایج آن‌ها به صورت ساده از طریق تغییر در کارها دارد. از مشکلات بنیادین چشم‌پوشی می‌کند و اهداف، استراتژی‌ها و ارزش‌ها را تصحیح ننموده و سعی در حفظ وضع موجود می‌نماید. در نهایت افراد و سازمان‌ها یاد می‌گیرند که چگونه وضع موجود و استانداردهای پذیرفته شده را حفظ و با شرایط خود تطبیق دهند. این سطح از یادگیری از نوع مرتبه اول است. در یادگیری دو حلقه‌ای افراد علاوه بر کشف و اصلاح خطاها، هنجارها، فرایندها، سیاستها و اهداف را نیز مورد سوال قرار داده و به اصلاح آن می‌پردازند. این نوع یادگیری نه تنها واقعیت‌های قابل مشاهده بلکه علت آن‌ها و حقایق در پس آن‌ها را نیز مورد سوال قرار می‌دهد. این سطح از یادگیری نیز از نوع مرتبه اول است. یادگیری مرتبه دوم را می‌توان یادگیری یادگرفتن نامید. در واقع این نوع یادگیری در ارتباط با توسعه ظرفیت سازمان برای حل مشکلات، طراحی مجدد سیاست‌ها، ساختارها، سیستم‌ها و تکنیک‌ها در مواجهه با تغییر مداوم فرض‌ها درمورد خود و محیط است. این نوع یادگیری زمانی اتفاق می‌افتد که سازمان‌ها به خوبی یاد بگیرند چگونه یادگیری تک‌حلقه‌ای و دو حلقه‌ای را اجرا کنند. استفاده از دنیای مجازی در یادگیری، مثل بسته‌های رایانه‌ای شبیه‌ساز پرواز در مدیریت می‌تواند منجر به این نوع از یادگیری شود. پس از انتشار این کتاب، شیوه توصیف یادگیری بسیار مورد توجه قرار گرفت و ادبیات یادگیری سازمانی در دهه ۸۰ میلادی بیش از پیش به سمت طبقه‌بندی سطوح یادگیری رفت. دهه نود میلادی با چاپ یک اثر به یادماندنی و تا حدی متفاوت آغاز شد. سنگه با چاپ کتاب پنجمین فرمان و مطرح کردن جدی نقش سازمان‌های یادگیرنده در نظریه سازمان، به ادبیات یادگیری سازمانی محبوبیت عمومی بخشید [۵]. پس از آن، این موضوع همواره به عنوان کلیدی برای حل مشکلات سازمانی مطرح بوده و از جوه گوناگونی مورد بررسی قرار گرفته و توسعه داده شده است. سنگه برای طی کردن مسیر از اختراع‌گرایی به نوآوری یا به بیان دیگر برای گذشتن از پارادایم کنترل و رسیدن به پارادایم یادگیری در سازمان، توجه به پنج مبحث را در سطوح مختلف سازمان ضروری می‌داند: زندگی فردی، مدل‌های ذهنی، چشم‌انداز مشترک، یادگیری تیمی و تفکر سیستمی. او تفکر سیستمی را پنجمین فرمان خوانده و معتقد است بدون وجود روح آن در چهار فرمان دیگر، سازمان یادگیرنده به وجود نخواهد آمد. سنگه در خلال توضیحات و همچنین در پایان کتاب به معرفی الگوهای سیستمی می‌پردازد که ساده‌ترین الگوهای توصیف‌کننده مشکلات در سیستم‌ها هستند. نمادهایی که سنگه در کتابش استفاده کرده است باعث شد تا ارتباط یادگیری سازمانی با پویاشناسی سیستم‌ها بیش از گذشته درک شود. پس از انتشار این کتاب، آثار منتشر شده در حوزه یادگیری سازمانی و سازمان یادگیرنده از تنوع بسیار زیادی برخوردار شد. در این میان، با توجه به اهداف این پژوهش آثاری که ارتباط یادگیری سازمانی و یادگیری فردی را از طریق ساخت مدل‌های سیستمی مورد بررسی قرار داده‌اند از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند.

آلریچ و همکاران در اوایل دهه نود میلادی، زمانی که یادگیری سازمانی به واسطه انتشار گسترده کتب و مقالات در اوج توجه علم مدیریت قرار گرفته بود [۵][۸]، سه چالش اصلی پیش روی سازمان یادگیرنده را این طور بر می‌شمرند [۹]: ۱) سازمان‌های یادگیرنده باید از افتادن به دام تبدیل شدن به همه چیز برای مردم امتناع کنند: این که هرکس هر مفهومی را که می‌خواهد زیرمجموعه مبحث سازمان یادگیرنده بداند، باعث می‌شود این مبحث ارزش کمی به تک تک افراد اضافه کند. هر دانشمند یا مدیر تعریفی از یادگیری سازمانی دارد که غلط نیست اما تنها یک یا چند جنبه از آن را که فرد با آن برخورد کرده است ابراز می‌کند که موجب می‌شود یادگیری سازمانی در طول زمان نادیده گرفته شود. ۲) استعاره‌های مورد استفاده برای سازمان یادگیرنده باید از درهم ریختگی مفاهیم امتناع کنند: یادگیری سازمانی با مهندسی مجدد سازمان، مهندسی کیفیت، قابلیت‌های سازمانی و سایر مفاهیم ارتباط دارد اما مترادف با هیچ کدام نیست. این در حالی است که ارزش یادگیری سازمانی هنگامی احساس می‌شود که از آن به عنوان یک کل واحد یاد شود و در غیر این صورت تبدیل به یک مفهوم گنگ و انتزاعی می‌شود که همه‌جا از آن استفاده می‌شود اما ارزش افزوده آن قابل استحصال نیست. ۳) اقدامات مدیریت به منظور بهبود قابلیت یادگیری در سازمان باید به وسیله روش‌های تحقیق گوناگون مورد شناسایی، آزمون و ارزیابی قرار گیرد: طراحی مدلهایی که بتوان به وسیله آن‌ها تصمیمات مدیران برای وقوع یادگیری در سازمان را آزمون اهمیت دارد. مطالعاتی که به اهمیت یادگیری و تعمق در آن می‌پردازد و حتی مطالعات موردی که نتوان چارچوب مشخصی برای اجرای آن‌ها در سازمان‌ها به طور عمده بیان کرد نمی‌تواند تصمیمات درست برای بهبود قابلیت یادگیری سازمانی را مشخص کند.

راه حل یئونگ و همکاران [۴] برای جلوگیری از افتادن در چنین دام‌هایی این است که از عبارت قابلیت یادگیری سازمانی استفاده شود. واژه قابلیت باعث می‌شود بر تمرکز یادگیری سازمانی روی کار مدیران تأکید شود. به صورت مشخص قابلیت یادگیری سازمانی نشان دهنده ظرفیت بالفعل سازمان برای تولید و عمومی‌سازی ایده‌ها با اثرگذاری مطلوب در تمامی بسترهای سازمان به وسیله ابزارها و برنامه‌های اجرایی مدیران است که فرهنگ سازمان را به عنوان یک کل متأثر می‌سازد. تغییر در چنین قابلیت‌ها، انقلابی و ضربتی نیست بلکه تدریجی و تکاملی است. چنین قابلیت‌ها یک مفهوم انتزاعی و مجموعه‌ای از ایده‌های پرعظمت اما غیراجرایی نیست و می‌توان آن را ایجاد و مدیریت کرد. هر چند این هشدار توسط بعضی از محققان جدی گرفته شده است و در راستای غلبه بر این مشکلات تلاش‌های زیادی در ۲۵ سال گذشته انجام



شده، به نظر می‌رسد هر سه تهدید فوق‌همچنان گریبان‌گیر ادبیات سازمان‌های یادگیرنده است. با این که بارها مقالات مروری به منظور جمع‌بندی مفاهیم مطرح شده در ادبیات موضوع به چاپ رسیده است، سانتا در مقاله مروری اخیرش [۵] تعداد ۲۹ تعریف متفاوت برای سازمان یادگیرنده از ادبیات استخراج کرده است که همه آن‌ها از زبان گنگ و مبهمی استفاده کرده‌اند که برای پژوهش‌های تجربی و سازنده‌ی نظریه مفید نیست. البته ماهیت فرارشته‌ای یادگیری سازمانی که از همان ابتدای پیدایش آن مورد تأکید واقع شده است [۲۱]، موجب می‌شود این موضوع با موضوعات زیادی در علم مدیریت، روان‌شناسی، جامعه‌شناسی و حتی مهندسی ارتباط پیدا کند و این امر منجر به دیده شدن آن از زوایای مختلف در پژوهش‌های مختلف شده است. اما عدم برقراری ارتباط محکم، پیوسته و ریشه‌دار میان این موضوعات خود منجر به ابهام بیشتر در ادبیات یادگیری سازمانی شده است [۱۰].

سازمان‌های یادگیرنده بر پایه‌ی علوم سیستمی و بر اساس تقسیم سازمان به واحدهای یادگیرنده [۱] پدید آمده‌اند تا از یکی از توانایی‌های فطری انسان یعنی یادگیری به عنوان نیروی محرکه برای بقای سازمان به شکل مطلوب استفاده شود. ضرورت چنین حرکتی از تمرکز صرف بر روی سازمان به تمرکز بر روی نیروی انسانی سازمان در بازه‌ای ۵۰ ساله جای تأمل دارد. این که آیا چنین ضرورتی ناشی از ارتباط مثبت سازمان یادگیرنده با عملکرد مالی سازمان است یا نه، همواره چالش برانگیز بوده است؛ به عنوان نمونه می‌توان به پژوهش الینگر و همکاران [۱۱] و واکنش بالدوین و همکاران [۱۲] به آن رجوع کرد. از سوی دیگر لوکاس و همکاران یادگیری سازمانی را به عنوان دانش پشت سر هر سازمان یادگیرنده، از آن باب ضروری می‌بینند که سازمان را در برخورد با هریک از فرآیندهای مخرب آن هوشیار نگه می‌دارد و بدین ترتیب از فاصله گرفتن آن از موفقیت در بستر فرهنگی مربوطه جلوگیری می‌کند [۱۳]. سوال این است که آیا یادگیری منجر به تغییر می‌شود؟ و آیا تغییر حاصل یادگیری است؟ پاسخ به هر دو سوال در هر دو بعد فردی و سازمانی این است که «نه لزوماً» [۷]. چرا که ممکن است در پاسخ به سوال اول، حاصل یادگیری عدم تغییر باشد و در پاسخ به سوال دوم تغییر حاصل انطباق باشد. در این خصوص ایکاف با ظرافت به تعریف انواع سیستم‌ها می‌پردازد [۱۴]. سیستم انطباقی سیستمی است که در صورت کاهش راندمان، در صدد جبران افت خود بر می‌آید. سیستم یادگیرنده حتی در صورت عدم تغییر ناشی از محیط در وضعیت خود نیز دست به اقداماتی می‌زند تا بهبود پیدا کند. این یعنی توانایی بروز انتخاب در سیستم‌های یادگیرنده اتفاق می‌افتد. نکته قابل توجه در اینجا این است که انطباق، خود یادگرفتنی است و یادگیری انطباق موجب می‌شود سیستم بتواند با صرف انرژی بسیار کمتری در طول زمان به امور بیشتری بپردازد. در واقع اگر سیستم مکرراً در معرض تغییر محیط یا تغییر داخلی قرار گیرد، توانایی آن برای حفظ راندمان در چنین شرایطی افزایش می‌یابد و آن گاه یاد می‌گیرد چگونه منطبق شود. اما چه میزان از کارهای یک سیستم باید تحت تأثیر یادگیری انطباق قرار گیرد؟ در واقع این مفهوم همچون شمشیری دو لبه است؛ یک طرف آن، گیر افتادن در دام روزمرگی و طرف دیگر آن غرق شدن در هرج و مرج ناشی از یادگیری بدون وقفه را در پی دارد. آن چه مطلوب به نظر می‌رسد حرکت بر روی مرز جدانکننده این دو می‌باشد، آن چه در نظریه پیچیدگی لبه آشفتگی نامیده می‌شود [۱۵]. لبه آشفتگی به عنوان یک ناحیه گذار میان ثبات و بی‌ثباتی تعریف می‌شود که زمینه‌ساز الگوهای رفتاری خلاق می‌باشد؛ سیستمی که به سوی لبه آشفتگی حرکت می‌کند صاحب نوعی خودسازماندهی خود به خودی می‌شود که با چنین توانایی خودش تصمیم می‌گیرد کجا و چطور یاد بگیرد، انطباق پیدا کند یا یاد بگیرد انطباق پیدا کند [۱۶]. در حوزه مدیریت تغییر و نوآوری نیز سنگه [۱۷] غلبه بر چالش تغییر پایدار در سازمان‌های یادگیرنده را در گرو مفهومی به نام رقص تغییر می‌داند که طی آن در عین انرژی دادن به تغییر به محدود کردن آن پرداخته می‌شود، همان شرایط متناقضی که طی آن ویژگی‌های تازه در سیستم رخ می‌دهد و آن را لبه آشفتگی نامیدیم [۳]. در این بین آنچه سازمان را از یکی به سوی دیگری سوق می‌دهد و موجب تغییر و نوآوری می‌شود همان یادگیری است؛ از این رو یادگیری سازمانی سنگ بنای رشد نوآوری در سازمان محسوب می‌شود [۱۰].

ضرورت مطالعه یادگیری سازمانی و توسعه دادن سازمان‌های یادگیرنده، هرچه که باشد، آن چنان جذابیت ایجاد کرده که موجب تولید ادبیات گسترده‌ای شده است. مفاهیم مشابهی در این ادبیات تولید شده که عدم تعریف هریک در جای خودش منجر به استفاده نامناسب آن‌ها به جای یکدیگر شده است. یکی از مهم‌ترین جفت مفاهیمی که دچار این آفت شده عبارت است از «یادگیری سازمانی یا یادگیری فردی/گروهی». شاید این جفت مفهوم آن چنان در ادبیات مورد اختلاف نباشند، اما از آن جا که این پژوهش قصد دارد یک مدل مختلط تجمیعی و متباین از سازمان ایجاد کند لازم است به دقت در این جا تعریف شوند و ارتباط آن‌ها با یکدیگر مشخص شود. یادگیری فردی رخدادی است که به طور پیاپی در یک فرد اتفاق می‌افتد و ابزار ساده‌ی توصیف کننده آن منحنی یادگیری است [۱۸]. کلب [۱۹] یادگیری را این گونه تعریف می‌کند: «یادگیری فرآیندی است که طی آن دانش از طریق دگرگون شدن تجربه خلق می‌شود». این که «دگرگونی تجربه» چگونه درون یک فرد اتفاق می‌افتد در قلمروی این پژوهش نیست، بلکه چگونگی سرایت یادگیری از یک فرد به یک جمعیت یا چگونگی اثرگذاری متغیرهای تجمیعی روی



یادگیری جمعیت مطرح است. آرجیریس و شوون [۲۰] در این باره می‌نویسند: «اینجاست که تناقض وجود دارد... یادگیری سازمانی تنها یادگیری فردی نیست، با این حال سازمان‌ها تنها از طریق تجارب و اقدامات فردی یاد می‌گیرند». یادگیری گروهی هنگامی اتفاق می‌افتد که همان مفهوم یادگیری در بیش از یک فرد اتفاق بیفتد. بنابراین یادگیری سازمانی را از یک منظر می‌توان نوعی یادگیری گروهی دانست که بزرگی گروه آن به اندازه سازمان است، و از منظر دیگر یادگیری مجموعه‌ای از گروه‌ها دانست که سازمان را تشکیل می‌دهند. یادگیری فردی شرط لازم یادگیری سازمانی است اما کافی نیست، چرا که یادگیری فردی به ذهن و جسم یک فرد مربوط می‌شود اما یادگیری سازمانی پدیده‌ای است که از کنش و واکنش پویای اجتماعی با پیچیدگی بسیار بیشتر ظاهر می‌شود.

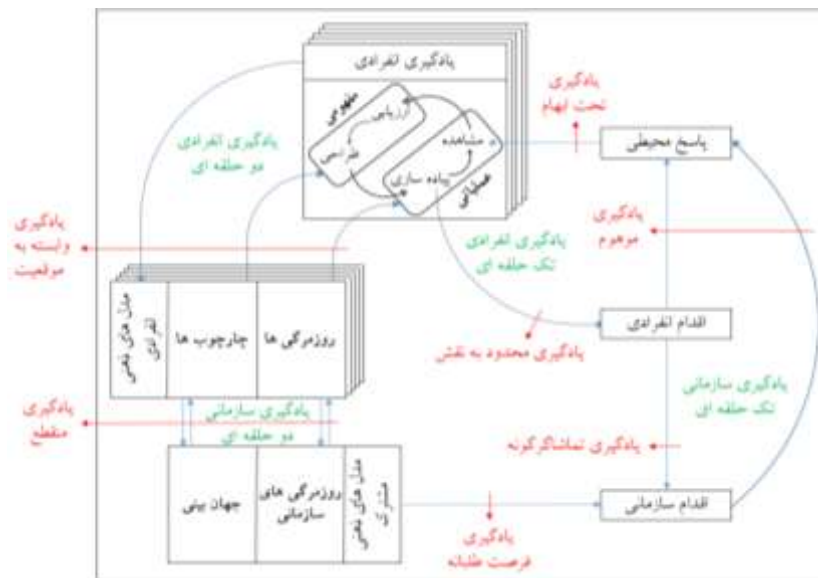
سازمان‌ها در بلندمدت، علی‌رغم تغییر در کارکنان و دیدگاه‌های فردی موجود، به عنوان یک واحد، جهان‌بینی و ایدئولوژی خاص خود را توسعه می‌دهند و این نشان دهنده وجود یک سیستم شناختی حافظه‌دار در سازمان است [۲۱]. نگاه فوق به یادگیری سازمانی همان لختی رفتار سیستم نسبت به رفتار اجزایش را به یاد می‌آورد که منجر به مقاوم شدن آن در برابر تغییر می‌شود. اما باید توجه داشت که وجود همین اثر منجر به این می‌شود که مدیرانی که به فکر ساخت یک سازمان یادگیرنده هستند هم به یادگیری فردی و هم به یادگیری سازمانی توجه کنند. دانش فردی هنگامی به وجود می‌آید که اعضا از طریق تحصیل، تجربه یا آزمایش و خطا یاد می‌گیرند و دانش سازمانی هنگامی حاصل می‌شود که فرهنگ حاکم بر سیستم دانش فردی را حفظ کرده و بین افراد منتقل می‌کند [۴]. یک چالش بحرانی برای سازمان یادگیرنده، درک چگونگی فرآیندی است که طی آن یادگیری و دانش فردی (مدل‌های ذهنی) در حافظه و ساختار سازمان ثبت می‌شود. اگر این فرآیند انتقال به روشنی مشخص باشد، می‌توان فعالانه سازگاری یادگیری در سازمان را با اهداف، ارزش‌ها و چشم‌انداز آن سنجید. برای وضوح بیشتر، موقعیت مجازی را فرض کنید که طی آن سازمانی تمامی اطلاعات خود شامل فایل‌ها و گزارش‌هایش را از دست بدهد. حال فرض کنید سازمان دیگری تمامی کارمندان خود را از دست بدهد. پرسش اساسی اینجاست که اگر همه چیزهای دیگر سر جای خودش باقی بماند کدام یک می‌توانند راحت‌تر به مسیر خود در آینده ادامه دهند؟ این مثالی است که اولین بار آن را در سال ۱۹۹۳ توسط کیم در [۲۲] مطرح شد و طی آن به تدوین چارچوبی برای ارتباط دادن سازمان با عامل‌های تشکیل‌دهنده آن پرداخت. ارتباط این دو در شکل ۱ **Error! Reference source not found.** به خوبی نشان داده شده است. کیم در این مدل نشان می‌دهد یادگیری تک‌حلقه‌ای و دو حلقه‌ای چگونه در دو سطح انفرادی و سازمانی داخل مرز سازمان اتفاق می‌افتد و ارتباط این دو سطح از یادگیری چگونه برقرار می‌شود. او معتقد است اساساً دو سطح از یادگیری انفرادی وجود دارد: یادگیری مفهومی (که یادگیری ناشی از پاسخ به چرایی است) و یادگیری عملیاتی (که یادگیری ناشی از پاسخ به چگونگی است). یادگیری سازمانی هنگامی موثر واقع می‌شود که یادگیری مفهومی در قالب مهارت‌های مشخصی عملیاتی شود به طوری که قابلیت یادگیری و اجرا داشته باشند. یک نکته بسیار جالب در مدل فوق جدا در نظر گرفته شدن اقدام از یادگیری است. کیم اقدام را ماحصل یادگیری فردی/سازمانی می‌داند و معتقد است اقدام توسط محیط به یادگیری فردی/سازمانی بازخورد می‌دهد اما جزئی از آن نیست.

آرگوت چارچوب کلی‌تری را نسبت به کیم برای یادگیری سازمانی ترسیم کرده است. همان‌طور که در شکل ۲ مشخص است پیدایش چرخه دانش در سازمان، ناشی از به جریان افتادن یادگیری سازمانی است. این یادگیری و چرخه در دو بستر محیط و سازمان رخ می‌دهد. بستر محیط شامل رقبا، مشتریان و اعضای زنجیره تأمین سازمان می‌باشند که ضمن برقراری ارتباط با بستر سازمانی، به طور مستقیم با چرخه دانش سازمان نیز در ارتباطند و با سفارش تولید یا درخواست خدمات، روی تجربه و عملکرد بستر سازمانی فعال اثر می‌گذارند. بستر سازمانی خود دو بخش نامرئی (شامل فرهنگ، هویت، راهبرد، انگیزه و...) و فعال (شامل نیروی انسانی، ابزار و هرآن چه که بتوان برای کار از آن استفاده نمود) دارد. بستر سازمانی فعال، خود عضوی از زنجیره دانش سازمان است. این بستر وظایف و عملکردهایی دارد که در پی اجرای آن‌ها، سازمان صاحب دانش می‌شود. دانش کسب شده به اعضا کمک می‌کند تا در دور بعدی وظایف و عملکردهایشان را بهبود دهند و این فرآیند مدام در یک سازمان یادگیرنده اتفاق می‌افتد.

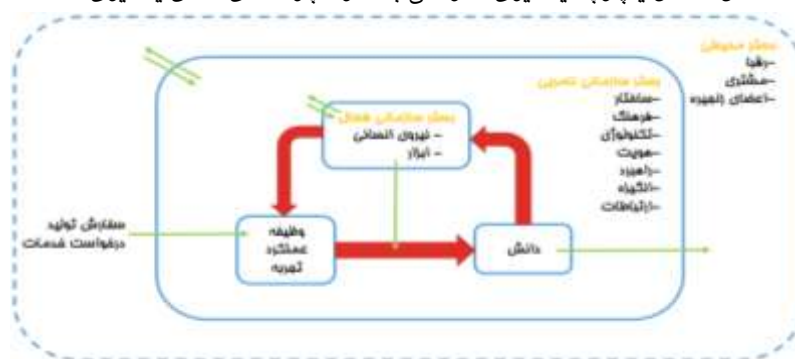
آنچه به عنوان معماری سازمان یادگیرنده بیان شد ناشی از نگرشی به سازمان است که به مدیریت به عنوان طراحی مشهور شده است. در واقع از این حیث می‌توان گفت دو نگرش به مدیریت وجود دارد [۲۳]: (۱) نگرش تصمیم‌گیری: به طور خلاصه این نگرش بر آن است که به نتیجه رسیدن از یک روش، کار ساده‌ای است و آن چه مدیریت را دشوار می‌سازد انتخاب کردن از میان روش‌های متعدد است. (۲) نگرش طراحی: این نگرش بر خلاف نگرش قبلی، طراحی مسیر برای به نتیجه رسیدن از هر روش را مسئله مدیر می‌داند و معتقد است انتخاب یکی از این مسیرها کار دشواری نمی‌باشد. در معماری سازمان یادگیرنده نیز، نیاز به پیروی از نگرش طراحی به وضوح احساس می‌شود. جایی که چگونگی دانش‌اندوزی مورد تأکید است، نه انتخاب یک روش برای تحقق این منظور.

### ۳. مدل‌سازی برای شبیه‌سازی مختلط

خلق مدل‌های شبیه‌سازی غالباً به عنوان یک هنر مطرح شده است تا یک تکنولوژی که قابلیت آموزش دادن و یادگیری داشته باشد و به همین دلیل کمتر به آن پرداخته شده است [۲۴]. منظور از خلق مدل‌های شبیه‌سازی، فرآیند پیدا کردن سطح انتزاعی مناسب، زبان مدل‌سازی مناسب و سازه‌های مناسب به منظور اجرای آزمایش‌های پویا روی مدل است. عدم توجه به پرورش مهارت‌های خلق مدل‌های شبیه‌سازی، موجب رشد و توسعه هر یک از سه منطق موجود در پس مدل‌های شبیه‌سازی، شامل شبیه‌سازی مدل‌های گسسته پیشامد، پویاشناسی سیستم و عامل‌مبنا، در انزوای کامل نسبت به همدیگر شده است؛ گواه این مطلب جامعه‌های علمی متمایز، کتب و نرم‌افزارهای متفاوت آن‌ها است [۲۵]. در این بین شبیه‌سازی مدل‌های گسسته پیشامد و پویاشناسی سیستم با قدمتی در حدود ۶۰ سال تا حدی روش‌های سنتی به حساب می‌آیند، اما شبیه‌سازی مدل‌های عامل‌مبنا که بر خلاف دو روش دیگر ریشه در علوم رایانه و روش‌شناسی شی‌گرا دارد، پدیده‌ای است که به واسطه توان پردازشی رایانه‌ها در اواخر دهه نود میلادی ممکن شد. واضح است که هریک از این سه روش نقاط قوت و ضعف مخصوص به خود را دارند که استفاده بجای آن‌ها می‌تواند موجب ایجاد مدل‌های منطبق با طبیعت سیستم مورد مطالعه باشد که فهم و توسعه مدل‌ها را بیش از پیش ساده می‌کند.



شکل ۱. مدل یکپارچه یادگیری سازمانی به همراه چرخه‌های ناقص یادگیری



شکل ۲. یک چارچوب نظری برای تحلیل یادگیری سازمانی

به طور سنتی مدل‌هایی که به ایجاد ساختار ثابتی متشکل از جریان‌های فیزیکی و اطلاعاتی با استفاده از معادلات دیفرانسیلی و جبری می‌پردازند برای تحلیل سیستم‌های پویا استفاده شده‌اند. چنین مدل‌هایی بسیار به درک چرایی و چگونگی روند تغییرات متغیرهای کلان در سیستم کمک می‌کنند اما هنگامی که نیاز به در نظر گرفتن فضای فیزیکی سیستم یا تحلیل اثر رفتار فردی کارکنان یا هر عامل دیگری در آن است، ناقص به نظر می‌رسند. اسوینرد و مک‌نات [۲۶] اشاره دارند که این امر از طبیعت مسأله مورد بررسی



ناشی می‌شود. طبیعت چندوجهی و پیچیده سیستم‌های امروزی و نیاز به تحلیل همزمان سطوح انتزاعی مختلف آن‌ها موجب به چالش کشیده شدن راهکارهای سنتی و تکراری شده است که از طرفی این روش‌ها را بیش از پیش توسعه داده است و از طرف دیگر رویکردهای مختلط و چندروشی را پدید آورده است که راه‌حل‌های به مراتب ساده‌تر و مؤثرتر ارائه می‌دهند. در سال‌های اخیر رشد فزاینده‌ای در استفاده از رویکردهای مختلط در حل مسائل دیده می‌شود. مثلاً جهانگیریان [۲۷] به اهمیت این موضوع در حوزه شبیه‌سازی مختلط سیستم‌های ساخت و تولید اشاره می‌کند؛ جامعه تحقیق در عملیات به ترکیب انواع روش‌های متاهوریستیک به منظور بهینه‌سازی سیستم‌ها می‌پردازد و روش‌های شبیه‌سازی-بهینه‌سازی رونق پیدا کرده است [۲۸]. یکی از ابزارهای مدل‌سازی چندروشی، شبیه‌سازی مختلط است که در این‌جا رده خاصی از آن که به روی مدل‌های عامل‌مبنا و پویاشناسی سیستم پیاده‌سازی می‌شود بررسی خواهد شد.

استفاده از رویکرد چندروشی برای حل مسأله ممکن است از دیدگاه دانشمندان محکوم به سطحی‌نگری شود. اما به نظر نمی‌رسد این سطحی‌نگری مرتبط با اساس این رویکرد باشد. کامرون و همکاران این آفت را به نحوه پیاده‌سازی چنین رویکردی توسط پژوهشگران مرتبط می‌دانند [۲۹]. از سوی دیگر نظریات انقلابی در پس این رویکرد وجود دارد که موجب می‌شود به سادگی نتوان آن را مورد انتقاد قرار داد. در اینجا به دو مورد از نظریات جامعه‌شناسی اخیر در این باره با عنوان نظریه ساختارندگی و نظریه کنشگر-شبکه اشاره می‌شود. نظریه ساختارندگی، شکل‌گیری رفتار انسان را ناشی از ترکیب شدن ساختار و عاملیت می‌داند، بدون آن که یکی را نسبت به دیگری برتر بداند. مفهومی که آن را تحت عنوان دوگانگی ساختار معرفی می‌کند. این نظریه بجای آن که شکل‌گیری اقدامات انسان را محدود به ساختارهای اجتماعی مثل مکاتب مذهبی، علمی و سیاسی یا تابعی از اراده فردی بداند، آن را ناشی از ارتباط پویای ساختار و اراده فردی دانسته و فصل مشترک جدایی‌ناپذیری را که کنشگر با ساختار درگیر می‌شود، ساختارندگی می‌نامد [۳۰]. بنابراین، طبق این نظریه تحلیل خرد یا کلان سیستم را برای حل مشکلات به تنهایی کافی نیست. این نظریه توسط آنتونی گیدنز، جامعه‌شناس انگلیسی معرفی و در کتاب *برساخت جامعه: پیرامون نظریه ساختارندگی* [۳۱] به طور عام شناخته شد. نظریه کنشگر-شبکه به انتقاد از تعریف فعلی روابط میان موجودیت‌ها و تعریف مجدد آن می‌پردازد. تعریف موجودیت‌ها در دو سطح جز و کل از نظر آن مردود است چرا که هرچند گاهی مجبوریم از کل دربرگیرنده اجزا صحبت کنیم، این کل موقتی است. این نظریه جایگزین چنین تعریفی را موجودیت‌های هم‌پوشان تعریف می‌کند که از نظر آن واقع‌گرایانه‌تر به نظر می‌رسد. فردی‌سازی هر موجودیت همراه با بسط شبکه‌ی آن است که دقیقاً در مقابل طرح جز/کل قرار دارد. این سنگ بنای نظریه کنشگر-شبکه است [۳۲]. پیشگامان اصلی توسعه این نظریه برونو لاتور و مایکل کالن فرانسوی و جان لا انگلیسی شناخته می‌شوند.

### ۳.۱. شبیه‌سازی مختلط مدل‌های عامل‌مبنا و پویاشناسی سیستم

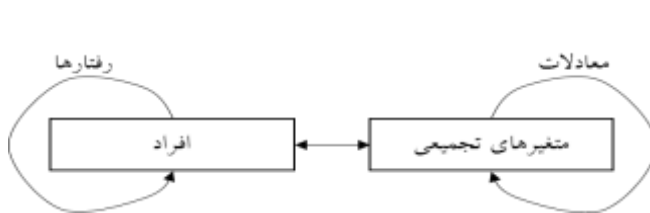
شال در ابتدای قرن بیست و یکم، با مقایسه پویاشناسی سیستم‌ها و مدل‌سازی عامل‌مبنا از متخصصان هر دو روش دعوت کرد تا پژوهش‌های مشترک انجام دهند. او بیان کرد که نگرش عامل‌مبنا، به عنوان یک روش مدل‌سازی، تنها مختص به نظریه پیچیدگی نیست و می‌تواند به طور گسترده با روش‌هایی که پیش از آن رونق پیدا کرده‌اند ترکیب شود [۳۳]. اکنون پس از گذشت بیش از یک دهه، شبیه‌سازی مختلط مدل‌های عامل‌مبنا و پویاشناسی سیستم این امکان را پدید آورده است که بتوان ساختار سیستم را در دو سطح فردی و کلان به طور توأمان و بسته به نیاز تحلیل‌گر با انواعی از معماری‌ها نشان داد و بنابراین امکان تحلیل‌های همه‌جانبه عمیق‌تر را نسبت به گذشته، حال و آینده سازمان فراهم نمود [۲۶]. به خصوص در چند سال اخیر رشد فزاینده‌ای که در ظرفیت محاسباتی رایانه‌ها ایجاد شده است، موجب گسترش پژوهش‌های مشترک گوناگون مابین روش‌های مدل‌سازی و شبیه‌سازی مختلف گشته است [۲۴]. همان طور که اسوینرد و مک‌نات در مقاله مروری خود اظهار می‌کنند [۲۶]، توجه به این که مدل‌های پویاشناسی سیستم نیز می‌توانند عامل‌گرا دیده شوند و یا ایجاد ترکیب‌هایی از مدل‌های عامل‌مبنا و پویاشناسی سیستم در قرن بیست و یکم در حوزه‌های زنجیره تأمین، حمل و نقل، زیست‌شناسی و سیستم‌های سلامت، تأمین مالی، اکولوژی و انرژی و نتایج رضایت‌آمیز حاصل از آن‌ها نشان می‌دهد که می‌توان در حوزه‌های دیگری نیز این رویکرد را اجرایی نمود و مورد بررسی قرار داد [۲۶]. آنچه مدل‌سازان را به سوی شبیه‌سازی مختلط به عنوان یک رده از رویکردهای مختلط سوق داده است، محدودیت‌های موجود در جمع‌آوری اطلاعات آماری لازم برای مدل‌های پویاشناسی سیستم و از طرف دیگر ناشناخته بودن ساختار سیستم و مدل ذهنی تجمعی آن بوده است. هومر [۳۵] این موضوع را با ظرافت هرچه بیشتر در یک سیستم خدمت‌دهی برای تنظیم حجم کاری پرسنل تحلیل کرده است. او نشان داده است که وقتی تصمیم

برای پیاده‌سازی استراتژی خاصی در سازمان گرفته می‌شود و از یک تحلیل‌گر خواسته می‌شود تا پیامدهای آن را بر روی متغیرهای کلان اقتصادی سازمان پیش‌بینی نماید، حلقه‌ی گمشده بین پویاشناسی آن استراتژی و متغیرهای کلان، شیوه پیاده‌سازی آن توسط عوامل است که تا به نوعی با شبیه‌سازی عامل‌مبنا تحت چندین شبکه مختلف از ارتباطات دیده نشود، کار بر روی مدل پویاشناسی آن‌ها صرفاً خیال‌پردازی خواهد بود. از سوی دیگر هنگامی که شبیه‌سازی عامل‌مبنا صورت می‌گیرد، نیاز به ارتباط برقرار کردن میان متغیرهای کلان حاصل از شبیه‌سازی وجود دارد که به وسیله شبیه‌سازی مدل پویاشناسی سیستم ممکن می‌شود. گوریرو و شوارز در مرور اخیرشان، پنج محدودیت اصلی رویکرد پویاشناسی سیستم و عامل‌مبنا را که به وسیله ترکیب آن‌ها از بین می‌رود این طور برشمرده‌اند: حالت‌های سیستم تجمیعی و پیوسته در برابر متباین و گسسته؛ پدیده‌های قطعی در برابر احتمالی؛ فضای انتزاعی حاصل از متغیرها در برابر مکان فیزیکی و ساختارهای شبکه‌ای؛ فرآیندهای یادگیری و انطباق کلی در برابر فردی؛ سهولت مدل‌سازی و تفسیر مدل [۳۶].

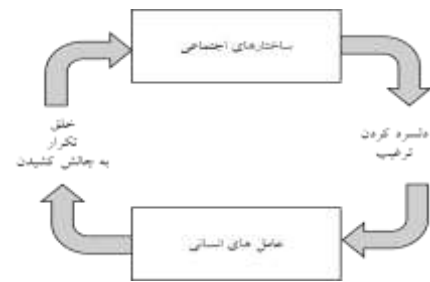
برای استفاده از پویاشناسی سیستم، غالباً آشنایی با تفکر سیستمی و مفاهیم پایه معادلات دیفرانسیل کافیست. از سوی دیگر نرم‌افزارهای تخصصی کاربرپسندی مثل ونسیم، پاورسیم و آی‌تینک توسعه یافته است که تقریباً نیاز به برنامه‌نویسی را برای مدل‌سازی و شبیه‌سازی آن از بین برده و تحلیل خروجی‌ها را نیز بسیار ساده و لذت بخش کرده است. وضعیت برای مدل‌سازی عامل‌مبنا متفاوت است. با آن که آشنایی با تفکر سیستمی و نظریه پیچیدگی می‌تواند به مدل‌ساز کمک کند مدل‌های بهتری بسازد، هیچ یک ضروری نیستند [۳۷]. همچنین، در حالی که اخیراً زبان‌های برنامه‌نویسی اختصاصی مثل نت‌لوگو، ام-پلنت و ری‌پست برای آن ابداع شده است که توابع کاربردی از پیش تعریف شده برای مدل‌سازی و شبیه‌سازی دارد، همچنان مهارت برنامه‌نویسی قابل توجهی برای استفاده از آن‌ها، مخصوصاً برای تحلیل خروجی‌ها نیاز است. استفاده از زبان‌های برنامه‌نویسی پایه نیز همان طور که گارو و روسو [۳۸] اذعان داشتند نیاز به تخصص بالایی در برنامه‌نویسی دارد که محققان را با چالش‌های بسیاری روبه‌رو می‌کند. علاوه بر این لینک کردن نرم‌افزارهای تخصصی هر دو روش به هم، نیاز به مهارت بالایی دارد. این در حالی است که نرم‌افزارهای ساخته شده برای پیاده‌سازی شبیه‌سازی مختلط ضمن حفظ روح برنامه‌نویسی در بسته نرم‌افزاری، امکانات بصری و کاربرپسند مناسبی را فراهم کرده‌اند که توانایی شبیه‌سازی به هریک از روش‌ها و شبیه‌سازی مختلط را به صورت یکپارچه می‌دهد. در حال حاضر نرم‌افزار تجاری انی‌لاجیک با قابلیت‌های خیره‌کننده، و نرم‌افزارهای دانشگاهی نوا و انی‌سیم چنین قابلیت‌هایی دارند، اما علی‌رغم تلاش‌های اخیر [۳۹]، ادبیات همچنان راهنمای غنی برای طراحی مدل‌های مختلط ارائه نکرده است.

جفت کردن مقیاس‌های متفاوتی از یک سیستم در یک مدل که هم‌زمان بیان‌گر کلیت و فردیت سیستم باشد، علاوه بر آن‌که بینش وسیع‌تری برای تحلیل‌گران سیستم ایجاد می‌کند، کمک می‌کند تا مدلی طبیعی‌تر و نزدیک‌تر به سیستم ارائه شود که توسط طیف گسترده‌تری از ذی‌نفعان قابل فهم است. لین و هیوزمان [۴۰] رابطه بین ساختارهای اجتماعی و افراد تشکیل‌دهنده آن‌ها را مطابق با شکل ۳ **Error!** **Reference source not found.** به تصویر می‌کشند. همچنین پاروناک [۴۱] رابطه‌ی میان متغیرهای تجمیعی که حاصل از مدل‌سازی صرف سیستم است و تک‌تک افراد آن را که حاصل از مدل‌سازی صرف عامل‌های تشکیل‌دهنده آن است و ارتباط میان این دو را مطابق با شکل ۴ نشان می‌دهد. در حالی که متغیرهای تجمیعی به وسیله معادلات به یکدیگر مرتبط می‌شوند، افراد با رفتارهایشان روی یکدیگر اثر می‌گذارند و این دو سطح از انتزاع در سازمان همواره سایه به سایه هم وجود دارند. برقراری ارتباط میان این دو سطح به وسیله شبیه‌سازی مختلط و با معماری‌های گوناگون اتفاق افتاده است. بر این اساس به طور کلی سه معماری پایه برای شبیه‌سازی مختلط مدل‌های عامل‌مبنا و پویاشناسی سیستم مطابق با شکل ۵ می‌توان برشمرده [۲۶].





شکل ۴. ارتباطات موجود بین متغیرهای تجمیعی و افراد



شکل ۳. رابطه بین ساختارهای اجتماعی و رفتار

در معماری یکپارچه، هر دو مدل به طور همزمان فعال هستند و از خروجی‌های یکدیگر استفاده می‌کنند. این معماری می‌تواند به سه شکل پایه انجام شود: معماری عامل غنی، عامل‌های انباشته، پارامتر دارای رفتار ظاهرشونده. یکی از پرکاربردترین معماری‌ها که قابلیت ترکیب با تمامی حالات دیگر را دارد مربوط می‌شود به معماری عامل غنی. در این معماری، قوانین تعیین‌کننده رفتار عامل‌ها به نوعی تقویت می‌شود تا قدرت تصمیم‌گیری بیشتری برایشان فراهم شود. این توانمندسازی به شیوه‌های گوناگون در ادبیات انجام شده است. استفاده از انواع روش‌های فراابتکاری مثل شبکه‌های عصبی و الگوریتم ژنتیک برای ساخت معماری‌های شناختی گوناگون که به عامل‌ها اجازه تصمیم‌گیری مشابه با انسان را می‌دهد از رویکردهای بسیار محبوب اما پیچیده است؛ در ادبیات، عبارت عامل‌شناختی یا هوشمند که بدون محرک خارجی نیز کنش دارد، در برابر عامل واکنشی به کار گرفته شده است که تنها به محرک‌های خارجی پاسخ می‌دهد [۴۲]. استفاده از چنین روش‌هایی در علم مدیریت کمتر اتفاق می‌افتد چرا که علاوه بر پیچیدگی‌های فنی، امکان تحلیل چگونگی تصمیم‌گیری‌ها توسط عوامل را نیز نمی‌دهد. استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری پویاشناسی سیستم برای عامل‌ها، سادگی فهم فرآیند تصمیم‌گیری را به همراه دارد و شیوه‌ای جا افتاده و پذیرفته شده نیز هست که استفاده از آن پیش از این نیز برای مدل‌سازی تصمیم‌گیری موجب نتایج قابل قبولی شده است [۴۳]. در معماری متوالی در هر بازه زمانی تعریف شده، تنها یک مدل فعال است اما شروع فعالیت هر مدل با استفاده از خروجی‌های مدل قبلی همراه است. در معماری دارای فصل مشترک، در هر بازه زمانی تعریف شده تنها یک مدل فعال است اما اطلاعات موردنیاز برای فعالیت مدل دیگر به کلی مستقل از اطلاعات جمع‌آوری شده در مدل فعال فعلی می‌باشد. تسهیل شبیه‌سازی تنها مزیت شناخته شده معماری دارای فصل مشترک می‌باشد.



شکل ۵. معماری‌های پایه شبیه‌سازی مختلط مدل‌های عامل‌مبنا و پویاشناسی سیستم

### ۲،۳. توسعه متدولوژی ایجاد مدل‌های شبیه‌سازی مختلط "عامل‌مبنا-پویاشناسی سیستم"

از مطالعه ادبیات وسیع یادگیری سازمانی، مثلاً [۷][۳][۱۹]، برمی‌آید که این پدیده طی مدل‌های متنوعی قابلیت انتشار در سازمان را دارد. انتشار یک پدیده در سیستم، به طور توأمان در دو سطح انتزاعی اتفاق می‌افتد؛ سطح کلان که در آن پدیده نرخی است که به صورت تابعی از متغیرهای کلان سیستم در قالب یک معادله در سیستم جریان می‌یابد، و سطح خرد که در آن پدیده به صورت مجموعه‌ای از بازخوردهای رفتاری واکنشی یا شناختی وابسته به عامل تعریف می‌شود. محدودیت در جمع‌آوری اطلاعات آماری تجمیعی و ناشناخته بودن ساختار سیستم و مدل ذهنی تجمیعی مربوط به آن باعث می‌شود جفت کردن مقیاس‌های متفاوت سیستم روش مناسبی به نظر برسد که کمک می‌کند مدلی نزدیک‌تر به «طبیعت سیستم» ساخته شود. چنین مدلی توسط طیف گسترده‌تری از ذینفعان قابل فهم است و بیش وسع‌تر تحلیلگران یک سیستم را به دنبال خواهد داشت. برای ساخت چنین مدل‌هایی نیاز به تدوین یک چارچوب و فرآیند طراحی است. در این بخش یک فرآیند چهار مرحله‌ای با کمک [۳۹] توسعه داده می‌شود. دو پیش‌فرض اساسی در روش‌های مورد استفاده وجود دارد:



۱. در مدل‌سازی عامل‌مبنای سیستم، عامل‌ها دارای وضعیت‌های مشخصی هستند و قوانین از پیش تعیین شده‌ای برای انتقال آن‌ها از یک وضعیت به وضعیت دیگر وجود دارد.

۲. در مدل‌سازی پویاشناسی سیستم، سیستم به مثابه شار در نظر گرفته می‌شود که روابط علی میان متغیرها تعیین کننده شدت جریان‌ها در سیستم است.

### ۱، ۲، ۳. تعیین سطوح انتزاعی و مقیاس‌ها

جدول ۱ نمایش نمادین سطوح و مقیاس‌های یک سیستم است که باید پیش از هرگونه تصمیم‌گیری در مورد ابزار و نحوه مدل‌سازی سیستم ترسیم شود. در این جدول سه مقیاس برای عامل‌ها تعریف شده است. در سطح انتزاعی خُرد، عاملی وجود ندارد بلکه کل سطح توسط یک فرد احاطه شده و در آن رفتار انفرادی و ساختار تجمیعی مرتبط با آن فرد توضیح داده شده است. سطح انتزاعی بالاتر، مقیاس فردی عامل‌ها را نشان می‌دهد که همگی با هم یک گروه را توصیف می‌کنند. رفتار انفرادی هر گروه و ساختار تجمیعی مربوط به آن اینجا ظهور می‌کند. سطح انتزاعی نسبتاً کلان شامل تمامی گروه‌ها است و آن چه حاصل می‌کند معادل با رسیدن به مرز مدل است. دقت به این نکته که محیط هر مقیاس توسط یک عامل از مقیاس کلان‌تر تعیین می‌شود و آماره تعریف شده روی جمیع عامل‌های هر سطح، وضعیت انفرادی و ساختار تجمیعی عامل سطح کلان‌تر را مشخص می‌کند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در میان مقیاس‌های تعریف شده، مقیاس گروهی نقش واسط بین مقیاس فردی و مقیاس مرزی را دارد و می‌تواند بسته به نظر مدل‌ساز و اقتضای سیستم به طور کلی در نظر گرفته نشود، یا بیش از یکی باشد. در سازمان‌های یادگیرنده، مقیاس‌های کارمند، واحد و سازمان قابل تعریف است که برای هر یک باید ساختار تجمیعی و وضعیت انفرادی متناسب با آن توسعه داده شود.

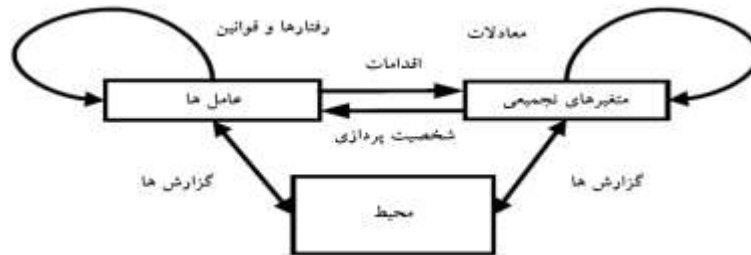
جدول ۱. نمایش نمادین سطوح انتزاعی و مقیاس‌های مدل

سطح انتزاعی	محیط (عامل) دربرگیرنده			مقیاس عامل	نماد
	ساختار تجمیعی	وضعیت انفرادی	عنوان		
کلان	---	---	---	مرزی	
نسبتاً کلان			مرز مدل	گروهی	
نسبتاً خُرد			گروه	فردی	
خُرد			فرد	---	

### ۲، ۲، ۳. طرح مفهومی مندرجات

پس از تعیین سطوح مناسب برای مدل‌سازی، لازم است مندرجات هر یک از آن‌ها و ارتباط مندرجات با یکدیگر در هر سطح مشخص شود. چنین طرحی به طور کلی دارای سه موجودیت است که در شکل ۶ نشان داده شده است: متغیرهای تجمیعی، عامل‌ها و محیط. عامل‌ها به وسیله رفتارهایی که از قوانین کنترل کننده وضعیت خودشان سرچشمه می‌گیرد، مقادیر متغیرهای تجمیعی که به روش‌های گوناگون روی وضعیت آن‌ها اثر می‌گذارد و شخصیت آن‌ها را می‌سازد، و تبادل به وسیله آماره‌ها با محیط دربرگیرنده‌شان تغییر می‌کنند. متغیرهای تجمیعی

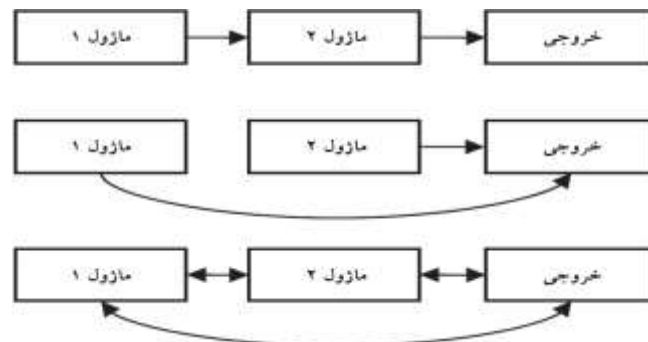
تحت تأثیر معادلات جبری و دیفرانسیلی حاکم بر آن‌ها، اقدامات عامل‌ها مثل تغییر وضعیت یا ارسال پیام، و گزارش‌گیری از یا گزارش‌دهی به محیط ممکن است تغییر کنند. در رابطه با محیط و انواع آن و ارتباطات یک طرفه یا دوطرفه‌ای که هر یک از انواع می‌توانند با متغیرهای تجمیعی و عامل‌ها برقرار کنند در [۳۹] توضیح داده شده است. در سازمان‌های یادگیرنده بسته به سطح مورد بررسی، عامل‌ها می‌توانند کارمندان سازمان یا واحدهای سازمانی باشند. همچنین به ترتیب محیط هریک را واحد سازمانی و خود سازمان تشکیل می‌دهد. متغیرهای تجمیعی مرتبط با انتشار یادگیری در واحدها و کل سازمان نیز به وسیله معادلات توصیف می‌شوند.



شکل ۶. حالت کلی مدل مفهومی مندرجات

### ۳.۲.۳. طرح معماری

ارتباط میان ماژول‌های مدل را طرح معماری آن مشخص می‌کند. این طرح ارتباط نزدیکی با معماری‌های پایه شبیه‌سازی مختلط دارد و طراحی صحیح آن به مشخص شدن نوع مدل و پیاده‌سازی آن کمک شایانی می‌کند. نام ماژول، وظیفه‌ای که در مدل بر عهده دارد و ارتباط بین ماژول‌ها در این طرح نمایش داده می‌شود. شکل ۷ شک نمایش دهنده سه طرح معماری نمادین برای معماری‌های متوالی، دارای فصل مشترک و یکپارچه است. در سازمان‌های یادگیرنده می‌توان برای هریک از سطوح دو ماژول عامل مبنا و پویاشناسی سیستم تعریف کرد که یکی مسئول ایجاد رفتارهای عامل‌ها و دیگری مسئول ایجاد رفتارهای تجمیعی است. هریک از ماژول‌های یک سطح می‌توانند بسته به هدف سازمان به ماژول‌های دیگری از سطوح دیگر اطلاعات دهند و حلقه‌های بازخوردی اطلاعاتی ایجاد کنند.



شکل ۷. نمایش نمادین طرح معماری برای معماری متوالی (بالا)، دارای فصل مشترک (وسط) و یکپارچه (پایین)

### ۳.۲.۴. اعتبارسنجی، صحت‌سنجی و پیاده‌سازی

طراحی جزئیات هریک از مدل‌های فوق برای سیستم مورد مطالعه و تصمیم‌گیری در مورد تعداد سطوح، نقش هریک از عامل‌ها در هر مقیاس، در نظر گرفتن تباین یا عدم تباین میان آن‌ها، شیوه برقراری ارتباط، تعداد ماژول‌های مدل شبیه‌سازی و ارتباط هریک با دیگری و با خروجی مدل وابسته به پارامترهای زیادی است که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان هدف مدل‌سازی، کمیت و تنوع اطلاعات آماری جمع‌آوری‌شده و حساسیت روی دقت نتایج را نام برد. علاوه بر این، نباید فرآیند پیاده‌سازی را صرفاً خطی دانست، به این معنا که می‌توان به صورت رفت و برگشتی به طراحی و اصلاح مدل‌های ایجاد شده پرداخت. اینجا از دو متدولوژی به طور مختلط استفاده شده است. همان طور که بنکس و همکاران [۴۴] توضیح می‌دهند، اعتبارسنجی به تطبیق دادن مدل مفهومی شبیه‌سازی با واقعیت می‌پردازد، در حالی که صحت‌سنجی به تطبیق دادن مدل مفهومی شبیه‌سازی با مدل اجرایی (رایانه‌ای) می‌پردازد. هر دو انطباق باید تا حد مطلوبی برقرار باشد تا بتوان یک مدل شبیه‌سازی

را معتبر و صحیح خواند. استرمن [۴۵] با اشاره به این که اعتبارسنجی و صحت‌سنجی هرگز نمی‌تواند به طور مطلق انجام شود، ۱۲ روش را برای ارزیابی نسبی مدل‌های پویا ارایه می‌کند که عبارتند از کفایت مرز مدل، ارزیابی ساختار، سازگاری واحدهای اندازه‌گیری متغیرها، ارزیابی پارامترها، شرایط حدی، خطای تجمع، بازتولید رفتار سیستم، رفتارهای غیرمتعارف، عضویت در خانواده، رفتارهای شگفت‌آور، تحلیل حساسیت و بهبود سیستم.

#### ۴. بحث درباره متدولوژی توسعه‌یافته

در متدولوژی چهار مرحله‌ای توسعه داده شده، مرحله اول برای اولین بار ارایه شده است، در حالی که سه مرحله دیگر در گذشته نیز مورد استفاده بوده‌اند. مشخص کردن سطوح انتزاعی و مقیاس‌ها به شکل‌گیری یک چارچوب نظری همه‌جانبه پیش از مدل‌سازی کمی یادگیری سازمانی به طوری که قابلیت شبیه‌سازی داشته باشد کمک می‌کند. همچنین فصل مشترک مدل‌سازی تجمیعی و متباین به صورت همزمان و به صورت کاملاً تفکیک شده مدیریت می‌شود. مشخص کردن نقش و جایگاه یادگیری سازمانی در نیل یک سازمان به سوی اهداف و ایجاد مزیت رقابتی برای آن نیز از همین مرحله قابل استخراج است. علاوه بر تمام این موارد، نقش و جایگاه عامل‌های تشکیل‌دهنده یک سازمان در قابلیت یادگیری سازمانی توسط این مرحله مشخص می‌شود. اهمیت راهبردی این مرحله آن چنان است که بدون آن و تنها با به‌کارگیری مراحل دوم تا چهارم، محتمل است که مدل یادگیری سازمان مورد اختلاف مقیاس‌ها و سطوح انتزاعی خردتر یا کلان‌تر قرار گیرد و به طور کلی تغییر کند که هزینه زیادی را به سازمان تحمیل کرده و موجب عدم موفقیت در تصویرسازی یادگیری در سازمان می‌شود.

ویژگی دیگر این مدل استفاده از ساختار هولوگرافیک برای یادگیری است که توصیف آن را برای مقیاس‌ها و سطوح انتزاعی مختلف ممکن می‌سازد. ایجاد چنین ساختاری در یک مدل، مدیون شی‌گرایی است که اجازه می‌دهد اشیای گوناگونی از یک کلاس مشخص تولید و هریک مطابق با قوانین وراثت به نوع خاصی از یک بدنه تبدیل شود. ساختار هولوگرافیک امکان نشان دادن سازمان را به عنوان یک سیستم شبیه ایستا می‌دهد. ایکاف در تعریف چنین سیستم‌هایی می‌گوید [۲۹]: "سیستمی ایستا که عناصر و محیط آن پویا هستند." او استدلال می‌کند که چنین سیستمی می‌تواند وضعیت مطلوب خود را در یک محیط متغیر با تعدیل پویایی داخل خود حفظ کند. این تعریف می‌تواند به خوبی برای یک سازمان و به خصوص یک سازمان یادگیرنده استفاده شود. سازمان یادگیرنده سیستمی شبیه ایستا است که پویایی ندارد، اما عناصر داخلی آن مدام در حال تغییر وضعیت از انطباق پذیری به یادگیرندگی و بالعکس هستند تا پویایی بیرون از سازمان را به خوبی درک کرده و وضعیت سازمان را بدون تغییر نگه دارند.

لازم به توجه است که هرچند اصول و رویه‌های موجود در ادبیات، خود حاصل تجربه در پیاده‌سازی مدل‌های شبیه‌سازی مختلط است و در این پژوهش نیز نویسندگان به منظور توسعه متدولوژی، به پر کردن مؤثر خلاء جدی در متدولوژی پرداخته‌اند، آنچه ارایه شده و چارچوب‌های معماری پیشنهاد شده در آن لزوماً کامل نیستند و باید در عمل محک بخورند و کارایی آن‌ها در اجرا روی سازمان‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گیرد. بنابراین یکی از مهم‌ترین فرصت‌های پژوهشی در این حوزه، اجرای مطالعه‌های موردی با استفاده از متدولوژی‌های مختلف و مقایسه نتایج حاصل از آن‌ها با یکدیگر و استخراج سنجه‌هایی برای ارزیابی متدولوژی‌ها است.

#### ۵. نتیجه‌گیری

یکی از مهم‌ترین دلایلی که باعث شده است مدیران مفهوم یادگیری سازمانی را دست‌کم بگیرند و سنجه‌های مربوط به آن را در تصمیمات خود دخالت ندهند، توجه غالب ادبیات این حوزه به توصیف کیفی آن به جای مدل‌سازی تطیلی بوده است. پر کردن این شکاف مستلزم صرف زمان و جمع‌آوری داده و آزمون کردن فرضیه‌های مختلف روی آن‌ها است. یکی از روش‌هایی که تاکنون در این زمینه کمتر از آن استفاده شده، شبیه‌سازی مدل‌های مختلط، به خصوص شبیه‌سازی مختلط مدل‌های عامل‌مبنا و پویایی‌شناسی سیستم است. این روش منجر به استفاده از اطلاعات موجود در سطوح انتزاعی مختلف سازمان می‌شود و تنها نیاز به اطلاعات تجمیعی ندارد. استفاده از مدل‌سازی چندروشی در مقایسه با مدل‌سازی تک روشی منجر به استفاده از قوت هریک از روش‌ها در جای خودش و کنار گذاشتن ضعف‌های آن در جای نامربوط شده و به مدل‌ساز کمک می‌کند سیستم را با توجه به طبیعت آن، قابل فهم‌تر از گذشته مدل‌سازی کند. شاخص‌های اندازه‌گیری عملکرد و ابزارهای صحت‌سنجی و اعتبارسنجی شبیه‌سازی مختلط مدل‌های عامل‌مبنا و پویایی‌شناسی سیستم نیز بسیار مشابه با روش‌های کنونی برای مدل‌های پویا است. استفاده از شبیه‌سازی مختلط مدل‌ها به عنوان یکی از راهکارهای پیاده‌سازی مدل‌سازی چندروشی نیاز به تمرکز و تسلط بر تدوین متدولوژی مناسب آن و فصل مشترک کاربرد هر یک از روش‌های مدل‌سازی و مدیریت فصل مشترک آن‌ها دارد که مفاهیم مربوط به آن هنوز به بلوغ نرسیده است و باید بیش از پیش توسعه پیدا کند. به این منظور معماری و طراحی مفهومی در این پژوهش پیشنهاد شد که علاوه بر



پوشش دادن آن چه تا امروز در مورد شبیه‌سازی مختلط تک مقیاسی ارایه شده بود، شبیه‌سازی در مقیاس‌های مختلف سیستم را نیز در بر می‌گیرد. بهره‌گیری از نظریات جامعه‌شناسی مثل نظریه ساختارندگی و نظریه کنشگر-شبکه، بسیار به نحوه طراحی این معماری کمک کرد. علاوه بر این، توجه به مفهوم هولوگرافی در طراحی ساختارنده‌ها اکیداً پیشنهاد شد. امید است این پژوهش مسیری برای شفاف‌سازی مفاهیم انتزاعی موجود در مدیریت منابع انسانی سازمان‌ها، از جمله یادگیری سازمانی و ارتباط آن با یادگیری واحدهای سازمان و کارمندان آن فراهم آورده باشد.

## منابع

- [۱] P. M. Senge, *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*, vol. Rev. and u. ۱۹۹۰.
- [۲] C. Curado, "Organisational learning and organisational design," *The Learning Organization*, vol. ۱۳, no. ۱, pp. ۲۵-۴۸, ۲۰۰۶.
- [۳] R. D. Stacey, *Experiencing emergence in organizations*. ۲۰۰۵.
- [۴] A. K. Yeung, D. O. Ulrich, S. W. Nason, and M. A. Von Glinow, *Organizational Learning Capability*. ۱۹۹۹.
- [۵] M. Santa, "Learning organisation review – a 'good' theory perspective," *The Learning Organization*, vol. ۲۲, no. ۵, pp. ۲۴۲-۲۷۰, ۲۰۱۵.
- [۶] C. Featherston and M. Doolan, "A Critical Review of the Criticisms of System Dynamics," *Proceedings of the ۲۰th International Conference of the System Dynamics Society*, pp. ۱-۱۳, ۲۰۱۲.
- [۷] D. Schwandt and M. J. Marquardt, *Organizational Learning: From World Class Theories to Global Best Practices* (Google eBook). ۱۹۹۹.
- [۸] L. Argote and E. Miron-spektor, "Organizational Learning: From Experience to Knowledge," *Organization Science*, vol. ۲۲, no. September-October, pp. ۱-۳۹, ۲۰۱۱.
- [۹] D. Ulrich, M. A. von Gnow, and T. Jick, "Ulrich, Dave, Todd Jick, and Mary Ann Von Glinow. 'High-impact learning: Building and diffusing learning capability.' *Organizational dynamics* ۲۲, no. ۲ (۱۹۹۳): ۵۲-۶۶," no. ۴, pp. ۵۲-۶۶, ۱۹۹۳.
- [۱۰] A. B. Antal, P. Meusbarger, and L. Suarsana, *Learning Organizations: Extending the Field*, vol. ۶, ۲۰۱۴.
- [۱۱] A. D. Ellinger, A. E. Ellinger, B. Yang, and S. W. Howton, "The relationship between the learning organization concept and firms' financial performance: An empirical assessment," *Human Resource Development Quarterly*, vol. ۱۳, no. ۱, pp. ۵-۲۲, ۲۰۰۲.
- [۱۲] T. T. Baldwin and C. C. Danielson, "Invited Reaction: Linking Learning with Financial Performance.," *Human Resource Development Quarterly*, vol. ۱۳, no. ۱, pp. ۲۳-۲۹, ۲۰۰۲.
- [۱۳] C. Lucas and T. Kline, "Understanding the influence of organizational culture and group dynamics on organizational change and learning," *The Learning Organization*, vol. ۱۵, no. ۳, p. ۲۷۷, ۲۰۰۸.
- [۱۴] R. L. Ackoff, "Towards a System of Systems Concepts," *Mgmt. Science*, vol. ۱۷, no. ۱۱, pp. ۶۶۱-۶۷۱, ۱۹۷۱.
- [۱۵] G. Torlak, "Learning Organizations," *Journal of economic and social research*, vol. ۶, no. ۲, pp. ۸۷-۱۱۶, ۲۰۰۴.
- [۱۶] M. C. Jackson, *Systems Thinking: Creative Holism for managers*. Wiley, ۲۰۰۳.
- [۱۷] P. M. Senge, A. Kleiner, and C. Roberts, "The dance of change: The challenges of sustaining momentum in learning organizations," ۱۹۹۹.
- [۱۸] E. M. Dar-El, *HUMAN LEARNING: From Learning Curves to Learning Organizations*. ۲۰۰۰.
- [۱۹] D. A. Kolb, "Experiential Learning: Experience as The Source of Learning and Development," Prentice Hall, Inc., no. ۱۹۸۴, ۱۹۸۴.
- [۲۰] C. Argyris and D. A. Schon, *Organizational Learning: A theory of Action Perspective Organizational Learning: a Theory of*. ۱۹۷۸.
- [۲۱] B. Hedberg, "How organizations learn and unlearn," *Handbook of Organizational Design*, pp. ۳-۲۷, ۱۹۸۱.
- [۲۲] D. H. Kim, "The Link Between Individual and Organizational Learning," *Management Review*, pp. ۳۷-۵۰, ۱۹۹۳.
- [۲۳] richard j. boland jr. and fred collopy, *Managing as designing*. ۲۰۰۸.
- [۲۴] A. Borshchev, *The Big Book of Simulation Modeling*. ۲۰۱۳.
- [۲۵] A. Borshchev and A. Filippov, "From System Dynamics and Discrete Event to Practical Agent Based Modeling: Reasons, Techniques, Tools," in *۲nd International Conference of the System Dynamics Society*, ۲۵-۲۹ July ۲۰۰۴, ۲۰۰۴, vol. ۶۶, no. ۱۱, p. ۴۵.
- [۲۶] C. Swinerd and K. R. McNaught, "Design classes for hybrid simulations involving agent-based and system dynamics models," *Simulation Modelling Practice and Theory*, vol. ۲۵, pp. ۱۱۸-۱۳۳, ۲۰۱۲.



- [۲۷] M. Jahangirian, T. Eldabi, A. Naseer, L. K. Stergioulas, and T. Young, "Simulation in manufacturing and business: A review," *European Journal of Operational Research*, vol. ۲۰۲, no. ۱, pp. ۱-۱۳, ۲۰۱۰.
- [۲۸] A.-T. Nguyen, S. Reiter, and P. Rigo, "A review on simulation-based optimization methods applied to building performance analysis," *Applied Energy*, vol. ۱۱۳, pp. ۱۰۴۳-۱۰۵۸, ۲۰۱۴.
- [۲۹] R. Cameron, Shankar Sankaran, and J. Scales, "Mixed methods use in project management research," *Project Management Journal*, vol. ۴۶, no. ۲, pp. ۹۰-۱۰۴, ۲۰۱۵.
- [۳۰] "Encyclopedia Britannica Online," *Encyclopedia Britannica Online*, ۲۰۱۶. [Online]. Available: <https://www.britannica.com/topic/structuration-theory>. [Accessed: ۲۰-Aug-۲۰۱۷].
- [۳۱] A. Giddens, *The constitution of society-outline of the theory of structuration*. ۱۹۸۴.
- [۳۲] B. Latour, P. Jensen, T. Venturini, S. Grauwin, and D. Boullier, "'The whole is always smaller than its parts' - a digital test of Gabriel Tarde's monads," *British Journal of Sociology*, vol. ۶۳, no. ۴, pp. ۵۹۰-۶۱۵, ۲۰۱۲.
- [۳۳] H. J. Scholl, "Agent-based and systems dynamics modelling: A call for cross study and joint research," in *۲۴th Hawaii International Conference on Systems Sciences*, ۲۰۰۱, vol. ۳, no. c, pp. ۱-۸.
- [۳۴] E. Pruyt, "From Building a Model to Adaptive Robust Decision Making Using Systems Modeling," in *Policy Practice and Digital Science*, ۲۰۱۵, pp. ۷۵-۹۳.
- [۳۵] J. B. Homer, "Macro- and micro-modeling of field service dynamics," *System Dynamics Review*, vol. ۱۵, no. ۲, pp. ۱۳۹-۱۶۲, ۱۹۹۹.
- [۳۶] C. N. Guerrero, P. Schwarz, and J. H. Slinger, "A recent overview of the integration of System Dynamics and Agent-based Modelling and Simulation," in *System Dynamics Conference*, ۲۰۱۶, pp. ۱-۱۳.
- [۳۷] S. De Marchi and S. E. Page, "Agent-Based Models," *Annu. Rev. Polit. Sci.*, vol. ۱۷, no. April, pp. ۱-۲۰, ۲۰۱۴.
- [۳۸] A. Garro and W. Russo, "EasyABMS: A domain-expert oriented methodology for agent-based modeling and simulation," *Simulation Modelling Practice and Theory*, vol. ۱۸, no. ۱۰, pp. ۱۴۵۳-۱۴۶۷, ۲۰۱۰.
- [۳۹] C. Swinerd and K. R. Mcnaught, "Simulating the diffusion of technological innovation with an integrated hybrid agent-based system dynamics model," vol. ۸, no. ۳, pp. ۲۳۱-۲۴۰, ۲۰۱۴.
- [۴۰] D. C. Lane and E. Husemann, "Steering without Circe: Attending to reinforcing loops in social systems," *System Dynamics Review*, vol. ۲۴, no. ۱, pp. ۳۷-۶۱, ۲۰۰۸.
- [۴۱] H. V. D. Parunak, R. Savit, R. L. Riolo, and H. Van Dyke Parunak, "Agent-Based Modeling vs . Equation-Based Modeling: A Case Study and Users ' Guide," in *Multi-Agent Systems and Agent-Based Simulation*, ۱۹۹۸, pp. ۲۷۷-۲۸۳.
- [۴۲] H. Park and N. Tran, "A Cognitive Agent based Manufacturing System Adapting to Disturbances," vol. ۱۰, pp. ۸۰۷-۸۱۶, ۲۰۱۲.
- [۴۳] N. Schieritz and A. Größler, "Emergent structures in supply chains - A study integrating agent-based and system dynamics modeling," in *Proceedings of the ۲۳th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, HICSS ۲۰۰۳*, ۲۰۰۳.
- [۴۴] J. Banks, B. L. Nelson, J. S. Carson, and D. M. Nicol, "Discrete-Event System Simulation," *PrenticeHall international series in industrial and systems engineering*, p. ۶۴۰, ۲۰۱۰.
- [۴۵] J. Sterman, *Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world*. ۲۰۰۰.