Archive of SID

Journal of Industrial Management Studies
Vol.19 No 62, Autumn 2021, 23-66
.atu.ac.ir
DOI: 10/22054/jims. 2021.57172.2583

ATU PRESS

Original Reserch / Review / …
Received:9/12/2020
Accepted:15/3/2021
eISSN: ISSN:

Modeling the Market Analysis Process through the SD-DES Hybrid Simulation Approach (The Case: Mobile Market of Iran)

Mohsen JavidMoayed — Ph.D. Candidate in Industrial Management, Central Branch of Tehran, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abas Toloei Eshlaghi* — Full Professor, Insdustrial Management Department, Faculty of Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Mohamad Ali AfsharKazemi — Professor assisstant , Insdustrial Management Dept., Faculty of Management, Central Branch of Tehran Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

Nowadays, more successful businesses are those that keep their customers satisfied and in addition to the macro level of their policies, also pay attention to the micro level and details of the market. In this article, in order to study the influential factors in the mobile phone market, the dynamic system method with the discrete event method has been used. In this paper, the first two mobile companies Hamrahe Aval and Irancell as the basic players in the Iranian mobile phone market are considered as two rivals. Since in recognizing and analyzing the influential factors on market share, operational and strategic levels affect each other, after specifying the impressive factors at each level, from the discrete event approach at the operational level, and the dynamic system approach at the strategic level and their combination has been used to indicate a integrated model of the mobile phone market.

Based on findings any change in the operational and strategic levels of each competitor will have a serious influence on the rate of increase / reduce of willingness on their services and the consequently increase or decrease in customers. On the other hand, it indicates how a more specified level of detail can be noticed by combining discrete event simulation methods and a dynamic system.

In comparison the suggested combined model investigates more details of events than simple simulation models, so, it can be used to examine different ways for decision-making.

Keywords: Hybrid Simulation, System Dynamics, Discrete Event, Mobile Market, Customer Satisfaction.

* Corresponding Author: toloie@srbiau.ac.ir
How to Cite: xxxxxxx

www.SID.ir

Archive of SID

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:۱۳۹۹/۹/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۵

eISSN: ISSN:

فصلنامهٔ مطالعات مدیریت صنعتی
دوره نوزدهم، شماره ٦٢، پاییز ١٤٠٠، ٦٦-٢٣
.atu.ac.ir
DOI:١٠,٢٢٠٥٤ /jims.٢٠٢١/٥٧١٧٢/٢٥٨٣

مدل‌سازی فرایند تحلیل بازار از طریق رویکرد شبیه‌سازی ترکیبی SD-DES(مطالعهٔ موردی: بازار تلفن همراه کشور)

محسن جاویدمؤید دانشجوی دکتری رشته مدیریت صنعتی- سیستم‌ها، دانشگاه آزاد اسلامی تهران مرکزی، تهران، ایران

عباس طلوعی اشلقی * استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی علوم و تحقیقات، تهران، ایران

محمدعلی افشارکاظمی دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی تهران مرکزی، تهران، ایران

چکیده

امروزه کسب‌وکارهایی موفق‌ترند که مشتریان خود را راضی نگه دارند و افزون بر سطح کلان سیاست‌گذاری‌های خود، به سطح خُرد و جزئیات بازار نیز توجه جدی داشته باشند.

در این مقاله در راستای بررسی هرچه بیشتر عوامل تأثیرگذار در بازار تلفن همراه، از روش پویایی سیستم به همراه روش گسسته پیشامد به‌صورت ترکیبی استفاده شده است. دو شرکت همراه اول و ایرانسل به‌عنوان بازیگران اصلی بازار تلفن همراه ایران، به‌عنوان دو رقیب در نظر گرفته شده¬اند. از آنجایی که در تحلیل و شناخت عوامل تأثیرگذار بر سهم بازار، سطوح عملیاتی و استراتژیک بر یکدیگر اثر می‌گذارند، پس از مشخص نمودن عوامل تأثیرگذار در هر سطح، از رویکرد گسسته پیشامد در سطح عملیاتی، و رویکرد پویایی سیستم در سطح استراتژیک و ترکیب آن‌ها جهت ارائه مدل ترکیبی بازار تلفن همراه بهره گرفته شده است.

یافته‌ها حاکی است هرگونه تغییری در سطوح عملیاتی و استراتژیک هر یک از رقبا، تأثیر جدی در نرخ افزایش / کاهش رضایت از خدماتشان و متعاقب آن افزایش یا کاهش مشتریان خواهد داشت. از سویی، نشان می‌دهد که چطور می‌توان با ترکیب روش‌های شبیه‌سازی گسسته پیشامد و پویایی سیستم، سطح بیشتری از جزئیات را مورد توجه قرار داد. مدل ترکیبی پیشنهادی در مقایسه با مدل‌های شبیه‌سازی ساده جزئیات بیشتری از اتفاقات را مورد بررسی قرار می‌دهد، از این رو، می‌توان از آن برای بررسی سناریوهای مختلف تصمیم‌گیری و تصمیم‌سازی بهره برد.

کلیدواژه‌ها: شبیه‌سازی ترکیبی، پویایی سیستم، گسسته پیشامد، بازار تلفن همراه، رضایت مشتری.

* نویسنده مسئول: toloie@srbiau.ac.ir

مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری رشته مدیریت صنعتی دانشگاه آزاد اسلامی تهران مرکزی است.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در سال‌های اخیر، رقابت روزافزون شده و نیاز به جامعیت‌نگری بیش از پیش احساس می‌شود. امروزه، شرکت‌های موفق آن‌هایی هستند که از قدرت رقابت‌پذیری برخوردارند و در عین حال، عدم برخورداری از این قدرت، به‌عنوان مشخصه‌ی اصلی شرکت‌های ناموفق به شمار می‌آید (کدیا و فلیپان[1]). بدین‌رو، بازیگران موفق عرصه‌ی رقابت کسب‌وکارها، آن‌هایی هستند که نگاهی همه‌جانبه دارند و قبل از دیگران فرصت‌ها را تشخیص می‌دهند و به مقابله با تهدیدات می‌پردازند. از سویی، صنعت تلکام نیز به‌عنوان یکی از صنایع کلیدی کشور از منظر اقتصادی و فن‌آوری که می‌تواند موتور محرک بسیاری از فن‌آوری‌های پیشرفته دیگر در کشور باشد، از این قاعده مستثنی نبوده و بازار بازیگران فعال در این صنعت نیز بیش از پیش رقابتی، و عرصه تحقیقات وسیع بوده است، چرا که کلید شناخت هر بازار، کسب دانش و آگاهی درباره روندها و گرایش‌های آن است و بخش فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات نیز از این قاعده مستثنی نیست (غفورنیان، ۱۳۹۲).

امروزه رشد فزاینده تعداد مشترکان تلفن همراه از سویی و سرعت بالای رشد فن‌آوری‌های صنعت تلکام از سویی دیگر، شرکت‌های فعال در این صنعت را در سراسر جهان و از جمله ایران دچار چالش جدّی کرده است (کمالی، ۱۳۹۴). نگاهی به شرایط حاکم بر بازار تلفن همراه ایران نشان می‌دهد که امروزه کمتر مشتری‌ای وجود دارد که صرفاً از یک خط تلفن و صرفاً خدمات یک اپراتور استفاده کند و با ظهور تلفن‌های هوشمندی که قابلیت استفاده همزمان از چندین سیم‌کارت را دارند، مشتریان اغلب دارای چندین خط تلفن از دو یا سه اپراتور هستند. نکته حائز اهمیت در چگونگی استفاده از این خطوط و امکانات آن‌ها نهفته است که باعث می‌شود مشتریان بسته به میزان رضایت یا نارضایتی حاصله از خدمات اپراتورها، میزان استفاده از خطوط مختلف را کم و زیاد کنند.

در این راستا، توجه به عوامل مختلف تأثیرگذار در بازار تلفن همراه که منجر به رضایت یا عدم رضایت مشتریان می‌شود، و رویکرد تحلیلی در قبال آن اهمیتی بیش از پیش یافته

1. Kedia & Philippon

www.SID.ir

Archive of SID

است. نگاهی به بازار تلفن همراه کشور و روند رشد و گسترش آن نشان می‌دهد امروزه اپراتورهای تلفن همراه با دو مسأله اساسی روبه‌رو هستند:

۱- سرمایه‌گذاری در جهت ارتقای زیرساخت‌ها، متناسب با روند رو به رشد جهانی و داخلی بازار تلفن همراه.

۲- راضی نگه داشتن مشتریان بازار تلفن همراه از طریق ارائه خدمات مطلوب به‌منظور حفظ و افزایش سهم بازار خود در مقایسه با رقبا.

در این میان نقش ابزارهای مدل‌سازی و شبیه‌سازی بیش از پیش پررنگ می‌شود؛ ابزارهای مدل‌سازی، امکان ترکیب فعالیت‌های گوناگون با یکدیگر را همزمان با متغیرهای ورودی و خروجی و نحوه هم‌پوشانی‌ها و گام‌های حذف شده مهیا می‌کنند و به‌وضوح می‌توانند مواردی چون میزان بهبود کیفیت، مقدار کاهش هزینه‌ها، سطح رضایت‌مندی مشتریان و نیز ذی‌نفعان را مورد بررسی و تجزیه‌وتحلیل قرار دهند (روسو[1] و همکاران ۲۰۱۳).

نگاهی به پیشینه پژوهش‌های انجام شده در زمینه تحلیل و مدل‌سازی بازار نشان می‌دهد بخش عمده‌ای از این مطالعات یا بر اساس فلسفه گسسته پیشامد توسعه یافته‌اند و یا با استفاده از فلسفه پویایی سیستم، در حالی که هرکدام از این ابزارها به نوبه خود، نقاط ضعف و قوت متفاوتی دارند؛ از مدل‌های پویایی سیستم، می‌توان در طراحی هر چه کاراتر سیاست‌های سازمان، تدوین استراتژی، بررسی رفتار مشتریان و آزمودن تصمیمات سازمان‌ها در برابر محیط بی‌ثبات درونی و بیرونی بازار استفاده کرد در عین حال، این گروه از مدل‌ها، برخلاف مدل‌های گسسته پیشامد که ابزاری قابل اعتنا و توانمند برای مد نظر قرار دادن جزئیات عملیاتی هستند، اغلب در این زمینه ناتوانند (سهرابی‌نژاد، ۱۳۹۳). با وجود این، در طول مدل‌سازی، باید به این نکته توجه داشت که بدون در نظر گرفتن اثرات بازخورد بین متغیرهای سطوح استراتژیک و عملیاتی در داخل سیستم، رفتارهای پیچیده آن را نمی‌توان به‌درستی بررسی کرد. از آنجا که بسیاری از سیستم‌ها و از جمله بازارها در دنیای واقعی نه کاملاً گسسته و نه کاملاً پیوسته‌اند، مدل‌سازی آن‌ها با

1 .Russo

www.SID.ir

Archive of SID

شبیه‌سازی ترکیبی رویداد گسسته و پیوسته به یک ضرورت تبدیل می‌شود (حمزه‌نژادی، ۱۳۹۵).

در این مقاله ابتدا با در نظر گرفتن ماهیت عوامل مختلف تأثیرگذار در سطوح عملیاتی و استراتژیک، نحوه تعامل این عوامل با یکدیگر در هر سطح و نیز نحوه ترکیب آن‌ها در قالب یک مدل شبیه‌سازی ترکیبی گسسته پیشامد - پویایی سیستم بیان خواهد شد.

در قدم بعدی، تحلیل‌های مربوط به ظرفیت شبکه و نرخ ورود یا خروج مشتریان از اپراتورها و نیز میزان رضایت یا نارضایتی مشتریان در حالت‌های مختلف بررسی و در نهایت پس از اجرای مدل، یافته‌ها بیان خواهند شد.

پیشینه پژوهش

در پایان سال ۱۳۹۷، حدود ۵۵ میلیون و ۱۶۲ هزار و ۷۷۱ مشترک همراه اول، ۳۳ میلیون و ۹۱۰ هزار و ۱۸۴ مشترک ایرانسل و ۹۳۵ هزار و ۱۹۶ مشترک رایتل در کشور وجود داشت و این یعنی سهم ۵۹ درصدی همراه اول، ۳۶ درصدی ایرانسل و ۵ درصدی رایتل از بازار تلفن همراه در کشور. همچنین مجموع مصرف دیتا در ماه پایانی سال ۱۳۹۷ در شبکه ایرانسل ۱۴۹۰ پتابایت، همراه اول ۱۳۱۴ و در رایتل نیز ۱۶۵ پتابایت بود؛ بنابراین ۵۰ و نیم درصد از مصرف ترافیک دیتا سهم ایرانسل، ۴۵ درصد سهم همراه اول و مابقی هم سهم شرکت رایتل بوده است.[۱]

نگاهی به روند شکل‌گیری بازار تلفن همراه در کشور و سهم اپراتورها در آن حاکی از شتاب روزافزون رقابت در این بازار است؛ در ایران واگذاری تلفن همراه از مرداد ماه ۱۳۷۳ توسط اپراتور اصلی آن - شرکت ارتباطات سیار – و با ظرفیت ۹۲۰۰ شماره شروع شد و در دهه گذشته مانند کشورهای دیگر، شتاب یافت، به‌طوری‌که تعداد مشترکین تلفن همراه از یک میلیون نفر در سال ۱۳۸۰، به حدود ۶۱ میلیون نفر در سال ۱۳۹۱ و بیش از ۹۰ میلیون نفر در سال ۱۳۹۷ رسید (با احتساب مشترکینی که بیش از یک سیم‌کارت دارند).

۱. پایگاه خبری و تحلیلی اصناف؛ ۱۸ اردیبهشت ۱۳۹۸، به نقل از علی محمد منتظری، مدیرکل دفتر بررسی‌های فنی و اقتصادی و مدیریت راهبردی سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی.

www.SID.ir

Archive of SID

بازار تلفن همراه در ایران تا پیش از سال ۱۳۸۵ که شرکت ایرانسل وارد آن شد، یک انحصار کامل داشت اما پس از ورود اپراتور دوم، انحصار شکسته شد و رقابتی تنگاتنگ در این بازار شکل گرفت. این رقابت با ظهور رایتل در سال ۱۳۹۰ نیز تنگاتنگ‌تر شد. البته در این میان اپراتور دیگری هم با نام تالیا مدتی وارد بازار شد که چندان موفق نبود و امروزه تقریباً اثری از آن بر جا نمانده است.

امروزه مسأله اساسی که اپراتورهای تلفن همراه در ایران با آن مواجه‌اند، سرعت و شتاب بالای تغییرات زیرساخت‌های تلفن همراه در دنیا و به تبع آن درخواست مشتریان داخلی است؛ در دنیای امروز، نسل پنجم شبکه تلفن همراه[1] به‌سرعت در حال گسترش است و حتی برخی کشورها نظیر چین نیز در حال آماده‌سازی مقدمات ورود به نسل بعدی این فن‌آوری هستند و این یعنی شرکتی می‌تواند در بازار داخلی موفق‌تر باشد که از این شتاب توسعه جهانی جا نماند و با درک نیازهای مصرف‌کنندگان و مشتریان خود بتواند پاسخ متناسبی به انتظارات آن‌ها بدهد. بسیاری از صاحبنظران معتقدند شرکت‌ها و سازمان‌ها باید دریابند که بازار هدف چه تعریفی از ارزش دارد و محصول یا خدماتی را با حداکثر ارزش مورد انتظار ارائه دهند و این نیازمند نظارت دائم و مستمر بر محیط تجارت و تغییرات نیازها و خواسته‌های مشتریان می‌باشد. این نظارت مستمر، توانایی برخورد تعاملی با بازار (پیشرو بودن در بازار) و امکان در پیش گرفتن بهترین استراتژی‌ها را در محیطی که به سرعت در حال تغییر است و امکان خلق محصولات و خدمات برتر را همراه با ایجاد تمایز نسبت به رقبا فراهم می‌آورد (براون، ۱۹۹۳).[2]

امروزه روش‌های متعددی برای تحلیل بازار مورد استفاده قرار می‌گیرد که عمدتاً ۵ مورد اصلی را در نظر می‌گیرند. این موارد بدین شرح است: ۱) مشتریان هدف و بخش‌های مختلف بازار هدف، ۲) نیاز بازار، ۳) رقبا، ۴) موانع برای ورود به بازار و ۵) قوانین حاکم بر بازار.

نکته مهم این است که آنچه در اغلب روش‌های تحلیل بازار در عمل اتفاق می‌افتد، بررسی سطح کلان و استراتژیک است، اما تحلیل‌های نوین، پا را فراتر نهاده‌اند و سعی دارند با

1. 5G
2. Brown, 1993

www.SID.ir

Archive of SID

نگاهی همه‌جانبه، هم سطوح کلان و استراتژیک را مورد بررسی قرار دهند و هم نگاهی عمیق به جزئیاتی که در دل پدیده‌های کلان در جریان است داشته باشند؛ موضوعی که با محوریت بازار تلفن همراه، این مقاله به دنبال آن است تا یک مدل ترکیبی مبتنی بر پویایی سیستم و گسسته پیشامد معرفی کند و به نوعی هدف بر آن است که با توجه به آنکه مرز مدل در بررسی بازارها به‌شدت متغیر است، امکان تحلیل توأمان رویدادهای پیوسته و گسسته را در سطوح استراتژیک و خرد فراهم آورد.

تاکنون مطالعات نسبتاً محدودی بر پایه پویایی سیستم در بازارهای خدماتی تلفن همراه انجام شده است که از آن جمله می‌توان به مطالعه‌ی فرناندز[1] و همکارانش در زمینه‌ی ارتباط تعداد مشتریان اپراتورهای تلفن همراه و استراتژی‌های رقابتی مورد استفاده آنها، ارائه‌ی مدلی از سوی بوی و لوبک[2] در جهت شناخت تقاضا در بازار جهانی تلفن همراه مبتنی بر رویکرد پویایی سیستم، مقاله‌ی پیدای [3] با عنوان «شبیه‌سازی زنجیره تأمین و تقاضا در صنعت مخابرات»، مطالعه‌ی مادن [4] و همکاران در بررسی رشد تقاضا در بازار تلفن و ارتباطات در سطح جهانی، «تحلیل راهبردی بازار خدمات ارزش افزوده موبایل در ایران با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم»، توسط محمدعلی والافر، ناصر حمیدی، محمود البرزی و سیدجواد ایرانبان‌فرد، بررسی و تجزیه‌وتحلیل عوامل رقابتی در بازار تلفن همراه کشور کره جنوبی و ارائه‌ی مدلی با عنوان «مدل نفوذ رقابتی»[5]، از سوی کیم [6] و همکاران، بررسی بازار رقابتی تلفن همراه کشور تایوان با استفاده از رویکرد پویایی سیستم توسط چو[7] و همکاران، بررسی و مقایسه استراتژی رقابتی و توسعه در موقعیت رقابتی در صنعت تلفن همراه کشور ایتالیا از سوی مازونی[8] و همکاران و نیز مقاله‌ی محمد غفورنیان و همکاران با عنوان «تحلیل بازار تلفن همراه ایران با رویکرد پویایی‌های سیستم» اشاره کرد.

1. Fernandez
2 .Bui and Loebbecke
3 .Pedai
4 .Madden
5 .Competitive Diffusion
6. Kim
7 .Chu
8 .Mazzoni

www.SID.ir

Archive of SID

با مرور مطالعات موجود در زمینه بازار تلفن همراه با استفاده از روش پویایی سیستم، درمی‌یابیم که در بیشتر مطالعات انجام شده تنها تأثیر متغیرهای محدودی بر سهم بازار اپراتورها بررسی شده است.

از سویی دیگر، مطالعات محدودی بر پایه مدل‌سازی گسسته پیشامد در بازارهای خدماتی تلفن همراه انجام شده است که از آن جمله می‌توان به مطالعه‌ی ینس وُیت[1] و همکاران با عنوان «مدل‌سازی شبکه تلفن همراه با استفاده از یک شبیه‌ساز گسسته پیشامد»، مطالعه‌ی لوکاس کرژاک[2]، که به ارائه چارچوب شبیه‌سازی گسسته پیشامد برای مدل‌سازی مصرف انرژی در شبکه‌های اد-هوک[3] تلفن همراه پرداخته است، مقاله‌ی محمد معلمی[4] و همکاران در دانشگاه کارلتون، با عنوان «شبیه‌سازی شبکه‌های تلفن همراه با استفاده از سیستم رویدادهای گسسته»، و مطالعه‌ی ژانا کوشکا و روژنا باکسی[5]، پیرامون سیستم گسسته پیشامد برای نمایندگان تلفن همراه پرداخت.

همچنان‌که پیش از این ذکر شد، مدل‌های مختلفی برای مدل‌سازی وجود دارد که مدل‌ساز می‌تواند در هنگام مدل‌سازی دنیای واقعی از آن‌ها استفاده کند؛ نکته حائز اهمیت این است که اغلب مسائل دنیای واقعی را نمی‌توان با استفاده از تنها یک رویکرد مدل و شبیه سازی کرد، چرا که استفاده از تنها یک رویکرد در تمامی مراحل باعث می‌شود که مدل‌ساز، به ناچار، محدودیت‌های غیرواقعی بر سیستم اعمال کند. از این رو امروزه استفاده از مدل‌های ترکیبی (ترکیبی) توصیه می‌شود و بین محققان رواج یافته است؛ به‌عبارتی، هرگاه تصمیمات انسانی بر رفتار سیستم و محیط تأثیر بگذارد، سیستم‌های ترکیبی می‌توانند تقریب بهتری داشته باشند (لی و همکاران، ۲۰۰۴) و عملاً می‌توان اذعان داشت که به مرور زمان استفاده از تکنیک‌های ترکیبی در حال تبدیل شدن به یک ضرورت است (لوین و لون، ۲۰۰۳)؛ چرا که امروزه همزمان با پیشرفت در ابزارهای تحلیلی، فناوری اطلاعات و

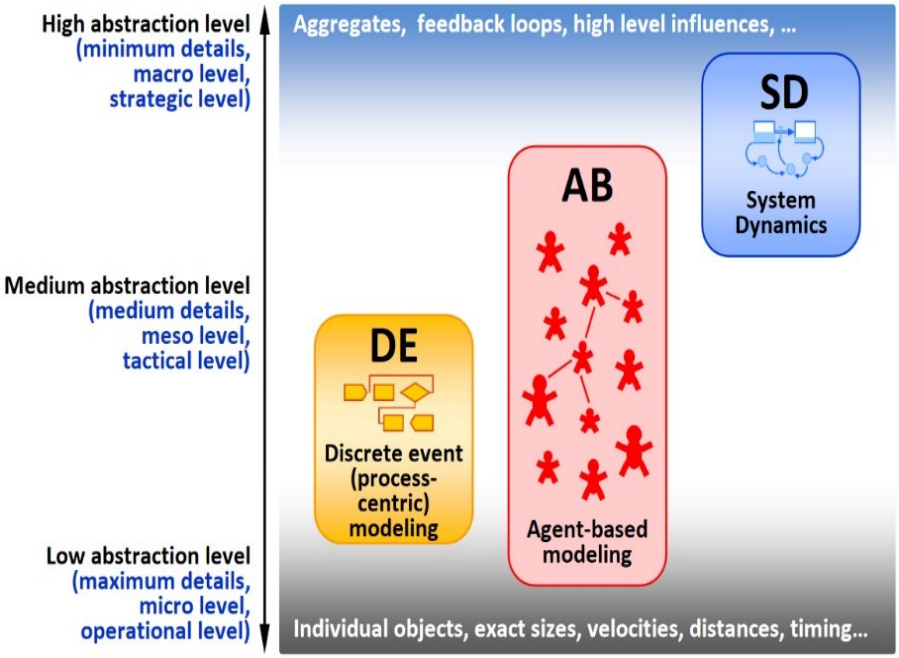
1. JENS VOIGT
2. Łukasz Krzak
۳. یک شبکه Ad hoc، (Mobile Ad hoc Network) یک شبکه بدون زیرساخت خود پیکربندی از دستگاه‌های متحرک است که به صورت بی‌سیم به هم وصل شده‌اند.
4 .Mohammad Moallemi
5 .Jana Košeckà and Ruzena Bajcsy

www.SID.ir

Archive of SID

روش‌های محاسبه، روش‌های مدیریت سیستم‌ها نیز در حال تغییر هستند و نیاز به توجه به سطوح مختلف جزئیات با توجه به وجود انواع رفتارهای پیوسته و گسسته در اغلب سیستم‌ها، چالش‌های جدی برای استفاده از ابزارهای شبیه‌سازی موجود برای شبیه‌سازی سیستم‌های مدرن ایجاد کرده است.

بورشچف[1] (۲۰۱۳) و همکاران اذعان می‌دارند در مسائلی که در سطوح مختلف نیازمند مدل‌سازی هستند یعنی هم سطح کلان و هم خرد، زمانی بهترین خروجی از مدل‌سازی به دست می‌آید که از سطوح مختلف تأثیرگذار در یک سیستم، مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد و ترکیبی از روش‌های مختلف مدل‌سازی توأمان استفاده شود (شکل شماره ۱). از آنجا که رفتار سیستم در بازار تلفن همراه نیز همزمان هم گسسته است (نظیر تعداد مشتری بالقوه و میزان رضایت و نارضایتی مشتریان بر تبدیل مشتری بالقوه به بالفعل و درآمد و هزینه و...) و هم پیوسته (ظرفیت شبکه، و تعداد شبکه و تعداد کاربر و...)، استفاده از مدل‌سازی ترکیبی می‌تواند نقش مؤثرتری در بررسی این بازار داشته باشد.



شکل ۱. سطوح پوشش‌دهی سه روش مدل‌سازی گسسته پیشامد، عامل‌بنیان و سیستم‌های پویا

1 Andrei Borshchev 2013

www.SID.ir

Archive of SID

با وجود این، مطالعات محدودی بر پایه مدل‌سازی ترکیبی پویایی سیستم و گسسته پیشامد انجام شده است که بیشتر آن‌ها در حوزه‌های سیستم‌های کنترلی و علوم رایانه‌ای بوده‌اند؛ نمونه‌های رایج سیستم‌های ترکیبی پویایی سیستم و گسسته پیشامد عبارتند از سیستم‌های مدیریت ترافیک هوایی، سیستم‌های راهنمای حمل‌ونقل، کنترلرهای اتومبیل، شبکه‌های ارتباطی، کنترل فرایندها و کارخانه‌های تولیدی، فرایندهای شیمیایی، برنامه‌ریزی روبات‌ها و موارد مشابه آن.

محققان همچنین از چنین رویکردهای ترکیبی پویایی سیستم و گسسته پیشامد برای سیستم‌های تجاری از جمله زنجیره تأمین و برخی از کاربردهای تولید نیز استفاده کرده‌اند (هلال مگدی، ۲۰۰۸).

در سال ۲۰۰۸، هلال مگدی[1]، پایان‌نامه‌ای را در گروه مهندسی صنایع و مدیریت دانشکده مهندسی و علوم کامپیوتر دانشگاه فلوریدای مرکزی برای دریافت درجه دکتری دفاع کرد که عنوان آن «رویکرد ترکیبی پویایی سیستم – گسسته پیشامد برای شبیه‌سازی یک واحد تولیدی» بود. وی و همکارنش مقاله‌ای را مبتنی بر همین پایان‌نامه و با عنوان «شبیه‌سازی سازمانی: یک رویکرد سیستم ترکیبی» منتشر کردند.

حمزه‌نژادی (۱۳۹۵) در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود با عنوان «مدیریت پروژه پویا با استفاده از ترکیب پویایی سیستم و شبیه‌سازی رویداد گسسته (مورد مطالعه: پروژه منتخب)»، با بیان اینکه پیچیدگی‌های موجود در محیط کسب‌وکار امروزی، بر اهمیت تفکر سیستمی و نگاه جامع به مسأله‌های پیرامون افزوده است، بیان می‌دارد که یک سازمان با انبوهی از پروژه‌ها، تعهدات و چالش‌های مختلف در مواجهه با مسائل تخصیص منابع و کنترل پروژه‌ها روبه‌رو است، لذا تصمیم‌گیری بر پایه درک شخصی از تجربه‌های قبلی، برای مدیریت پروژه‌های بزرگ کافی نیست. وی پیشنهاد می‌کند که این امر نیازمند فهم کامل اجزای پروژه و درک استراتژی‌های مدیریتی است و برای غلبه بر پیچیدگی‌های پروژه و در نظر گرفتن همزمان جنبه‌های استراتژیک و عملیاتی، استفاده از

1. MAGDY HELAL 2008

www.SID.ir

Archive of SID

ویژگی‌های هر دو روش شبیه‌سازی گسسته پیشامد و پویایی سیستم را در قالب یک روش شبیه‌سازی ترکیبی کارگشا می‌داند.

حمزه‌نژادی معتقد است که بدون در نظر گرفتن اثرات بازخورد بین متغیرهای سطوح استراتژیک و عملیاتی در داخل سیستم، رفتارهای پیچیده آن را نمی‌توان به‌درستی بررسی کرد و از آنجا که بسیاری از سیستم‌ها (ازجمله پروژه‌ها) در دنیای واقعی نه کاملاً گسسته و نه کاملاً پیوسته‌اند، مدل‌سازی مدیریت پروژه با شبیه‌سازی ترکیبی رویداد گسسته و پیوسته به یک ضرورت تبدیل شده است.

در مطالعه‌ای دیگر،هانی الزرائی و همکاران (۲۰۱۲)[1]، به روش‌شناسی همگام‌سازی شبیه‌سازی گسسته پیشامد و سیستم‌های پویا پرداخته‌اند. آن‌ها معتقدند تلفیق روش‌های شبیه‌سازی گسسته پیشامد و پویایی سیستم، اطمینان از اجرای اقدامات به‌صورت منظم را افزایش می‌دهد و تمامی ابعاد مورد نیاز یک مسأله را مورد نظر قرار می‌دهد.

جانگ جائه و همکاران[2] (۲۰۱۹) در مقاله‌ای، به پیش‌بینی پذیرش تلفن همراه نسل پنجم[3] مبتنی بر شبیه‌سازی برای بازار کشور کره جنوبی پرداخته‌اند و ضمن مطالعه برای درک بهتر تکامل سرویس تلفن همراه نسل پنجم، یک مدل پذیرش مشتری را بر اساس رویکرد ترکیبی پویایی سیستم – عامل بنیان پیشنهاد می‌کنند.آنها مهمترین نتیجه به دست آمده از این تحقیقات را اینگونه بیان می‌کنند که منحنی پذیرش تلفن همراه نسل پنجم در مرحله معرفی، سریعتر از نسل چهارم[4] است.

اورسولیا بوکور و همکاران[5] (۲۰۱۸)، به بررسی اجمالی رویکردهای شبیه‌سازی ساخت‌وساز برای فرآیندهای ساخت مدل پرداخته‌اند و اینگونه نتیجه گرفته‌اند که بسته به پیچیدگی مشکل، استفاده از یک روش شبیه‌سازی اولیه ممکن است برای مدل‌سازی مناسب کارهای ساختمانی کافی نباشد و رویکردهای ترکیبی مورد نیاز است. این پژوهشگران علاوه بر ارائه یک چارچوب برای استفاده از شبیه‌سازی برای حل مشکلات در زمینه ساخت‌وساز، به بررسی این موضوع می‌پردازند که چگونه روش‌های ترکیبی در

1 .Hani Alzraiee, Tarek Zayed and Osama Moselhi
2 Jae H. Jahng
3 5G
4 4G
5 Orsolya Bokor

www.SID.ir

Archive of SID

انعکاس ماهیت پویای فرایندهای ساخت‌وساز و رفتارهای پیچیده آن، و نیز عدم اطمینان و وابستگی‌های موجود بسیار مفید هستند.

هلال مگدی و همکاران (۲۰۱۷) به موضوع همگام‌سازی مدل‌های شبیه‌سازی گسسته پیشامد و پویایی سیستم پرداخته‌اند و ضمن ارائه چارچوبی جهت توسعه شبیه‌سازی کل سیستم سازمان از طریق شبیه‌سازی ترکیبی مزبور، ترکیب این دو سیستم شبیه‌سازی را در هم‌زیستی رفتارهای گسته و پیوسته سیستم با ماهیت قطعی و تصادفی سیستم تولیدی شرکت، منطبق ساخته‌اند.

در تحقیقی دیگر، بریلزفورد[1] و همکاران (۲۰۱۸) به مروری پیشرفته بر مدل‌سازی شبیه‌سازی ترکیبی در علم تحقیق در عملیات پرداخته‌اند و معتقدند اگرچه شبیه‌سازی ترکیبی در دو دهه گذشته رشد تقریباً نمایی افزاینده در محبوبیت را تجربه کرده است، با این حال بخش بزرگی از ادبیات دانشگاهی در مورد شبیه‌سازی ترکیبی در مجلات علوم و مهندسی کامپیوتر یافت می‌شود در حالی که در حال حاضر حوزه‌های اصلی کاربرد شبیه‌سازی ترکیبی، بویژه ترکیب روش‌های گسسته پیشامد و پویایی سیستم در مراقبت‌های بهداشتی، بررسی بازار، مدیریت زنجیره تأمین و تولید هستند.

مورگان و همکاران[2] (۲۰۱۷) به ارائه مجموعه‌ای از طرح‌ها برای ترکیب شبیه‌سازی گسسته پیشامد و پویایی سیستم می‌پردازند و معتقدند اگرچه چندین روش جهت ترکیب دو روش گسسته پیشامد و پویایی سیستم وجود دارد، اما هیچ‌کدام از این روش‌ها را نمی‌توان به‌عنوان یک چارچوب اساسی که طیف گزینه‌های موجود برای مدل‌سازها را مشخص کند از بقیه جدا نمود.

مایکل یاکوب[3] و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیقی ضمن اذعان این مطلب که مدل‌های شبیه‌سازی ابزار مهمی برای تجزیه‌وتحلیل سیستم‌های تجاری هستند، آنها را به مدل‌های شبیه‌سازی گسسته و پیوسته در زمان طبقه‌بندی می‌کنند و بیان می‌کنند که این مدل‌ها به طور مجزا برای تجزیه‌وتحلیل یک سیستم تجاری که رفتار گسسته و پیوسته را به طور

1 Sally C. Brailsford
2 Jennifer Sian Morgan
3 Michael Jacob

www.SID.ir

Archive of SID

همزمان نشان می‌دهد، مناسب نیستند. محققان در ادامه ضمن تبیین چگونگی ترکیب دو رویکرد یاد شده در قالب یک رویکرد یکپارچه و درهم‌تنیده، با بررسی موردی یک بازار فرضی و نحوه استفاده از مدل ترکیبی، استفاده از آن را مؤثر و قابل اتکا ارزیابی می‌کنند.

گری لینوسون و همکاران[1] (۲۰۱۹) به ارائه یک چارچوب بهینه‌سازی مبتنی بر شبیه‌سازی ترکیبی از توسعه نگهداری استراتژیک که از بهبود عملکرد تولید پشتیبانی می‌کند می‌پردازند. به گفته این محققان، مدیریت تعمیر و نگهداری و تأثیر آن بر نتایج کسب‌وکار به طور فزاینده‌ای پیچیده است و نیازمند روش‌های تحقیقاتی عملیاتی پیشرفته‌تری برای حل چالش تصمیم‌گیری پایدار می‌باشد. این تحقیق چارچوبی برای استفاده ترکیبی از بهینه‌سازی چندهدفه با پویایی سیستم و شبیه‌سازی گسسته پیشامد را پیشنهاد می‌دهد که امکان انجام فعالیت‌های تعمیرات و نگهداری در سیستم‌های تولیدی بر اساس تجزیه‌وتحلیل‌هایی که برای کار، بار واکنشی کمتری ایجاد کند را فراهم می‌آورد.

رویکرد شبیه‌سازی ترکیبی برای مدل‌سازی تأثیر مداخلات عمومی بر فقر، عنوان مقاله‌ای است از لاتوژینسکا و همکاران[2] (۲۰۱۹). نویسندگان هدف از این مقاله را ارائه مفهوم مدل شبیه‌سازی ترکیبی برای بررسی تأثیر مداخله عمومی در سطح فقر در سطح محلی، منطقه‌ای و ملی دانسته‌اند که مدل پیشنهادی ترکیبی آن از دو روش شبیه‌سازی عامل بنیان و پویایی سیستم استفاده می‌کند. در این مقاله آمده است مقابله با پدیده فقر یکی از وظایف واحدهای مدیریت دولتی است؛ از ابزارها و ابزارهای مختلف می‌توان برای مقابله با فقر استفاده کرد، اما قبل از اجرای آنها باید تجزیه‌وتحلیل کاملی از اثرات ناشی از استفاده از آنها انجام شود. این کار ساده‌ای نیست، زیرا پدیده فقر بسیار پیچیده است که از آرایش بسیاری از عناصر به هم پیوسته ناشی می‌شود و نتایج اقدامات تنها پس از مدت زمانی طولانی قابل مشاهده است. این سیستم با ناهمگنی عناصر مشخص می‌شود. برخی از آنها در مقیاس کلان قرار دارند (به عنوان مثال سطح تولید ناخالص داخلی ، بازار کار) ، در حالی که برخی دیگر به مقیاس خرد (به عنوان مثال خانوارها و اعضای آنها) اشاره دارند.

1 Gary Linnéusson
2 Małgorzata Łatuszyńska

www.SID.ir

Archive of SID

ساختن یک مدل از خانوارها مستلزم استفاده از روشی است که اجازه می‌دهد رفتار و قوانین تصمیم‌گیری افراد و تعامل بین آنها را به شکل تفکیک شده منعکس کند.

از سوی دیگر، عناصر مدل‌سازی که در مقیاس کلان اتفاق می‌افتند، یعنی جایی که ما معمولاً با مقادیر کل سروکار داریم، با روش شبیه‌سازی پویایی سیستم مطابقت دارد که امکان بازتاب رفتار پویا را از طریق حلقه‌های بازخورد فراهم می‌کند. محققان در پایان اینطور نتیجه‌گیری می‌کنند که با استفاده از رویکرد شبیه‌سازی ترکیبی می‌توان روابط متقابل بین اثرات مدل شده را به صورت پویا برای یک افق طولانی مدت به دست آورد که برای فعالیت‌های مدیریت در سطح عمومی بسیار مهم است.

مرادی و همکاران[1] (۲۰۱۵) در مقالـــه ای با عنوان یک رویکـــرد شبیه‌ســـازی ترکیبی SD-DES برای ساخت پروژه‌های ساختمانی، پیشنهاد می‌دهند که استفاده از رویکرد شبیه‌سازی ترکیبی پیوسته و گسسته می‌تواند متغیرهای استراتژیک و عملیاتی مؤثر بر عملکرد پروژه‌های ساختمانی را در نظر بگیرد و نگاه همه‌جانبه‌گرانه‌تری به فرایندهای ساخت‌وساز را فراهم آورد.

خانزادی و همکاران (۱۳۹۷) نیز در مقاله ای با عنوان مدلسازی ترکیبی در پروژه‌های ساخت با استفاده از ترکیب رویکردهای شبیه سازی پویایی سیستم و مدلسازی عامل محور، بیان می‌دارند که شبیه‌سازی ترکیبی ما را قادر می‌سازد نقاط قوت روش‌های شبیه‌سازی مختلف را با یکدیگر ترکیب نماییم. در این مقاله ضمن ارائه روشی مناسب برای ترکیب رویکردهای شبیه‌سازی پویایی سیستم و عامل‌محور در صنعت ساخت آمده است ترکیب رویکردهای شبیه‌سازی پویایی سیستم و مدل‌سازی عامل‌محور باعث هم‌افزایی در قدرت روش‌های شبیه‌سازی می‌شود و مدل‌سازان را قادر می‌سازد موضوعات با پیچیدگی بیشتر را مورد مطالعه قرار دهند.

یک رویکرد جدید مدل‌سازی ترکیبی برای ارزیابی مراقبت یکپارچه و نتیجه اقتصادی در درمان نارسایی قلبی، عنوان مقاله‌ای است از لاسینگ[2] و همکاران (۲۰۱۹). محققان در این مقاله از ترکیب همزمان روش‌های گسسته پیشامد و عامل بنیان در ارائه مدل نارسایی قلبی

1 Saeed Moradi
2 Alexander Lassnig

www.SID.ir

Archive of SID

بهره گرفته‌اند و معتقدند استفاده از این روش ترکیبی می‌تواند مراحل مختلف درمانی برای مراقبت‌های سرپایی و بستری را در سطوح مختلف فردی بیمار تسهیل کند. مدل ارائه شده که بر اساس داده‌های بالینی بیش از ۲۵۰۰۰ بیمار و مبتنی بر عواملی چون سن، جنسیت و... تهیه شده، امکان انجام شبیه‌سازی گسترده از روش‌های درمانی مورد استفاده برای بیماران مبتلا به نارسایی قلبی و ارزیابی روشهای جدید جامع مراقبت و طرحهای ابتکاری مطالعه را فراهم می‌کند. همچنین این روش به ارائه‌دهندگان مراقبت‌های بهداشتی ابزاری منحصربه‌فرد، سازگار و جامع برای تصمیم‌گیری در زمینه‌های پیچیده و از منظر اقتصادی پیرامون بیماری‌های قلبی عروقی ارائه می‌دهد.

پادیلا[1] (۲۰۱۷) و همکاران در تحقیقی با عنوان عملکرد شبیه‌سازی محاسباتی مبتنی بر مدل‌سازی ترکیبی با رویدادهای گسسته برای سیستم‌های مخابراتی، مدلی را بر اساس رویکرد گسسته پیشامد اعمال شده در سطح انتزاعی پایین در یک سیستم مخابراتی به نام روش ترکیبی پیاده سازی کرده و اینگونه نتیجه می‌گیرند که این مدل، رویکرد متفاوتی از روش معمول فنی را به ارمغان می‌آورد و بهبود ۹ تا ۲۲ درصدی در استفاده از حافظه به همراه دارد.

روش‌شناسی

این مطالعه به لحاظ قلمرو موضوعی، در حوزهٔ علم مدیریت کاربردی در فضای مدل‌سازی بازار قرار می‌گیرد.

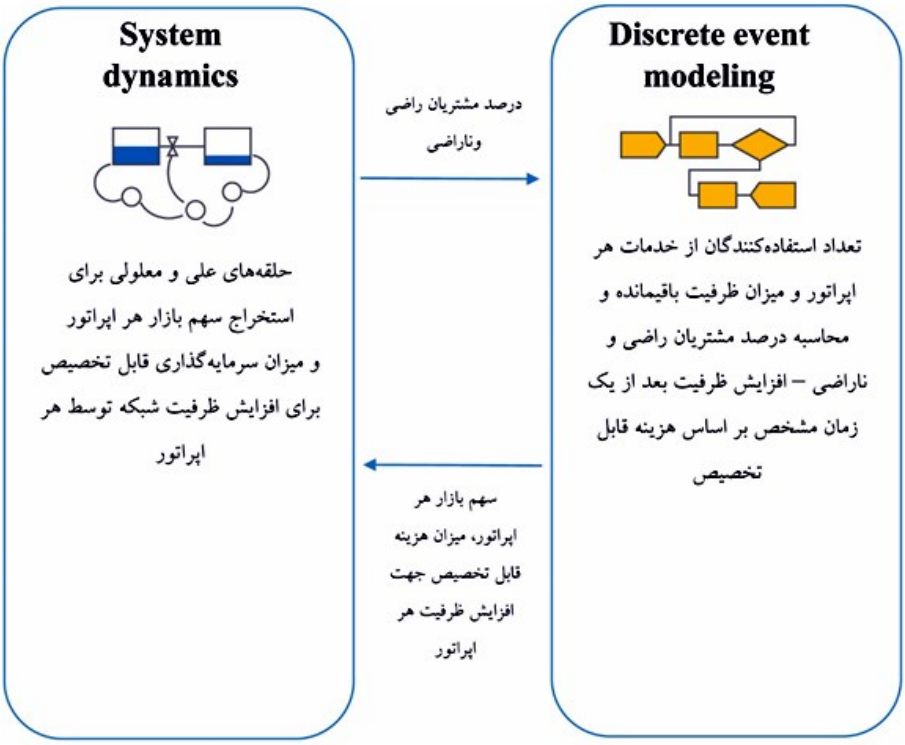
در این مطالعه برای جمع‌آوری اطلاعات در زمینه‌های مبانی نظری و مطالعات پیشین، از منابع کتابخانه‌ای و پایگاه‌های اطلاعاتی استفاده شده است. همچنین اطلاعات و داده‌های ابتدایی مدل از طریق داده‌های دو شرکت همراه اول و ایرانسل که در منابع اینترنتی و گزارش‌های شاخص‌های آماری بخش ارتباطات و فن‌آوری اطلاعات وزارت ارتباطات و فن‌آوری اطلاعات و سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی منتشر می‌شوند، مورد استفاده قرار گرفته است. ضمن آنکه در قالب مصاحبه با خبرگان صنعت تلکام و تحلیل بازار، عوامل مورد استفاده در مدل پویایی سیستم و گسسته پیشامد استخراج شده است.

1 Reinaldo Padilha

www.SID.ir

Archive of SID

مطابق شکل ۲، ابتدا عوامل مورد بررسی در مدل پویایی سیستم و گسسته پیشامد به طور جداگانه مورد بررسی قرار می‌گیرد سپس با استفاده از نرم‌افزار انی‌لاجیک، مدل ترکیبی ساخته شده و تعامل عوامل مورد بررسی در مدل پویایی سیستم و گسسته پیشامد در قالب مدل ترکیبی مدل‌سازی می‌شود.



شکل ۲. مدل مفهومی تحلیل ترکیبی پویایی سیستم – گسسته پیشامد بازار تلفن همراه

همان‌طور که ذکر شد، هدف از این تحقیق، تحلیل بازار و شناخت عوامل تأثیرگذار بر سهم بازار در بازار تلفن همراه است. در این راستا، دو شرکت همراه اول و ایرانسل به عنوان دو رقیب در مسأله در نظر گرفته شده‌اند که سعی در جذب مشتری و بهبود عملکرد دارند. از آنجایی که در تحلیل بازار و شناخت عوامل تأثیرگذار بر سهم بازار، سطوح عملیاتی و استراتژیک بر یکدیگر اثر می‌گذارند، نیاز است تا از دو رویکرد مختلف شبیه-سازی به‌صورت ترکیبی استفاده شود که در ادامه توضیح داده می‌شوند.

www.SID.ir

Archive of SID

در سطح عملیاتی، دو شرکت همراه اول و ایرانسل حضور دارند که هر یک با ظرفیت شبکه مشخصی در بازار تلفن همراه حضور دارند. مشتریان از اپراتور مورد نظر خدمات دریافت می‌نمایند و در زمان خدمت‌گیری، یک واحد از ظرفیت شبکه اپراتور را به خود اختصاص می‌دهند.

این شرکت‌ها در زمانی که حجم سرمایه مورد نیاز برای افزایش ظرفیت شبکه فراهم شود، اقدام به افزایش ظرفیت فعلی خود می‌نمایند که منجر به افزایش کیفیت شبکه و کاهش مشتری از دست رفته می‌شود. سرمایه مورد نیاز، درصدی از درآمدی است که از فروش خدمات حاصل می‌شود. در صورتی که ظرفیت فعلی اپراتورها تکمیل شود، خدمت‌دهی متوقف شده و مشتری از دست رفته ایجاد می‌شود. در سطح استراتژیک، مشتریان بالقوه و نحوه تبدیل مشتری بالقوه به بالفعل مدنظر است. در واقع در سطح استراتژیک، تعداد مشتریان بالقوه، نرخ رشد مشتریان، میزان رضایت و نارضایتی مشتریان، میزان درآمد و هزینه در نظر گرفته می‌شوند.

این موارد در جدول شماره ۱ آورده شده است و نحوه شناسایی متغیرها به این صورت است که اطلاعات سطح گسسته پیشامد بر اساس سیستم حال حاضر اپراتورها می‌باشد که ظرفیت شبکه در آن بر اساس اطلاعات واقعی اپراتورها وارد شده است.

روابط سطح عملیاتی نیز از مصاحبه با خبرگان صنعت و اطلاعات موجود در سیستم اپراتورها استخراج شده است.

عنوان متغیر	نوع متغیر	نحوه مدل‌سازی	نحوه شناسایی متغیر
جمعیت کلی مشتریان (بالقوه و بالفعل)	استراتژیک	پویایی سیستم	مصاحبه با خبرگان و اطلاعات اپراتورها
تعداد کاربران اپراتورها (همراه اول / ایرانسل)	استراتژیک	پویایی سیستم	مصاحبه با خبرگان و اطلاعات اپراتورها
میزان درآمد اپراتورها (همراه اول / ایرانسل)	استراتژیک	پویایی سیستم	مصاحبه با خبرگان و اطلاعات اپراتورها
میزان هزینه اپراتورها (همراه	استراتژیک	پویایی سیستم	مصاحبه با خبرگان و

www.SID.ir

Archive of SID

اول / ایرانسل)	کک		اطلاعات اپراتورها
میزان سرمایه گذاری اپراتورها (همراه اول / ایرانسل)	استراتژیکک	پویایی سیستم	مصاحبه با خبرگان و اطلاعات اپراتورها
نرخ ورود کاربران	عملیاتی	گسسته پیشامد	اطلاعات اپراتورها
ظرفیت کل شبکه	عملیاتی	گسسته پیشامد	اطلاعات اپراتورها
تعداد مشتری از دست رفته	عملیاتی	گسسته پیشامد	اطلاعات اپراتورها
ظرفیت در حال استفاده شبکه	عملیاتی	گسسته پیشامد	اطلاعات اپراتورها
تعداد مشتری جذب شده	عملیاتی	گسسته پیشامد	اطلاعات اپراتورها

جدول ۱. متغیرهای مدل و نحوه مدل‌سازی آن‌ها

در این پژوهش، با استفاده از حلقه‌های علّی و معلولی، سهم بازار و میزان سرمایه‌گذاری قابل تخصیص برای افزایش ظرفیت شبکه توسط هر اپراتور استخراج می‌شود.

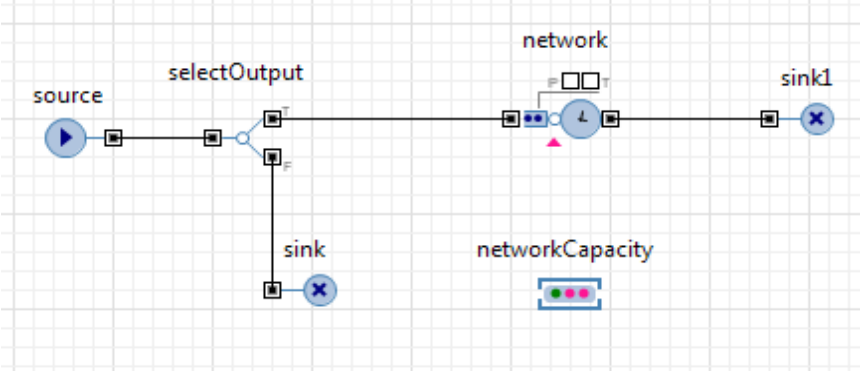
مدل شبیه‌سازی گسسته پیشامد یک درخواست تماس یا استفاده از دیتا را به عنوان ورودی در مدل ایجاد می‌کند. سهم بازار هر اپراتور از مدل سیستم‌های پویا استخراج شده و مدل گسسته پیشامد بر اساس آن درخواست ایجاد شده را به اپراتور مربوطه هدایت می‌کند. ظرفیت اپراتور در مدل شبیه‌سازی گسسته پیشامد مشخص است. افزایش تعداد استفاده‌کنندگان از خدمات یک اپراتور خاص منجر به کاهش کیفیت خدمت شده و در نهایت ممکن است منجر به از دست رفتن این درخواست به دلیل عدم ظرفیت اپراتور شود. بنابراین از مدل شبیه‌سازی گسسته پیشامد درصد مشتریان راضی و ناراضی را می‌توان استخراج و در مدل سیستم‌های پویا استفاده نمود. از مدل سیستم‌های پویا نیز میزان سرمایه‌گذاری در افزایش ظرفیت شبکه دریافت و در مدل شبیه‌سازی گسسته پیشامد اعمال می‌شود. تعامل بین مدل شبیه‌سازی گسسته پیشامد و سیستم‌های پویا در شکل ۲ نشان داده شده است.

برای ایجاد ورود مشتری به اپراتور همراه اول، از شئی Source استفاده می‌شود. از شئی Network و NetworkCapacity برای تعریف ظرفیت شبکه هر اپراتور استفاده می‌شود. مشتری بعد از ورود و خدمت‌گیری وارد شئی Sink شده و از مدل خارج می‌شود. NetworkCapacity منبعی است که برای خدمت‌دهنده Network در نظر گرفته شده است که با ورود مشتری و آغاز فرآیند خدمت‌گیری، یک واحد آن به مشتری

www.SID.ir

Archive of SID

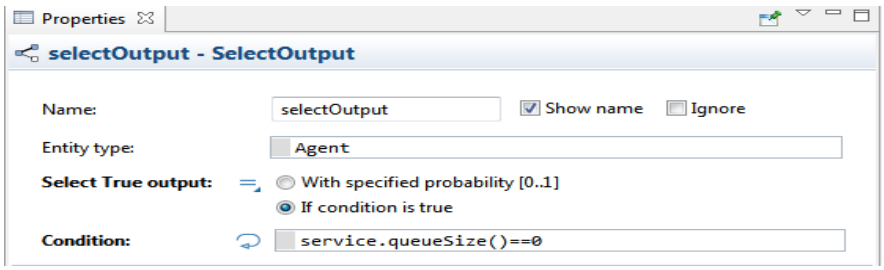
تخصیص داده می‌شود و در پایان خدمت‌گیری، منبع مورد نظر آزاد شده و آماده تخصیص به مشتری بعدی خواهد بود.



شکل ۳. نمودار فرآیند گسسته پیشامد ایجاد شده

نکته دیگری که باید در مدل شبیه‌سازی ساخته شود، مشتری از دست رفته است. برای پیاده‌سازی، از شئی SelectOutput استفاده می‌شود.

زمانی مشتری از دست رفته شناخته می‌شود که ظرفیت Network به حداکثر خود رسیده باشد و صف تشکیل شود. در شئی SelectOutput توسط دستور زیر این مسأله پیاده-سازی شده است.



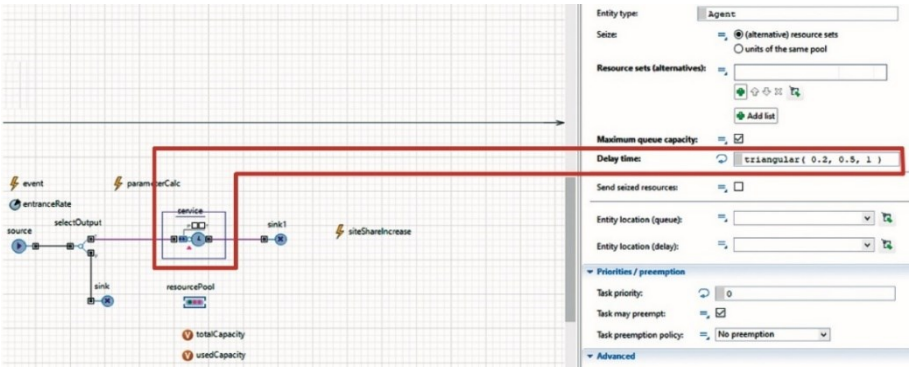
شکل ٤. فرآیند معرفی مشتری از دست رفته در نرم‌افزار انی‌لاجیک

تابع توزیع احتمالی در رویداد گسسته پیشامد، تابع توزیع مثلثی است با پارامترهای (۱، ۰,۵، ۰,۲) که نرخ خدمت‌دهی به هر کاربر از شبکه هر اپراتور را نشان می‌دهد. بدین معنا که هر کاربر از زمانی که خدمات می‌گیرد تا زمانی که استفاده از خدمات را متوقف

www.SID.ir

Archive of SID

می‌کند، حداقل ۰,۲ ساعت به طور متوسط ۰,۵ ساعت، و حداکثر ۱ ساعت زمان ظرفیت شبکه اپراتور را به خود اختصاص می‌دهد (کل زمانی که یک کاربر یک سوئیچ از شبکه را اشغال می‌کند). البته این اعداد نسبی و شامل هرگونه خدمات‌گیری از شبکه می‌شوند و نه صرفاً تماس. بلکه طیف وسیعی از خدمات بویژه اینترنت، دیتا، مکالمه و... را نیز شامل می‌شوند. این اعداد از اطلاعات موجود در سیستم اپراتورها استخراج شده و با استفاده از نرم‌افزار ایزی فیت[1] و به آن الصاق شده است.



شکل ۵. استفاده از تابع توزیع مثلثی در نرم‌افزار انی‌لاجیک

جهت ساخت سطح عملیاتی اپراتور ایرانسل، تمامی مراحل توضیح داده شده تکرار می‌شود. در محیط نرم‌افزار شبیه‌سازی انی‌لاجیک دو مدل ایجاد شده از اپراتورها در دو صفحه جداگانه با نام‌های Competitor و Operator در زیرشاخه پروژه اصلی قرار داده شده‌اند.

همان‌طور که ذکر شد، در مسأله این مطالعه دو سطح عملیاتی و استراتژیک وجود دارد که برای شبیه‌سازی سطح عملیاتی از رویکرد شبیه‌سازی گسسته پیشامد استفاده شد. در سطح استراتژیک، جزئیات در سطح پایین مدنظر است، بنابراین از رویکرد شبیه‌سازی سیستم‌های پویا برای مدل‌سازی این سطح استفاده خواهد شد.

در ابتدا، نیاز است تا جمعیت بالقوه مشتریان بازار تلفن همراه مدل‌سازی گردد. این جمعیت با یک مقدار اولیه که در پارامتر PopulationInitialize وجود دارد، مقداردهی می‌-

1 EasyFit

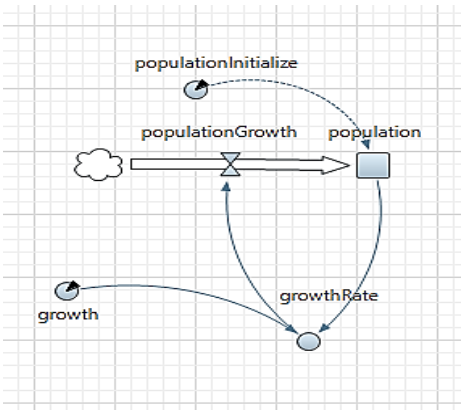
www.SID.ir

Archive of SID

شود و در طول مدل شبیه‌سازی با نرخ رشد جمعیت که از حاصل ضرب جمعیت (population) در نرخ رشد (growth) محاسبه می‌شود، افزایش می‌یابد.

همراه اول: siteShare*population

ایرانسل: siteShare2*population



شکل ٦. مدل‌سازی جمعیت بالقوه مشتریان بازار تلفن همراه

با توجه به مدل‌سازی حلقه مشتریان بالقوه، نیاز است تا جریان مشتریان بالفعل دو اپراتور مدل‌سازی گردد. در مدل‌سازی فرض شده است که میزان جریان مشتریان بالقوه به دو اپراتور، وابسته به میزان ظرفیت شبکه هر یک از آن‌ها است. ظرفیت شبکه اپراتور همراه اول در پارامتر SiteShare و ظرفیت شبکه اپراتور ایرانسل در پارامتر SiteShare2 مقداردهی شده است.

نکته دیگری که می‌بایست مدنظر قرار گیرد، میزان رضایت و نارضایتی مشتریان و تبلیغات دهان به دهان آن‌ها است. هر چقدر مشتریان از خدمات یک اپراتور راضی باشند، به سایر مشتریان بالقوه تبلیغات انجام می‌دهند و بنابراین میزان جریان مشتریان اپراتور افزایش می‌یابد. از طرف دیگر اگر میزان نارضایتی مشتریان از یک اپراتور افزایش یابد، خروج مشتریان بالفعل از اپراتور زیاد خواهد شد. از آنجایی که تبلیغات دهان به دهان متأثر از نرخ تماس (ContactRate) و میزان پذیرش (AdoptionFraction) است، مقادیر آن‌ها توسط پارامترهای ذکر شده در مدل مقداردهی شده‌اند. جریان حاصل از تبلیغات دهان به دهان مشتریان راضی از رابطه زیر محاسبه شده است:

www.SID.ir

Archive of SID

همراه اول :

Consumer*AdoptionFraction*contactRate*satisfaction/population

ایرانسل :

competitorConsumer*contactRate*AdoptionFraction*satisfactionCompetitor/population

مقدار جریان ایجاد شده از تبلیغات دهان به دهان مشتریان راضی، از حاصل‌ضرب تعداد مشتریان در نرخ پذیرش در نرخ تماس در میزان رضایت تقسیم بر کل جمعیت مشتریان بالقوه محاسبه می‌شود که در مدل با نام SatisfactionRate ایجاد شده است. جریان خروج مشتریان بالفعل از هر یک از اپراتورها نیز از رابطه زیر محاسبه خواهد شد:

همراه اول: Consumer*unsatisfaction*leaveRate2

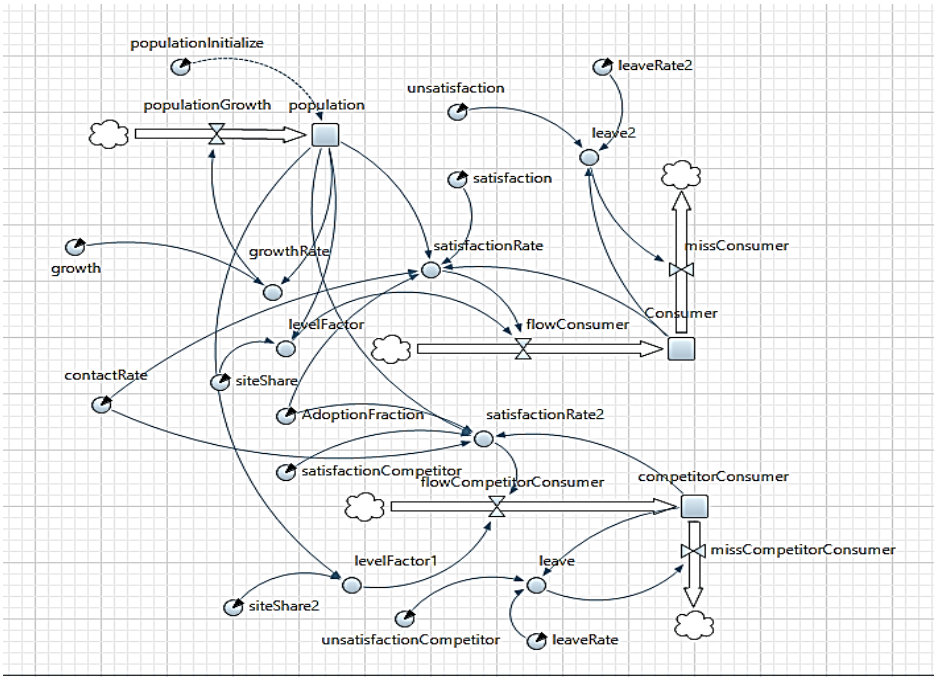
ایرانسل: unsatisfactionCompetitor*competitorConsumer*leaveRate

که از حاصل‌ضرب تعداد مشتریان بالفعل اپراتور در میزان نارضایتی در نرخ ریزش مشتریان (LeaveRate) استخراج می‌شود.

نرخ ریزش مقداری است که به عنوان خروج مشتریان ناراضی در نظر گرفته می‌شود. یعنی الزاماً تمامی مشتریان ناراضی تصمیم به ترک یک اپراتور نمی‌گیرند و کماکان از خدمات اپراتور استفاده می‌کنند. در شکل ۷ مدل‌سازی موارد مطرح شده آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷. مدل سیستم‌های پویا

با توجه به تعیین تعداد مشتریان اپراتور همراه اول (Consumer) و مشتریان اپراتور ایرانسل (Consumer Competitor)، می‌توان میزان درآمد و هزینه و میزان سرمایه ایجاد شده جهت افزایش ظرفیت شبکه هر اپراتور را مدل نمود. میزان درآمد اپراتورها از حاصل‌ضرب درآمد به ازای هر کاربر در تعداد کاربران محاسبه می‌شود:

همراه اول: Consumer*incomePerUser

ایرانسل: competitorConsumer*incomePerUser1

میزان هزینه اپراتورها از حاصل‌ضرب هزینه متغیر به ازای هر کاربر در تعداد کاربران محاسبه می‌شود:

همراه اول: Consumer*variableCostPerUser

ایرانسل: competitorConsumer*variableCostPerUser1

www.SID.ir

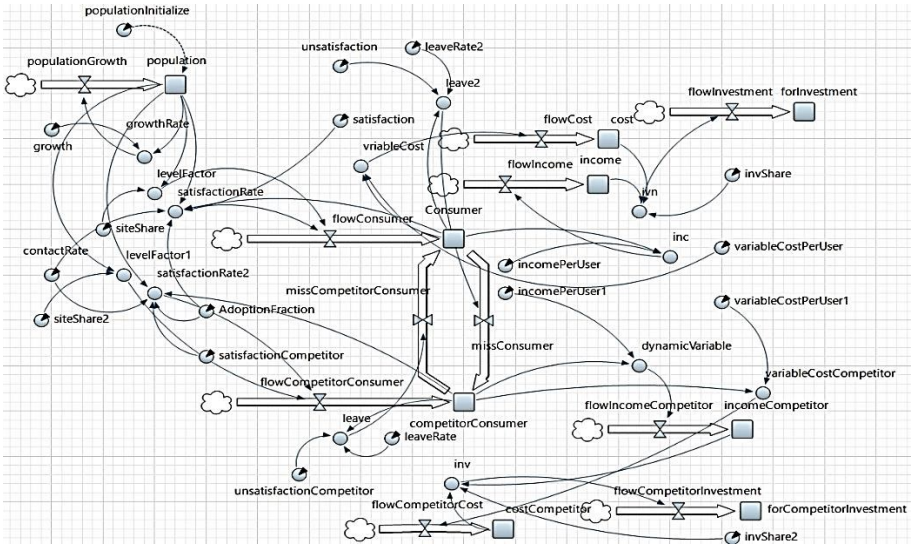
Archive of SID

با توجه به استخراج درآمد و هزینه هر اپراتور، میزان سرمایه هر اپراتور برای افزایش ظرفیت شبکه از طریق حاصل‌ضرب میزان سود (درآمد منهای هزینه) در درصد تخصیص سود برای افزایش ظرفیت شبکه (invShare) به دست می‌آید:

همراه اول: (income-cost)*invShare

ایرانسل: (incomeCompetitor-costCompetitor)*invShare2

در نهایت، فرض می‌شود مشتریانی که از خدمات اپراتور خود ناراضی هستند و خدمت-گیری را متوقف می‌کنند به مشتریان اپراتور رقیب تبدیل می‌شوند. مدل نهایی سیستم‌های پویا در بازار تلفن همراه در شکل ۸ نشان داده شده است.



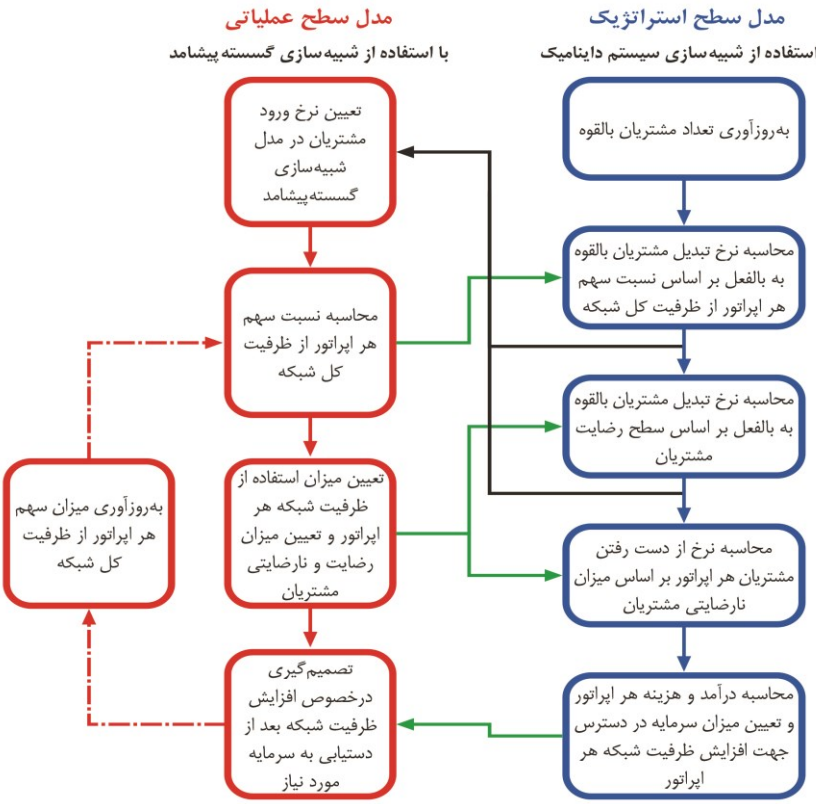
شکل ۸. مدل نهایی سیستم‌های پویا در بازار تلفن همراه

ارتباط بین سطح عملیاتی و سطح استراتژیک در نمودار ۱ نمایش داده شده است. همان‌طور که در نمودار ۱ نشان داده شده است، ارتباط سطح عملیاتی مدل شبیه‌سازی با سطح استراتژیک در تعیین نرخ ورود مشتریان، محاسبه نرخ تبدیل مشتریان بالقوه به بالفعل بر اساس سهم هر اپراتور از ظرفیت شبکه و سطح رضایت و نارضایتی و تصمیم‌گیری در خصوص افزایش ظرفیت شبکه است. بنابراین مشخص است که مدل شبیه‌سازی گسسته

www.SID.ir

Archive of SID

پیشامد در سطح عملیاتی و مدل سیستم‌های پویا در سطح استراتژیک به‌صورت پویا در هر واحد زمانیِ مدل شبیه‌سازی در خصوص کسب داده مورد نیاز ارتباط حاصل می‌نمایند. جهت پیاده‌سازی نحوه ارتباط مدل‌های شبیه‌سازی سطح عملیاتی و استراتژیک در محیط نرم‌افزار شبیه‌سازی انی‌لاجیک، مراحل زیر انجام شده است.



نمودار ۱. ارتباط بین سطح عملیاتی و سطح استراتژیک

برای تعیین نرخ ورود مشتری به مدل شبیه‌سازی گسسته پیشامد، از یک رخداد[1] استفاده می‌شود که در واحد زمانی مدل شبیه‌سازی، نسبت به به‌روزآوری نرخ ورود مشتریان بر اساس مقدار جریان تبدیل مشتریان بالقوه به بالفعل در مدل شبیه‌سازی سیستم‌های داینامیک اقدام می‌نماید.

source.set_rate (main.Consumer*entranceRate)

1 . Event

www.SID.ir

Archive of SID

رخداد ایجاد شده در مدل شبیه‌سازی به‌صورت روزانه، میزان مشتریان هر اپراتور را فراخوانی و آن را در نرخ ورود (EntranceRate) ضرب می‌نماید و به عنوان نرخ ورود مشتری شئی Source در نظر می‌گیرد.

محاسبه سطح رضایت و نارضایتی توسط رخداد (ParameterCalc) در مدل شبیه‌سازی گسسته پیشامد ایجاد شده است که دستورات آن به شرح زیر در نرم‌افزار انی‌لاجیک داده شده است:

```
double temp=resourcePool.size();
double temp2=main.competitor.resourcePool1.size();
main.siteShare=temp/(temp+temp2);
main.siteShare2=temp2/(temp+temp2);
double temp3=sink.count();
double temp4=sink1.count();
main.unsatisfaction=(temp3/(temp3+temp4));
main.satisfaction=1-(temp3/(temp3+temp4));
double temp5=main.competitor.sink2.count();
double temp6=main.competitor.sink3.count();
main.unsatisfactionCompetitor=(temp5/(temp6+temp5));
main.satisfactionCompetitor=1-(temp5/(temp6+temp5));
```

در ابتدا سهم ظرفیت شبکه هر اپراتور توسط رخداد ParameterCalc محاسبه می‌شود و در مدل سیستم‌های پویا، سطح استراتژیک به‌روز می‌شود. سپس سهم مشتریانی که موفق به دریافت خدمات نشده‌اند محاسبه می‌شود و بر اساس آن سطح رضایت و نارضایتی در مدل سیستم‌های پویا به‌روزآوری می‌شود. تصمیم‌گیری در خصوص افزایش ظرفیت شبکه توسط رخداد SiteShareIncrease در مدل شبیه‌سازی گسسته پیشامد انجام می‌شود.

```
if(main.forInvestment>=main.minSiteInvestment)
{
double temp;
temp=(main.forInvestment/main.minSiteInvestment);
int temp2= (int) temp;
main.totalInvestmentOperator=main.totalInvestmentOperator+(temp2
*main.minSiteInvestment);
main.forInvestment=main.forInvestment-
(temp2*main.minSiteInvestment);
resourcePool.set_capacity(resourcePool.capacity+temp2);
```

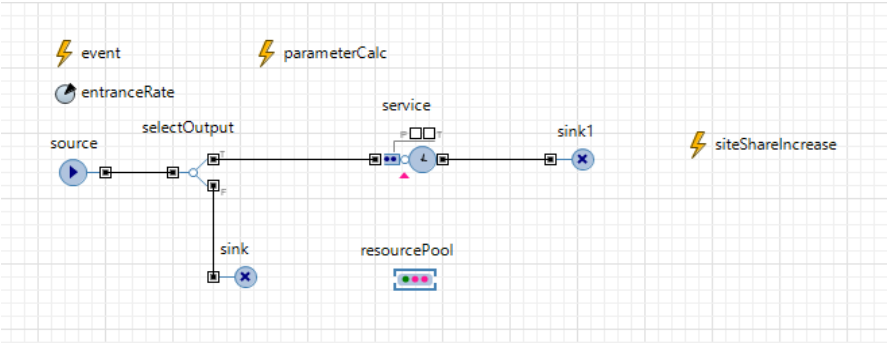
www.SID.ir

Archive of SID

}

همان‌طور که مشاهده می‌شود، در صورتی که میزان سرمایه در دسترس هر اپراتور بیشتر از حداقل مقدار لازم برای افزایش ظرفیت شبکه باشد، اپراتور اقدام به افزایش ظرفیت شبکه خود می‌نماید.

در صورتی که افزایش ظرفیت شبکه انجام شود، مجدداً سهم هر اپراتور از ظرفیت شبکه در مدل سیستم‌های پویا سطح استراتژیک به‌روزآوری می‌شود. در شکل ۹ شئی‌های ایجاد شده جهت ارتباط مدل شبیه‌سازی گسسته پیشامد سطح عملیاتی و مدل سیستم‌های پویا سطح استراتژیک آورده شده است.



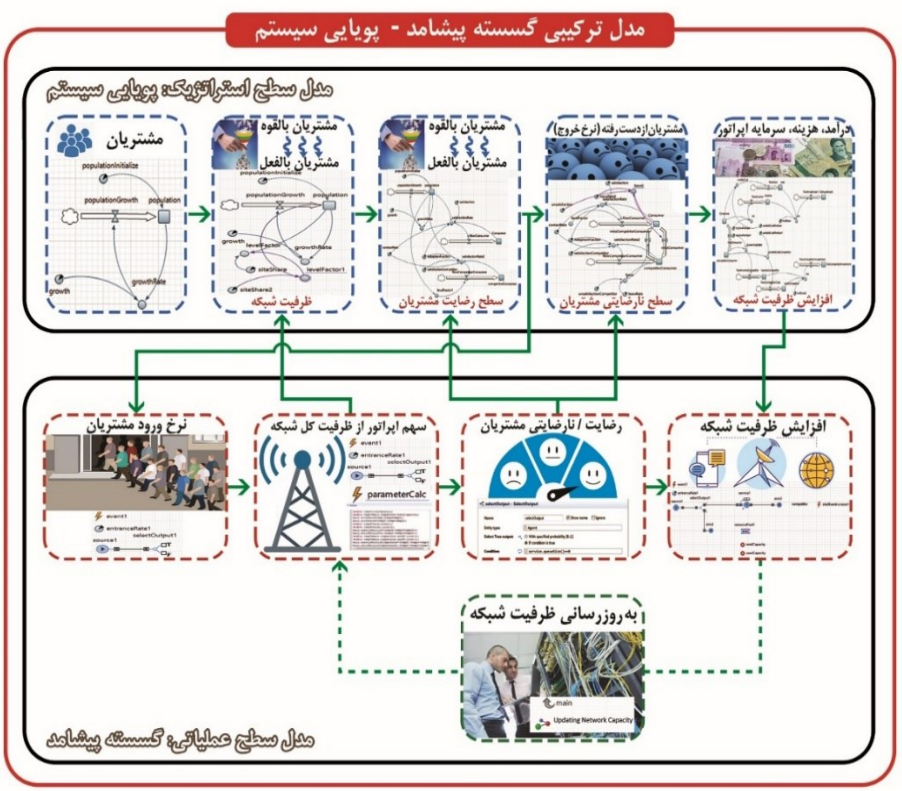
شکل ۹. شئی‌های ایجادشده جهت ارتباط مدل شبیه‌سازی گسسته‌پیشامد سطح عملیاتی و مدل سیستم‌های پویا سطح استراتژیک

تأیید و اعتبارسنجی مدل

به دلیل اینکه مدل ترکیبی این پژوهش کاملاً درهم‌تنیده است و راه‌اندازی همزمان دو مدل پویایی سیستم و گسسته پیشامد در قالب نرم‌افزار انی‌لاجیک خروجی مدل را می‌سازد، لازم است اعتبارسنجی مدل به‌صورت همزمان انجام شود؛ چرا که مدل پویایی سیستم موجود، متأثر از مدل گسسته پیشامد است و متقابلاً مدل گسسته پیشامد موجود نیز متأثر از مدل پویایی سیستم است و عملاً هویت مستقلی برای هر یک از مدل‌ها نمی‌توان متصور بود. به عبارتی، در لحظه مدل گسسته پیشامد بر روی مدل پویایی سیستم اثر می‌گذارد و مدل پویایی سیستم بر روی گسسته پیشامد اثر می‌گذارد. شکل شماره ۱۰ این درهم‌تنیدگی را بیشتر تبیین می‌کند.

www.SID.ir

Archive of SID

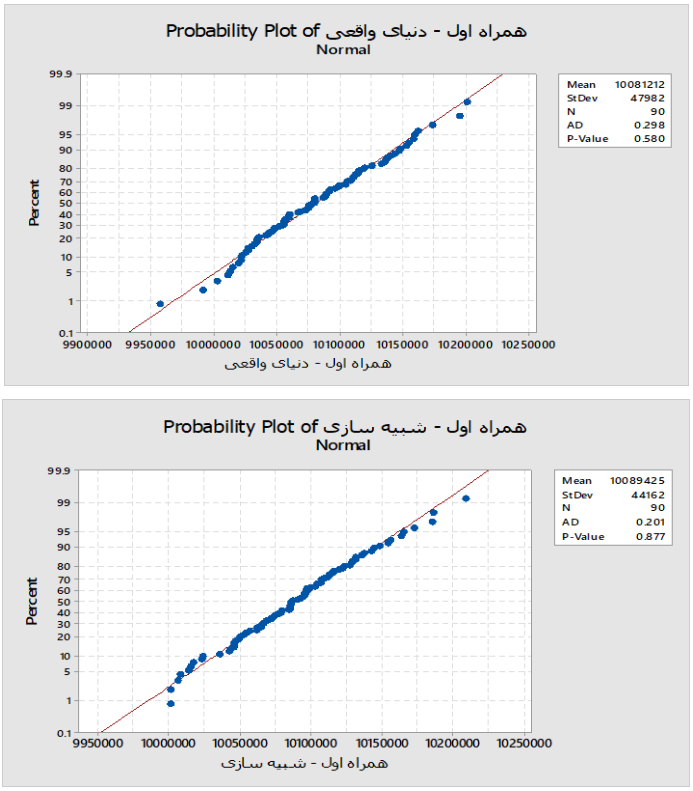


شکل ۱۰. نحوه تعامل همزمان مدل گسسته پیشامد و پویایی سیستم

برای اعتبارسنجی مدل ترکیبی، نفر/ ساعت مشتریانی را که به‌صورت روزانه از خدمات شرکت همراه اول و ایرانسل استفاده می‌کنند، در یک بازه سه‌ماهه از مدل شبیه‌سازی استخراج نموده و با اطلاعات دنیای واقعی مورد آزمون قرار می‌دهیم. برای تعیین آزمون مناسب جهت انجام تست برابری میانگین‌های نمونه مربوط به مدل شبیه‌سازی و نمونه دنیای واقعی، ابتدا تست نرمال بودن داده‌ها را انجام می‌دهیم. نتایج مربوط به داده‌های مشترکین همراه اول به شرح شکل ۱۱ است:

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۱. آزمون نرمال بودن داده‌های شرکت همراه اول در دنیای واقعی و نرم‌افزار شبیه‌سازی

همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار p-value بزرگتر از ۰٫۰۵ است. بنابراین فرض نرمال بودن داده‌های مربوط به شرکت همراه اول استخراج شده از دنیای واقعی و داده‌های استخراج شده از مدل شبیه‌سازی مورد تأیید قرار می‌گیرد. اکنون آزمون استقلال داده‌ها را با استفاده از آزمون آماری پیرسون مورد بررسی قرار می‌دهیم؛ برای تفسیر شدّت رابطه دو متغیر در همبستگی پیرسون، تقسیم‌بندی‌های گوناگونی ارائه شده که یکی از معتبرترین آن‌ها، تقسیم‌بندی زیر است:

Correlations	
Pearson correlation	0.043
P-value	0.687

جدول ۲. آزمون استقلال داده‌ها (آزمون آماری پیرسون): اپراتور همراه اول

www.SID.ir

Archive of SID

با استفاده از آزمون پیرسون، استقلال دو نمونه مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به مقدار p-value فرض استقلال داده‌ها نیز مورد پذیرش قرار می‌گیرد. اکنون می‌توان با استفاده از آزمون t زوجی، فرض برابری میانگین‌های دو نمونه را برای یک دوره سه ماهه (۹۰ روزه) مورد بررسی قرار دارد. نتایج به شرح زیر است (جدول۳ و ۴):

Descriptive Statistics				
Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
همراه اول – دنیای واقعی	90	10081212	47982	5058
همراه اول – شبیه سازی	90	10089425	44162	4655
Estimation for Paired Difference				
Mean		StDev	SE Mean	95% CI for μ_difference
-8213		63798	6725	(-21575, 5149)
Test				
Null hypothesis		H_0: μ_difference = 0		
Alternative hypothesis		H_1: μ_difference ≠ 0		

جدول ۳. آزمون t زوجی برای اپراتور همراه اول دنیای واقعی و شبیه‌سازی (Paired T-Test and CI)

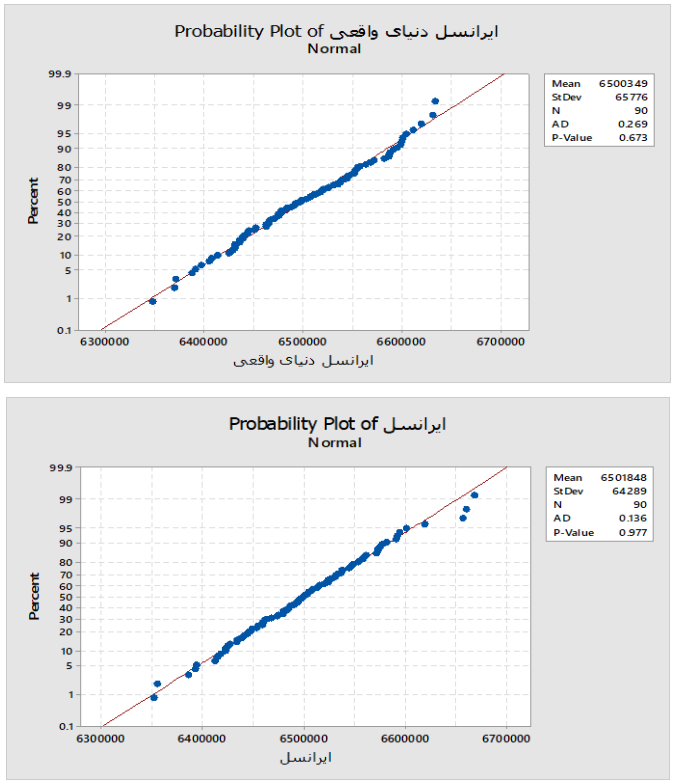
T-Value	P-Value
-1.22	0.225

جدول ٤. مقادیر به دست آمده T-Value و P-Value (اپراتور همراه اول)

مشاهده می‌شود که مقدار p-value بزرگتر از ۰,۰۵ است. بنابراین فرض برابری میانگین‌های دو نمونه مربوط به نفر/ ساعت روزانه مشترکین شرکت همراه اول استخراج شده از دنیای واقعی و مدل شبیه‌سازی مورد پذیرش قرار می‌گیرد. اکنون با استفاده از داده-های مشترکین شرکت ایرانسل استخراج شده از مدل شبیه‌سازی و دنیای واقعی مراحل بالا تکرار می‌شود. نتایج به شرح زیر است:

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۲. آزمون نرمال بودن داده‌های شرکت ایرانسل در دنیای واقعی و نرم‌افزار شبیه‌سازی

همان‌طور که مشاهده می‌شود، مقدار p-value بزرگتر از ۰,۰۵ است. بنابراین فرض نرمال بودن داده‌های مربوط به شرکت ایرانسل استخراج شده از دنیای واقعی و داده‌های استخراج شده از مدل شبیه‌سازی مورد تأیید قرار می‌گیرد.

اکنون تست استقلال داده‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهیم:

Correlations	
Pearson correlation	0.141
P-value	0.184

جدول ۵. آزمون استقلال داده‌ها (آزمون آماری پیرسون): اپراتور ایرانسل

با استفاده از آزمون پیرسون، استقلال دو نمونه مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به مقدار p-value فرض استقلال داده‌ها نیز مورد پذیرش قرار می‌گیرد. اکنون می‌توان با

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده از آزمون t زوجی فرض برابری میانگین‌های دو نمونه را مورد بررسی قرار دارد. نتایج به شرح زیر است (جدول ۶ و ۷):

Descriptive Statistics				
Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
ایرانسل دنیای واقعی	90	6500349	65776	6933
ایرانسل- شبیه سازی	90	6501848	64289	6777
Estimation for Paired Difference				
Mean		StDev	SE Mean	95% CI for μ_difference
-1499		85239	8985	(-19352, 16354)
Test				
Null hypothesis		H_0: μ_difference = 0		
Alternative hypothesis		H_1: μ_difference ≠ 0		

جدول ٦. آزمون t زوجی برای اپراتور ایرانسل دنیای واقعی و شبیه‌سازی (Paired T-Test and CI)

T-Value	P-Value
-0.17	0.868

جدول ۷. مقادیر به دست آمده T-Value و P-Value (اپراتور ایرانسل)

مشاهده می‌شود که مقدار p-value بزرگتر از ۰,۰۵ است. بنابراین فرض برابری میانگین‌های دو نمونه مربوط به نفر/ ساعت روزانه مشترکین شرکت ایرانسل استخراج شده از دنیای واقعی و مدل شبیه‌سازی مورد پذیرش قرار می‌گیرد. با توجه به نتایج بالا، می‌توان اعتبارسنجی مدل شبیه‌سازی را در سطح معنی‌داری ۵ درصد مورد پذیرش قرار داد.

یافته‌ها

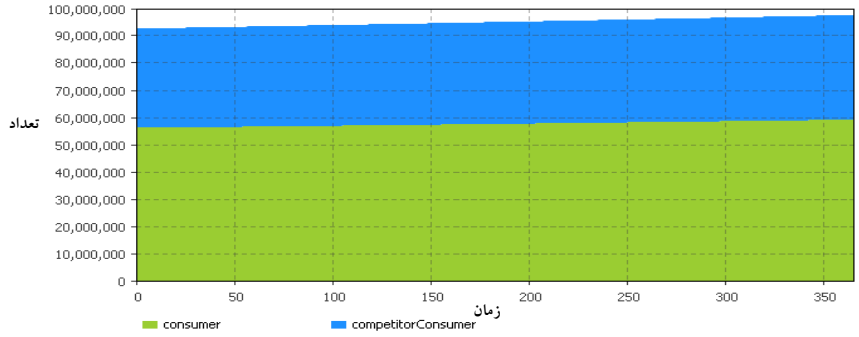
در این بخش، خروجی‌های مدل ترکیبی مورد تحلیل قرار داده شده است و برای این منظور، میزان تطابق آن با وضعیت واقعی مورد مقایسه قرار می‌گیرد:

تحلیل اول) تطابق مدل با واقعیت: در تحلیل اول، خروجی مدل شبیه‌سازی از وضعیت فعلی در یک بازه یک ساله نشان داده شده است. در این تحلیل، مدل شبیه‌سازی ترکیبی وضعیت فعلی، برای بازه زمانی ۳۶۵ روز اجرا شده و نتایج به شرح زیر است (لازم به ذکر

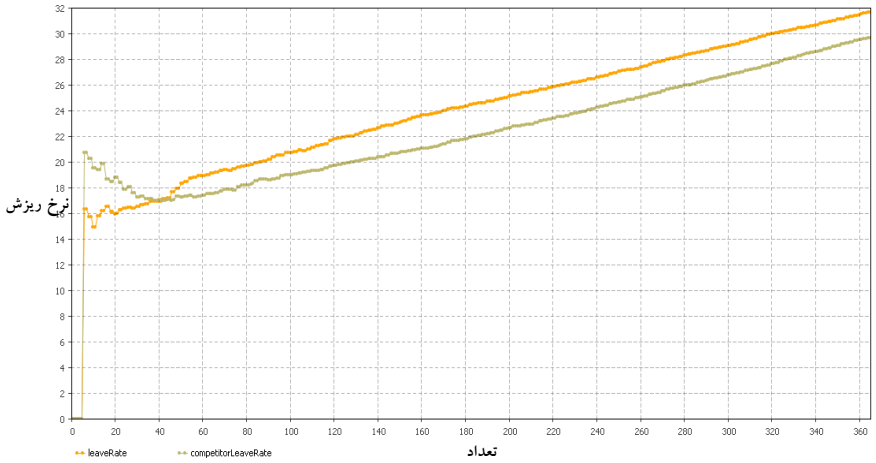
www.SID.ir

Archive of SID

است در نام‌گذاری نمودارها، عبارت competitor نشان‌دهنده خروجی مربوط به شرکت ایرانسل است). همان‌طور از نمودار تعداد مشتریان شرکت همراه اول و ایرانسل مشاهده می‌شود، شیب کسب سهم بازار هر دو اپراتور در بازه یکساله تقریباً مشابه است. در این بازه زمانی، شرکت همراه اول موفق شده است بازار مشتریان خود را ۵,۳۶ درصد افزایش دهد و شرکت ایرانسل موفق به افزایش ۵,۴ درصدی شده است. لازم به ذکر است که هر یک از اپراتور در بازه یکساله در حالت وضعیت فعلی هیچ افزایش ظرفیت شبکه‌ای را اجرا ننموده‌اند.



شکل ۱۳. تعداد مشتریان همراه اول و ایرانسل

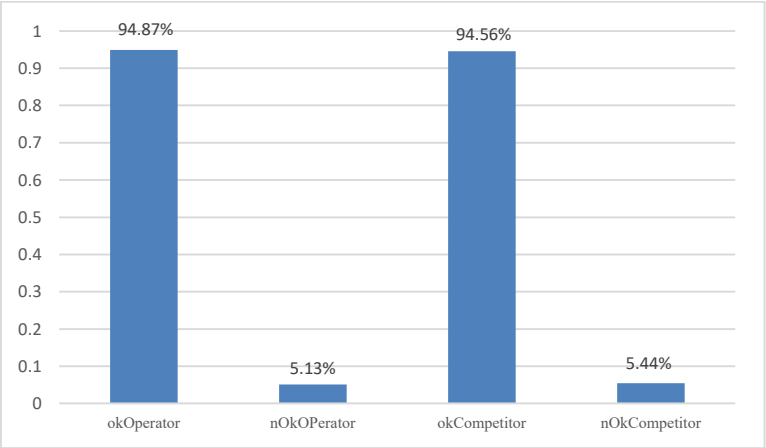


شکل ۱٤. تعداد ریزش مشتریان اپراتور همراه اول و ایرانسل

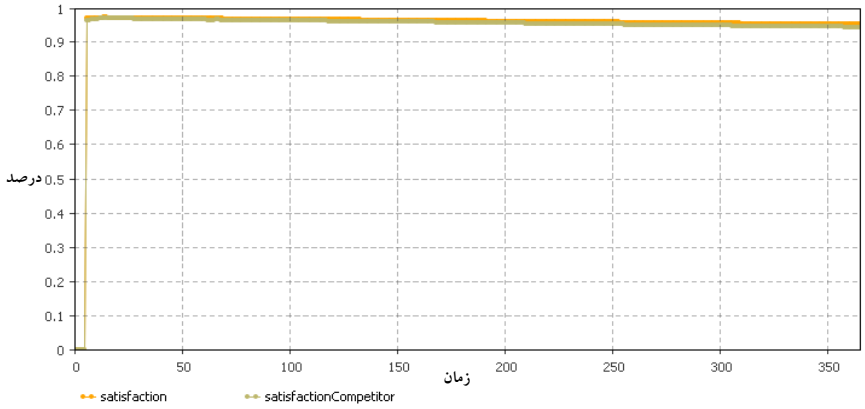
www.SID.ir

Archive of SID

همان‌طور که در نمودار ریزش مشتریان اپراتور همراه اول و ایرانسل مشاهده می‌شود، مقدار ریزش مشتریان شرکت همراه اول در پایان دوره یکساله روزانه ۳۱,۶ نفر و ریزش مشتریان شرکت ایرانسل در همین مقطع زمانی روزانه ۲۹,۷ نفر بوده است.



شکل ۱۵. عملکرد شرکت همراه اول و ایرانسل



شکل ۱۶. درصد رضایت مشتریان از خدمات اپراتورها

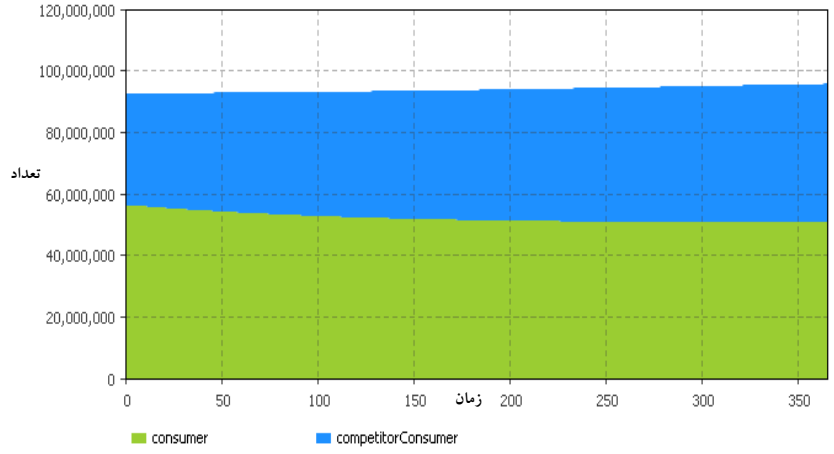
همان‌طور که در شکل ۱۵ نشان داده شده است، هر دواپراتور موفق به عملکرد مثبتی در حدود ۹۵ درصد شده‌اند. این شکل همچنین نشان می‌دهد از تعداد مشتریانی که از خدمات هر یک از اپراتورها استفاده می‌کنند، تقریباً ۵ درصد موفق به خدمت‌گیری به دلیل تکمیل ظرفیت شبکه نشده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

همان‌گونه که از شکل ۱۶ مشخص است، درصد رضایت مشتریان از خدمات اپراتورها روند کاهشی داشته است و دو اپراتور به دلیل عدم تغییر در ظرفیت شبکه، هر دو با یک شیب یکسان دچار کاهش رضایت مشتریان شده‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در کل روند افزایش / کاهش نرخ رضایت و نارضایتی از مدل‌های شبیه‌سازی ترکیبی با وضعیت واقعی منطبق است.

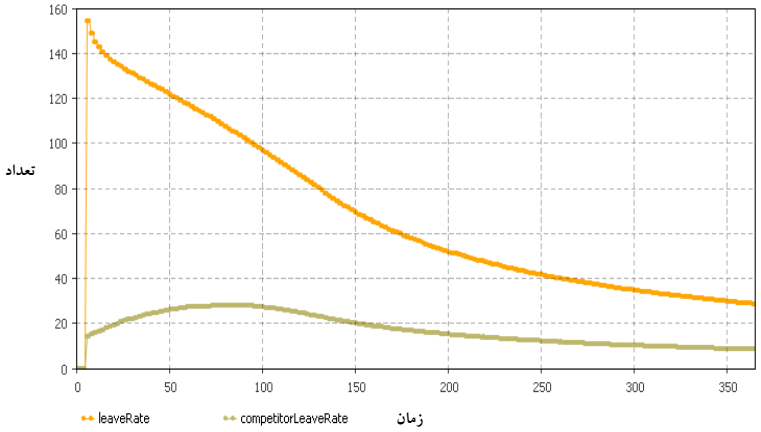
تحلیل دوم) افزایش ۲۵ درصدی تماس‌های اپراتور همراه اول – افزایش ظرفیت هر دو اپراتور متناسب با درآمد: در این تحلیل، نتایج حاصل از مطالعه میدانی که در قالب پرسشنامه سنجش رضایت مشتریان اپراتورهای همراه اول و ایرانسل به دست آمده است در قالب سناریویی، به مدل شبیه‌سازی ترکیبی داده می‌شود و در نهایت مشخصی می‌شود که نتایج حاصل از دنیای واقعی و مدل شبیه‌سازی تا حدود زیادی مشابه یکدیگرند. نتایج به دست آمده از مدل شبیه‌سازی در این سناریو به شرح زیر است:



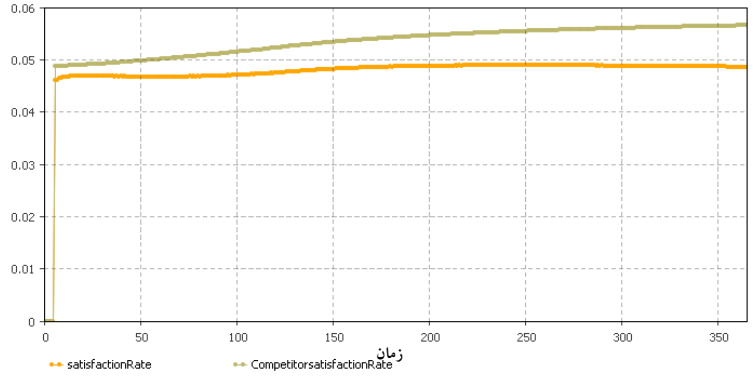
شکل ۱۷. تعداد مشتریان شرکت همراه اول و ایرانسل

www.SID.ir

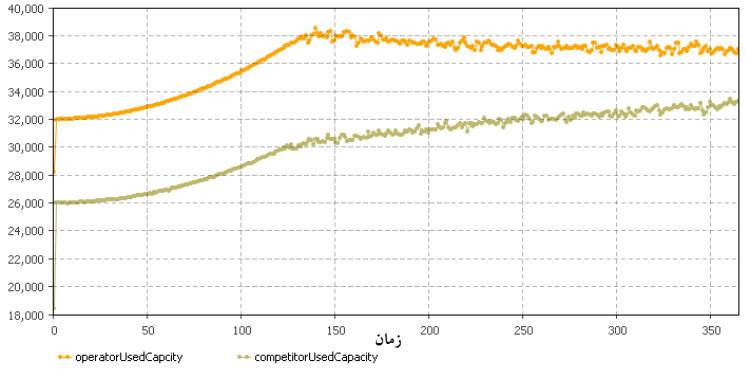
Archive of SID



شکل ۱۸. ریزش مشتریان اپراتور همراه اول و ایرانسل



شکل ۱۹. نرخ رضایت از خدمات اپراتورها

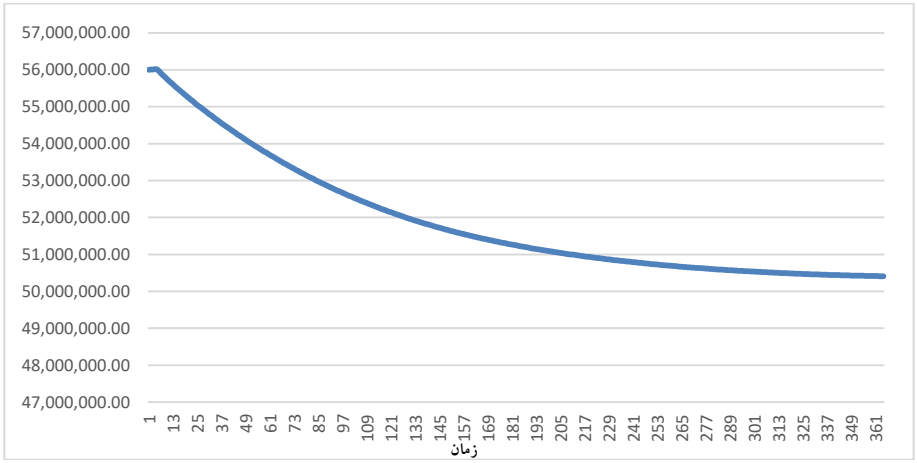


شکل ۲۰. میزان استفاده از ظرفیت شبکه اپراتور همراه اول و ایرانسل

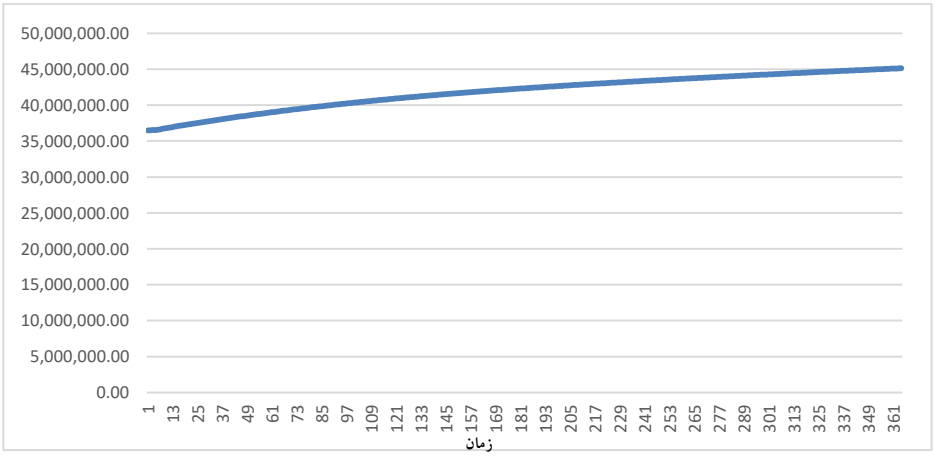
www.SID.ir

Archive of SID

همان‌طور که در شکل‌های بالا مشاهده می‌شود، اپراتور همراه اول در ابتدای مواجهه با افزایش تقاضا به دلیل کافی نبودن موجودی برای افزایش ظرفیت شبکه متناسب با افزایش تقاضا و ایجاد نارضایتی، سهم بازار را به اندازه ۹ درصد از دست می‌دهد اما بعد از یک نزول در سهم بازار، مجدداً روند کسب سهم بازار اپراتور صعودی می‌شود. همان‌طور که در شکل ۱۸ نشان داده شده است، در حالتی که هر دو اپراتور نسبت به افزایش ظرفیت شبکه بعد از مواجهه با افزایش تقاضا اقدام می‌کنند، روند از دست دادن سهم بازار در بازه یکساله کاملاً نزولی است. این بدان معنی است که در نهایت، در این سناریو شرکت همراه اول می‌تواند سهم بازار خود را بر روی ۵۰ میلیون مشترک به تعادل برساند.



شکل ۲۱. روند تغییر تعداد مشتریان شرکت همراه اول



شکل ۲۲. روند تغییر تعداد مشتریان شرکت ایرانسل

www.SID.ir

Archive of SID

از طرف دیگر با توجه به شکل‌های بالا مشخص است که شرکت ایرانسل کاملاً از عهده افزایش تقاضای ناشی از ریزش مشتریان همراه اول برآمده است و موفق به افزایش سهم بازار ۲۳ درصدی خود در این سناریو شده است. درصد ریزش مشتریان اپراتور ایرانسل نیز روندی نرمال دارد و میزان رضایت مشتریان نیز در طول یکسال افزایش یافته است. در این سناریو مشخص شد در صورتی که یک افزایش تقاضا برای اپراتور همراه اول رخ دهد و ظرفیت شبکه برای مدیریت این افزایش تقاضا به اندازه کافی نباشد، در صورتی که بعد از رخداد شروع به افزایش ظرفیت شبکه نماید، در حدود ۹ درصد از سهم بازار را به صورت دائمی از دست می‌دهد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در تحلیل بازار رقابتی صنعت تلکام به‌عنوان یکی از صنایع کلیدی کشور، عوامل متعددی دخیل هستند که به دلیل پیچیدگی‌های بسیار بالای آن‌ها، نمی‌توان از ابزارهای تحلیلی بهره برد. یکی از ابزارهایی که برای تحلیل این سیستم‌ها مناسب است، ابزار شبیه‌سازی است که بسته به نوع مسأله می‌توان از رویکردهای گسسته پیشامد، پویایی سیستم و عامل‌بنیان بهره برد. در این مقاله، بازار تلفن همراه در دو سطح خرد و کلان مورد بررسی قرار گرفت. در سطح کلان، بازار تلفن همراه متشکل از مشتریان بالقوه و بالفعل و عوامل تأثیرگذار بر رضایت و نارضایتی مشتریان، درآمد و هزینه و سود اپراتورها در نظر گرفته شد. در سطح خرد ظرفیت هر یک از اپراتورها برای خدمت‌دهی، نحوه افزایش ظرفیت و نیز میزان مشتری از دست رفته اپراتورها مورد بررسی قرار گرفت.

همان‌طور که پیش از این ذکر شد، رویکرد مدل‌سازی پویایی سیستم برای تحلیل کلان مسائل مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین در این مطالعه برای مدل‌سازی سطح کلان بازار تلفن همراه از این رویکرد استفاده شد. از طرف دیگر، مدل‌سازی سطح خرد مسأله نیاز به در نظر گرفتن جزئیاتی مانند ظرفیت هر یک از اپراتورها، نحوه افزایش ظرفیت، زمان خدمت‌گیری مشتریان و میزان مشتریان از دست رفته را داشت که با توجه به مناسب بودن رویکرد شبیه‌سازی گسسته پیشامد، از این رویکرد برای مدل‌سازی سطح خرد مسأله این

www.SID.ir

Archive of SID

مطالعه بهره گرفته شد. در نهایت ترکیب این دو رویکرد در محیط نرم‌افزار شبیه‌سازی انی‌لاجیک، نگاهی جامع به سطح کلان و سطح خرد مسأله این مطالعه را ایجاد نمود.

خروجی وضعیت فعلی مدل شبیه‌سازی ترکیبی بازار تلفن همراه نشان داد که این بازار به تعادل نسبی رسیده است و هر یک از اپراتورها سهم بازار مشخصی را با شیب نسبتاً یکسان کسب کرده‌اند. همراه اول در بازه یکساله سهم بازار خود را ۵٫۳۶ درصد افزایش خواهد داد و شرکت ایرانسل موفق به افزایش ۵٫۴ درصدی خواهد شد. همچنین به دلیل وجود تعادل در میزان خدمت‌گیری مشتریان از خدمات هر یک از اپراتورها، این افزایش سهم بازار بدون افزایش ظرفیت شبکه و از طریق جذب مشتریان جدید امکان‌پذیر خواهد بود. در این حالت سطح عملکرد اپراتور همراه اول ۹۴٫۸ درصد و سطح عملکرد اپراتور ایرانسل ۹۴٫۵ درصد خواهد بود. از طرفی، این دو شرکت همواره با استفاده از مکانیزم-های بازاریابی متعدد و بهره‌گیری از تکنولوژی‌های جدید سعی در افزایش تقاضای مشتریان فعلی و افزایش سهم بازار از کانال مشتریان رقیب و مشتریان جدید دارند. اما در برخی از موارد مشاهده شده است که طرح‌های تشویقی، منجر به استقبال بیش از حد از خدمات اپراتورها گردیده است ولی به دلیل عدم توانایی اپراتورها در حفظ کیفیت خدمات، نارضاتی مشتریان را به همراه داشته است.

با توجه به مطالعه انجام شده و نتایج حاصل از دو تحلیل صورت گرفته، می‌توان نتایج زیر را استخراج نمود:

- استفاده از روش‌های نوین بازاریابی برای افزایش تقاضا باید کاملاً متناسب با ظرفیت هر اپراتور برای ارائه خدمت باشد. در صورتی که هر یک از اپراتورها در یک بازه زمانی مشخص، سطح نارضایتی مشتریان خود را به دلیل عدم وجود ظرفیت کافی برای خدمت‌دهی افزایش دهند، سهم بازار نسبتاً قابل توجهی را از دست می‌دهند. این کاهش سهم بازار در حالتی که اپراتور رقیب افزایش ظرفیت شبکه را انجام داده باشد و یا در حال انجام آن باشد، برگشت‌ناپذیر است.
- تغییر در سهم بازار اپراتورها در حالتی که ظرفیت شبکه ثابت باشد برگشت‌پذیر است. به گونه‌ای که بعد از یک بازه زمانی مشخص، روند معکوس می‌گردد و مجدداً تمایل به رسیدن به نقطه تعادل قبلی را دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

- سطح رضایت مشتریان فعلی کاملاً بر روی میزان جذب مشتریان جدید تأثیرگذار است. هر چه سطح رضایت مشتریان فعلی اپراتور بیشتر باشد، جذب سهم بازار مشتریان بالقوه جدیدالورود این اپراتور نیز بیشتر می‌شود.

مدل شبیه‌سازی این مقاله در چند بعد قابل توسعه برای کارهای آتی است:

- بررسی ورود یک اپراتور جدید و نحوه کسب سهم بازار متناسب با نحوه عملکرد دو اپراتور فعلی.
- بررسی سایر عوامل تأثیرگذار بر بازار اپراتورهای تلفن همراه از جمله تحریم‌های خارجی، شرایط نامترقبه نظیر بلایای طبیعی، افزایش جمعیت و...
- توسعه مدل پویایی سیستم با در نظر گرفتن تغییر رفتار مصرف‌کنندگان و استفاده بیشتر از خدمات مبتنی بر اینترنت.
- استفاده از رویکرد مدل‌سازی عامل‌بنیان برای تحلیل سطح کلان مسأله و در نظر گرفتن تعاملات بین مشتریان و تأثیرات آن‌ها بر سهم بازار اپراتورها.

www.SID.ir

Archive of SID

ORCID

Mohsen JavidMoayed https://orcid.org/0000-0001-5106-1362
Abbas Tolooei Eshlaghi https://orcid.org/0000-0003-1552-2875
MohamadAli Afshar Kazemi https://orcid.org/0000-0003-4327-8320

منابع

حضرتی، رضا؛ حذار، بهنام؛ شاه‌بهرامی، اسداله. (۱۳۹۵). استفاده از شبیه‌سازی سیستم‌های گسسته پیشامد جهت ارائه سیستم هوشمند مدیریت و کنترل عملیات امداد شرکت‌های خدمات شهری.

حمزه‌نژادی، میلاد. (۱۳۹۵). مدیریت پروژه پویا با استفاده از ترکیب پویایی سیستم و شبیه‌سازی رویداد گسسته (مورد مطالعه: پروژه منتخب).

خانزادی، مصطفی؛ نصیرزاده، فرناد؛ میر، مصطفی. (۱۳۹۷). مدلسازی ترکیبی در پروژه‌های ساخت با استفاده از ترکیب رویکردهای شبیه‌سازی پویایی سیستم و مدلسازی عامل محور. *نشریه مهندسی سازه و ساخت*.

سهرابی‌نژاد، آزاده؛ درجزی، مصطفی؛ حسینی وفا، سیدامیر. (۱۳۹۳). ارائه مدل هیبریدی پویایی سیستم در مدیریت پروژه.

کمالی، بیتا؛ الیاسی، مهدی؛ حاج‌حسینی، حجت‌اله. (۱۳۹۴). عوامل مؤثر بر نوآوری‌پذیری صنعت اپراتوری تلفن همراه در گذار به سمت موبایل باند پهن، مورد مطالعه کشور ایران. *رشد فناوری، دوره ۱۱، شماره ۴۳، تابستان ۱۳۹۴*.

والافر، محمدعلی؛ حمیدی، ناصر؛ البرزی، محمود؛ ایرانبان‌فرد، سیدجواد. (۱۳۹۸). تحلیل راهبردی بازار خدمات ارزش افزوده موبایل در ایران با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم. *پژوهش‌های مدیریت راهبردی، سال بیست‌وپنجم، شماره ۷۵، زمستان ۱۳۹۸*.

غفورنیان، محمد؛ موسوی حقیقی، محمدهاشم؛ رعنایی کرد شولی، حبیب‌الله. (۱۳۹۲). تحلیل بازار تلفن همراه ایران با رویکرد پویایی‌های سیستم. *چشم‌انداز مدیریت صنعتی – صص ۱۳۵ – ۱۵۸*.

References

Alzraiee, H; Moselhi, O; Zayed, T. (2012). A Hybrid Framework for Modeling Construction Operations Using Discrete Event Simulation and System Dynamics. *Proceedings - Winter Simulation Conference, December 2012.*

Bokor, O; Florez, L; Osborne, A; Gledson, B. (2019). Overview of construction simulation approaches to model construction processes. *Organization, Technology and Management in Construction 2019; 11: 1853–1861.*

Borshchev, A; Grigoryev, I (2013). *The Big Book of Simulation Modeling Multimethod Modeling with AnyLogic 8.*

www.SID.ir

Archive of SID

Brailsford, S; Eldabi, T; Kunc, M; Mustafee, N; Osorio, A. (2019). Hybrid simulation modelling in operational research: A state-of-the-art review. *European Journal of Operational Research 278 (2019) 721–737*

Bui, T; Loebbecke, C. (1996). Supporting cognitive feedback using system dynamics: A demand model of the global system of mobile telecommunication. *Elsevier, Volume 17, Issue 2, 21 May 1996, Pages 83-98.*

Fernández, Z; Usero, B. (2009). Competitive behavior in the European mobile telecommunications industry: Pioneers vs. followers. *Telecommunications Policy 33(7):339-347.*

Helal, M. & Rabelo, L. (2017). Synchronizing Discrete Event Simulation Models and System Dynamics Models. *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM) Bristo.*

Helal, M. (2008). A Hybrid System Dynamics-discrete Event Simulationapproach To Simulating The Manufacturing Enterprise. University of Central Florida; Electronic Theses and Dissertations, 2004-2019.

Helal, M; Jones, A; Rabelo, L; Hyeung-Sik, M. (2005). Enterprise simulation: A hybrid system approach. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing 18(6):498-508 · September 2005.*

Jacob, M; Suchan, C; Ferstl, O. (2010). Modeling of Business Systems using Hybrid Simulation: A New Approach. *European Conference on Information Systems (ECIS).*

Jae H, J; Seung K, P. (2020). Simulation-based prediction for 5G mobile adoption. *ScienceDirect, ICT Express 6 (2020) 109–112*

Jong hwa, K; Deok-Joo, L; Jaek young, A (2006). A dynamic competition analysis on the Korean mobile phone market using competitive diffusion model. *Elsevier, Volume 51, Issue 1, September 2006, Pages 174-182.*

Jovanoski, B; Minovski, R; Christian Lichtenegger, G; Vössner, S. (2012). Combining system dynamics and discrete event simulations - Overview of hybrid simulation models. *Resarchgate, January 2012.*

Kedia, S; Philippon; T. ,(2009), "The Economics of Fraudulent Accounting", *The Review of Financial Studies, Vol. 22 (6),PP. 2169-2199.*

Košeckà, J; Bajcsy, R. (1994). Discrete Event Systems for autonomous mobile agents. *Robotics and Autonomous Systems Volume 12, Issues 3–4, April 1994, Pages 187-198.*

Krzak, Ł. (2015). Simulation framework for modelling energy consumption in ultra-low duty cycle mobile ad-hoc networks. *IFAC-PapersOnLine Volume 48, Issue 4, 2015, Pages 290-295.*

www.SID.ir

Archive of SID

Lassnig, A; Rienmueller, T; Kramer, D; Leodolter, W; Baumgartner, C; Schroettner, J. (2019). A novel hybrid modeling approach for the evaluation of integrated care and economic outcome in heart failure treatment. *BMC Medical Informatics and Decision Making 2019.*

Łatuszyńska, M; Fate, S. (2019). A Hybrid Simulation Approach to Modelling the Impact of Public Interventions on Poverty. *European Research Studies Journal. Volume XXII, Issue 4, 2019*

Linnéusson, G; Amos H.C, Ng; Aslam, T. (2019). A hybrid simulation-based optimization framework supporting strategic maintenance development to improve production performance. *European Journal of Operational Research. 19 August 2019.*

Lyubchenko, A; Kopytov, E Y; Bogdanov, A; Maystrenko, V A. (2019). Discrete-event Simulation of Operation and Maintenance of Telecommunication Equipment Using AnyLogic-based Multistate Models. *Journal of Physics: Conference Series: AMSD-2019.*

Madden, G; Coble-Neal, G; Dalzell, B. (2004). A dynamic model of mobile telephony subscription incorporating a network effect. *Telecommunications Policy 28(2):133-144 · March 2004.*

Mazzoni, C; Castaldi, L; Addeo, F. (2007). Consumer behavior in the Italian mobile telecommunication market. *Elsevier, Volume 31, Issues 10–11, November–December 2007, Pages 632-647.*

Moallemi, M; Wainer, G. A; Jafer, S; Boudreau, G. (2013). Simulation of mobile networks using discrete event system specification theory. *Conference: Proceedings of the 16th Communications & Networking Symposium - April 2013.*

Moradi, S; Nasirzadeh, F; Golkhoo, F. (2017). Modeling labor productivity in construction projects using hybrid SD-DES approach. *Scientia Iranica A (2017) 24(6), 2752-2761.*

Padilha, R; Iano, Y; Moschim, E; Borges Monteiro, A; José Loschi, H. (2017*). Computational Simulation Performance based in Hybrid Modelling with Discrete Events for Telecommunication Systems. Brazilian Technology Symposium 2017.*

Pagani, M; Fine, C. (2008). Value network dynamics in 3G-4G wireless communications: A systems thinking approach to strategic value assessment. *Journal of Business Research 61(11):1102-1112 · February 2008.*

Pedai, A; Astrov, I; (2008). Demand and Supply Chain Simulation in Telecommunication Industry by Multi-Rate Expert Systems. *world academy of science engineering and technology Volume 2, Issue5, 2008.*

www.SID.ir

Archive of SID

Russo, D; Passacntando, F; Geppert, L; Manca, L. (2013). Business Process Modeling and Efficiency Improvement through an Agent-Based Approach. *Systemic, Cybernetics and Informatics, 11, 1-6.*

Sian Morgan, J; Howick, S; Belton, V. (2017). A toolkit of designs for mixing Discrete Event Simulation and System Dynamics. *European Journal of Operational Research 257 (2017) 907–918*

Voigt, J; Steil, A; Fettweis; G. (1998). Modeling a Mobile Cellular Network Using a Discrete-Event Simulator. *Design Automation for Embedded Systems volume 3, pages239–253(1998).*

Wen-Lin, C; Feng-Shang, W; Kai-Sheng, K; David, Y. (2010). Diffusion of mobile telephony: An empirical study in Taiwan. *Journal of Business Research 63(5):497-501 · May 2010.*

Yan, G. (2019). Simulation analysis of key technology optimization of 5G mobile communication network based on Internet of Things technology. *International Journal of Distributed Sensor Networks.2019, Vol. 15(6).*

In Persian

Hazrati, R; Hazar, Behnam; Shah Bahrami, Asadollah. (2017). Use of simulated discrete event systems to provide an intelligent system for managing and controlling the relief operations of utility companies.

HmzehNejadi, M. (2017). Dynamic project management using a combination of system dynamics and discrete event simulation (Case study: selected project).

Khanzadi, M; Nasirzadeh, F; Mir, M. (2018). Combined modeling in construction projects using a combination of system dynamics simulation approaches and factor-based modeling. *Journal of Structural and Construction Engineering.*

Sohrabi Nejad, Ah; Darjazi, M; Hosseini Wafa, S. (2014). Provide a hybrid model of system dynamics in project management.

Kamali, B; Elyasy, M; Haj Hosseini, H. (2015). Factors Affecting the Innovation of the Mobile Operator Industry in the Transition to Broadband Mobile, studied in Iran. *Technology Growth, Volume 11, Number 43, Summer 2015.*

Valafar, M; Hamidi, N; Alborzi, M; Iranbanfard, S. (2019). Analysis of the value ode value in Iran using the system dynamics approach. Strategic Management Research, *Volume 25, Number 75, winter 2019.*

Ghafoornian, M; Mousavi Haghighi, M; Ranaei Kord Shavali, H. (2013). Analysis of Iran's mobile phone market with the approach of system dynamics. *Industrial Management Perspective - pp. 135 - 158.*

www.SID.ir