International Journal of Industrial Engineering & Production Management (2014)

May 2014, Volume 25, Number 1
pp. 85-98

http://IJIEPM.iust.ac.ir/

Evaluation of Call Center System with Simulation Technique and Design of Experiments

F. Safaee Nik, M.S. Fallah Nezhad & Y. Zare Mehrjerdi*

Farid Safaee Nik, *MS Student of Industrial Engineering, Yazd University, Yazd, Iran*
Mohammad Saber Fallah Nezhad, *Assistant Professor of Industrial Engineering, Yazd University, Yazd, Iran*
Yahia Zare Mehrjerdi*, Associate Professor of Industrial Engineering, Yazd University, Yazd, Iran*

Keywords

Call center,
Simulation,
Design of Experiments

ABSTRACT

In each organization, management pursues implementing systems for attaining his objectives until provides suitable environment for presenting services. Call centers are one of the service centers that have been investigated in recent years. The development of call center industry resulted in complicating these systems that has leaded to complicated management and design of these systems. The objective of this paper is the evaluation of call center systems. For this objective, first with the understanding most important problems in call center units, the simulation model of this system is designed and then validity of this model for adapting it with real system is analyzed. At the end, some solutions are presented for improving the performance of system by using design of experiments. The proposed scenarios are simulated and improved model is introduced.

© 2014 IUST Publication, IJIEPM. Vol. 25, No. 1, All Rights Reserved

* **Corresponding author. Mohammad Saber Fallah Nezhad**
Email: *Fallahnezhad@yazd.ac.ir*

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2025-07-19]

نشـــریه بین المللـــی مهنـــدسی صنـــایع و مدیـــریت تولیـــد

شمـــاره ۱، جلـــد ۲۵، خـــرداد ۱۳۹۳
صفحـــه ۹۸-۸۶

نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید
دانشگاه علم و صنعت ایران

ISSN: 2008-4870

http://IJIEPM.iust.ac.ir/

ارزیابی سیستم تلفن گویا با استفاده از تکنیک شبیه سازی و طراحی آزمایش‌ها (DOE)

فرید صفایی نیک، محمد صابر فلاح نژاد* و یحیی زارع مهرجردی

کلمات کلیدی

تلفن گویا،
شبیه سازی،
طراحی آزمایش‌ها (DOE)

چکیده:

در هر سازمانی، مدیریت برای نیل به اهداف خود به دنبال استقرار سیستم‌هایی می‌باشد تا فضای مناسب برای ارائه خدمت را فراهم نماید. از جمله مراکز ارائه کننده خدمات که در سال‌های اخیر مورد توجه واقع شده‌اند، مراکز تلفن گویا می‌باشند. روند توسعه و گسترش صنعت تلفن گویا به سمت پیچیده شدن این سیستم‌ها پیش می‌رود؛ لذا، مدیریت این سیستم‌ها و طراحی آن‌ها بسیار سخت و دشوار گشته است. هدف نوشتار حاضر، ارزیابی سیستم‌های تلفن گویا می‌باشد. در این راستا با پی بردن به مهم‌ترین مشکل در واحدهای تلفن گویا، مدل شبیه سازی این سیستم طراحی شده و سپس اعتبار این مدل از لحاظ تطابق با واقعیت بررسی می‌شود. در نهایت به منظور ارائه راهکارهایی در جهت بهبود عملکرد سیستم موجود، با استفاده از طراحی آزمایش‌ها، سناریوهای پیشنهادی را شبیه سازی نموده و مدل بهبود یافته معرفی می‌شود.

۱. مقدمه

در هر موسسه، چگونگی ارائه خدمات به مراجعین و نحوه پاسخگویی به مشتریان، یکی از مهم‌ترین عوامل رضایت مشتریان و در نتیجه سودآوری و پیشرفت موسسه است. با توجه به گسترش خدمات تلفنی و استفاده آسان از تلفن برای عموم مردم، یکی از مهم‌ترین راه‌های ارتباط آن‌ها با سازمان، ارتباط تلفنی بوده و از این رو وجود بخش پاسخگویی به تماس‌های مراجعین یکی از اساسی‌ترین نیازهای هر سازمان است.

در این راستا، سیستم‌های تلفن گویا[2]، ابزاری برای ارتباط مستقیم و دریافت اطلاعات از یک مرکز اطلاع رسانی به حساب می‌آیند. با تجهیز سازمان به تلفن گویا، ارباب رجوع می‌تواند بدون نیاز به داشتن تخصص خاص و با در اختیار داشتن یک خط تلفن، با این سیستم تماس گرفته و اطلاعات مورد نیاز خود را که قبلاً در این سیستم برای وی فراهم گردیده است به صورت صوتی دریافت نماید.

تلفن گویا، اسلحه استراتژیک آشکاری برای هر شرکت است. جایی که به عنوان خط مقدم تماس با مشتریان شرکت قلمداد شده و هزاران مشتری، ثانیه‌ها و دقایق خود را در آن سپری می‌کنند [۱].

اکثر مراکز تلفن گویا از سیستم پاسخگوی خودکار تماس‌ها یا IVR[3] استفاده می‌کنند. تکنولوژی IVR به سرعت در حال رشد و گسترش بوده و استفاده از این تکنولوژی بسیار مهم تلقی می‌شود. متأسفانه، علی رغم مزایای استفاده از تکنولوژی IVR مانند کاهش هزینه‌های جاری سازمان، دسترسی ۷/۲۴ مشتریان به خدمات سازمان و افزایش کارایی سیستم‌های تلفن گویا، تنها

تاریخ وصول: ۹۰/۶/۳۰
تاریخ تصویب: ۹۱/۴/۱۷

فرید صفایی نیک، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه یزد، Faridsafaeenik@Stu.yazduni.ac.ir
*نویسنده مسئول مقاله: **دکتر محمد صابر فلاح نژاد**، استادیار دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه یزد، Fallahnezhad@yazd.ac.ir
دکتر یحیی زارع مهرجردی، دانشیار دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه یزد، Yazm2000@Yahoo.com

2 Call Center
3 Interactive Voice Response

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2025-07-19]

اندک تحقیقاتی برای بررسی این سیستم، صورت گرفته است؛ لذا انجام مطالعه‌ای برای پی بردن به این نکته که تکنولوژی IVR تا چه حد می‌تواند فرایند خدمت و عملکرد واحد تلفن گویا را بهبود بخشد، بسیار با اهمیت قلمداد می‌شود [۲]. اکثر پژوهش‌هایی که بر روی مراکز تلفن گویا صورت گرفته است، بر عملکرد اپراتورها و کارمندان متمرکز بوده‌اند [۳-۴-۵-۶] و کمتر تحقیقی، واحد تلفن گویا را از دیدگاه عملکرد سیستم مورد ارزیابی قرار داده است [۷].

هدف نوشتار حاضر، ارزیابی سیستم‌های تلفن گویا با توجه به معیارهای عملکرد این سیستم‌ها و عواملی که در سیستم IVR مستقیماً با تماس گیرندگان در ارتباط اند می‌باشد. در این راستا با پی بردن به مهم‌ترین مشکل در واحدهای تلفن گویا، سیستم IVR مدل سازی شده و سپس اعتبار مدل شبیه سازی از لحاظ تطابق با واقعیت بررسی می‌شود. در نهایت به منظور ارائه راهکار-هایی در جهت بهبود عملکرد سیستم موجود، با استفاده از طراحی آزمایش‌ها، سناریوهای پیشنهادی را شبیه سازی نموده و مدل بهبود یافته معرفی می‌شود.

۲. تلفن گویا

تلفن گویا، یک واحد خدمت دهی است که گروهی از اپراتورها به حجم انبوهی از تماس‌ها به منظور فروش، ارائه خدمت یا معاملات مشخص پاسخ می‌دهند. یک تلفن گویا شامل خطوط تلفن مستقیم، یک ماشین تقسیم کننده تماس که با نام توزیع کننده اتوماتیک تماس (ACD[1]) شناخته می‌شود و اپراتورها است. ACD می‌تواند از اطلاعاتی که از طریق سیستم‌های IVR جمع آوری شده است، برای مسیریابی تماس‌ها به بخش مربوطه استفاده نماید و از وصل شدن به بخش‌های دیگر جلوگیری کرده و روند ارائه خدمات مورد نیاز به مشتری را سرعت بخشد. مشتریان با شماره گیری یک شماره خاص به یک سیستم تلفن گویا متصل می‌شوند، چنانچه خطوط تلفن اصلی سیستم آزاد باشند، آن‌ها وارد سیستم می‌شوند، در غیر این صورت با بوق اشغال مواجه شده و تماس را از دست می‌دهند. زمانی که یک خط، به مشتری اختصاص می‌یابد، مشتری می‌بایست از میان گزینه‌هایی که سیستم پاسخگوی خودکار تماس‌ها (IVR) در اختیار وی می‌گذارد، انتخابی را انجام دهد. بعد از اتمام فرایند سیستم IVR، مشتری به سمت اپراتورها هدایت می‌شود. اگر تمام اپراتورها مشغول باشند تماس به صفی در واحد ACD منتقل شده تا زمانی که یکی از اپراتورها آزاد گردد و تماس به آن اپراتور متصل شود[۸].

1 Automatic Call Distributor

۳. چالش‌های ارزیابی سیستم تلفن گویا

کیفیت خدمات به عنوان معیار مهم عملکرد سازمان‌های خدماتی شناخته شده و جایگاه ویژه‌ای در میان پژوهشگران و محققین پیدا نموده است. سازمان‌های بسیاری به دنبال خواسته‌های مشتریان و کیفیت خدمات بوده و در نتیجه استراتژی‌هایی را جهت ارائه خدماتی با کیفیت مورد انتظار مشتری و حتی فراتر از آن تدبیر نموده‌اند [۹].

امروزه، به دلیل بهبود سریع در تکنولوژی، خواسته‌ها و توقعات روز افزون و بی‌شمار مدیریت، طراحی سیستم‌های تلفن گویا بسیار سخت و پیچیده شده است. [۱،۱۰]. همچنین ساختار پیچیده این سیستم‌ها، مدیریت آنان را با چالش‌های جدی روبرو کرده است؛ لذا، دغدغه مدیریت در چنین سیستم‌هایی تعیین سطح کیفیت خدمت رسانی (SL^2) و راندمان نیروی انسانی به گونه ایست که از یک سو رضایت مشتریان را به همراه داشته باشد و از سوی دیگر هزینه‌های مرتبط با نیروی انسانی را به عنوان اصلی‌ترین عامل هزینه‌ای (بین ۷۰-۶۰ درصد کل) کاهش دهد[۱۱]. افزایش سطح خدمت رسانی که به منزله کاهش مدت زمان انتظار و قطعی تماس‌ها می‌باشد، نیازمند افزایش در تعداد نیروی انسانی (اپراتورها) و متعاقب آن پایین آمدن راندمان کارکنان است. از سویی، تصمیم گیری برای افزایش راندمان کارکنان منجر به افزایش مدت زمان انتظار مشتریان و افزایش تعداد قطعی تماس‌ها می‌شود. در نتیجه، رویکرد مدیریت در اغلب مراکز ارتباطات تلفنی در جهت برقراری تعادل میان این دو حالت پیگیری [۱۱] . یکی دیگر از چالش‌هایی که در زمینه تلفن گویا وجود دارد، تعیین تعداد خطوط اصلی به منظور ارائه بهتر خدمات و پاسخگویی به تماس‌های وارد شده به سیستم تلفن گویا می‌باشد [۸] . اکویر و بویست (۲۰۰۶) مشکلات بزرگ در مدیریت مراکز تلفن گویا را بهینه کردن تعداد اپراتورهایی که با مشتریان در تماس‌اند، زمان‌بندی ساعت کار این اپراتورها و کیفیت خدمات آن‌ها [۱۲] .

۴. معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم‌های تلفن گویا

پییر ال اسیویر مهم‌ترین معیارهای عملکرد در سیستم‌های تلفن گویا را کیفیت خدمات و هزینه‌های عملیاتی می‌داند [۱۳]. کیم و همکاران معیارهای کیفیت در تلفن گویا را ۴ فاکتور سطح خدمت رسانی، میانگین زمان انتظار، نرخ رها سازی یا ترک سیستم و میزان کارکرد منابع می‌دانند. آن‌ها همچنین اشاره می‌کنند که این معیارها به یکدیگر وابسته هستند[۱۴]. لام و لا ۷ بعد مهم کیفیت در تلفن‌های گویا را فاکتور خدمت دهی از طریق تلفن[3]

2 Service Level
3 Telephone Service Factor

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2025-07-19]

(TSF)، میانگین سرعت پاسخگویی، نرخ رها سازی تماس، مدت زمان تا لحظه ترک سیستم، احتمال مشغولی تمامی خطوط و میزان کارکرد اپراتورها و نرخ ترک سیستم می‌دانند. آنان نرخ ترک سیستم را به صورت کسری از تماس‌ها که سیستم تلفن گویا را به دلیل وجود صف طولانی ترک می‌کنند، معرفی کرده‌اند [۱۵].

دیگر معیارهای ارزیابی سیستم‌های تلفن گویا، میانگین طول تماس، درصد تماس‌های پاسخ داده شده بدون انتظار، سطوح خدمت، میزان کارکرد خطوط تلفن و بیشترین زمان انتظار برای یک تماس می‌باشند [۱۶-۱۷]. ارزیابی خدمت ارائه شده در سیستم تلفن گویا به ضبط و بازبینی عملکرد این سیستم از طریق معیارهایی به مانند: تعداد تماس‌های پاسخ داده شده، میانگین سرعت پاسخگویی و زمان صف محدود نمی‌شود. مطالعات پیشین نشان داده است که این معیارها تمام تجربه‌ای که یک مشتری در سیستم با آن‌ها مواجه می‌شود را اندازه گیری نمی‌کنند؛ لذا به منظور ارزیابی سیستم‌های تلفن گویا نیاز به معیارهای عملیاتی می‌باشد. معیارهای عملیاتی به دو دسته تقسیم می‌شوند. اولین دسته مربوط به تماس‌های تلفنی است. به مانند: میانگین سرعت پاسخگویی[1] و زمان در صف ماندن مشتری. دسته دوم عواملی هستند که با تجربه اپراتورهای شاغل در سیستم تلفن گویا مربوط اند. این عوامل عبارتند از: درصد اپراتورهایی که مشغول به ارائه خدمت هستند یا درصد اپراتورهایی که در بازه زمانی خاص به ارائه خدمت نمی‌پردازند. دلیل اعتماد تلفن‌های گویا به این معیارهای عملیاتی، راحتی اندازه گیری این معیارها می‌باشد [۱۸].

۵. مقایسه روش‌های ارزیابی سیستم‌های تلفن گویا

در قدیم، مدیران تلفن گویا از تکنیک‌های تحلیلی با کمک مداد، کاغذ و صفحات گسترده[2] برای تجزیه و تحلیل این سیستم‌ها استفاده می‌کردند. اگرچه استفاده از این موارد در آن زمان مناسب بوده است، اما امروزه با توجه به پویایی و تغیرات ذاتی سیستم تلفن گویا، چندان مناسب نیستند [۱].

امروزه، به منظور ارزیابی سیستم‌های تلفن گویا از دو روش استفاده می‌شود:

۱. تئوری صف[3]
۲. شبیه سازی[4]

تئوری صف، به مطالعه صف‌ها از دیدگاه ریاضی می‌پردازد. این تئوری تأثیر عوامل تشکیل دهنده صف و راه‌های منطقی کاهش زمان انتظار را بررسی می‌کند [۱۹]. مدل‌های تحلیلی مبتنی بر فرمول‌های ارلنگ[5] در سال ۱۹۱۷ در تئوری صف مطرح شده‌اند که محاسبات مربوط به تصمیم گیری در مورد تعداد اپراتورها، ظرفیت خطوط اصلی و نرخ ترک سیستم را در سیستم‌های تلفن گویا انجام می‌دهند. فرمول‌های ارلنگ در تلفن گویا، به سه دسته تقسیم می‌شوند: ارلنگ A، ارلنگ Bو ارلنگ C. ارلنگ A برای نرخ ترک سیستم، ارلنگ B برای بوق مشغولی خطوط اصلی سیستم در ابتدای تماس با سیستم و ارلنگ C نیز برای صف تماس گیرندگانی که در انتظار اتصال به اپراتورها هستند، در نظر گرفته می‌شوند[۲].

اما این مدل‌ها در عصر حاضر دارای محدودیت‌هایی هستند [۲۰]. در ادامه به دیدگاه محققین بسیاری که به محدودیت‌ها و فرضیات این مدل‌ها که باعث کاهش کارایی تئوری صف در ارزیابی سیستم‌های تلفن گویا در حال حاضر می‌شوند، می‌پردازیم. از دیدگاه شریل دلایل عدم انتخاب تئوری صف در یک تلفن گویای مدرن عبارتست [۲۱]:

۱. تئوری صف به مانند یک «جعبه سیاه» مورد استفاده قرار می‌گیرد- تئوری صف از جداول ارلنگ استفاده می‌کند که نمی‌تواند محدودیت‌ها را درک کند.
۲. فرض عدم ترک سیستم در تئوری صف وجود دارد، که برای بسیاری از تلفن‌های گویا غیر واقعی است.
۳. شدت ترافیک (حاصل تقسیم تقاضای خدمت بر ظرفیت خدمت) نمی‌تواند همیشه کمتر از یک فرض شود.
۴. نمی‌توان رفتار پایداری برای زمان مسدود سازی‌ها انتظار داشت که به طور فزاینده‌ای کاهش یابند.
۵. زمان خدمت نمایی با مد صفر قابل سوال است، چون ممکن است اکثر تماس‌ها بدون پاسخ دهی قطع شوند و مد زمان خدمت دهی برابر با صفر شود، در حالی که در توزیع نمایی هیچ وقت مد برابر با صفر نیست. مخصوصاً که زمان‌های خدمت اغلب توزیع ترکیبی از زمان صحبت و زمان کار پس از تماس است.
۶. پیچیدگی توزیع تماس‌ها بسیار رایج است و تئوری صف قادر به مدل سازی این پیچیدگی نیست.

در این زمینه کول به موارد زیر اشاره نموده است [۲۲]:

۱. نرخ ورود به سیستم و تعداد اپراتورها متنوع است. در نظریه تئوری صف، نرخ ورود به سیستم می‌بایست دارای توزیع پواسون باشد. اما پارامتر آن می‌تواند متنوع باشد.
۲. زمان خدمت دهی الزاماً دارای توزیع نمایی نیست. به مانند نرخ ورود به سیستم در تئوری صف و در اکثر نرم افزارهای

1 *Average Speed of Answer*
2 *Spreadsheet*
3 *Queuing Theory*
4 *Simulation*
5 *Erlang*

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2025-07-19]

تجاری زمان خدمت دهی دارای توزیع از پیش تعریف شده‌ای است.

۳. نرخ ترک سیستم، نرخ تماس هایی که در صورت طولانی بودن زمان انتظار، سیستم را ترک کرده اند.

۴. کلانگ معتقد است که مدل ارلنگ C دارای پیش فرض‌های زیر می‌باشد [۱۶].

۱. توزیع فرایند ورود پواسون است.
۲. زمان خدمت دهی توزیع نمایی دارد.
۳. خدمت‌ها به صورت FCFS (اولین ورود- اولین خدمت دهی) است.
۴. طول صف نامحدود وجود دارد.
۵. رهاسازی امکان پذیر نیست.

محققین دیگری [۱۴-۱۰-۱۷] نیز به فرضیات و محدودیت‌های مدل‌های ارلنگ در ارزیابی سیستم‌های تلفن گویا اشاره داشته‌اند.

در تقابل تئوری صف و در حوزه ارزیابی سیستم‌های تلفن گویا، شبیه سازی قرار دارد. شبیه سازی ابزار بصری خوبی برای درک رفتار و فرایند در سیستم تلفن گویاست [۲۳]. تکنیک شبیه سازی، تقلیدی از عملکرد فرایند یا سیستم واقعی با گذشت زمان است[۲۴]. این تکنیک بهترین ابزار تجزیه و تحلیل سیستم می‌باشد که برای مدیریت تغییرات در محیطی که روز به روز پیچیده‌تر می‌شود مناسب است [۸]. شبیه سازی یکی از روش‌هایی است که می‌تواند به طور موثر و دقیق عملکرد یک سیستم تلفن گویا را مورد مطالعه قرار داده و موضوعات مطرح شده را حل نماید [۲۰-۲۳]. شبیه سازی فراهم کننده یک رویکرد ساختار یافته برای مدل سازی پویا از محیط زندگی واقعی، درک رفتارها، تجزیه و تحلیل و بهبود عملکرد در سیستم فعلی و آتی می‌باشد. سیستم‌های تلفن گویا بسیار پیچیده و تصادفی هستند که تنها توسط شبیه سازی می‌توانند مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند [۱۲]. همچنین می‌توان از ریسک خطا در سیستم‌های زنده و پویا اجتناب کرد [۱۰]. استفاده از تکنیک شبیه سازی در سیستم‌های تلفن گویا دارای هدف‌های گوناگونی می‌باشد. برخی از این اهداف عبارتند از [۱۰]:

۱. انجام ارزیابی
۲. مقایسه کردن
۳. پیش بینی خروجی‌ها
۴. انجام آنالیز حساسیت
۵. پیدا کردن راه حل‌های بهینه
۶. آنالیز روابط وظیفه‌ای

باپات معتقد است که قدرت شبیه سازی کاستی‌های مدل‌های ارلنگ را جبران می‌کند و اطلاعات مفیدی برای برنامه ریزی سیستم‌های تلفن گویا فراهم می‌کند [۱].

به طور خلاصه جدول ۱ به مقایسه‌ای بین مدل‌های ارلنگ از تئوری صف و شبیه سازی پرداخته شده است.

باپات معتقد است که قدرت شبیه سازی کاستی‌های مدل‌های ارلنگ را جبران می‌کند و اطلاعات مفیدی برای برنامه ریزی سیستم‌های تلفن گویا فراهم می‌کند [۱].

به طور خلاصه در جدول ۱ به مقایسه‌ای بین مدل‌های ارلنگ از تئوری صف و شبیه سازی پرداخته شده است.

جدول ۱. مقایسه بین مدل‌های ارلنگ B و ارلنگ C و شبیه سازی

مشخصه‌ها	مدل Erlang B	مدل Erlang C	شبیه سازی
ورودی‌ها	توزیع پواسون	توزیع پواسون	قابل تعریف شدن
صف ایجاد شده یا مشغولی اپراتورها	رد می‌کند	صف ایجاد می‌شود	مرکب از هر دو حالت
توزیع تماس	یک صف	یک صف	مرکب
سرریزی تماس	خیر	خیر	بله
رها سازی	خیر	خیر	قابل تعریف شدن
آزمایش مجدد	خیر	خیر	قابل تعریف شدن
زمان پاسخگویی به تماس	توزیع نمایی	توزیع نمایی	قابل تعریف شدن
اولویت بندی میان انواع تماس‌ها	خیر- تمام تماس‌ها برابرند	خیر- تمام تماس‌ها برابرند	بلی
قابلیت‌های اپراتورها	خیر- تمام تماس‌ها برابرند	خیر- تمام تماس‌ها برابرند	بلی
تعامل میان رویدادها	خیر	خیر	بلی
اولویت صف‌ها	FIFO	FIFO	توسط کاربر تعریف می‌شود.

۶. روش شناسی تحقیق

در این پژوهش شرکت «فن آوران انیاک» و واحد تلفن گویای این شرکت مورد ارزیابی قرار گرفته است. در واحد تلفن گویای این شرکت، کلیه تماس‌های مشتریان از سراسر کشور، به صورت خودکار و از طریق خطوط تلفن به این مرکز که در شهر تهران مستقر است متصل می‌شوند. مرکز تماس سراسری شرکت «فن آوران انیاک» کانون فعالیت‌های مربوط به مشتری می‌باشد که ارتباط با مشتریان از کانال‌های مختلف (تلفن، فکس، پست الکترونیک، پیام کوتاه، چت، وب و...) را فراهم و مدیریت می‌کند. حیطه زمانی این تحقیق، فروردین تا شهریور ماه سال ۱۳۸۹ می‌باشد. شرکت «فن آوران انیاک»، دارای ۸ اپراتور در ساعات ۷:۳۰ صبح الی ۱۷ می‌باشد و در ساعات ۱۷ الی ۲۲ این تعداد به ۳ نفر تقلیل می‌یابد. همچنین این شرکت دارای ۳۳ خط اصلی[1] به منظور اتصال تماس گیرندگان به سیستم IVR می‌باشد.

1 Trunk Line

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2025-07-19]

در این مقاله، ارزیابی سیستم تلفن گویا با تکنیک شبیه سازی در مرکز توجه قرار دارد. بدین منظور، به شناسایی مهم‌ترین مشکل در سیستم‌های تلفن گویا پرداخته می‌شود و مدل کامپیوتری از سیستم طراحی می‌گردد. پس از اثبات اعتبار مدل، سناریوهای مختلف قابل پیاده سازی در سیستم طراحی می‌گردند. در نهایت، به کمک طراحی آزمایش‌ها، سیستم تلفن گویا را با پیاده سازی سناریوهای مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهیم.

در این راستا سه پرسش اساسی مطرح می‌شوند که عبارتند از:

۱. مهم‌ترین مشکل ارتباط با مشتری در واحد های تلفن گویا چیست؟
۲. آیا مدل کامپیوتری سیستم، دارای اعتبار لازم می‌باشد؟
۳. سناریوهای قابل پیاده سازی در سیستم کدام اند؟

هر روزه میلیون‌ها نفر به منظور برقرار ارتباط با اپراتورهای تلفن گویا، در صف برقراری تماس با آنان قرار می‌گیرند [۲۵]. در معدود مطالعاتی که بر روی میزان رضایت مشتریان سیستم‌های تلفن گویا صورت گرفته است، مهم‌ترین متغیری که بر روی میزان رضایت مشتریان تأثیر می‌گذارد، زمان انتظار[1] می‌باشد [۲۶]. طولانی بودن زمان انتظار در سیستم‌های تلفن گویا باعث افزایش هزینه انتظار[2]، کاهش میزان رضایتمندی مشتریان و در نهایت از دست دادن مشتریان سازمان می‌شود [۲۷]. لذا، یکی از مهم‌ترین مشکلاتی که در مراکز تلفن گویا وجود دارد، «طولانی بودن زمان انتظار مشتریان به منظور اتصال به اپراتورها» می‌باشد.

مدل شبیه سازی با کمک نرم افزار آرینا[3] طراحی گردید. پس از طراحی و تکمیل مدل، برای تائید اعتبار مدل، نتایج به دست آمده از اجرای مدل با نتایج به دست آمده از سیستم واقعی مقایسه گردید. بدین منظور از آزمون T-Student استفاده شده است. نتایج در جدول ۱ آمده است. نتایج آزمون نشان دادند که میانگین زمان انتظار مشتریان به منظور اتصال به اپراتورها بر اساس نتایج داده‌ها با زمان انتظار به دست آمده از نتایج مدل، اختلاف معنی داری ندارند. به عبارت دقیق‌تر، مدل شبیه سازی، نشانگر روابط سیستم واقعی است و نتایج به دست آمده از مدل را می‌توان به سیستم واقعی تعمیم داد.

جدول ۱. بررسی اعتبار مدل شبیه سازی با کمک آزمون تی

میانگین زمان انتظار بر حسب ثانیه بر اساس داده‌های جمع آوری شده	انحراف معیار زمان انتظار بر حسب ثانیه بر اساس داده‌های جمع آوری شده	میانگین زمان انتظار بر حسب ثانیه بر اساس نتایج مدل شبیه سازی	P-Value
۶۰/۵۷	۵/۹۱	۶۲/۴۹	۰/۴۷۴

1 *Waiting Time*
2 *Cost of Waiting*
3 *Arena*

به منظور ارزیابی دقیق‌تر سیستم تلفن گویا، مدل را از سه بعد مورد ارزیابی و بررسی قرار می‌دهیم. در بعد اول، تنها به بررسی IVR پرداخته می‌شود و سناریو های مربوطه، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. در بعد دوم، افزایش تعداد اپراتورها در ساعات مختلف کاری مورد بررسی قرار می‌گیرند و در نهایت در بعد سوم، تأثیر تغییرات هم‌زمان IVR و افزایش تعداد اپراتورها بر اساس سناریوهای خاص تعریف شده، مورد بررسی قرار می‌گیرند.

الف) سناریوهای قابل پیاده سازی در سیستم IVR عبارتند از:

۱. کاهش زمان پیام خوشامدگویی،
۲. کاهش زمان منوی اصلی سیستم.

ب) سناریوهای مرتبط با اپراتورها:

۱. افزایش تعداد اپراتورها در نوبت کاری صبح (از ساعت ۷:۳۰ الی ۱۷)،
۲. افزایش تعداد اپراتورها فقط در ساعات پیک سیستم (از ساعت ۱۰ صبح الی ۱۳).

ج) سناریوهای مرتبط با تغییرات هم‌زمان سیستم IVR و افزایش تعداد اپراتورها:

۱. کاهش زمان پیام خوشامدگویی و افزایش تعداد اپراتورها،
۲. کاهش زمان منوی اصلی سیستم و افزایش تعداد اپراتورها در نوبت کاری صبح،
۳. کاهش زمان منوی اصلی سیستم و افزایش تعداد اپراتورها در ساعات پیک.

مدیران واحد های تلفن گویا، عمدتاً سه سیاست را برای ارزیابی عملکرد سیستم‌های تلفن گویا مد نظر قرار می‌دهند. سیاست اکثر مدیران این سیستم‌ها، توجه به تعداد اپراتورها و کشف بهترین تعداد آنان می‌باشد. در مقابل مدیرانی وجود دارند که عمده تمرکز خود را بر روی بهبود عملکرد سیستم IVR قرار داده‌اند. اما در سیاست سوم، مدیرانی قرار دارند که هم به اپراتورها توجه می‌نمایند و هم بهبود عملکرد سیستم IVR را مد نظر قرار می‌دهند. در این مقاله، تلاش بر آن است که سناریوهای معرفی شده را با استفاده از روش‌های آماری و طراحی و تحلیل آزمایش‌ها، از دیدگاه این سیاست‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار دهیم.

۷. تجزیه و تحلیل داده‌ها

زمان پیام خوشامدگویی در سیستم IVR در سیستم فعلی ۷ ثانیه می‌باشد و با توجه به نظر طراحان این سیستم قابلیت کاهش تا زمان ۳ ثانیه را دارا می‌باشد؛ لذا به منظور تجزیه و تحلیل سناریو الف-۱ که به کاهش زمان پیام خوشامدگویی در سیستم IVR مربوط است، برای زمان‌های ۷، ۶، ۵، ۴ و ۳ ثانیه، تعداد ۳۰ اجرا برای هر یک از زمان‌ها در مدل انجام پذیرفت.

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2025-07-19]

برای بررسی این موضوع، از روش آنالیز واریانس استفاده شده است. فرض H0 و H1 تعریف شده در این آزمون عبارتند از:

$$H_0: \mu_1=\mu_2= \dots =\mu_5$$

H_1 : حداقل یکی از میانگین‌ها با بقیه متفاوت است.

که در آن μ_i عبارت است از میانگین زمان حضور هر فرد تماس گیرنده در سیستم IVR. به منظور استفاده از جدول تحلیل واریانس نیاز داریم تا دو فرض نرمال بودن داده‌ها و تساوی واریانس داده‌ها را در سطوح مختلف بررسی نماییم.

پس از انجام آزمون نرمالیتی مشخص گردید که با آزمون کولموگرف- اسمیرنف مقدار P-value = 0.076 بدست آمد که نشان از نرمال بودن داده‌ها دارد و همچنین مقدار p-value آزمون برابری واریانس‌ها برابر با ۰/۳۲۹ شد که حاکی از برابری واریانس داده‌های سطوح مختلف است. نتایج بدست آمده از روش آنالیز واریانس در

جدول ۲جدول آمده است. مقدار p-value جدول آنالیز واریانس، مقدار صفر را نشان می‌دهد، این موضوع نشان دهنده آن است که اختلاف معنی داری مابین گروه‌های فوق وجود دارد.

جدول ۲. آنالیز واریانس کاهش زمان پیام خوشامدگویی در سیستم IVR

زمان پیام خوشامدگویی	مجموع مربعات	df	میانگین مربعات	F	Sig.
بین گروه‌ها	277.474	4	69.369	169.447	.000
درون گروه‌ها	59.360	145	.409		
کل	336.835	149			

حال به منظور کشف این اختلاف و با توجه به برابری واریانس‌ها، از آزمون دانکن استفاده می‌نماییم. آزمون دانکن این سناریو در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳. آزمون دانکن برای کاهش زمان پیام خوشامدگویی در سیستم IVR

		Subset for alpha = 0.05				
زمان	N	1	2	3	4	5
3	30	50.596				
4	30		51.639			
5	30			52.594		
6	30				53.614	
7	30					54.412
Sig.		1.00	1.00	1.00	1.000	1.00

با توجه به جدول ۳ مشخص می‌شود که زمان ۳ ثانیه برای پیام خوشامدگویی بهترین زمان می‌باشد و با اعمال این کاهش زمان ۴ ثانیه‌ای، مدت حضور هر تماس گیرنده در سیستم IVR کاهش می‌یابد. حال چنانچه سناریو الف- ۱ را در راستای سیاست توجه همزمان به سیستم IVR و اپراتورها در کل سیستم تلفن گویا مورد بررسی قرار دهیم، مشخص می‌گردد که تفاوت معنی داری مابین زمان ۶ ثانیه تا ۳ ثانیه وجود ندارد. در جدول ۴، آنالیز واریانس این سناریو نشان داده شده است.

جدول ۴. آنالیز واریانس کاهش زمان پیام خوشامدگویی در کل سیستم تلفن گویا

زمان پیام خوشامدگویی	مجموع مربعات	df	میانگین مربعات	F	Sig.
بین گروه‌ها	3239.238	3	1079.746	1.676	.176
درون گروه‌ها	74750.175	116	644.398		
کل	77989.413	119			

سناریو الف-۲ در ارتباط با کاهش زمان پخش منوی اصلی سیستم می‌باشد. زمان فعلی این منو، ۳۶ ثانیه می‌باشد که به منظور بهبود سیستم IVR، طراحان این سیستم، حداکثر کاهش ۶ ثانیه‌ای را مجاز می‌دانند. در این راستا، با انجام ۳۰ اجرا در مدل شبیه سازی برای زمان‌های ۳۶، ۳۵، ۳۴، ۳۳، ۳۲، ۳۱ و ۳۰ ثانیه و بررسی نرمال بودن داده‌ها که با توجه به P-value = 0.424، فرض نرمال بودن داده‌ها پذیرفته می‌گردد و P-value = 0.527 که حاصل انجام آزمون levene می‌باشد، برابری واریانس‌ها مورد تایید قرار می‌گیرد و می‌توان از روش آنالیز واریانس استفاده نماییم. جدول مربوط به این سناریو در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵. آنالیز واریانس کاهش زمان منوی اصلی در سیستم IVR

زمان منوی اصلی	مجموع مربعات	Df	میانگین مربعات	F	Sig.
بین گروه‌ها	771.493	6	128.582	307.347	.000
درون گروه‌ها	83.254	199	.418		
کل	854.747	209			

با توجه به اینکه در جدول ANOVA مقدار P-Value=0 حاصل شد از آزمون دانکن برای کشف این اختلاف استفاده شده است. با توجه به جدول ۶، مشخص می‌گردد که بهترین زمان برای منوی اصلی سیستم، ۳۰ ثانیه می‌باشد.

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2025-07-19]

جدول ۶. آزمون دانکن برای کاهش زمان منوی اصلی سیستم در سیستم IVR

زمان منوی اصلی	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
36	30	48.6						
35	30		49.6					
34	30			50.5				
33	30				51.49			
32	30					52.55		
31	30						53.55	
30	30							54.41
Sig.		1. 0	1. 0	1. 0	1. 0	1.0	1.0	1.0

در سناریو الف-۲، برای سیاست توجه هم‌زمان به سیستم IVR و اپراتورها در کل سیستم تلفن گویا، ۳۰ اجرا برای زمان‌های ۳۵،۳۴، ۳۳، ۳۲، ۳۱، ۳۰ ثانیه، صورت پذیرفت. مقدار P-value روش آنالیز واریانس عدد ۰/۰۴۳ می‌باشد که نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار در گروه‌های فوق می‌باشد. حال به منظور کشف این اختلاف با توجه به مقدار P-value= 0.236 برابری واریانس‌ها، از آزمون دانکن استفاده می‌نماییم. در جدول ۷ آنالیز واریانس این سناریو و در جدول ۸ آزمون دانکن آن نشان داده شده است.

جدول ۷. آنالیز واریانس کاهش زمان منوی اصلی در کل سیستم تلفن گویا

زمان منوی اصلی	مجموع مربعات	df	میانگین مربعات	F	Sig.
بین گروه‌ها	9602.813	5	1920.563	2.350	.043
درون گروه‌ها	142176.328	174	817.105		
کل	151779.141	179			

جدول ۸. آزمون دانکن برای کاهش زمان منوی اصلی در کل سیستم تلفن گویا

زمان منوی اصلی	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
34	30	212.4983	
30	30	219.0880	219.0880
35	30	223.7093	223.7093
32	30	225.5943	225.5943
31	30		231.2083
33	30		234.4983
Sig.		.108	.063

لذا، با توجه به جدول ۸ مشخص می‌گردد که زمان ۳۰ ثانیه بهترین زمان برای منوی اصلی سیستم می‌باشد.

همان‌طور که ذکر گردید، مهم‌ترین مشکل در سیستم تلفن گویا، مدت زمان انتظار طولانی تماس گیرندگان به منظور اتصال به اپراتورها می‌باشد. تماس گیرندگان پس از طی مراحلی در سیستم IVR چنانچه خواسته‌ای داشته باشند که در این سیستم ارائه نشده باشد، می‌بایست با اپراتورها ارتباط گیرند. لذا، اولین سناریو مرتبط با اپراتورها، افزایش تعداد آنان در ساعات نوبت کاری صبح می‌باشد (سناریو ب-۱).

در سیستم فعلی تعداد اپراتورها در نوبت کاری صبح، ۸ نفر می‌باشد. با استفاده از آنالیز واریانس قصد داریم تا تعداد مناسب اپراتورها را در این ساعات بدست آوریم. لذا، برای تعداد ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ اپراتور، از آنالیز واریانس استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که اختلاف معنی داری ما بین گروه‌های فوق وجود دارد. به دلیل عدم برابری واریانس‌های این گروه‌ها، از آزمون دانت تی۳ برای کشف این اختلاف استفاده شده است. نتیجه نشان می‌دهد که اختلافی ما بین ۱۰، ۱۱ و ۱۲ اپراتور در راستای کاهش زمان انتظار تماس گیرندگان برای اتصال به اپراتورها نمی‌باشد؛ لذا مناسب‌ترین تعداد اپراتور در ساعات کاری صبح (۷:۳۰ الی ۱۷)، ۱۰ اپراتور می‌باشد. نتایج آنالیز واریانس در جدول ۹ آمده است.

جدول ۹. آنالیز واریانس افزایش تعداد اپراتورها در نوبت کاری صبح (۷:۳۰ الی ۱۷)

افزایش تعداد اپراتور	مجموع مربعات	df	میانگین مربعات	F	Sig.
بین گروه‌ها	55350.198	3	18450.066	50.225	.000
درون گروه‌ها	42612.176	116	367.346		
کل	97962.374	119			

طبیعتاً مدت زمان انتظار به منظور اتصال به اپراتورها در ساعات پیک سیستم بیشترین نمود را دارد. ساعات پیک در این سیستم از ساعت ۱۰ الی ۱۳ می‌باشد. چنانچه سیاست شرکت بر کاهش این زمان در ساعات پیک سیستم باشد، می‌بایست سناریو ب-۲ که افزایش تعداد اپراتورها در ساعات پیک سیستم را مد نظر دارد، مورد بررسی قرار دهند. با انجام آنالیز واریانس و ۳۰ اجرا در مدل شبیه سازی، مشخص گردید که اختلاف معنی داری مابین تعداد ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱ اپراتور در ساعات پیک وجود دارد که به دلیل عدم برابری واریانس این گروه‌ها، از آزمون دانت تی۳ برای پی بردن به مناسب‌ترین تعداد اپراتور استفاده شده است. نتیجه آزمون دانت تی۳ نشان می‌دهد که اختلاف معنی داری در

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2025-07-19]

گروه {۱۰ و ۱۱} اپراتور وجود ندارد؛ لذا می‌توان بیان داشت که مناسب‌ترین تعداد اپراتور در ساعات پیک سیستم، ۱۰ اپراتور می‌باشد. در جدول ۱۰، آنالیز واریانس این سناریو نشان داده شده است.

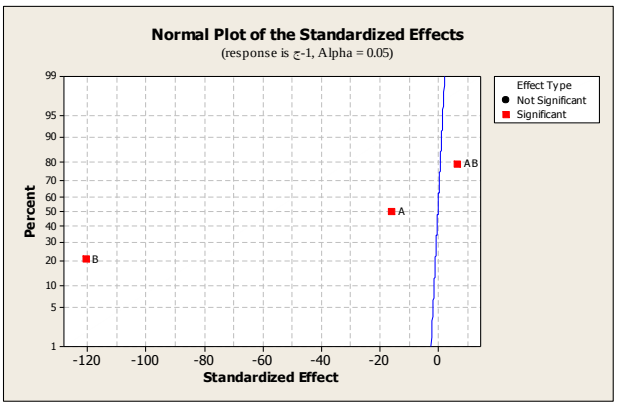
جدول ۱۰. آنالیز واریانس افزایش تعداد اپراتورها در ساعات پیک سیستم (۱۰ الی ۱۳)

افزایش تعداد اپراتورها در ساعات پیک سیستم	مجموع مربعات	Df	میانگین مربعات	F	Sig.
بین گروه‌ها	229165.913	3	76388.638	32.883	.000
درون گروه‌ها	269470.978	116	2323.026		
کل	498636.891	119			

تا بدین جا، به طور مجزا اثرات عوامل مختلف مانند کاهش زمان پیام خوشامدگویی، کاهش زمان منوی اصلی سیستم را بر روی سیستم IVR و بر روی کل سیستم تلفن گویا مورد بررسی قرار دادیم. همچنین تأثیر افزایش تعداد اپراتورها در کل نوبت کاری صبح و ساعات پیک مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در ادامه به بررسی تغییرات همزمان این عوامل بر کل سیستم تلفن گویا در غالب سناریو های بند (ج) می‌پردازیم. هدف از سناریو ج-۱ کاهش مدت زمان ۷ ثانیه‌ای پیام خوشامدگویی و افزایش تعداد اپراتورها در نوبت صبح می‌باشد. بدین منظور طرح آزمایشی ۲×۲ طراحی گردید که در جدول ۱۱ نشان داده شده است. این سناریو به تعداد ۳۰ اجرا در مدل شبیه سازی پیاده سازی شد. نتایج در شکل ۱ آمده است.

جدول ۱۱. طرح آزمایش ۲×۲ برای سناریو ج-۱

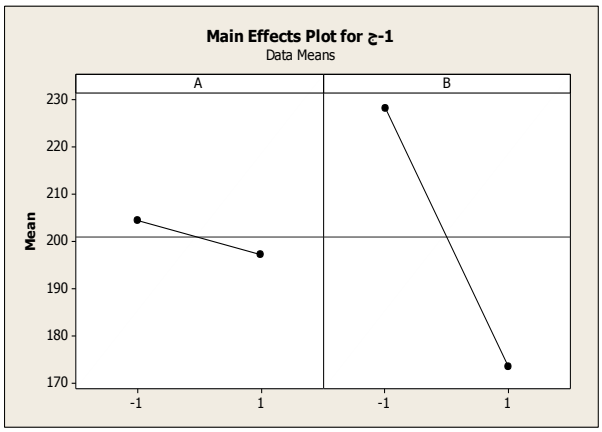
سناریو ج-۱	-۱	۱
زمان پیام خوشامدگویی (A)	۷ ثانیه	۳ ثانیه
تعداد اپراتورها در نوبت صبح (B)	۸ نفر	۱۲ نفر



شکل ۱.نمودار نرمال از اثرات استاندارد شده برای سناریو ج-۱

همان‌طور که از شکل ۱ مشخص است، بر روی مدت زمان حضور در سیستم هر تماس گیرنده هر یک از عوامل کاهش زمان پیام خوشامدگویی و افزایش تعداد اپراتورها در نوبت کاری صبح موثرند.

همچنین تأثیر همزمان این دو عامل (AB) نیز تأثیر گذار است. شکل ۲ نشان می‌دهد که هر یک از عوامل کاهش زمان پیام خوشامدگویی و افزایش تعداد اپراتورها در سناریو ج-۱، در سطح بالای خود دارای بهترین عملکرد در سیستم تلفن گویا می‌باشند.



شکل ۲. نمودار اثرات اصلی برای سناریو ج-۱

در جدول ۲ و جدول ۳ بهترین و مناسب‌ترین زمان برای پیام خوشامدگویی، زمان ۳ ثانیه بدست آمد. همچنین در جدول ۹ و آزمون دانت تی۳ مربوطه، تعداد اپراتورها در نوبت صبح، ۱۰ نفر بدست آمده است.

به منظور پی بردن به مناسب‌ترین اعداد برای این دو عامل در هنگام تأثیرگذاری متقابل بر روی سیستم (AB)، از آنالیز واریانس استفاده می‌گردد.

بدین منظور ۹ گروه ۳ عضوی که مرکب از سه زمان ۷، ۵ و ۳ ثانیه برای پیام خوشامدگویی و سه عدد ۸، ۱۰ و ۱۲ برای تعداد اپراتورها، تشکیل شد.

همان طور که جدول ۱۲ نشان می‌دهد اختلاف معنی داری مابین گروه‌های فوق وجود دارد. با توجه به عدم برابری واریانس گروه‌های فوق، از آزمون دانت تی۳ برای کشف مناسب‌ترین زمان برای پیام خوشامدگویی و بهترین تعداد اپراتورها استفاده می‌گردد.

نتایج نشان می‌دهد که بهترین زمان برای پیام خوشامدگویی ۳ ثانیه و برای تعداد اپراتورها ۱۰ نفر می‌باشد. این نتایج موکد نتایج بدست آمده در جدول ۳ و جدول ۹ می‌باشد.

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2025-07-19]

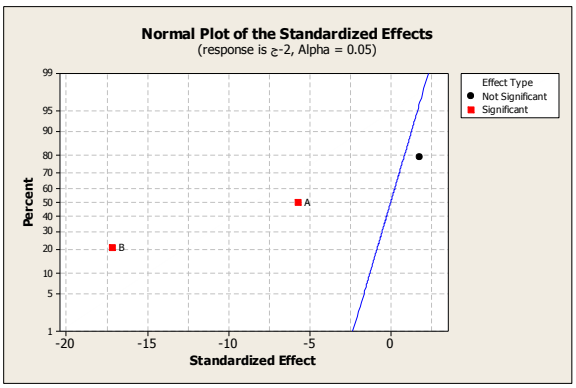
جدول ۱۲. آنالیز واریانس برای سناریو ج-۱

AB	مجموع مربعات	Df	میانگین مربعات	F	Sig.
بین گروه‌ها	171061.21	8	21382.65	52.546	.000
درون گروه‌ها	106209.05	261	406.93		
کل	277270.27	269			

در سناریو ج-۲ کاهش زمان منوی اصلی و افزایش تعداد اپراتورها مد نظر قرار گرفته است. بدین منظور طرح آزمایش ۲×۲ به مانند جدول ۱۳ طراحی گردید. سپس در مدل شبیه سازی ۳۰ اجرا صورت پذیرفت. نتایج در جدول ۱۳ نشان داده شده است.

جدول ۱۳. طرح آزمایش ۲×۲ برای سناریو ج-۲

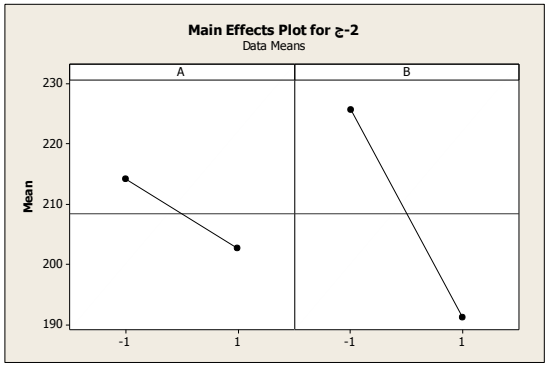
سناریو ج-۱	-۱	۱
زمان منوی اصلی سیستم (A)	۳۶ ثانیه	۳۰ ثانیه
تعداد اپراتورها در نوبت صبح (B)	۸ نفر	۱۲ نفر



شکل ۳.نمودار نرمال از اثرات استاندارد شده برای سناریو ج-۲

نشان می‌دهد که عامل کاهش زمان منوی اصلی سیستم و افزایش تعداد اپراتورها در نوبت صبح بر روی سیستم تأثیر گذار هستند و تغییرات همزمان آنان بر روی سیستم تأثیر معنی داری ندارد. از سویی شکل ۴ نشان می‌دهد که این عوامل در سطح بالای خود دارای بهترین عملکرد می‌باشند.

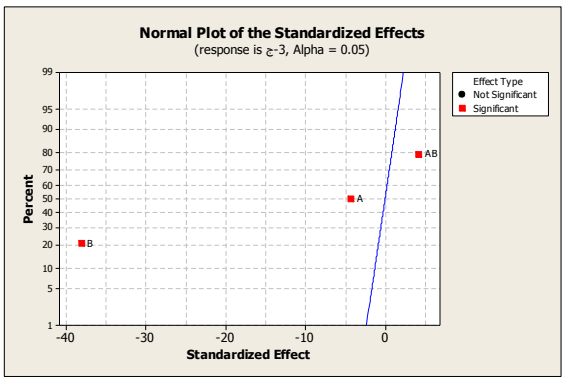
در راستای کاهش زمان انتظار تماس گیرندگان با سیستم تلفن گویا و سیاست توجه همزمان مدیران این سیستم‌ها به سیستم IVR و اپراتورها، سناریو ج-۳ به بررسی کاهش زمان منوی اصلی سیستم و افزایش تعداد اپراتورها در ساعات پیک (۱۰ الی ۱۳) می‌پردازد. همان طور که بیان گردید، مشکل عمده سیستم‌های تلفن گویا، مدت زمان طولانی انتظار تماس گیرندگان به سیستم به منظور اتصال به اپراتورها می‌باشند. در سیستم تلفن گویا، تماس گیرنده پس از طی مراحلی در سیستم IVR، چنانچه خواسته خود را دریافت نکند، درخواست اتصال به اپراتور می‌نماید. لذا، در این ساعات، تعداد افرادی که در صف برقراری تماس با اپراتورها قرار می‌گیرند، رشد صعودی خواهند داشت. هدف سناریو ج-۳، کاهش این زمان در ساعات پیک می‌باشد. در این راستا، طرح آزمایشی به مانند جدول ۱۴ طراحی گردید. سپس این طرح آزمایش به تعداد ۳۰ اجرا در مدل شبیه سازی پیاده سازی شد. نتایج در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۴. نمودار اثرات اصلی برای سناریو ج-۲

جدول ۱۴.طرح آزمایش ۲×۲ برای سناریو ج-۳

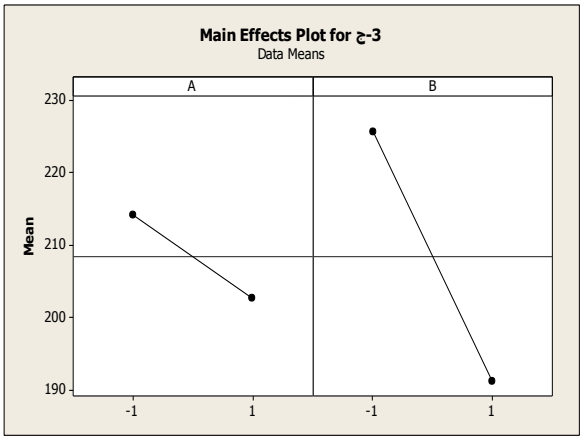
سناریو ج-۱	-۱	۱
زمان منوی اصلی سیستم (A)	۳۶ ثانیه	۳۰ ثانیه
تعداد اپراتورها در ساعات پیک (۱۰ الی ۱۳) (B)	۸ نفر	۱۲ نفر



شکل ۵.نمودار نرمال از اثرات استاندارد شده برای سناریو ج-۳

همان طور که در شکل ۵ مشخص است، علاوه بر تأثیر هر یک از عوامل فوق، تأثیر همزمان آنان نیز دارای اثر معنی داری بر روی سیستم است و باعث کاهش مدت زمان انتظار تماس گیرندگان به سیستم در ساعات پیک سیستم می‌شود. در شکل ۶ نشان می‌دهد که این عوامل در سطح بالای خود باعث بیشترین کاهش در مدت زمان انتظار افراد در صف برقراری تماس با اپراتورها در ساعات پیک می‌شوند.

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2025-07-19]



شکل ۶. نمودار اثرات اصلی برای سناریو ج-۳

حال به منظور پی بردن به بهترین زمان منوی اصلی و ناسب‌ترین تعداد اپراتور در ساعات پیک سیستم از روش آنالیز واریانس استفاده می‌گردد. بدین منظور ۹ گروه از اعداد ۳۵، ۳۳ و ۳۰ به عنوان زمان‌های منوی اصلی و ۸، ۱۰ و ۱۲ به عنوان تعداد اپراتور تشکیل گردید. سپس ۹ سناریو فوق در مدل شبیه سازی با ۳۰ اجرا پیاده سازی شدند. نتیجه انجام آنالیز واریانس ۹ گروه فوق در جدول ۱۵ آمده است.

جدول ۱۵.آنالیز واریانس برای سناریو ج-۳

AB	مجموع مربعات	Df	میانگین مربعات	F	Sig.
بین گروه‌ها	563544.066	8	70443.008	30.832	.000
درون گروه‌ها	596322.066	261	2284.759		
کل	1159866.131	269			

با توجه به P-value=0 جدول آنالیز واریانس، به دنبال کشف تفاوت موجود بین گروه‌های فوق می‌نماییم.

در این راستا، با انجام تست برابری واریانس‌ها، P-value این آزمون عدد صفر را نشان داد که حاکی از عدم برابری واریانس‌ها دارد؛ لذا از آزمون دانت تی۳ در روش آنالیز واریانس استفاده گردید. نتیجه انجام آزمون دانت تی۳ نشان می‌دهد که گروه‌های ۹ گانه فوق، در سه دسته {(۸،۳۰)، (۸،۳۳) و (۸،۳۶) }، {(۱۰،۳۰)، (۱۰،۳۳) و (۱۰،۳۶)} و {(۱۲،۳۰)، (۱۲،۳۳) و (۱۲،۳۶) }تقسیم می‌شوند. با توجه به اینکه نتیجه این آزمون نشان می‌دهد که اختلافی مابین دسته‌های دوم و سوم وجود ندارد، لذا عدد ۱۰ به عنوان بهترین تعداد اپراتور و عدد ۳۰ به عنوان بهترین زمان منوی اصلی انتخاب می‌شوند.

۸. بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق، با استفاده از تکنیک شبیه سازی و طراحی و تحلیل آزمایش‌ها به همراه روش‌های آماری به ارزیابی سیستم تلفن گویا در قالب سناریوهای مختلف پرداخته شد. در این راستا ۷ سناریو مطرح گردید و این سناریوها از دیدگاه سه سیاست مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

هدف از هر یک از سناریوها، کشف بهترین زمان برای گزینه‌های سیستم IVR، بهترین تعداد اپراتور در نوبت کاری صبح و در ساعات پیک سیستم و کشف مناسب‌ترین حالت برای توجه هم‌زمان به این دو دسته از سناریوها می‌باشد.

در این راستا، پس از آزمون برابری واریانس‌ها و نرمال بودن داده‌ها، با استفاده از جداول آنالیز واریانس (ANOVA)، فرض صفر برابری میانگین گروه‌های مختلف در هر یک از سناریوها مورد آزمون قرار گرفت. چنانچه P-value جدول آنالیز واریانس، حاکی از عدم برابری میانگین گروه‌های مختلف باشد، به سوی کشف این اختلاف حرکت می‌کنیم؛ لذا، با توجه به P-value آزمون برابری واریانس‌ها و P-value جدول آنالیز واریانس از آزمون دانکن یا از آزمون دانت تی۳ استفاده شده است.

سناریوهای گروه (ج) ترکیبی از سناریوهای گروه‌های (الف) و (ب) می‌باشند.

هدف این گروه از سناریوها بررسی تغییرات هم‌زمان در سیستم IVR و تغییر در تعداد اپراتورها در قالب سه سیاست معرفی شده در بخش ۶ می‌باشد. بدین منظور، از طراحی و تحلیل آزمایش‌ها و روش‌های آماری استفاده شده است.

با توجه به

جدول ۲ و جدول ۳ بهترین زمان برای پیام خوشامدگویی در سیستم IVR، ۳ ثانیه می‌باشد و با توجه به جدول ۴، این زمان در صورت بررسی در کل سیستم تلفن گویا که ترکیبی از سیستم IVRو اپراتورها می‌باشد، تأثیری در کاهش زمان حضور تماس گیرندگان در سیستم تلفن گویا ندارد. هدف از جدول ۵ و جدول ۶ بررسی کاهش زمان منوی اصلی سیستم در سیستم IVR می‌باشد که کاهش ۶ ثانیه‌ای در این سیستم را مناسب می‌داند.

نتایج بررسی این کاهش زمان در کل سیستم را در جدول ۷ و جدول ۸ مورد بررسی قرار داده‌ایم. نتایج این جداول نشان می‌دهند که زمان ۳۰ ثانیه بهترین زمان ممکن برای کاهش زمان حضور تماس گیرندگان در سیستم می‌باشد. در ادامه به منظور پی بردن به بهترین تعداد اپراتورها در نوبت کاری صبح و همچنین در ساعات پیک سیستم تلفن گویا، از جدول ۹ و جدول ۱۰ استفاده شده است.

نتایج این جداول نشان می‌دهند که بهترین تعداد اپراتور در دو حالت فوق، ۱۰ اپراتور می‌باشد. با توجه به آنکه تعداد اپراتورهای

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2025-07-19]

فعلی در سیستم تلفن گویای «شرکت فن آوران انیاک»، ۸ اپراتور می‌باشد، این موضوع نشان دهنده آن است که چنانچه سیاست مدیران این سیستم بر کاهش زمان انتظار تماس گیرندگان برای اتصال به اپراتورها باشد، می‌بایست در کل نوبت کاری صبح از ۱۰ اپراتور استفاده نمایند و دیگر نیازی به افزایش تعداد آنان در ساعات پیک نمی‌باشد. اما چنانچه، امکان افزایش تعداد اپراتورها در نوبت کاری صبح (از ساعت ۷:۳۰ الی ۱۷) وجود ندارد، مؤکداً توصیه می‌شود که به طور موقت، این افزایش در تعداد اپراتورها در ساعات پیک صورت پذیرد.

در ادامه تحقیق، به تجزیه و تحلیل سناریوهای (ج) پرداخته شده است. در سناریو ج-۱ تأثیر هم‌زمان در کاهش زمان پیام خوشامدگویی و افزایش تعداد اپراتورها در نوبت کاری صبح مد نظر می‌باشد. تجزیه و تحلیل این سناریو مستلزم استفاده از روش طراحی و تحلیل آزمایش‌ها می‌باشد؛ لذا در جدول ۱۱ طرح آزمایش این سناریو نشان داده شده است. پیاده سازی این سناریو در مدل شبیه سازی به تعداد ۳۰ تکرار صورت پذیرفت. همان طور که در شکل ۱ مشخص است هر یک از این عوامل بر مدت زمان حضور تماس گیرندگان در سیستم تلفن گویا تأثیر گذار می‌باشند.

همچنین تأثیر هم‌زمان آنان نیز در این مدت زمان تأثیر می‌گذارد. در شکل ۲ مشخص گردید که این تأثیرات در سطوح بالای خود در سیستم اثر گذار هستند. در نهایت، نتایج آزمایش این سناریو در جدول ۱۲ نشان می‌دهد که بهترین زمان برای پیام خوشامدگویی ۳ ثانیه و برای تعداد اپراتورها ۱۰ نفر می‌باشد. این نتایج موکد نتایج بدست آمده در جدول ۳ و جدول ۹ می‌باشد.

در جدول ۳ ، طرح آزمایش سناریو ج-۲ نشان داده شده است. پیاده سازی این سناریو در مدل شبیه سازی به تعداد ۳۰ تکرار صورت پذیرفت. نشان می‌دهد که هر یک از عوامل کاهش زمان منوی اصلی سیستم و افزایش تعداد اپراتور در نوبت کاری صبح بر مدت زمان حضور تماس گیرندگان در سیستم تلفن گویا، موثر می‌باشند و با توجه به شکل۴ می‌توان نتیجه گرفت که سطح بالای عوامل فوق باعث کاهش این زمان می‌گردند. اما تأثیر هم‌زمان این عوامل تأثیر گذار نمی‌باشد.

جدول ۱۴ طرح آزمایش سناریو ج-۳ را نشان می‌دهد. در شکل ۵ می‌توان پی برد که کاهش زمان منوی اصلی و افزایش تعداد اپراتورها در ساعات پیک سیستم و تأثیر هم‌زمان آنان باعث کاهش مدت زمان حضور افراد در سیستم تلفن گویا می‌گردد. به منظور پی بردن به بهترین زمان ممکن و تعداد اپراتور از شکل ۶ و جدول ۱۵ استفاده شد.

نتیجه نشان می‌دهد که بهترین زمان برای مدت زمان منوی اصلی، ۳۰ ثانیه می‌باشد و تعداد ۱۰ اپراتور در زمان پیک سیستم، بهترین تعداد ممکن می‌باشد. اختلاف ما بین سناریو ج-۲ و ج-۳ در ساعت افزایش تعداد اپراتور می‌باشد. در سناریو ج-۲ این تعداد در کل نوبت کاری صبح (از ساعت ۷:۳۰ الی ۱۷) رخ می‌دهد، اما در سناریو ج-۳ فقط در ساعات پیک سیستم (۱۰ الی ۱۳) اتفاق می‌افتد.

در تحلیل سناریو ج-۲ عنوان شد که تأثیر هم‌زمان کاهش زمان منوی اصلی سیستم و افزایش تعداد اپراتورها، تأثیری بر روی مدت زمان حضور تماس گیرندگان با سیستم تلفن گویا ندارد. اما در سناریو ج-۳ این تأثیر بر روی این مدت زمان تأثیر گذار می‌باشد.

با توجه به آنکه در ساعات پیک سیستم، بیشترین تعداد تماس با سیستم تلفن گویا صورت می‌پذیرد و همچنین بیشترین مدت زمان حضور تماس گیرندگان در سیستم در این ساعات رخ می‌دهد، لذا لزوم سیاست گذاری مدیران این سیستم‌ها را می-طلبد. این مدیران می‌بایست متناسب با سیاست‌هایشان، اهدافی را تعریف نمایند و در راستای اهداف تعریف شده، سیستم تلفن گویا را بهبود دهند.

چنانچه هدف مدیران، کاهش زمان حضور فرد تماس گیرنده در سیستم تلفن گویا باشد، افزایش تعداد اپراتورها معقول می‌باشد. اما چنانچه هدف آنان صرفاً کاهش این زمان در ساعات پیک باشد، کاهش زمان منوی اصلی سیستم نیز در کنار افزایش تعداد اپراتورها توصیه می‌گردد.

مراجع

[۱] حمید شاهبندرزاده، داریوش محمدی زنجیرانی، مهران ابراهیمی، مسعود محمدی باغملایی، "طراحی روشی بر مبنای تلفیق مدل های مفهومی سنجش کیفیت خدمت با استفاده از فنون تصمیم گیری چند معیاره: مطالعه موردی بیمارستان های شهرستان شیراز، "*فصلنامه طب جنوب*"، *۱۳*، ۴، ۲۷۳، - ۲۷۹- ،زمستان ۱۳۸۹.

[۲] محمد مدرس یزدی، *نظریه صف* .تهران، ایران: مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۰.

[۳] یحیی زارع مهرجردی، مجید حبوباتی و فرید صفایی نیک، "بهبود زمان انتظار بیماران مراجعه کننده به اورژانس با استفاده از تکنیک شبیه سازی گسسته پیشامد"، مجله عملی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، دوره ۱۹، شماره ۳، صفحه ۳۰۲-۳۱۲، مرداد و شهریور ۱۳۹۰.

[4] Vivek Bapat, Nancy Swets, *"The Arena Product Family: Enterprise Modeling Solutions*," in Winter Simulation Conference, 2000.

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2025-07-19]

[5] Noah Gans, Ger Koole, Avishai Mandelbaum, "*Telephone Call Centers: Tutorial. Review, And Research Prospects*," Manufacturing & Service Operation Management, Vol. 5, pp. 79-141, 2003.

[6] Prabha Ramseook-Munhurrun, Perunjodi Naidoo, Lukea Bhiwajee, D., *"Employee Perceptions Of Service Quality In A Call Center*," Managing Service Quality, Vol. 19, No. 5, pp. 541-557, 2009.

[7] Mazdeh, M.M., Zaerpour, F., Zareei, A., Hajinezhad, A., "*Parallel Machines Scheduling to Minimize Job Tardiness and Machine Deteriorating Cost with Deteriorating Jobs".* Applied Mathematical Modelling, Vol. 34, 2010, pp. 1498-1510.

[5] Tseng, L.Y., Chen, S.C., *"A Hybrid Metaheuristic for the Resource-Constrained Project Scheduling Problem*", European Journal of Operational Research, Vol. 175, 2006, pp. 707-721.

[6] Kashan, A.H., Karimi, B., *"A Discrete Particle Swarm Optimization Algorithm for Scheduling Parallel Machines",* Computers & Industrial Engineering, Vol. 56, 2009, pp. 216-223.

[7] Ward Whiit, *"The Impact Of Increased Employee Retention On Performance In A Customer Contact Center,"* Manufacturing & Service Operation Management, Vol. 8, No. 3, pp. 235-252, Summer 2006.

[8] Bennington, L., Cummane, J., Conn, P., *"Customer Satisfaction and Call Cneters: an Australian Study*," International Journal of Service Industry Management, Vol. 11, No. 2, pp. 162-173, 2000.

[9] Rong-Rong Chen, Yen-I Chiang, P.Pete Chong, Yung-Hsiu Lin, her-Kun Chang, "*Rough Set Analysis on Call Center Metrics,"* Applied Soft Computing, Vol. 11, pp. 3804-3811, 2011.

[10] Nikolaos Panayiotou and Nikolaos Evangelopoulos, *"Simulation Applied to Evaluate and Improve the Operation of a Sector Ticket Club Call Center*," Systemes d'information et management, Vol. 14, No. 4, pp. 31-52, Dec 2009.

[11] Raj Srinivasan, Jerome Talim, Jinting Wang, *"Performance Analysis Of a Call Center With Interactive Voice Response Units*," Sociedad de Estadistica e Investigacion Operativa, Vol. 12, No. 1, pp. 91-110, 2004.

[12] Jon Anton, Vivek Bapat, Bill Hall, *Call Center Performance Enhancement using Simulation and Modeling*. Ashland, OH, USA: Purdue University Press, 1999.

[13] Sem Borst, Avi Mandelbaum, and Martin I Reiman, *"Dimensioning Large Call Centers*," Operations Research, pp. 17-34, Jan/Feb 2004.

[14] L'Ecuyer Pierre, Eric Buist, *"Variance Reduction In The Simulation Of Call Centers*," in Winter Simulation, USA, 2006.

[15] Pierre L'Ecuyer, *"Modeling and Optimization Problems in Contact Centers*," in Quantitative Evaluatin of Systems, Riverside, CA, 2006, pp. 145-156.

[16] Yun Bae Kim, Heesang Lee, Hoo-Gon Choi, "*A Discrete Event Simulation Study For Incoming Call Centers Of A Telecommunication Service Company,"* Artificial Intelligence and Simulation Lecture Notes in Computer Science, vol. 3397, pp. 390-399, 2005.

[17] Kokin lam and R.S.M Lau, "*A Simulation Approach To Restructuring Call Centers*," Business Process Management, Vol. 10, No. 4, pp. 481-494, 2004.

[18] Holcomb, T.R., Hitt, M.A., "*Toward a Model of Strategic Outsourcing"*, Journal of Operations Management, Vol. 25, 2007, PP. 464-481.

[19] V Bapat and E Pruitte, *"Using Simulation in Call Centers,"* in Winter Simulation, Washington, DC, 1998, pp. 1395-1399.

[20] Anand Kumar Jaiswal, *"Customer Satisfaction and Service Quality Measurement in Indian Call Centers*," managing service quality, vol. 18, no. 4, pp. 405-416, 2008.

[21] Oryal Tanir and Richard J. Booth, "*Call Center Simulation in Bell Canada*," in Winter Simulation Conference, 1999, pp. 1640-1647.

[22] Sherryl Oh, "*Modeling ACD Data To Improve Computer Simulation Of Call Centers*," in A Thesis for the degree of master of business administration, University Of Calgary, 1999.

[23] Ger Koole, *"Performance Analysis and Optimization in Customer Contact Centers*," in Quantitative Evaluation of Systems, Sep. 2004, pp. 2-5.

[23] Rupesh Chokshi, *"Simulation: A Key to Call Center Management*," AS- D1, AT&T Laboratories, 1997.

[23] Glover, F., "*Tabu Search-Part II*", ORSA Journal on Computing, Vol. 2, No. 1, 1990, pp. 4-32.

[23] Philip Kortum, Randolph G., Bias, Benjamin A., Knott, Robert G., Bushey, "*The Effect of Choice and Announcement Duration on the Estimation of Telephone Hold Time ,"* International Journal of Technology and Human Interaction, Vol. 4, No. 4, pp. 29-53, October-December 2008.

[23] Anita Whiting, Naveen Donthu, "*Closing the Gap Between Perceived and Actual Waiting Times in a*

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2025-07-19]

Call Center:Results from a Field Study," Journal of Services Marketing, vol. 23, no. 5, pp. 279-288, 2009.

[23] Gerrit Antonides, Peter, C., Verhoef, Marcel van Aalst, *"Consumer Perception and Evaluation of Waiting Time: A Field Experiment*," JOURNAL OF CONSUMER PSYCHOLOGY, Vol. 12, No. 3, pp. 193-202, 2002.

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2025-07-19]