مدیریت فناوری اطلاعات
دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران
دورهٔ ۷، شمارهٔ ۲
تابستان ۱۳۹۴
ص. ۳۲۴- ۳۰۱

ارائهٔ مدل پشتیبانی اجرای پروژه‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان (ERP) با رویکرد پویایی‌های سیستم

محمدرحیم رمضانیان[۱]، رضا اسماعیل‌پور[۲]، مرجان حدیدی ماسوله[۳]

چکیده: مطالعات اخیر نشان‌دهندهٔ آن است که از میزان موفقیت پروژه‌های پیاده‌سازی سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان (ERP)، کاسته‌شده و خطر پیاده‌سازی به همان اندازه افزایش یافته است. بر این اساس، پژوهش حاضر به ارائهٔ مدل پشتیبانی اجرای پروژه‌های ERP با رویکرد پویایی‌های سیستم با استفاده از شبیه‌سازی رفتاری در محیط نرم‌افزار ونسیم پرداخته است. این پژوهش، از نظر هدف کاربردی است و ماهیت و روشی، توصیفی ـ تحلیلی دارد. در راستای هدف پژوهش، پس از پیاده‌کردن مدل شبیه‌سازی پیشنهادی در شرکت پاکسان، با آزمودن راهکارهای مختلف در محیط شبیه‌سازی، سیاست‌های بهبود وضعیت پروژهٔ پیاده‌سازی سیستم ERP در اختیار شرکت مذکور قرار گرفت. از آنجا که در پژوهش پیش رو، بهبود وضعیت این پروژه‌ها از نظر زمان و هزینه مد نظر بوده است، سیاست‌هایی به‌منظور کاهش این دو عامل ارائه شد و نتایج نشان داد افزایش تعداد کاربران با تجربه، حذف شخصی‌سازی و افزایش آموزش کاربران، موجب بهبود عملکرد پروژه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی منابع سازمان، رویکرد پویایی‌های سیستم، سیاست‌گذاری، مدل‌سازی.

۱. دانشیار گروه مدیریت، دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲. دانشیار گروه مدیریت، دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۰۸/۲۶
تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹٤/۰۲/۲۵
نویسندهٔ مسئول مقاله: محمد رحیم رمضانیان
E-mail: m_ramazanian391@yahoo.com

مقدمه

سیستم ERP، نوعی پایگاه داده، برنامهٔ کاربردی و واسط یکپارچه در تمام سازمان است (احمدی، الهوکیل و شکری‌پور، ۱۳۹۲) و توانایی فراهم‌کردن اطلاعات برای هر نوع کاربری را در زمان مناسب دارد (چو، لین، لو، چانگ و چو، ۲۰۱۴). این سیستم‌ها اغلب به سیستم‌هایی پیچیده‌ای که پیاده‌سازی آنها دشوار است، شناخته شده‌اند (پری و گراوس، ۲۰۰۸)؛ زیرا پیاده‌سازی آنها پروژه‌هایی با ابعاد سازمانی است (حنفی‌زاده، دادبین و براتی، ۱۳۹۱). مطالعات اخیر نشان‌دهندهٔ آن است که از موفقیت پروژه‌های پیاده‌سازی این سیستم‌ها کاسته‌شده و خطر پیاده‌سازی نیز به همان اندازه افزایش یافته است (شفیعا، مانیان و رئیسی وانانی، ۱۳۹۲)؛ به‌طوری که ۳۵ درصد این پروژه‌ها متوقف شده‌اند و ۶۵ درصد آنها به هزینه‌های مازاد بر برنامه انجامیده‌اند (عمید، معلق و زارع‌رواسان، ۲۰۱۲). درصد بالای شکست پروژه‌های ERP سبب بروز نگرانی‌های زیادی شده است (لیو و سدان، ۲۰۰۹).

آنچه از مطالعات متعدد می‌توان دریافت، اینکه پروژه‌های فناوری اطلاعات از جمله ERP، ریسک بالایی دارند و در بسیاری از مواقع نتوانسته‌اند در زمان مقرر و با هزینهٔ مشخص پایان یابند (بردلی، ۲۰۰۸). از این رو، کنترل چگونگی پیاده‌سازی این سیستم‌ها و ارائهٔ راهکارهایی برای بهبود عملکرد این پروژه‌ها، می‌تواند بسیار کارساز باشد، اما اغلب پژوهش‌هایی که در زمینهٔ سیستم‌های ERP انجام گرفته است، به شناسایی عوامل موفقیت و شکست در استقرار این سیستم‌ها پرداخته‌اند و کمتر به ارزیابی فرایند پیاده‌سازی و چگونگی دستیابی به پیاده‌سازی موفق این سیستم‌ها توجه کرده‌اند؛ در صورتی که اگر فرایند پیاده‌سازی کنترل نشود، به احتمال زیاد پروژه در محدودهٔ زمانی و هزینه‌ایِ در نظر گرفته‌شده، پایان نخواهد یافت. از این رو باید به‌دنبال راهکارهایی بود که با به‌کاربستن آنها، زمان و هزینهٔ اجرای این پروژه‌ها را ـ که به نوعی شاخص اندازه‌گیری موفقیت این پروژه‌ها محسوب می‌شوند ـ کاهش داد. با مد نظر قراردادن این مهم، رویکردی که کمتر در کانون توجه گرفته است، کنترل فرایند پیاده‌سازی سیستم‌های ERP و کاهش زمان و هزینهٔ پیاده‌سازی این سیستم‌هاست. بر این مبنا، پژوهش حاضر با هدف ارائهٔ مدل پشتیبانی اجرای پروژه‌های ERP با رویکرد پویایی‌های سیستم، گام به عرصهٔ تحقیق نهاده است و بر این اساس، درصدد شبیه‌سازی وضعیت پروژهٔ پیاده‌سازی سیستم ERP در شرکت پاکسان (مطالعهٔ موردی) و ارائهٔ سیاست‌هایی برای بهبود فرایند آن برآمده است. بدین ترتیب سؤال‌های پژوهش پیش رو به شرح زیر مطرح می‌شود:

۱. چگونه می‌توان در قالب روش تحلیل پویایی‌های سیستم، مدلی را برای پشتیبانی از پروژه‌های پیاده‌سازی سیستم ERP ارائه کرد؟

۲. برای تشریح پویایی‌های پیاده‌سازی سیستم ERP، چه بخش‌هایی باید در مدل پویایی‌های سیستم گنجانده شود؟
۳. چگونه این بخش‌ها بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند و روابط متقابل آنها به چه شکل است؟
۴. با طراحی چه سیاست‌هایی می‌توان به پیاده‌سازی هرچه اثربخش‌تر پروژه‌های ERP دست یافت؟

پیشینهٔ نظری پژوهش

ERP بستهٔ نرم‌افزاری تجاری است که هدف آن یکپارچه‌سازی اطلاعات و جریان آنها بین تمام بخش‌های سازمان، از جمله مالی، حسابداری، منابع انسانی، زنجیرهٔ عرضه و مدیریت مشتریان است (داونپورت، ۱۹۹۸). ERP سیستم جامعی است که با استفاده از سیستم رایانه‌ای واحد، سعی در مدیریت مؤثرتر تمام منابع و یکپارچه‌سازی همهٔ وظایف و بخش‌های مستقر سازمان دارد و هدف آن برآورده‌کردن نیازهای خاص و ویژهٔ این بخش‌ها است (مدیری، داد و قبایی‌آرانی، ۱۳۸۹). در جمع‌بندی کلی می‌توان گفت، سیستم ERP به‌طور محسوسی نحوهٔ جمع‌آوری، ذخیره، توزیع و استفاده از داده‌های کسب‌وکار را تغییر داده است (کانلو و اسپاتیس، ۲۰۱۳)، به‌کارگیری آن، منحنی‌های یادگیری جدید و مسئولیت‌های جدیدی برای کارکنان ایجاد می‌کند و به مجموعهٔ تازه‌ای از مهارت‌ها نیاز دارد (نوانکپا و رومانی، ۲۰۱۴). سیستم ERP به‌طور فزاینده‌ای در سازمان‌ها با صنعت‌های گوناگون در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه به‌کار رفته است (ژوا، لیا، وانگس و چنا، ۲۰۱۰) و مهم‌ترین دلایل به‌کارگیری این سیستم‌ها در سازمان‌ها، یکپارچه‌سازی داده‌های مالی، استانداردسازی فرایند تولید و اطلاعات منابع انسانی است (استیونسون، ۲۰۰۵). مزیت اصلی و اولیهٔ این سیستم‌ها، ایجاد بستر نرم‌افزاری یکپارچهٔ مشترکی برای فرایندهای یکپارچه در کسب‌وکار است (شفیعا و همکاران، ۱۳۹۲). این سیستم‌ها دو ویژگی مهم دارند. اول، سیستم‌های ERP سبب ایجاد ارتباط بین فرایندهای تجاری و به‌کارگیری نرم‌افزاری این فرایندها می‌شوند و دوم، انسجام و امنیتی در همهٔ بخش‌های کسب‌وکار ایجاد می‌کنند (آقاجانی، صمدی، خان‌زاده و صمدی، ۱۳۹۳).

پیشینهٔ تجربی پژوهش

بیشتر مطالعات انجام‌گرفته در زمینهٔ سیستم‌های ERP، به تعیین عوامل موفقیت در این پروژه‌ها توجه کرده‌اند و برخی نیز تعیین عوامل شکست را مد نظر قرار داده‌اند؛ برای مثال رام، کورکیندال و وو (۲۰۱۳)، در مطالعه‌ای مطرح کردند مدیریت پروژه و آموزش، برای رسیدن به موفقیت در

پیاده‌سازی ERP حیاتی است. دزدار و آینین (۲۰۱۱)، در مطالعه‌ای بیان کردند عواملی همچون حمایت مدیریت ارشد، آموزش، وسعت ارتباطات سازمانی و رضایت کاربران، تأثیر مثبت و معناداری بر موفقیت پیاده‌سازی سیستم ERP در سازمان‌های ایرانی دارد. عمید و همکاران (۲۰۱۲)، در مقاله‌ای به شناسایی و دسته‌بندی عوامل حیاتی شکست در پیاده‌سازی پروژه‌های ERP در صنایع ایران پرداختند. گمنام، ناصرزاده، روحانی و قاهردوست (۱۳۹۳) نیز در مطالعه‌ای، علاوه‌بر شناسایی عوامل بحرانی شکست، به ارزیابی آثار متقابل این عوامل بر هم پرداختند.

مطالعات اندکی دربارهٔ ارزیابی فرایند پیاده‌سازی و چگونگی دستیابی به پیاده‌سازی موفق این سیستم‌ها صورت گرفته است؛ برای مثال سومرز و نلسون (۲۰۰۴)، در مطالعه‌ای افراد و فعالیت‌هایی را که باید در هر مرحله از پروژهٔ پیاده‌سازی سیستم ERP در نظر گرفته شود، معرفی و طبقه‌بندی کردند.

کینگ و برگس (۲۰۰۶) در پژوهشی، مدلی کاربردی برای افزایش میزان موفقیت در پیاده‌سازی سیستم ERP ارائه کردند که این مدل، دربردارندهٔ ایده‌های شبیه‌سازی به‌منظور درک بهتر روابط بین عوامل حیاتی موفقیت برای دستیابی به روش‌های مناسب‌تر پیاده‌سازی است.

حکیم و حکیم (۲۰۱۰)، از طریق بررسی محدودیت‌های درون و برون‌سازمانی، مدلی مناسب و کاربردی برای تصمیم‌گیرندگان به‌منظور برداشتن گام‌های دقیق در اجرای سیستم ERP در ایران ارائه کردند. در این پژوهش فرایند تصمیم‌گیری برای پیاده‌سازی ERP از سه بعد استراتژیک، فنی و اجرایی بررسی شده است. این پژوهش با هدف کاهش خطرهای تصمیم‌گیری و موفقیت این پروژه‌ها انجام شده است و می‌تواند مدیران و تصمیم‌گیرندگان سازمان‌ها را در این زمینه یاری کند.

سهرابی، شامی زنجانی، فرزانه و رئیسی وانانی (۱۳۹۱)، در مطالعه‌ای به طراحی و ارائهٔ سیستم استنتاج فازی جامعی از مجموعهٔ عوامل تأثیرگذار بر موفقیت پیاده‌سازی سیستم ERP برای ارزیابی و ارتقای پیاده‌سازی این سیستم در سازمان‌ها پرداختند. برای این منظور، ابتدا شاخص‌های اثرگذار بر موفقیت پیاده‌سازی و استقرار سیستم ERP تعیین شدند. سپس سیستم فازی با استفاده از رویکرد ایجاد سیستم استنتاج فازی برای ارزیابی میزان موفقیت استقرار سیستم ERP طراحی شده است.

شفیعا و همکاران (۱۳۹۲) با هدف ارائهٔ راه‌حلی برای رفع مسئلهٔ حیاتی شکست پروژه‌های ERP، سیستم استنتاج فازی هوشمندی طراحی کردند. این سیستم می‌تواند میزان موفقیت پروژهٔ ERP در سازمان را پیش از آغاز آن، پیش‌بینی کند. در نتیجه سازمان می‌تواند پیش از آغاز پروژه با ارزیابی وضعیت جاری، نتایج حاصل از پروژه را تا حد امکان پیش‌بینی کند. در این صورت

بسیاری از مشکلات پیش رو از قبل مشخص می‌شود و برای اصلاح آنها اقدام خواهد شد. همچنین آقاجانی و همکاران (۱۳۹۳)، چارچوبی برای مطالعهٔ امکان‌سنجی یکی از سازمان‌ها برای پیاده‌سازی سیستم ERP، ارائه کردند.

در مطالعات اندکی نگاهی پویا و نظام‌مندی به مسئلهٔ پشتیبانی از پروژه‌های پیاده‌سازی سیستم‌های ERP شده است. بارزترین پژوهشی که در این خصوص می‌توان یافت، مطالعهٔ چوانگ (۲۰۱۱) با عنوان «ایجاد مدلی برای حمایت از پیاده‌سازی پروژه‌های ERP» است. در این پژوهش مدلی مفهومی برای حمایت از پروژه‌های ERP ارائه شده است. محقق مدل را به‌کمک رویکرد پویایی‌های سیستم و با استفاده از نرم‌افزار پاورسیم[1] طراحی کرده است.

با وجودی که شباهت‌هایی بین مطالعهٔ چوانگ و پژوهش حاضر وجود دارد، در این پژوهش با افزودن بخش‌های فنی، فرایندی و سازمانی، مدل کامل‌تری در زمینهٔ پشتیبانی از پیاده‌سازی سیستم‌های ERP در محیط نرم‌افزار ونسیم، مدل‌سازی شده است. به‌علاوه چوانگ مدلش را اعتبارسنجی نکرد و آن را در سازمانی خاص به‌کار نبرد، اما در این پژوهش پس از تکمیل و تأیید اعتبار مدل، در شرکت پاکسان به اجرا درآمد و سیاست‌های گوناگونی در زمینهٔ پیاده‌سازی سیستم ERP بررسی شد؛ لذا از این دید نیز پژوهش پیش رو نوآوری دارد.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر به لحاظ هدف کاربردی است؛ زیرا مدل ارائه‌شده در این پژوهش راهکارهایی برای بهبود عملکرد پروژه‌های پیاده‌سازی سیستم ERP پیش رو می‌گذارد و از آنجا که به‌منظور شناخت رفتار سیستم، به توصیف و تحلیل روابط میان متغیرهای شناسایی‌شده در پروژه‌های پیاده‌سازی سیستم ERP اقدام شده است، از دید ماهیت و روش، توصیفی ـ تحلیلی است.

روش و ابزار گردآوری اطلاعات در این پژوهش از نوع کتابخانه‌ای و میدانی است. در بخش مطالعات کتابخانه‌ای به بررسی پیشینهٔ پژوهش و مطالعهٔ کتاب‌ها، مقاله‌ها و پایان‌نامه‌های داخلی و خارجی مرتبط پرداخته شد. در بخش مطالعات میدانی نیز به‌منظور تأیید متغیرهای شناسایی‌شده در پروژهٔ پیاده‌سازی سیستم ERP، از ابزار پرسشنامه و مصاحبه استفاده شد؛ در این راستا پرسشنامه‌ای محقق‌ساخته، مشتمل بر هشت بخش طراحی شد و در هر بخش از پرسشنامه متغیرهای مرتبط گنجانده شد. با بهره‌مندی از نظر خبرگان، تناسب متغیرها با هدف ارزیابی شد که در این زمینه با تجزیه‌وتحلیل پرسشنامه‌ها، تمام متغیرها با اعمال اصلاحات اندکی مناسب شناخته شدند.

---

1. Powersime

در نحوهٔ انتخاب خبرگان این‌گونه عمل شد؛ ابتدا از طریق دو سازمان شناخته‌شده در زمینهٔ پیاده‌سازی ERP (باسا و سامه‌آرا)، سازمان‌هایی که از سیستم ERP بهره‌مندند یا در حال پیاده‌سازی آن هستند، شناسایی شدند و از میان آنها سازمان‌هایی که تمایل به همکاری داشتند، برگزیده شدند. در ادامه برای انتخاب افراد خبره از بخش ERP این سازمان‌ها نیز، دو شرط در نظر گرفته شد؛ اول اینکه، پنج سال سابقهٔ کار با سیستم‌های ERP داشته باشند و دوم، جزء اعضای اصلی پروژهٔ ERP باشند؛ بدین ترتیب ۲۰ نفر نمونهٔ آماری از میان افراد واجد شرایط انتخاب شدند.

بعد از تأیید متغیرهای شناسایی‌شده در پروژه‌های پیاده‌سازی سیستم ERP، به‌منظور مشخص‌کردن روابط علّی بین متغیرها، ایجاد حلقه‌های علت‌ومعلولی و ارائهٔ نمودار علت‌ومعلولی، علاوه‌بر مطالعهٔ ادبیات موضوع و بررسی مدل‌های موجود در این زمینه، با شش تن از متخصصان مصاحبهٔ باز به عمل آمد. همچنین برای تعیین متغیرهای سطح و نرخ، ترسیم نمودار جریان مدل و فرموله‌کردن آن، از نظر یکی از استادان متخصص در زمینهٔ رویکرد پویایی‌های سیستم بهره برده شده است.

ارائهٔ مدل پویایی‌های سیستم

جی. رایت فارستر، پویایی‌های سیستم را در اواسط قرن بیستم، برای فهم رفتار وابسته به زمان سیستم‌ها توسعه داد. پویایی‌های سیستم، نه‌تنها به فهم ساختارها و پویایی‌های سیستم‌های پیچیده کمک می‌کند، بلکه روش مدل‌سازی را به‌منظور شبیه‌سازی این سیستم‌ها فراهم می‌آورد (ژانگ، کالوو ـ آمودیو و هاپالا، ۲۰۱۳).

در این بخش بر اساس مراحل حل مسئله به روش پویایی‌های سیستم، به ارائهٔ مدل شبیه‌سازی برای مسئلهٔ پژوهش پرداخته شده است. این مراحل عبارت‌اند از: شناسایی و تعریف مسئله، مفهوم‌سازی سیستم، صورت‌بندی مدل، شبیه‌سازی و اعتبارسنجی مدل و تحلیل و بهبود سیاست (سوشیل، ۱۳۸۷).

شناسایی و تعریف مسئله

مسئله‌ای که در این پژوهش در کانون توجه قرار گرفته است، ارائهٔ مدل پشتیبانی از پروژه‌های پیاده‌سازی سیستم ERP به‌منظور کاهش میزان شکست این پروژه‌هاست و دو عامل زمان و هزینه نیز، شاخص اندازه‌گیری موفقیت پروژه در نظر گرفته شده است؛ زیرا اگر پروژه به موقع خاتمه پیدا نکند و به هر دلیل دچار تأخیر شود و همچنین اگر با هزینهٔ پیش‌بینی‌شده به سرانجام نرسد و به هر دلیلی نیازمند افزایش بودجه باشد، به نوعی ناموفق و شکست خورده تلقی می‌شود.

مفهوم‌سازی سیستم

مفهوم‌سازی سیستم، شامل تعیین مرز مدل و شناسایی روابط علّی میان متغیرهاست. مرز مدل به هدف و مقصود مدل بستگی دارد. در مدل پویایی‌های سیستم، مرز دربرگیرندهٔ کلیهٔ عوامل مهم مرتبط در متن مسئله است (سوشیل، ۱۳۸۷). با توجه به تعریفی که از مسئله صورت گرفت، برای تعیین مرز مدل باید مشخص کرد که چه متغیرهایی در جهت تولید رفتار سیستم مورد مطالعه با یکدیگر در تعامل‌اند. برای این کار با بررسی گزیده‌ای از پژوهش‌های معتبر و موثق و همچنین در نظر گرفتن نظر خبرگان امر، مجموعه‌ای از عوامل مؤثر در پروژه‌های پیاده‌سازی سیستم ERP شناسایی شدند که در قالب جدول ۱ آورده شده است. بدین ترتیب مرز مدل در قالب متغیرها و بخش‌بندی در نظر گرفته شده، تعیین شد.

جدول ۱. عوامل مؤثر در پروژه‌های پیاده‌سازی سیستم ERP

ردیف	نام شاخص	نام متغیر	منبع
۱	اهداف ERP	بودجهٔ هدف، اهداف هزینه، اهداف برنامه، کیفیت خدمات و کیفیت سیستم	چوانگ (۲۰۱۱)، دزدار و آینین (۲۰۰۹)، چو و هونگ (۲۰۱۳)، روحانی و زارع رواسان (۲۰۱۳)، ژانگ، لی، هوانگ، ژانگ و هوانگ (۲۰۰۵)، المشعری، المودیمیغ و زائری (۲۰۰۳).
۲	کاربر	مشارکت کاربر، پذیرش کاربر، رضایت کاربر، فواید درک‌شده و نیازهای کسب‌وکار	دزدار و آینین (۲۰۰۹)، رام و همکاران (۲۰۱۳)، چو و هونگ (۲۰۱۳)، نواکپا و رومنی(۲۰۱۴).
۳	فناوری	به‌روزرسانی نرم‌افزار ERP	چوانگ (۲۰۱۱)، احمدی و همکاران (۱۳۹۲).
۴	مدیریتی	حمایت مدیریت ارشد	عمید و همکاران (۲۰۱۲)، سومرز و نلسون (۲۰۰۴)، احمد و کونکا (۲۰۱۳).
		مدیریت پروژه	
		محدودهٔ عمل، شکاف کسب‌وکار، کل وظایف، روزهای باقی‌مانده، تأخیر در پروژه، موعد پایان پروژه، دوباره‌کاری، ارزیابی پیشرفت واقعی کار، تمایل به افزودن منابع، تمایل به تغییر دامنه، مقاومت در برابر تغییر و آموزش کاربر	رام و همکاران (۲۰۱۳)، عمید و همکاران (۲۰۱۲)، چوانگ (۲۰۱۱)، احمد و کونکا (۲۰۱۳)، سومرز و نلسون (۲۰۰۴).

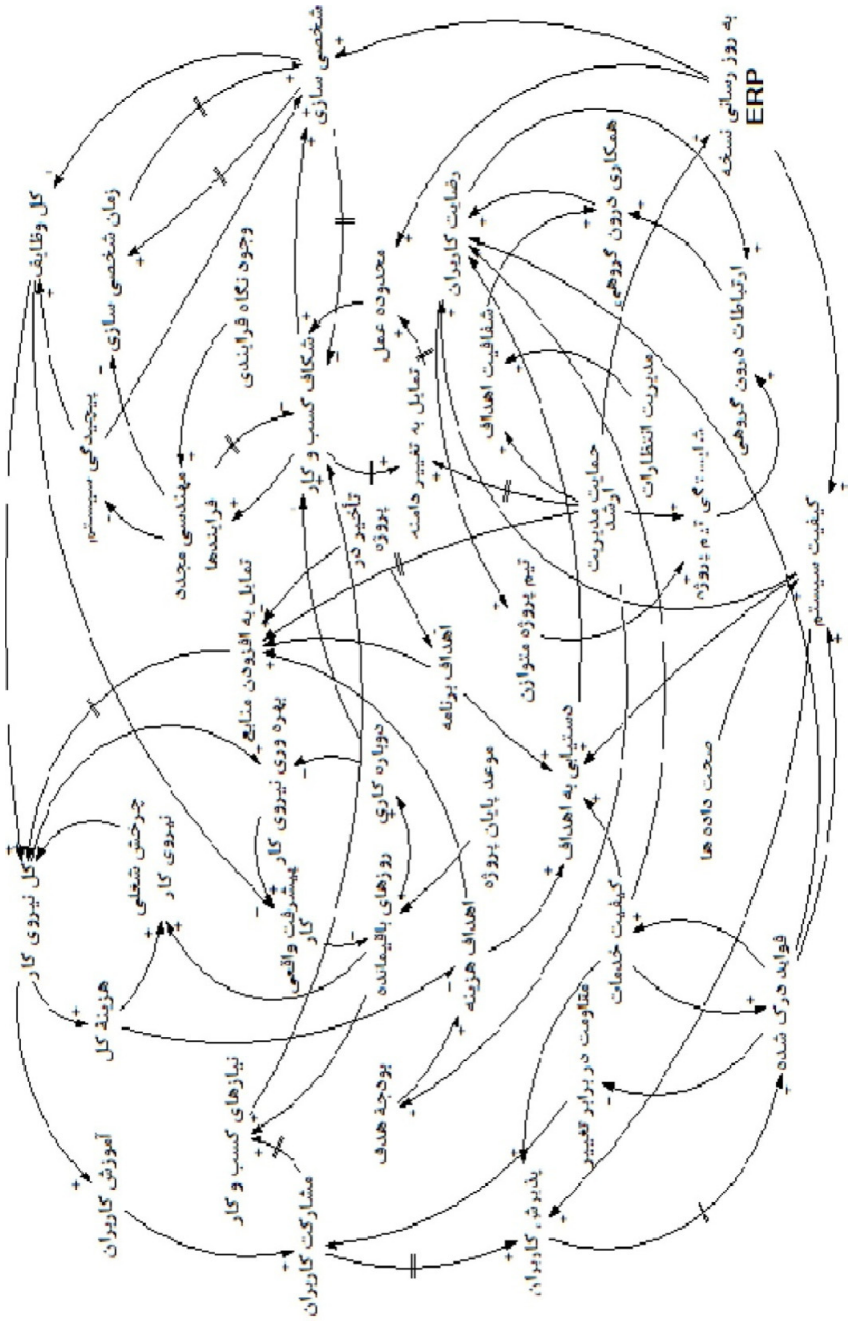
ادامهٔ جدول ۱

ردیف	نام شاخص	نام متغیر	منبع
۵	منابع	هزینهٔ کل، کل نیروی کار، بهره‌وری نیروی کار و چرخش شغلی نیروی کار	چوانگ (۲۰۱۱).
۶	فنی	شخصی‌سازی سیستم ERP، زمان شخصی‌سازی سیستم ERP، پیچیدگی سیستم و صحت داده‌ها	رام و همکاران (۲۰۱۳)، سومرز و نلسون (۲۰۰۴)، احمد و کونکا (۲۰۱۳)، چوانگ (۲۰۱۱)، عمید و همکاران (۲۰۱۲).
۷	فرایندی	مهندسی مجدد فرایندها، وجود نگاه فرایندی	سومرز و نلسون (۲۰۰۴)، عمید و همکاران (۲۰۱۲)، احمد و کونکا (۲۰۱۳)، المشعری و همکاران (۲۰۰۳).
۸	سازمانی	شفافیت اهداف، ارتباطات درون‌گروهی، همکاری درون‌گروهی، مدیریت انتظارات، تیم پروژهٔ متوازن و شایستگی تیم پروژه	عمید و همکاران (۲۰۱۲)، سومرز و نلسون(۲۰۰۴)، احمد و کونکا (۲۰۱۳)، کینگ و برگس (۲۰۰۶)، رام و همکاران (۲۰۱۳)، آمبل، هفت و آمبل (۲۰۰۳).

صورت‌بندی مدل

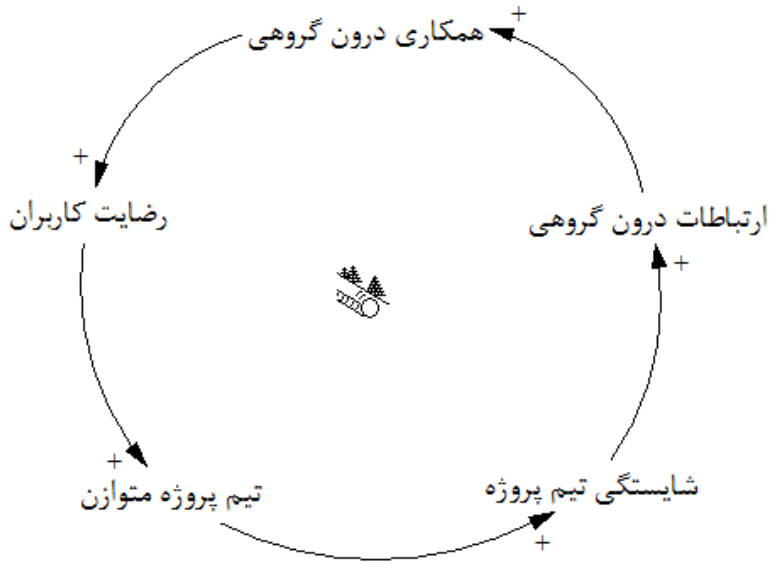
در این گام، حلقه‌های بازخوردی بین متغیرها شناسایی و بررسی‌شده و نمودارهای حلقهٔ علّی، به‌منظور مدل‌سازی رفتارهای پویای سیستم ایجاد می‌شود (سوشیل، ۱۳۸۷). نمودارهای علت‌ومعلولی، ابزاری مهم برای نشان‌دادن ساختار بازخوردی سیستم‌ها است (آذر، زاهدی‌سرشت و امیرخانی، ۱۳۸۹). از ویژگی‌های بارز این نمودارها، ساده و فهم‌پذیری آنها است. در این نمودارها خطوط نشان‌دهندهٔ روابط بین متغیرها است (استرمن، ۲۰۰۰) و علامت مثبت یا منفی بالای انتهای خطوط تأثیرگذار، جهت اثر را مشخص می‌کند. علامت مثبت نشان می‌دهد متغیرها در یک جهت تغییر کرده‌اند و علامت منفی، برعکس (سامارا، گئورگیادیس و باکوروس، ۲۰۱۲).

شکل ۱، نمودار علت‌ومعلولی این پژوهش را نمایش می‌دهد. شایان ذکر است این نمودار با توجه به مبانی نظری موضوع ترسیم شده است. نمودار ترسیم‌شده در اختیار خبرگان قرار گرفت و پس از رفع نقص‌ها و ارائهٔ پیشنهادها، به تأیید رسید. مدل علت‌ومعلولی مذکور، حلقه‌های بازخوردی متعددی دارد که نشان‌دهندهٔ اثر تقویت‌کننده یا بازدارندهٔ عوامل مختلف بر پیاده‌سازی موفقیت‌آمیز سیستم ERP است. حلقه‌های علّی اصلی در این شکل نشان داده شده است. جزئیات بیشتر در نمودار جریان ذکر خواهد شد. در ادامه به توضیح دو حلقه از حلقه‌های علّی در نمودار علت‌ومعلولی پروژهٔ پیاده‌سازی سیستم ERP، پرداخته شده است.



شکل ۱. نمودار علت‌ومعلولی پروژهٔ پیاده‌سازی سیستم ERP

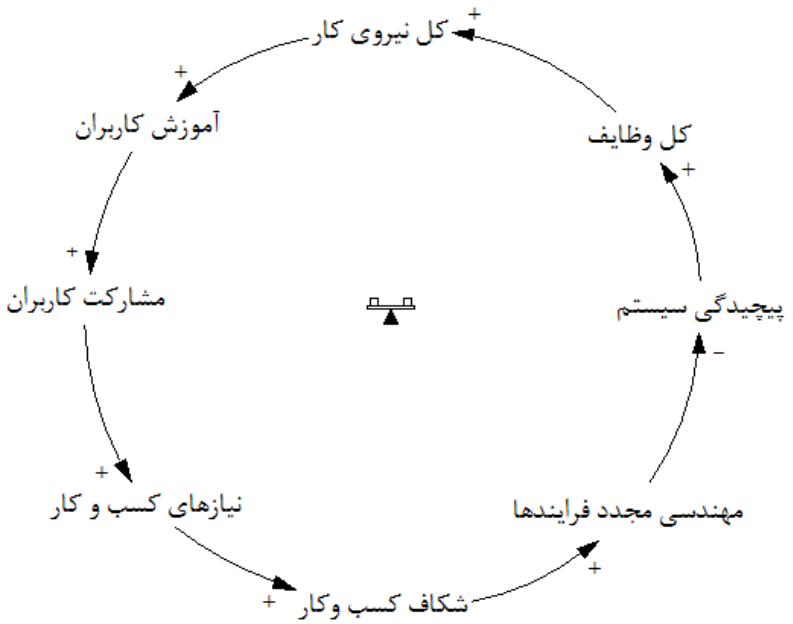
با توجه به شکل ۲، در حلقهٔ اول با افزایش همکاری درون‌گروهی و ایجاد حس تعاون میان اعضای پروژهٔ پیاده‌سازی، رضایت کاربران در انجام امور محول‌شده، افزایش می‌یابد. در اثر رضایت کاربران، به مرور زمان تیم پروژه به تیم متوازن تبدیل می‌شود و این امر به افزایش شایستگی‌های تیم پروژه می‌انجامد. با افزایش شایستگی‌های تیم پروژه، ارتباطات درون‌گروهی نیز به‌منظور انتقال دانش افراد، افزایش می‌یابد. افزایش ارتباطات درون‌گروهی، حس همکاری را میان اعضای گروه تقویت می‌کند و به افزایش همکاری درون‌گروهی منجر می‌شود؛ در نتیجه این حلقه، حلقهٔ تقویت‌کننده است. این حلقه به‌طور کامل مطابق با بخشی از مدل آکرمنز و ون هلدن (۲۰۰۲) است (کینگ و برگس، ۲۰۰۶).



شکل ۲. حلقهٔ اول (همکاری درون‌گروهی، رضایت کاربران، تیم پروژهٔ متوازن، شایستگی تیم پروژه، ارتباطات درون‌گروهی)

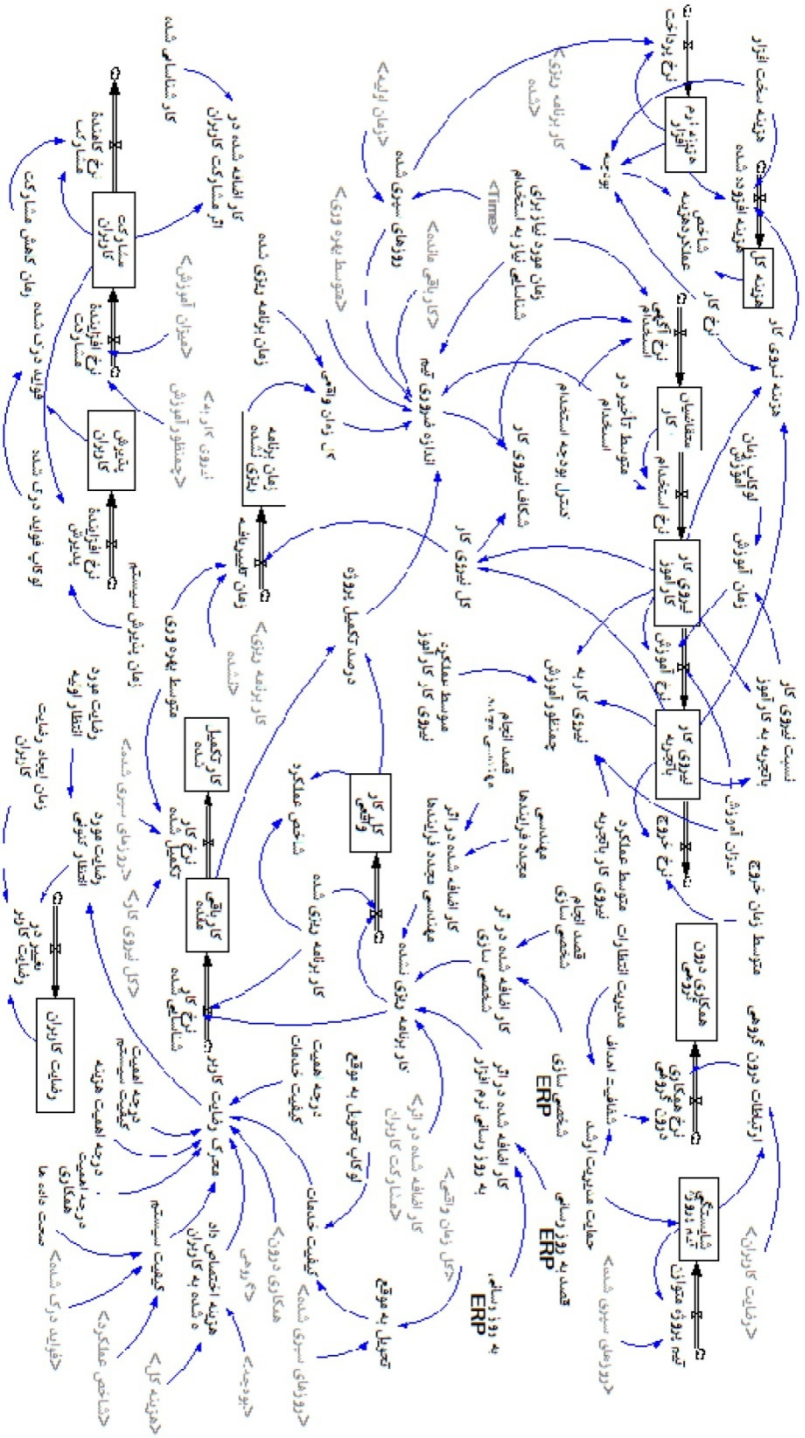
حلقهٔ علت‌ومعلولی دوم در شکل ۳ نمایش داده شده است. در این حلقه با افزایش تعداد کل نیروی کار، نیاز به آموزش کاربران نیز افزایش می‌یابد. با افزایش آموزش کاربران، مشارکت آنها در پروژهٔ پیاده‌سازی سیستم ERP افزایش می‌یابد. به مرور زمان، افزایش مشارکت کاربران موجب پیشرفت کار پروژه می‌شود که به آشکارشدن نیازهای کسب‌وکار می‌انجامد. با افزایش نیازهای کسب‌وکار، شکاف کسب‌وکار افزایش می‌یابد و در پی آن، مهندسی مجدد فرایندها برای

از بین بردن این شکاف ضروری می‌شود. در اثر افزایش مهندسی مجدد فرایندها، به‌دلیل افزایش تطابق فرایندهای کسب‌وکار با سیستم ERP خریداری‌شده، از پیچیدگی‌های سیستم جدید کاسته می‌شود و در نهایت به‌دلیل ساده‌ترشدن کار پیاده‌سازی، کل وظایف مربوط به آن کاهش می‌یابد. با کاهش تعداد وظایف، نیروی کار برای پیاده‌سازی سیستم ERP نیز کاهش می‌یابد. این حلقه، یک حلقهٔ تعادلی است.



شکل ۳. حلقهٔ دوم (کل نیروی کار، آموزش کاربران، رضایت کاربران، مشارکت کاربران، نیازهای کسب‌وکار، شکاف کسب‌وکار، مهندسی مجدد فرایندها، پیچیدگی سیستم و کل وظایف)

نمودار علت‌ومعلولی با تعریف متغیرهای سطح، نرخ و کمکی، به نمودار جریان تبدیل می‌شود (سوشیل، ۱۳۸۷). نمودار جریان پروژهٔ پیاده‌سازی سیستم ERP، در شکل ۴ نشان داده شده است. این نمودار بر اساس نمودار علت‌ومعلولیِ مطالعات انجام‌شده و نظرخواهی از خبرگان و کارشناسان امر ترسیم شده است. سپس نمودار جریان به بخش‌های کوچک‌تری تقسیم می‌شود و بدین ترتیب درک بهتری از آن حاصل شود. معادلات نیز با توجه به نمودار جریان و در قالب نرم‌افزار ونسیم نوشته شده است. در ادامه دو نما از نمودار جریان تشریح می‌شود.



شکل ٤. نمودار جریان پروژهٔ پیاده‌سازی سیستم ERP

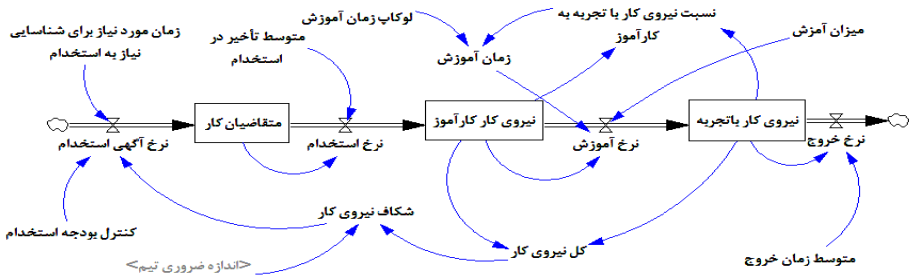
نمودار جریان بخش منابع انسانی ـ مسیر شغلی

در این نما از نمودار جریان که در شکل ۵ نشان داده شده است، سه متغیر سطح متقاضیان کار، نیروی کار کارآموز و نیروی کار با تجربه در نظر گرفته شده است. کمبود نیرو، نیاز به استخدام نیروی کار را افزایش می‌دهد و افزایش این نیاز به آگهی استخدام برای نیروی کار منجر می‌شود، هرچه این نیاز بیشتر شود، آگهی استخدام بیشتر می‌شود. افزایش این متغیر، به انباشتگی در متغیر سطح متقاضیان کار می‌انجامد و این متغیر را افزایش می‌دهد. با افزایش استخدام نیز متغیر سطح متقاضیان کار کاهش می‌یابد. همچنین متغیر سطح نیروی کار کارآموز با افزایش استخدام افزایش می‌یابد و با افزایش آموزش از میزان آن کاسته می‌شود؛ زیرا با آموزش نیروهای کارآموز، آنها به‌تدریج به نیروهای با تجربه تبدیل می‌شوند. متغیر سطح نیروی کار با تجربه نیز با افزایش آموزش افزایش می‌یابد و با افزایش تعداد افرادی که خارج می‌شوند، کاهش می‌یابد. این متغیرهای سطح، از روابط زیر محاسبه می‌شوند:

رابطهٔ ۱) نرخ استخدام ـ نرخ آگهی استخدام = متقاضیان کار

رابطهٔ ۲) نرخ آموزش ـ نرخ استخدام = نیروی کار کارآموز

رابطهٔ ۳) نرخ خروج ـ نرخ آموزش = نیروی کار با تجربه



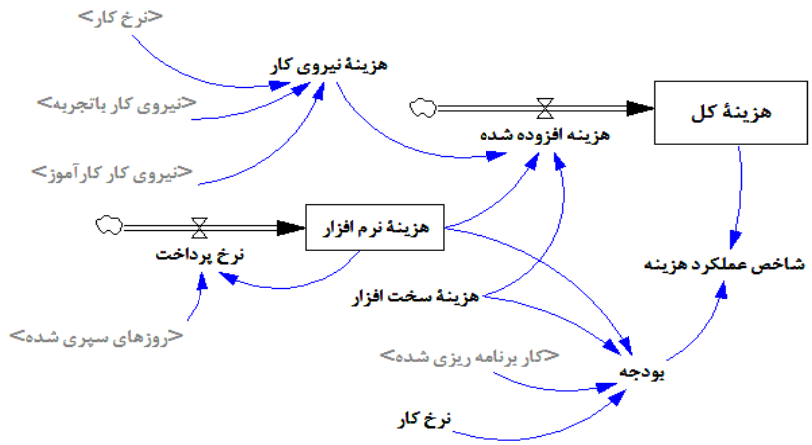
شکل ۵. نمودار جریان بخش منابع انسانی ـ مسیر شغلی

نمودار جریان بخش هزینه

همان‌طور که در شکل ۶ نشان داده شده است، در این نما از نمودار جریان، هدف تعیین هزینهٔ کل پروژهٔ پیاده‌سازی سیستم ERP است. این هزینه در سه بخش در نظر گرفته شده است. هزینهٔ نیروی کار (شامل هزینه‌های نیروی کار با تجربه و کارآموز)، هزینهٔ سخت‌افزار و هزینهٔ نرم‌افزار که به‌صورت اقساطی و با توجه به متغیر نرخ پرداخت به شرکت فروشندهٔ ERP پرداخت

می‌شود. این هزینه‌ها در واقع با عنوان هزینهٔ افـزوده‌شـده در متغیـر سـطح هزینـهٔ کـل انباشـته می‌شود و از رابطهٔ ۴ محاسبه می‌شود:

رابطهٔ ۴) هزینهٔ نیروی کار+ هزینهٔ نرم‌افزار+ هزینهٔ سخت‌افزار= هزینهٔ افزوده شده



شکل ٦. نمودار جریان بخش هزینه

شبیه‌سازی و اعتبارسنجی مدل

به‌منظور استفادهٔ کاربردی از مدل پویایی‌های سیستم، این مدل بایـد تعیـین اعتبـار شـود (لـی و چونگ، ۲۰۱۲). برای بررسی صحت مدل و تعیین میزان اعتبار آن، آزمون‌هایی روی آن اجرا شد و نتایج این آزمون‌ها اعتبار مدل را تعیین کرد. از جمله این آزمون‌ها مـی‌تـوان بـه آزمـون تولیـد مجدد رفتار اشاره کرد.

تولید مجدد رفتار (مقایسه با داده‌های تاریخی)، یکی از مهم‌ترین آزمون‌هایی است که بـرای اعتبارسنجی مدل به‌کار می‌رود (استرمن، ۲۰۰۱). برای اجرای این آزمون، مدل در شـرکت‌هـایی که سیستم ERP را پیاده‌سازی کرده‌اند، آزمایش می‌شود و نتـایج شـبیه‌سـازی بـا نتـایج واقعـی به‌دست‌آمده، مقایسه می‌شود. از آنجا که در این پژوهش زمان و هزینه، شاخص‌های اندازه‌گیـری موفقیت پروژهٔ پیاده‌سـازی سیسـتم ERP در نظـر گرفتـه شـده اسـت، مقایسـهٔ نتـایج واقعـی و شبیه‌سازی با توجه به این دو عامل صورت می‌گیرد. جدول ۲ نشان‌دهندهٔ این مقایسه است.

جدول ۲. مقایسهٔ نتایج شبیه‌سازی و نتایج واقعی هزینه و مدت زمان پیاده‌سازی ERP

نام شرکت	نتایج واقعی هزینهٔ پیاده‌سازی	نتایج شبیه‌سازی هزینهٔ پیاده‌سازی	نتایج واقعی مدت زمان پیاده‌سازی	نتایج شبیه‌سازی مدت زمان پیاده‌سازی
چای گلستان	۳۲,۴۴۹,۰۷۰,۰۰۰	۳۲,۵۱۳,۹۰۰,۰۰۰	۸۲۰	۸۰۶
شرکت قطعه‌سازی کروز	۳۸,۷۱۴,۲۶۰,۰۰۰	۳۸,۶۴۳,۵۰۰,۰۰۰	۹۲۰	۹۳۳
شرکت آپادانا سرام	۳۵,۴۵۵,۲۳۵,۰۰۰	۳۵,۴۹۸,۴۰۰,۰۰۰	۸۴۰	۸۴۸
شرکت رنک زیراکس	۳۶,۵۰۸,۴۰۰,۰۰۰	۳۶,۵۷۲,۱۰۰,۰۰۰	۸۹۵	۹۰۶

در پژوهش حاضر برای نشان‌دادن نزدیکی نتایج شبیه‌سازی و نتایج واقعی هزینهٔ پیاده‌سازی، از ضریب تعیین[1] و شاخص تیل[2] استفاده شده است. به‌منظور محاسبهٔ ضریب تعیین، به‌کمک نرم‌افزار SPSS ضریب همبستگی این دو مجموعه از داده‌ها ۰/۹۹۹ به‌دست آمد و مقدار ضریب تعیین نیز با توجه به مقدار ضریب همبستگی ۰/۹۹۸ محاسبه شد. شاخص تیل نیز برای این دو دسته از داده‌ها ۰/۰۰۶ به‌دست آمد. مقدار این ضریب بین صفر و یک است؛ هرچه این ضریب به صفر نزدیک‌تر باشد، گویای نزدیکی بیشتر دو مجموعه از داده‌ها است.

تحلیل سیاست‌ها

هدف نهایی بیشتر فعالیت‌های مدل‌سازی پویایی‌های سیستم، پژوهش دربارهٔ علت تأثیرگذاری سیاست‌های مختلف بر رفتار سیستم و شناسایی سیاست‌های مناسب برای بهبود رفتار سیستم واقعی، از طریق تحلیل سیاست مبتنی بر مدل است. در مدل پویایی‌های سیستم، برخی از پارامترها را می‌توان با عنوان پارامترهای سیاستی[3] طبقه‌بندی کرد. پارامتر سیاستی نشان‌دهندهٔ اهرمی در سیستم واقعی است که به‌منظور بهبود رفتار سیستم، می‌توان از آن استفاده کرد (سوشیل، ۱۳۸۷). در این پژوهش، پارامترهای تعداد نیروی کار با تجربه و کارآموز، میزان شخصی‌سازی و میزان آموزش، پارامترهای سیاستی شمرده می‌شوند. این متغیرها با توجه به مطالعات پیشین، نظر کارشناسان و آزمون مدل در شرکت‌های دیگری که مدل در آنجا به کار گرفته شده است، شناسایی شدند. با مداخلاتی در این پارامترها، مشاهدهٔ نتایج و بررسی رفتار

1. R Square
2. Theil's U Index
3. Policy Parameters

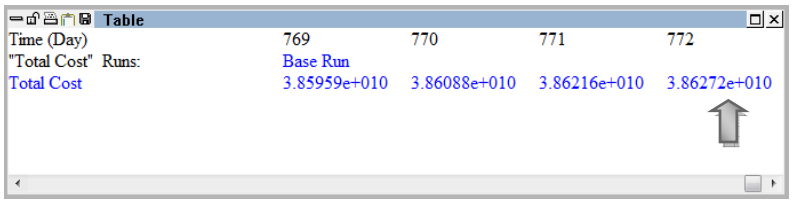
سیستم، مهم‌ترین سیاست‌ها برای دستیابی به موفقیت در پروژهٔ پیاده‌سازی سیستم ERP شناسایی شد و در نهایت بهترین آنها سیاست بهینه معرفی شد.

با واردکردن اطلاعات جمع‌آوری‌شده از شرکت پاکسان به نرم‌افزار ونسیم و راه‌اندازی اولیهٔ مدل، نتایج پیش‌بینی مدت زمان تکمیل پروژهٔ ERP و هزینهٔ پیاده‌سازی این سیستم به‌دست آمد (جدول ۳).

جدول ۳. پیش‌بینی هزینهٔ پیاده‌سازی و مدت زمان تکمیل پروژهٔ ERP

پارامتر مد نظر	نتیجهٔ شبیه‌سازی راه‌اندازی اولیه
هزینهٔ پیاده‌سازی ERP	۳۸,۶۲۷,۲۰۰,۰۰۰
مدت زمان پیاده‌سازی ERP	۷۷۲

این نتایج، محتمل‌ترین پیش‌بینی از هزینهٔ پیاده‌سازی و مدت زمان تکمیل پروژهٔ سیستم ERP در این شرکت، در صورت ادامهٔ روند فعلی هستند. در شکل ۷ نتایج شبیه‌سازی تا پایان پروژه در جدول نرم‌افزار ونسیم نشان داده شده است.



Table

Time (Day)	769	770	771	772
"Total Cost" Runs:	Base Run			
Total Cost	3.85959e+010	3.86088e+010	3.86216e+010	3.86272e+010

شکل ۷. جدول نرم‌افزار ونسیم (نتیجهٔ شبیه‌سازی در پایان پروژه)

به‌منظور مشاهدهٔ تغییر رفتار مدل، با هدف انتخاب مقادیری که از توانایی بهبود رفتار سیستم برخوردارند، پس از تغییر در پارامترهای حساس، سیاست‌های متعددی برای دستیابی به سیاست بهینه، طراحی شد. معیار مقایسهٔ این سیاست‌ها بر اساس کاهشی است که در هزینه و مدت زمان پیاده‌سازی سیستم ERP ایجاد می‌کنند. در ادامه به توضیح این سیاست‌ها پرداخته می‌شود.

افزایش نیروی کار با تجربه

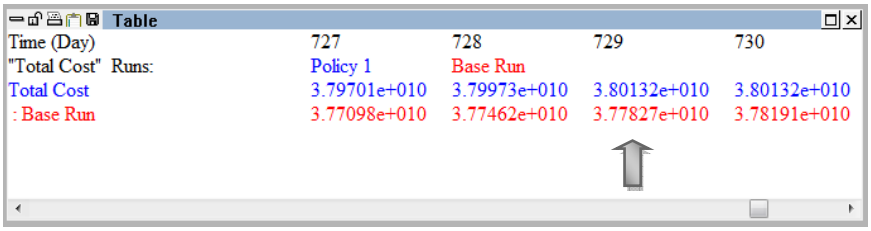
حضور نیروهای کار با تجربه در تیم پروژهٔ پیاده‌سازی ERP، از عوامل بسیار مهم در موفقیت پیاده‌سازی این سیستم محسوب می‌شود (کوه، گوناسکاران و کوپر، ۲۰۰۹)؛ بنابراین با توجه به

اهمیت این عامل در بهبود عملکرد پروژه، سیاست اول، افزایش تعداد نیروی کار با تجربه مطـرح شده است. در جدول ۴ نتایج حاصل از اجرای این سیاست آورده شده است.

جدول ٤. نتایج اجرای سیاست اول

متغیر	راه‌اندازی اولیه	نتیجهٔ شبیه‌سازی	اختلاف
تعداد کاربران باتجربه	۱۵	۲۰	+۵
تعداد کاربران کارآموز	۴۵	۴۰	−۵
هزینهٔ پیاده‌سازی ERP	۳۸.۶۲۷.۲۰۰.۰۰۰	۳۸.۰۱۳.۲۰۰.۰۰۰	−۶۱۴.۰۰۰.۰۰۰
مدت زمان پیاده‌سازی ERP	۷۷۲	۷۲۹	−۴۳

شکل ۸ نشان‌دهندهٔ جدول نرم‌افزار ونسیم برای مقایسهٔ سیاست اول با راه‌اندازی اولیهٔ مـدل از نظر زمان و هزینه است. در این جدول اعداد آبی رنگ، نشان‌دهندهٔ هزینهٔ پیاده‌سازی با در نظر گرفتن سیاست اول است و اعداد قرمز رنگ، هزینهٔ پیاده‌سازی با توجه به راه‌اندازی اولیه را نشان می‌دهد. در این سیاست، شبیه‌سازی در هفتصدوبیست‌ونهمین (۷۲۹) روز به پایان رسـیده اسـت. با اجرای این سیاست، از مدت زمان پیاده‌سازی سیستم ERP ۴۳ روز کاسته شـده اسـت و ایـن کاهش، حدود ۶۱۴ میلیون ریال صرفه‌جویی در هزینه‌های شرکت را درپی دارد.



Table

Time (Day)	727	728	729	730
"Total Cost" Runs:	Policy 1	Base Run		
Total Cost	3.79701e+010	3.79973e+010	3.80132e+010	3.80132e+010
: Base Run	3.77098e+010	3.77462e+010	3.77827e+010	3.78191e+010

شکل ۸. جدول نرم‌افزار ونسیم (نتیجهٔ شبیه‌سازی سیاست اول)

حذف شخصی‌سازی در نرم‌افزار ERP

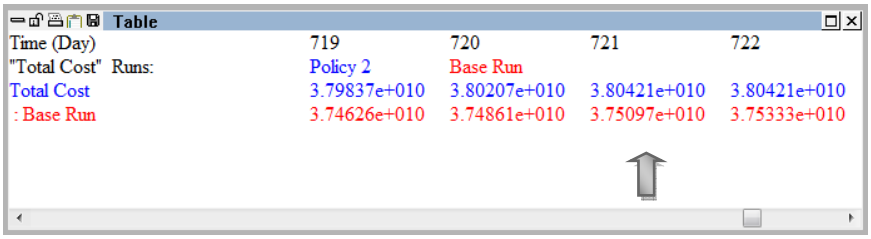
با توجه به بسیاری از مطالعات، کاهش میزان شخصی‌سازی در نرم‌افزار ERP، تـأثیر بسـزایی در بهبود عملکرد پروژهٔ پیاده‌سازی این سیستم خواهد داشت. از این رو این سیاست با عنوان حـذف شخصی‌سازی در نرم‌افزار ERP مطرح شد. در شرکت پاکسان برای ایجاد تغییرات لازم به هنگام پیاده‌سازی ERP، در نیمی از موارد مهندسی مجدد فرایندها و در نیمی از مـوارد شخصـی‌سـازی سیستم صورت گرفت. به‌منظور آزمون این سیاست، متغیر قصد انجام شخصی‌سازی ERP که در

نمودار جریان، نشان‌دهندهٔ تمایل مدیریت ارشد برای انجام شخصی‌سازی است، به صفر تغییر داده شد. در نتیجه میزان کار اضافه‌شده به پروژه در اثر شخصی‌سازی صفر شد. نتایج حاصل از اجرای این سیاست، به‌طور خلاصه در جدول ۵ آورده شده است.

جدول ۵. نتایج حاصل از اجرای سیاست دوم

متغیر	راه‌اندازی اولیه	نتیجهٔ شبیه‌سازی	اختلاف
میزان شخصی‌سازی	٪۵۰	٪۰	-٪۵۰
هزینهٔ پیاده‌سازی ERP	۳۸,۶۲۷,۲۰۰,۰۰۰	۳۸,۰۴۲,۱۰۰,۰۰۰	-۵۸۵,۱۰۰,۰۰۰
مدت زمان پیاده‌سازی ERP	۷۷۲	۷۲۱	-۵۱

با توجه به جدول ۶ با اجرای این سیاست، مدت زمان پیاده‌سازی سیستم ERP ۵۱ روز کاهش یافته است. همچنین اجرای این سیاست حدود ۵۸۵/۱ میلیون ریال در هزینه‌های شرکت صرفه‌جویی در پی دارد، اما حذف کامل شخصی‌سازی در عمل بسیار دشوار است و در بسیاری از موارد امکان‌ناپذیر به نظر می‌رسد (فرایلینگ، ۲۰۰۶). با وجود این، تصمیم‌گیران و مدیران پروژه می‌توانند برای کاهش هرچه بیشتر شخصی‌سازی تلاش کنند تا از مزایای اجرای این تغییر بهره‌مند شوند. شکل ۹ نشان‌دهندهٔ جدول نرم‌افزار ونسیم برای مقایسهٔ سیاست دوم با راه‌اندازی اولیهٔ مدل از نظر زمان و هزینه است.



Table

Time (Day)	719	720	721	722
"Total Cost" Runs:	Policy 2	Base Run		
Total Cost	3.79837e+010	3.80207e+010	3.80421e+010	3.80421e+010
: Base Run	3.74626e+010	3.74861e+010	3.75097e+010	3.75333e+010

شکل ۹. جدول نرم‌افزار ونسیم (نتیجهٔ شبیه‌سازی سیاست دوم)

افزایش میزان آموزش

آموزش یکی از مهم‌ترین عوامل موفقیت در پیاده‌سازی سیستم ERP شمرده می‌شود (رام و همکاران، ۲۰۱۳؛ دزدار و آینین، ۲۰۱۳). آموزش ناکافی و نامناسب حتی می‌تواند به شکست پروژهٔ پیاده‌سازی سیستم ERP منجر شود (علیزاده و حنفی‌زاده، ۱۳۸۵؛ ژانگ و همکاران، ۲۰۰۵). از این رو با توجه به اهمیت این عامل در بهبود عملکرد پروژه، سیاست سوم، افزایش

میزان آموزش مد نظر قرار گرفت. نتایج اجرای این سیاست به‌طور خلاصه در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول ٦. نتایج حاصل از اجرای سیاست سوم

متغیر	راه‌اندازی اولیه	نتیجهٔ شبیه‌سازی	اختلاف
میزان آموزش	٪۱۵	٪۵۰	+٪۳۵
هزینهٔ پیاده‌سازی ERP	۳۸,۶۲۷,۲۰۰,۰۰۰	۳۷,۸۲۲,۹۰۰,۰۰۰	−۸۰۴,۳۰۰,۰۰۰
مدت زمان پیاده‌سازی ERP	۷۷۲	۶۹۹	−۷۳

با توجه به جدول ۶، افزایش ۳۵ درصدی در میزان آموزش، حدود ۸۰۴/۳ میلیون ریال در هزینه‌های شرکت صرفه‌جویی به‌دنبال می‌آورد و ۷۳ روز مدت زمان پروژه را کاهش می‌دهد.

سیاست بهینه

این سیاست، سیاست ایده‌آل یا خوش‌بینانه است. سیاست خوش‌بینانه با فرض مطلوب‌ترین وضعیت به‌دست می‌آید. در این سیاست فرض می‌شود پارامترهای سیستم، بهترین مقادیر ممکن خود را دارند (سوشیل، ۱۳۸۷). در اینجا سیاست بهینه، ترکیبی از سیاست‌های فوق است و تغییرات هر سه سیاست به‌صورت همزمان اعمال شده است. در شکل ۱۰، جدول نتایج اجرای این سیاست در نرم‌افزار ونسیم آمده است.

Table

Time (Day)	612	613	614	615
"Total Cost" Runs:	Policy 4	Base Run		
Total Cost	3.64664e+010	3.64985e+010	3.65118e+010	3.65118e+010
: Base Run	3.28905e+010	3.28998e+010	3.2909e+010	3.29182e+010

شکل ۱۰. جدول نرم‌افزار ونسیم (نتیجهٔ شبیه‌سازی سیاست چهارم)

با اجرای این سیاست بیشترین بهبود در میزان هزینه و مدت زمان پیاده‌سازی سیستم ERP حاصل شده است. انجام این تغییرات در حدود ۲۱۱۵/۴ میلیون ریال صرفه‌جویی در هزینه‌های شرکت و کاهش ۱۵۸ روز از مدت زمان پروژه را موجب شده است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف اصلی مطالعهٔ حاضر، ارائهٔ مدل پشتیبانی اجرای پروژه‌های پیاده‌سازی سیستم ERP بود. بدین منظور با استفاده از رویکرد پویایی‌های سیستم برای طراحی مدل، گام‌های اصلی

مدل‌سازی نیز با توجه به این رویکرد طی شد و در نهایت سه سیاست برای دستیابی به سیاست بهینه بررسی شد.

مهم‌ترین یافتهٔ این پژوهش، ارائهٔ نمودار علی، شامل بسیاری از متغیرهای تأثیرگذار بر چرخهٔ حیات پروژه‌های پیاده‌سازی سیستم ERP و در نهایت ارائهٔ مدلی پویا در قالب روش تحلیل پویایی‌های سیستم، به‌منظور پشتیبانی از این پروژه‌ها است. نتایج حاصل از اعتبارسنجی مدل نیز کارایی مدل پیشنهادی را تأیید کردند. شناسایی سیاست‌هایی برای بهبود فرایند پیاده‌سازی سیستم ERP از نظر دو عامل زمان و هزینه نیز نتیجهٔ دیگر این پژوهش است. بررسی این سیاست‌ها نشان داد افزایش تعداد نیروی کار با تجربه، افزایش میزان آموزش و حذف شخصی‌سازی، تأثیر بسزایی در کاهش زمان و هزینهٔ پیاده‌سازی سیستم ERP دارد.

این پژوهش نسبت به پژوهش‌های گذشته از نوآوری‌های خاصی برخوردار است؛ از جمله اینکه با توجه به مطالعات انجام‌شده، تاکنون در ایران مدلی پویا در قالب روش تحلیل پویایی‌های سیستم برای پشتیبانی از پیاده‌سازی سیستم ERP ارائه نشده است. از این رو ارائهٔ این مدل پویا و به‌کارگیری آن در شرکت پاکسان، از نوآوری‌های این پژوهش نسبت به پژوهش‌های گذشته محسوب می‌شود. همچنین در این مدل پویا، تأثیر عوامل متعددی بر پیاده‌سازی سیستم ERP در نظر گرفته شد که موجب شد این مدل بتواند دید کامل‌تری از عوامل مؤثر در پروژه‌های ERP فراهم کند و از این طریق، راهنمایی برای مدیران این پروژه‌ها و برنامه‌ریزان در این زمینه باشد و آنها با عملکردی بهتر، درصد شکست این پروژه‌ها را کاهش دهند. از سوی دیگر، تفاوت این پژوهش با سایر پژوهش‌های این حوزه، تمرکز بر شکاف عملکردی در پیاده‌سازی سیستم‌های ERP و برنامه‌ریزی برای رفع آن است.

در مدل‌سازی به‌کمک روش‌شناسی پویایی‌های سیستم، استفاده از داده‌ها در قالب سری‌های زمانی، برای تخمین وضعیت متغیرها در بلندمدت و همچنین اعتبارسنجی مدل، بسیار مناسب است. کمبود برخی از این داده‌ها و اطلاعات، یکی از محدودیت‌های پژوهش بود. از محدودیت‌های دیگر پژوهش می‌توان به این اشاره کرد که در روش‌شناسی پویایی‌های سیستم، رفتار پویایی که بروز می‌کند، تنها روندها را نشان می‌دهد نه برآوردهای دقیق؛ بنابراین از این روش نمی‌توان برای پیش‌بینی نقطه‌ای استفاده کرد.

در پژوهش‌های آتی می‌توان مدل را با افزودن بخش‌هایی جدید، همچون بخش نگرش به پیاده‌سازی سیستم ERP، گسترش داد. همچنین می‌توان ارتباط بین پروژهٔ پیاده‌سازی سیستم ERP با سایر سیستم‌های سازمانی، مثل مدیریت زنجیرهٔ تأمین و مدیریت ارتباط با مشتری را بررسی کرد و به تجزیه‌وتحلیل تأثیر متقابل این سیستم‌ها بر یکدیگر پرداخت. به‌علاوه، روش

پویایی‌های سیستم را می‌توان با روش کیفی، مانند مدل سیستم‌های مانا[1] تلفیق کرد و بدین طریق بر کاستی‌های این روش کمّی فائق آمد.

References

Aghajani, H.A., Samadi, H., Khanzadeh, M. & Samadi, H. (2014). Feasibility Study of Enterprise Resources Planning Systems' Implementation (Empirical Evidence: National Iranian Oil Petroleum Diffusion Cooperation (NIOPDC) – Sari Zone). *Journal of Information Technology Management,* 6(2): 161-186. (*in Persian*)

Ahmad, M. & Pinedo Cuenca, R. (2013). Critical success factors for ERP implementation in SMEs. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing,* 29 (3): 104-111.

Ahmadi, A., Allah Vakil, M. & Shokripour. M. (2013). Enterprise resource planning systems. Tehran: Atinegar Publication. (*in Persian*)

Alizadeh, A. & Hanafizadeh, P. Critical success factors in enterprise resource planning implementation projects and their ranking. *Industrial Engeneering & Management*, 22(36): 87-99. (*in Persian*)

Al-Mashari, M., Al-Mudimigh, A. & Zairi, M. (2003). Enterprise resource planning: a taxonomy of critical factors. *European journal of operational research,* 146(2): 352-364.

Amid, A., Moalagh, M. & Zare Ravasan, A. (2012). Identification and classification of ERP critical failure factors in Iranian industries, *information systems*, 37(3): 227-237.

Azar, A., Zahedi, Sh. & Amirkhani, T. (2010) A Model for Implementing Performance-based Budget: A System Dynamics Approach. *Iranian Journal of Management Sciences*, 5(18): 29-54. (*in Persian*)

Bradley, J. (2008). Management based critical success factors in the implementation of enterprise resource planning systems. *International Journal of Accounting Information Systems*, 9(3): 175-200.

Chou, H.W., Lin, Y.H., Lu, H.S. Chang, H.H. & Chou, S.B. (2014). Knowledge sharing and ERP system usage in post-implementation stage. *Computers in Human Behavior*, 33: 16–22.

1. Viable Systems Model

Chou, J. & Hong, J. (2013). Assessing the impact of quality determinants and user characteristics on successful enterprise resource planning project implementation. *Journal of Manufacturing Systems,* 32(4): 792-800.

Chuang, K. W. (2011). *Building a system dynamics simulation model in support of ERP project implementation*. Purdue University, West Lafayette, Indiana.

Davenport, T. H. (1998). Putting the Enterprise into the Enterprise System, *Harvard Business Review*, 11(4): 121–131.

Dezdar, S. & Ainin, S. (2011). The influence of organizational factors on successful ERP implementation. *Management Decision*, 49(6): 911–926.

Fryling, M. (2006). The dynamics of ERP success. *First Annual Information spring research conference,* Albany, The University at Albany, The College of Computing and Information, May 5, 1-23.

Gomnam Sefiddarboni, M., Naserzadeh, M.R., Rouhani, S. & Ghaherdoost, A.R. (2015). Investigating mutual efects of critical failure factors of ERP implementation in Iranian industries with Grey-based DEMATEL method. *Journal of Information Technology Management,* 6(4): 649-674. (*in Persian*)

Hakim, A. & Hakim. H. (2010). A practical model on controlling the ERP implementation risks. *Information Systems,* 35 (2): 204-214.

Hanafizadeh, P., Dadbin, Sh. & Barati, M. (2012). A Survey of the Implementation Aspects of Enterprise Resource Planning and Customer Relationship Management Systems in Iranian Companies. *Journal of Information Technology Management,* 4(11): 25-40. (*in Persian*)

Kanellou, A. & Spathis, C. (2013). Accounting benefits and satisfaction in an ERP environment, *International Journal of Accounting Information Systems*, 14(3): 209–234.

King, S. & Burgess, T. (2006). Beyond critical success factors: A dynamic model of enterprise system innovation. *International Journal of Information Management,* 26(1): 59-69.

Koh, S. C. L., Gunasekaran, A. & Cooper, J. R. (2009). The demand for training and consultancy investment in SME-specific ERP systems implementation and operation. *International Journal of Production Economics*, 122(1): 241–254.

Lee, C. F. & Chung, C. P. (2012). An inventory model for deteriorating items in a supply chain with system dynamics analysis. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 40: 41 – 51.

Liu, A. Z. & Seddon, P. B. (2009). Understanding how project critical success factors affect organizational benefits from enterprise systems. *Business Process Management Journal,* 15(5): 716–743.

Modiri, N. Dad, A. Ghobaei Arani, M. (2010). Enterprise Resource Planning (1st Ed). Tehran, Mehregan Ghalam Publication. (*in Persian*)

Nwankpa, J. & Roumani, Y. (2014). Understanding the link between organizational learning capability and ERP system usage: An empirical examination. *Computers in Human Behavior*, 33: 224–234.

Parry, G. & Graves, A. (2008). The importance of knowledge management for ERP systems. *International Journal of Logistics: Research and Applications,* 11(6): 427-441.

Ram, J., Corkindale, D. & Wu, M. L. (2013). Implementation critical success factors (CSFs) for ERP: Do they contribute to implementation success and post-implementation performance? *International Journal of Production Economics*, 144(1): 157-174.

Rouhani, S. & Zare Ravasan, A. (2013). ERP success prediction: An artificial neural network approach. *Scientia Iranica,* 20(3): 992–1001.

Samara, E., Georgiadis, P. & Bakouros, I. (2012). The impact of innovation policies on the performance of national innovation systems: A system dynamics analysis. *Technovation*, 32(11): 624–638.

Shafia, M. A., Manian, A. & Raeesi Vanani, I. (2013). Designing a Fuzzy Inference System for Predicting the Implementation Success of ERP Solution. *Journal of Information Technology Management*. 5(1): 98-106. (*in Persian*)

Sohrabi Yurtchi, B., Shami Zanjani, M., Farzaneh, M. & Raeisi Vanani, I. (2012). Providing a system for evaluating the success of enterprise resource planning system implementation through using fuzzy inference approach. *Management Researches in Iran*, 16(3): 105-130. (*in Persian*)

Somers, T. M. & Nelson, K. G. (2004). A taxonomy of players and activities across the ERP project life cycle. *Information & Management*, 41(3): 257–278.

Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics: systems thinking and modeling for a complex World*. Irwin, McGraw-Hill.

Sterman, J. D. (2001). System dynamics modeling: tools for learning in a complex world. *California Management Review*, 43(4): 8-25.

Stevenson, W. (2005). *Operations management*, 8th Ed. New York, McGraw-Hill.

Sushil, Sh., Translated by Teymouri, E., Nourali, A. & Valizadeh, N. (2008). System Dynamics: a Practical Approach for Managerial Problems (1st Ed). Tehran, Iran University of Science and Technology. (*in Persian*)

Umble, E.J., Haft, R.R. & Umble, M.M. (2003). Enterprise resource planning: Implementation procedures and critical success factors. *European journal of operational research,* 146(2): 241-257.

Zhang, H., Calvo-Amodio, J., Haapala, K. (2013). A conceptual model for assisting sustainable manufacturing through system dynamics. *Journal of Manufacturing Systems*, 32(4): 543–549.

Zhang, Z., Lee M. K. O., Huang, P., Zhang, L. & Huang, X. (2005). A framework of ERP systems implementation success in China: An empirical study. *International Journal of Production Economics*, 98(1): 56–80.

Zhua, Y., Lia, Y., Wangc, W. & Chena, J. (2010). What leads to post-implementation success of ERP? An empirical study of the Chinese retail industry. *International Journal of Information Management*, 30(3): 265–276.