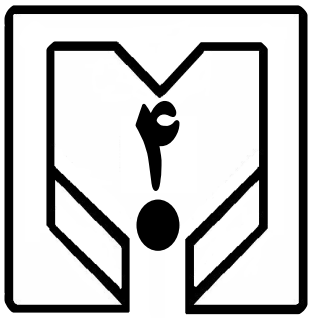


مدیریت نقدینگی وجوه نقد صندوق شعب
با استفاده از مدل انتشار

ایمان نوربخش *

هادی حیدری **

زهرا زواریان ***

* مدیریت ریسک بانک کارآفرین

** کارشناس ارشد مهندسی سیستم‌های اقتصادی اجتماعی

*** کارشناس ارشد توسعه و برنامه ریزی اقتصادی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

چکیده ۱۶۱
مقدمه ۱۶۲
۱- ادبیات نظری و پیشینه تحقیق ۱۶۳
۱-۱- مدل بامول ۱۶۳
۱-۲- مدل میلر ۱۶۵
۲- چارچوب تحلیل ۱۶۷
۳- برازش مدل و تحلیل ۱۶۸
۳-۱- داده‌ها ۱۶۸
۳-۲- روش سری زمانی ۱۶۹
۳-۳- مدل انتشار ۱۷۲
۳-۳-۱- تعیین کران‌های بالا و پایین واریز و برداشت وجوه نقد ۱۷۲
۳-۳-۲- بررسی توزیع زمانی تراکنش‌های نقد شعبه ۱۷۵
۳-۳-۳- تعیین سقف و حد بهینه صندوق ۱۷۵
جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ۱۷۸
کتاب‌نامه ۱۸۱

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول شماره ۱- بررسی مانایی دو سری ورود و خروج جریان وجوه نقد شعبه ۱۶۹
جدول شماره ۲- برازش مدل ARMA(5,0) و EGARCH(2,1) برای برداشت‌های نقد مشتریان شعبه نمونه ۱۷۰
جدول شماره ۳- پیش‌بینی مدل ۱۷۲
جدول شماره ۴- مقادیر تخمین‌زده شده برای ورودی و خروجی ۱۷۴
جدول شماره ۵- مقادیر مانده‌های آخر روز شعبه ۱۷۵
جدول شماره ۶- بررسی توزیع زمانی تراکنش‌های نقد شعبه ۱۷۵
جدول شماره ۷- حد بهینه، سقف و کف نقدینگی برای حالت ماهانه ۱۷۶
جدول شماره ۸- مقادیر به‌دست آمده بهینه برای حالت فصلی ۱۷۷

فهرست نمودارها

عنوان **صفحه**

نمودار ۱- مقدار بهینه وجوه نقد ۱۶۲
نمودار ۲- تعیین نقطه بهینه وجوه نقد ۱۶۴
نمودار ۳- مدل میلر- اور ۱۶۵
نمودار ۴- محاسبه خالص نقدینگی در شرایط ریسک‌گریز و نرمال ۱۷۴
نمودار ۵- مقایسه مقادیر بهینه به‌دست آمده از مدل انتشار با سقف کنونی شعبه ۱۷۸
نمودار ۱ پیوست- تطبیق مقادیر واقعی با مقادیر برازش شده مدل سری زمانی ۱۸۰

چکیده

ذخایر نقد بانکی اعم از اسکناس و مسکوک و چک پول که برای عملیات روزانه مشتریان شعب طی روز مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌بایست به‌نحوی مدیریت شود که به‌رغم پوشش ریسک نقدینگی ناشی از کسری وجوه، هزینه رکود وجوه نقد مازاد، به حداقل برسد. بنابراین در این تحقیق به دنبال بهینه کردن مانده وجوه نقد صندوق شعب بانک هستیم. به‌منظور تعیین حد و سقف بهینه پول در صندوق شعب، از دو رویکرد سری زمانی و مدل انتشار[1] استفاده کردیم و پیش‌بینی به دو صورت ماهانه و فصلی صورت گرفت. در مدل انتشار از تابع توزیع احتمالی مقادیر واریز و برداشت نقد مشتریان شعبه و خالص نقدینگی مورد نیاز و تابع توزیع زمانی واریز و برداشت نقدی استفاده کردیم. داده‌های مورد استفاده به‌صورت روزانه و در فاصله زمانی ۸۷/۰۱/۱۵ تا ۸۸/۰۸/۳۰ شعبه منتخب جمع‌آوری گردید. با استفاده از شبیه‌سازی انجام شده، علاوه بر تعیین حد بهینه نگهداری پول در صندوق، به کاهش ۲۵ درصدی سقف پول در صندوق نسبت به وضعیت کنونی رسیدیم.

کلمات کلیدی: مدیریت نقدینگی، بهینه‌یابی، مدل انتشار.

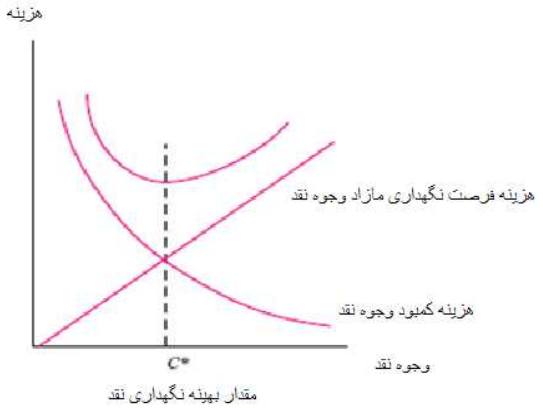
طبقه‌بندی JEL : C5 ،G21

[1] Diffusion Model

۱- مقدمه

از آنجایی‌که شعب بانک برای پاسخگویی به جریانات نقـدی خروجـی غیرمنتظـره و تقاضـای برداشت نقدی مشتریان، نیازمند نگهداری وجوه مازاد می‌باشند، تقبل هزینه نگهداری این وجـوه، به‌صورت چشم‌پوشی از سود حاصل از سرمایه‌گذاری احتمالی امری گریزناپذیر اسـت. منـابع نقـد شعبه عبارت است از جریان نقد حاصل از عملیات روزانه شعبه (آورده نقد مشتریان) و ذخیره نقد صندوق که روزانه توسط خزانه بانک تأمین می‌شود. نگهداری وجوه در صندوق شـعبه همـواره بـا یک هزینه- فایده همراه است به بیان دیگر فایده نگهداری وجوه مازاد پوشش ریسک نقـدینگی و اطمینان از مواجهه نشدن با کسری نقدینگی و در مقابل هزینه آن افزایش هزینه خواب پـول و از دست دادن فرصت سرمایه‌گذاری وجوه است. از این‌رو مدیر نقدینگی همواره درصدد بهینه کردن مانده وجوه نقد صندوق با توجه به عملیات روزانه آن می‌باشد. همان‌طور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود، میزان بهینه وجه نقد با توجه به پوشش هزینه مازاد نقدینگی شعبه از یک‌سو و پوشـش ریسک نقدینگی حاصل ازکمبود وجوه نقد از سوی دیگر، نقطه C خواهد بود. نکته مهم این اسـت که شعبه و مدیر مالی تلاش نمی‌کند که شکاف نقدینگی را به صفر برساند، بلکه هـدف تنظـیم و کنترل شکاف نقدینگی در محدوده قابل کنترل است. چرا که تأمین نقـدینگی بخـش عمـده‌ای از وظایف و کارکردهای بانک است و با انجام این خدمات برای مشتریان، درآمـد کسـب مـی‌کنـد. از این‌رو برای مدیریت شکاف نقدینگی می‌بایست ابتدا تخمین و سپس پیش‌بینی برای جریان نقدی شعبه صورت بگیرد.

نمودار ۱: مقدار بهینه وجوه نقد



در واقع هدف پیش‌بینی نقدینگی، کسب اطمینان از داشتن منابع کافی وجوه در یک سطح هزینه قابل قبول در آینده است. برای پیش‌بینی نقدینگی دانستن سه متغیر: میزان نقدینگی مورد نیاز، زمان نیاز و منابع آتی قابل دسترس اهمیت دارد. برای این منظور پیش‌بینی جریان نقد ورودی و خروجی طی یک دوره زمانی و محاسبه تفاوت بین وجوه دریافتی و پرداختی، پیش‌بینی مازاد یا کسری نقدینگی صورت می‌گیرد. پس از شناسایی مازاد یا کسری، برنامه‌ریزی برای جبران کسری یا مصرف مازاد به‌منظور رسیدن به تعادل نقدینگی در پایان دوره صورت می‌گیرد. همچنین در تخمین مقادیر جریان‌های نقد باید در نظر گرفته شود که هر چه امکان شناسایی جریان‌های نقد آتی کمتر باشد، پیچیدگی مدل‌سازی جریان‌های نقد بیشتر می‌شود.

در این راستا تحقیق حاضر در صدد پاسخگویی به دو پرسش زیر است:

اول- سقف بهینه مورد نیاز شعبه با توجه به خالص مصرف شعبه، چه میزان است؟

دوم- حد بهینه (نقطه برگشت بهینه)[1] پول در صندوق برای دوره مورد نظر چه میزان است؟

با هدف تحقیق حاضر، بهینه‌سازی وجوه نقد صندوق شعب بانک به‌منظور حداقل کردن هزینه رکود وجوه نقد و با در نظر گرفتن ریسک کمبود نقدینگی و استفاده بهتر از وجوه مازاد برای درآمدزایی بوده است.[2] در ادامه در بخش دوم به ادبیات نظری و پیشینه تحقیق می‌پردازیم سپس در بخش سوم چارچوب تحلیل و مدل مورد استفاده را از نظر تئوری بررسی می‌کنیم. در بخش چهارم بعد از معرفی داده‌ها مدل را تخمین زده و پیش‌بینی و تحلیل انجام می‌گیرد و در بخش پنجم نتایج تحقیق ارائه خواهد شد.

۱- ادبیات نظری و پیشینه تحقیق

۱-۱- مدل بامول(۱۹۵۲)

بامول[3]، مدلی را طراحی کرد که در آن فرد سپرده‌گذار طی یک دوره می‌تواند اقدام به برداشت یکسانی از سپرده بهره‌دار[4] خود کند که با هزینه معاملاتی[5] ثابتی به ازای هر بار و هزینه متغیری به ازای هر واحد در هر بار برداشت مواجه است. در این مدل نیز تقاضای نقدینگی

[1] Optimal Return Point

[2] زواریان. ۱۳۸۶

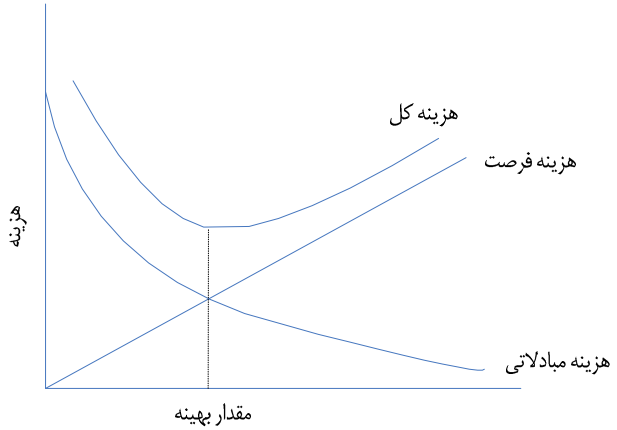
[3] Baumol,1952

[4] Interest Bearing Deposit

[5] Transaction Cost

مشخص و براساس هزینه عملیاتی مدل حداقل‌سازی می‌شود. همچنین وی برای نخستین بار مدلی برای مدیریت وجوه نقد از طریق ارتباط دادن هزینه‌فرصت[1] نگهداری پول و هزینه مبادلات طراحی کرد. از آنجاکه مبادلات اوراق بهادار با هزینه مبادلات همراه است، تعیین سطح بالاتر مانده نقدی، هزینه مبادلات را کاهش می‌دهد. همچنین هر چه وجوه نقد اضافی در شرکت نگهداری شود، هزینه فرصت از دست رفته بیشتر می‌شود.

نمودار ۲: تعیین نقطه بهینه وجه نقد



نمودار ۲ نقطه بهینه وجه نقد را نشان می‌دهد. در این نمودار محور افقی مقدار نقدینگی و محور عمودی میزان هزینه مترتب بر میزان وجه نقد را نشان می‌دهد. طبق نمودار مذکور، هر چه مقدار وجه نقد نگهداری شده در بنگاه بیشتر باشد، هزینه مبادلاتی کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، با نگهداری وجه نقد، هزینه فرصت سرمایه‌گذاری و کسب منفعت از آن کاهش می‌یابد. بدین ترتیب، هزینه فرصت رابطه مثبت و هزینه مبادلاتی رابطه منفی با نگهداری وجه نقد دارد. بنابراین بامول برای حل مسئله بهینه‌سازی وجه نقد سه متغیر را در نظر می‌گیرد:

F: هزینه ثابت مبادلات برای جبران کسری نقدی

T: کل مقدار وجوه نقد مورد نیاز برای یک دوره برنامه‌ریزی شده

K: هزینه فرصت نگهداری وجه نقد، نرخ بهره نگهداری اوراق

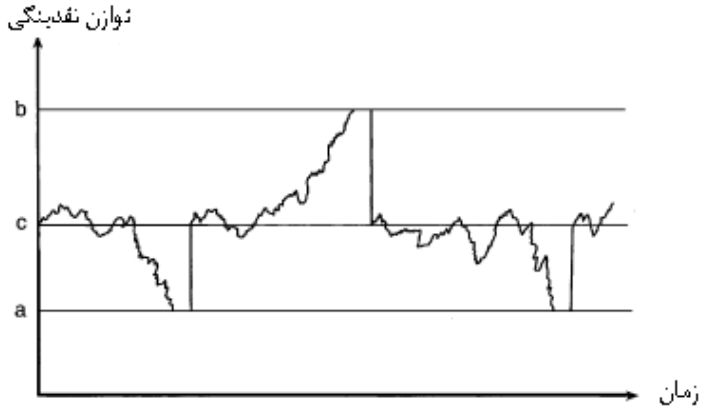
[1] Opportunity Cost

محدودیت‌های مدل باموِل: مدل فرض می‌کند که در دوره برنامه‌ریزی شده هیچ‌گونه پرداخت و دریافت نقدینگی اتفاق نمی‌افتد، در حالی‌که در عمل شرکت با پرداخت‌ها و دریافت‌های روزانه مواجه است. همچنین مدل هیچ ذخیره احتیاطی برای رویارویی با کسری احتمالی وجه نقد در نظر نمی‌گیرد. بی‌گمان هر چه شرکت‌ها بتوانند اوراق بهادار خود را زودتر بفروشند، یا استقراض کنند، نیاز به نگهداری ذخیره احتیاطی کمتر خواهد بود.[1]

۱-۲- مدل میلر- اور(۱۹۶۷)[2]

مرتون میلر و دانیل اور، مدلی براساس نوسان‌های روزانه وجوه نقد طراحی کردند. در این مدل فرض بر توزیع نرمال جریان خالص وجوه نقد است و در هر روز خالص جریان نقدی می‌تواند برابر ارزش مورد انتظار و یا کمتر و یا بیشتر باشد.

نمودار ۳: مدل میلر- اور



نمودار ۳ نشان می‌دهد که کارکرد مدل پیشنهادی چگونه است. یک حد بالا B و یک حد بهینه C و حد پایین A برای گردش وجوه اعمال می‌شود. بنگاه اجازه نوسان جریان‌های نقدی بین دو محدوده بالا و پایین را آزاد می‌گذارد و تا تراز نقدی بین این دو محدوده باشد، شرکت هیچ مبادله‌ای انجام نمی‌دهد. هنگامی‌که تراز نقدی به B برسد، بنگاه به اندازه B-C مقدار اوراق بهادار خریداری می‌کند. این عمل سطح نقدی را به C می‌رساند. به‌همین ترتیب اگر وجوه نقد به

[1] Ross.Westerfield. Jeffe, 2005
[2] Miller- Orr, 1976

سطح A افت کند، بنگاه بایستی به اندازه C-A اوراق بهادار به فروش برساند. مدل مذکور تنها حد بالای وجه نقد را بیان می‌کند و حد پایین، توسط مدیریت با توجه به اینکه چه میزان ریسک نقدینگی را می‌پذیرد، تعیین می‌شود. از این‌رو سطح پایین یا حداقل نقدینگی با تخمین مدل تعیین شده و دو سطح دیگر بالا و مطلوب توسط مدل میلر- اور اندازه‌گیری می‌شود.

مدل میلر- اور هم مانند مدل بامول به هزینه فرصت و هزینه مبادله بستگی دارد. هزینه هر مبادله اعم از خرید و فروش اوراق (F) ثابت در نظر گرفته می‌شود. همچنین هزینه فرصت نگهداری وجوه در یک دوره زمانی نرخ بهره اوراق بهادار است.

$$b^* = \sqrt[3]{\frac{3F\sigma^2}{4K}} + a$$

$$b^* = 3c^* - 2a$$

F: هزینه معامله برای خرید و فروش اوراق بهادار برای پوشش مازاد و کسری نقدینگی

K: هزینه‌فرصت نگهداری نقدینگی با نرخ بهره اوراق بهادار

σ: انحراف معیار استاندارد خالص نقدینگی

برخلاف مدل بامول، تعداد مبادلات در یک دوره زمانی متغیر تصادفی است، که از یک دوره به دوره دیگر وابسته به جریان‌های نقدی ورودی و خروجی متفاوت است. تراز نقدینگی دارای یک رفتار گام تصادفی و ایستا باشد، به این معنا که در یک بازه زمانی کوچک از یک روز کاری با احتمال برنولی ۰/۵ به‌صورت متقارن می‌توانیم هم واریز و هم برداشت داشته باشیم.

میلر- اور مدل خود را با استفاده از داده‌های نه ماهه مانده نقدی یک شرکت آزمایش کردند. مدل توانست سطح متوسط مانده نقدی را کمتر از سطح برآورد بنگاه تعیین کند. همچنین آن‌ها نشان دادند که بنگاه‌هایی که جریان‌های نقدی آن‌ها با نااطمینانی بیشتری مواجه است، می‌بایست مانده نقدی بیشتری نگهداری کنند. سرانجام می‌توان گفت؛ که حد پایین با نظر مدیریت و با استفاده از روش‌های پیش‌بینی تعیین می‌شود.[1]

[1] Ross,Westerfield, Jeffe. 2005

۲- چارچوب تحلیل

در این بخش به تفسیر ساختار کلی مدل شکاف می‌پردازیم. این ساختار براساس مدل میلر- اور است. هدف مدل انتشار، استفاده از یک فرم اصلاح شده با حذف کردن بعضی از فروض محدودکننده مدل میلر- اور است. توازن نقدینگی در مدل میلر- اور دارای توزیع گام تصادفی برنولی متقارن است[1]. به‌عبارت دیگر توازن نقدینگی در بازه زمانی کوچک با احتمال ۰/۵ در یک روز کاری مانند 1/t (۱/۸ معادل یک ساعت کاری) به مقدار M ریال کاهش (یا افزایش) می‌یابد. فرض می‌شود که توازن نقدینگی دارای توزیع نرمال جانبی با میانگین μ و واریانس σ^2 است. نکته حائز اهمیت در مدل شکاف این است که هیچ فرضی در مورد توزیع احتمالی توازن نقدینگی نمی‌کند. فرض می‌شود که هدف بانک حداقل کردن متوسط هزینه پول نقد نگهداری شده روزانه در بلندمدت است. فرض می‌کنیم که تابع توزیع چگالی احتمال که کران‌های بالا و پایین مدل گسست را نشان می‌دهد با $f_1(x)$ و $f_2(x)$ نشان داده می‌شود.

f(x) : تابع توزیع احتمال حالت پایدار توازن نقدینگی است.

λ: زمان کوتاهی که توازن نقدینگی در کران بالا یا پایین باقی می‌ماند که دارای توزیع زمانی نمایی با میانگین 1/λ است.

α: نرخ تغییر در واریانس توازن نقدینگی روزانه.

β : نرخ تغییر در میانگین توازن نقدینگی روزانه.

$m_1(t)$: احتمال تراکم متمرکز[2] در کران پایین

$m_2(t)$: احتمال تراکم متمرکز در کران بالا

بنابراین داریم:

$$f(x)=\begin{cases}\frac{\lambda m_1}{\beta}\left[-1+e^{\frac{2\beta}{\alpha}(x-a)}\right], & a\leqslant x\leqslant c,\\ \frac{\lambda m_2}{\beta}\left[1-e^{\frac{2\beta}{\alpha}(x-b)}\right], & c\leqslant x\leqslant b.\end{cases}$$

[1] Stationary Symmetric Bernoulli Random Walk
[2] Masses Concentrated

با توجه به فروض مدل شکاف، می‌توان مقادیر m_1 و m_2 را با استفاده از متغیرهای مذکور، به‌دست آوریم. که در آن صورت m_1 و m_2 بـه α و β و λ و a وb وc بسـتگی دارد. همچنـین توزیـع زمانی ورود و خروج وجوه نقد به‌صورت تابع نمایی با میانگین $1/\lambda_1$ و $1/\lambda_2$ و توزیع مقادیر ورود و خروج وجوه نقد به‌صورت نرمال به‌ترتیب با میانگین و واریـانس (μ_y,σ^2_y) و (μ_z,σ^2_z) فـرض مـی‌شوند. نکته درخور ذکر برای بهینه‌سازی مانده وجوه نقد این است که از وجوه نقد وارد شده برای تأمین نقدینگی مورد نیاز استفاده می‌شود، از این‌رو نسبت مقادیر ورودی به مقادیر خروجـی $\lambda_2\mu_y$ / $\rho = \lambda_1\mu_z$ نقش مهمی در این مدل ایفا می‌کند[۱]. این مدل برخلاف مـدل‌هـای سـری زمـانی کـه براساس رفتار گذشته داده‌ها ارزیابی می‌شود، توجه بیشتری به تابع توزیع احتمال داده‌ها معطوف می‌کند.

۳- برازش مدل و تحلیل

۳-۱- داده‌ها

داده‌های مورد استفاده شامل سری زمانی داده‌های روزانه واریـز و برداشـت نقـدی مشـتریان شعبه نمونه از تاریخ ۸۷/۰۱/۱۵ تا ۸۸/۰۸/۳۰ است. تجزیه و تحلیل آماری به‌منظور مدل‌سازی با استفاده از نرم‌افزارهای Eviews صورت گرفته است. همچنین به‌منظور بررسی اثر روزهـا یـا مـاه‌های خاص بر روی جریان نقدینگی شعبه که تحت عنوان آثـار تقـویمی[۲] شناسـایی مـی‌شـوند از متغیر مجازی استفاده کردیم. متغیر EndFirst نشان‌دهنده روزهای اول و آخر مـاه و متغیـر Thu نشان‌دهنده پنجشنبه هر هفته است. برای بررسی مانایی متغیرها از آزمـون ریشـه واحـد دیکـی-فولر در سطح ۵ و ۱۰ درصد برای تعیین سطح مانایی متغیرها استفاده کردیم. با توجه بـه نتـایج آزمون مشاهده می‌شود که متغیرها در سطح[۳] مانا می‌باشند. برای هموار شدن از لگـاریتم داده‌هـا استفاده کردیم. نتایج مانایی داده‌ها در جدول شماره ۱ آورده شده است.

---

[۱] برای مطاله بیشتر درمورد جزئیات مدل به مقاله I.M.Premachandra (2004) مراجعه شود.

[2] Calendar effect

[3] Level

جدول شماره ۱. بررسی مانایی دوسری ورود و خروج جریان وجوه نقد شعبه

	statistic	5%:α	10%:α	p-value
ln(Cash out)	-۳/۱۷	-۲/۹۶	-۲/۶۲	۰/۰۳۱۲
an(Cash in)	-۴/۸۶	-۲/۹۶	-۲/۶۲	۰/۰۰۰۴

۳-۲- روش سری زمانی

به مدل‌های سری زمانی، مدل‌های غیرتئوریک گفته می‌شود؛ زیرا آن‌ها را نمی‌توان از هیچ نظریه اقتصادی استنتاج کرد. این الگوها عبارتند از: فرآیندهای خود توضیح[۱]، میانگین متحرک[۲]، خود توضیح میانگین متحرک و فرآیندهای خود توضیح جمعی میانگین متحرک[۳]. به‌علاوه در این مدل‌ها، اگر واریانس اجزای پسماند در مرحله تشخیص دارای روند باشند، می‌توان تغییرات واریانس را مدل‌سازی کرد و از روش‌های "اتورگرسیو واریانس ناهمسانی شرطی[۴]" استفاده نمود. درواقع مدل‌های اتورگرسیو می‌توانند، روند واریانس شرطی را با توجه به اطلاعات گذشته خود توضیح دهند. در ادامه برای تسخیر تأثیرات نامتقارن روی تلاطم‌ها نلسون[۵] ۱۹۹۱ مدل گارچ نمایی[۶] را پیشنهاد داد[۷].

بدین ترتیب برای مدل‌سازی معادله میانگین برداشت‌های نقد شعبه نمونه از مدل خود توضیح میانگین متحرک (۰ و ۵) استفاده کردیم. لیکن به‌دلیل وجود ناهمسانی واریانس در باقیمانده‌های حاصل از تخمین میانگین شرطی از فرمول گارچ‌نمایی (۱و۲) برای تخمین معادله واریانس شرطی استفاده کردیم.

[1] Autoregressive: AR
[2] Moving Average: MA
[3] Autoregressive Integrated Moving Average: ARIMA (p, q)
[4] Autoregrresive conditional Heteroskedastic: ARCH
[5] Nelson,1991
[6] Exponential Garch: EGARCH

[۷] اندرس،۱۳۸۶

جدول شماره ۲: برازش مدل ARMA(5,0) و EGARCH(2,1) برای برداشت‌های نقد مشتریان شعبه نمونه

Dependent Variable: LNP				
Variable	**Coefficient**	**Std. Error**	**c-Statistic**	**Prob.**
C	۲۰/۶۹۷	۱/۷۴۴	۱۱/۸۶۹	۰/۰۰۰
ENDFIRST	۰/۱۱۵	۰/۰۵۲	۲/۲۰۱	۰/۰۲۸
THU	-۰/۰۸۸	۰/۰۴۰	-۲/۲۰۷	۰/۰۲۷
AR(1)	۰/۲۰۴	۰/۰۴۸	۴/۲۱۷	۰/۰۰۰
AR(2)	۰/۱۶۷	۰/۰۵۱	۳/۲۸۵	۰/۰۰۱
AR(3)	۰/۱۵۹	۰/۰۴۷	۳/۳۷۲	۰/۰۰۱
AR(4)	۰/۱۸۶	۰/۰۵۰	۳/۷۲۵	۰/۰۰۰
AR(5)	۰/۱۰۸	۰/۰۴۸	۲/۲۴۱	۰/۰۲۵
Variance Equation				
C(15)	-۰/۲۴۰	۰/۰۶۹	-۳/۴۶۵	۰/۰۰۱
C(16)	۰/۲۳۷	۰/۰۶۷	۳/۵۳۷	۰/۰۰۰
C(17)	۰/۰۰۲	۰/۰۴۶	۰/۰۳۵	۰/۹۷۲
C(18)	۰/۹۵۸	۰/۰۲۳	۴۲/۰۳۰	۰/۰۰۰
T-DIST. DOF	۵/۱۱۴	۱/۲۴۴	۴/۱۱۲	۰/۰۰۰
R-squared	۰/۶۱۸	**Mean dependent var**		۲۰/۳۸۴
Adjusted R-squared	۰/۶۱۰	**S.D. dependent var**		۰/۷۴۵
S.E. of regression	۰/۴۸۲	**Akaike info criterion**		۱/۱۹۸
Sum squared resid	۹۸/۰۸۱	**Schwarz criterion**		۱/۳۷۴
Log Likeaibood	-۲۴۵/۰۷۰	**Hannan-Quinn criter.**		۱/۲۶۷
F-statistic	۳۴/۹۱۳	**Durbin-Watson stat**		۲/۰۱۲
Prob(F-statistic)	۰/۰۰۰			

براساس نتایج تخمین جدول شماره ۲، در روزهای اول و آخرماه میزان برداشت نقدی مشتریان به‌صورت معناداری افزایش پیدا می‌کند. همچنین روزهای پنجشنبه میزان خروجی

شعبه کاهش پیدا می‌کند. به‌علاوه به‌طور متوسط برداشت‌های روزهای گذشته تا ۵ روز قبل باعث افزایش برداشت‌های نقد می‌شود. در ادامه با توجه به نتایج آزمون وایت[1] متوجه وجود ناهمسانی واریانس در باقیمانده‌های تخمین میانگین شرطی می‌شویم. از این‌رو از مدل EGARCH(2,1) برای برطرف شدن اثر ناهمسانی واریانس[2] استفاده شده است. از آنجاکه معمولاً وجوه نقد خارج شده از شعبه به‌طور مستقیم به رفتار مشتریان شعبه ارتباط پیدا می‌کند از این‌رو برای مدیران پیش‌بینی رفتار مشتریان بسیار سخت است، بنابراین تغییر رفتار مشتریان در برداشت وجوه را می‌توان به‌راحتی در واریانس داده‌ها مشاهده کرد. با توجه به معناداری ضرایب هر چه شوک‌های پیش‌بینی نشده افزایش یافته است، این باعث افزایش در واریانس و فاصله گرفتن از میانگین برداشت‌ها شده است. همچنین افزایش مقدار واریانس برداشت‌ها در روز گذشته نیز تأثیر مثبتی بر افزایش مقدار واریانس امروز داشته است. در نمودار ۱ پیوست می‌توان انطباق مقادیر تخمین‌زده شده برای برداشت وجوه مشتریان مدل را بر مقادیر واقعی مشاهده کرد.

براساس جدول شماره ۳ آماره‌های تیل[3]، نسبت چولگی[4]، نسبت واریانس[5] و نسبت کواریانس[6] مناسب بودن مدل پیشنهاد داده شده را برای داده‌های شعبه نمونه تأیید می‌کند. آماره تیل تحقیقات مشابه، برای مناسب بودن پیش‌بینی سری زمانی تشخیص ۰/۰۵ داده شده است و در مدل تخمین‌زده شده نزدیک به صفر است. همچنین آماره نسبت چولگی توضیح می‌دهد که فاصله میانگین پیش‌بینی از مقدار واقعی چقدر چولگی داشته است و نسبت کواریانس بیان می‌کند که ضعف پیش‌بینی تا چه اندازه به‌دلیل مقادیر یا اطلاعات غیرسیستماتیک بوده است. به‌عبارت دیگر از آنجاکه در مدل‌های اقتصادسنجی شوک‌های غیرسیستماتیک را نمی‌توانیم توضیح دهیم، بنابراین دانستن اینکه چه مقدار از این عدم توضیح، به‌دلیل شرایط غیرقابل پیش‌بینی برای داده‌ها بوده، مورد توجه است. آماره مورد نظر تقریباً ۹۱ درصد است که مقدار قابل قبولی است.

[1] White
[2] Arch Effect
[3] Theil inequality coefficient
[4] Bias Proportion
[5] Variance Proportion
[6] Covariance Proportion

جدول شماره ۳: پیش‌بینی مدل

ریشه میانگین مربعات خطا	۰/۴۷۳
میانگین قدرمطلق خطا	۰/۳۴۲
میانگین نسبت قدرمطلق خطا	۱/۶۹۶
آماره تیل	۰/۰۱۱
نسبت چولگی	۰/۰۰۰۴
نسبت واریانس	۰/۰۸۵
نسبت کوواریانس	۰/۹۱۳

از آنجایی‌که داده‌های سری زمانی جریان وجوه نقد شعب بانک دارای خاصیت نوفه سفید می‌باشند، همچنین کران‌های مورد نظر برای جریان ورودی و خروجی وجوه نقد برای برخی از شعب قابل برازش نیستند، بنابراین در ادامه سعی شده است برای غلبه بر این مشکل از مدل انتشار استفاده کنیم.

۳-۳- مدل انتشار

۳-۳-۱- تعیین کران‌های بالا و پایین واریز و برداشت وجوه نقد

در واقع بیشتر بانک‌ها و شرکت‌های مالی به‌دنبال این هستند که مطمئن شوند، که ذخایر نقدی آن‌ها شامل جزء برنامه‌ریزی شده[1] و جزء حمایتی[2] است. جزء برنامه‌ریزی شده شامل ذخایری است که برای آخرین پیش‌بینی نقدینگی در نظر گرفته می‌شود و جزء حمایتی شامل یک حاشیه اضافی ذخیره نقدینگی بر روی پیش‌بینی اخیر است. جزء حمایتی نقدینگی متناسب با راهبرد مدیریت در مورد ریسک می‌تواند بزرگ یا کوچک باشد. چنانچه مدیران نقدینگی ریسک‌پذیر[3] باشند، حاشیه حمایتی کوچکی را انتخاب کرده و در عوض منابع نقدی را به‌منظور افزایش سودآوری بانک در دارایی‌های پربازده سرمایه‌گذاری می‌کنند و در مقابل مدیران نقدینگی ریسک‌گریز[4] حاشیه حمایتی بزرگ را برای رویارویی با بحران‌های نقدینگی و شرایط نامطمئن

[1] Planned component
[2] Protective component
[3] Risk lover
[4] Risk Averse

انتخاب می‌کنند. برای بررسی وضعیت شکاف نقدینگی تحت گزینه شرایط نرمال از پیش‌بینی حاشیه‌ای با احتمال ۹۵ درصد استفاده می‌کنیم. پس در گام نخست، می‌بایست پیش‌بینی جریان ورودی و خروجی برای دوره مورد نظر انجام پذیرد، سپس با استفاده از انحراف معیار خطای پیش‌بینی و در نظر گرفتن دو انحراف معیار از میانگین پیش‌بینی، کران بالا[1] و کران پایین[2] دو سری در سطح اطمینان ۹۵ درصد ایجاد شود.

$$lower\ band = \mu - 2\sigma$$

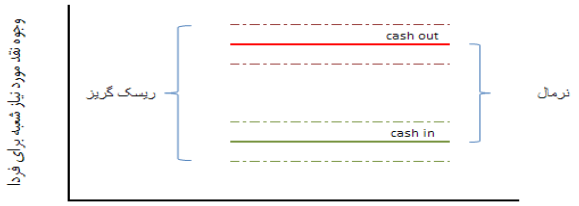
$$upper\ band = \mu + 2\sigma$$

وضعیت عادی: در این حالت فرض می‌شود که نحوه واریز و برداشت نقدی مشتریان همچون گذشته و طبق انتظار بانک است. از این‌رو از مقدار میانگین پیش‌بینی دو سری مذکور استفاده می‌شود.

وضعیت بدبینانه و ریسک گریز: بیشترین میزان خروجی نقدینگی[3] همراه با کمترین میزان ورودی نقدینگی[4]. درواقع در بدترین حالت نقدینگی برای شعبه، فرض می‌شود که واریز وجوه نقد از سوی مشتریان به‌طور قابل ملاحظه‌ای پایین‌تر از انتظارات مدیریت قرار دارد، افزون بر این فرض می‌شود که تقاضا برای برداشت وجوه نقد حداکثر قرار می‌گیرد. در این حالت به‌ترتیب از کران پایین پیش‌بینی شده واریز و از کران بالای پیش‌بینی شده برداشت می‌کنیم. بدین‌ترتیب بیشترین میزان برای شکاف نقدینگی و به‌تبع آن بیشترین نیاز نقدینگی پیش بینی می‌شود.

[1] Upper band
[2] Lower band
[3] cash out
[4] cash in

نمودار ۴: محاسبه خالص نقدینگی در شرایط ریسک گریز و نرمال



نتایج به‌دست آمده از مدل انتشار با استفاده از داده‌های ورودی و خروجی شعبه برای یکی از ماه‌های منتخب به قرار زیر است. مدل مذکور با در نظر گرفتن حالت بد (ورودی در کران پایین و خروجی در کران بالا) و حالت خوب (ورودی در کران بالا و خروجی هم در کران بالا) پوشش مناسبی را برای سه هفته اول آبان ۱۳۸۷ در مقایسه با سه هفته اول آبان ۱۳۸۸ دارد.

جدول شماره ۴ : مقادیر تخمین‌زده شده برای ورودی و خروجی **(میلیون ریال)**

آبان ماه	کران بالای خروجی	کران پایین خروجی	کران بالای ورودی	کران پایین ورودی
هفته اول	۱۴۶۴/۱	۹۳۱/۶	۱۲۲۳/۳	۸۵۲/۶
هفته دوم	۱۴۶۱/۴	۷۶۶/۴	۱۵۹۹/۸	۸۴۵/۱
هفته سوم	۱۴۲۴/۴	۹۹۶/۶	۱۸۸۴/۸	۶۵۷/۴
هفته چهارم	۱۴۰۵/۴	۱۰۵۹	۱۴۰۳/۹	۸۶۵/۹

با توجه به پیش‌بینی برای هفته اول آبان ۱۳۸۸ کران بالایی خروجی و کران پایین ورودی برای یک مدیر شعبه ریسک گریز ۱۴۶۴و ۸۵۲ میلیون ریال و اختلاف تقریباً ۶۰۰ میلیون ریال است. با توجه به مقادیر مانده‌های اول روز و آخر روز شعبه در حالت ریسک گریز و همچنین با توجه به کران بالای ورودی و خروجی، باز هم می‌توان هزینه پول بدون استفاده در صندوق شعبه را کاهش داد. به‌عبارت دیگر در تمام روزهای هفته اول می‌توانیم حداقل ۴۰ تا ۵۰ درصد از مانده-ها را کاهش دهیم. جدول شماره ۵ مقادیر پایان روز مانده‌های وجوه صندوق برای روزهای هفته اول آبان ماه را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۵: مقادیر مانده‌های آخر روز شعبه (ریال)

ایام هفته	مانده اول روز	مانده آخر روز
شنبه	۱،۷۳۶،۷۲۰،۱۱۹	۱،۲۷۲،۵۶۷،۹۱۹
یکشنبه	۱،۲۷۲،۵۶۷،۹۱۹	۱،۵۴۷،۴۱۴،۸۰۱
دو شنبه	۱،۵۴۷،۴۱۴،۸۰۱	۱،۸۵۰،۷۲۶،۰۹۳
سه شنبه	۱،۸۵۰،۷۲۶،۰۹۳	۱،۹۹۹،۷۸۹،۱۷۳
چهارشنبه	۱،۹۹۹،۷۸۹،۱۷۳	۲،۶۹۷،۳۰۹،۷۵۳
پنجشنبه	۲،۶۹۷،۳۰۹،۷۵۳	۱،۱۲۴،۵۹۹،۹۰۶

۳-۳-۲- بررسی توزیع زمانی تراکنش‌های نقد شعبه

با استفاده از دادهای ورودی و خروجی وجوه نقد شعبه و توزیع زمانی مراجعه مشتریان برای واریز یا برداشت پول، زمان‌سنجی در شعبه نمونه انجام شده است. تابع توزیع احتمال در سطح اطمینان ۹۰ درصد برای نسبت پوشش وجوه نقد ورودی به وجوه نقد خروجی برای ۱۰۰ روز، در جدول شماره ۶ خلاصه شده است.

جدول شماره ۶: نسبت پوشش مقادیر ورودی به خروجی برای وجوه نقد

ساعت	درصد پوشش
۸	۸۰
۹	۹۰
۱۰	۸۰
۱۱	۸۰
۱۲	۷۰
۱۳	۷۰
۱۴	۷۰
۱۵	۷۰

۳-۳-۳- تعیین سقف و حد بهینه صندوق

سقف و نقطه برگشت بهینه با توجه به ۱- تابع توزیع احتمال کران‌های واریز و برداشت نقد ۲- توزیع زمانی ورودی و خروجی وجوه نقد که برای ۱۰۰ روز شبیه‌سازی شده و ۳- تابع توزیع

احتمال خالص وجوه نقد مورد نیاز که با ترکیب دو مرحله قبل به‌صورت ماهانـه و فصـلی در زیـر محاسبه شده است. با توجه به نکات ذکر شده ابتدا به تعیین تابع توزیع احتمالی کران‌های بـالا و پایین برای مقادیر نقد ورودی و خروجی به شعبه پرداخته‌ایـم، در مرحلـه دوم بـا بررسـی توزیـع زمانی این واریز و برداشت‌ها با توجه به جدول شماره ۶ شماره که در سـطح اطمینـان ۹۰ درصـد در بازه‌های مشخص ساعات کاری، مقادیر وارد شده بـه شـعبه بـرای نمونـه گرفتـه شـده مقـادیر خروجی را به مقدار ۷۰ تا ۹۰ درصد پوشش می‌هد. حال می‌توان به تعیین سقف بیمه بـرای ایـن شعبه در بازه‌های زمانی فصلی و ماهانه بپردازیم. در جدول شماره ۷ سقف بیمـه بـرای شـعب بـا احتمال ۹۰ درصد پیشنهاد می‌شود. یادآوری می‌کنیم سقف صندوق را با استفاده از تابع بقا[1] کـه در آن $S_x(r) = Pr(x > r) = 1 - F_x(r)$ به‌دست آورده‌ایم. سـقف صـندوق بـا اسـتفاده از تـابع توزیع داده‌ها به‌صورت زیر تعریف می‌شود: احتمال اینکه در حالت ریسک گریز مقدار خروجـی x بیشتر از مقدار r باشد، برای حالت فصلی سقف بهینه به‌صورت زیر تعیین می‌شود:

جدول شماره ۷: حد بهینه، سقف و کف نقدینگی برای حالت ماهانه

(میلیون ریال)

ماه‌ها	سقف صندوق	حد بهینه صندوق	کف نقدینگی
فروردین	۸۷۰	۴۵۰	۱۲۰
اردیبهشت	۹۰۰	۵۰۰	۱۵۰
خرداد	۹۰۰	۵۰۰	۲۰۰
تیر	۹۵۰	۵۵۰	۱۵۰
مرداد	۹۵۰	۵۵۰	۱۸۰
شهریور	۹۰۰	۵۰۰	۲۲۰
مهر	۱۰۰۰	۵۵۰	۲۰۰
آبان	۹۵۰	۵۰۰	۲۵۰
آذر	۹۰۰	۵۰۰	۲۲۰
دی	۹۵۰	۵۵۰	۲۷۰
بهمن	۹۵۰	۵۵۰	۲۴۰
اسفند	۱۲۰۰(۱۰۵۰)	۷۰۰	۲۵۰

[1] Survival function

برای به‌دست آوردن کران‌های پایین از روش ۲۰ -۸۰ پارتو استفاده کردیم[۱]. همچنین با توجه به میانگین و انحراف معیار داده‌ها، مقادیر داده‌های ماهانه حدود نقدینگی فصلی به‌صورت جدول ۸ پیشنهاد شماره می‌شود.

جدول شماره ۸: مقادیر به‌دست آمده بهینه برای حالت فصلی

(میلیون ریال)

فصول	سقف صندوق	حد بهینه صندوق
بهار	۹۰۰	۵۰۰
تابستان	۹۵۰	۵۵۰
پاییز	۱،۰۰۰	۵۵۰
زمستان	۱،۱۰۰	۶۰۰

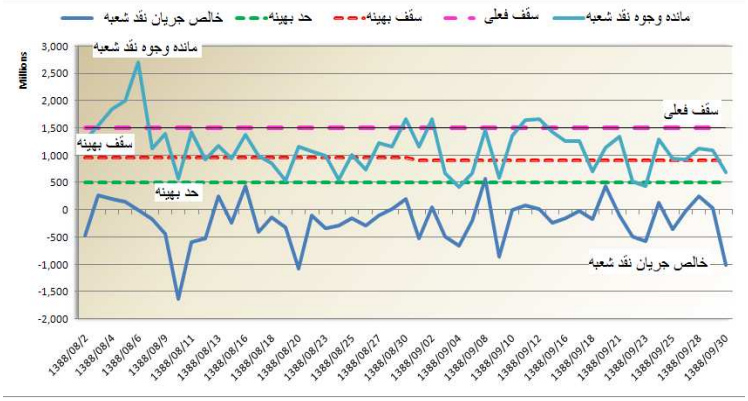
از آنجاکه پراکندگی داده‌های واریز و برداشت نقد مشتریان در بازه زمانی فصلی بزرگ‌تر از ماهانه است، از این‌رو تخمین حدود نقدینگی برای پوشش وجوه مورد نیاز شعبه دارای بازه بزرگ‌تری است. در واقع مدل ماهانه، کاراتر از مدل فصلی است.

[۱] در مدل میلر اور کران پایین به تشخیص و تجربه مدیران تعیین می‌شود. (Miler-Orr, 1967)

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این مقاله به‌دنبال کاهش هزینه مازاد وجوه راکد در صندوق شعب بانک هستیم. برای این مهم از دو روش برای دو شعبه نمونه استفاده کردیم. در شعبه اول، با توجه به رفتار داده‌ها یک مدل سری زمانی ARMA-EGARCH تخمین‌زده شد. مشاهده کردیم که افزون بر رفتار گذشته مشتریان برای واریز و برداشت وجوه نقد، متغیرهای مجازی مانند روزهای اول و آخرماه و پنجشنبه‌های هر هفته بر روی توازن نقدینگی شعبه نمونه تأثیر معناداری داشت. لیکن از آنجاکه داده‌های واریز و برداشت وجوه برای شعبه نمونه دوم دارای رفتار تصادفی بودند، برای پیش‌بینی و بهینه‌سازی وجوه نقد صندوق از مدل انتشار استفاده کردیم. در این روش، تخمین تابع توزیع چگالی مقادیر واریزها و برداشت‌ها و همچنین توزیع زمانی آن‌ها شبیه‌سازی شد. با توجه به شبیه‌سازی انجام شده، سقف بهینه و حد بهینه پول در صندوق شعبه نمونه پیش‌بینی شد و با داده‌های واقعی مقایسه گردید. نتایج این مقایسه در نمودار ۵ نشان داده شده است.

نمودار ۵: مقایسه مقادیر بهینه به‌دست آمده از مدل انتشار با سقف کنونی شعبه



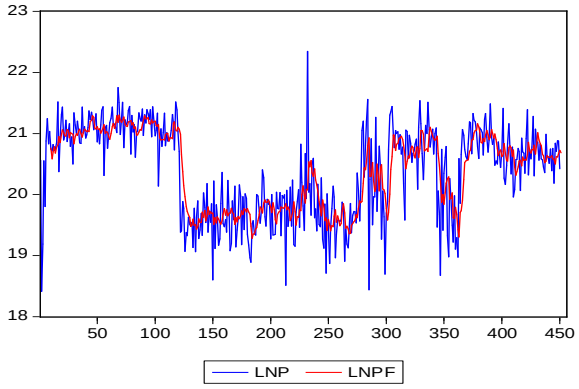
با توجه به اینکه، قسمتی از وجوه نقد مورد نیاز طی روز از خزانه و قسمتی دیگر آن براساس شبیه‌سازی صورت گرفته از آورده نقدی مشتری تأمین می‌شود، با توجه به مدل پیشنهادی سقف بهینه پول در صندوق شعبه نمونه با کاهش ۲۵درصدی نسبت به سقف قبلی مواجه می‌شود. در نمودار ۵ مقادیر بهینه به‌دست آمده با مقادیر سقف و بهینه کنونی شعب مقایسه شده است.

همچنین لازم به ذکر است که شبیه‌سازی و تعیین حدود نقدینگی **هر** شعبه می‌بایست با توجه به شرایط محیطی و رفتار مشتریان آن شعبه محاسبه شود.

در ارتباط با مدل‌سازی افز بر آثار تقویمی شرایط اقتصادی می‌تواند بر روی جریان وجوه نقد شعبه تأثیر داشته باشد، لیکن از آنجاکه برخی داده‌های اقتصاد کلان به‌صورت ماهانه و تعدادی دیگر فقط به‌صورت فصلی در اختیار قرار دارد، در صورتی‌که بخواهیم متغیرهای مذکور را در مدل وارد کنیم با کاهش داده مواجه می‌شدیم. از این‌رو استفاده نکردن از متغیرهای اقتصاد کلان که نمادی از وضعیت اقتصادی جامعه است، به‌عنوان محدودیت تحقیق می‌تواند مد نظر قرار گیرد. بی‌گمان سقف صندوق در نظر گرفته شده شعبه در حالت ماهانه، بهینه‌تر از حالت فصلی عمل می‌کند.

پیوست

نمودار ۱: تطبیق مقادیر واقعی با مقادیر برازش شده مدل سری زمانی



کتاب‌نامه

الف. فارسی

اندرس، والتر: ***اقتصادسنجی سری‌های زمانی با رویکرد کاربردی***. ترجمه: صادقی، مهدی و شوال‌پور، سعید، تهران، دانشگاه امام صادق، چاپ اول، ۱۳۸۶.

زواریان، زهرا: ***پیش‌بینی وضعیت جریان نقدینگی بانک به‌منظور تعیین نیاز نقدینگی***، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، تهران، دانشگاه الزهر، ۱۳۸۸.

ب. انگلیسی

Baumol, William: ***The Transactions Demand for Cash: an Inventory Theoretic Approach***, *Quarterly Journal of Economics* 66, 545–556, 1952.

I.M. Premachandra: ***A diffusion approximation model for managing cash in firms: An alternative approach to the Miller–Orr model***, European Journal of Operational Research 157 (2004), 218–226, 2004.

Miller, Merton, and David Orr: ***A Model of the Demand for Money by Firms***, Quarterly Journal of Economics 80, 413–435, 1966.

Nelson, D. B. ***Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach,*** **Econometrica 59: 347-370, 1991.**

Ross & Westerfield & jaffe: ***Corporate Finance***, New york: McGrew- Hill, page: 773-779, 2005.