



هفتمین همایش سالانه
بانکداری الکترونیک
و نظام‌های پرداخت

تهران، مرکز همایش‌های بین‌المللی برج میلاد - ۲ و ۳ بهمن ۱۳۹۶

7th Annual Conference
on Electronic Banking
and Payment Systems

نوآوری، بازیگران جدید و کارایی در کسب و کار مالی



بهبود عملکرد سامانه کارت با استفاده از تنظیم پارامتر سقف زمان پاسخ در سویچ کارت (مورد کاوی بانک نمونه)

Improvement of Card System Performance by Tuning of Time-out in Switch (Sample Bank Examination)

رضا شریفان فر، نبض افزار رایان اندیش، Sharifan@pulseware.ir

هومن رضوی، نبض افزار رایان اندیش، Razavi@pulseware.ir

محمد رضا جمالی، نبض افزار رایان اندیش، Jamali@pulseware.ir

چکیده

شبکه بانکداری و پرداخت الکترونیک در سال‌های اخیر با رشد چشمگیری همراه بوده است در حال حاضر بیش از ۸۰ درصد تراکنش‌های شبکه بانکی از کانال کارت انجام می‌شود. متقارن بودن شبکه شتاب و شاپرک و پذیرش کارت‌های عضو این شبکه بر بستر ابزارهای پذیرش همه بانک‌ها سبب شده تا به نوعی بانک‌ها منابع خود را برای انجام تراکنش‌های یکدیگر به اشتراک گذارند. یک تراکنش الکترونیک از گره‌های مختلفی عبور می‌کند که ممکن است شامل دو یا سه سویچ بانکی و یک یا دو سویچ حاکمیتی باشد. در چنین شرایطی عملکرد هر کدام از این گره‌ها بر کل فرآیند تراکنش و سایر گره‌ها تاثیر می‌گذارد؛ بنابراین شاخص‌های کیفی مانند درصد خطا و زمان پاسخ سویچ‌های بانکی به هم وابسته بوده و بر هم اثر متقابل دارند. کندی و بالا رفتن زمان پاسخ در یک بانک می‌تواند تا چند برابر سهم آن بانک، ظرفیت شبکه را اشغال کند. از این جهت می‌بایست مکانیزم‌های کنترلی مناسبی برای تخصیص منابع به کار گرفته شود تا در شرایطی که درصد خطا یا زمان پاسخ در یک سویچ افزایش می‌یابد تا حد امکان بتوان از انتشار خطا و کندی در شبکه جلوگیری کرد.

در این مقاله با بررسی آماری رفتار سویچ و سامانه متمرکز یک بانک نمونه، راه‌حل تنظیم سقف زمان پاسخ بین سویچ و سامانه متمرکز ارائه شده است. به کارگیری این مکانیزم‌های کنترلی باعث جلوگیری از انتشار خطا و کندی در شبکه و بهبود عملکرد کیفی در زنجیره تراکنش الکترونیک می‌شود. این مکانیزم شامل روش‌هایی برای تنظیم پارامتر سقف زمان پاسخ در کانال صادرکنندگی است. نتایج به‌دست‌آمده حاصل از تغییر عملی در مکانیزم‌های تخصیص منابع در کانال‌های صادرکنندگی، پذیرندگی و داخلی یک بانک نمونه نشان‌دهنده بهبود ده برابری در شاخص درصد خطا و افزایش ظرفیت سویچ بانکی بدون نیاز به تغییر در سخت‌افزار است. گزارش‌های منتشرشده از سوی بانک مرکزی صحت نتایج به‌دست‌آمده را تایید می‌کند.

واژگان کلیدی: تخصیص منابع، بهبود عملکرد، سامانه کارت، بهینه‌سازی، شاخص کیفی، سویچ بانکداری الکترونیک.



هفتمین همایش سالانه
بانکداری الکترونیک
و نظام‌های پرداخت

تهران، مرکز همایش‌های بین‌المللی برج میلاد - ۲ و ۳ بهمن ۱۳۹۶

7th Annual Conference
on Electronic Banking
and Payment Systems

نوآوری، بازیگران جدید و کارایی در کسب و کار مالی



۱- مقدمه

معماری متقارن شبکه بانکداری و پرداخت الکترونیک به معنای پذیرش کارت همه بانک‌های عضو شبکه شتاب بر بستر پذیرندگی سایر بانک‌ها سبب می‌شود که در چنین شرایطی عملکرد هر کدام از این سویچ‌ها و اجزای زنجیره تراکنش، بر کل فرآیند تراکنش و سایر گره‌ها تاثیر گذار باشد [۱]. شاخص‌های کیفی مانند درصد خطا و زمان پاسخ سویچ‌های بانکی به هم وابسته است [۲]. به طوری که افزایش زمان پاسخ در یک سویچ سبب افزایش طول صف در سویچ بعدی و همچنین به وجود آمدن خطاهای زنجیره‌وار در بین سویچ‌ها می‌شود [۳]. بنابراین لازم است مکانیزم‌های کنترلی مناسبی برای تخصیص منابع به کار گرفته شود تا بتوان عملکرد سویچ‌های پشت سر هم را تا حد ممکن نسبت به یکدیگر مقاوم و از انتشار خطا و کندی در شبکه جلوگیری کرد [۴]. در این مقاله تحلیل ریاضی سقف زمان پاسخ و همچنین توزیع زمان پاسخ تراکنش‌های مختلف در سامانه کارت‌بانک نمونه ارائه و سقف زمان پاسخ پیشنهادی مورد بحث قرار گرفته است. توجه شود که منظور از پارامتر سقف زمان پاسخ در این قسمت، سقف زمان پاسخ بین سامانه سویچ و سامانه متمرکز در حالت سرویس‌دهی داخلی و صادرکنندگی بانک است و ناظر به حالت پذیرندگی نیست.

۱- تعاریف و اصطلاحات

سویچ^۱ کارت: سامانه سرویس دهنده به پایانه‌ها و کانال‌های عامل تراکنش‌های الکترونیکی کارتی است. این سامانه قابلیت پذیرش تراکنش‌های کارتی، پردازش آن‌ها و مسیره‌ی آن‌ها در صورت لزوم را دارد. [۳].

سامانه متمرکز بانکی^۲: سامانه متمرکز سامانه‌ای است که در آن کلیه اطلاعات و تعاملات مالی در شبکه بانکی مورد نظر، در یک واحد اطلاعات مرکزی نگهداری و ثبت می‌شود این سیستم بر اساس رویکردهای راهبردی بانکی و به منظور بهبود عملیات، کاهش هزینه‌ها و ایجاد آمادگی برای رشد بانک مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد [۴].

زمان پاسخ^۳: زمان پاسخ در هر ثانیه متوسط زمان پاسخ تراکنش‌ها در آن ثانیه و زمان پاسخ در هر دقیقه متوسط زمان پاسخ‌ها در آن دقیقه برای تراکنش‌های موفق سامانه سویچ است [۵ و ۸].

سقف زمان پاسخ^۴: به بیشترین زمانی که سویچ منتظر می‌ماند تا جواب تراکنش ارسال شده بازگشت داده شود و در صورت جواب نگرفتن شروع به ارسال تراکنش اصلاحی می‌نماید سقف زمان پاسخ گفته می‌شود [۵ و ۸].

حالت صادرکننده^۵: تراکنش‌هایی که با کارت‌های بانک یا موسسه بر روی ترمینال‌های فروش، خودپردازهای یا سایر درگاه‌های سویچ بانک‌های دیگر انجام می‌شود [۳].

تراکنش^۶: هر عملیاتی که از سه طریق شعب، درگاه‌های بانکداری الکترونیک مانند خودپردازها و پایانه‌های فروش و بانکداری مدرن (اینترنت بانک، موبایل بانک و غیره) انجام می‌پذیرد مستلزم انجام تعدادی عملیات در سامانه بانکی است. به هریک از این عملیات‌ها یک تراکنش گویند [۶].

تراکنش ناموفق سیستمی: به تراکنش‌هایی اطلاق می‌شود که به دلیل وجود اختلال در سیستم موفق نبوده است مانند

¹ Switch

² Core

³ Response Time

⁴ Time Out

⁵ Issuer Mode

⁶ Transaction



هفتمین همایش سالانه
بانکداری الکترونیک
و نظام‌های پرداخت

تهران، مرکز همایش‌های بین‌المللی برج میلاد - ۲۰ و ۲۱ بهمن ۱۳۹۶

7th Annual Conference
on Electronic Banking
and Payment Systems

نوآوری، بازیگران جدید و کارایی در کسب و کار مالی



تراکنش‌هایی می‌شود که به دلیل خارج از سرویس بودن سویچ صادرکننده لغو می‌شود.

درصد خطا^۱: این شاخص درصد خطاهای سیستمی تراکنش‌ها را از نقطه دید سویچ موردنظر نشان می‌دهد. نسبت درصدی تعداد تراکنش ناموفق سیستمی به کل تراکنش‌ها درصد خطا گفته می‌شود [۶ و ۷].

فاصله بین دو خرابی^۲: این شاخص متوسط زمان بین دو خرابی سامانه است که بیشتر نشان دهنده قابلیت اعتماد سامانه است. هر چه این زمان بالاتر باشد، فاصله بین دو خرابی متوالی سامانه بیشتر می‌شود. رابطه (۱) نحوه محاسبه این شاخص را نشان می‌دهد [۱۱ و ۹].

$$MTTF = \frac{Total\ Time - Down\ Time}{No.\ of\ Failures} \quad (1)$$

ادامه این مقاله به این صورت سازمان‌دهی شده است: در بخش دوم صورت مساله یعنی وضعیت ناپایدار کیفیت در سویچ یک بانک نمونه نشان داده شده است. در بخش سوم راه‌حل ارائه شده با توجه به تحلیل دادگان جمع‌آوری شده از تراکنش‌های سامانه سویچ کارت ارائه شده و بخش چهارم به بررسی نتایج به‌دست‌آمده اختصاص یافته است. بخش پنجم نیز مقاله را جمع‌بندی و نتیجه‌گیری می‌کند.

واریانس^۳ خطا: این شاخص نشان دهنده نحوه توزیع و گسترش خطا حول مقدار میانگین خطا است.

سرانه جریمه: برابر نسبت میزان جریمه صادرکنندگی بر تعداد تراکنش موفق صادرکنندگی است. این شاخص نشان دهنده جریمه به ازای هر تراکنش موفق صادرکنندگی است.

۲- صورت مساله: ناپایداری در سامانه سویچ کارت بانک نمونه

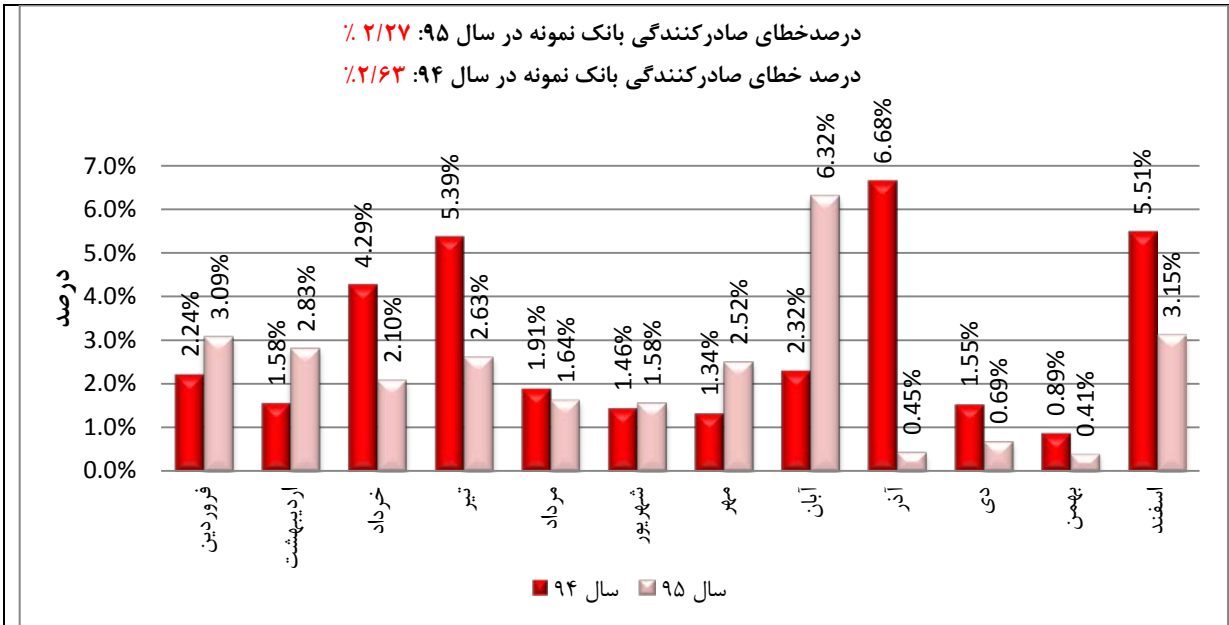
در این بخش وضعیت ناپایدار کیفیت خدمات سویچ کارت یک بانک نمونه نشان داده شده است. برای بررسی وضعیت کیفی سویچ نمونه سه شاخص اساسی متوسط درصد خطای صادرکنندگی، واریانس خطای صادرکنندگی و متوسط فاصله بین دو خرابی مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین سرانه جریمه صادرکنندگی نیز به‌عنوان شاخص بیرونی که توسط بانک مرکزی ج.ا.ا. ارائه می‌شود نشان دهنده ناپایداری در وضعیت کیفی سویچ مورد بررسی است.

در شکل ۱ متوسط درصد خطای صادرکنندگی سویچ نمونه در سال ۹۴ و ۹۵ رسم شده است. شکل ۲ نیز واریانس خطای صادرکنندگی در سال ۹۴ و ۹۵ را نشان می‌دهد. نمودارهای شکل ۱ و شکل ۲ نشان دهنده عدم پایداری سویچ نمونه و بالا بودن واریانس درصد خطای این بانک بوده است.

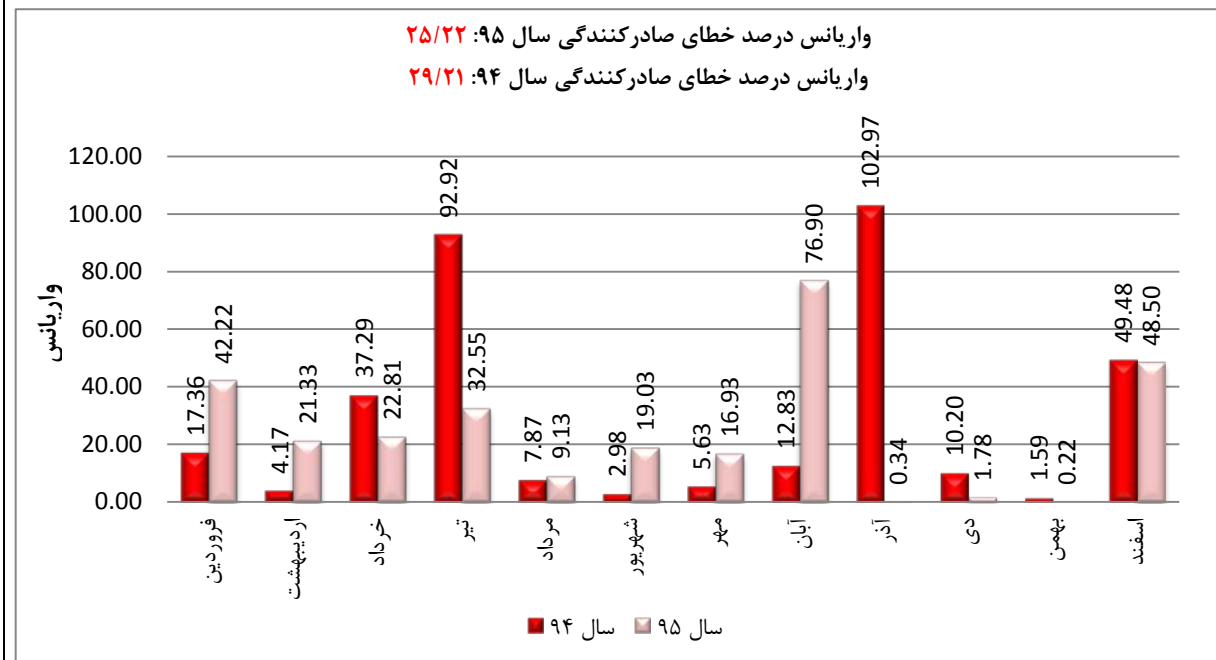
¹ Error Percent

² MTTF (Mean Time To Failure)

³ Variance



شکل ۱- درصد خطای صادرکنندگی بانک نمونه در سال ۹۴ و ۹۵



شکل ۲- واریانس خطای صادرکنندگی بانک نمونه در سال ۹۴ و ۹۵

عدم پایداری در سوییچ نمونه باعث پایین آمدن شاخص متوسط فاصله بین دو خرابی شده است. پایین بودن شاخص متوسط فاصله بین دو خرابی باعث افزایش نارضایتی مشتری، هزینه‌های پشتیبانی و مغایرت‌های مالی خواهد شد [۹]. جدول ۱ شاخص

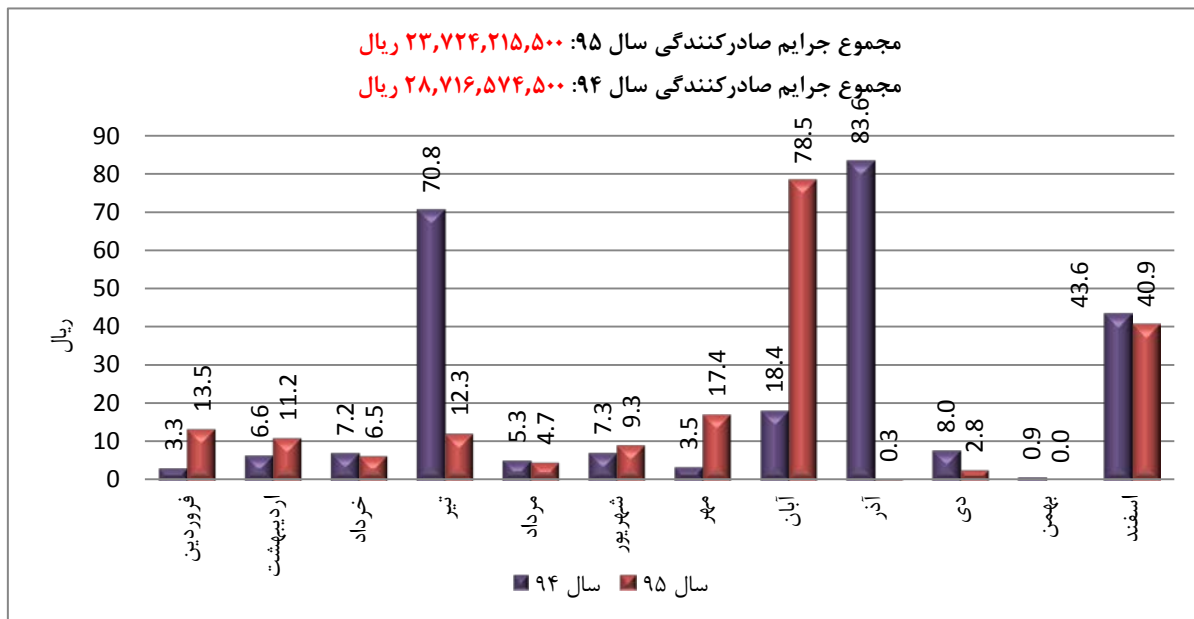


کیفی متوسط فاصله زمانی بین دو خرابی در سال ۹۴ و ۹۵ برای سویچ نمونه را نشان می‌دهد.

جدول ۱- شاخص کیفی متوسط فاصله زمانی بین دو خرابی بانک نمونه در سال ۹۴ و ۹۵

حالت سرویس‌دهی	متوسط فاصله زمانی بین دو خرابی (روز)
سال ۹۵	۲/۵
سال ۹۴	۲/۸

بررسی سه شاخص نمونه نشان دهنده پایین بودن کیفیت خدمات بانکداری الکترونیک در بانک نمونه در سال‌های اخیر بوده است به گونه‌ای که اختلال در سویچ با پمپاژ تراکنش‌های اصلاحی از سمت شتاب و باز تکرار تراکنش توسط مردم همراه بوده و این امر جرایم سنگینی را برای بانک در پی داشته است. شکل ۳ سرانه جریمه تراکنش‌های موفق صادرکنندگی بانک نمونه در سال‌های ۹۴ و ۹۵ را به تفکیک ماه نشان می‌دهد.



شکل ۳- سرانه جریمه تراکنش‌های موفق صادرکنندگی بانک نمونه به تفکیک ماه در سال ۹۴ و ۹۵

۳- راه‌حل مساله: تنظیم پارامتر سقف زمان پاسخ

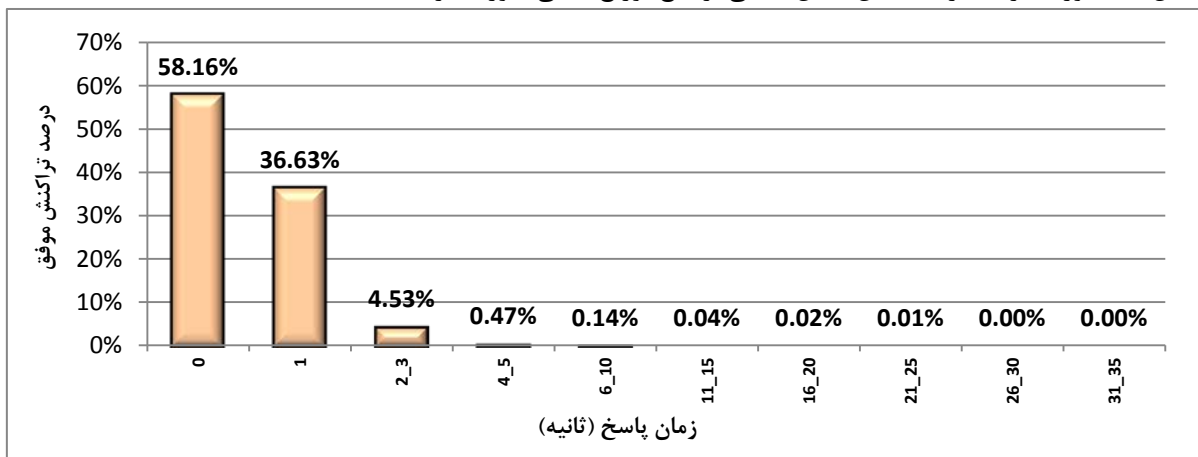
بررسی دقیق‌تر روزهای مشکل‌دار حاکی از وجود واریانس بالا در کیفیت سرویس است به گونه‌ای که در اکثر روزهای ماه کیفیت سرویس بسیار مناسب بوده و تنها در چند روز خاص که بار افزایش یافته است موجب ناپایداری سامانه کارت شده است. با بررسی دقیق روزهای با خطای بالا در صادرکنندگی بانک نمونه، منشا خطا در افزایش زمان پاسخ تراکنش‌ها تشخیص داده شد. پارامتر سقف زمان پاسخ یک پارامتر کنترلی در سویچ است که میزان در صف ماندن تراکنش‌ها را مشخص می‌کند. کاهش این پارامتر موجب کنترل کردن حداکثر طول صف خواهد شد. در این قسمت وضعیت زمان پاسخ سامانه کارت‌بانک نمونه، تنظیم پارامتر سقف زمان پاسخ و تاثیرات کاهش این پارامتر بر عملکرد سامانه کارت بررسی می‌شود. پارامتر سقف زمان پاسخ در شبکه بانکداری و پرداخت الکترونیک پارامتر مهمی است که تنظیم کردن آن بسته به شرایط و عملکرد شبکه است.



چنانچه سقف زمان پاسخ مقدار بالایی تنظیم شود موجب به وجود آمدن صف در سوییچها شده و در زمان اختلالات، تراکنشها را به مدت زیادی در صف نگه می دارد. از طرف دیگر مقدار پایین سقف زمان پاسخ باعث می شود تا درصد خطای سامانه کارت افزایش یابد. به همین دلیل این پارامتر باید با توجه به چگونگی توزیع زمان پاسخ تراکنشها در سامانه کارت بانک به گونه ای تنظیم شود که بین متوسط درصد خطا و احتمال تشکیل صف، ترازش^۱ برقرار کند.

۳-۱- تحلیل ریاضی توزیع زمان پاسخ تراکنشها

همان طور که در نمودار شکل ۴ نشان داده شده است، زمان پاسخ تراکنشهای شبکه بانکداری و پرداخت الکترونیک از توزیع نمایی پیروی می کند. در این نمودار هیستوگرام زمان پاسخ تراکنشهای موفق شبکه شاپرک از دید پذیرندگی سوییچ یک شرکت پرداخت نمونه رسم شده است. این الگو در تمام بانکها و همه فصول سال به صورت مشابه دیده می شود. بر این اساس تحلیل های صورت گرفته در ادامه این بخش مبتنی بر تابع توزیع نمایی صورت گرفته است.



شکل ۴- توزیع تراکنشهای شبکه بانکی برحسب زمان پاسخ از نقطه دید سوییچ پذیرنده نمونه

توزیع نمایی رابطه ای مطابق با (۲) دارد که در آن λ پارامتر اساسی است. در این توزیع تک پارامتری متوسط برابر $\frac{1}{\lambda}$ و واریانس برابر $\frac{1}{\lambda^2}$ است. بنابراین با کنترل پارامتر λ می توان متوسط و واریانس (کنترل درجه ۲) را باهم کنترل کرد.

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x} \quad (2)$$

توزیع نمایی یک توزیع بدون حافظه است بنابراین در بازه های زمانی روزانه، ماهانه و سالانه تفاوتی در آستانه تعیین شده لحاظ نشده است. رابطه (۳) از نامساوی چبی شف^۲ به دست آمده است که در آن احتمال آن که زمان پاسخ یک تراکنش از سقف زمان پاسخ بیش تر باشد و تراکنش با عدم موفقیت روبرو شود محاسبه شده است.

$$\Pr(IRT - \lambda \geq (TO - \lambda)) \leq \frac{1}{\left(\frac{(TO - \lambda)}{\sigma}\right)^2} = \frac{1}{(\lambda(TO - \lambda))^2} \quad (3)$$

در رابطه (۲)، RT زمان پاسخ تراکنش، σ انحراف معیار و TO سقف زمان پاسخ را نشان می دهد. اگر سقف زمان پاسخ برابر با

¹ Trade-off

² - Chebychev Inequality

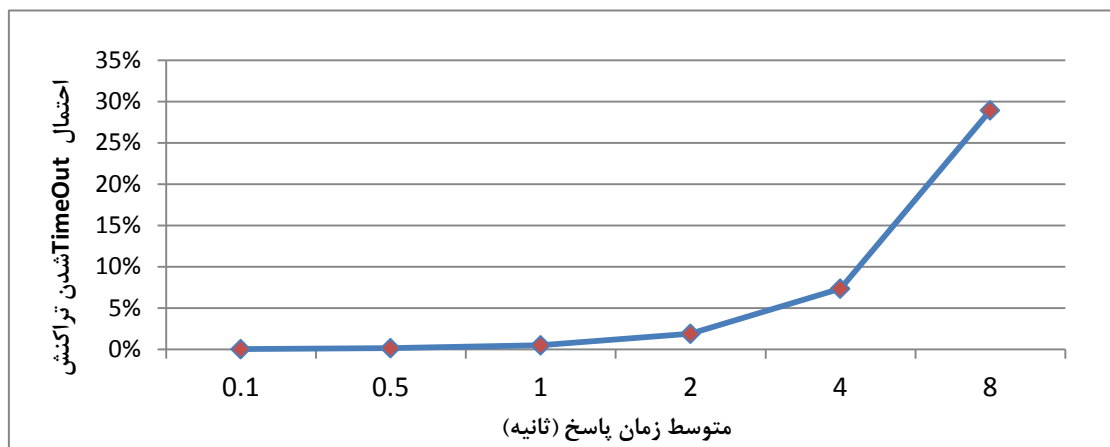


۱۵ ثانیه در نظر گرفته شود شکل ۴ رابطه بین احتمال عبور کردن از سقف زمان پاسخ یک تراکنش با متوسط زمان پاسخ را نشان می‌دهد. جدول ۲ سناریوهای مختلف از سقف زمان پاسخ، متوسط زمان پاسخ و احتمال Timeout شدن تراکنش را نشان می‌دهد.

جدول ۲ - رابطه سقف زمان پاسخ و احتمال Timeout شدن تراکنش

سقف زمان پاسخ (Timeout)	متوسط زمان پاسخ	حداکثر احتمال Timeout شدن تراکنش
۱۵ ثانیه	۱ ثانیه	۰/۵۱۲٪
	۰/۵ ثانیه	۰/۰۲۹٪
	۰/۲۵ ثانیه	۰/۰۰۱٪
۸ ثانیه	۱ ثانیه	۲/۰۴٪
	۰/۵ ثانیه	۰/۱۱۱٪
	۰/۲۵ ثانیه	۰/۰۰۶٪

شکل ۵ ارتباط بین احتمال Timeout شدن تراکنش (با فرض $Timeout = 15s$) و متوسط زمان پاسخ که در رابطه (۳) بیان شده را نشان می‌دهد. همان‌طور که در این نمودار و رابطه (۳) مشخص است بین احتمال Timeout شدن تراکنش و متوسط زمان پاسخ رابطه نمایی مرتبه ۴ برقرار است. یعنی اگر متوسط زمان پاسخ دو برابر شود احتمال از دست رفتن تراکنش به دلیل عبور از سقف زمان پاسخ، چهار برابر می‌شود. این مساله نشان می‌دهد که متوسط زمان پاسخ پارامتری کلیدی است که باید کنترل و پایش بر آن صورت گیرد.

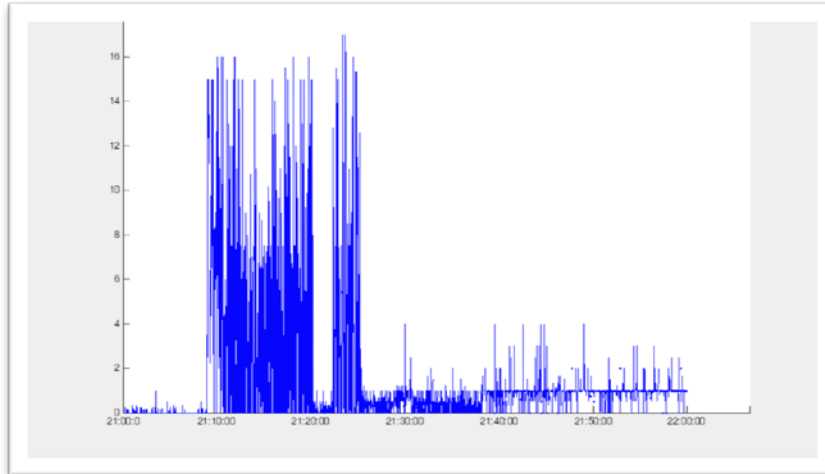


شکل ۵ - رابطه بین احتمال Timeout شدن تراکنش با متوسط زمان پاسخ با فرض سقف زمان پاسخ ۱۵ ثانیه

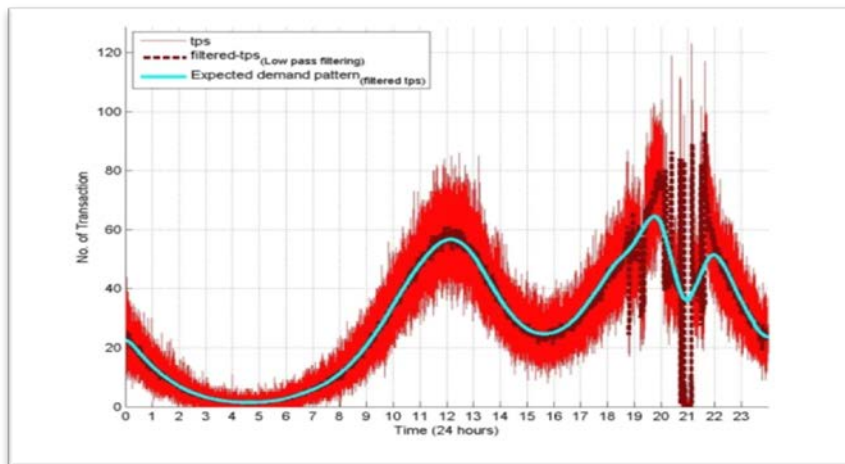
به‌عنوان نمونه در شکل ۶ که زمان پاسخ تراکنش‌های صادرکنندگی بانک نمونه در مقطع زمانی ساعت ۲۰ الی ۲۱ روز ۹۵/۰۴/۱۷ رانشان می‌دهد، مشخص است که زمان پاسخ در این مقطع زمانی به شدت افزایش یافته که این امر به افزایش طول



صف سویچ و همچنین ناموفق شدن تراکنش‌ها و در نهایت ارسال تراکنش اصلاحی از سمت شتاب منجر می‌شود. افزایش طول صف تراکنش‌های سویچ به خارج از سرویس شدن سویچ می‌انجامد که در شکل ۷ کاملاً مشخص است. این تصویر^۱ TPS صادرکنندگی بانک در روز ۱۷ تیرماه ۹۵ را نشان می‌دهد که بین ساعات ۲۰ الی ۲۱ به سبب بالا رفتن زمان پاسخ تراکنش‌ها سویچ صادرکنندگی خارج از سرویس شده است.



شکل ۶ - نمودار زمان پاسخ تراکنش‌های صادرکنندگی بانک نمونه بین ساعات ۲۰ الی ۲۱ روز ۱۷ تیرماه ۹۵



شکل ۷ - نمودار TPS صادرکنندگی بانک نمونه در روز ۱۷ تیرماه ۹۵

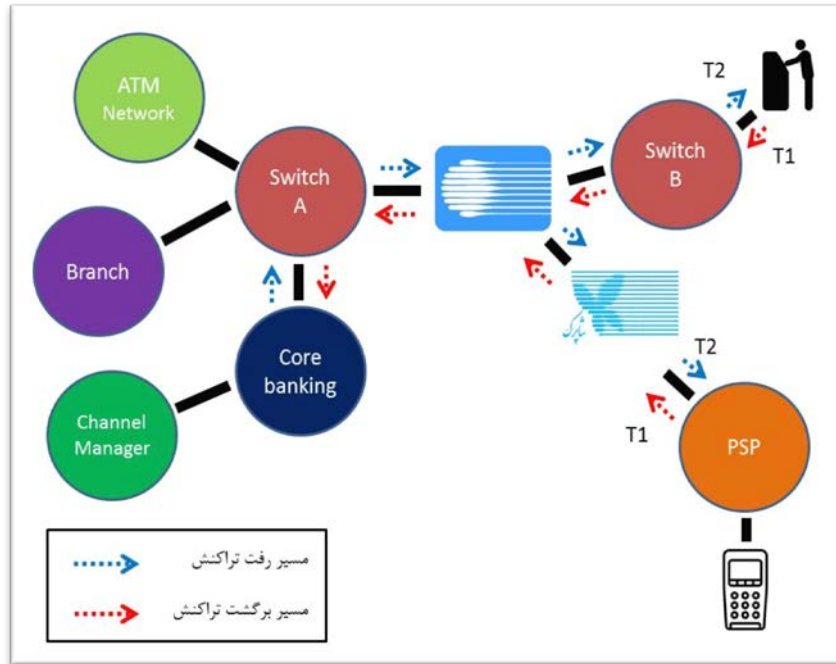
۳-۲- تحلیل داده تراکنش‌های سویچ

زمان پاسخ تراکنش‌ها بستگی زیادی به نوع تراکنش، زمان انجام آن در طول روز و گره‌هایی که از آن عبور می‌کند دارد. در این قسمت داده‌های بانک نمونه و زمان پاسخ آن مورد بررسی قرار گرفته است. شکل ۸ شمایی از شبکه بانکداری و پرداخت

¹ Transaction per Second



الکترونیک را نشان می دهد. همان طور که در این شکل مشخص شده زمان ورود تراکنش به زنجیره T1 و زمان دریافت پاسخ T2 فرض شده است. زمان پاسخ یک تراکنش تفاضل بین زمان دریافت پاسخ و زمان ورود تراکنش است.



شکل ۸- شمایی از معماری شبکه بانکداری و پرداخت الکترونیک و مسیر رفت و برگشت تراکنش

جدول ۳ متوسط زمان پاسخ تراکنش های مختلف را از نقطه دید پذیرنده نمونه برای بانک نمونه نشان می دهد. همان طور که در این جدول نیز مشخص است متوسط زمان پاسخ سامانه کارت بانک نمونه نسبت به شبکه بانکی بالاتر بوده و این شاخص در سرویس های مختلف نیز تفاوت دارد. در ادامه هیستوگرام زمان پاسخ هر کدام از سرویس ها آورده شده است.

جدول ۳ - متوسط زمان پاسخ تراکنش های مختلف را از نقطه دید پذیرنده نمونه برای بانک نمونه

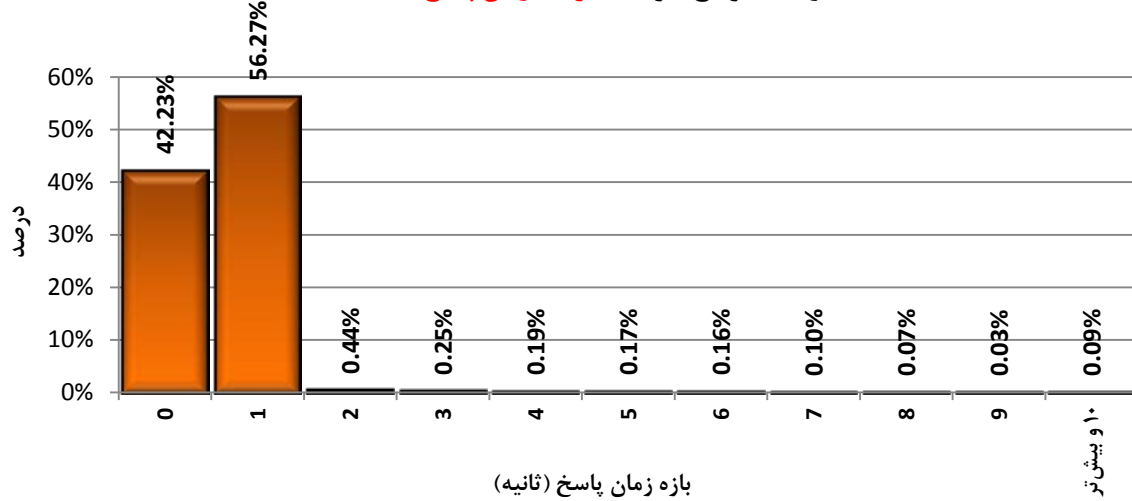
متوسط زمان پاسخ (ثانیه)		نوع تراکنش	پایانه انجام تراکنش
شبکه بانکی	بانک نمونه		
۰/۵۴	۱/۳۶	برداشت وجه	خودپرداز
۰/۸۱	۰/۸۹	انتقال وجه	
۰/۴۹	۰/۶۲	مانده گیری	
۰/۳۹	۰/۵۸	پرداخت قبض	
۰/۳۸	۰/۹۰	خرید	کارت خوان
۰/۳۴	۰/۸۳	پرداخت قبض	
۰/۳۶	۰/۸۸	مانده گیری	



خودپرداز: برداشت وجه

هیستوگرام درصد تراکنش موفق بانک نمونه، برداشت وجه از خودپرداز به زمان پاسخ

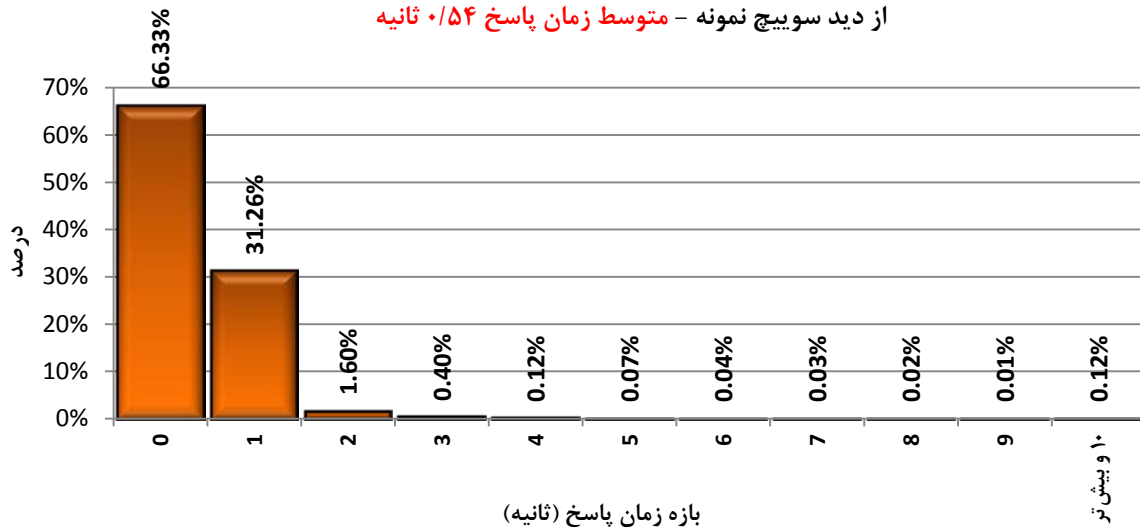
از دید سویچ نمونه - متوسط زمان پاسخ ۱/۳۶ ثانیه



شکل ۹ - هیستوگرام درصد تراکنش موفق بانک نمونه، برداشت وجه از خودپرداز به زمان پاسخ از دید سویچ نمونه

هیستوگرام درصد تراکنش موفق برداشت وجه از خودپرداز به زمان پاسخ

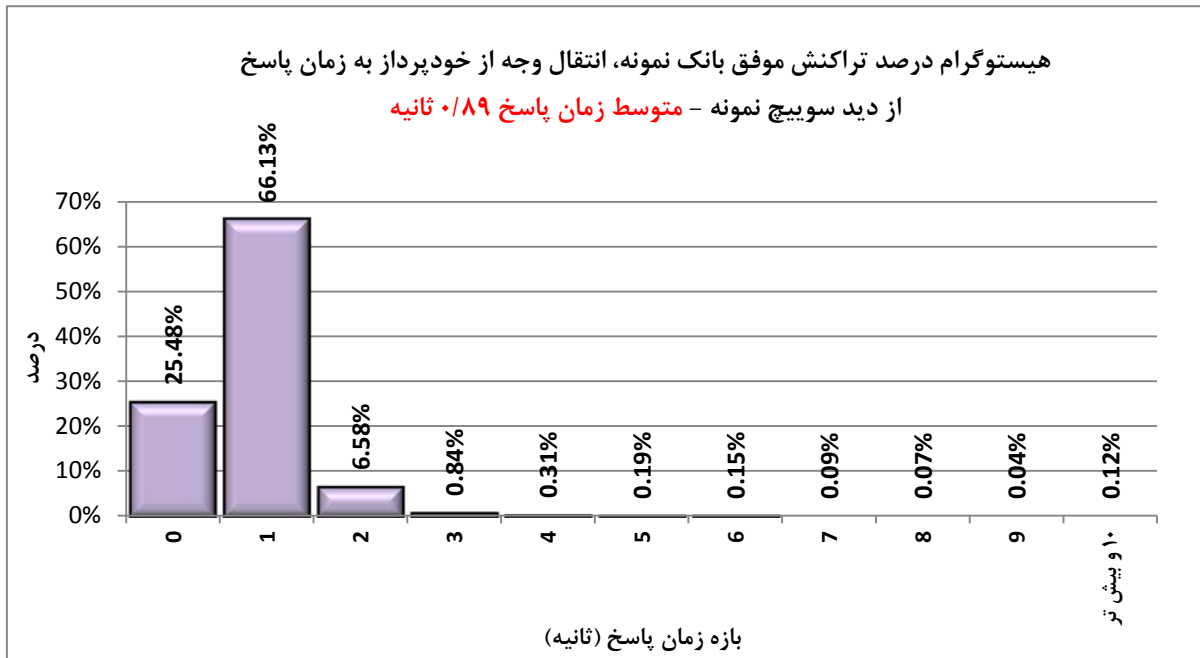
از دید سویچ نمونه - متوسط زمان پاسخ ۰/۵۴ ثانیه



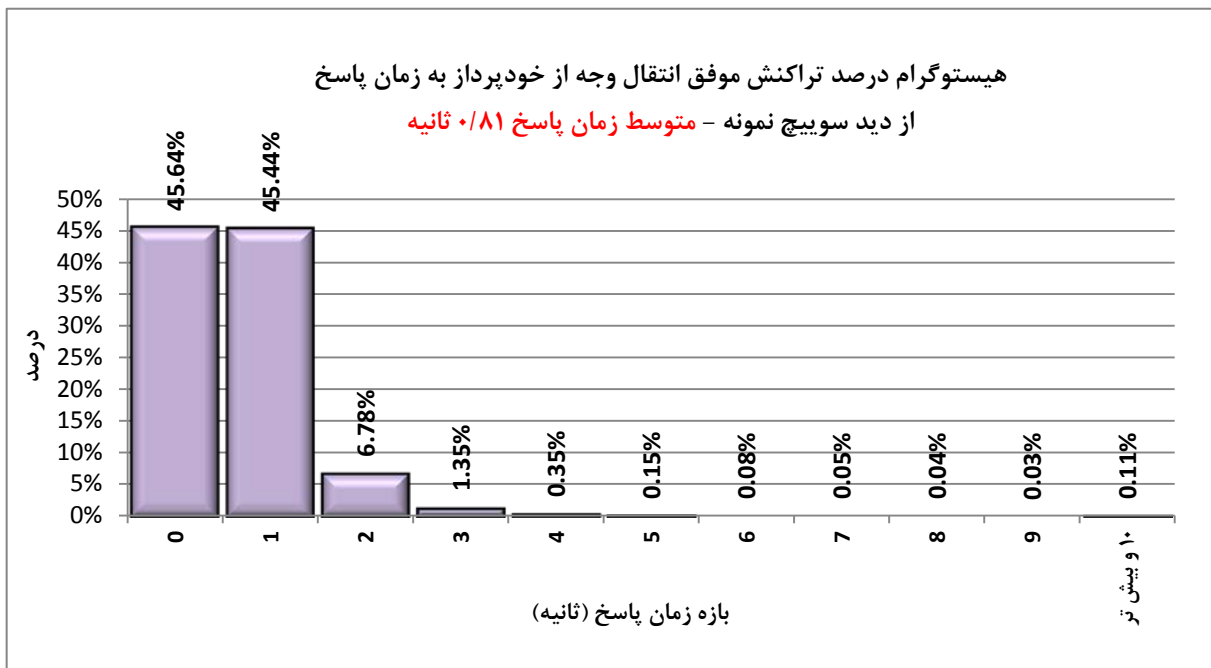
شکل ۱۰ - هیستوگرام درصد تراکنش موفق برداشت وجه از خودپرداز به زمان پاسخ از دید سویچ نمونه



خودپرداز: انتقال وجه



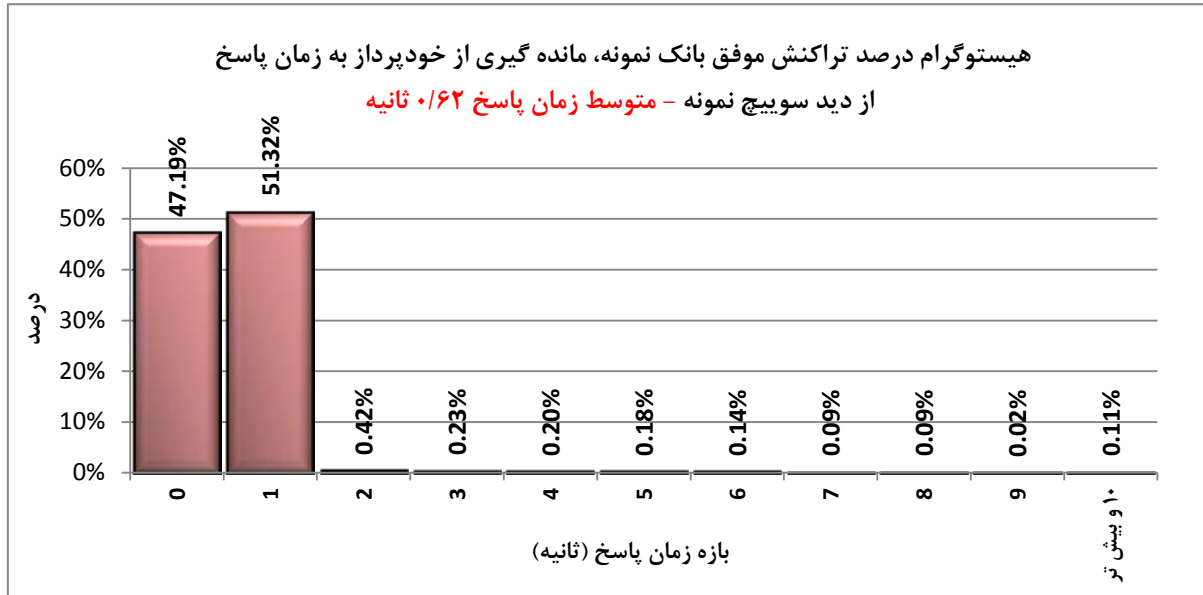
شکل ۱۱ - هیستوگرام درصد تراکنش موفق بانک نمونه، انتقال وجه از خودپرداز به زمان پاسخ از دید سویچ نمونه



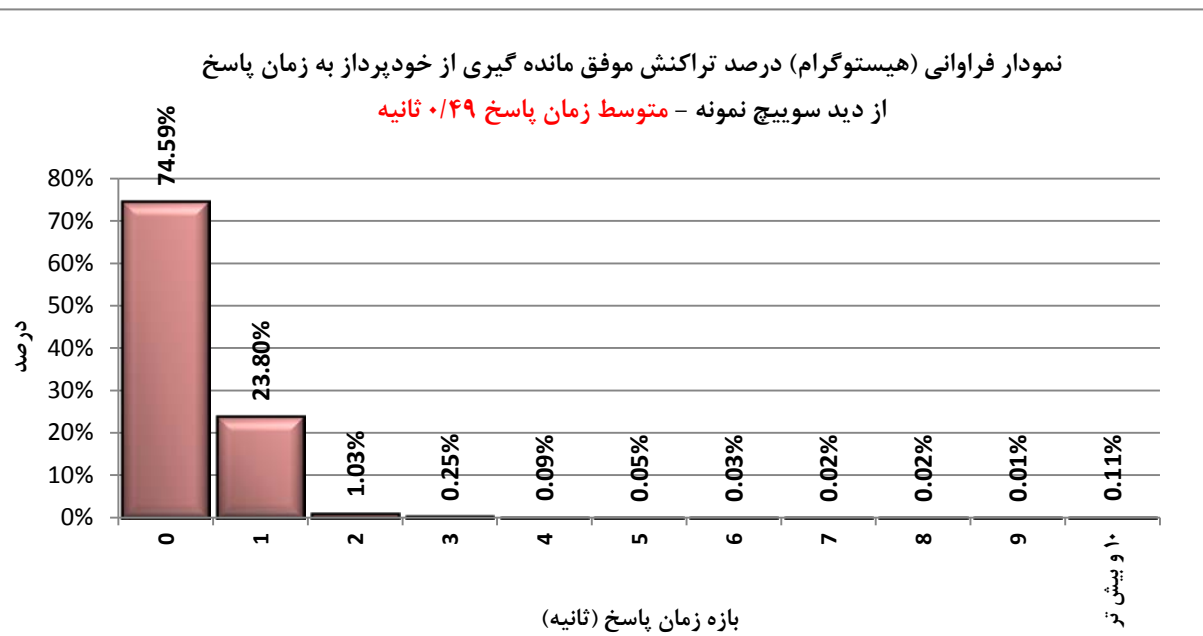
شکل ۱۲ - هیستوگرام درصد تراکنش موفق انتقال وجه از خودپرداز به زمان پاسخ از دید سویچ نمونه



خودپرداز: مانده‌گیری



شکل ۱۳ - هیستوگرام درصد تراکنش موفق بانک نمونه، مانده‌گیری از خودپرداز به زمان پاسخ از دید سویچ نمونه

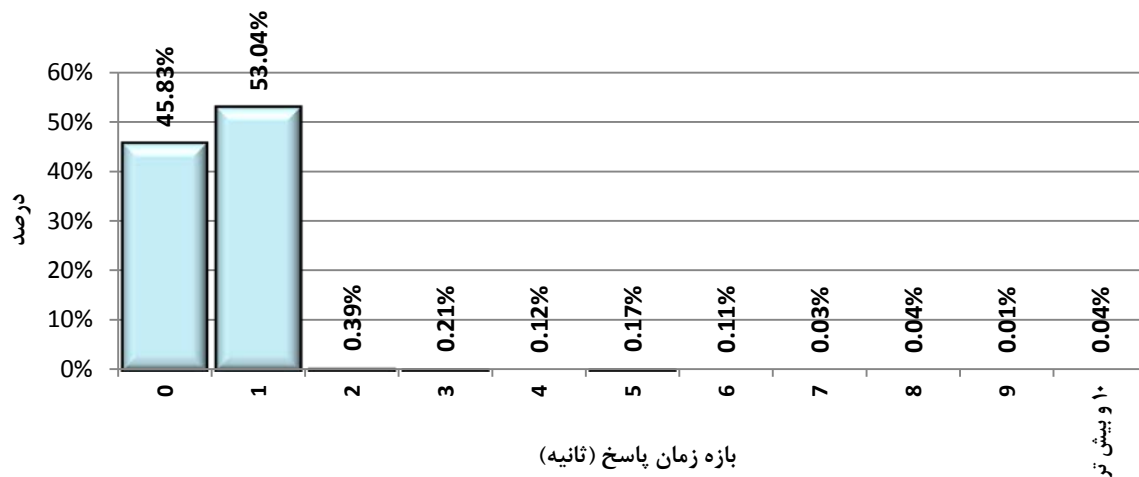


شکل ۱۴ - نمودار فراوانی (هیستوگرام) درصد تراکنش موفق مانده‌گیری از خودپرداز به زمان پاسخ از دید سویچ نمونه



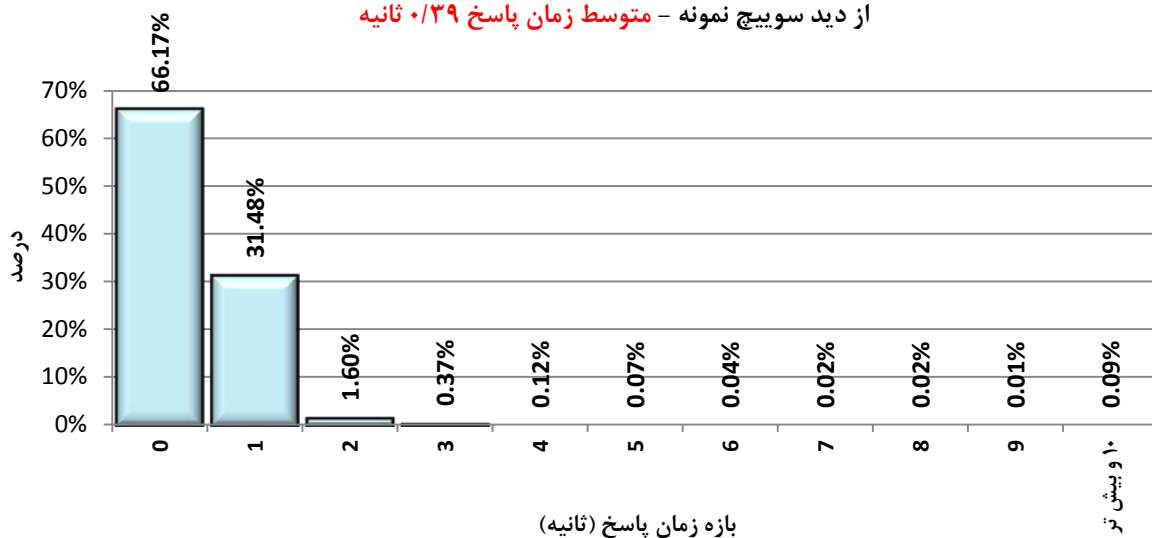
خودپرداز: پرداخت قبض

هیستوگرام درصد تراکنش موفق بانک نمونه، پرداخت قبض از خودپرداز به زمان پاسخ
از دید سویچ نمونه - متوسط زمان پاسخ ۰/۵۸ ثانیه



شکل ۱۵ - هیستوگرام درصد تراکنش موفق بانک نمونه، پرداخت قبض از خودپرداز به زمان پاسخ

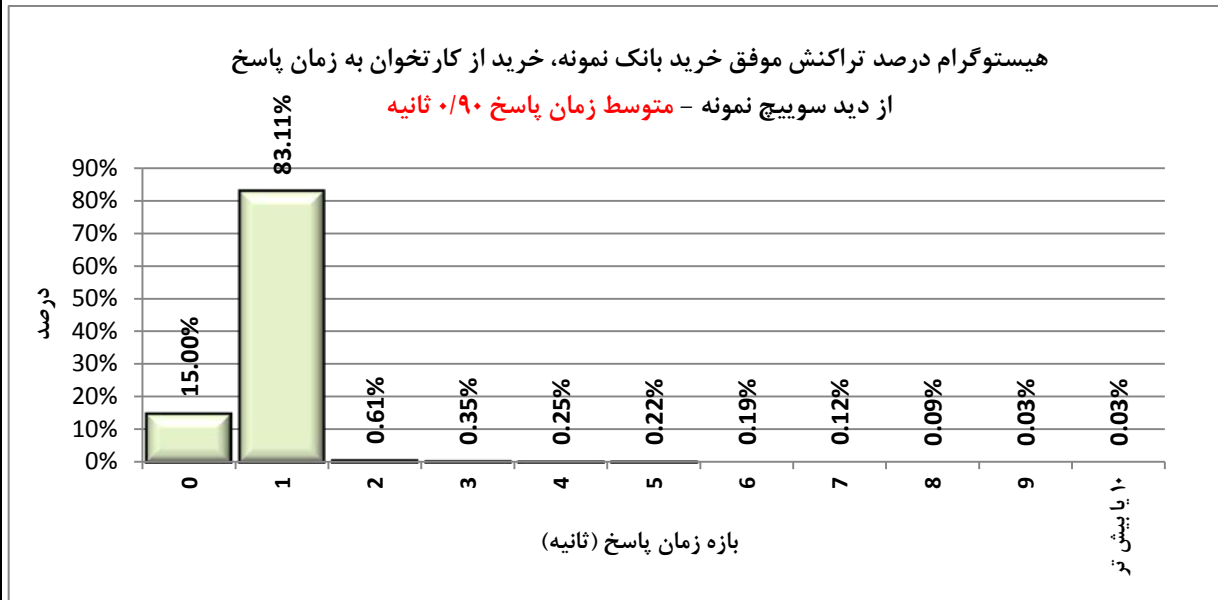
هیستوگرام درصد تراکنش موفق پرداخت قبض از خودپرداز به زمان پاسخ
از دید سویچ نمونه - متوسط زمان پاسخ ۰/۳۹ ثانیه



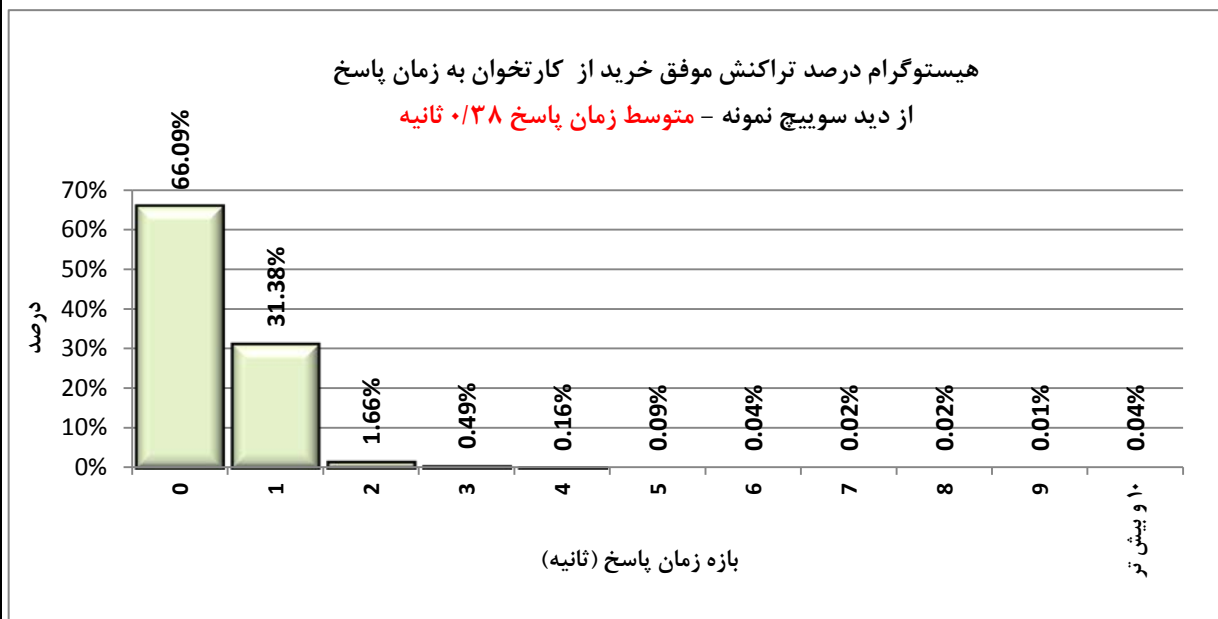
شکل ۱۶ - هیستوگرام درصد تراکنش موفق پرداخت قبض از خودپرداز به زمان پاسخ از دید سویچ نمونه



کارت خوان: خرید



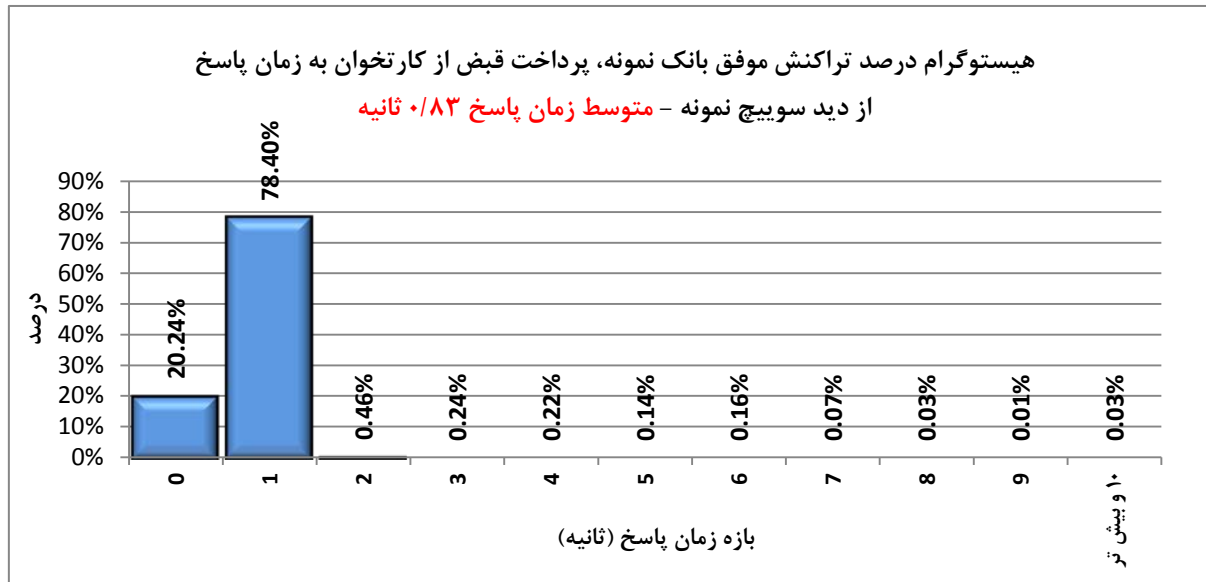
شکل ۱۷- هیستوگرام درصد تراکنش موفق خرید بانک نمونه، خرید از کارتخوان به زمان پاسخ از دید سویچ نمونه



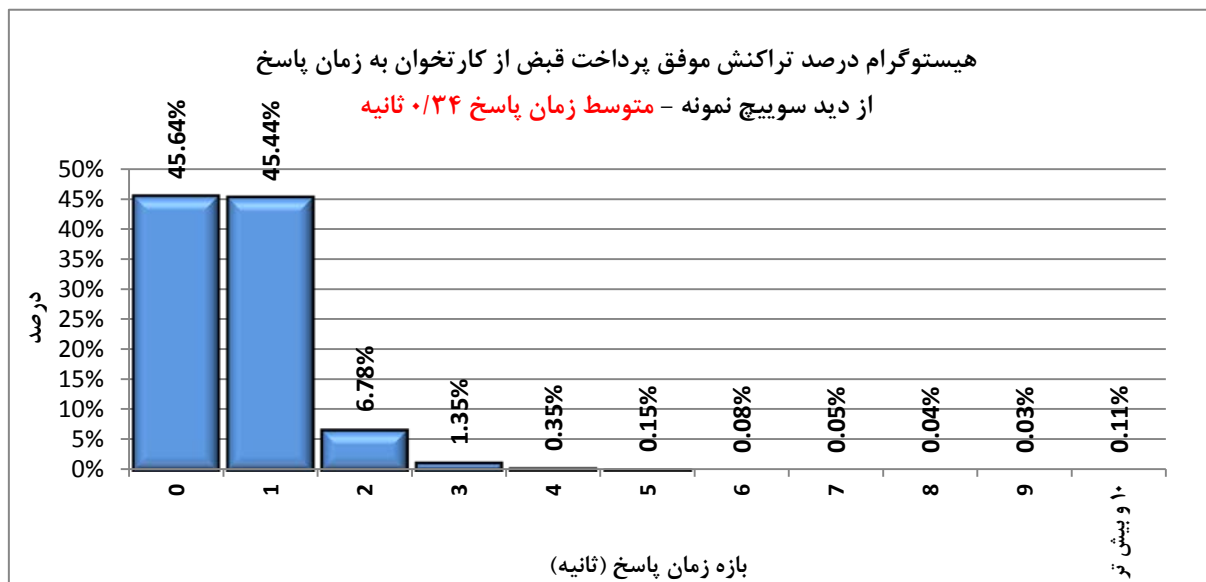
شکل ۱۸ - هیستوگرام درصد تراکنش موفق خرید از کارتخوان به زمان پاسخ از دید سویچ نمونه



کارت‌خوان: پرداخت قبض



شکل ۱۹ - هیستوگرام درصد تراکنش موفق بانک نمونه، پرداخت قبض از کارت‌خوان به زمان پاسخ از دید سویچ نمونه

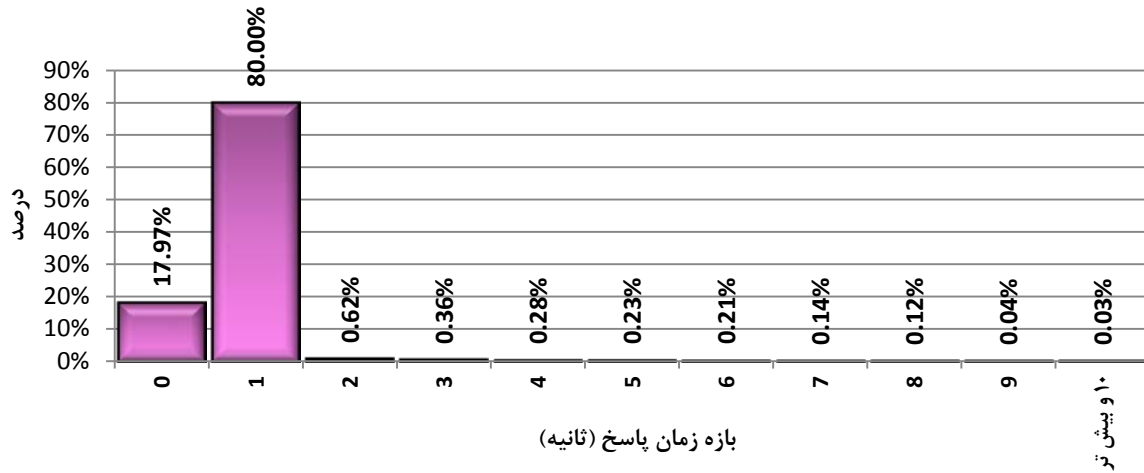


شکل ۲۰ - هیستوگرام درصد تراکنش موفق پرداخت قبض از کارت‌خوان به زمان پاسخ از دید سویچ نمونه



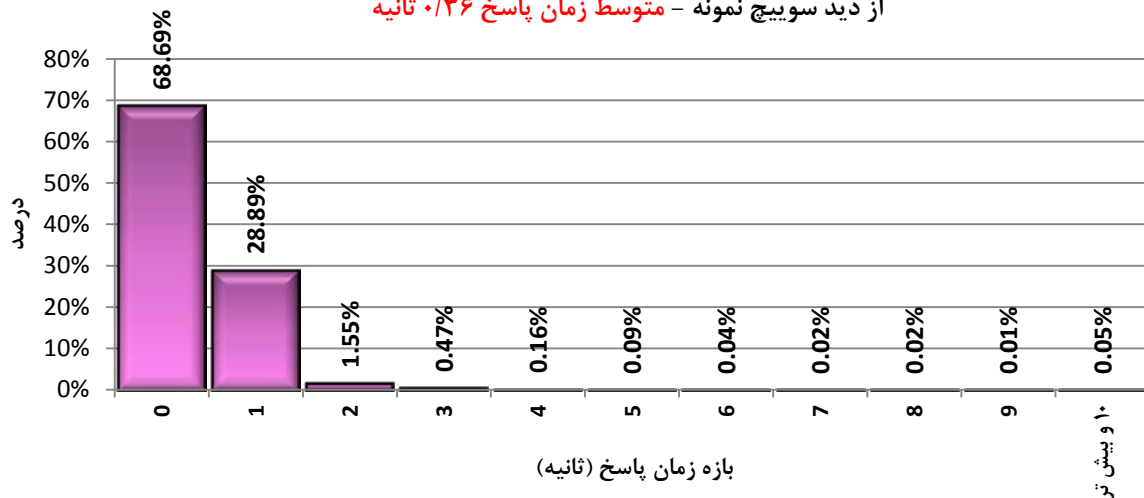
کارت خوان: مانده گیری

هیستوگرام درصد تراکنش موفق بانک نمونه، مانده گیری از کارتخوان به زمان پاسخ
از دید سویچ نمونه - متوسط زمان پاسخ ۰/۸۸ ثانیه



شکل ۲۱ - هیستوگرام درصد تراکنش موفق بانک نمونه، مانده گیری از کارتخوان به زمان پاسخ از دید سویچ نمونه

هیستوگرام درصد تراکنش موفق مانده گیری از کارتخوان به زمان پاسخ
از دید سویچ نمونه - متوسط زمان پاسخ ۰/۳۶ ثانیه



شکل ۲۲ - هیستوگرام درصد تراکنش موفق مانده گیری از کارتخوان به زمان پاسخ از دید سویچ نمونه



۴- نتایج به دست آمده از تغییر پاراکتر سقف زمان پاسخ

۴-۱- بررسی تاثیر کاهش سقف زمان پاسخ در بانک نمونه

همان طور که در هیستوگرام‌های بخش قبل مشهود است، زمان پاسخ درصد بسیار ناچیزی از تراکنش‌ها بیش از ۱۰ ثانیه است. در سویچ بانک نمونه پارامتر سقف زمان پاسخ بین سویچ و سامانه متمرکز ۱۵ ثانیه تنظیم شده بود که این مساله در لحظات اختلال موجب تشکیل صف تراکنش بین سویچ و سامانه متمرکز می‌شود. زیرا به تراکنش‌هایی که دچار مشکل‌اند اجازه می‌دهد به مدت ۱۵ ثانیه در صف باقی بمانند. طبق قانون لیتل^۱ طول صف از رابطه (۴) قابل محاسبه است. در این رابطه \overline{RT} متوسط زمان پاسخ است. این زمان پاسخ در لحظات اختلال تا ۱۵ ثانیه افزایش یافته که با توجه به تعداد ۱۰۰ تراکنش در ثانیه در ساعات اوج بار، طول صف به ۱,۵۰۰ تراکنش نیز می‌رسید.

$$QL = TPS \times \overline{RT} \quad (4)$$

۴-۲- تنظیم سقف زمان پاسخ

با توجه به رابطه (۴) و هیستوگرام‌های زمان پاسخ، کاهش مرحله به مرحله زمان سقف زمان پاسخ برای افزایش ظرفیت و پایداری سویچ پیشنهاد می‌شود. کاهش TimeOut باید به با توجه به توزیع تراکنش‌ها از نظر زمان پاسخ صورت گیرد که به بالا رفتن بیش از حد درصد خطای بانک منجر نشود. جدول ۴ توصیفی از افزایش متوسط درصد خطای بانک به ازای مقادیر مختلف TimeOut است.

به‌عنوان مثال در تراکنش برداشت وجه از خودپرداز، اگر پارامتر TimeOut برابر با ۱۰ ثانیه باشد ۰/۰۹٪ از تراکنش‌ها با خطا مواجه می‌شوند. اگر TimeOut برابر با ۷ ثانیه تنظیم شود میزان خطا به ۰/۱۹ و اگر برابر با ۴ ثانیه تنظیم شود میزان خطا به ۰/۶۲ درصد افزایش می‌یابد. با توجه به جدول زیر مقدار ۷ ثانیه برای سقف زمان پاسخ پیشنهاد شده است. در صورتی که زمان پاسخ در بانک نمونه از ۱۰ به ۷ ثانیه کاهش یابد با توجه به رابطه (۴) طول صف تراکنش‌ها در ساعات اوج بار و بروز اختلال از ۱۰۰۰ به ۷۰۰ کاهش می‌یابد. این به معنای افزایش ۴۲ درصدی ظرفیت سویچ خواهد بود. این تغییر پارامتر در سویچ خواهد بود و TimeOut سامانه متمرکز بانک می‌تواند هر مقداری داشته باشد و به طور کلی تاثیری در عملکرد سامانه متمرکز نخواهد داشت.

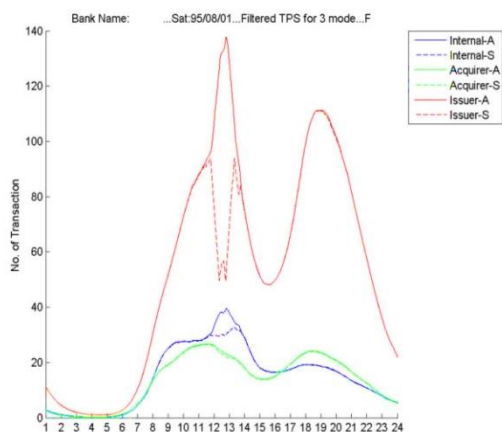
¹ - Little law



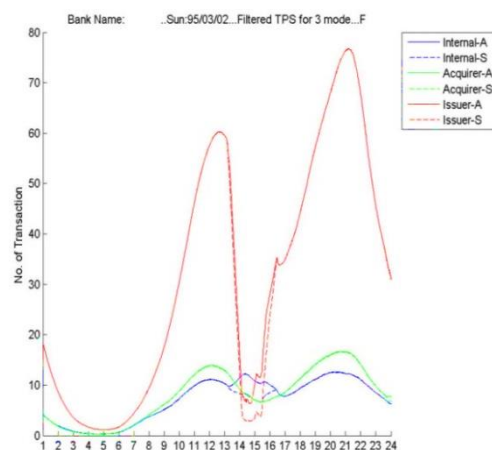
جدول ۴ - افزایش متوسط درصد خطای بانک به ازای مقادیر مختلف TimeOut

میزان افزایش متوسط خطای بانک (%)			نوع تراکنش	پایانه انجام تراکنش
TimeOut = 4s	TimeOut = 7s	TimeOut = 10s		
۰/۶۲	۰/۱۹	۰/۰۹	برداشت وجه	خودپرداز
۰/۶۶	۰/۲۳	۰/۱۲	انتقال وجه	
۰/۶۳	۰/۲۲	۰/۱۱	مانده گیری	
۰/۴۰	۰/۰۹	۰/۰۴	پرداخت قبض	
۰/۶۸	۰/۱۵	۰/۰۳	خرید	کارت خوان
۰/۴۴	۰/۰۷	۰/۰۳	پرداخت قبض	
۰/۶۸	۰/۱۹	۰/۰۳	مانده گیری	

با توجه به بررسی های فوق در تاریخ ۹۵/۰۶/۱۲ کاهش پارامتر TimeOut بین سوییج و سامانه متمرکز در بانک نمونه، از ۱۵ به ۱۰ ثانیه صورت گرفت. با این تغییر میزان پایداری سوییج تا حد قابل ملاحظه ای افزایش یافته به گونه ای که در زمان هایی که سامانه متمرکز پاسخ اصل تراکنش و تراکنش اصلاحی را نمی دهد، طول صف تا حد معقولی افزایش یافته که به افتادن سوییج منجر نمی شود. شکل ۲۳ به خوبی این پایداری را نشان می دهد. در این شکل خط ممتد - کل تراکنش های ثبت شده در سوییج و خط نقطه چین -- تراکنش های موفق را نشان می دهد.



ب. پس از تغییر (۹۵/۰۸/۰۱)



الف. پیش از تغییر (۹۵/۰۳/۰۲)

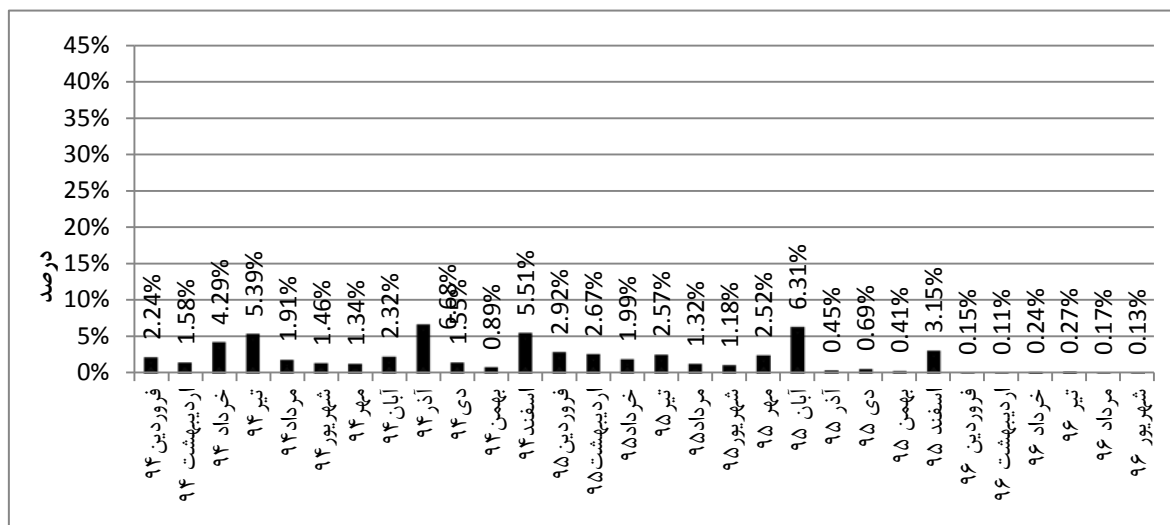
شکل ۲۳ - نمودار تراکنش های دریافتی و موفق سوییج بانک نمونه و اثر تغییر TimeOut در عملکرد سوییج

شکل ۲۳ الف مربوط به زمانی است که TimeOut برابر ۱۵ ثانیه بود. همان طور که در شکل ۲۳ الف مشخص است از ساعت



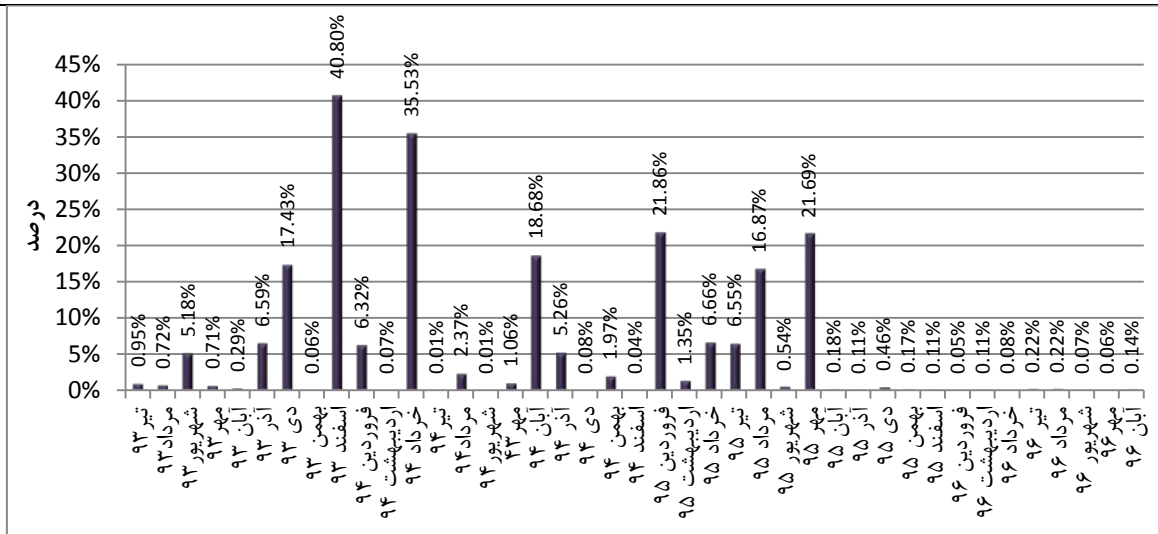
۱۳ تا ۱۶ که سامانه متمرکز تراکنش‌ها را جواب نمی‌دهد، سامانه سوییج نیز با قطعی مواجه شده است. شکل ۲۳. ب. بروز اختلال در سامانه متمرکز بانک نمونه در روز ۹۵/۰۸/۰۱ را نشان می‌دهد. در این روز از ساعت ۱۱ تا ۱۴ سامانه متمرکز با نرخ ۵۰ درصد تراکنش‌ها را به صورت موفق پاسخ داده است. با این حال به دلیل اصلاح پارامتر TimeOut، سوییج دچار قطعی نشده و از بحران عبور کرده است.

تاثیر اصلاح پارامتر TimeOut در شکل ۲۴ مشخص است. همان طور که نشان داده شده متوسط درصد خطای صادرکنندگی بانک نمونه در آذرماه ۹۵ نسبت به ماه‌های گذشته بسیار پایین بوده به گونه‌ای که به ازای هر ۲۲۰ تراکنش یک تراکنش با خطا مواجه شده است. این شاخص در آبان ماه به ازای هر ۱۶ تراکنش یک خطا بوده است.



شکل ۲۴ - درصد خطای صادرکنندگی بانک نمونه از دید پذیرندگی سوییج نمونه از ۱۳۹۴/۰۱/۰۱ تا ۱۳۹۶/۰۶/۳۱

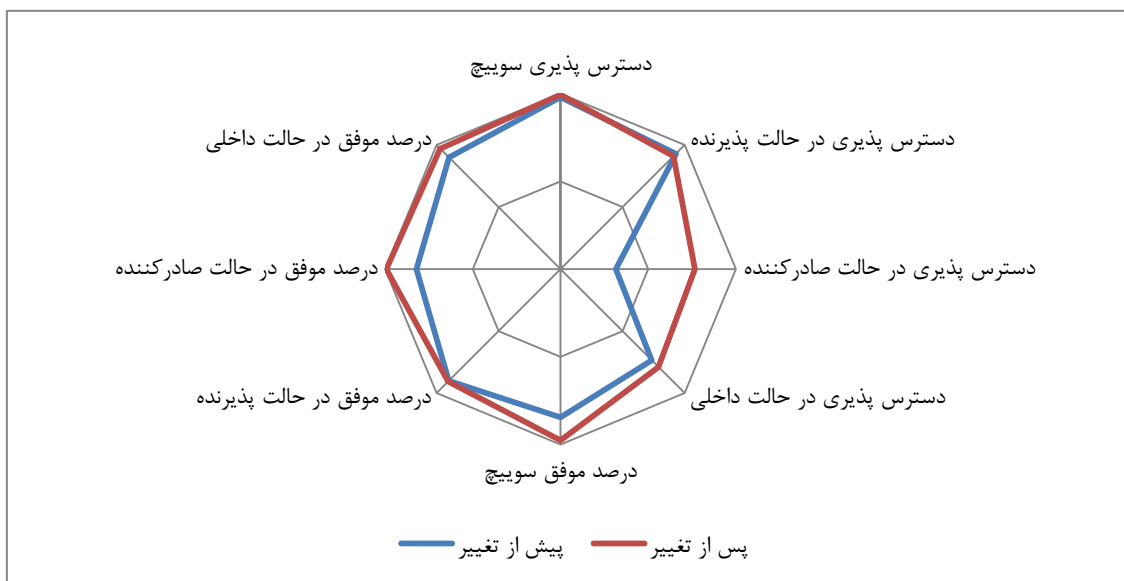
Error! Reference source not found. درصد خطای روز واریزی یارانه رسم شده است. همان طور که مشاهده می‌شود درصد خطا از مهرماه ۹۵ کاهش چشم‌گیری داشته و در این روز با درصد خطای بالا مواجه نیستیم. روزهای واریز یارانه به‌عنوان روزهایی که سوییج کارت با افزایش بار رو به رو هست، نشان دهنده تاب آوری سامانه سوییج پس از تغییر پارامتر سقف زمان پاسخ در آبان ۹۵ است. همان گونه که در شکل ۲۶ مشخص است، با گذشت یک سال از تغییر پارامتر سقف زمان پاسخ، پایداری در عملکرد سامانه کارت مشهود است.



شکل ۲۵- متوسط درصد خطای صادرکنندگی سوییچ بانک نمونه در روزهای واریز بارانه به تفکیک ماه از تیرماه ۹۳ تا آبان ماه ۹۶

۳-۴- مقایسه کلی وضعیت پیش و پس از تغییر پارامتر سقف زمان پاسخ

در این بخش خلاصه‌ای از نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق به صورت خلاصه در نمودار شکل ۲۶ و جدول ۵ ارائه شده است. نمودار شکل ۲۶ و جدول ۵ مطابق یکدیگرند و به خوبی نشان می‌دهند که درصد خطای صادرکنندگی و زمان‌های قطعی سرویس صادرکنندگی کارت بانک نمونه پس از تغییر پارامتر سقف زمان پاسخ بهبود یافته است. درصد خطای صادرکنندگی سوییچ از ۲/۶۷ به ۰/۱۱ درصد کاهش پیدا کرده است. این مساله به این معنی است که قبل از تغییر پارامتر، مشتری بانک نمونه به ازای هر ۳۸ تراکنش با یک خطا مواجه می‌شود در صورتی که پس از تغییر به ازای هر ۹۱۰ تراکنش با یک خطا روبرو می‌شود. همچنین زمان خارج از سرویس سامانه کارت بانک نمونه از ۱۲۲۶ دقیقه در سال به ۴۱۰ دقیقه کاهش پیدا کرده است.



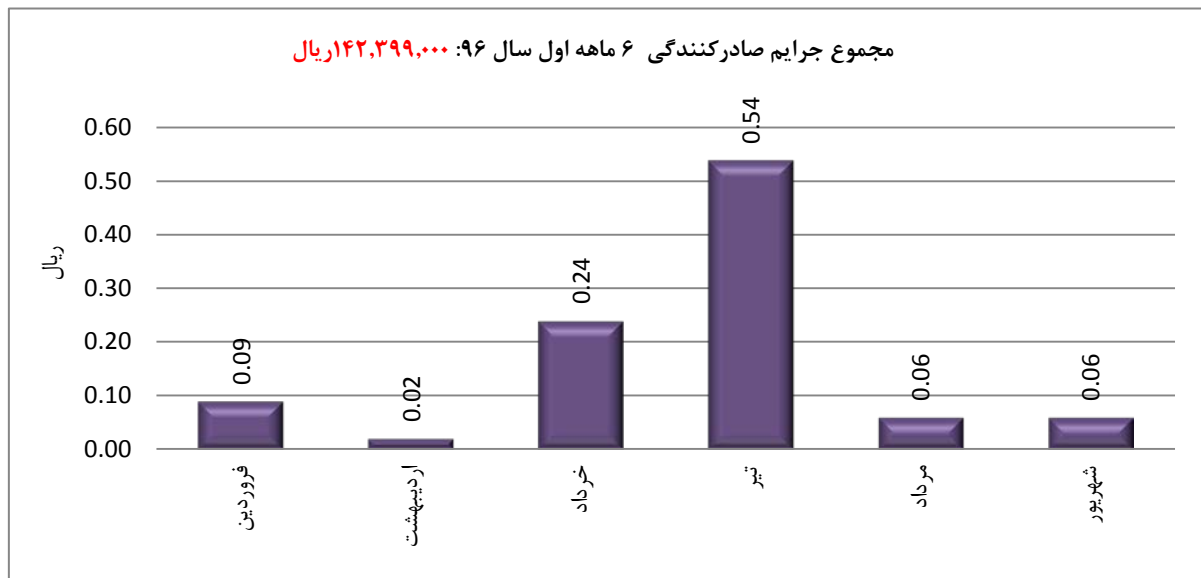


شکل ۲۶- مقایسه کلی وضعیت پیش و پس از تغییر پارامتر TimeOut

جدول ۵- شاخص‌های کلی وضعیت پیش و پس از تغییر پارامتر TimeOut

پس از تغییر		پیش از تغییر		شاخص	پس از تغییر		پیش از تغییر		شاخص
●	۱۰	●	۳۸	زمان خارج از سرویس سویچ (دقیقه)	●	۹۹/۹۹	●	۹۹/۹۶	دسترس پذیری سویچ
●	۱۵۹	●	۱۲۳	زمان خارج از سرویس پذیرندگی (دقیقه)	●	۹۹/۸۲	●	۹۹/۸۶	دسترس پذیری پذیرندگی
●	۴۱۰	●	۱۲۲۶	زمان خارج از سرویس صادرکنندگی (دقیقه)	●	۹۹/۵۳	●	۹۸/۶۳	دسترس پذیری صادرکنندگی
●	۳۶۱	●	۴۷۴	زمان خارج از سرویس داخلی (دقیقه)	●	۹۹/۵۸	●	۹۹/۴۷	دسترس پذیری داخلی
●	۲۷۸	●	۴۴	سطح بلوغ سویچ (تراکنش)	●	۰/۳۶	●	۲/۳۲	درصد خطا سویچ
●	۷۱	●	۶۸	سطح بلوغ پذیرندگی (تراکنش)	●	۱/۴	●	۱/۴۸	درصد خطا پذیرندگی
●	۹۱۰	●	۳۸	سطح بلوغ صادرکنندگی (تراکنش)	●	۰/۱۱	●	۲/۶۷	درصد خطا صادرکنندگی
●	۲۳۳	●	۶۶	سطح بلوغ داخلی (تراکنش)	●	۰/۴۳	●	۱/۵۱	درصد خطا داخلی

آمارهای موجود در جدول ۵ با استفاده از اندازه‌گیری‌های به عمل آمده و پایش تراکنش‌های بانک نمونه در طی سه سال و نیم (تیرماه ۹۳ تا آبان ۹۶) به دست آمده است. آمارهای منتشرشده از سوی بانک مرکزی ج.ا.ایران نیز نشان می‌دهد که سرانه جرایم تراکنش‌های موفق بانک نمونه از متوسط ۲۱/۵ ریال به ازای هر تراکنش به ۰/۱۷ ریال کاهش پیدا کرده است. شکل ۲۷ سرانه جرایم بانک نمونه در ۶ ماهه اول سال ۹۶ را نشان می‌دهد.



شکل ۲۷- سرانه جریمه تراکنش‌های موفق صادرکنندگی بانک نمونه به تفکیک ماه ۶ ماهه اول سال ۹۶

۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله نتایج عملی به دست آمده از تنظیم پارامتر سقف زمان پاسخ سامانه کارت در یک بانک نمونه ارائه شد. سامانه سویچ بانک نمونه همراه با افزایش زمان پاسخ تراکنش‌ها در سامانه متمرکز، دچار ناپایداری می‌شده است. این امر سبب



ناموفق شدن درصد بالایی از تراکنش‌ها و به سبب آن قطع شدن سامانه سوئیچ و افزایش جرایم بانک نمونه از سوی بانک مرکزی بود. با شناسایی آماری رفتار سامانه سوئیچ کارت مبتنی بر تحلیل داده تراکنش‌ها، راه‌حل تنظیم سقف زمان پاسخ پیشنهاد شد. بر اساس این راه‌حل با به دست آوردن توزیع زمان پاسخ تراکنش‌ها در سرویس‌های مختلف کارت، مقدار مشخصی برای سقف زمان پاسخ تعیین شد که بتواند ترازشی^۱ منطقی بین متوسط خطا و ناپایداری سامانه کارت برقرار کند. در نتیجه این تغییر کاهش چشمگیری در خطای صادرکنندگی بانک نمونه، جرایم صادرکنندگی، فرصت‌های از دست رفته کسب و کاری و همچنین بهبود ده برابری در ظرفیت سامانه کارت بانک نمونه را به همراه داشته است. تغییر یک پارامتر در سطح نرم افزار توانسته است نیاز بانک به خرید سخت افزارهای قدرتمند برای افزایش ظرفیت پردازش تراکنش‌ها را به تعویق بیندازد. در ادامه این پژوهش برای تنظیم پارامترها و تخصیص بهینه منابع در زیرساخت‌های سوئیچ و سامانه متمرکز می‌توان موضوعاتی نظیر: تنظیم پارامتر تعداد نخ در سامانه متمرکز و تخصیص آن مبتنی بر الگوی توزیع تراکنش‌ها و همچنین تخصیص منابع صف تراکنش‌ها و حافظه در سوئیچ پذیرنگی به نسبت توزیع تراکنش بانک‌های صادرکننده، مورد تحقیق و بررسی قرار می‌گیرند.

منابع

- [1]. محدثه مرادی، محمد کمیجانی، حمید آقایی، محمدرضا جمالی، بابک نجار اعرابی، "شبیه‌سازی شبکه نمونه پرداخت الکترونیکی در سطح تراکنش و بررسی دسترس پذیری حس شده توسط کاربر در دو معماری متمرکز و گسترده"، دومین همایش بین‌المللی بانکداری الکترونیک و نظام‌های پرداخت، مرکز همایش‌های بین‌المللی صداوسیما، تهران، ۲۶ و ۲۷ دی‌ماه ۱۳۹۱.
- [2]. Xie, W. Sun, H. Cao, Y. and Trivedi, K.S. (2003). Modeling of user perceived web server availability. In Proceedings of the IEEE International Conference on Communications, pp.1796 - 1800.
- [3]. محمد کمیجانی، نگار حسن‌پور، بابک نجار اعرابی، "محاسبه دسترس‌پذیری حس شده از سوی کاربر نهایی بر اساس بازسازی الگوی تقاضای تراکنش بانکی"، دومین همایش بین‌المللی بانکداری الکترونیک و نظام‌های پرداخت، مرکز همایش‌های بین‌المللی صداوسیما، تهران، ۲۶ و ۲۷ دی‌ماه ۱۳۹۱.
- [4]. زهرا جهان، محمد کمیجانی، مهدی کراری، "پیش‌بینی کوتاه‌مدت و میان‌مدت تراکنش‌های بانکی با بهره‌گیری از شبکه‌های عصبی مصنوعی"، دومین همایش بین‌المللی بانکداری الکترونیک و نظام‌های پرداخت، مرکز همایش‌های بین‌المللی صداوسیما، تهران، ۲۶ و ۲۷ دی‌ماه ۱۳۹۱.
- [5]. سهیلا کریمی، محمد کمیجانی، محمدرضا جمالی، بابک نجار اعرابی، "بررسی تاثیر سقف زمان پاسخ بر پایداری سوئیچ پرداخت الکترونیکی و دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر"، اولین همایش بین‌المللی بانکداری الکترونیک و نظام‌های پرداخت، مرکز همایش‌های بین‌المللی صداوسیما، تهران، ۳۰ بهمن و ۱ اسفندماه ۱۳۹۰.
- [6]. سهیلا کریمی، محمد کمیجانی، بابک نجار اعرابی، "مدل‌سازی زنجیره انجام تراکنش الکترونیکی و بررسی تاثیر خصوصیات کیفی اجزای زنجیره بر روی دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر و تراکنش‌های بازگشتی"، دومین همایش بین‌المللی بانکداری الکترونیک و نظام‌های پرداخت، مرکز همایش‌های بین‌المللی صداوسیما، تهران، ۲۶ و ۲۷ دی‌ماه ۱۳۹۱.
- [7]. زهرا جهان، حمید آقایی، محمدرضا جمالی، بابک نجار اعرابی، "مدل‌سازی و شناسایی آماری شاخص‌های سطح بالای سامانه پرداخت الکترونیکی"، اولین همایش بین‌المللی بانکداری الکترونیک و نظام‌های پرداخت، مرکز همایش‌های بین‌المللی صداوسیما، تهران، ۳۰ بهمن و ۱ اسفندماه ۱۳۹۰.

¹ Trade-off



هفتمین همایش سالانه
بانکداری الکترونیک
و نظام‌های پرداخت

تهران، مرکز همایش‌های بین‌المللی برج میلاد - ۳ و ۲ بهمن ۱۳۹۶

7th Annual Conference
on Electronic Banking
and Payment Systems

نوآوری، بازیگران جدید و کارایی در کسب و کار مالی



- [۸]. سهیلا کریمی، "مدل‌سازی و شبیه‌سازی شبکه بانکداری الکترونیکی در سطح تراکنش"، پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی برق - گزارش کنترل، دانشگاه تهران، تیرماه ۱۳۹۳
- [9] Song, Y. J., Tobagus, W., Raymakers, J. and Fox, A. *Is MTTR more important than MTTF for improving user-perceived availability?*. Manuscript submitted for publication, Stanford university. [online]. Available at: <http://www.cs.cornell.edu/~yeejiun/mttr.pdf> (last access: 2011).
- [۱۰]. حمید آقایی مغانجویی، بابک نجار اعرابی، "ارایه روشی هوشمند برای تخمین میزان خطای شبکه پرداخت الکترونیکی"، دومین همایش بین‌المللی بانکداری الکترونیک و نظام‌های پرداخت، مرکز همایش‌های برج میلاد، تهران، مرکز همایش‌های بین‌المللی صداوسیما، تهران، ۲۶ و ۲۷ دی‌ماه ۱۳۹۱.
- [11]. Schroeder, R.G., Linderman, K., Liedtke, C., Choo, A.S., 2008. Six Sigma: definition and underlying theory. *Journal of Operations Management* 26 (4), 536-554.