

## مدیریت بهینه پرتفوی ارزی

مطالعه موردی: ذخایر رسمی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران

دکتر محمد واعظ<sup>۱</sup>

دکتر سعید دائی کریمزاده<sup>۲</sup>

غلامحسین کریمیان<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۵/۲۴

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۵/۱

### چکیده

تمرکز بر شرایط بین‌المللی اقتصاد ایران در سال‌های اخیر، بیانگر تحریم‌های اقتصادی سنگین و همچنین نوسان‌ها در قیمت نفت خام است. به نظر می‌رسد این شرایط بیانگر تأثیر عوامل پیش‌بینی نشده فوق‌بر موقعیت ذخایر رسمی خارجی

\* استادیار گروه اقتصاد دانشگاه اصفهان، نویسنده مسئول، Vaez@polt.ui.ac.ir

\*\* استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان (اصفهان)،

Karimzadeh@khuif.ac.ir

\*\*\* دانشجوی کارشناسی ارشد توسعه و برنامه‌ریزی اقتصادی دانشگاه اصفهان،

ghkarimian63@gmail.com

باشد. در این مقاله به منظور دستیابی به اهداف نهایی اقتصاد کلان ایران، امکان‌پذیری سیاست بهینه‌سازی ترکیب ارزی ذخایر خارجی ایران مطالعه می‌شود. ما با استفاده از یک رهیافت میانگین - واریانس، سعی می‌کنیم ترکیب ارزی ذخایر خارجی اقتصاد ایران را در دوره ۱۹۹۹-۲۰۰۷ شبیه‌سازی کنیم. نتایج نشان می‌دهد طی دوره تحقیق، میانگین سهم دلار آمریکا و پوند در ذخایر ارزی بیشتر از سهم بهینه بوده، در حالی که میانگین سهم‌های یورو و ین کمتر از سهم بهینه بوده است.

**واژه‌های کلیدی:** ارز، ذخایر ارزی، بدهی‌های خارجی

**طبقه‌بندی JEL:** F31, F34

## ۱. مقدمه

ذخایر ارزی نه تنها یک منبع دارایی ملی برای اغلب کشورهای در حال توسعه و نوظهور محسوب می‌شود، بلکه به عنوان ابزاری در حوزه سیاست‌های پولی و ارزی، برای حمایت از پول ملی آنها به شمار می‌آید. علاوه بر این، ذخایر ارزی می‌تواند در جهت ارتقای اعتبار بین‌المللی کشورها در بازارهای مالی خارجی و حفظ اعتماد و ایجاد اطمینان در زمینه اعمال سیاست‌های پولی و ارزی آنها تأثیر به‌سزایی داشته باشد (مجرد، ۱۳۸۰). از سوی دیگر، بروز بحران‌های مالی فراگیر دهه‌های اخیر در کشورهای مختلف و گسترش دامنه این بحران‌ها به بازارهای مالی سایر نقاط جهان، باعث شد تا اقتصاددانان در امر مهم کیفیت مدیریت ذخایر ارزی و بدهی‌های خارجی، همچون تعیین سطح کفایت ذخایر، اندازه و ترکیب بهینه آن، اتخاذ راهبردهای مناسب مدیریت بهینه ذخایر ارزی در راستای اهداف کلان اقتصادی و سازگاری آن با راهبرد مدیریت بدهی‌های خارجی توجه ویژه داشته باشند.

هدف بانک‌های مرکزی از نگهداری ذخایر ارزی، صرفاً کسب سود نیست. اهداف متعددی برای نگهداری این ذخایر برشمرده شده است که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از (واعظ، ۱۳۸۱):

- امنیت: بدین معنا که کشور بتواند دیون و تعهدات خارجی خود را به موقع پرداخت کند؛ بدهی است که هرچه بدهی کشور بیشتر باشد، تأمین این هدف مستلزم ذخایر خارجی بیشتری است.
  - نقدینگی: یعنی کشور بتواند از طریق نگهداری ذخایر خارجی، به موقع مبادلات خارجی خود را انجام دهد.
  - بازدهی: به طور خلاصه به معنای این است که کشور از محل نگهداری ذخایر خارجی، درآمد کسب کند.
- برخی پژوهشگران، سبد ارزی را بهترین وسیله برای حفظ منافع اقتصادی کشور در برابر نوسان‌های بازارهای ارزی می‌دانند و استدلال می‌کنند که در این صورت،

خسارت وارد شده بر اثر سقوط ارزش یک ارز در برابر سایر ارزها به حداقل می‌رسد و سبب ارزی به عنوان ابزاری مناسب در مقابل هر گونه تهدید پولی و ارزی عمل خواهد کرد. مسئولان پولی و ارزی کشور باید با بررسی وضعیت بازار ارز و پیش‌بینی‌های موجود در خصوص ارزش برابری ارزها از قدرت مانور کافی برای تبدیل ارزها، به ویژه ذخایر ارزی کشور برخوردار بوده و بتوانند از بروز خسارات در شرایط وقوع بحران‌های ناگهانی و ناشی‌شده از عوامل بیرونی، تا حدود زیادی جلوگیری نمایند (توکلی، ۱۳۸۷).

عواملی در طی چند سال گذشته باعث شده است که مسأله ترکیب ذخایر ارزی برای بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران اهمیت بیشتری بیابد، به صورتی که اینک برای سیاستگذاری‌ها و اخذ تصمیمات صحیح باید به تجزیه و تحلیل‌های علمی و دقیق در این زمینه پرداخته شود. برخی از این عوامل عبارت‌اند از:

- یکسان‌سازی نرخ ارز در سال ۱۳۸۱ و به دنبال آن، دوری از نظام نرخ رسمی و ثابت.
- نوسان‌های ارزش یورو و سایر ارزهای موجود در سبد ذخایر ارزی بانک مرکزی در برابر دلار آمریکا (مانوکیان سلماسی، ۱۳۸۶)
- وقوع بحران‌های مالی جهان در دهه اخیر؛ این بحران‌ها می‌تواند افزایش ریسک برابری ارزها را به دنبال داشته باشد.
- تک‌محصولی بودن اقتصاد و وابستگی شدید آن به درآمدهای بی‌ثبات نفتی که موجب نوسان ذخایر ارزی کشور می‌شود.
- محدودیت‌هایی همچون محدودیت دسترسی به منابع بازارهای مالی بین‌المللی که عمدتاً به دلیل تحریم اقتصادی و مالی آمریکا صورت پذیرفته است.
- نبود انعطاف‌پذیری لازم در نظام ارزی
- کنترل جریان‌های سرمایه و محدودیت‌های تجاری

- بروز بحران‌های مالی فراگیر در دوره‌های گذشته در کشورهای مختلف و سرایت آن به سایر نقاط.

از طرف دیگر «هماهنگی میان مدیریت ترکیب ارزی ذخایر خارجی و بدهی‌های ارزی از مباحث مهم در حوزه مدیریت ذخایر خارجی بانک مرکزی است و ضرورت دارد که این دو مقوله، یعنی مدیریت بدهی‌های ارزی و ذخایر ارزی در یک راستا قرار گیرند. اگر مدیریت دارایی‌ها و بدهی‌ها به طور مستقل صورت گیرد؛ در این شرایط ممکن است که متوسط سررسید دارایی‌ها افزایش یابد، در حالی که متوسط سررسید بدهی‌ها کاهش می‌یابد. در نتیجه، عدم تطابق سررسید دارایی‌ها و بدهی‌ها افزایش یافته و ممکن است بانک مرکزی با مشکل نقدینگی مواجه شود» (مجرد، ۱۳۸۰).

با وجود اهمیت زیاد، این بحث از جنبه‌های مدیریت ذخایر است که کمتر مطالعه شده و در ادبیات موضوع، توجه چندانی را به خود جلب نکرده است. شاید یکی از دلایل اصلی این امر، عدم امکان دسترسی محققان و پژوهشگران به آمارهای کشوری به دلیل سری و محرمانه بودن آن آمار باشد. الگوهای مورد استفاده در مطالعات محدود ترکیب ارزی ذخایر، مکمل الگوهای تقاضای کل ذخایر ارزی بانک‌های مرکزی است. در حالی که این‌گونه الگوها سعی در تشریح عوامل تعیین‌کننده موجودی کل ذخایر دارند و ترکیب این ذخایر را برونزا فرض می‌کنند، مطالعات انجام‌شده در مورد پرتفوی ارزی ذخایر، با فرض برونزا بودن موجودی کل ذخایر، درصد تعیین ترکیب این ذخایر هستند.

با عنایت به مطالب ذکرشده، مدیریت ذخایر ارزی از جنبه ترکیب و تنوع هماهنگ با مدیریت بدهی‌های ارزی، حائز اهمیت ویژه است.

## ۲. مبانی نظری تحقیق

جایزه نوبل سال ۱۹۹۰ به سه نفر از متخصصان مالی و سرمایه‌گذاری به نام‌های مارکوویتز، شارپ و میلر اختصاص یافت. هری مارکوویتز<sup>۱</sup> بنیان‌گذار رهیافتی مشهور به نظریه نوین پرتفولیو است. مهم‌ترین نقش این نظریه، ایجاد چارچوب ریسک - بازده برای تصمیم‌گیری در مورد انتخاب دارایی‌ها و تشکیل پرتفولیو است. مارکوویتز رویکردی ریاضی را با تعریف کمی از ریسک سرمایه‌گذاری، برای سرمایه‌گذاران در امر انتخاب دارایی‌ها و مدیریت پرتفولیو ارائه کرد. در نظریه نوین پرتفولیو، ریسک با عنوان «نوسان‌های<sup>۲</sup> کل بازدهی‌ها حول میانگین بازده» تعریف شده و با استفاده از واریانس یا به نوعی دیگر، با استفاده از انحراف معیار، محاسبه می‌شود.

بدین ترتیب مارکوویتز اولین کسی است که نظریه پرتفولیو را به صورت کمی درآورد و برخلاف مطالعات سنتی در مورد خطر تک تک دارایی‌ها، توجه خود را به احتمال خطر (ریسک) کل پرتفولیو دارایی‌ها معطوف نمود و تلاش کرد که این خطر را در قالب بازده پرتفولیو دارایی‌ها ارزیابی کند. قبل از مارکوویتز، اکثراً معتقد بودند که انتخاب سرمایه‌گذاری بهینه به قیمت و بازده تک تک دارایی‌ها وابسته است. منطق اصلی کار مارکوویتز آن بود که سرمایه‌گذاران برای افزایش معقول در بازده مورد انتظار، از قبول خطر بیشتر پرهیز می‌کنند. بر اساس نظریه مارکوویتز، بهترین گزینه سرمایه‌گذاری آن است که با یک انحراف معیار ثابت بیشترین بازده و یا با بازده ثابت، کمترین انحراف معیار را داشته باشد.

مدل میانگین - واریانس مارکوویتز مشهورترین و متداول‌ترین رهیافت در مسأله انتخاب سرمایه‌گذاری است. در واقع کاراترین ابزار برای انتخاب پرتفولیو بهینه، مدل برنامه‌ریزی ارائه‌شده از سوی مارکوویتز است. از برجسته‌ترین نکات مورد توجه در

1- Harry Markowitz (1927)

2- Volatility

مدل مارکوویتز، توجه به ریسک سرمایه‌گذاری، نه تنها بر اساس انحراف معیار، بلکه بر اساس ریسک مجموعه سرمایه‌گذاری است (راعی و تلنگی، ۱۳۸۷). مفروضات اساسی مارکوویتز مبنای مدل او را تشکیل می‌دهد؛ این مفروضات به شرح زیر است (مارکوویتز، ۱۹۵۲):

- سرمایه‌گذاران، بازده را مطلوب دانسته و از ریسک متنفر هستند (ریسک‌گریز<sup>۱</sup> هستند). به طور واضح، این یک فرض بسیار معقول برای ترجیحات سرمایه‌گذاران است.
- سرمایه‌گذاران در تصمیم‌گیری، منطقی عمل می‌کنند.
- سرمایه‌گذاران تصمیم‌گیری‌هایی را اتخاذ می‌کنند که باعث حداکثر کردن بازده مورد انتظار آنان شود.

بنابراین مطلوبیت سرمایه‌گذاران تابعی است از بازده مورد انتظار و ریسک، که این دو عامل، پارامترهای اساسی تصمیمات مربوط به سرمایه‌گذاری هستند. در این مدل برای محاسبه بازده مورد انتظار و ریسک، معادله‌هایی ارائه شده است (جونز، ۱۳۸۴).

پژوهش حاضر بر مبنای رهیافت بهینه‌سازی میانگین-واریانس مارکوویتز و رهیافت هزینه مبادله و با توجه به اهداف بانک مرکزی از نگهداری ذخایر خارجی، در قالب یک چارچوب نظری پویا، به بهینه‌سازی ترکیب ارزی ذخایر خارجی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران می‌پردازد.

### ۳. پیشینه تحقیق

دو نظریه اصلی در مورد ترکیب ارزی ذخایر خارجی وجود دارد. یک نظریه، نظریه مبادلاتی است. این نظریه بیان می‌کند که فعالیت‌های مبادلات بازار، عامل اصلی در تعیین سهم ارزها است. به عبارت دیگر، ارزهایی بیشترین سهم را در پرتفولیو ذخایر

1- Risk Aversion

ارزی یک کشور دارند که در تأمین نیاز مبادلات بین‌المللی کشور، بیشترین اهمیت را دارند. این نیازها شامل تأمین مالی بازرگانی خارجی، تسویه بدهی‌های خارجی، خرید و فروش ارز و عواملی از این قبیل هستند. بنابراین نظریه هزینه مبادله مدعی است که ترکیب ارزی ذخایر خارجی باید از توزیع بهینه دارایی بین ارزها مستقل باشد (دولی و همکاران، ۱۹۸۹).

در مقابل، نظریه میانگین - واریانس، استدلالی برخلاف نظریه هزینه مبادله دارد. بر اساس مدل میانگین - واریانس مارکوویتز (۱۹۵۲) و توبین (۱۹۵۸) برای انتخاب پرتفولیو، توزیع دارایی خالص که شامل ریسک و بازده ارزهای مختلف است در تعیین ترکیب ارزی ذخایر خارجی اهمیت زیادی دارند. بنابراین این نظریه استدلال می‌کند که دولت‌ها یا بانک‌های مرکزی، ترکیب بهینه ارزها را بر اساس حداقل کردن ریسک پرتفولیو برای یک سطح بازده داده‌شده یا حداکثر نمودن بازده پرتفولیو برای یک سطح داده‌شده ریسک تعیین می‌کنند (بن بسات، ۱۹۸۰).

### ۳-۱. مطالعات خارجی نظریه میانگین واریانس

بن بسات (۱۹۸۰) در تحقیقی با عنوان «ترکیب ارزی بهینه ذخایر خارجی»، از روش بهینه‌سازی میانگین - واریانس برای انتخاب یک پرتفوی بهینه از ارزهای خارجی استفاده کرد. وی از داده‌های ماهانه سال‌های (۱۹۷۶-۱۹۸۰) برای اقتصادهای نیمه‌صنعتی<sup>۱</sup> و اقتصادهای در حال توسعه به صورت گروهی استفاده و نتایج سبدهای بهینه را با سبدهای واقعی مقایسه کرد. بن بسات نتیجه می‌گیرد که ترکیب ارزی بهینه ذخایر خارجی وابسته به سه عامل است که عبارت‌اند از:

- انگیزه‌های کشورها از نگهداری ذخایر ارزی
- ریسک و بازده ارزهای مختلف
- تمایل کشور برای قرار گرفتن در یک وضعیت باثبات از لحاظ بین‌المللی



دلاس و چین<sup>۱</sup> (۱۹۹۱) از داده‌های واردات برحسب پول خارجی و ترکیب ارزی ذخایر کشور کره جنوبی برای آزمون الگوهای بهینه‌سازی میانگین - واریانس و قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای مبتنی بر مصرف<sup>۲</sup> استفاده کردند. دوره مطالعه آنها ۱۹۸۰-۱۹۸۷ بود. این اولین مطالعه‌ای است که از داده‌های یک کشور منفرد برای تعیین ترکیب بهینه استفاده می‌کند. آنها نشان دادند که سبد واقعی بانک مرکزی کره، کاملاً نزدیک به مرزهای کارای محاسبه شده است. بنابراین آنها استدلال می‌کنند که این نتایج، شواهد بیشتری را در حمایت از نظریه میانگین - واریانس فراهم می‌کند.

ماسون و ترتلبوم<sup>۳</sup> (۱۹۹۷) در پژوهشی با عنوان «ویژگی‌های یورو، تقاضای ذخایر و هماهنگی سیاست تحت تسلط اتحادیه پولی و اقتصادی اروپا» با استفاده از الگوی میانگین - واریانس ترکیب ارزی بهینه ذخایر خارجی کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته را برآورد کردند. آنها از چارچوب نظری الگوی قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای که حالت گسترش یافته الگوی میانگین - واریانس است، استفاده نمودند. در مطالعه آنها، سهم بهینه در پرتفولیو ارزی ذخایر به صورت تابع ساده از بازده انتظاری و ماتریس واریانس-کوواریانس بازده انتظاری ارزهای مختلف (که نشان‌دهنده ریسک ناشی از تبدیل ارزهای مختلف است) برآورد شده است. آنها فرض کردند که بانک مرکزی وزن‌های بهینه ارزها را در شرایطی انتخاب می‌کند که کل ریسک سبد دارایی را برای یک بازده معین حداقل سازد. نتایج این مطالعه نشان داد که این احتمال وجود دارد که پس از تشکیل اتحادیه پولی در اروپا حجم ذخایر دلاری نگهداری شده توسط بانک‌های مرکزی منطقه یورو به مقدار بسیار زیادی افزایش یابد، اما دلیلی وجود ندارد که تأثیر فراوانی بر نرخ ارز میان دلار و یورو داشته باشد.

1- Dellas and chin

2- Consumption Capital Asset Pricing Model

3- Masson & Turtellboom

4- European Economic and Monetary Union (EMU)

پاپائیانو و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۶) در تحقیقی با عنوان «سهام‌های بهینه ارزشها در ذخایر بین‌المللی: تأثیر یورو و چشم‌انداز دلار» در مورد سبد بهینه ذخایر ارزی در سطح جهانی با رهیافت ریسک - بازده و با ارائه یک الگوی بهینه‌سازی، تحقیقی انجام دادند. نویسندگان دریافتند که:

- ارز مرجع، به صورت مقداری، عامل مهمی در سبد بهینه است.
- آنها سهم بهینه یورو را در سطح ذخایر جهانی محاسبه کردند و با مقایسه به این نتیجه رسیدند که سهم بهینه محاسبه‌شده یورو در ذخایر ارزی جهان، کمتر از مقدار واقعی کل منتشرشده توسط پایگاه داده‌های کوفر است.
- زمانی که ریسک یک ارز پایین باشد، سهم بهینه آن در ذخایر بین‌المللی قابل ملاحظه خواهد بود.
- رواج اوراق بهادار برحسب یورو، افزایش تجارت منطقه یورو با بازارهای نوظهور و مهم‌تر از همه، استفاده روزافزون از یورو به عنوان ابزار تثبیت نرخ ارز، سهم بهینه یورو را در ذخایر بین‌المللی افزایش می‌دهد.

## ۲-۳. مطالعات خارجی نظریه هزینه مبادله

هلر و نایت (۱۹۷۸) در تحقیقی با عنوان «مزایای ذخایر ارزی بانک‌های مرکزی» از روش تحلیل رگرسیونی برای نشان دادن عوامل مؤثر بر ترکیب ارزی ذخایر استفاده کردند. در مطالعه آنها یک مجموعه داده‌های محرمانه<sup>۲</sup> از ترکیب ارزی ذخایر (تا نیمه دهه ۱۹۷۰) که شامل ۷۶ کشور بود، به کار گرفته شد. آنها دریافتند که نظام ارزی و ترکیب ارزی بازرگانی خارجی هر کشور به صورت قابل توجهی بر ترکیب ارزی ذخایر آن تأثیرگذار است. این یافته‌ها هلر و نایت را به این نتیجه‌گیری رهنمون کرد که انگیزه‌های معاملاتی، نقش اصلی در تعیین ترکیب ارزی ذخایر ایفا می‌کنند.

1- Papaioannou, Portes and Siourounis

2- Confidential

دولی و همکاران<sup>۱</sup> (۱۹۸۹) در مقاله‌ای با عنوان «ترکیب ارزی ذخایر خارجی» نقش هزینه‌های مبادلاتی را با رهیافت میانگین-واریانس برای تعیین پرتفولیو بهینه دارایی‌ها و بدهی‌های خارجی ترکیب کردند. آنها ترکیب ارزی ذخایر را برای دو گروه از کشورها (توسعه‌یافته و در حال توسعه) برای دوره ۱۹۷۶-۱۹۸۵ با استفاده از یک نسخه به‌روزشده از مجموعه داده‌های ذخایر ارزی، محاسبه کردند. نویسندگان نشان دادند که در شرایط وجود دارایی‌ها و بدهی‌های ارزی و همچنین هزینه‌های معاملاتی، ترکیب ناخالص دارایی‌ها وابسته به ساختار هزینه‌های معاملاتی و ترکیب خالص دارایی‌ها برحسب بازدهی‌های انتظاری و کوواریانس‌هاست. آنان دریافتند که نظام ارزی، ترکیب ارزی بازرگانی خارجی کشور مورد نظر، ترکیب ارزی بدهی‌های خارجی و عوامل تعیین‌کننده ترکیب ارزی ذخایر خارجی هستند.

اشنرین و ماتیسون<sup>۲</sup> (۲۰۰۰) در تحقیقی با عنوان «ترکیب ارزی ذخایر خارجی: نگاهی به گذشته و چشم‌انداز آینده» با استفاده از داده‌های محرمانه از تعداد کشورهای بیشتری (در یک نمونه شامل ۸۴ کشور از بین اقتصادهای نوظهور و در حال گذار) برای دوره ۱۹۷۹-۱۹۹۶ به بررسی عوامل تعیین‌کننده ترکیب ارزی ذخایر بین‌المللی با استفاده از یک الگوی هزینه مبادله پرداختند. آنها دریافتند که بین تقاضا برای ذخایر بر حسب ارزش‌های گوناگون و عوامل تعیین‌کننده اصلی آن (شامل جریان‌های تجاری، جریان‌های مالی و تثبیت‌های ارزی)، در طول زمان ثبات قابل توجهی وجود دارد. لذا برخلاف پیش‌بینی برخی اقتصاددانان، انتقال سریعی را در ترکیب ارزی ذخایر در طول زمان پیش‌بینی نکردند. آنها به این نتیجه رسیدند که در یک نظام نرخ ارز میخکوب‌شده، جریان‌های تجاری و جریان‌های مالی، تعیین‌کننده ترکیب ارزی ذخایر هستند. آنها نتیجه گرفتند که در حالتی که یک کشور پول خود را به پول کشور دیگر تثبیت کرده است، باید سهم بیشتری از ذخایر ارزی خود را به پول کشور مذکور نگهداری کند.

---

1- Dooley et al.

2- Eichengreen & Mathieson

چین و فرانکل<sup>۱</sup> (۲۰۰۶) در تحقیقی با عنوان «آیا سرانجام یورو به عنوان یک ارز برجسته بین‌المللی از دلار پیشی خواهد گرفت؟» از یک سری داده‌های کلی برای ترکیب ذخایر ارزی که در پایگاه داده‌های کوفر منتشر شده است و با روش تحلیل رگرسیونی، عوامل تعیین‌کننده سهم ارزها در ترکیب ارزی ذخایر جهان را ارزیابی کردند و دریافتند که اندازه کشور اصلی، نرخ رشد (یا وقفه‌های روند رکود) ذخایر ارزی، تغییرپذیری نرخ ارز و اندازه بازار مالی مرکزی کشور اصلی، تعیین‌کننده‌های اصلی سهم ارزها در سبد ارزی بانک مرکزی هستند.

### ۳-۳. مطالعات داخلی

بی‌ریا (۱۳۸۳) در بخش دوم رساله دکتری خود به تعیین ترکیب بهینه ذخایر ارزی کشورهای صادرکننده مواد خام پرداخته است. در این پژوهش از رهیافت میانگین-واریانس و رهیافت قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای برای بهینه‌سازی ترکیب ارزی ذخایر خارجی کشورهای صادرکننده مواد خام استفاده شده است. ایشان بیان می‌کند که نتایج به دست آمده از ارزیابی ترکیب خالص ذخایر ارزی نشان می‌دهد که با تغییر در درجه ریسک‌گریزی، سهم بهینه ارزهای مختلف در ترکیب خالص ارزی تغییر می‌کند. در شرایط نبود ریسک، کشورها ترکیب ذخایر خالص خود را بر اساس بازدهی ارزهای مختلف تعیین می‌کنند. در این شرایط بیشترین سهم ذخایر خالص ارزی به صورت دلار نگهداری می‌شود. ولی با وارد کردن ریسک به مدل، ابتدا سهم بیشتری از ذخایر خود را به صورت مارک و ین نگهداری می‌کند اما با افزایش درجه ریسک‌گریزی، سهم بهینه دلار افزایش یافته و سهم بهینه مارک و ین در ذخایر خالص ارزی به تدریج کاهش می‌یابد.

سجادی (۱۳۸۰) در تحقیقی با عنوان «بررسی نحوه پیدایش تغییر در سبد ارزی جهت کاهش ریسک ذخیره ارزی در قبال حوادث اخیر سیاسی» به بررسی نحوه

1- Chinn & Frankel

تغییر در سبد دارایی‌های ارزی ایران جهت کاهش ریسک ذخایر ارزی در قبال حادثه ۱۱ سپتامبر پرداخت. بدین منظور با استفاده از نرخ معاملات ارز در بازار امریکا، داده‌های نرخ برابری ریال با شش ارز مختلف و همچنین بهای یک گرم طلای ۱۸ عیار طی دوره چهارماهه مربوط به قبل و بعد از حادثه ۱۱ سپتامبر را مورد استفاده قرار داد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که دلار در طی دوره قبل و بعد از عملیات ۱۱ سپتامبر، دارای حداقل میزان نوسان بوده است. به عبارت دقیق‌تر، دلار امریکا هنوز به عنوان ارز پایه می‌تواند سهم عمده‌ای را در سبد ارزی کشور به خود اختصاص دهد.

جبه‌دار خیابانی (۱۳۸۵) در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود با عنوان «پیشنهاد ترکیب بهینه ذخایر ارزی ایران بر اساس روش میانگین-واریانس»، از مقایسه سهم بهینه محاسبه شده ارزهای مختلف در ترکیب ذخایر ارزی ایران با سهم ارزهای مختلف در ترکیب ذخایر ارزی کشورهای در حال توسعه به این نتیجه می‌رسد که پوند انگلیس در درجات مختلف ریسک‌گریزی در ترکیب ذخایر ارزی ایران مطابق با کشورهای در حال توسعه، پایین‌ترین سهم را به خود اختصاص داده است؛ اما سهم یورو، بر خلاف نتایج کشورهای در حال توسعه، بیشترین سهم را در حالت بالاترین درجه ریسک‌گریزی به خود اختصاص داده است.

دائی‌کریم‌زاده (۱۳۸۵) در بخشی از پایان‌نامه خود با عنوان «مبانی نظری بهینه‌سازی ترکیب ارزی ذخایر بانک‌های مرکزی و پیشنهاد ترکیب ارزی بهینه ذخایر در ایران» با استفاده از رهیافت میانگین-واریانس، در چارچوب یک الگوی بهینه‌سازی ایستا به تعیین ترکیب بهینه پنج ارز مهم شامل دلار امریکا، یورو، پوند، ین و فرانک سوئیس در ذخایر بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران پرداخت. ایشان برای نرخ بازدهی در رهیافت بهینه‌سازی میانگین - واریانس از معیار نرخ بازدهی واقعی پس از وقوع، استفاده و نمودار کارآمد بانک مرکزی را نیز استخراج نمود. نتایج حاصل از پژوهش ایشان نشان داد که سهم بهینه دلار امریکا در ترکیب ارزی ذخایر کشور، حداکثر ۳۸ درصد (در پرتفولیو حداقل واریانس) است. علاوه بر آن در

دوره مطالعه، دلار و ین دارایی‌های با کمترین ریسک، پوند یک دارایی نسبتاً ریسکی و یورو یک دارایی ریسکی محسوب می‌شود.

توکلی (۱۳۸۷) در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود با عنوان «بررسی آثار جایگزینی ذخایر ارزی از دلار به یورو (مورد مطالعه: ایران)»، با استفاده از یک مدل سری زمانی و توجه به بازار ارز، ترکیب ذخایر ارزی کشور را به طور تجربی برآورد کرده است. نتایج حاصل از تخمین مدل این پژوهش نشان داد که سهم یورو در ترکیب ذخایر ارزی ایران در طی سال‌های ۱۳۷۷-۱۳۸۵ در حدود ۳۸ درصد است.

#### ۴. معرفی الگو

در الگوی این پژوهش، تابع هدف بر اساس یک سطح ریسک معین - اشاره به قید اول در الگوی بهینه‌یابی - و تخصیص هر سبد به دو نوع ارز - دارایی، دارایی ریسکی و دارایی غیرریسکی - قید دوم - بر مبنای مقاله (یه او<sup>۱</sup>، ۲۰۰۷) صورت می‌گیرد. تابع هدف، نشان‌دهنده بازدهی حاصل از تسهیم همه ارزهای موجود در سبد ذخایر ارزی است، به طوری که این ارزها می‌توانند بازدهی انتظاری داشته باشند - که با  $E_t(r_{i,t+1})$  نشان داده شده و متعلق به یورو، ین و پوند است - و می‌تواند بازدهی قطعی داشته باشد که با  $r_{f,t+1}$  نشان داده شده و متعلق به دلار است.

تابع هدف بانک مرکزی برای حداکثر نمودن بازده انتظاری پرتفولیو خود به صورت زیر است:

$$\max : E_t(R_{t+1}) = \sum_{i=1}^N x_{i,t} E_t(r_{i,t+1}) + x_{f,t} r_{f,t+1} \quad (1)$$

$$s.t. X_t' \Omega_{t+1} X_t \leq \dagger^2 \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^N x_{i,t} + x_{f,t} = 1, \quad \forall t \quad (3)$$

$$x_i \geq 0 \quad \forall t, \forall i \quad (4)$$

که در آن،  $E_t(R_{t+1})$  بازده انتظاری پرتفویو ارزی در دوره  $t+1$ ،  $E_t(r_{i,t+1})$  بازده انتظاری برای ارز  $i$  در دوره بعدی یعنی دوره  $t+1$ ،  $r_f$  بازده ارز بدون ریسک که در این مورد دلار آمریکا در نظر گرفته می‌شود،  $x_{i,t}$ : سهم ارز  $i$  در پرتفویو بانک مرکزی در سال  $t$ ،  $x_{f,t}$ : سهم ارز بدون ریسک (در این جا دلار آمریکا)،  $X$  بردار سهم ارزها غیر از دلار آمریکا،  $\Omega_{t+1}$  ماتریس واریانس - کوواریانس بازدهی انتظاری ارزهاست.

فرض بر این است که بانک مرکزی  $N+1$  ارز نگهداری می‌کند که دلار آمریکا ارز مرجع (دارایی غیرریسکی) است و مابقی ارزها، ریسکی هستند.

در تابع هدف پژوهش برای حل مسأله بهینه‌سازی، ابتدا باید دو پارامتر تخمین زده شود؛ یکی بازدهی‌های انتظاری ارزها در پایان دوره سرمایه‌گذاری و دیگری ماتریس واریانس - کوواریانس که منعکس‌کننده همبستگی بین آنهاست.

بازده انتظاری ارز  $i$  در دوره  $t$  را می‌توان به دو بخش تقسیم کرد، یک بخش نرخ بهره یکساله و دیگری تغییر در نرخ ارز است. اگر  $i_{i,t}$  نرخ بهره ارز  $i$  در دوره  $t$  باشد و لگاریتم نرخ نقد ارز به صورت  $s_{i,t}$  باشد، آن‌گاه بازده انتظاری ارز  $i$  در دوره  $t+1$  به صورت زیر است (پاپائیانو و همکاران، ۲۰۰۶):

$$E_t(r_{i,t+1}) = i_{i,t} + E_t(s_{i,t+1} - s_{i,t}) \quad (5)$$

جمله دوم، تفاوت انتظاری لگاریتم نرخ ارز بین دوره  $t$  و  $t+1$  است. به عبارت دیگر  $E_t(r_{i,t+1})$  بازده انتظاری شرطی با توجه به اطلاعات دوره  $t$  است.

در مطالعات پیشین، ناپایداری همبستگی بین بازده ارزها به عنوان یک ایراد اصلی رهیافت میانگین - واریانس مطرح شده است. حتی یک تغییر کوچک در ماتریس واریانس - کوواریانس، منجر به تغییر قابل توجهی در نتایج نهایی مدل

خواهد شد. بدین منظور، این مطالعه از مدل‌های دقیق‌تری برای تخمین ماتریس واریانس - کوواریانس بازده انتظاری ارزها استفاده می‌کند. به منظور تخمین ماتریس واریانس - کوواریانس بازده انتظاری ارزها با فرض وجود ناهمسانی واریانس شرطی و خودهمبستگی جملات اخلاص سری بازده انتظاری از روش DCC-Multivariate GARCH (1,1)<sup>۱</sup> استفاده می‌شود (این مدل در پیوست مقاله آورده شده است). بعد از تخمین ماتریس‌های واریانس - کوواریانس بازده انتظاری ارزها، محدودیت ترکیب ارزی بدهی‌های خارجی به الگو اضافه می‌شود. فرض می‌شود که بانک مرکزی از یک سطح آستانه ۵۰ درصد ترکیب ارزی بدهی‌های خارجی استفاده می‌نماید (پاپائیانو و همکاران، ۲۰۰۶). یعنی ۵۰ درصد ذخایر خود را برحسب ترکیب ارزی بدهی‌های خارجی نگهداری می‌کند؛ برای مثال اگر سهم دلار در بدهی‌های خارجی ایران در سال ۲۰۰۶ (۱۳۸۴ هجری شمسی) برابر ۳۳/۴ درصد باشد، لذا بانک مرکزی ۱۶/۷ درصد از ذخایر خود را برحسب دلار نگهداری می‌کند.

در اینجا فرض می‌شود که بانک‌های مرکزی دارای سطح تمایل پذیرش ریسک  $\beta = 3/3$  هستند. این مقدار پذیرش ریسک از طریق ارزش در معرض خطر<sup>۲</sup> به دست آمده است. اگر ارزش پرتفولیو در دوره بعد برابر  $EV_{t+1} = W_{0t} R_{t+1}$  باشد، آنگاه برای ارزش انتظاری پرتفوی ذخایر ارزی در دوره بعد به صورت VAR:

$$\Pr (W_{0t} R_{t+1} < -EV_a) < a$$

$EV_a$  حداکثر زیان سرمایه در طی هر سال با احتمال  $a$  درصد است. در این رابطه  $a$  برابر ۵ درصد و  $EV_a = 4/5$  است که برابر ۳/۳ درصد ریسک است (پاپائیانو، ۲۰۰۶). از مزیت‌های استفاده از ارزش در معرض خطر به عنوان سنج ریسک در این مدل این است که این سنج به عکس معیارهای نوسان (انحراف معیار و

1-Dynamic Conditional Correlation- Multivariate General Autocorrelated Conditional Heteroscedasticity  
2- VAR



واریانس)، تنها بر بخش مخرب ریسک تمرکز دارد و در حقیقت نوسان‌های زیر سطح میانگین و یا متغیر هدف را مورد محاسبه قرار می‌دهد.

در نهایت، برای به دست آوردن سهم‌های بهینه هر ارز از نرم افزار MATLAB<sup>۱</sup> استفاده شد. در این روش از یک الگوریتم بهینه‌سازی مبتنی بر الگوریتم بهینه‌سازی ژنتیک<sup>۲</sup> استفاده شد. الگوریتم‌های ژنتیک روش قدرتمندی را برای توسعه اکتشافی مسائل بهینه‌سازی فراهم آورده است. الگوریتم‌های ژنتیک تفاوت‌های اساسی با روش‌های جستجو و بهینه‌سازی متداول دارند، از جمله برتری‌های الگوریتم ژنتیک به موارد زیر می‌توان اشاره کرد (اخباری، ۱۳۸۷):

- الگوریتم ژنتیک نیازمندی‌های ریاضی خاصی نداشته و بدون توجه به عملکرد درونی مسأله، به حل مسائل بهینه‌سازی می‌پردازد. این الگوریتم قادر به حل هرگونه محدودیتی (برای مثال خطی یا غیرخطی) است.
- ساختار عملگرهای الگوریتم ژنتیک، این الگوریتم را قادر می‌سازد تا در یافتن جواب‌های بهینه کلی موفق عمل کند. در حالی‌که در روش‌های سنتی، جستجو از طریق مقایسه با نقاط همسایه انجام یافته و حرکت به سوی نقاط بهینه نسبی صورت می‌گیرد.
- الگوریتم ژنتیک انعطاف‌پذیری بالایی را جهت تلفیق با تکنیک‌های ابتکاری فراهم می‌کند و از این طریق، حل کارا و مؤثر یک مسأله را میسر می‌سازد.

---

۱- نرم‌افزار MATLAB برنامه رایانه‌ای است که برای کسانی که با محاسبات عددی، و به ویژه جبر خطی سروکار دارند، تهیه شده است. نام این نرم افزار از عبارت انگلیسی MATrix Laboratory اقتباس شده است و هدف اولیه آن قادر ساختن پژوهشگران به حل مسائل شامل عملیات ماتریسی بود. با گذشت زمان قابلیت‌های بسیار بیشتری به این نرم‌افزار افزوده شده است، به طوری که در حال حاضر MATLAB به ابزار پر قدرتی برای ترسیم داده‌ها، برنامه‌نویسی و انجام محاسبات مهندسی و پژوهشی تبدیل شده است.

2- Genetic Algorithm (GA)

## ۵. داده‌های تحقیق

داده‌های مربوط به نرخ روزانه ارزها (پنج روز کاری در هفته) در طی دوره ۱۳۷۸-۱۳۸۶ برابر با (۱۹۹۹-۲۰۰۷ میلادی) از پایگاه داده‌های OANDA<sup>۱</sup>، داده‌های نرخ بهره کشورهای مختلف (پنج روز کاری در هفته) نیز از همین منبع استخراج شده است. داده‌های ترکیب ارزی بدهی‌های بلندمدت کشور، از جداول بدهی‌های سالانه بانک جهانی موجود در کتابچه‌های سالانه بدهی‌ها<sup>۲</sup>، داده‌های مربوط به ترکیب ارزی ذخایر کشورهای در حال توسعه از سایت صندوق بین‌المللی پول<sup>۳</sup> و داده‌های دارایی‌های خارجی بانک مرکزی ج.ا.ا از مجلات بانک مرکزی<sup>۴</sup> به دست آمده است.

## ۶. نتایج تجربی

در این بخش، سهم بهینه چهار ارز عمده بین‌المللی دلار امریکا، یورو، ین ژاپن و پوند استرلینگ در دوره زمانی ۱۳۷۸-۱۳۸۶ آورده شده است. به منظور تشخیص اینکه ترکیب ارزی ذخایر خارجی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران در طی دوره مورد مطالعه بهینه بوده یا خیر، نیاز به داشتن ترکیب ارزی واقعی ذخایر خارجی بانک مرکزی است. اما از آنجا که این آمار محرمانه بوده و امکان دسترسی به آن وجود نداشت، از آمار ترکیب ارزی ذخایر خارجی کشورهای در حال توسعه و نوظهور که به صورت سالانه به وسیله صندوق بین‌المللی پول منتشر می‌شود استفاده شد (جدول ۱).

1- <http://www.oanda.com>

2- The Little Data Book on External Debt

3- <http://www.imf.org>

4- <http://www.cbi.ir/section/1379.aspx>

## جدول ۱. ترکیب ارزی واقعی ذخایر خارجی کشورهای در حال توسعه و نوظهور

ارز / سال	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶
دلار امریکا	۷۲/۷	۷۳/۳	۷۲/۵	۶۶/۶	۶۱/۹	۶۲/۰	۶۲/۱	۶۱/۰	۶۱/۶
یورو	۱۹/۰	۱۹/۷	۲۱/۳	۲۶/۹	۳۱/۱	۳۰/۰	۲۹/۷	۳۰/۱	۲۹/۲
ین ژاپن	۴/۰	۲/۷	۲/۳	۲/۲	۱/۶	۱/۷	۱/۷	۱/۳	۱/۸
پوند استرلینگ	۲/۵	۲/۵	۲/۷	۲/۷	۳/۶	۴/۸	۵/۰	۵/۹	۵/۸

مأخذ: صندوق بین‌المللی پول (IMF).

نتایج مربوط به ترکیب ارزی بهینه ذخایر خارجی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران با استفاده از مدل این پژوهش در جدول ۲ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که سهم بهینه دو ارز جهان‌شمول دلار و یورو در پرتفوی بانک مرکزی نوسان بسیاری دارد. اما آنچه قابل توجه است، روند افزایشی سهم بهینه یورو و روند کاهشی سهم بهینه دلار است. این نتیجه دارای اهمیت است؛ زیرا در دوره مورد مطالعه، سهم بالایی از دریافتی‌های ارزی کشور را دریافتی‌های دلاری حاصل از فروش نفت خام در بازارهای جهانی تشکیل می‌دهد.

## جدول ۲. ترکیب ارزی بهینه ذخایر خارجی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران

ارز / سال	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	میانگین سهم
دلار امریکا	۷۳/۶	۶۵/۱	۶۳/۲	۵۰/۱	۳۶/۴	۳۳/۵	۳۴/۷	۳۲/۱	۲۹/۶	۴۶/۵
یورو	۱۴/۴	۲۱/۵	۲۵/۵	۳۶/۵	۴۸/۳	۵۲/۲	۵۳/۲	۵۷/۶	۶۰	۴۱/۰
ین ژاپن	۱۰/۲	۱۱/۱	۹/۲	۱۱/۲	۱۳/۲	۱۲/۲	۹/۸	۸/۱	۸/۶	۱۰/۴
پوند استرلینگ	۱/۸	۲/۳	۲/۱	۲/۲	۲/۱	۲/۱	۲/۳	۲/۲	۱/۸	۲/۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق.

برای مقایسه سهم‌های بهینه با سهم‌های واقعی از آزمون آماری نمونه‌های مستقل، از نرم افزار SPSS استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت معناداری بین سهم‌های بهینه با سهم‌های واقعی وجود دارد. این نتایج، دلیل بر بهینه نبودن ترکیب ارزی ذخایر خارجی بانک مرکزی است. از این رو مقامات ارزی بانک مرکزی باید از یک سو به منظور جلوگیری از افزایش ریسک کاهش ارزش ذخایر خارجی و از سوی دیگر، توانایی در پرداخت بدهی‌های خارجی در ترکیب ارزی ذخایر خارجی تجدید نظر نمایند.

**جدول ۳.** نتایج آزمون t مستقل برای مقایسه میانگین سهم‌های بهینه با سهم‌های واقعی

آزمون t (برابری میانگین‌ها)			آزمون لوین (برابری واریانس‌ها)		آزمون	
Sig (2-tailed)	df	t	Sig	F	ارز	
۰/۰۰۵	۱۶	-۳/۲۹۸	۰/۰۰۰	۱۹/۴۵۸	با فرض برابری واریانس‌ها	دلار
۰/۰۰۸	۹/۶۱۴	-۳/۲۹۸			با فرض برابر نبودن واریانس‌ها	
۰/۰۲۴	۱۶	۲/۴۸۹	۰/۰۰۰	۱۹/۸۷۴	با فرض برابری واریانس‌ها	یورو
۰/۰۳۴	۹/۳۲۹	۲/۴۸۹			با فرض برابر نبودن واریانس‌ها	
۰/۰۰۰	۱۶	۱۳/۲۷۲	۰/۰۳۳	۵/۴۷۵	با فرض برابری واریانس‌ها	ین ژاپن
۰/۰۰۰	۱۱/۴۹۸	۱۳/۲۷۲			با فرض برابر نبودن واریانس‌ها	
۰/۰۰۲	۱۶	-۳/۸۱۰	۰/۰۰۰	۴۱/۷۹۵	با فرض برابری واریانس‌ها	پونگ استرلینگ
۰/۰۰۵	۸/۲۷۰	-۳/۸۱۰			با فرض برابر نبودن واریانس‌ها	

مأخذ: یافته‌های تحقیق.

در ادامه سعی شده تا مقدار دلاری بهینه از هر ارز در ذخایر خارجی بانک مرکزی با توجه به سطح کل ذخایر موجود محاسبه و بر پایه این معیار، ترکیب

بهینه ذخایر ارزی کشور بررسی شود. برای این منظور، وضعیت ذخایر ارزی بانک مرکزی ج.ا.ا لازم است. جدول ۴، ذخایر ارزی بانک مرکزی ج.ا.ا را در طی دوره ۱۳۷۸-۱۳۸۶ نشان می‌دهد.

#### جدول ۴. ذخایر ارزی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران

(میلیارد دلار)

۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶
۳/۲۷	۶/۲۴	۱۵/۱۱	۴/۸۲	۲۵/۰۶	۳۳/۵۵	۲۹/۸۲	۴۱/۹۲	۵۸/۴۵

مأخذ: شاکری، ۱۳۸۷ و بانک مرکزی ج.ا.ا.

در واقع از سال ۱۳۷۱ به بعد به دنبال افزایش ۲۵ برابری نرخ رسمی ارز، ذخایر ارزی بانک مرکزی به شدت رو به افزایش گذاشت. نکته قابل توجه این است که در سال ۱۳۷۹ نسبت به سال ۱۳۷۸ ذخایر ارزی بانک مرکزی (ارزش ریالی ذخایر) بیش از ۱۴۰ درصد رشد داشته است و حدوداً ۲/۵ برابر شده است که دلیل اصلی آن است که بانک مرکزی موظف شد به غیر از ۵ میلیارد دلار مربوط به کالاهای اساسی، مابقی ارزهای بودجه را به قیمت بالای هر دلار حدود ۸۰۰۰ ریال به فروش رساند و عدم فروش در قیمت بالا، موجب افزایش ذخایر ارزی بانک مرکزی شد (شاکری، ۱۳۸۷). این وضعیت تا پایان سال ۱۳۸۰ ادامه یافت. با اجرای سیاست تک‌نرخی شدن نرخ ارز در ابتدای سال ۱۳۸۱ (جهش نرخ ارز از ۱۷۵۰ برای هر دلار به حدود ۷۸۰۰ ریال) سبب افزایش ۵/۵ برابری ارزی ذخایر ارزی شد و این روند افزایشی در سال‌های بعد نیز ادامه یافت.

با توجه به نتایج حاصل از بهینه‌سازی سهم ارزها در جدول ۲ و مقادیر ذخایر ارزی در جدول ۴ مقدار بهینه هر ارز در ذخایر ارزی بانک مرکزی ج.ا.ا به دست آمد.

## جدول ۵. مقدار بهینه هر ارز در ذخایر ارزی بانک مرکزی ج.ا.ا.

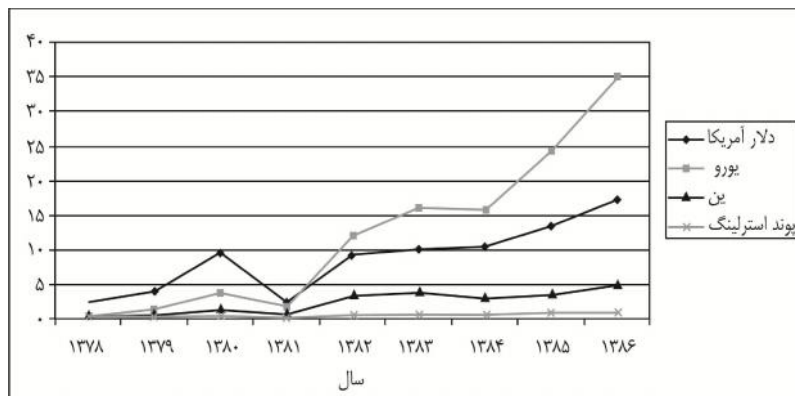
(میلیارد دلار)

ارز/ سال	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶
دلار آمریکا	۲/۴۱	۴/۰۶	۹/۵۵	۲/۴۱	۹/۱۲	۱۰/۲۳	۱۰/۳۵	۱۳/۴۶	۱۷/۳۰
یورو	۰/۴۷	۱/۳۴	۳/۸۵	۱/۷۶	۱۲/۱۰	۱۲/۹۵	۱۵/۸۶	۲۴/۱۵	۳۵/۰۷
ین ژاپن	۰/۳۳	۰/۶۹	۱/۳۹	۰/۵۴	۳/۳۱	۳/۷۳	۲/۹۲	۳/۴۰	۵/۰۳
پوند استرلینگ	۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۳۲	۰/۱۱	۰/۵۳	۰/۶۴	۰/۶۹	۰/۹۲	۱/۰۵

مأخذ: محاسبات تحقیق.

نمودار ۱، روند مقدار بهینه دلاری هر ارز در ذخایر خارجی بانک مرکزی ج.ا.ا. را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، مقدار بهینه سه ارز جهان‌شمول دلار، یورو و ین در دوره بعد از معرفی یورو (سال ۱۹۹۹ به بعد) روند متفاوتی دارند.

## نمودار ۱. مقدار بهینه دلاری هر ارز در ذخایر خارجی بانک مرکزی



بررسی دقیق میزان انطباق پرتفولیو ارزی کشور با ترکیب ارزی بهینه حاصل از رهیافت بهینه‌سازی میانگین - واریانس پویا، مستلزم دسترسی به آمار و اطلاعات بانک مرکزی در این زمینه است. اما به دلیل محرمانه بودن آمار ترکیب ارزی ذخایر

خارجی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، مقایسه امکان‌پذیر نیست. با این حال اطلاعات سال ۱۳۸۳ گویای آن است که ۴۰ درصد ذخایر ارزی کشور بر حسب دلار و ۳۸ درصد آن بر حسب یورو بوده است. این شواهد بر این نکته دلالت دارد که حداقل در زمان مذکور، سهم دلار در ذخایر ارزی کشور با سهم بهینه پیشنهادی این پژوهش (۳۳/۵ درصد) مطابقت ندارد و باید سهم آن کاهش می‌یافت. سهم بهینه یورو (۵۲/۲ درصد) از سهم واقعی کمتر است و باید افزایش می‌یافت.

## ۷. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

همان‌طور که بیان شد، مدیریت ذخایر ارزی از جمله مقولات کلیدی چارچوب مدیریت اقتصاد کلان کشور است. مدیریت بهینه ذخایر ارزی به منظور حفظ ارزش پول ملی، ایجاد ثبات در بازار ارز، توانایی در پرداخت بدهی‌های خارجی، تأمین مالی بازرگانی خارجی و اهدافی از این قبیل، اهمیت بسیار دارد. ترکیب ارزی ذخایر بانک مرکزی که مسئولیت مدیریت ذخایر در برابر بدهی‌ها را بر عهده دارد، تا حد زیادی تحت تأثیر بدهی‌های خارجی است. از این‌رو در این پژوهش، بهینه‌سازی ترکیب ارزی ذخایر خارجی با تأکید بر بدهی‌های خارجی مد نظر قرار گرفت.

در این مقاله، با استفاده از دو رهیافت میانگین-واریانس و هزینه مبادله، یک الگوی بهینه‌سازی پویا ارائه شد و سپس بر آن اساس، به بهینه‌سازی ترکیب ارزی ذخایر خارجی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران پرداخته شد. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، ترکیب ارزی ذخایر ایران در طی دوره ۱۳۷۷-۱۳۸۵ بهینه نیست. از این‌رو بانک مرکزی برای کم کردن ریسک کاهش ارزش ذخایر خارجی و توانایی در پرداخت بدهی‌های خارجی باید در مدیریت ترکیب ارزی ذخایر خود تجدید نظر کند.

مطالبه یک مدیریت فعال ذخایر ارزی و نه یک مدیریت منفعل، از ضروریات مدیریت ذخایر خارجی است. بانک‌های مرکزی نباید سیر رفتار تاریخی خود یا

دیگران را مبنای تصمیم‌گیری خود قرار دهند؛ بلکه باید به روش‌های اقتصادی و علمی اتکا داشته باشند. ارائه یک الگوی معیار<sup>۱</sup> در این زمینه، مطالعات عمیقی را می‌طلبد.



## پیوست

### مدل DCC-GARCH برای تخمین ماتریس‌های واریانس-کوواریانس بازده انتظاری ارزشها

بولرسلو<sup>۱</sup> (۱۹۹۰) روشی برای تخمین مدل همبستگی شرطی ثابت (CCC-GARCH) ارائه کرد. در این روش، ماتریس واریانس-کوواریانس شرطی بازدهی‌ها به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$H_t \equiv D_t R D_t \quad D_t = \text{diag}(\sqrt{h_{i,t}}) \quad (1)$$

که R ماتریس همبستگی‌های شرطی  $h_{i,t}$  است و از مدل GARCH یک‌متغیره تبعیت می‌کند و به صورت زیر است:

$$h_{i,t} = \bar{S} + \sum_{i=1}^q u_i y_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p x_j h_{t-j}^2 \quad (2)$$

فرضی که همبستگی میان دارایی‌ها را ثابت در نظر می‌گیرد، غیرواقعی به نظر می‌رسد. از این‌رو، انگل<sup>۲</sup> (۲۰۰۲) مدلی ارائه کرد که در آن ماتریس همبستگی در طی زمان تغییر می‌کند. این مدل به نام همبستگی شرطی پویا<sup>۳</sup> مشهور است. در مدل DCC، ماتریس واریانس - کوواریانس به شکل زیر تجزیه می‌شود (پیترز<sup>۴</sup>، ۲۰۰۸):

$$H_t \equiv D_t R_t D_t \quad (3)$$

- 
- 1- Bollerslev
  - 2- Engle
  - 3- DCC
  - 4- Peters

به صورتی که  $D_t$  یک ماتریس قطری  $n \times n$  از انحراف معیارهای شرطی مختلف زمانی بازدهی‌های هر ارز در فرایند GARCH چندمتغیره است ( $n$  تعداد دارایی است).

انگل (۲۰۰۲) برای تخمین مدل DCC-GARCH تابع حداکثر راستنمایی را به دو بخش تقسیم کرد. این دو بخش عبارت‌اند از:

- بخش نوسان: این بخش تنها وابسته به پارامترهای مدل GARCH یک‌متغیره است.

- بخش همبستگی: این بخش وابسته به پارامترهای نوسان بخش اول و پارامترهای همبستگی است.

اگر  $W$  پارامترهای نوسان<sup>۱</sup> در ماتریس  $D$  را نشان دهد و  $\{$  پارامترهای همبستگی<sup>۲</sup> در ماتریس  $R$  باشد، آن‌گاه تابع حداکثر راستنمایی به دو بخش تقسیم می‌شود:

$$l(W, \{) = l_V(W) + l_C(W, \{) \quad (۴)$$

از این‌رو، پارامترهای مدل  $DCC(1,1)$  می‌تواند به راحتی به دو گروه  $W = (\tilde{S}_1, u_1, x_1, \dots, \tilde{S}_n, u_n, x_n)$  و  $\{ = (r, s)$  تقسیم و از طریق دو مرحله زیر تخمین زده شود:

## - مرحله اول:

ماتریس  $R_t$ ، توسط ماتریس واحد  $I_n$  جانشین می‌شود، که تابع لگاریتم حداکثر راستنمایی زیر را نتیجه می‌دهد (پیترز، ۲۰۰۸):

$$\begin{aligned}
 Ql_1(w|r_t) &= -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \left( n \log(2f) + 2 \log(|D_t|) + \log(I_n) + r_t' D_t^{-1} I_n D_t^{-1} r_t \right) \\
 &= -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \left( n \log(2f) + 2 \log(|D_t|) + r_t' D_t^{-1} D_t^{-1} r_t \right) \\
 &= -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n \left( \log(2f) + \log(h_{i,t}) + \frac{r_{i,t}^2}{h_{i,t}} \right) \quad (5) \\
 &= -\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left( T \log(2f) + \sum_{t=1}^T \left( \log(h_{i,t}) + \frac{r_{i,t}^2}{h_{i,t}} \right) \right)
 \end{aligned}$$

تابع شبه حداکثر راستنمایی<sup>۱</sup> ( $Ql_1$ )، مجموع توابع لگاریتم حداکثر راستنمایی GARCH یک‌متغیره است. بنابراین می‌توان از الگوریتم ارائه‌شده در بالا برای تخمین پارامترهای  $W = (\tilde{S}_1, u_1, x_1, \dots, \tilde{S}_n, u_n, x_n)$  برای هر فرایند GARCH یک‌متغیره استفاده کرد. زیرا واریانس  $h_{i,t}$  دارای‌های  $i=1,2,3,\dots,n$  برای  $t \in [1, T]$  تخمین زده شده است. سپس عناصر ماتریس  $D$  در همان دوره زمانی تخمین زده می‌شود.

### – مرحله دوم:

در مرحله دوم، تابع لگاریتم حداکثر راستنمایی زیر برای تخمین  $(r, s)$  با توجه به  $\hat{W} = (\hat{S}_1, \hat{u}_1, \hat{x}_1, \dots, \hat{S}_n, \hat{u}_n, \hat{x}_n)$  از مرحله اول استفاده می‌شود.

$$l_2(\{ \hat{W}, r_t \}) = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \left( n \log(2f) + 2 \log(|D_t|) + \log(R_t) + v_t' R_t^{-1} v_t \right) \quad (6)$$

## منابع و مأخذ

### فارسی

- اخباری، محمد. (۱۳۸۷). کاربرد الگوریتم ژنتیک در ترکیب پیش‌بینی‌های تورم، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، اداره بررسی‌ها و سیاست‌های اقتصادی. مجموعه پژوهش‌های اقتصادی، شماره ۳.
- بی‌ریا، سهیلا. (۱۳۸۳). *تقاضای ذخایر ارزی کشورهای صادرکننده مواد خام و تعیین ترکیب بهینه ذخایر*. رساله دکتری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.
- جبه‌دارخیابانی، نیلوفر. (۱۳۸۵). *پیشنهاد ترکیب بهینه ذخایر ارزی ایران بر اساس روش میانگین - واریانس*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. تهران: مؤسسه عالی آموزش بانکداری.
- جف، مادورا. (۱۳۸۸). *بازارها و نهادهای مالی*. (ابراهیم عباسی و علی آدوسی، مترجمین). تهران: بورس اوراق بهادار.
- دادجوی توکلی، عباس. (۱۳۸۷). *بررسی آثار جایگزینی ذخایر ارزی از دلار به یورو (مورد مطالعه: ایران)*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران.
- دائی کریم‌زاده، سعید. (۱۳۸۵). *مبانی نظری بهینه‌سازی ترکیب ارزی ذخایر بانک‌های مرکزی و پیشنهاد ترکیب ارزی بهینه ذخایر در ایران*. پایان‌نامه دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
- راعی، رضا و تلنگی، احمد. (۱۳۸۷). *مدیریت سرمایه‌گذاری پیشرفته*. تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).

- سجادی، سیدجعفر. (۱۳۸۰). بررسی نحوه پیدایش تغییر در سبب ارزی جهت کاهش ریسک ذخیره ارزی در قبال حوادث اخیر سیاسی. فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، شماره ۳، صفحات ۱۳۰-۱۳۸.
- مانوکیان سلماسی، آرمینه. (۱۳۸۴). تغییر در ارزش دارایی‌های خارجی بانک مرکزی، رویه‌های حسابداری و ملاحظات سیاستی: بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. مجموعه پژوهش‌های اقتصادی، شماره ۲۵.
- مجرد، محمدجعفر. (۱۳۸۰). اصلاح ساختار مدیریت ذخایر و بدهی‌های ارزی در بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. مجموعه مقالات یازدهمین کنفرانس سالانه سیاست‌های پولی و ارزی، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. تهران: پژوهشکده پولی و بانکی.
- واعظ، محمد. (۱۳۸۱). مسائل فراروی اصلاحات اقتصادی ایران در حوزه بانکداری (مورد مدیریت ذخایر خارجی). مجموعه مقالات دومین همایش دوسالانه اقتصاد ایران «اصلاحات اقتصادی: مبانی نظری و برنامه عملی». تهران: دانشگاه تربیت مدرس.

## انگلیسی

- Ben\_Bassat, A. (1980). The optimal composition of foreign exchange reserves. *Journal of International Economics*, 10, 285-295.
- Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31, 307-327.
- Chinn, M. & Frankel, J. (2005). *Will the Euro Eventually Surpass the Dollar as Leading International Reserve Currency? In G7 Current Account Imbalances: Sustainability and Adjustment*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Dooley, M., Lizondo, S. & Mathieson, D. (1989). The Currency Composition of Foreign Exchange Reserves. *IMF Staff Papers*, 36, 385-434.

- Eichengreen, B. & Mathieson, D. (2000). The Currency Composition of Foreign Exchange Reserves: Retrospect and prospect. *IMF Working paper*, 131.
- Engle, R. F. (2002). Dynamic Conditional Correlation a Simple Class of Multivariate GARCH Models. *Journal of Business and Economic Statistics*, 20, 339-350.
- Engle, R. F. & Sheppard, K., (2001) Theoretical and Empirical properties of Dynamic Conditional Correlation Multivariate GARCH. *National Bureau of Economic Research*, Working Paper, 8554.
- Heller, H. & Knight, M. (1978). Reserve Currency Preferences of Central Banks. Essays in International Finance. *Princeton University*, 131.
- International Monetary Fund. (2008). IMF International Financial Statistics (1975-2000), from <http://www.imf.org/external/np/sta/cofer/eng/cofer.pdf>.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *Journal of Finance*, 7, 77-91.
- Masson, P. & Turtalboom. B. (1997). Characteristics of the Euro, The Demand for Reserve and Policy Coordination under EMU. *IMF Working Paper*, 1-32.
- Papaioannou, E., Portes, R. & Siuounis, G. (2006). Optimal Currency Shares in International Reserves: The Impact Of The Euro and The Prospects for the Dollar. *Journal of the Japanese and International Economies*, 20, 508-547.
- Peters, T. (2008). Forecasting the covariance matrix with the DCC GARCH mode. *Stockholm: Stockholm University press*.
- Yi, W. (2007). A Study on Foreign Reserve Management of China: Optimal Currency Shares in Reserve Assets. *International Management Review*, 03.