Archive of SID

چشم‌انداز مدیریت صنعتی
سال دهم، شماره ۳۷، بهار ۱۳۹۹
شاپا چاپی: ۹۸۷۴-۲۲۵۱، شاپا الکترونیکی: ۴۱۶۵-۲۶۴۵
ص‌ص ۳۹ – ۹

مدل پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در ایران

مهدی باستان*، معصومه زارعی، علی‌محمد احمدوند*****

چکیده

صنعت ساخت‌وساز ایران طی سال‌های اخیر با مشکلات متعددی از جمله دوباره‌کاری، هزینه‌های بالا و اشتباهات طراحی مواجه بوده است. به‌کارگیری روش‌های نوین اجرای ساختمان‌ها و فناوری‌های مدرن به‌منظور بهبود کیفیت، کاهش زمان و هزینه و افزایش بهره‌وری همواره موردتأکید مهندسان این حوزه بوده است. یکی از این فناوری‌ها، فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان است که پذیرش و اجرای آن در کشور با مشکلات زیادی همراه بوده است؛ درک علل و ساختار عدم پذیرش این فناوری، مسئله اصلی پژوهش حاضر است. ازاین‌رو، ارائه یک مدل سیستمی و کل‌نگر با قابلیت تحلیل پویایی‌های پذیرش و اجرای این فناوری در کشور هدف اصلی تحقیق است. برای این منظور یک روش پژوهش ترکیبی کیفی و کمّی طراحی شده است؛ به‌گونه‌ای که در فاز نخست با استفاده از نظریه داده‌بنیاد، مدلی مفهومی از پذیرش فناوری ارائه شده و سپس با به‌کارگیری روش پویایی‌شناسی سیستم، یک مدل کمّی ریاضی با قابلیت شبیه‌سازی پیامدهای تصمیم ارائه می‌شود. چهار سیاست تحت‌عنوان سناریو روی مدل اجرا شد. نتایج نشان می‌دهد حمایت دولت متشکل از مجموعه‌ای از اقدامات حاکمیتی، مهم‌ترین راهکار توسعه پذیرش و اجرای این فناوری در کشور است.

کلیدواژه‌ها: مدل‌سازی اطلاعات ساختمان؛ نظریه داده‌بنیاد؛ پویایی‌شناسی سیستم؛ پذیرش فناوری؛ شبیه‌سازی.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۵/۲۴، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۷/۱۵.

* مربی، دانشگاه ایوان‌کی، گرمسار (نویسنده مسئول).
E-mail: mbastan@eyc.ac.ir
** کارشناسی ارشد، دانشگاه ایوان‌کی، گرمسار.
*** استاد، دانشگاه ایوان‌کی، گرمسار.

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

صنعت ساخت‌وساز ایران از نظر سرمایه و حجم نیروی انسانی فعال در آن جز یکی از صنایع بزرگ ایران است [۳۵]. عواملی نظیر رشد جمعیت و افزایش تقاضا، اهمیت زمان تحویل پروژه‌های عمرانی و مدیریت زمان پروژه‌ها، نرخ بازگشت سرمایه و کاهش زمان برگشت سرمایه در این صنعت، سرمایه‌گذاران را به ضرورت تغییر و تحول در شیوه‌های سنتی صنعت ساختمان سوق می‌دهد. فناوری‌های نوین و به خصوص فناوری اطلاعات در دهه‌های اخیر، تأثیر بسزایی در کارایی صنایع مختلف تولیدی و خدماتی داشته‌اند؛ بخش ساختمان نیز می‌تواند تأثیرپذیری بیشتری از فناوری اطلاعات داشته باشد. فرآیند ساخت در بسیار از کشورهای پیشرفته از سال‌ها پیش صنعتی شده است. فناوری‌های نوین با اصلاح کیفیت و تولید مدرن به یاری این صنعت آمده‌اند و موجب پیشرفتی عظیم در اصلاح کیفیت ساختمان‌ها، بهینه‌سازی مصرف انرژی و مصالح ساختمانی و افزایش عمر ساختمان شده‌اند. علی‌رغم این پیشرفت‌های عظیم جهانی در بخش ساختمان، روند تغییرات در بخش ساختمان ایران بسیار کند است. علاوه بر اینکه برنامه‌ریزی مدونی برای استفاده از فناوری‌های نوین جهانی در صنعت ساختمان صورت وجود ندارد، روند صنعتی‌شدن در این حوزه به‌کندی در حال شکل‌گیری است. علی‌رغم تلاش‌هایی که برای بهبود وضعیت صنعت ساختمان صورت گرفته است، بسیاری به‌دلیل بی‌توجهی به قابلیت‌ها و نیازهای داخلی با شکست مواجه شده‌اند.

در عصر فعلی با پیدایش کلان‌شهرها و افزایش تقاضای مسکن ازیک‌طرف و پیشرفت‌های فناوری در حوزه‌های مختلف از سوی دیگر، نیاز به یک صنعت ساخت‌وساز مدرن در کشورها بیش از گذشته احساس می‌شود. سیستم‌های ابتدایی و سنتی ساختمان‌سازی دیگر نمی‌توانند پاسخگوی نیازهای متنوع، پیچیده و روبه‌رشد صنعت ساختمان باشند. شرایط کنونی صنعتی‌شدن ساخت‌وساز و استفاده از روش‌های نوین را طلب می‌کند. رشد صنعت ساختمان به‌عنوان یک صنعت مادر تأثیر مستقیمی بر توسعه اقتصادی کشور دارد و رکود آن می‌تواند موجب رکود اقتصاد کشور شود. بر اساس گزارش بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، سهم بخش ساختمان در تولید ناخالص داخلی سال ۱۳۹۵ کشور در حدود ۵/۲ درصد بوده است؛ همچنین وضعیت ارزش‌افزوده این صنعت در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ به‌ترتیب منفی ۱۳/۱ و ۱۷ درصد بوده است [۸].

شاخص دیگری که اهمیت بخش ساختمان را در اقتصاد کشور روشن می‌کند، اشتغال‌زایی این بخش است. آمارهای منتخب بازار کار حاکی از سهم ۱۲ درصدی بخش مسکن در زمینه اشتغال است [۸]. با هدف افزایش بهره‌وری، استفاده از فناوری‌های نو در صنعت ساخت‌وساز به یکی از موضوع‌های مهم در سال‌های اخیر تبدیل شده است که در اجرای پروژه و موفقیت آن

www.SID.ir

Archive of SID

نقش اساسی ایفا می‌کند. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان[1] یکی از این فناوری‌های نوین است که در صورت پذیرش[2] و اشاعه[3] آن می‌توان شاهد تحولات چشمگیری در بخش ساخت و ساخت بود. با استفاده از این فناوری فرصت به‌اشتراک‌گذاری و تبادل اطلاعات لازم برای تصمیم‌گیری‌های مهم در مراحل اولیه اجرای پروژه به تمامی ذی‌نفعان وجود خواهد داشت؛ همچنین این فناوری به‌عنوان یک پایگاه ارتباطی بین عوامل مختلف پروژه و سازمان‌های ناظر و ذی‌نفعان می‌تواند باعث بهبود سرعت انجام پروژه و افزایش بهره‌وری شود. با توسعه و استفاده از این فناوری هزینه‌های خطا و دوباره‌کاری در صنعت ساخت‌وساز کاهش خواهد یافت. با توجه به اینکه بیشترین مصرف انرژی کشور در بخش ساختمان انجام می‌شود، با به‌کارگیری این فناوری، بهینه‌سازی مصرف انرژی صورت می‌گیرد. در بُعد دیگر با اجرایی‌شدن آن می‌توان کیفیت ساخت‌وساز در کشور را به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بهبود داد و به سمت ساخت‌وسازهای ناب و سبز گام برداشت و با کنترل آسیب‌های زیست‌محیطی به تحقق توسعه پایدار کمک کرد.

علی‌رغم وجود درک مشترک از مزایای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان نزد فعالیت حوزه ساخت‌وساز کشور ایران، میزان پذیرش این فناوری در سطح بسیار پایینی قرار دارد؛ ازاین‌رو پژوهش حاضر باهدف شناسایی ساختار مؤثر بر پذیرش، اشاعه و توسعه این فناوری شکل گرفته و به دنبال یافتن راهکارهای اثربخش برای توسعه استفاده از این فناوری در صنعت ساخت‌وساز کشور است.

این پژوهش شامل شش بخش اصلی است: در بخش نخست مقدمه ارائه شده و بخش دوم به مبانی نظری موضوع و مرور پژوهش‌های پیشین تخصیص یافته است. در بخش سوم روش پژوهش ترکیبی بیان شده و در بخش چهارم با به‌کارگیری روش پژوهش، مدل شبیه‌سازی مسئله ارائه می‌شود. در بخش پنجم نتایج اجرای سیاست‌های مختلف روی مدل شبیه‌سازی و گزارش خواهد شد. در بخش آخر، جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها برای پژوهش‌های آتی ارائه می‌شود.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

بسیاری از شرکت‌های پیشرو در سال‌های اخیر در حوزه ساخت‌وساز تغییرات عمده‌ای مبتنی بر فناوری اطلاعات را در حوزه عملیاتی خود درک کرده‌اند. یکی از انقلابی‌ترین این پیشرفت‌ها کاربرد مدل‌سازی اطلاعات در عرصه ساخت بوده است که با نام مدل‌سازی اطلاعات ساختمان شناخته می‌شود [۱۲]. بر اساس استاندارد مدل‌سازی اطلاعات ساختمان این فناوری، فرآیندی

1. Building Information Modeling (BIM)
2. Adoption
3. Diffusion

www.SID.ir

Archive of SID

پیشرفته در رابطه با برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت، عملکرد و مدیریت تسهیلات با استفاده از مدل اطلاعات استانداردشده قابل‌خواندن توسط دستگاه‌ها و برنامه‌های جدید یا قدیم است که دربرگیرنده همه اطلاعات مناسب تولید یا گردآوری‌شده در رابطه با آن تسهیلات، در فرمتی قابل‌استفاده از جانب تمام ذی‌نفعان است [۳۲].

در تعریفی دیگر، این فناوری به‌عنوان یک فناوری نو و مجموعه‌ای کاملاً مرتبط از تمامی فرآیندهای ساخت‌وساز شامل تولید، ارتباطات و تجزیه‌وتحلیل مدل‌های ساخت تعریف شده است [۱۱]. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را می‌توان یک فناوری در نظر گرفت؛ زیرا قابلیت ارائه اطلاعات در قالب یک مدل چندبعدی را داراست. تمامی عوامل دخیل در پروژه به نسبت نیازهایشان می‌توانند از یک مدل شبیه‌سازی‌شده استفاده کنند. طراحی پارامتریک، دومین دلیلی که مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را می‌توان به عنوان فناوری قلمداد نمود. واژه پارامتریک، فرآیندی را تشریح می‌کند که در آن با تغییر در مقادیر دیجیتالی یکی از اجزا، آن جزء رفتاری متفاوت با مقدار قبلی خود ارائه می‌دهد؛ اما یکی از مهم‌ترین دلایل و البته برتری‌هایی که مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به مدل‌های سه‌بعدی پیدا می‌کند یک‌جزءبودن آن به‌جای چند جزء جدا از هم بودن آن است؛ به‌عبارت‌دیگر مدل‌های پیشین موجود اطلاعات ساختمان متشکل از اجزای متعددی بود و هر یک به شکل یکتا، موجودیتی[1] ناقص محسوب می‌شد؛ حال‌آنکه مدل‌سازی اطلاعات ساختمان از یکپارچگی بی‌نظیری برخوردار است که آن را در زمره فناوری‌های برتر قرار می‌دهد [۱۴].

مؤسسه‌های مک گروهیل[2] آمریکا و ان بی اس[3] بریتانیا، دو مرکز اصلی بررسی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان هستند و هر ساله گزارش‌های مقایسه‌ای از کشورهای مختلف ارائه می‌کنند. طبق گزارش مؤسسه مک گروهیل، میزان پذیرش این فناوری از ۲۸ درصد در سال ۲۰۰۷ به ۴۹ درصد در سال ۲۰۰۹ و ۷۱ درصد در سال ۲۰۱۲ رسیده است [۲۹].

پژوهش‌های متعددی در زمینه مدل‌سازی اطلاعات ساختمان ارائه شده است و هر یک از این پژوهش‌ها به جنبه‌ها و کاربردهای متفاوتی از آن پرداخته‌اند. هر یک از پژوهش‌ها با رویکردهای متفاوت به بررسی وضعیت یا اثربخشی و بهبود و درک مزایای این فناوری اشاره کرده و در راستای پیشرفت و توسعه و به‌کارگیری گسترده‌تر این فناوری کمک کرده‌اند. به‌طورکلی پژوهش‌های بررسی‌شده به سه قسمت تقسیم می‌شود؛ دسته نخست، پژوهش‌هایی است که در زمینه بررسی وضعیت پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و موانع و مشکلات عدم‌پذیرش و اجرای آن انجام شده است. دسته دوم، پژوهش‌هایی است که کاربردها، مزایا و

1. Entity
2. McGraw Hill
3. NBS

www.SID.ir

Archive of SID

اثربخشی فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را بررسی کرده‌اند؛ و سومین دسته به پژوهش‌هایی اختصاص دارد که به‌منظور ارائه مدل به منظور بهبود و درک بهتر فناوری صورت گرفته است. ممتر[1] و همکاران (۲۰۱۷)، علل ریشه‌ای پذیرش کم مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در مالزی را با رویکرد پویایی‌شناسی سیستم بررسی کردند. آنها با استفاده از تحلیل علّی نشان دادند. به‌منظور افزایش بهره‌وری ساختمان باید تمامی بخش‌ها، اعم از دولت، بخش خصوصی و سازمان‌های غیرانتفاعی، از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان حمایت کنند [۲۳]. در پژوهشی دیگر، تحلیلی بر پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در تایلند و صنعت طراحی و مهندسی آن کشور انجام شد و رفتار پویای پذیرش این فناوری با مطالعه موردی چهار شرکت مورد بررسی قرار گرفت [۲۴]. هدف این پژوهش، تعریف و مقایسه سیاست‌های مرتبط با پذیرش این فناوری برای یک دوره شبیه‌سازی ده‌ماهه بود. چهار سیاست ادامه وضع موجود، آموزش، استخدام نیروی جدید و پاداش مورد بررسی قرار گرفت؛ نتایج نشان داد سیاست آموزش مؤثرترین سیاست در افزایش کارایی و اجرای مؤثر در شرکت‌های این کشور است.

حسینی و همکاران (۲۰۱۶)، در پژوهش خود، موانع پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را شناسایی کردند. این مطالعه که با استفاده از پرسشنامه، نظریات متخصصان ساخت‌وساز را جمع‌آوری نموده بود، نشان داد که متخصصان صنعت ساخت‌وساز نسبت به مدل‌سازی اطلاعات ساختمان بی‌علاقه و بی‌تجربه هستند؛ همچنین عدم‌حمایت و نبود انگیزه برای ترویج آن از سوی سیاست‌گذاران، مهم‌ترین موانع پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان هستند. عدم‌آگاهی و دانش و دردسترس‌نبودن اسناد آموزش، ازجمله سایر موانع پذیرش این فناوری در ایران است. همچنین مقاومت دربرابر تغییر روش‌های سنتی و هزینه‌ها در کنار سرعت اینترنت و نبودن زیرساخت‌های لازم و ناآگاهی از مزایای بالقوه؛ دیگر موانع پذیرش این فناوری شناسایی شدند [۱۶].

گائو[2] (۲۰۱۶)، به بررسی پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان برای اثربخشی پروژه‌های ساخت‌وساز در چین پرداخت. هدف این مطالعه تجزیه‌وتحلیل پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و درک بهتر مزایای فناوری برای چرخه عمر پروژه بود. نتایج نشان می‌دهد مدل‌سازی اطلاعات ساختمان مزایای زیادی از جمله کاهش هزینه و افزایش کیفیت را به ارمغان می‌آورد، اشتباهات طراحی را کاهش و زمان ساخت را کوتاه کرده و صاحبان پروژه را قادر می‌سازد که بهره‌وری عملیاتی بیشتری از پروژه داشته باشند. همچنین پشتیبانی بالای مدیریت، هنجار ذهنی، اتوماسیون و سازگاری، به عنوان مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پذیرش این فناوری شناسایی شده و پیچیدگی‌های فنی، برنامه‌ریزی و تأمین مالی نیز به عنوان موانع عمده پذیرش مدل‌سازی

1. Mamter
2. Gao

www.SID.ir

Archive of SID

اطلاعات ساختمان احصا گردید [۱۳]. در تحقیقی دیگر، وضعیت پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در میان کارگران نروژی استفاده‌کننده از این فناوری در بخش ساخت اسکلت و نصب پایانه ۲ فرودگاه اسلو را مورد مطالعه قرار گرفت [۷]. نتایج نشان می‌داد، از نظر کارگران استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان آسان بوده و آن‌ها مایل به استفاده از این فناوری در دیگر پروژه‌ها بوده و معتقد بودند این فناوری برای استفاده در سیستم‌های پیچیده مناسب است.

مهران (۲۰۱۶)، وضعیت پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را در امارات متحده عربی از طریق نظرسنجی با افراد خبره در این حوزه بررسی نمود. نتایج تحقیق نشان می‌دهد نبود استانداردهای لازم و مقاومت در برابر تغییر و ناآگاهی، از مشکلات عدم‌پذیرش این فناوری در امارات متحده عربی است [۲۲].

مانقاساریان و نکوئی (۲۰۱۶)، در پژوهشی با عنوان بررسی و تحلیل مدل‌سازی اطلاعات ساختمانی و ارزیابی عدم‌تحقق آن در ایران، به بررسی پذیرش این فناوری با ابزار گردآوری داده پرسشنامه پرداختند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد مشکلات فنی، مالی، منابع انسانی و زمان مهم‌ترین عوامل عدم‌تحقق مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در پروژه‌های عمرانی ایران است [۲۱].

روگرز[1] و همکاران (۲۰۱۵)، روند پویای فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را در بخش ساخت‌وساز مالزی با هدف رفع موانع و ایجاد محرک‌هایی برای پذیرش این فناوری بررسی نمودند. نتایج نشان داد که فقدان کارکنان آموزش‌دیده و عدم‌هدایت و حمایت دولت، مهم‌ترین موانع استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در کشور مالزی است [۲۷].

ستوده (۲۰۱۵)، در تحقیق خود به بررسی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در ایران پرداخت. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که رکود موجود، وجود پیمانکاران تجربی و ساخت‌وسازهای سنتی، نیاز اجرای فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به تغییرات در قوانین، استانداردها، روش‌های کاری، ارتباطات در پروژه و تعریف فرآیندهای کاری بر پایه فلسفه‌های جدید؛ از دلایل عدم استقبال صنعت ساخت کشور از ورود این فناوری است و بدون این تغییرات اجرای کامل آن ممکن نخواهد بود [۲۸].

رفیعیان (۲۰۱۴)، در تحقیق خود به معرفی قابلیت‌های پیشرفته این فناوری با جمع‌آوری اطلاعات از طریق پرسشنامه و نظرسنجی از افراد خبره پرداخته و ضمن بررسی روند روبه‌رشد این فناوری، سنجش سطوح بلوغ مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را موردمطالعه قرار داد. وی نبود نیروی متخصص و هزینه‌های آموزش و اجرای این فناوری را مهم‌ترین دلایل عدم استفاده کاربران ایرانی از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان دانست [۲۵].

1. Rogers

www.SID.ir

Archive of SID

متیوز[1] و همکاران (۲۰۱۴)، به مطالعه اهمیت پویایی‌های سیستم در پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در هندوستان پرداختند و سه پروژه را به‌صورت خاص به مدت پنج ماه از طریق مصاحبه و شرکت در جلسه‌های هفتگی پروژه‌ها بررسی کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که هیچ چارچوب خاصی برای درک فناوری در پروژه‌های به‌طور خاص وجود ندارد و پویایی‌شناسی سیستم یک روش امیدبخش برای بهبود درک افراد از فناوری‌های ساخت‌وساز است [۲۰].

سان[2] و همکاران (۲۰۱۴)، در پژوهشی با عنوان پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در سازمان‌های طراحی، به مطالعه تجربه معماران در شرکت‌های طراحی کره‌ای پرداختند. هدف این مطالعه بررسی عواملی بود که پذیرش معماران این کشور را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتایج نشان داد خودکارایی کامپیوتری[3] از حوزه فردی، حمایت مدیریت ارشد، هنجار ذهنی[4]، سازگاری با قصد رفتاری از طریق سهولت و سودمندی درک شده، از جمله عوامل مهم افزایش استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در شرکت‌های طراحی کره‌ای است [۳۳].

وانگ[5] و همکاران (۲۰۱۴)، موج دوم فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را که بر پایه محاسبات ابری این فناوری است، بررسی کردند. نتایج نشان داد که استفاده از محاسبات ابری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌تواند سرعت ساخت‌وساز را بهبود ببخشد؛ اما درعین‌حال مشکل احتمال ازبین‌رفتن داده‌ها و اطلاعات در جریان انتقال به ابر وجود دارد [۳۶].

ادی و براون[6] (۲۰۱۳)، در پژوهشی با عنوان بررسی وضعیت فعلی و تغییرات موردنیاز برای پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در انگلستان، وضعیت این فناوری را در این کشور را بررسی کردند. نتایج نشان داد که تغییر پارادایم از جنبه‌های فنی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان بسیار مهم‌تر است؛ همچنین استانداردهای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و هزینه‌ها به‌عنوان دو عامل مهم دیگر شناسایی شدند که نیاز به تغییر ساختاری داشتند [۱۰].

گال و جنسن[7] (۲۰۰۸)، وضعیت مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در کشورهای اسکاندیناوی و با تمرکز بر صنعت ساختمان دانمارک و ایسلند بررسی کردند. نتایج نشان داد عدم‌پشتیبانی از نرم‌افزارهای موجود از مشکلات صنعت ساختمان ایسلند است؛ در مقابل دانمارک در حوزه استفاده از مدل‌سازی اطلاعات دارای سطح پذیرش بسیار مناسب است [۱۲]. بنک و همکاران[8] (۲۰۱۰)، با ترکیب مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و پویایی‌شناسی سیستم، چارچوبی برای

1. Mathews
2. Son
3. computer self-efficacy
4. Subjective Norm
5. Wong
6. Eadie and Browne
7. Gal and Jensen
8. Bank

www.SID.ir

Archive of SID

تصمیم‌گیری در عملیات و طراحی ساختمان تحت حمله بیوتروریسم انجام دادند و روش‌ها و سیاست‌های مقاوم‌سازی در آن‌ها را بررسی کردند [۶]. چریتامارا[1] و همکاران (۲۰۰۲)، یک مدل پویایی‌شناسی سیستم شامل زیرسیستم‌های عمده و روابط میان آن‌ها در پروژه‌های ساخت‌وساز طراحی و ساخت پیشنهاد دادند. این مدل یک ابزار مناسب برای درک بهتر روابط بین بخش‌های طراحی، تهیه و ساخت‌وساز ارائه کرد [۹]. خلاصه پژوهش‌های پیشین در جدول ۱، گزارش شده است.

جدول ۱. خلاصه پیشینه پژوهش

پژوهشگر	سال	موضوع	هدف	ابزار
ممتر و عبدالعزیز[۲۳]	۲۰۱۷	ریشه‌های علی پذیرش کم مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در مالزی با رویکرد پویایی‌شناسی سیستم	بررسی ریشه‌های اصلی موثر در کم‌شدن پذیرش فناوری	مرور مبانی نظری و نمودارهای علّی
نگوتاناسووان هادیکوسومو[2][۲۴]	۲۰۱۷	مدل‌سازی پویایی‌شناسی سیستم برای پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در تایلند	تعریف، مقایسه و بررسی سیاست‌های پذیرش فناوری	مرور مبانی نظری و پویایی‌شناسی سیستم
حسینی و همکاران [۱۶]	۲۰۱۶	بررسی اولیه وضعیت فعلی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در ایران	شناسایی موانع پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان	نظرسنجی با پرسشنامه و تحلیل
گائو [۱۳]	۲۰۱۶	پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان برای اثربخشی پروژه‌های ساخت‌وساز در چین	تجزیه‌وتحلیل پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و درک بهتر مزایای فناوری برای چرخه عمر پروژه	نظرسنجی با پرسشنامه و تحلیل
بو[3] و همکاران [۷]	۲۰۱۶	وضعیت پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در میان کارگران نروژی	ارزیابی اثربخشی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در پروژه	مصاحبه و تحلیل نظرسنجی
مهران [۲۲]	۲۰۱۶	وضعیت پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در ایالات‌متحده عربی	شناسایی موانع پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان	نظرسنجی و تحلیل
مانقاساریان و نکویی [۲۱]	۲۰۱۶	بررسی و تحلیل مدل‌سازی اطلاعات ساختمانی و ارزیابی عدم‌تحقق آن در ایران	بررسی و ارزیابی موانع مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در ایران	پرسشنامه و مقایسه دودویی معیارهای اصلی
روگرز و همکاران [۲۷]	۲۰۱۵	بررسی روند فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در بخش	برداشتن موانع و ایجاد محرک‌هایی برای پذیرش	پرسشنامه و مصاحبه و تحلیل

1. Chritamara
2. Ngowtanasuwan Hadikusumo
3. Bui

www.SID.ir

Archive of SID

پژوهشگر	سال	موضوع	هدف	ابزار
		ساخت‌وساز	این فناوری در کشور مالزی	
ستوده [۲۸]	۲۰۱۵	تحلیل و اجرای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان	تحلیل فناوری در کشور	مرور مبانی نظری و تکنیک SWOT
رفیعیان [۲۵]	۲۰۱۴	مدیریت مدل‌سازی اطلاعات ساختمان	معرفی قابلیت‌های پیشرفته این فناوری و بررسی روند این فناوری و سطوح بلوغ آن در ایران	پرسشنامه و نظرسنجی و تحلیل آن
متیوز و همکاران [۲۰]	۲۰۱۴	بررسی اهمیت پویایی‌شناسی سیستم در پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان	ادغام پویایی‌شناسی سیستم با فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به منظور بهبود ساخت‌وساز	مرور مبانی نظری و پویایی‌شناسی سیستم
سان و همکاران [۳۳]	۲۰۱۴	پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در سازمان‌های طراحی	بررسی عوامل موثر بر پذیرش معماران	یک مدل پذیرش فناوری از طریق نظرسنجی
وانگ و همکاران [۳۶]	۲۰۱۴	مروری بر فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان با پایه رایانش ابری در بخش ساختمان	بررسی مبانی نظری فراگیر ابر مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و شناسایی روند فعلی و کمبود پژوهش‌ها در این زمینه	مرور مبانی نظری
ادی و براون [۱۰]	۲۰۱۳	بررسی وضعیت فعلی و تغییرات موردنیاز برای پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در انگلستان	شناسایی تغییرات برای پذیرش بیشتر فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان	از طریق نظرسنجی و تحلیل آن
گال وجنسن [۱۲]	۲۰۱۳	بررسی وضعیت مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در کشورهای اسکاندیناوی با تمرکز بر صنعت ساختمان دانمارک	آگاهی از وضعیت مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در کشورهای اسکاندیناوی	تجزیه‌وتحلیل جداگانه
کاسیم و ساکر [۱۸]	۲۰۱۳	مقایسه سطح بلوغ مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در کشورها	مقایسه میزان پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در کشورها	چارچوب ساکر
بنک [۶]	۲۰۱۰	ارائه چارچوبی برای تصمیم‌گیری در عملیات و طراحی ساختمان	ارائه مدلی برای تصمیم‌گیری و طراحی ساختمان‌های تحت حمله بیوتروریسم	روش پویایی‌شناسی سیستم
چریتامارا و همکاران [۹]	۲۰۰۲	درک بهتر روابط بین طراحی، تهیه و ساخت‌وساز	درک بهتر روابط بین طراحی، تهیه و ساخت‌وساز	مرور مبانی نظری و پویایی‌شناسی سیستم

www.SID.ir

Archive of SID

با درنظرگیری تقسیم‌بندی اشاره شده در خصوص پژوهش‌های پیشین، می توان گفت؛ دسته نخست به بیان کاربردها، مزایا و کارایی این فناوری پرداخته‌اند؛ پژوهش‌های دسته دوم تلاش کرده‌اند مدل‌هایی برای درک بهتر این فناوری ارائه کنند؛ در سوی دیگر، پژوهش‌های دسته سوم به تحلیل وضعیت پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و بررسی موانع و مشکلات عدم‌پذیرش و اجرای آن عمدتاً با استفاده از رویکردهای مبتنی بر پیمایش میدانی و شناسایی جداگانه عوامل پرداخته‌اند. می‌توان گفت آنچه در پژوهش‌های انجام‌شده به‌عنوان شکاف پژوهشی نمود پیدا می‌کند، فقدان پژوهش‌هایی است که ضمن شناسایی ساختار سیستمی مسئله پذیرش این فناوری، امکان ارزیابی مبتنی بر مدل سیاست‌های بهبود را فراهم سازد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

روش‌شناسی پژوهش حاضر به صورت یک روش ترکیبی، با بکارگیری نظریه داده بنیاد[1]و رویکرد پویایی‌شناسی سیستم[2]است. نظریه داده‌بنیاد یکی از روش‌های پژوهش کیفی است که مبنای آن رویکرد استقرایی است. کاربرد این روش‌شناسی کیفی زمانی است که پدیده و موضوع موردبررسی قابلیت اندازه‌گیری نداشته و به‌صورت فرآیندی باشد. مراحل این روش به این صورت است که ابتدا نمونه‌گیری نظری انجام شده و پس جمع‌آوری داده‌ها و یا هم‌زمان با جمع‌آوری داده‌ها، کدگذاری و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها صورت می‌پذیرد. تجزیه‌وتحلیل با روش کدگذاری که شامل سه مرحله کدگذاری باز، محوری و انتخابی است تا زمان اشباع نظری ادامه یافته و زمانی که اشباع نظری حاصل شد، نظریه موردنظر از داده‌های کدگذاری‌شده ساخته می‌شود. در این بررسی پس از مشخص‌شدن کُدهای مهم، متغیرهای تأثیرگذار بر پدیده موردمطالعه مشخص می‌شوند [۱].

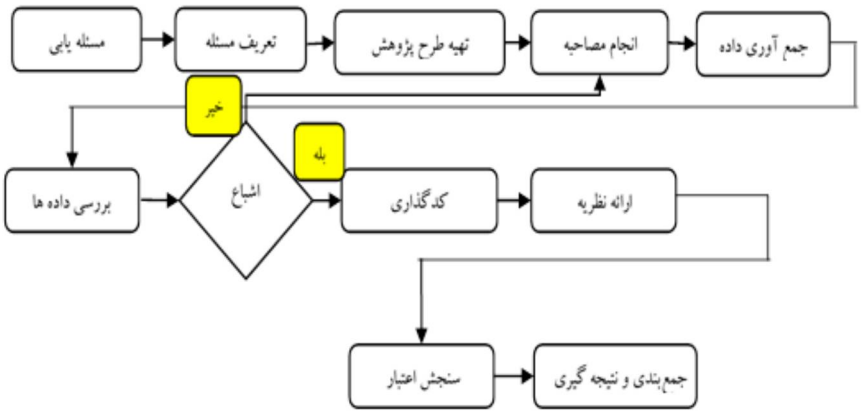
روش جمع‌آوری داده در پژوهش حاضر، روش مصاحبه و مشاهده بود و با توجه به اینکه جمع‌آوری داده و تحلیل آن به‌صورت پیوسته و هم‌زمان صورت می‌گیرد در حین انجام از مقاله‌های گردآوری‌شده و یادداشت‌ها نیز استفاده شده است. مصاحبه‌ها به‌صورت ساختاریافته با طرح سؤال صورت گرفت و در برخی موارد بر حسب اقتضای شرایط نسبت به مشاهده و جمع‌آوری داده توسط پژوهشگر پرداخته شد تا برخی جنبه‌های مسئله توسط خود پژوهشگر لمس شود. به‌منظور اعتباربخشی به نتایج، پژوهشگران در این پژوهش، در مرحله کدگذاری باز به شیوه مقایسه‌ای به تطابق میان همگونی اطلاعات و مقوله‌های به‌دست‌آمده پرداختند؛ همچنین در جریان کدگذاری محوری، در مورد مقوله‌ها سؤال طراحی شده و در رابطه با داده‌ها به بررسی شواهد و وقایع پرداخته شد.

1. Grounded Theory
2. System Dynamics

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به تعداد زیاد کُدهای تولیدشده، به‌منظور خلاصه‌سازی آن‌ها، کُدهای اولیه به کُدهای ثانویه تبدیل شدند که اساس و پایه این اقدام در قرابت مفهوم و معنای کُدهای اولیه به یکدیگر بود. در نهایت تعداد ۱۱۸ کُد ثانویه، ۵۰ مفهوم و تعداد ۱۷ مقوله به‌دست آمد. فعالیت‌های لازم برای بکارگیری نظریه داده‌بنیاد در پژوهش را می‌توان در سه مرحله مطالعات مقدماتی، مطالعات اصلی و اقدامات تکمیلی طبقه‌بندی کرد. در مرحله مقدماتی بر مسئله پژوهش و بیان سؤال پژوهش تأکید می‌شود و پژوهشگر بر اساس دغدغه‌های پژوهشی و حوزه تخصصی و مطالعاتی خود به دنبال کشف مشکلات در قالب مسائل پژوهشی است. در مرحله مطالعات اصلی داده‌ها کدگذاری می‌شوند که خود شامل چندین مرحله کدگذاری است؛ سپس تحلیل داده‌های کدگذاری‌شده صورت می‌گیرد و ادامه روند تا رسیدن به نقطه اشباع ادامه می‌یابد. در مرحله اقدامات تکمیلی، بعد از رسیدن به نقطه اشباع، پژوهشگر اقدام به ارائه نظریه می‌کند و درنهایت جمع‌بندی و اعتباربخشی به نتایج صورت می‌پذیرد. شکل ۱، مراحل انجام فاز کیفی این پژوهش را نمایش می‌دهد.



شکل ۱. مراحل روش نظریه داده‌بنیاد [۳۰]

بخش دوم روش پژوهش حاضر، استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم است. روش‌شناسی پویایی‌شناسی، ابزاری مناسب برای تحلیل و درک علل رفتار پویا در سیستم‌های پیچیده با معرفی ساختار مولد رفتار مشکل‌زا بر اساس تفکر سیستمی است [۲]. از ویژگی‌های بارز این روش‌شناسی این است که امکان ارزیابی سیاست‌های مختلف تصمیم را در قالب سناریو فراهم می‌کند و با شبیه‌سازی کمّی نتایج حاصل از اجرای سیاست در یک محیط کوچک که دراصطلاح

www.SID.ir

Archive of SID

خرده جهان[1]نامیده می‌شود، امکان یادگیری از سیستم و درنتیجه زمینه لازم برای بهبود رفتار مشکل‌زا و ارائه راهکارهای اثربخش‌تر مبتنی بر تفکر سیستمی را میسر می‌سازد [۳]. فرآیند ساخت مدل در رویکرد پویایی‌شناسی سیستم توسط پژوهشگران شامل مراحل ۱. تشریح دقیق مسئله و بیان ابهام، ۲. رفتارهای مرجع، ۳. تدوین فرضیه پویا، ۴. نگاشت ساختار سیستمی علّی، ۵. نگاشت ساختار انباشت و جریان، ۶. تدوین معادلات ریاضی مدل ۷. اعتبارسنجی مدل، ۸. شناسایی نقاط اهرمی، ۹. سناریوسازی و ۱۰. شبیه‌سازی نتایج اجرای سناریوها است [۳۱].

اجرای این روش‌شناسی در دو قالب عمده کیفی و کمی امکان پذیر است. در رویکرد کیفی، با تحلیل حلقه‌های بازخوردی علّی مسئله، شناختی کل نگر از مسئله و همچنین پیامدهای اجرای تصمیمات بدست می‌آید [۵، ۲۶، ۳۴، ۳۷]. نمونه ای از کاربرد رویکرد کیفی هستند. در مقابل در رویکرد کمّی، با ارائه یک مدل انباشت و جریان و بکارگیری معادلات ریاضی، قابلیت شبیه سازی پیامدهای اجرای سیاست‌ها به خصوص در بازه بلند مدت قابل مشاهده بوده و در مقابل رویکرد کیفی، بینشی عمیق از ساختار مسئله می تواند فراهم سازد [۴، ۱۵، ۱۹]. از کاربرد رویکرد کمّی در حل مسائل مشابه هستند.

در گام اول روش پژوهش، با اجرای نظریه داده بنیاد، عوامل موثر بر پذیرش فناوری شناسایی شده و مدل مفهومی ایستا از پذیرش فناوری ساخته خواهد شد. سپس در گام بعد با اجرای روش‌شناسی پویایی شناسی سیستم، یک مدل پویا از مسئله پذیرش با قابلیت شبیه‌سازی پیامدهای اجرای سیاست‌های مختلف بر سطح پذیرش فناوری ارائه خواهد شد. با تحلیل پویایی‌های پذیرش فناوری در بلندمدت، سیاست اثربخش مدیریت مسئله شناسایی خواهد شد.

٤. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

اجرای روش

تشریح مسئله. صنعت ساخت‌وساز یکی از مهم‌ترین صنایع در کشور ایران است و هر ساله هزینه‌های زیادی بابت ارتقا این صنعت اختصاص داده می‌شود؛ اما صرف هزینه‌های بالای ارتقا کیفیت که در موارد بسیار فاقد مطالعات تحقیق و توسعه کافی هستند، باعث هدررفت سرمایه کشور می‌شوند. مشکلات موجود در روش‌ها و سیستم‌های صنعتی ساختمان‌سازی در پاسخ به نیازهای جمعیت درحال‌رشد، کیفیت نسبتاً پایین محصول نهایی، تقاضا برای ساخت باکیفیت بالاتر، بالابودن میزان مصرف انرژی و مواد اولیه در ساختمان‌سازی و تأثیرات منفی زیست‌محیطی ناشی از تولید انبوه زباله و نخاله‌های ساختمانی نمونه‌هایی از مشکلات صنعت ساخت‌وساز هستند. علاوه بر لزوم ساخت ساختمان‌های جدید، کیفیت ضعیف فرآیند ساخت باعث

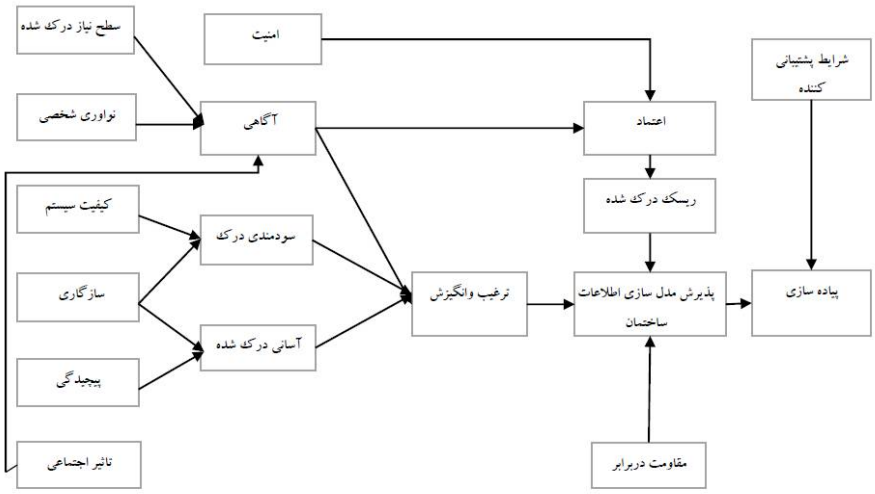
1. Micro World

www.SID.ir

Archive of SID

تسریع استهلاک ساختمان‌های موجود می‌شود و درنهایت تقاضا برای ساختمان‌های جدید را افزایش می‌دهد. پذیرش فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌توان پاسخ مناسبی برای رفع این مشکلات باشد. در این میان آنچه به‌عنوان مسئله اصلی پژوهش حاضر جلوه می‌کند، چگونگی توسعه این فناوری به‌منظور بالابردن سطح پذیرش و استفاده از آن در صنعت ساخت‌وساز کشور ایران است. توسعه و پذیرش این فناوری موضوعی پیچیده است و حتی کشورهای بنیان‌گذار آن، همچون بریتانیا، نیز با مشکلاتی در این زمینه درگیر هستند؛ چراکه این فناوری در کنار داشتن مزایای بسیار و مفید، دارای مشکلات و موانعی با توجه به سیستم‌های موجود در هر کشور می‌باشد. در حالت کلی مشکلاتی مانند هزینه‌های فناوری، سیاست‌گذاری‌های دولت‌ها، نبود نیروی کار ماهر، عدم‌آموزش مناسب، عدم‌اعتماد و مالکیت اطلاعات، مشکلات بومی‌سازی فناوری و نداشتن آگاهی رامی‌توان از عمده مشکلات اصلی این فناوری دانست.

احصای عوامل مؤثر در پذیرش و اجرای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در ایران به‌دلیل عدم‌پیشینه مناسب این فناوری در ایران، امری دشوار است و در این زمینه اطلاعات مستدلل وجود ندارد؛ همچنین بهینه‌کاوی و الگوبرداری از متغیرهای فناوری سایر کشورها به‌دلیل تفاوت زیاد در سطح فناوری کشورها، گزینه مناسبی برای بررسی این موضوع نخواهد بود؛ ازهمین‌رو در این پژوهش در مرحله نخست، از نظریه داده‌بنیاد به‌منظور تولید نظریه با داده‌های خاص کشور ایران استفاده شده است. با اجرای این روش، پس از کدگذاری‌ها و استخراج مفاهیم و مقوله‌ها، مهم‌ترین مقولات، روابط بین آن‌ها و مدل مفهومی پذیرش فناوری به‌صورت شکل ۲، شکل گرفت.



شکل ۲. مدل مفهومی مستخرج از روش نظریه داده‌بنیاد

www.SID.ir

Archive of SID

فرضیه پویا. بر اساس مطالعات صورت‌گرفته و مدل مفهومی تولیدشده، فرضیه پویای پژوهش که ساختار مولد رفتار سیستم را نشان می‌دهد به شرح زیر ارائه می‌شود: در ابتدا که یک فناوری جدید به بازار عرضه شده و به کشوری که تولیدکننده آن نبوده، وارد می‌شود، عوامل متعددی در شکل‌گیری ترغیب و انگیزش برای جذب فناوری تأثیرگذار است. به‌طورکلی این عوامل را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد: دسته نخست، عواملی هستند که به‌عنوان ویژگی‌های فرد تصمیم‌گیرنده شناخته می‌شوند و دسته دوم مربوط به ویژگی‌های خود فناوری است.

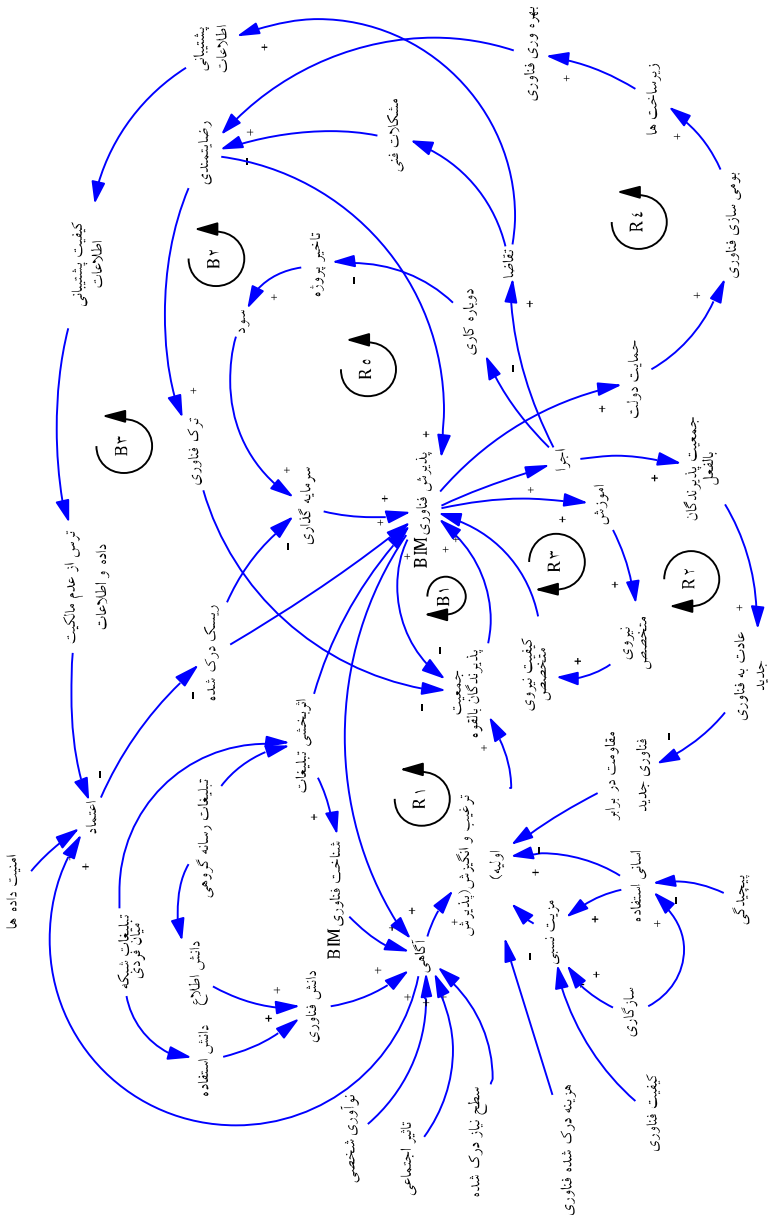
ویژگی‌های درونی و فردی شخص تصمیم‌گیرنده، عواملی هستند که بر آگاهی وی تأثیرگذار هستند.در مقابل ویژگی‌های فناوری بر میزان ترغیب و انگیزش فرد برای جذب فناوری اثر می‌گذارند. نوآوری شخصی و تأثیر اجتماعی، سطح نیاز درک‌شده عوامل مهم در ویژگی‌های فرد تصمیم‌گیرنده و کیفیت، سازگاری، آسانی و سودمندی درک شده از جمله ویژگی‌های مهم می‌باشد. کانال‌های ارتباطی برای تبلیغات از دو طریق انجام می‌شود؛ یکی از طریق شبکه‌های میان‌فردی که دانش چگونگی استفاده از فناوری را افزایش می‌دهد؛ و دیگری تبلیغات گروهی که دانش اطلاع، یعنی وجود داشتن چنین فناوری را افزایش می‌دهد. هر دو دسته از طریق شناخت فناوری و دانش استفاده به آگاهی کمک می‌کنند. آگاهی نیز در میزان ترغیب و جذب تأثیرگذار است. میزان ترغیب و انگیزش بر پذیرندگان بالقوه تأثیر می‌گذارد و آن‌ها را به سمت پذیرش فناوری و بالفعل‌شدن پذیرندگان پیش می‌برد. آموزش نیروی ابتدایی برای متخصص‌شدن و اجرای فناوری، عوامل دیگری هستند که در پذیرش فناوری تأثیرگذارند. از طرف دیگر با پذیرش و اجرای فناوری عادت به استفاده فناوری جدید افزایش می‌یابد و این امر به کاهش مقاومت در برابر فناوری جدید منجر می‌شود و درنهایت به پذیرش بیشتر فناوری کمک می‌کند.

از عوامل دیگر مؤثر در این فناوری کاهش دوباره‌کاری در عملیات ساخت‌وساز پس از اجرای فناوری است که به کاهش تأخیر و افزایش سود کمک می‌کند و به سرمایه‌گذاری بیشتر بر روی فناوری و پذیرش آن منجر می‌شود. از عوامل مهم دیگر در پذیرش و اجرای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، حمایت دولت در کشور است که نقش مهمی در توسعه زیرساخت و بومی‌سازی این فناوری دارد. حمایت دولت، رضایت‌مندی و پذیرش بیشتر را در پی خواهد داشت. به‌عنوان سازوکارهای محدودکننده رشد، مشکلات پس از پذیرش نیز به نارضایتی و حتی ترک فناوری منجر خواهد شد؛ همچنین ترس ذی‌نفعان از به‌اشتراک‌گذاری داده‌ها و مالکیت داده از عوامل دیگر محدودکننده سطح پذیرش هستند.

ساختار علّی سیستم. مطابق فرضیه پویای ارائه‌شده، ساختار علّی مسئله به‌صورت شکل ۳، خواهد بود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. ساختار علّی مسئله

حلقه‌های بازخوردی متعددی در این سیستم وجود دارد. در جدول ۲، خلاصه‌ای از حلقه‌های مهم گزارش شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

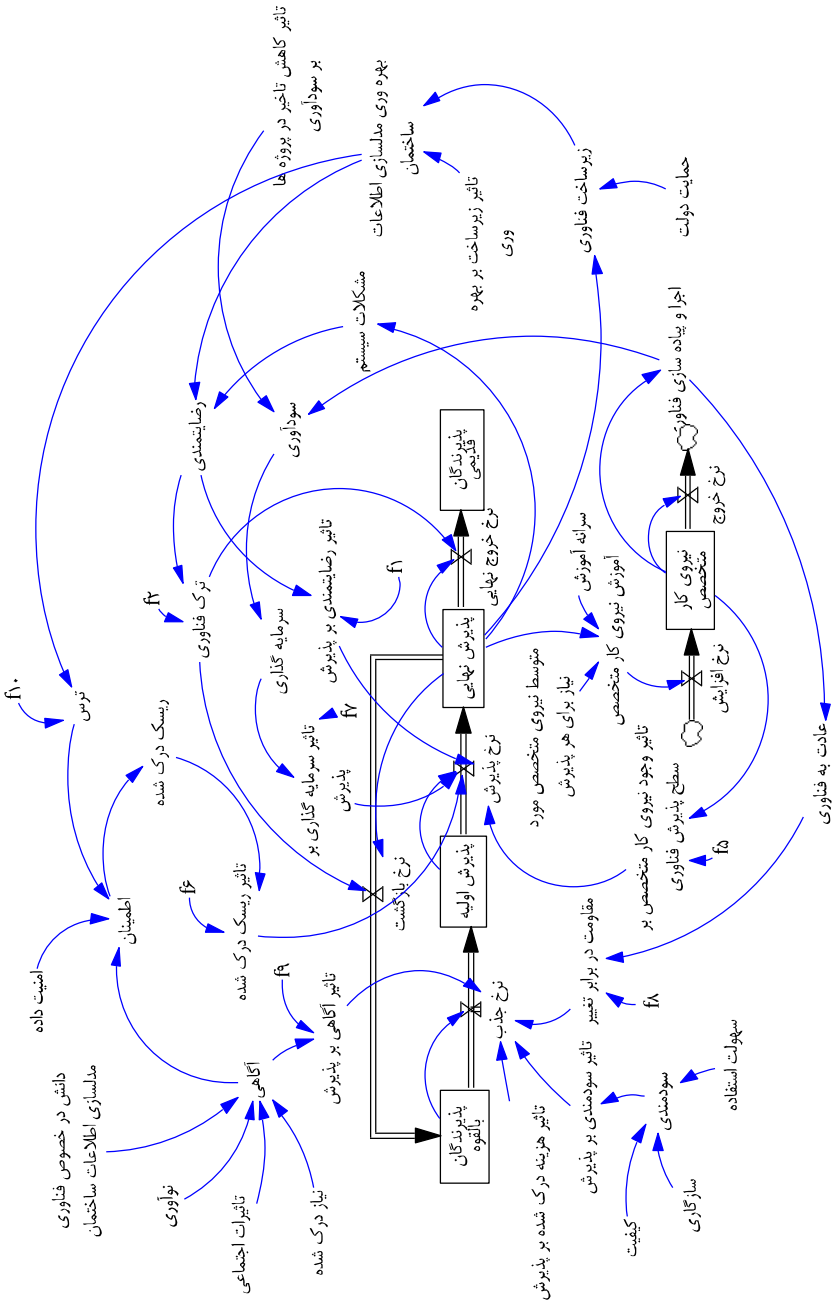
جدول ۲. خلاصه حلقه‌های بازخوردی مدل

نام حلقه	متغیر	شرح
R1	اثر آگاهی بر فناوری	حلقه تاثیر آگاهی بر فناوری را نشان می‌دهد و بیان می‌دارد با افزایش میزان آگاهی از این فناوری، ترغیب و انگیزش افزایش یافته و تعداد پذیرندگان بالقوه فناوری افزایش خواهد یافت.
B1	حلقه تعادل جمعیت	حلقه متعادل‌کننده جمعیت را نشان می‌دهد. حلقه تعادل جمعیت نشان می‌دهد که هر چه تعداد پذیرندگان بالقوه افزایش یابد، پذیرش فناوری نیز افزایش می‌یابد؛ ولی با پذیرش فناوری تعداد پذیرندگان بالقوه کاهش و به پذیرنده بالفعل تبدیل می‌شوند.
R2	اثر عادت بر فناوری	اثر عادت بر فناوری را نشان می‌دهد. با افزایش پذیرش و اجرایی‌شدن آن تعداد پذیرندگان بالفعل افزایش می‌یابد. هرچه این پذیرندگان بیشتر از فناوری استفاده کنند، عادت به فناوری جدید بیشتر می‌شود و مقاومت آن‌ها نسبت به فناوری جدید کاهش می‌یابد که به ترغیب و انگیزش پذیرش فناوری کمک می‌کند و باعث افزایش آن می‌شودکه حلقه رشددهنده است.
B2	اثر ترک فناوری	حلقه اثر ترک فناوری نشان می‌دهد که با افزایش پذیرش و اجرایی‌شدن فناوری، تقاضا برای استفاده از آن افزایش یافته و افزایش تقاضا باعث به‌وجودآمدن مشکلات فنی می‌شود و این مشکلات رضایت‌مندی مشتری را کاهش می‌دهد. کاهش رضایت منجر به ترک فناوری از جانب مشتری می‌شود. جمعیت ترک کننده فناوری، به جمعیت پذیرندگان بالقوه افزوده می‌شود.
R3	اثر آموزش بر فناوری	با پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان نیاز به آموزش برای ایجاد نیروی متخصص افزایش می‌یابد که با افزایش آن تعداد نیروی متخصص افزوده می‌شود با زیادشدن نیروها میزان کیفیت نیروی‌های متخصص افزایش می‌یابد که به پذیرش بیشتر فناوری کمک می‌کند.
B3	اثر اعتماد بر فناوری	اثر اعتماد بر فناوری را نشان می‌دهد. با پذیرش فناوری و اضافه‌شدن تقاضا، پشتیبانی از سیستم نیز افزایش می‌یابد؛ ولی پس از مدتی با افزایش بار پشتیبانی، کیفیت پشتیبانی کم می‌شود و ترس مشتریان را جهت پشتیبانی‌نشدن افزایش می‌دهد. ترس اثر منفی بر اعتماد داشته و هر چه اعتماد مشتری کاهش پیدا کند، ریسک درک‌شده توسط او بیشتر می‌شود و پذیرش را کم می‌کند.
R4	اثر حمایت دولت بر فناوری	اثر حمایت دولت بر فناوری را نشان می‌دهد. با پذیرش فناوری حمایت دولت نیز افزایش می‌یابد. در صورت حمایت دولت، بومی‌سازی‌شدن فناوری در کشور افزایش می‌یابد و زیرساخت‌ها برای هماهنگ‌شدن با فناوری بهتر می‌شود که به افزایش بهره‌وری فناوری کمک می‌کند. با افزایش بهره‌وری فناوری رضایت‌مندی و پذیرش فناوری افزایش می‌یابد.
R5	حلقه سرمایه‌گذاری	حلقه سرمایه‌گذاری را نشان می‌دهد. با پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان میزان دوباره‌کاری کاهش می‌یابد و تأخیر پروژه نیز کم می‌شود که این به افزایش سود پروژه کمک می‌کند و با افزایش سود، سرمایه‌گذاری بر روی فناوری افزایش می‌یابد و پذیرش فناوری بیشتر می‌شود.

ساختار انباشت و جریان. پس از نگاشت روابط علّی میان متغیرها، ساختار انباشت و جریان مسئله باید ارائه شود. مطابق شکل ۴، در این ساختار متغیرهای پذیرش بالقوه، اولیه، نهایی و پیشین در کنار نیروی کار متخصص به‌عنوان متغیرهای انباشت در نظر گرفته شده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. ساختار انباشت و جریان

www.SID.ir

Archive of SID

معادلات مدل

جدول ۳. معادلات ریاضی مدل

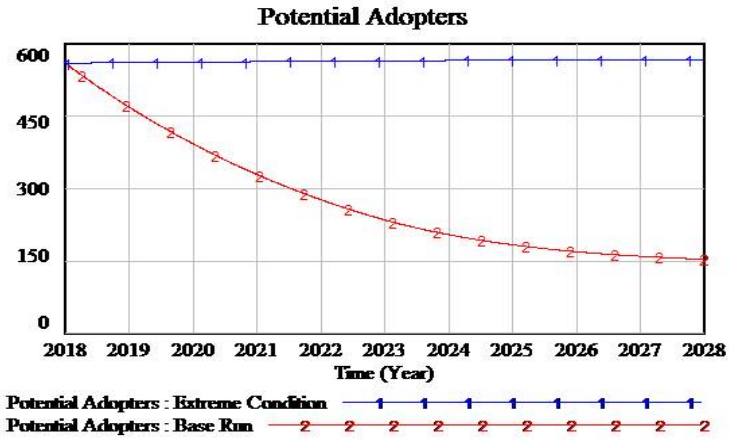
نوع متغیر	معادله ریاضی
انباشت	پذیرش اولیه= INTEG (نرخ پذیرش-نرخ جذب ،مقدار اولیه (۱۴=
	پذیرندگان بالقوه= INTEG (نرخ جذب- نرخ بازگشت ،مقدار اولیه (۵۶۰=
	پذیرش نهایی= INTEG (نرخ پذیرش - نرخ خروج نهایی- نرخ بازگشت ،مقدار اولیه (۷۶=
	پذیرندگان قدیمی= INTEG (نرخ خروج نهایی ،مقدار اولیه (۰=
	نیروی کار متخصص= INTEG (نرخ افزایش- نرخ خروج ،مقدار اولیه (۴۰=
جریان	نرخ جذب= (تأثیر هزینه درک‌شده- مقاومت در برابر تغییر+ تأثیر سودمندی بر پذیرش+ تأثیر آگاهی بر پذیرش) × پذیرندگان بالقوه
	نرخ پذیرش اولیه= تأثیر سرمایه‌گذاری +تأثیر ریسک درک‌شده+ تأثیر (رضایتمندی+ تأثیر وجود نیروی کار متخصص) × پذیرندگان
	نرخ خروج نهایی= ترک فناوری× ۰/۴ پذیرش نهایی
	نرخ بازگشت= ۰/۶× پذیرش نهایی
	نرخ افزایشی نیروی کار= آموزش نیروی کار
	نرخ کاهشی نیروی کار متخصص= ۰/۰۰۰۱× نیروی کار متخصص
کمکی	تأثیر سودمندی بر پذیرش= ۰/۶× سودمندی
	اطمینان= ۰/۴×ریسک درک شده
	عادت به فناوری= ۰/۰۳×اجری فناوری
	سرمایه‌گذاری= ۰/۳× سودآوری
	مشکلات سیستم= ۱/۰۱×پذیرش نهایی
	آموزش نیروی کار متخصص= پذیرش نهایی×سرانه (آموزش/متوسط نیروی متخصص موردنیاز برای هر پذیرش)
	آگاهی= نوآوری+نیاز درک شده+تأثیرات اجتماعی+ دانش در خصوص فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان
	اجرای فناوری= ۲۰/ نیروی کار متخصص
	اطمینان= ترس- آگاهی+امنیت داده
	بهره‌وری= تأثیر زیرساخت بر بهره‌وری
	رضایتمندی= (۰/۱× مشکلات) - (۰/۶× بهره‌وری)
	سودمندی= (۰/۶×سهولت استفاده)+(۰/۳×کیفیت) +(۰/۱ سهولت استفاده× سازگاری)
	زیرساخت فناوری= حمایت دولت× پذیرش نهایی
	سودآوری= تأثیر کاهش تأخیر در پروژه‌ها بر سودآوری
	تأثیر رضایتمندی بر پذیرش=f1(رضایتمندی)
	ترک فناوری=f2(رضایتمندی)
	تأثیر وجود نیروی کار متخصص بر سطح پذیرش فناوری=f5(نیروی کار متخصص)
	تأثیر ریسک درک شده=f6(ریسک درک‌شده)
	تأثیر سرمایه‌گذاری بر پذیرش=f7(سرمایه‌گذاری)
	تأثیر آگاهی بر پذیرش= f9(آگاهی)
	ترس=f10(بهره‌وری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان)
پارامترها و مقادیر ثابت	سرانه آموزش= ۱۰۰ , تأثیرات اجتماعی=۶ ,نیاز درک شده=۸ , نوآوری=۴ ,امنیت داده=۵
	متوسط نیروی متخصص موردنیاز برای هر پذیرش=۳
	دانش در خصوص فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان=۸
	تأثیر هزینه درک‌شده بر پذیرش= ۰/۰۱ , تأثیر زیرساخت بر بهره‌وری= ۱/۰۱ , سهولت استفاده= ۰/۱ , سازگاری=۰/۳
	کیفیت= ۰/۲ ,حمایت دولت=۰/۱
	زمان آغاز=۲۰۱۸
	زمان پایان=۲۰۲۸

www.SID.ir

Archive of SID

آزمون و اعتبارسنجی مدل. پس از توسعه مدل و قبل از تحلیل نتایج و سناریوسازی باید با انجام برخی آزمون‌های اعتبارسنجی از صحت و اعتبار مدل تحت شرایط مختلف اطمینان حاصل شود. با توجه به اینکه مدل‌های پویایی‌شناسی سیستم قصد دارند تا در مورد پیامدهای درازمدت یک سیاست، تحلیل ارائه کند؛ بنابراین در فرآیندهای اعتبارسنجی به‌جای پیش‌بینی نقطه‌به‌نقطه مقداری متغیرها باید بر میزان تولید روند و رفتار ساختاری متغیرها تمرکز کرد. به‌منظور کسب اطمینان از صحت و اعتبار مدل، آزمون‌های مختلفی روی مدل انجام شده است.

نخستین آزمون، آزمون شرایط حدی است. در این آزمون که از نوع آزمون‌های برازندگی متمرکز بر ساختار است، با تعیین مقادیر اولیه متغیرهای در حالت حدی، میزان پایداری رفتار سیستم بررسی می‌شود. در این آزمون متغیرهای مهم و تأثیرگذار آگاهی و تبلیغات که نقش مؤثری در پذیرش دارند به مقدار صفر تغییر داده شدند و اثر این تغییر به کمترین مقدار بدین‌صورت مشخص شد که با صفر درنظرگرفتن آگاهی و تبلیغات میزان پذیرندگان بالقوه در پذیرش این فناوری اگر عوامل تأثیرگذار تغییری نکند در همان میزان خود باقی مانده و تعداد آن‌ها کم نمی‌شود؛ زیرا در حالت پایه با تأثیر متغیرهای اثرگذار از میزان پذیرندگان بالقوه کم می‌شود و به سمت بالفعل‌شدن پیش می‌روند که نمودار شبیه‌سازی پذیرندگان بالقوه این حالت را به‌خوبی نشان می‌دهد.

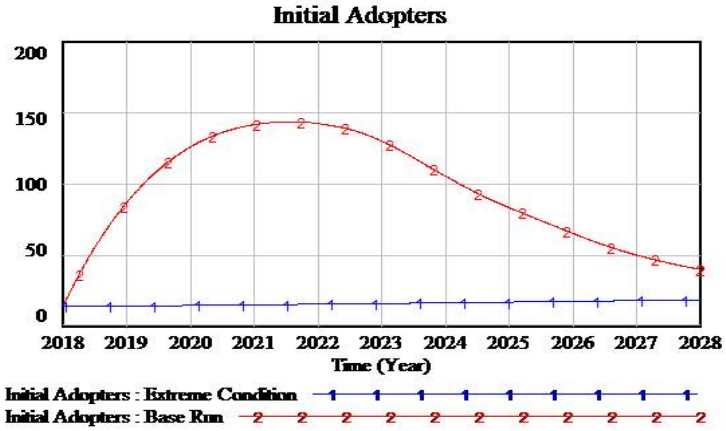


شکل ۵. نتیجه شبیه‌سازی پذیرندگان بالقوه در شرایط حدی

با تغییردادن مقادیر پارامترهای تبلیغات و آگاهی به مقدار صفر که کمترین حد در نظر گرفته شده است، مشاهده می‌شود اگرچه در حالت تأثیر این عوامل و افزایش آن‌ها مقدار پذیرندگان اولیه افزایش پیدا کرده و به‌مرور کم می‌شود؛ ولی در حالت حدی هیچ‌گونه تغییری در تعداد پذیرندگان اولیه به‌وجود نمی‌آید و ثابت باقی می‌مانند.

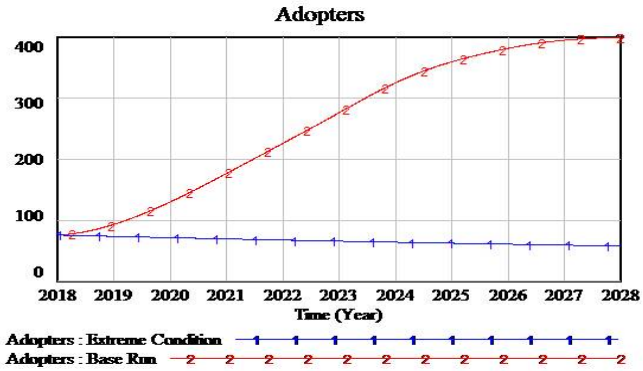
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶. نتیجه شبیه‌سازی پذیرندگان اولیه در شرایط حدی

با توجه به شکل ۶، تعداد پذیرندگان به‌صورت رشد لجستیک در طول زمان افزایش می‌یابد؛ ولی در حالت حدی با صفرکردن متغیرهای تأثیرگذار تعداد آن‌ها نیز ثابت باقی می‌ماند و این نشان‌دهنده صحت مدل است.



شکل ۷. پذیرندگان نهایی در سناریو ۱

آزمون‌های کفایت مرز، منطق معادلات و سازگاری ابعاد نیز از طریق مصاحبه با چند تن از خبرگان حوزه مدیریت فناوری بررسی شد و اشباع نظری در خصوص صحت این آزمون‌ها به‌دست آمد. در خصوص آزمون بازتولید رفتار تاریخی باید گفت با توجه به عدم‌اجرای این فناوری در کشور و نبود داده‌های تاریخی برای متغیرها، امکان استفاده از این آزمون وجود ندارد؛ همچنین روند پذیرش این فناوری در وضع موجود نشان می‌دهد که این فناوری از رشد اس‌شکل[1] پیروی می‌کند و رفتاری مشابه رفتار پذیرش فناوری در مدل انتشار فناوری راجرز دارد.

1. S-Shaped

www.SID.ir

Archive of SID

درمجموع با انجام این آزمون‌ها از اعتبار و صحت مدل شبیه‌سازی اطمینان نسبی کسب شده و در گام بعدی، با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی ونسیم[1] نتایج اعمال سیاست‌های مختلف در قالب سناریوهای مختلف روی مدل ارزیابی و تحلیل می‌شود.

نقاط اهرمی و سیاست‌های بهبود. برای طراحی سیاست‌های بهبود ابتدا باید نقاط اهرمی مسئله شناسایی شود. با توجه به متغیرهای موجود در ساختار علّی نقاط اهرمی به شرح ذیل می‌باشند:

نیروی متخصص: با توجه به اینکه فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان فناوری پیچیده‌ای است و به تخصص نیاز دارد و جز فناوری‌های همه‌گیر نیست، آموزش و پرورش نیروی ماهر و متخصص یکی از نقاط اهرمی برای پذیرش محسوب می‌شود.

زیرساخت: زیرساخت‌ها برای اجرای فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان یکی از ارکان اصلی است که در کشور ایران حمایت دولت می‌تواند این نقطه اهرمی را تغییر دهد.

آگاهی و تبلیغات: آگاهی از فناوری باعث درک درست و تصمیم‌گیری در زمینه پذیرش یا عدم‌پذیرش آن می‌شود که این آگاهی از راه‌های مختلفی همچون تبلیغات حاصل می‌شود. در صورت داشتن آگاهی از فناوری ترغیب و جذب فناوری راحت‌تر صورت می‌پذیرد.

سیاست اول: ادامه وضع موجود. در این سیاست هیچ تغییری در مقادیر و پارامترها یا ساختار مدل ارائه‌شده ایجاد نمی‌شود. هدف از این سناریو نمایش این وضعیت است که اگر وضع موجود ادامه یابد، چه پیامدها و رفتاری در متغیرها مشاهده خواهد شد.

سیاست دوم: توسعه آموزش نیروی متخصص. آموزش یکی از راه‌های استفاده از هر فناوری است. یک فرد معمولی تا زمانی که آموزش لازم را ندیده باشد نمی‌تواند از یک فناوری مانند مدل‌سازی اطلاعات ساختمان که تخصصی در زمینه ساخت‌وساز است استفاده کند. همان‌طور که در همه فناوری‌های مشاهده می‌شود افرادی به‌عنوان متخصص در آن حوزه فعالیت می‌کنند که این افراد از طریق آموزشی که کسب کرده‌اند به فراگیرشدن فناوری کمک می‌کنند؛ زیرا افراد متخصص از دو طریق یکی با آموزش نیروی‌های مبتدی و دیگری انتقال دانش و آگاهی از مزایا و اثرات فناوری به افراد مایل به پذیرش فناوری باعث گسترش و پذیرش بیشتر فناوری می‌شوند.

1. Vensim

www.SID.ir

Archive of SID

سیاست سوم: افزایش حمایت دولت. نقش دولت در پذیرش و اجرای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در هر کشوری با توجه به سیاست‌گذاری آن کشور متفاوت است. با توجه به وضعیت کشور ایران و اینکه دولت نقش مهمی در سیاست‌گذاری و وضع قوانین دارد و همچنین در بیشتر موضوع های کشور تأثیرگذار است، در این بخش نیز نقش پررنگی را ایفا می‌کند؛ زیرا با توجه به قوانین به‌روزنشده با فناوری و یا حتی نبود قوانینی در این حوزه دولت باید سیاست‌گذاری درست در این حوزه و وضع قوانین لازم و حمایت‌ها در جهت تقویت زیرساخت‌ها و بومی‌سازی‌کردن این فناوری تلاش کند. تقویت حمایت دولت موجب اثربخشی و بهره‌وری بیشتر مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و رضایتمندی و درنتیجه پذیرش بیشتر مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌شود.

سیاست چهارم: افزایش تبلیغات (آگاهی). تبلیغات به روش‌های مختلفی انجام می‌شود. راه‌های زیادی برای آگاه‌کردن مشتریان از فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان وجود دارد که نوع اطلاعاتی که به مشتری می‌دهند، متفاوت است. برای مثال، تبلیغات از طریق کانال‌های میان‌فردی دانش استفاده را زیاد می‌کند؛ ولی کانال‌های گروهی دانش اطلاع‌داشتن از فناوری جدید را رواج می‌دهد که این تبلیغات به‌طورکلی آگاهی نسبت به مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را افزایش می‌دهد. هرچه میزان آگاهی نسبت به مدل‌سازی اطلاعات ساختمان افزایش یابد، مزایای آن نیز شناخته‌تر می‌شود و تمایل برای پذیرش افزایش می‌یابد.

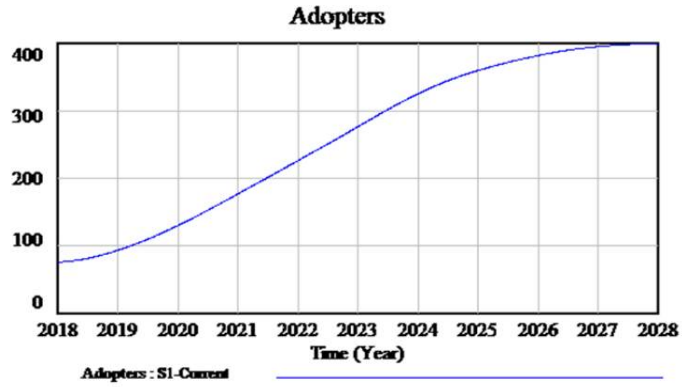
جدول ۴. نحوه اجرای سیاست‌های مختلف روی مدل

سیاست	تشریح	متغیر تحت تأثیر		
		نام متغیر	مقدار قدیم	مقدار جدید
۱	ادامه وضع موجود	-	-	-
۲	آموزش نیروی کار متخصص	متوسط نیروی متخصص موردنیاز برای هر پذیرش	۳	۵
۳	حمایت دولت	حمایت دولت	۰/۱	۰/۳
۴	تبلیغات و افزایش آگاهی	دانش فناوری	۸	۱۰
		نوآوری	۴	۶
		نیاز درک‌شده	۸	۱۲

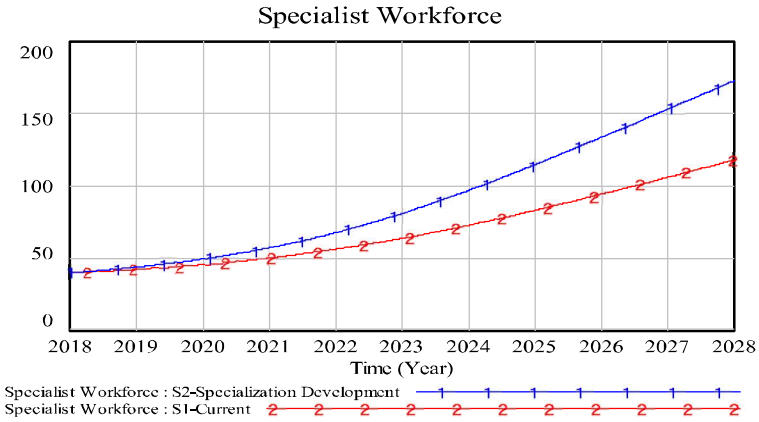
نتایج اجرا و بحث. با ادامه روند موجود، همان‌طور که در شکل ۸، مشاهده می‌شود، روند پذیرندگان فناوری به‌صورت اس‌شکل خواهد بود. از این روند به‌عنوان روند مبنا برای مقایسه میزان اثربخشی هر سیاست استفاده می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸ سیاست ادامه وضع موجود و روند پذیرش فناوری (حالت مبنا)

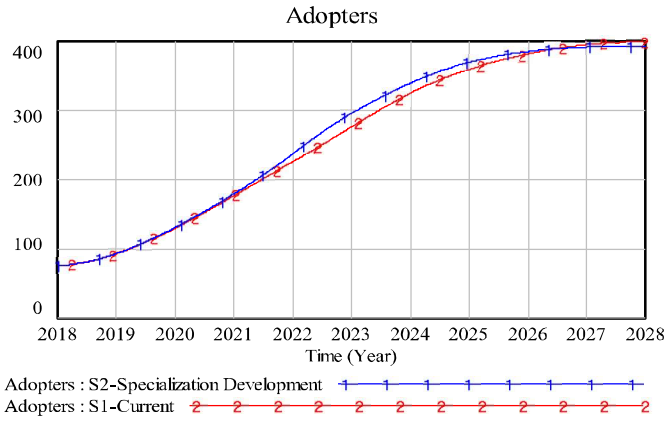


شکل ۹. سیاست افزایش نیروی متخصص

شکل ۹، اجرای سیاست دوم، یعنی آموزش نیروی متخصص را نشان می‌دهد. با اجرای این سیاست میزان پذیرندگان فناوری نیز به‌صورت اس‌شکل افزایش می‌یابد و نسبت به وضعیت پایه که نمودار پایه در نظر گرفته می‌شود، مؤثرتر است؛ ولی بعد از مدتی این روند کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده این واقعیت است که نیروی متخصص تا حدی می‌تواند باعث افزایش پذیرش شود و بعد از آنکه به حد موردنظر رسید دیگر کارایی لازم را ندارد.

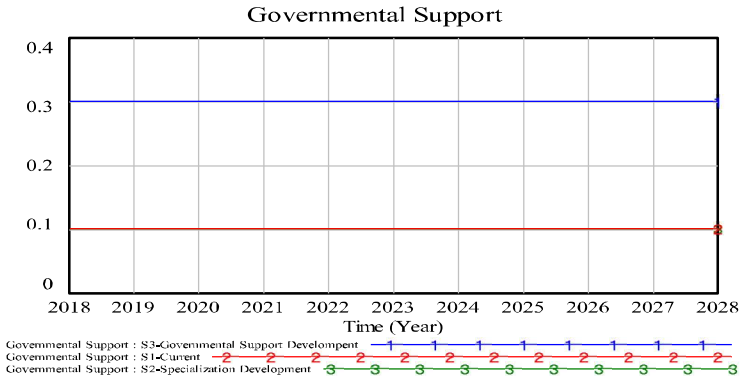
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۰. تأثیر افزایش نیروی متخصص بر پذیرندگان نهایی در سیاست آموزش نیروی متخصص

شکل ۱۰، نحوه اجرای سیاست سوم، یعنی افزایش سطح حمایت دولت افزایش را نشان می‌دهد و فرض می‌شود این حمایت به‌صورت ثابت برقرار باشد. دولت می‌تواند با توسعه پیوسته زیرساخت‌های فناوری اطلاعات کشور تسهیلات لازم برای توسعه پذیرش این فناوری را فراهم آورد.

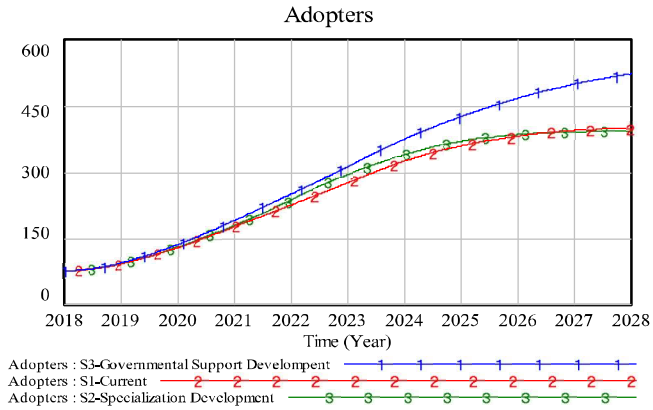


شکل ۱۱. افزایش حمایت دولت

در مقایسه با نمودار مبنا مشاهده می‌شود که حمایت دولت موجب افزایش پذیرش می‌شود. با درنظرگیری قابلیت حاکمیتی و نقش مهم دولت در توسعه زیرساخت‌ها؛ می‌توان گفت با تقویت حمایت دولت و وضع قوانین و مقررات و همسوشدن با این فناوری؛ روند صعودی قابل توجهی در پذیرش فناوری شاهد خواهیم بود (شکل ۱۲).

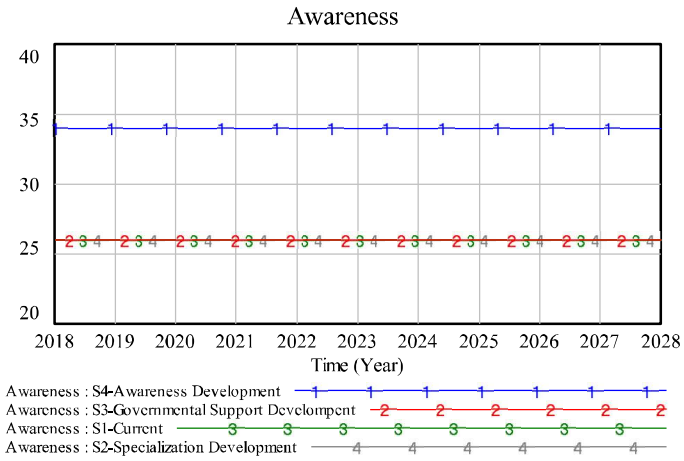
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۲. تأثیر افزایش حمایت دولت بر پذیرندگان نهایی در سیاست سوم

شکل ۱۳، نحوه اجرای سیاست چهارم، یعنی افزایش تبلیغات در جهت بیشترشدن آگاهی را نشان می‌دهد.

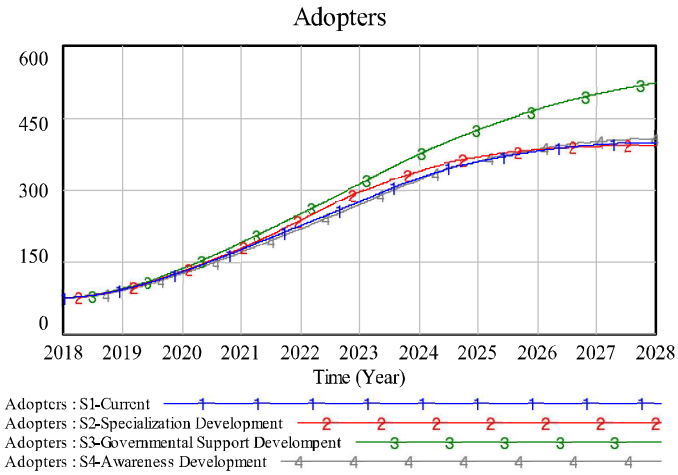


شکل ۱۳. افزایش سطح تبلیغات در سناریو ۴

شکل ۱۴ نشان می‌دهد سیاست افزایش تبلیغات تفاوت معناداری نسبت به سیاست اول نداشته و این امر بیانگر نشان‌دهنده نقش ضعیف سیاست تبلیغات در پذیرش یک فناوری تخصصی است؛ حال آنکه عمدتا تبلیغات یک مکانیزم موثر در مدل‌های پذیرش فناوری عمومی می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۴. تأثیر تبلیغات بر پذیرندگان نهایی در سیاست چهارم

با مشخص‌شدن نقاط اهرمی و سیاست‌های پیشنهادی اجراشده، تأثیر عواملی چون نیروی متخصص، زیرساخت‌ها، آگاهی و تبلیغات بر پذیرش و اجرای این فناوری بررسی شد. مهم‌ترین موضوعی که در این پژوهش مشاهده شد دیدگاه کل‌نگر و ارائه مدلی است که تعامل اجزای آن و روابط بین آن‌ها به‌وضوح قابل‌مشاهده بوده و برای کشور ایران قابل‌اجرا باشد؛ زیرا به‌طور خاص مسئله پذیرش این فناوری در ایران بررسی‌شده و متغیرهایی که باعث عدم‌پذیرش و یا اجرای فناوری شده‌اند، همگی مختص این مسئله در کشور هستند؛ ازاین‌رو مدل ارائه‌شده و سناریوهای مطرح‌شده به‌خوبی می‌توانند پویایی‌های پذیرش این فناوری را در کشور بازنمایی کنند.

جدول ۵. خلاصه سیاست‌ها و نتایج اجرا

سیاست	شرح	نتیجه‌گیری
ادامه وضع موجود	عدم‌تغییر مقادیر متغیرها و پارامترها در شرایط فعلی	رشد اس‌شکل در سطح پذیرش فناوری رخ خواهد داد.
آموزش نیروی متخصص	افزایش نیروی متخصص موردنیاز برای اجرای فناوری	در ابتدا رشد اس‌شکل مانند وضع موجود مشاهده می‌شود؛ اما در بلندمدت رشد پایدار نیست و میزان آن به کمتر از سیاست ادامه وضع موجود می‌رسد.
حمایت دولت	افزایش حمایت دولت با فراهم‌کردن زیرساخت فناوری اطلاعات موردنیاز	با اجرای این سیاست، پذیرندگان با شیب بیشتری نسبت به وضع موجود، فناوری را می‌پذیرند. این سیاست به‌عنوان اثربخش‌ترین سیاست موردارزیابی معرفی می‌شود.
تبلیغات و افزایش آگاهی	افزایش سطح آگاهی، دانش فناوری و نیاز درک‌شده	این سیاست روندی مانند سناریو ادامه وضع موجود دارد و نمی‌تواند تغییرات معناداری در سطح پذیرش فناوری ایجاد کند.

www.SID.ir

Archive of SID

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش ساختار و رفتار فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و عوامل مؤثر بر افزایش و کاهش پذیرش و اجرای آن بررسی شد. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در جهت ارتقا و بهبود صنعت ساخت‌وساز تلاش می‌کند؛ اما درصدی از ریسک‌های بسیار زیاد و مشکلات و موانع آن نیز غیرقابل‌اجتناب است. در گذشته ساختمان‌سازی به‌صورت سنتی انجام می‌شد، ولی به‌مرور زمان با ظهور انواع فناوری‌های ساخت و مصالح این صنعت به سمت نوین و صنعتی‌شدن به‌پیش می‌رود. با توجه به مشکلات ساخت‌وساز هر جامعه و با توجه به اینکه در هر کشور ممکن است نوع مشکلات و موانع متفاوت باشد، نگاه سیستمی به مسئله پذیرش و اجرای این فناوری مهم در فهم درست مسئله و ارائه راهکار برای آن بسیار مفید است.

در این پژوهش ساختار سیستمی مولد رفتار شناسایی و مدل انباشت و جریان آن به‌منظور بازنمایی عملکرد سیستم ارائه شد. در ادامه چهار سناریو که هریک بیانگر یک انتخاب، سیاست و روش پیشنهادی برای حل مسئله می‌باشد، روی مدل اجرا گردید و نتایج اجرا شبیه سازی شد. در سناریو نخست، یعنی ادامه وضع موجود، مشاهده شد که پذیرش به‌صورت اس‌شکل پیش می‌رود و در ابتدا روند صعودی دارد و سرعت آن زیاد است؛ ولی با گذشت زمان از سرعت و شیب آن کاسته می‌شود و روند نزولی در پیش می‌گیرد. هرچند رفتار پویای پذیرش اکثر فناوری‌ها از این حالت پیروی می‌نماید؛ با در نظرگیری تخصصی بودن فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌توان گفت در صورتی که سیاست و روشی برای پذیرش و اجرای آن وضع نشود، امکان پذیرش این فناوری کم است؛ زیرا تاکنون حدود یک دهه از ورود این فناوری به کشور می‌گذرد و تعداد پذیرندگان کم آن نشان‌دهنده آن است.

سناریو دوم که سیاست توسعه نیروی متخصص از طریق آموزش است، اگرچه نسبت به وضع موجود وضعیت بهتری را نشان می‌دهد، ولی پس از گذشت مدتی از اتخاذ آن، مقدارش کمتر از سناریو ادامه وضع موجود می‌شود و روند نزولی سریع‌تری را در پیش می‌گیرد که نشان می‌دهد نیروی متخصص تأثیر زیادی بر پذیرش فناوری ندارد. سناریو سوم حمایت دولت است که این سناریو بیشترین اثر مثبت را نسبت به همه سناریوها می‌گذارد و با توجه به صحبت‌های متخصصان در مصاحبه‌های قسمت نظریه داده بنیاد منطقی است؛ زیرا در ایران دولت نقش مهمی در این زمینه دارد و می‌تواند با درست‌کردن زیرساخت‌ها از جمله قوانین برای فناوری و حتی سرعت اینترنت در این زمینه کمک کند و مدیران شایسته‌ای در جایگاه‌های تصمیم‌گیری که به این فناوری مسلط باشند، قرار دهد؛ همچنین سیاست‌گذاری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را اجرایی کند. آخرین سناریو، افزایش آگاهی از طریق تبلیغات بود که این سناریو نیز تقریباً بر سناریو ادامه وضع موجود منطبق بود و نشان‌دهنده این است که تأثیر زیادی بر میزان پذیرش ندارد.

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به نتایج به مدیران و تصمیم‌گیرندگان در حوزه ساخت‌وساز توصیه می‌شود از متخصصان پیشنهاددهنده این فناوری حمایت کرده و فرهنگ استفاده از این فناوری را در جامعه ساخت‌وساز کشور ایجاد کنند؛ همچنین سازمان نظام‌مهندسی نسبت به آموزش این فناوری و تربیت نیروی کار متخصص اهتمام ورزد.

در پژوهش حاضر حمایت دولت تنها از بُعد توسعه زیرساخت‌های فناوری اطلاعات کشور بررسی شد؛ بنابراین توصیه می‌شود در بُعد تدوین قوانین و مقررات، مشوق‌ها، بازدارنده‌ها و لازم‌الاجراها به‌منظور توسعه بیشتر فناوری و درنتیجه توسعه بهره‌وری ساخت‌وساز کشور در نظر گرفته شود؛ همچنین طراحی سیستم‌های مناقصاتی که تنها بر مبنای قیمت نباشد باید در دستور کار قرار گیرد و الزامات استفاده از این فناوری در مناقصه‌ها لحاظ شود.

به‌منظور توسعه پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود در تحلیل پویایی‌های پذیرش این فناوری، مسائل و مؤلفه‌های مربوط به نگهداری و تعمیرات فناوری در نظر گرفته شده و از منظر هزینه، مدلی دقیق‌تر حاصل شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1. Alvani, S. M., Danaeifard, H., Azar, A. (2016). Qualitative Research Methodology: A Comprehensive Approach. *Saffar Press*. Tehran (in Persian).
2. Bastan, M., Shakouri G., H. (2019). Model-Based Assessment of Energy Dependency Policies: A System Dynamics Approach. *Journal of Industrial Management Perspective, 9(2*), 81-106 (in Persian).
3. Bastan, M., Abbasi, E., Ahamadvand, A., Ramazani K, R. (2018). A Simulation Model of Mobile Banking Acceptance by Bank Customers Using the System Dynamics Approach. *Industrial Management Studies*, *16(50),* 257-284. Doi: 10.22054/jims.2018.9113 (in Persian).
4. Bastan, M., Zadfallah, E., Ahmadvand, A. (2019). Modeling Evaluation of Clinical Risk Management Policies. *Journal of Strategic Management Studies*, *10(38),* 69-97 (in Persian).
5. Bastan, M., Azizi, L., Grösser, S., Sheikhahmadi, F., (2018). Analysis of Development Policies in Occupational Health and Safety Management System: A System Dynamics Approach. *The 2nd IEOM European International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Paris, France.
6. Bank, L., McCarthy, M., Thompson, P., Menassa, C. (2010). Integrating BIM with system dynamics as a decision-making framework for sustainable building design and operation. *The First International Conference on Sustainable Urbanization (ICSU 2010)*, Hong Kong, China.
7. Bui, N., Merschbrock, C., Munkvold, E. (2016). A review of Building Information Modelling for construction in developing countries. *Procedia Engineering, 164,* 487-494.
8. Central Bank of the Islamic Republic of Iran (2017). Review of Economic Trends, *Report of Economic investigation Office*, Tehran, Iran (in Persian).
9. Chritamara, S., Ogunlana, O., Bach, I. (2002). System dynamics modeling of design and build construction projects. *Construction Innovation. 2(4),* 269-295.
10. Eadie, R., Browne, M., Odeyinka, H., McKeown, C., McNiff, S. (2013). Throughout the UK BIM implementation construction project lifecycle: An analysis. *Automation in Construction, 36*, 145-151.
11. Eastman, M., Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. (2011). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors: *John Wiley & Sons.*
12. Gal, U., Jensen, T. (2008). Organisational identity and the appropriation of information systems. *International Conference on Information System (ICIS 2008),* Paris, France.
13. Gao, G., Guan, C. (2016). Adoption of the Building Information Modeling (BIM) for construction project effectiveness: The review of BIM benefits. *American Journal of Civil Engineering and Architecture, 4(3),* 74-79.
14. Golabchi, K., Nourzaei, E., Golabchi, A., Gharouni Jafari, K. (2016). Building Information Modeling, *University of Tehran Press*, (in Persian).
15. Homayounfar, M., Nahavandi, B., Golbazzadeh, P. (2018). Designing a Dynamic Model for New Product Development by Emphasizing on Bass Diffusion Theory. *Journal of Industrial Management Perspective*, *8(1),* 137-162 (in Persian).
16. Hosseini M., Azari, E., Tivendale, L., Banihashemi, S., Chileshe, N. (2016). Building Information Modeling (BIM) in Iran: an exploratory study. *Journal of engineering, project, and production management, 6(2),* 78-89(in Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

17. Lee, S., Yu, J., Jeong, D. (2015). BIM acceptance model in construction organizations. *Journal of management in engineering, 31(3),* 1-13, DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000252
18. Kassem, M., Succar, B., Dawood, N. (2013). A proposed approach to comparing the BIM maturity of countries. *The 30th International Conference on Applications of IT in the AEC Industry*. Beijing, China
19. Kasiralvalad,E., Bastan, M., Abniki, H, Ahmadvand, A. (2016). Simulation Analysis of Brain Drain in Iran using System Dynamics Approach, *The 34th International Conference of the System Dynamics Society*, Delft, The Netherlands.
20. Mathews, V., Varghese, K., & Mahalingam, A. (2014). A Study on Significance of System Dynamics Approach in Understanding Adoption of Information Technology in Building Construction Projects. *The 31st International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining (ISARC 2014)*, Sydney, Australia.
21. Manghasarian, E., Nekooie, M. (2016). Building Information Modeling and assessing and prioritizing lack of its applicability in Iranian construction industry. *Journal of Engineering & Construction Management*, *1(1),* 6-11.
22. Mehran, D. (2016). Exploring the Adoption of BIM in the UAE Construction Industry for AEC Firms. *Procedia Engineering, 145,* 1110-1118.
23. Mamter, S., Abdolaziz, A., Zulkepli, J. (2017). Root causes occurrence of low BIM adoption in Malaysia: System dynamics modelling approach. *The 3rd International Conference on Construction and Building Engineering.* Palembang, Indonesia.
24. Ngowtanasuwan, G., Hadikusumo, l. (2017). System dynamics modelling for BIM adoption in Thai architectural and engineering design industry. *Construction Innovation*. *17(4),* 457-474
25. Rafieian, A., Shafiei, M. (2014). Management of Building Information Modeling, *The 1st National Conference on Civil Engineering, Architecture and Sustainable Development*, Yazd, Iran (in Persian).
26. Rabieh, M., Salari, H., Karami, M., Ziyaei, M., Yasoubi, A. (2017). Causal Loop Model for Problem of Traffic Accident: The System Dynamics Approach. *Journal of Industrial Management Perspective*, *7(1),* 115-143 (in Persian).
27. Rogers, J., Chong, H., Preece, C. (2015). Adoption of building information modelling technology (BIM) perspectives from Malaysian engineering consulting services firms. Engineering. *Construction and Architectural Management, 22(4),* 424-445.
28. Sotodeh Bidokhti, A. (2015). Review of Information and Communication Technology in Building Project Management, *The 1st International conference on Economics, Management and Accounting with Value Creation Approach*, Tehran, Iran (in Persian).
29. Smart Market Report (2012). The business value of bim in north america multi year trend analysis and user ratings 2007-2012. *McGraw Hill Constraction.*
30. Strauss, A., Corbin, J. (1990). Basics of qualitative research: *Newbury Park,* Sage.
31. Sterman, J. (2000). Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world. *McGraw Hill*
32. Smyth, R. (2005). Broadband videoconferencing as a tool for learner-centred distance learning in higher education. *British Journal of Educational Technology, 36(5),* 805-820.

www.SID.ir

Archive of SID

33. Son, H., Lee, S., Hwang, N., Kim, C. (2014). The adoption of building information modeling in the design organization: An empirical study of architects in Korean design firms. The International Symposium on Automation and Robotics in Construction, Sydney, Astralia.
34. Tabarzan, T., Bastan, M., Ahmadvand, A. (2017). The Model of Chronic Cardiovascular Diseases Growth and Effective Control Costs Management: A qualitative System Dynamics Approach, *The 13th International Conference on Industrial Engineering (IIEC2017)*, Babolsar, Iran
35. Taghizadeh, K., Soltanpanah, E. (2012). Evaluation of the Use of New Technologies in Renovation of Deteriorated Urban Areas in Tehran. *Urban Management*, *10 (29),* 213-234, (in Persian).
36. Wong, J., Wang, X., Li, H., Chan, G. (2014). A review of cloud-based BIM technology in the construction sector. *Journal of information technology in construction 19(1)*, 281-291.
37. Zadfallah, E., Bastan, M., Ahmadvand, A. (2017). A Qualitative System Dynamics Approach to Clinical Risk Management, *The 13th International Conference on Industrial Engineering (IIEC2017)*, Babolsar, Iran.

www.SID.ir

Archive of SID

Building Information Modeling Adoption Model in Iran

Mahdi Bastan*, Masoumeh Zarei,**

Ali Mohammad Ahmadvand***

Abstract

Iran's construction industry has faced some problems in recent years, including rework, high costs and design errors. Engineers in this field have always emphasized the use of modern methods of building modern technologies and technologies to improve quality, reduce time, cost and increase productivity. One of these technologies is building information modeling technology, which has been very difficult to adopt and implement in this country. The purpose of this research is to present a systemic and holistic model to analyze the dynamics of adoption and implementation of this technology in Iran. For this purpose, a hybrid research method is designed, so that in the first phase using the grounded theory, a conceptual model of technology adoption is presented, and then using a system dynamics approach, a quantitative mathematical model with simulated decision consequences is presented. Four policies under the scenarios were implemented on the model. The results show that government support consisting of a set of measures is the most efficient solution to develop adoption and implementation of this technology.

Keywords: Building Information Modeling; Grounded Theory; System Dynamics; Technology Adoption; Simulation.

Received: August 15, 2019, Accepted: Oct. 07, 2019.

* Lecturer, University of Eyvanekey, Garmsar (Corresponding Author).
E-mail: mbastan@eyc.ac.ir
** M.A., University of Eyvanekey, Garmsar.
*** Professor, University of Eyvanekey, Garmsar.

www.SID.ir