مقاله علمی ـ پژوهشی

تاریخ دریافت ۱۴۰۰/۰۳/۱۳ **تاریخ پذیرش ۱۴۰۰ /۰۷/۱۹**

کاربرد سیستم داینامیک در تحلیل مدل داشبوردهای راهبردی مدیریت
(مورد مطالعه: شرکت ملی نفت ایران)

رقیه نوری[۱] ـ نوید نظافتی*[۲] ـ محمدرضا معتدل[۳]

چکیده

طراحی صحیح داشبوردهای مدیریتی و مطابق نیاز کاربران، مستلزم درنظرگرفتن الزامات فنی و مهندسی مهم و تأثیرگذار و روابط حاکم میان آن‌هاست. هدف پژوهش حاضر مدل‌سازی پویای داشبوردهای راهبردی مدیریت و تحلیل دینامیکی این مدل بوده است. بدین‌منظور، از ۲۷ الزام فنی شناسایی‌شده برای طراحی داشبوردهای راهبردی مدیریت در حوزهٔ منابع انسانی شرکت ملی نفت ایران، با رویکرد **QFD**، ۱۷ مورد بر اساس ماهیت، میزان اهمیت و همبستگی موجود بین آن‌ها در خانهٔ کیفیت مدل، به‌عنوان متغیرهای تحقیق و برای ساخت مدل مسئله، انتخاب و در مدل‌سازی پویا و شبیه‌سازی و تحلیل استفاده شدند. مدل مذکور اعتبارسنجی شد و سناریوهای مختلف طی چند آزمون، ازجمله: آزمون کفایت مرز، ارزیابی ساختار، خطای یکپارچگی، بازتولید رفتار و تحلیل حساسیت بررسی و تحلیل شد. نتایج پژوهش نشان‌دهندهٔ تأیید مدل و ضرورت وجود تمامی متغیرها و پایایی آن در گذر زمان بوده است.

واژگان کلیدی: **مدل‌سازی پویا، طراحی داشبوردهای مدیریتی، شرکت ملی نفت ایران، شبیه‌سازی، سیستم داینامیک**

۱. دانشجوی دکتری، مدیریت فناوری اطلاعات، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. nouri.ro.ir@gmail.com

۲. استاد یار گروه مدیریت صنایع و فناوری اطلاعات، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. نویسنده مسئول: n_nezafati@sbu.ac.ir

۳. استادیار گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. dr.motadel@gmail.com

مقدمه

یکی از عوامل موفقیت سازمان‌ها و کسب‌وکارها، تصمیم‌سازی و گزینش بهترین و مفیدترین اطلاعات در کمترین زمان و با بیشترین اطمینان است. بنیان اساسی هر تصمیم نیز وجود اطلاعات و گزارشات مختلف و انتخاب مناسب از میان آن‌هاست (هاشمی و دیگران، ۱۳۹۷). به گفتهٔ اکرسون، گزارشات و تحلیل‌ها در بیشتر سازمان‌ها با اهداف استراتژیک مطابقت ندارد؛ همچنین، اکثر سازمان‌ها گزارش‌های زیادی دارند که بسیاری از موارد کم‌اهمیت را اندازه‌گیری می‌کنند. لذا، وجود سیستمی یکپارچه که بتواند اطلاعات مفید و مرتبط با اهداف سازمان و نیاز مدیران را برای نظارت بر عملکرد، تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی در اختیارشان قرار دهد، امری ضروری است.

داشبورد یک سیستم تحویل اطلاعات به‌صورت لایه‌بندی‌شده است که به کاربران اطلاعات، بینش و اعلان‌های متناسب با نیازشان را ارائه می‌دهد تا بتوانند به‌طور مؤثر عملکرد کسب‌وکار خود را نظارت و مدیریت کنند (Eckerson, 2011). با اینکه اهداف دیگری نیز وجود دارد، داشبوردها اغلب به منظور توانمندسازی کاربرانشان، از طریق ایجاد شفافیت و پاسخگویی ایجاد می‌شوند (Matheus et al., 2018). با توجه به اهمیت داشبوردها، طراحی مناسب آن نیز ضرورت پیدا می‌کند که محققان مختلف، همچون: اکرسون، جسپرسن، بوگواندین، کهیادی، ولسو و... ضمن تأکید و بیان اهمیت و لزوم طراحی مناسب داشبورد برای هر سازمان، اصول و چارچوبی را نیز برای طراحی مناسب و کارآمد آن، همچون: استفادهٔ مناسب از رنگ، فونت، متن و محتوی، طرح‌ریزی مناسب داشبورد، استفاده از ابزارهای مناسب جهت نمایش اطلاعات، امکان تحلیل‌های مختلف، مانند تحلیل سناریو، تحلیل ریسک و تحلیل های چندبُعدی، امکانِ ریز و عمیق‌شدن در اطلاعات[1]، مدیریت پروفایل کاربران، استفاده از شاخص‌های مناسب و مرتبط با اهداف سازمان و وظایف افراد، استفاده از ابزارهای داده‌کاوی و کشف روابط و الگوهای پنهان، توجه به امنیت، صحت و دقت اطلاعات، استفاده از وب و... را پیشنهاد داده‌اند (Bugwandeen & Ungerer, 2019; Cahyadi, 2016; Few, 2013; Jespersen, 2017).

به گفتهٔ برخی پژوهشگران، هریک از این شاخص‌ها (الزامات طراحی) در دسته‌ای از ویژگی‌ها قرار می‌گیرد. برخی از آن‌ها ویژگی‌های مؤثر در طراحی داشبوردهای

1. Drill

عملکردی/ مدیریتی را به دو دستهٔ ویژگی‌های عملکردی و غیرعملکردی (بصری) تقسیم کرده‌اند که ویژگی‌های عملکردی به رفتار و قابلیت‌های سیستم اشاره دارد و ویژگی‌های بصری به ظاهر و گرافیک آن مرتبط است (Yigitbasioglu & Velcu, 2012) که طبق مطالعات پیشین، محققان پژوهش حاضر نیز الزامات فنی ـ مهندسی طراحی داشبورد یا مشخصه‌های طراحی را به‌طور کلی به چهار دستهٔ ویژگی‌های عملکردی خاص داشبورد، ویژگی‌های عملکردی نرم‌افزاری، ویژگی‌های بصری و ظاهری و ویژگی‌های کیفی تقسیم کرده‌اند (نوری و همکاران، ۱۴۰۰). علی‌رغم انجام پژوهش‌های مختلف در زمینهٔ طراحی داشبورد، هیچ‌یک از آن‌ها به‌طور مشخص به بررسی و تحلیل روابط بین الزامات فنی ـ مهندسی طراحی داشبورد و وجود همبستگی‌ها بین آن‌ها نپرداخته‌اند. از سوی دیگر، در خصوص کاربرد سیستم داینامیک در QFD نیز تحقیقات خاصی صورت نپذیرفته و از مرتبط‌ترین آن‌ها به پژوهش حاضر، می‌توان به مقاله‌ای با عنوان «تجزیه و تحلیل حساسیت یکپارچه پیشرفته در روش QFD مبتنی بر مدل» که شبستری و بندر، در سال ۲۰۱۷، نوشته‌اند، اشاره کرد که ایشان روشی برای محاسبهٔ ریاضی رابطهٔ بین نیازهای فنی مشتری و مشخصات فنی ارائه داده‌اند و از روش تحلیل حساسیت نیز بهره برده‌اند (Shabestari & Bender, 2017). لذا، پژوهش حاضر به دنبال ارائهٔ مدلی پویا برای طراحی مناسب داشبوردهای مدیریتی با درنظرگرفتن همبستگی‌های میان الزامات فنی ـ مهندسی طراحی داشبورد بوده است که بدین منظور، از نتایج مطالعهٔ پیشین محققان، با عنوان «طراحی داشبوردهای راهبردی مدیریت با رویکرد QFD»، استفاده شد و بر اساس اطلاعات بخش‌های مختلف خانهٔ کیفیت طراحی داشبورد، ازجمله ماتریس ارتباطات و ماتریس همبستگی (سقف خانهٔ کیفیت)، روابط علّی میان متغیرهای منتخب از میان الزامات فنی ـ مهندسی طراحی داشبورد شکل گرفت (نوری و همکارن، ۱۴۰۰) و پس از اخذ نظر و تأیید مجدد جمعی از خبرگان حوزهٔ فناوری اطلاعات، مدل مسئلهٔ تحقیق (نمودار علّی ـ معلولی) پیشنهاد شد. مدلی که مطالعهٔ حاضر از آن برای ساخت مدل مسئلهٔ تحقیق استفاده کرده، شامل ۲۷ الزام فنی ـ مهندسی برای طراحی داشبوردهای راهبردی مدیریت بوده که در این میان، صرفاً از ۱۷ مورد که روابط همبستگی بین آن‌ها وجود داشته و طبق اطلاعات ماتریس ارتباطات خانهٔ کیفیت نیز از وزن نسبی بالاتری برخوردار بوده‌اند (اولویت بالاتر)، استفاده شده است و درنتیجه، فقط تعدادی از شاخص‌های مربوط به سه ویژگی عملکردی خاص داشبورد، بصری و کیفی وارد مدل

تحقیق شده‌اند و از ویژگی‌های عملکردی نرم‌افزار در انجام این پژوهش صرف‌نظر شده است. شایان ذکر است با توجه به هدف پژوهش، مرز سیستم طوری مشخص شده است که ویژگی‌ها و عوامل اثرگذار بر طراحی مناسب داشبورد (متغیر اصلی و اولیهٔ مدل) در ساخت مدل دخالت داشته‌اند و از آوردن سایر عوامل اثرگذار که روی متغیرهای ثابت مدل مسئله تأثیرگذار بود، خودداری شده است؛ به‌عنوان نمونه، عواملی همچون طراحی مناسب بانک اطلاعاتی، استفاده از سخت‌افزار مناسب و امن، انجام انواع تست‌های امنیتی و موارد دیگر که بر متغیر (الزام) امنیت سیستم و اطلاعات تأثیرگذار بودند و در مدل علّی ـ معلولی دیده نشده‌اند. شکل ۲، مدل مسئلهٔ تحقیق و نمودار علّی ـ معلولی را نشان می‌دهد. همان‌طور که از این نمودار مشخص است، فقط بین متغیرهای قابلیت حمل و امنیت سیستم و اطلاعات، همچنین بین قابلیت حمل و متغیر قابلیت اطمینان همبستگی منفی برقرار است که نشان‌دهندهٔ این است که با افزایش یکی، دیگری کاهش می‌یابد و بالعکس. همچنین، میان بقیهٔ متغیرهای مدل روابط مثبت و مستقیم حاکم است.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر از منظر هدف، کاربردی و به لحاظ ماهیت و روش، در دستهٔ پژوهش‌های توصیفی ـ تحلیلی قرار دارد. ازآنجایی‌که هدف پژوهش حاضر ارائهٔ مدل پویای طراحی داشبوردهای راهبردی مدیریت، بر اساس روابط میان الزامات فنی ـ مهندسی طراحی داشبوردهای مدیریتی است، برای طراحی الگوی روابط علّی متغیرهای مسئله، یعنی همان الزامات فنی (مشخصه‌های فنی) طراحی داشبوردهای مدیریتی و مدل‌سازی پویای آن، از روش پویایی سیستم[1] یا همان سیستم داینامیک استفاده شده است. پویایی سیستم رویکردی برای درک رفتار غیرخطی سیستم‌های پیچیده در طول زمان، با استفاده از حلقهٔ بازخوران است که در سال ۱۹۶۱، جی فارستر[2] آن را در کتاب *پویایی صنعتی* معرفی کرد و پس از آن، به سرعت گسترش یافت. این روش یک نگرش منسجم پویا به مدل‌سازی است که جنبه‌های کمّی یا کیفی را برای شبیه‌سازی یک پدیده در طول زمان با هم ترکیب می‌کند و شامل مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم‌های پیچیده، از سیستم‌های اقتصادی و تولیدی گرفته تا منابع انسانی، است که به مطالعهٔ

1. System dynamics
2. Jay Forrester

روابط و رفتار آن‌ها می‌پردازد (Maldonado & Grobbelaar, 2016) و بیان می‌کند که ساختار سیستم باعث ایجاد رفتار آن می‌شود. داینامیک سیستم به سازمان‌ها کمک می‌کند تا مزایا و معایب گزینه‌هایی را که در نظر گرفته‌اند یا ممکن است بعدها در نظر بگیرند، بسنجند (Sweem, 2016). در این پژوهش، از فرایند مدل‌سازی استرمن، مطابق شکل ۱، استفاده شد که در ادامه به‌طور خلاصه شرح داده شده است:

شکل ۱. فرایند مدل‌سازی

منبع: استرمن، ۲۰۰۰

گام اول. در مرحلهٔ بیان مسئله به مواردی همچون انتخاب موضوع، متغیرهای کلیدی و نوع آن‌ها، افق زمانی، تعریف مسئلهٔ پویا با استفاده از الگوهای مرجع، روابط موجود از نظر خبرگان و ادبیات موضوع پرداخته می‌شود که در این پژوهش، برای یافتن متغیرهای مدل و روابط میان آن‌ها، از اطلاعات سقف خانهٔ کیفیت مدل QFD طراحی داشبوردهای مدیریتی، که نتایج پژوهش قبلی محققان پژوهش حاضر است، استفاده شده است (نوری و همکاران)، که از میان ۲۷ الزام فنی، ۱۷ الزام یا متغیر (معیار) بر اساس سه شاخص میزان اهمیت و اولویت، وجود حداقل یک رابطه با سایر الزامات در ماتریس همبستگی (سقف خانهٔ کیفیت) و نظر و تأیید مجدد ۱۲ خبرهٔ حوزهٔ فناوری اطلاعات، متغیرهای مدل انتخاب و در مدل‌سازی استفاده شدند.

گام دوم. در این مرحله ابتدا فرضیه‌های پویا، تدوین و سپس، ساختار علّی بر

مبنای فرض‌های اولیهٔ متغیرها و مفاهیم کلیدی، تئوری‌های اولیه، رفتار سیستم در گذشته، سایر داده‌های در دسترس و استفاده از ابزارهایی همچون نمودارهای علّی و معلولی، تدوین شد و به تأیید خبرگان رسید.

گام سوم. مرز مدل و مدل انباشت جریان در این گام ایجاد شد و به تعیین ساختار و قواعد تصمیم، تخمین مقادیر اولیه، پارامترهای مدل و ارتباطات رفتاری، تست میزان سازگاری مدل با اهداف و مرز آن پرداخته شد.

گام چهارم. در این مرحله، اعتبارسنجی و آزمون مدل بایستی صورت می‌پذیرفت. بخشی از آزمون مقایسهٔ رفتار شبیه‌سازی‌شده با رفتار واقعی است؛ اما آزمون بیشتر دربرگیرندهٔ تکرار و انعکاس رفتار گذشته است. هر متغیری باید با یک مفهوم در دنیای واقعی مطابقت داشته باشد. هر معادله‌ای به منظور سازگاری ابعادی بایستی بررسی شود. رفتار مدل و سیاست‌های توصیه‌شده باید از لحاظ عدم‌قطعیت در فرضیه‌ها، هم پارامتری و هم ساختاری، ارزیابی شود (استرمن، ۲۰۰۰). به‌طور کلی، مدل‌های شبیه‌سازی را به طرق مختلفی، همچون مقایسهٔ رفتار مدل با رفتار مرجع (رفتار گذشتهٔ سیستم)، بررسی رفتار مدل در شرایط حدی (آیا مدل با واردکردن شرایط حدی منطقی رفتار می‌کند؟)، تحلیل حساسیت (بررسی رفتار مدل در صورت تغییر مقادیر اولیه، پارامترها و مرز مدل) و چندین تست دیگر، آزمون و اعتبارسنجی می‌کنند که در پژوهش حاضر نیز این آزمون‌ها برای مدل پویای مسئله انجام شد. در طول شبیه‌سازی، رفتار پویا برای تمام متغیرها در مدل ذخیره می‌شود که می‌توان متغیر مورد علاقه را انتخاب و با کلیک روی ابزار تجزیه و تحلیل مناسب، نتایج کامل‌تری را مشاهده کرد. به‌طور کلی، در مدل‌سازی پویا سه دسته تست، شامل آزمون‌های «ساختار مدل»، «رفتار» و «سیاست‌ها» معرفی شده‌اند.

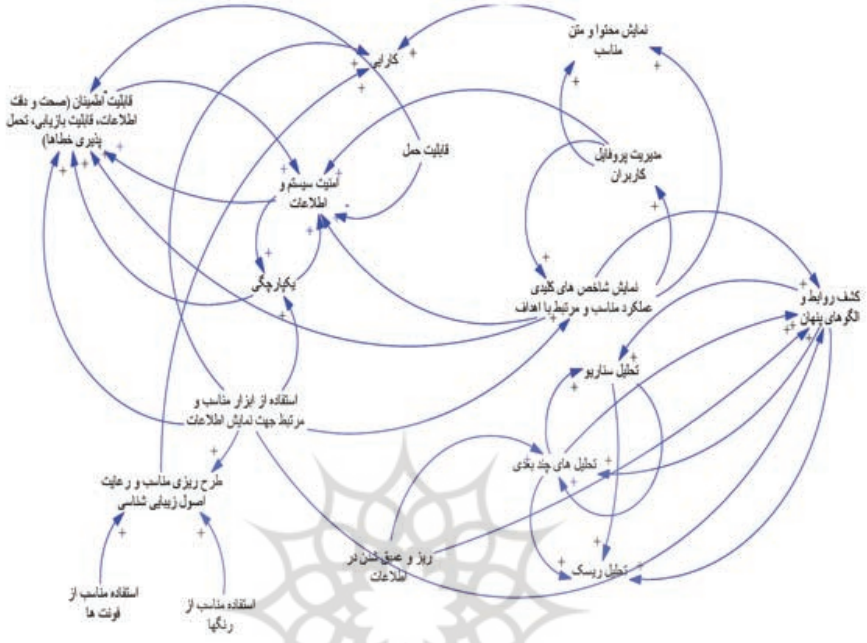
گام پنجم. طراحی سیاست‌های مختلف و ارزیابی آن‌ها به‌وسیلهٔ مدل، که شامل راهبردهای کاملاً جدید، ساختارها و قوانین تصمیم‌گیری است. ازآنجایی‌که ساختار بازخورد یک سیستم، پویایی آن را تعیین می‌کند، بیشتر اوقات، سیاست‌های کلیدی با تأثیر زیاد، متضمن تغییر حلقه‌های بازخوردی برجسته با طراحی دوبارهٔ ساختارهای انباشت و جریان، حذف تأخیرهای زمانی، تغییر جریان، کیفیت و اطلاعات در دسترس در نقاط کلیدی تصمیم‌گیری یا تدبیر دوبارهٔ فرایندهای تصمیم‌گیری بازیگران در

سیستم است (استرمن، ۲۰۰۰). طراحی و ارزیابی سیاست‌ها شامل موارد طراحی سناریو (چه شرایط محیطی‌ای ممکن است رخ دهد؟)، طراحی سیاست (چه قوانین و استراتژی‌هایی می‌توان در دنیای واقعی پیاده کرد؟)، آنالیز (بررسی نتایج اعمال سیاست‌های مختلف)، آنالیز تحلیل حساسیت (بررسی نتایج مدل در صورت وقوع سناریوهای مختلف) است (رجائیان، ۱۳۸۸)، که محققان چند سناریو و سیاست را بر اساس ماهیت و هدف تحقیق بیان داشته‌اند. امروزه، نرم‌افزارهای شبیه‌سازیِ سطح بالایی به مطالعه و تجزیه و تحلیل سیستم‌ها کمک می‌کنند که در این تحقیق از نرم‌افزار Vensim6 برای ساخت مدل، شبیه‌سازی، آزمون و تحلیل سیستم استفاده شده است.

یافته‌ها

پس از بررسی و تحلیل خانهٔ کیفیت داشبوردهای راهبردی مدیریت در شرکت ملی نفت ایران مبتنی‌بر رویکرد QFD (مدل ارائه‌شده در پژوهش سابق محققان) و بر اساس معیارهایی که در روش تحقیق توضیح داده شد، تعداد ۱۷ معیار (شاخص) انتخاب و به مدل علّی ـ معلولی منتقل شد که روابط بین آن‌ها به‌صورت شکل ۲ بیان شده است. سپس فرضیه‌های پویای مدل و درخت علتی برای متغیر اصلی مدل ایجاد شد (شکل ۳). همان‌طور که از این روابط مشخص است، توسعهٔ ویژگی‌های ظاهری، عملکردی و کیفی باعث طراحی مناسب داشبورد می‌شود و هریک از این ویژگی‌ها نیز حاصل توجه و درنظرگرفتن مواردی دیگری است. مثلاً امنیت، قابلیت اطمینان، یکپارچگی و سرعت که منجر به توسعهٔ ویژگی‌های کیفی داشبورد می‌شوند و برای طراحی مناسب این محصولِ نرم‌افزاری ضروری هستند. همچنین، می‌توان درخت علتی و درخت کاربردی را برای هریک از متغیرهای مدل تعریف کرد که این روابط نیز نتیجه و حاصل سایر فرضیه‌های پویای مدل است که به دلیل محدودیت در نگارش، از ذکر همهٔ آن‌ها پرهیز شده است. جدول ۱ نیز نشان‌دهندهٔ حلقه‌های مدل است. حلقه‌های ایجادشده مثبت هستند و منجر به تقویت آنچه در سیستم اتفاق می‌افتد، می‌شوند. مثلاً قابلیت یکپارچگیِ بیشتر منجر به افزایش قابلیت اطمینان در داشبورد مدیریتی و آن نیز منجر به افزایش امنیت در سیستم می‌شود.

شکل ۲. مدل مسئلهٔ تحقیق ـ نمودار علّی ـ معلولی طراحی داشبوردهای مدیریتی



جدول ۱. حلقه‌های علّی ـ معلولی مستخرج از نمودار علّی ـ معلولی

شماره حلقه	نوع حلقه	متغیرهای حلقه
۱	+	قابلیت اطمینان (صحّت و دقت اطلاعات، قابلیت بازیابی، تحمل‌پذیری خطاها) ـ امنیت سیستم و اطلاعات
۲	+	قابلیت اطمینان (صحّت و دقت اطلاعات، قابلیت بازیابی، تحمل‌پذیری خطاها) ـ امنیت سیستم و اطلاعات ـ یکپارچگی
۳	+	امنیت سیستم و اطلاعات ـ یکپارچگی
۴	+	کشف روابط و الگوهای پنهان ـ تحلیل سناریو ـ تحلیل‌های چندبُعدی
۵	+	نمایش شاخص‌های کلیدی عملکرد مناسب و مرتبط با اهداف ـ مدیریت پروفایل کاربران
۶	+	تحلیل‌های چندبُعدی ـ کشف روابط و الگوهای پنهان
۷	+	تحلیل سناریو ـ تحلیل‌های چندبُعدی

منبع: یافته‌های پژوهش

شکل ۳. نمودار درخت علتی طراحی مناسب داشبوردهای مدیریتی

منبع: یافته‌های پژوهش

ازآنجاکه اصل مدل پویا بر اساس روابط و حلقه‌ها است، درنتیجه بر اساس روابط و حلقه‌های موجود، برون‌داد طراحی مناسب داشبورد خواهد بود که هدف مدل پژوهش حاضر نیز همین است.

ترسیم نمودار انباشت ـ جریان: نمودارهای علت و معلولی درکی تصویری از ساختار سیستم ارائه می‌کنند؛ ولی این نمودارها برای بررسی رفتار سیستم در طول زمان کافی نیستند و برای درک بهترِ رفتار سیستم باید روابط بین متغیرهای سیستم تدوین شود و مقدار متغیرها در طول زمان شبیه‌سازی شود. برای انجام این کار باید نمودارهای حالت ـ جریان یا همان انباشت ـ جریان طراحی شوند. اجزای اصلی تشکیل‌دهندهٔ این نمودار متغیرهای حالت[1] و متغیرهای جریان[2] هستند. متغیر نوع اول باید سطح یا حالت سیستم را به‌طور پیوسته نمایش دهد و متغیر دوم بیانگر هر نوع افزایش یا کاهش در سطح یا حالت باشد. این مطالعه بر اساس یک بازهٔ زمانی ۵ ساله (۶۰ ماه) در نظر گرفته شده است و شبیه‌سازی در این دورهٔ زمانی به روش پیشنهادی اولر[3] با گام‌های زمانی ماهانه صورت

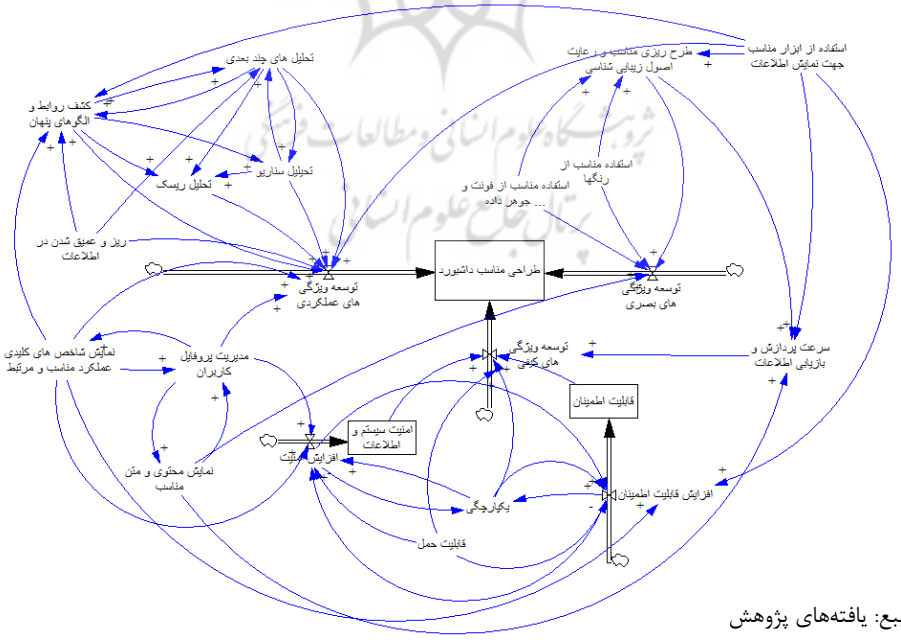
1. State variables
2. Rate variables
3. Euler

گرفته است. در شکل ۴، نمودار حالت ـ جریان مدل طراحی داشبوردهای مدیریتی ارائه شده است. در ابتدا متغیر حالت یا انباشت، طراحی مناسب داشبوردهای مدیریتی در نظر گرفته می‌شود که مدل طراحی داشبورد از عوامل مختلفی تشکیل شده است و الزامات فنی ـ مهندسی باید در طراحی در نظر گرفته شوند. عملکرد مثبت مهندسی یا همان طراحی مناسب داشبورد باعث بهبود عملکرد و درنتیجه افزایش بهره‌وری و عملکرد سازمان در این راستا می‌شود. در ریاضیات مدل‌سازی پویایی‌های سیستم از متغیر انباشت (حالت)، به‌عنوان انتگرال و از متغیر جریان، به‌عنوان نرخ، یاد می‌شود. رابطهٔ ۱ مقدار متغیر انباشت را پس از گذشت زمان t نمایش می‌دهد که در این رابطه، $stock(t_0)$ نشان‌دهندهٔ مقدار اولیه متغیر حالت است. با توجه به رابطهٔ ۱، می‌توان نتیجه گرفت، میزان تغییرات متغیر حالت، در واحد زمان، مطابق با رابطهٔ ۲، برابر است با خالص تغییرات متغیر حالت یا اختلاف نرخ جریان ورودی با جریان خروجی.

رابطهٔ ۱
$$Stock(t) = \int_{t_0}^{t} [Inflow(s) - Outflow(s)ds + Stock(t_0)$$

رابطهٔ ۲
$$d(stock)/dt = Inflow(t) - Outflow(t)$$

شکل ۴. نمودار حالت ـ جریان مدل طراحی داشبوردهای مدیریتی



منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که از نمودار حالت ـ جریان، مشخص است، طراحی مناسب داشبورد، قابلیت اطمینان و امنیت سیستم و اطلاعات، به‌عنوان متغیرهای انباشت و توسعهٔ ویژگی‌های عملکردی داشبورد، توسعهٔ ویژگی‌های بصری و توسعهٔ ویژگی‌های کیفی، متغیرهای جریان و سایر متغیرها، به‌عنوان متغیرهای ثابت در نظر گرفته شده‌اند. پس از ترسیم نمودار مدل انباشت ـ جریان در نرم‌افزار ونسیم، روابط ریاضی مدل ترسیم‌شده، تعیین شد. رابطه‌های ۳ و ۴ فرمول ریاضی متغیرهای انباشت و جریان سیستم را نمایش می‌دهند.

رابطهٔ ۳ مقدار اولیه متغیر انباشت + مجموع جریان‌های ورودی = متغیر انباشت

رابطهٔ ۴ مجموع متغیرهای ثابت هر جریان= متغیر هر جریان

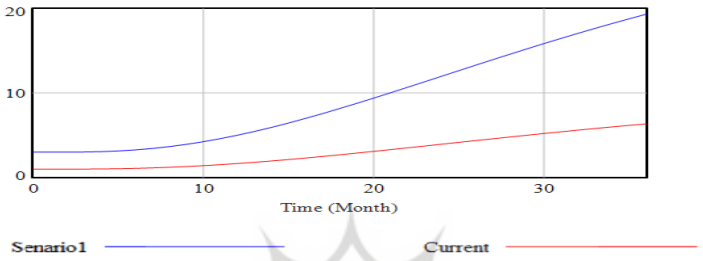
اعتبارسنجی مدل: آزمون‌های زیر برای ایجاد اطمینان در زمینه معنی‌داری و مفیدبودن مدل انجام شد:

آزمون کفایت مرز: در این آزمون باید به این سؤال پاسخ داده شود که آیا مفاهیم مهم مرتبط با مسئله، درون مدل در نظر گرفته شده است؟ همان‌طور که پیش‌تر نیز بیان شد، در این تحقیق، مدل پیشنهادی بر اساس نتایج پژوهش پیشین محققان که مدلی در خصوص طراحی داشبوردهای مدیریتی پیشنهاد داده بودند، انجام گرفته و تمام متغیرهای کلیدیِ مدل ساخته‌شده، بر اساس تصدیق اهمیت آن‌ها در مرور ادبیات مربوط به طراحی داشبورد، وارد مدل شده است. علاوه‌بر این، ضرورت و اهمیت تمامی متغیرها، در جلسات کارشناسی با خبرگان (۱۲ خبره و متخصص فناوری اطلاعات و توسعه‌دهندگان داشبوردهای مدیریتی) نیز مورد بررسی و تأیید مجدد قرار گرفته است. همچنین، برای بررسی این سؤال که «آیا رفتار مدل پس از تغییر مرز مدل و حذف قسمت‌هایی از مفروضات آن، تغییرات چشمگیری نشان می‌دهد یا خیر؟»، سناریوهایی به شرح ذیل در نظر گرفته و آزموده شد:

سناریو ۱. حذف متغیر قابلیت حمل: قابلیت حمل یکی از الزامات فنی مرتبط با ویژگی‌های کیفی در طراحی داشبوردهای مدیریتی است که بر قابلیت اطمینان و امنیت سیستم و اطلاعات نیز تأثیرگذار است. حذف این متغیر به معنی نادیده‌گرفتن آن در شبیه‌سازی است. شکل ۵ نتایج حاصل از این تغییر را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل دیده می‌شود، در صورت لحاظ‌نکردن این متغیر، سیستم افزایش عملکردی

مجازی را طبق منحنی آبی‌رنگ نشان می‌دهد که از شرایط واقعی (منحنی قرمز) به دور است و شرایط مجازی ایجادشده نیز می‌تواند به تصمیم‌گیری اشتباه ختم شود؛ همچنین، برای سایر متغیرها نیز این آزمون صورت پذیرفت که تمام موارد، لزوم درنظرگرفتنِ همهٔ متغیرها و روابط بین آن‌ها را نشان می‌دهد.

شکل ۵. اثرات حذف متغیر قابلیت حمل



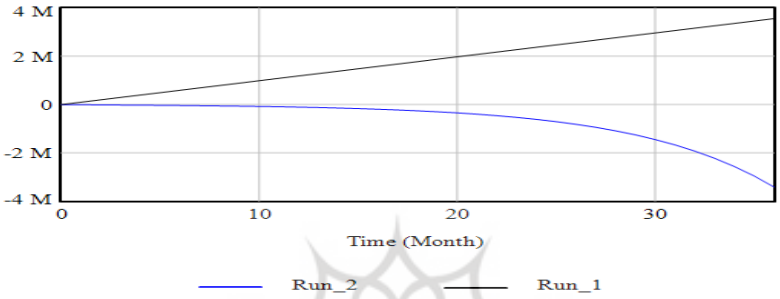
منبع: یافته‌های پژوهش

آزمون ارزیابی ساختار: هدف این آزمون تعیین تطابق ساختار مدل با دانش توصیفی مرتبط با سیستم و بررسی منطقی‌بودن قواعد تصمیم در شکل‌دهیِ رفتار متغیرها و صحیح‌بودن ساختار معادلات مدل است. ازآنجاکه در این تحقیق معادلات مربوط به مدل در محیط نرم‌افزار ونسیم نوشته شده است، صحیح‌بودن ساختار معادلات مدل توسط نرم‌افزار مورد تأیید قرار گرفت (هر رابطه در مدل سیستم بیانگر یک فرضیه یا یک معادله است).

آزمون شرایط حدی: این آزمون پاسخگوی این سؤال است که آیا مدل هنگامی که ورودی‌های آن در شرایط حدی مانند صفر یا بی‌نهایت قرار می‌گیرند، رفتار مناسبی نشان می‌دهد؟ به عبارت دیگر، مدل باید در شرایط حدی نیز پایدار باشد. برای انجام آزمون شرایط حدی به دو روش می‌توان اقدام کرد: اول اینکه، تمامی معادلات به‌کاررفته در مدل را در شرایط حدی متغیرهای آن‌ها مورد بررسی قرار داد؛ دوم اینکه، رفتار مدل را در سناریوهایی که در آن‌ها ورودی‌های مدل در شرایط حدی قرار گرفته است، مورد بررسی قرار داد که در بخش آزمون کفایت مرز وضعیت متغیرهای در حالت صفر (حداقل مقدار) بررسی شد. در ادامه، سه سناریوی مرتبط با سه دسته متغیرها (عملکردی، کیفی و بصری) بررسی و آزمون می‌شوند. شکل‌های ۶، ۷ و ۸، به ترتیب

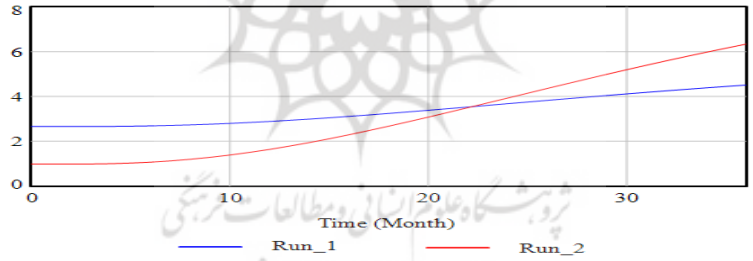
نمودارهای وضعیت ویژگی‌های عملکردی، کیفی و بصری داشبورد را در بهترین حالت خود (حالت حداکثری) و بدترین حالت خود (حالت حداقلی) با هم مقایسه کرده است که منحنی‌های مشکی و قرمز حالت حداکثری و منحنی‌های آبی حالت‌های حداقلی را نمایش می‌دهد.

شکل ۶. سناریوی دو ـ رفتار مدل در حالات حدی ویژگی‌های عملکردی داشبورد



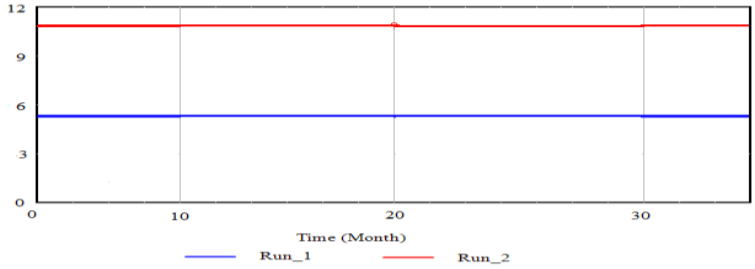
منبع: یافته‌های پژوهش

شکل ۷. سناریوی سه ـ رفتار مدل در حالات حدی کاهش ویژگی‌های کیفی



منبع: یافته‌های پژوهش

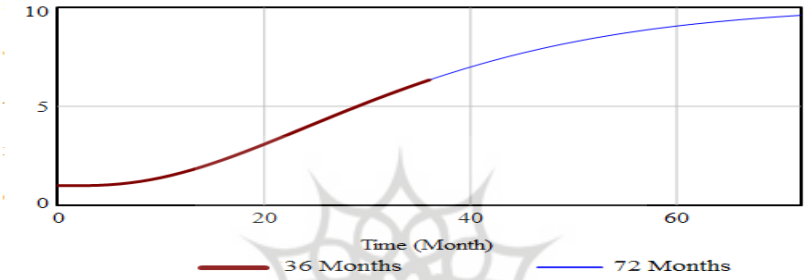
شکل ۸. سناریوی چهار ـ رفتار مدل درحالات حدی ویژگی‌های بصری‌سیستم داشبورد



منبع: یافته‌های پژوهش

آزمون خطای یکپارچگی: این آزمون حساس‌بودن نتایج مدل به انتخاب بازۀ زمانی را نشان می‌دهد که برای انجام این آزمون، بازۀ زمانی ۳۶ ماهه مدل به ۷۲ ماه تبدیل شد. همان‌طور که در نمودار شکل ۹ و دو منحنی ۳۶ و ۷۲ ماهه مشخص است، با تغییر در بازۀ زمانی، تغییری در رفتار مدل مشاهده نشد و عوامل مؤثر بر طراحی داشبورد در صورت کنترل، باز هم بهبود طراحی داشبورد را موجب خواهند شد.

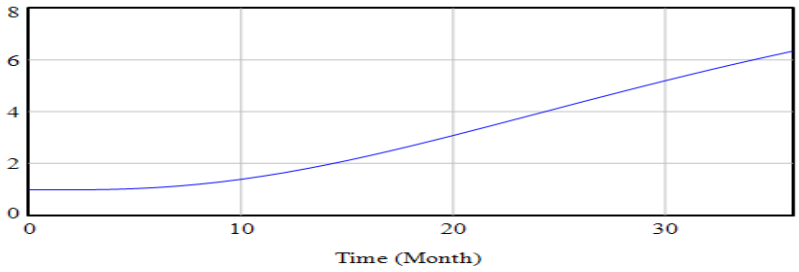
شکل ۹. خروجی‌های مدل در بازۀ ۳۶ و ۷۲ ماهه



منبع: یافته‌های پژوهش

آزمون بازتولید رفتار: همان‌طور که پیش‌تر تشریح شد، مدل این تحقیق ادعای دربرگرفتن متغیرهای اثرگذار طراحی داشبورد را دارد و قادر است رفتار سیستم را پس از شناسایی معیارها پیش‌بینی کند. در شکل ۱۰، نمودار مربوطه نشان داده شده است که با کنترل عوامل مؤثر بر عملکرد می‌توان از کاهش بهره‌وری جلوگیری کرد. اما در بهبود عملکرد عوامل بسیار زیادی دخیل هستند که هماهنگ‌کردن آن‌ها زمان بیشتری نیاز دارد.

شکل ۱۰. رفتار سیستم مهندسی داشبود بعد از کنترل عوامل



منبع: یافته‌های پژوهش

آزمون تحلیل حساسیت: پس از شبیه‌سازی و مشاهدهٔ رفتار کلیهٔ اجزای مدل در بازهٔ زمانی مورد نظر، به تغییر متغیرهای مختلف مدل و تحلیل تأثیر آن‌ها بر متغیر اصلی مورد بررسی، که همان طراحی مناسب داشبورد است، پرداخته می‌شود که در واقع در بخش‌های گذشته این آزمون نیز انجام شد و نتایج آن در نمودارهای مختلف با تغییر در مقادیر مرزی و غیرمرزی مشخص شد.

طراحی و تدوین سیاست‌ها: همان‌طور که در قسمت‌های قبل شرح داده شد، سیاست‌هایی طی چند سناریو طرح و مورد آزمون قرار گرفت که ضمن بیان خلاصه‌ای از آن‌ها، پیشنهاداتی به شرح ذیل بیان می‌شود:

- با حذف متغیر قابلیت حمل، سیستم عملکرد مجازی از خود نشان داد که از وضعیت واقعی فاصله داشت؛ لذا حذف این متغیر راهکار چندان مناسبی برای افزایش سطح متغیرهای انباشت «امنیت سیستم و اطلاعات» و «قابلیت اطمینان» نیست. بنابراین، پیشنهاد می‌شود از راهکارهای دیگری برای حفظ مطلوب سطح این دو متغیر مهم یا افزایش میزان آن‌ها استفاده شود که توجه به سایر متغیرهای اثرگذار و همچنین، لحاظ موارد دیگر در طراحی، که به دلایلی که پیش‌تر گفته شد در داخل مرزهای مدل دیده نشدند، همچون انجام تست‌های امنیتی، طراحی مناسب بانک اطلاعاتی، استفاده از سخت‌افزارهای امنیتی، تست یکپارچگی، استفاده از کدنویسی‌های صحیح و امن و مواردی از این دست، می‌تواند اثرگذار باشد.
- درنظرگرفتن تمام متغیرهای مدل در طراحی مناسب و مؤثر داشبورد اثرگذار است. افزایش سطح این متغیر نیاز به توسعهٔ هر سه دسته ویژگی‌های «عملکردی»، «کیفی» و «بصری» دارد. وضعیت حدی هر سه دسته در سه سناریوی مختلف آزمون شد، که نشان‌دهندهٔ پایداری سیستم در این شرایط بوده است.
- با توجه به اینکه متغیرهای مدل از الزامات فنی - مهندسی که بر اساس نیاز مشتریان داشبوردهای مدیریتی طراحی شده، انتخاب شده است، پیشنهاد می‌شود یک نمونهٔ اولیه از نرم‌افزار داشبورد ایجاد شود و در اختیار تعدادی از مشتریان کلیدی قرار گیرد تا ضمن بررسی وضعیت سیستم، میزان رضایت

مشتریان (کاربران داشبورد) نیز تا حدودی مشخص شود. این راهکار می‌تواند میزان طراحی مناسب داشبورد را بسنجد و در صورت نیاز، اصلاحاتی نیز جهت افزایش رضایت مشتری صورت پذیرد.

- اجزای طراحی، شامل ابزارها و تکنیک‌ها، همچنین زیرساخت‌های مناسب شامل فناوری‌ها و پیش‌نیازهای سیستم، برای تمام ویژگی‌های داشبورد مورد مطالعه قرار گیرد و جهت توسعهٔ ۱۷ الزام فنی ـ مهندسی داشبورد، از آن‌ها استفاده شود. مواردی، همچون استفاده از قابلیت‌های وب، استفاده از زبان‌های برنامه‌نویسی مناسب در هرسه لایهٔ نرم‌افزار داشبورد، همچون پایتون و جاوا اسکریپت، طراحی و ایجاد انبار دادهٔ مناسب و یکپارچگی تمام سیستم‌ها و بانک‌های اطلاعاتی موجود در سازمان، شناسایی اهداف و فرایندهای سازمان و شاخص‌های کلیدی عملکرد مناسب و مرتبط با آن‌ها، شناسایی خطوط گزارش‌دهی، بررسی ساختار سازمانی، شناسایی کاربران و نقش و وظایف آن‌ها، استفاده از تکنیک‌های بصری‌سازی هوشمند، استفاده از میزان حافظه‌های مناسب و مواردی از این دست، می‌تواند به توسعهٔ هریک از الزامات فنی ـ مهندسی طراحی داشبورد (متغیرهای مدل) کمک کند.

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف طراحی مدل پویای طراحی داشبوردهای راهبردی مدیریت در حوزهٔ منابع انسانی شرکت ملی نفت ایران انجام شد. برای یافتن متغیرهای مدل از اطلاعات خانهٔ کیفیت در مدل QFD طراحی داشبوردهای مدیریت که توسط مقالهٔ پیشین پژوهشگران حاضر ارائه شده بود، استفاده شد و پس از اخذ تأیید مجدد خبرگان حوزهٔ فناوری اطلاعات و توسعه‌دهندگان داشبوردهای مدیریتی، مدل مسئله، فرضیه‌های پویای سیستم و روابط علّی ـ معلولی با ۱۷ الزام فنی ـ مهندسی طراحی (متغیرهای مسئله) شکل گرفت. سپس با بهره‌گیری از نرم‌افزار ونسیم، روابط علّی ـ معلولی، نمودار انباشت و جریان و شبیه‌سازی مدل و نهایتاً اعتبارسنجی و آزمون مدل به روش‌های مختلف و مطرح در علم سیستم داینامیک صورت پذیرفت. بر اساس مدل علّی ـ معلولی تحقیق، ۷ حلقهٔ مثبت که نشان‌دهندهٔ فرایندهای بازخورد مثبت و

تقویتی نیز هستند، ایجاد شد. مثلاً میان امنیت، قابلیت اطمینان و یکپارچگی، حلقهٔ مثبتی با طول سه وجود دارد که با افزایش و درنظرگرفتن هریک، متغیر دیگر نیز افزایش می‌یابد که این نشان‌دهندهٔ حالت تقویت‌کنندگی آن است و می‌توان لزوم و ضرورت اهمیت‌دادن به تمام متغیرهای حلقه‌های مثبت در طراحی داشبوردهای مدیریتی و تأثیر آن‌ها در بهبود عملکرد داشبورد را نتیجه گرفت. در وهلهٔ اول، «طراحی مناسب داشبورد»، متغیر انباشت (حالت) در نظر گرفته شده است که سه جریان اصلی «توسعهٔ ویژگی‌های عملکردی»، «توسعهٔ ویژگی‌های کیفی» و «توسعهٔ ویژگی‌های بصری/ظاهری» باعث افزایش سطح آن، یعنی بهبود و ارتقای عملکرد داشبورد می‌شوند. همچنین، متغیرهای دیگری نیز در توسعهٔ هریک از جریان‌های اصلی مدل تأثیرگذارند که بسته به نوع و ماهیت آن‌ها، به هریک از جریان‌ها وارد می‌شوند. به‌عنوان نمونه، برای توسعهٔ ویژگی‌های بصری داشبورد، توجه به طرح‌ریزی مناسب، استفادهٔ مناسب از رنگ و فونت و جوهر داده حائز اهمیت است و تأثیر آن‌ها در نمودار علّی ـ معلولی هم با علامت‌های مثبت مشخص شده است. همچنین، دو متغیر انباشت دیگر، با نام‌های «امنیت سیستم و اطلاعات» و «قابلیت اطمینان» نیز در مدل نمایش داده شده‌اند که خود بر توسعهٔ ویژگی‌های کیفی تأثیرگذارند و البته متغیرهای ثابت دیگر، همچون مدیریت پروفایل کاربران، یکپارچگی و قابلیت حمل و... نیز روی این انباشت‌ها اثرگذارند و باید در طراحی در نظر گرفته شوند. در برخی از موارد نیز، تغییر یکی از مشخصه‌های فنی تأثیر منفی بر دیگری دارد. به‌عنوان نمونه، متغیر قابلیت حمل بر دو متغیر قابلیت اطمینان و امنیت، تأثیر منفی داشته‌اند که با حذف متغیر قابلیت حمل در شبیه‌سازی و انجام آزمون، ضرورت وجود این متغیر در طراحی مشخص شد. لذا، سیاست‌های دیگر برای ایجاد تعادل در طراحی پیشنهاد شد. همچنین، آزمون‌های مختلفی در طی شبیه‌سازی مدل صورت پذیرفت که نتایج حاکی از تأیید ساختار مدل، مرزهای مدل، پایداری مدل در شرایط حدی، عدم‌تغییر رفتار مدل با تغییر در بازهٔ زمانی و بهبود مستمر سیستم در طول زمان، همچنین، لزوم درنظرگرفتن تمام متغیرها در طراحی و توسعهٔ داشبوردهای مدیریتی است. در طراحی و تولید محصولات پیچیده‌تر، همچون تولیدات صنعتی یا سیستم‌های جدید و ناشناخته، استفاده از سیستم داینامیک می‌تواند به حل بسیاری از تناقضاتِ طراحی کمک کند و با استفادهٔ ترکیبی از آن با سایر

روش‌ها، مانند TRIZ، می‌توان مسائل مختلفی را مرتفع ساخت. از نتایج پژوهش حاضر می‌توان برای طراحی نظام‌مند و یکپارچهٔ داشبوردهای مدیریتی و در تمامی سازمان‌ها استفاده کرد و محصولاتی باکیفیت‌تر تولید کرد. همچنین، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌هایی در خصوص مدل‌سازی پویا در طراحی زیرساخت‌های داشبوردهای مدیریتی و سایر نرم‌افزارها نیز صورت پذیرد.

منابع

استرمن، جان (۲۰۰۰). *پویایی‌شناسی سیستم، تفکر سیستمی و مدل‌سازی برای جهان پیچیده*، میرزایی، دریانی؛ اصلی‌زاده، احمد؛ سلوک‌دار، علیرضا؛ شاهقلیان، کیوان و زنده‌بافنده، علیرضا، تهران، ترمه.

رجائیان، محمدمهدی (۱۳۸۸). *شبیه‌سازی سیستم‌های پویا با نرم‌افزار ونسیم*. چاپ اول. مشهد، مرکز نشر فرایاز.

نوری، رقیه؛ نظافتی، نوید و معتدل، محمدرضا (۱۴۰۰). طراحی داشبوردهای راهبردی مدیریت با رویکرد QFD، مورد مطالعه شرکت ملی نفت ایران. *مطالعات راهبردی در صنعت نفت و انرژی (مدیریت منابع انسانی در صنعت نفت سابق)*، سال ۱۲، شماره ۴۹.

هاشمی، سیدعلی‌اکبر؛ حسن، الوداری؛ محمدرضا، دارایی و رازینی، روح‌الله (۱۳۹۷). طراحی مدلی جهت ارزیابی توسعه داشبورد سازمانی با منطق هوش تجاری در سازمان‌ها. *فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت سازمان‌های دولتی*، ۶(۳)، ۶۴-۴۹.

Bugwandeen, K., Ungerer, M. (2019). Exploring the design of performance dashboards in relation to achieving organizational strategic goals. *South African Journal of Industrial Engineering*, 30. doi:10/7166, 2021.2.30

Cahyadi, A. (2016). *Beyond functionality and a user interface: a design thinking perspective on the design of dashboards*. [Doctor Dissertations, Swinburne University of Technology].

Eckerson, W. W. (2011). *Performance dashboards: measuring, monitoring, and managing your business*. *Hoboken, N.J: Wiley*

Forrester J.W. & Senge, P.M. (1980). Test for building confidence in system dynamics models. Georgia institute of technology.

Few, S. (2013). *Information Dashboard Design: Displaying data for at-a glance monitoring* (2nd ed.). Burlingame: Analytics Press

Matheus, R., Janssen, M., & Maheshwari, D. (2018). Data science

empowering the public: Data-driven dashboards for transparent and accountable decision-making in smart cities. *Government Information Quarterly*, 101284. doi: https://doi.org/10.1016/j.giq.2018.01.006

Pauwels, K., Ambler, T., Clark, B., LaPointe, P., Reibstein, D., Skiera, B.,... Wiesel, T. (2009). Dashboards as a Service: Why, what, How, and What Research Is Needed? *Journal of Service Research*, 12, PP 175-189.doi: 109470509344213/10,1177.

Shabestari, S., Bender, B., (2017). Enhanced Integrated Sensitivity Analysis In Model Based QFD Method, 21s International Conference on Engineering Design (ICED17), Vol. 4: Design Methods and Tools, Vancouver, Canada, 21.-25.08.2017

Sweem, Susan L. (2016). Stabilization bounds for linear finite dynamical systems y, dissertation, available at:http://www.umi.com/pqdauto

Uriona Maldonado, M., Grobbelaar. S. (2016). System Dynamics Models in the Innovation Systems domain: A review.

Yigitbasioglu, O. M., Velcu. O. (2012). A review of dashboards in performance management: Implications for design and research. *International Journal of Accounting Information Systems*, 13(1): PP 41-59

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Application of System Dynamic in Analyzing Strategic management Dashboards Model, Case study of National Iranian Oil Company

Roghyeh Nouri[1]- Navid Nezafati[*2]- Mohammadreza Motadel[3]

Abstract

Proper design of management dashboards and according to the needs of users requires consideration of important and effective technical-engineering characteristics and the relationships between them. The aim of this study was to dynamically modelling of the strategic management dashboards and dynamic analysis of this model. For this purpose, out of 27 identified technical requirements for designing strategic management dashboards in the field of human resources management in NIOC, 17 items, based on the nature, importance and correlation between them in the house of quality model was selected as research variables and was used to build the problem model. The model was validated and different scenarios were examined and analyzed during several tests, including boundary adequacy test, structure evaluation, integration error, behavior reproduction, and sensitivity analysis. The research results indicate the confirmation of the model and the necessity of the existence of all variables and its reliability over time.

Key Words:
Dynamic Modeling, Management Dashboards, NIOC, Simulation, System Dynamic.

1. PhD Student, Information Technology Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. (nouri.ro.ir@gmail.com)
2. Assistant Professor, Department of Industrial and Information Technology Management, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, Corresponding Author. (n_nezafati@sbu.ac.ir)
3. Assistant Professor, Department of Industrial Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. (dr.motadel@gmail.com)