

ارائه یک الگو برای ارزیابی و بهینه‌سازی ریسک مربوط به انتخاب یک پرتفوی ارزی بانک در ترکیب با ارزهای دیجیتال

احمد آقامحمدی^۱، فریدون اوحدی^{۲*}، محسن صیقلی^۳، بهمن بنی‌مهد^۴

- ۱- دانشجوی دکتری مهندسی مالی، گروه مدیریت و حسابداری، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، البرز، ایران.
- ۲- استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، البرز، ایران.
- ۳- استادیار، گروه مدیریت مالی واحد تهران جنوب، دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی تهران جنوب، تهران، ایران.
- ۴- دانشیار، گروه حسابداری واحد کرج، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی کرج، البرز، ایران.

پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۲۱

دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۱۲

چکیده

ارز دیجیتال شکل خاصی از پول دیجیتال است که بر پایه علم رمزنگاری ایجاد شده است. هزینه و زمان انتقال ارز دیجیتال به نقاط مختلف، کمتر از روش سنتی است. در بانکداری، روش نقل و انتقال ارزهای فیات بهدلیل قیمت‌های متفاوت، طولانی‌بودن زمان انتقال و هزینه بالای کارمزدهای سوئیفت، ریسک‌های متعددی را برای بانک‌ها به وجود آورده است. هدف اصلی از انجام پژوهش، ارائه یک الگو برای برآورد میزان بازدهی و ریسک پرتفوی ارزی بانک‌ها در ایران و ارزیابی اثر اضافه‌شدن ارزهای

دیجیتال به پرتفوی بانک‌ها از نظر میزان بازدهی، ریسک و بهینه‌سازی آن با استفاده از مدل ارزش در معرض خطر است. برای بررسی میزان تغییرات ریسک پرتفوی ارزی بانک‌ها در ترکیب‌شدن با ارزهای دیجیتال، نخست بازده و ریسک یک پرتفوی ارزی استفاده شده در بانک‌های ایران، با استفاده از روش ارزش در معرض خطر محاسبه و بهینه‌سازی می‌شود. سپس با انتخاب تعدادی از ارزهای دیجیتال و اضافه کردن آنها به پرتفوی ارزی بانک‌ها، بازده و ریسک مربوط به پرتفوی جدید محاسبه شده و با استفاده از نرم‌افزار لینگو بهینه‌سازی می‌شود. نتایج حاصل از پژوهش، نشان از کاهش ریسک پرتفوی جدید دارد.

واژه‌های کلیدی: ریسک، بازدهی، پرتفوی بهینه، ارز دیجیتال، ارز.

۱- مقدمه

ارزهای دیجیتال^۱ نسبت به ارزهای خارجی که به آنها فیات^۲ گفته می‌شود، از حجم معامله‌های کمتری برخوردار هستند. ارزهای دیجیتال در سال ۲۰۱۷ افزایش قیمت بسیار بالایی را تجربه کرده است و تعداد این ارزها به بیش از ۲۵۰۰ نوع می‌رسد که بخشی از این تعداد، هنوز وارد چرخه معامله‌ها نشده‌اند. این ارزها در هر زمان و مکانی که دسترسی به اینترنت وجود داشته باشد، قابل معامله بوده و برخلاف ارزهای رایج خارجی از میزان شفافیت بالایی در معامله‌ها برخوردار هستند به طوری که در تمام نقاط دنیا از راه دانلود کردن بر صفحه رایانه شخصی می‌توان تاریخچه معامله‌ها را مشاهده کرد. این میزان شفافیت در پول‌های رایج کنونی تحت هیچ عنوان وجود ندارد و به همین دلیل پول‌های دیجیتال مورد استقبال بسیار زیادی در کشورهای مختلف جهان قرار گرفته است. با توجه به نوظهوری بودن و نوسان‌های شدید قیمتی، این نوع ارزها به سادگی مورد قبول بانک‌های مرکزی، جهت معامله‌ها قرار نمی‌گیرند. ارزهای دیجیتال همانند ارزهای فیات مثل قبل از پشتوانه طلا یا ابزار ارزشمندی برخوردار نیستند ولی می‌توان گفت که امنیت بسیار بالا در این ارزها، یکی از فاکتورهای مهم ارزش آنها است [۳].

1. Cryptocurrency
2. Fiat currency



در کشور ایران می‌توان از مزایای مربوط به ارزهای دیجیتال در شرایط سیاسی تحریم برای معامله با سایر کشورها، به جای ارزهای فیات استفاده کرد. با توجه به مطالب عنوان شده سرمایه‌گذاری روی ارزهای دیجیتال به عنوان یک سرمایه‌گذاری مطمئن نیاز به پژوهش و بررسی بر چگونگی ایجاد پرتفوی سرمایه‌گذاری ارزهای دیجیتال بوده و باید سرمایه‌گذاران اثرهای ترکیب ارزهای دیجیتال بر سایر ارزهای فیات را از لحاظ ریسک و بازدهی، ارزیابی کرده تا بتوانند در سرمایه‌گذاری‌های خود کمترین میزان ریسک و بیشترین بازدهی را کسب کنند.

۲- مرور ادبیات

۱-۱- ارز دیجیتال

برای توضیح مفهوم ارز دیجیتال، نخست باید مفهوم بلاک چین^۱ بررسی شود. فرض کنید سه شخص حساب و کتابی با هم دارند. روزانه مقداری پول بین آنها جابه‌جا می‌شود. این حساب و کتاب‌ها می‌توانند به اشکال مختلفی ثبت شود؛ یکی از روش‌ها این است که به تعداد این افراد، دفترچه حساب وجود داشته باشد. هر زمان تراکنشی بین دو شخص انجام می‌شود، همه افراد جمع شوند و این تراکنش را در دفترچه خود بنویسن. نحوه ثبت اطلاعات به شکلی است که به دلیل ارتباط و ترتیب مشخصی که در آنها وجود دارد، هیچ‌یک قابل تغییر یا حذف نیستند. به این دفترچه حساب‌های همگام توزیع شده که حاوی اطلاعات مرتبط، مرتباً و تغییرناپذیر هستند، بلاک چین یا زنجیره بلوکی می‌گویند. این زنجیره بلوکی تمام تراکنش‌هایی را که تا به حال اجرا شده است، به صورت زنجیروار و براساس تاریخ در خود نگه می‌دارد و همواره با اضافه شدن تراکنش‌های جدید درحال رشد است. تمام اعضای شبکه ارز دیجیتال بعد از پیوستن به شبکه به صورت خودکار، یک رونوشت از زنجیره بلوکی را دریافت می‌کنند. در مورد تفاوت بین ارز دیجیتال و رمزارز می‌توان گفت که ارز دیجیتال یک واحد پولی یا واسطه تبادل است که ماهیت فیزیکی ندارد. این ارزها از کدهای صفر و یک به وجود می‌آیند و دسترسی به آنها از راه اتصال به اینترنت ممکن می‌شود. ارزهای دیجیتال فرایندهای انتقال‌های

1. Block chain

جهانی پول و انجام تراکنش‌های پرداخت را به صورت آنی انجام می‌دهند. این ارزها را می‌توان به دو دسته اصلی متمرکز و غیرمتمرکز تقسیم کرد. نوع متمرکز ارزهای دیجیتال به وسیله دولت‌ها یا سازمان‌ها و گروه‌ها، تولید و کنترل می‌شود. اما در نوع غیرمتمرکز این دارایی‌ها، هیچ شخص، نهاد یا گروهی مسئول تولید و کنترل ارزها نیست. اما رمزارز، یک ارز دیجیتال یا ارز مجازی است که از علم رمزنگاری برای امنیت شبکه و معامله‌ها استفاده می‌کند. به دلیل این ویژگی امنیتی، جعل این نوع ارزها دشوار و تقریباً غیرممکن است. به همین دلیل بسیاری از رمزارزها از سیستم‌های غیرمتمرکز مبتنی بر فناوری بلاکچین استفاده می‌کنند.

مفهوم اصلی در ارز دیجیتال عبارت است از:

- کیف پول^۱ ارز دیجیتال مانند حساب بانکی است. زمانی که یک شماره حساب جدید در شبکه ارز دیجیتال به وجود می‌آید، یک رشته کارت منحصر به فرد به نام کلید خصوصی به همراه آن ساخته می‌شود که با شماره حساب ارتباط ریاضی دارد. کلید خصوصی همان چیزی است که در کیف پول‌های ارز دیجیتال از آن نگهداری می‌شود و با استفاده از درج این نشانی در نشانی مقصد، انتقال آن صورت می‌پذیرد. در ارز دیجیتال، نوعی امضای ریاضی وجود دارد که ثابت می‌کند فرستنده پول همان صاحب اصلی حساب است. برای ایجاد امضاء، کلید خصوصی به همراه متن تراکنش (شامل مبدأ، مقصد، مبلغ و ...) وارد تابع رمزنگاری و تولید امضا^۲ می‌شود. امضای ایجادشده قابلیت استفاده دوباره ندارد، زیرا مختص یک تراکنش خاص ساخته شده است. تابع دیگری^۳ نیز وجود دارد که به وسیله آن افراد امضای ایجاد شده را بررسی می‌کنند تا مطمئن شوند توسط صاحب حساب و برای تراکنش موردنظر ایجادشده است.

- بلوک‌های ارز دیجیتال، استاد رایانه‌ای هستند که داده‌های متعلق به شبکه ارز دیجیتال را به صورت دائمی در خود ثبت می‌کنند. یک بلوک، تعدادی از سوابق تراکنش‌های شبکه ارز دیجیتال در یک بازه زمانی را که در بلوک‌های قبلی وارد نشده است، ثبت می‌کند، بنابراین یک بلوک مانند صفحه‌ای از یک دفتر کل یا دفتر ثبت اسناد است. هر بار که یک بلوک کامل می‌شود، ساخت بلوک بعدی در زنجیره بلوکی آغاز می‌شود. هر بلوک

1. Wallet

2. Signature Creator

3. Signature Checker



ذره‌ای از بلوک‌های قبلی و نشانی بلوک بعدی را در خود قرار می‌دهد تا امکان دستکاری بلوک‌ها یا حذف یک بلوک وجود نداشته باشد. حدود هر ۱۰ دقیقه، بلوک جدیدی از تراکنش‌ها تولید می‌شود و بلوک‌های قبلی به بلاک‌چین می‌پیوندند. از آنجاکه درخواست‌های تراکنش از سرتاسر جهان و با برچسب زمانی‌های مختلف وارد شبکه می‌شود، بین بلاک‌ها ملحق شدن به زنجیره، یک فضای رقابتی شکل می‌گیرد.

- استخراج ارز دیجیتال مفهومی است که به رفع این مشکل کمک کرده است. یک مسئله ریاضی به هریک از بلوک‌ها پیوند زده شده است. در قراردادهای ارز دیجیتال، افراد مختلفی در سراسر جهان رایانه‌های قدرتمند خود را در اختیار شبکه قرار می‌دهند. استخراج‌گران^۱ از برنامه رایانه‌ای متن باز^۲ برای تأیید اعتبار و به جریان‌انداختن تراکنش‌ها استفاده می‌کند. آنها به‌طور مداوم درحال رقابت بر سر پردازش و ثبت تراکنش‌ها هستند و تلاش می‌کنند سریع‌تر از بقیه، با حل مسئله ریاضی بلوک حاضر، زنجیره را تکمیل کنند. زمانی که استخراج‌گر اقدام به حل مسئله کند، جواب مسئله بین گرهای استخراج به اشتراک گذاشته شده^۳ و سپس تأیید اعتبار می‌شود. هر بار که یک استخراج‌گر یک مسئله را حل کند، علاوه بر کارمزد تراکنش، مقدار مشخصی ارز دیجیتال به عنوان پاداش دریافت می‌کند. اولین مدرک ثبت‌شده در بلوک بعدی، تراکنش مربوط به پاداشی است که استخراج‌گر برنده بلوک قبلی دریافت کرده است. درواقع با هر استخراج، ارز دیجیتال جدیدی وارد شبکه می‌شود که به استخراج‌کننده تعلق دارد. می‌توان گفت ارزهای دیجیتال به‌وسیله استخراج که فرایندی رقابتی و تمرکز‌زدایی شده است، (از هیچ!) تولید می‌شوند. همچنین تا زمانی که مسائل حل نشده است، ساخت بلوک جدید در شبکه آغاز نمی‌شود. در پروتکل طراحی شده ارز دیجیتال، تعداد ارز دیجیتال محدود شده است؛ یعنی وقتی تعداد ارز دیجیتال میزان محدودیت خود برسد، تولید متوقف خواهد شد و استخراج‌گران فقط کارمزد تراکنش‌ها را دریافت خواهند کرد.

1. Miners
2. Open-Source
3. Vote

به طور کلی راه‌های تهیه ارز دیجیتال عبارت است از:

- استفاده از روش پرداخت ارز دیجیتال و فروش کالا و خدمات به افراد دیگر:

بسیاری از فروشگاه‌های بزرگ آنلайн، کالاهای خود را در ازای دریافت ارز دیجیتال به فروش می‌رسانند، برای مثال مشتریان می‌توانند از ارز دیجیتال برای خرید نرم‌افزارها، تجهیزات و کالاهای الکترونیکی از شرکت‌هایی مثل مایکروسافت^۱، نیوگ^۲، اورستاک^۳ و دل^۴ استفاده کنند.

- دریافت ارز دیجیتال به عنوان دستمزد یک فعالیت:

امروزه فریلنسرها^۵ می‌توانند از ماهیت بدون مرزبودن ارزهای دیجیتال استفاده کنند و به راحتی در ازای خدماتی که انجام می‌دهند از هر جای دنیا دستمزد خود را دریافت کنند. از طرفی امروزه افرادی که ارز دیجیتال یا رمزارزهای دیگر را بپذیرند، نیز بیشتر شده و فریلنسرها از این راه به راحتی می‌توانند ارز دیجیتال خود را به ارز دیجیتال دیگر یا هر ارز دیگری تبدیل کنند.

- خرید از صرافی‌ها:

یکی از روش‌های تهیه کردن ارز دیجیتال خرید از صرافی‌ها است. صرافی‌های ارز دیجیتال، مجموعه‌ای از ارزهای دیجیتال را برای خرید و فروش ارائه می‌دهند. در این روش بابت خرید ارز دیجیتال کارمزد پرداخت می‌شود.

- مبادله مستقیم:

در روش مبادله مستقیم می‌توان ارز دیجیتال را از راه سایت‌های فروشنده و یا به طور مستقیم از افراد دیگر با استفاده از روش‌های مختلفی مانند کارت‌های اعتباری، حساب‌های اینترنتی و یا حتی با سایر روش‌ها، خریداری کرد. برای خرید ارز دیجیتال نخست باید کیف پول را در سیستم نرم‌افزاری نصب کرد. سپس یک فروشنده معتبر ارز دیجیتال را پیدا کرده و با

1. Microsoft

2. Newegg

3. Overstock

4. Dell

5. فریلنسر (Freelancer) کسی است که یک حرfe مثل عکاسی، نویسنده‌گی، طراحی وب و دیگر خدمات، گرافیک و ...

دارد و به صورت پروژه‌ای و آزاد با دیگران کار می‌کند.



انتقال پول به فروشنده و دادن نشانی کیف پول برای دریافت ارز دیجیتال خریداری شده (بعضی از سایت‌ها خودشان کیف پول دارند) به کیف پول شخصی خود اقدام کرد.

- استخراج ارز دیجیتال

ارز دیجیتال در شبکه مخصوص به‌خود به‌عنوان پاداش پردازش تراکنش‌های ارزهای دیجیتال تولید می‌شوند. در این فرایند، کاربران قدرت محاسباتی رایانه خود را به پردازش و ثبت تراکنش‌ها در بلاکچین اختصاص می‌دهند. این کار استخراج، به‌وسیله اشخاص یا شرکت‌ها برای به‌دست‌آوردن ارزهای دیجیتال تازه تولیدشده و نیز کارمزدهای پرداخت شده در شبکه انجام می‌شود.

۲-۲- ریسک‌ها و مزایای ارزهای دیجیتال

از زمان به‌وجودآمدن ارزهای دیجیتال تاکنون متأسفانه کمتر مرجع معتبری به‌شکل دقیق و علمی به بررسی مخاطرات آنها پرداخته است. درنتیجه بررسی دقیق این موضوع ضروری به نظر می‌رسد. این ریسک‌ها عبارت است از:

نوسان‌های قیمتی و عدم ثبات: با توجه‌به عمق کم بازار ارزهای دیجیتال و افزایش آگاهی و اقبال متقاضیان جدید، قیمت ارزهای دیجیتال بسیار حساس به اخبار جدید بوده و هر خبر مثبت و یا منفی می‌تواند قیمت را به راحتی تغییر دهد.

مشخص‌نبوتن هویت فرستنده و گیرنده: ارزهای دیجیتال از سازوکار رمزنگاری شده برای ایجاد امنیت در شبکه استفاده می‌کند، از این‌رو هیچ فرستنده و گیرنده‌ای قابل شناسایی نیست و این مورد می‌تواند باعث اقدام‌های مجرمانه شود.

امکان فرار مالیاتی، پوششی و گسترش بخش غیررسمی اقتصاد: به دلیل ماهیت رمزنگاری شده این پول و شناسایی‌نشدن طرفین معامله، انگیزه برای انتقال بخشی از معاملات و نگهداری درامد و ثروت به‌وسیله این سیستم وجود داشته است. درنتیجه فرار مالیاتی امکان‌پذیر خواهد بود.

بروز مشکلات امنیتی: ارزهای دیجیتال چالش‌های امنیتی مانند گم شدن، هک شدن حساب کاربر و سرقت را به همراه دارد. بعلاوه، اگر کاربر اطلاعات حساب و رمز عبور خود را فراموش کند، پول‌های او برای همیشه از بین می‌رود.

عدم حفظ ارزش: یکی از مشکلات جدی که درخصوص نگهداری ارزهای دیجیتال وجود دارد، عدم حفظ ارزش آن در گذر زمان است. زیرا حداقل انتظار خریداران ارز این است که بتوانند آن را در آینده خرج کنند و همان ارزش اقتصادی زمان قبلی را دریافت کنند. برای فهم بهتر این موضوع در یک پژوهش انجام شده همبستگی بین ارز دیجیتال و تعدادی از ارزهای منتخب بررسی شد که نتایج حکایت از منفی بودن این رابطه داشت و این نشانه عدم حفظ ارزش در ارز دیجیتال در طول زمان است. البته شایان ذکر است که از نگاه دیگر و با توجه به محدود بودن خلق این پول، قیمت آن به سمت افزایش گرایش داشته و می‌تواند به عنوان ذخیره ارزش قرار گیرد.

برگشت‌ناپذیری وجه: در ارزهای دیجیتال چون هیچ نهاد مرکزی و واسطه وجود ندارد و همچنین هویت دارندگان کیف پول مشخص نیست، چنانچه وجهی به طور اشتباه به یک کیف پول دیگر واریز شود، به هیچ عنوان قابل شناسایی و بازگشت نیست.

به طور خلاصه مزایای ارزهای دیجیتال عبارت است از:

- آزادی در پرداخت و دسترسی جهانی و سرعت بالا در انتقال‌های جهانی و فرامرزی؛
- هزینه عملیاتی پایین و انجام قراردادهای هوشمند بدون دخالت اشخاص ثالث؛
- استفاده از ارزهای دیجیتال در شرایط تحریمی ایران و ناتوانی دولت‌ها در مصادره و بلوکه کردن؛
- امکان ایجاد ارزهای دیجیتال منطقه‌ای و تسهیل در پیمانهای پولی دو و چندجانبه؛
- تسهیل در جهانی شدن کسب‌وکارها و امکان افزایش سرمایه‌گذاری خارجی [۳].



۱-۳- تئوری پرتفوی^۱

تئوری انتخاب پرتفوی در سال ۱۹۵۲ توسط هری مارکویتز^۲ ایجاد شد. مارکویتز اساس تئوری مذکور را مبتنی بر بهینه‌سازی ریسک و بازده پرتفوی مشکل از چندین دارایی مالی بنا نهاد [۳]. مارکویتز در تئوری انتخاب پرتفوی خود فرض می‌کند که همه سرمایه‌گذاران، انتخاب‌های خود را براساس دو معیار ریسک و بازده انجام می‌دهند [۴].

۲-۴- پرتفوی ارزهای دیجیتال

وظیفه اصلی مدل انتخاب پرتفوی، عبارت است از تخصیص وجوده نقد بین اوراق بهادرار مختلف به گونه‌ای که ریسک و بازده پرتفوی بهینه شود [۳]. مارکویتز^۳ در تئوری انتخاب پرتفوی خود فرض می‌کند که همه سرمایه‌گذاران، انتخاب‌های خود را براساس دو معیار ریسک و بازده انجام می‌دهند. انتخاب پرتفوی بهینه، یکی از موضوع‌های مهم در ادبیات مالی محسوب می‌شود که هدف‌های حداکثر کردن بازده و حداقل کردن ریسک سرمایه‌گذاری و درنظر گرفتن سایر ترجیحات را به همراه دارد.

فرضیه‌های اصلی نظریه پرتفوی عبارت است از:

- سرمایه‌گذاران، ریسک‌گریزند و برای سطح معینی از ریسک، بازده بیشتری را ترجیح می‌دهند و یا با پذیرفتن ریسک کمتر به بازده مشخصی اکتفا می‌کنند.

- معمولاً بازده اوراق بهادرار دارای پراکندگی (توزیع) عادی است. این فرض مهم است، زیرا می‌توان بازده اوراق بهادرار را براساس میانگین توزیع و ریسک را براساس واریانس اوراق بهادرار محاسبه کرد.

سرمایه‌گذارانی که نظریه پرتفولیو را پذیرفته‌اند و به کار می‌برند، بر این باورند که حریف بازار نیستند. بنابراین انواع گوناگونی از اوراق بهادرار را نگهداری می‌کنند تا بازده آنها با متوجه بازده بازار برابر شود [۴].

1. Portfolio
2. Harry Markowitz
3. Markowitz

در انجام این پژوهش، برای اینکه بازدهی سرمایه‌گذاری در ارزهای دیجیتال، با متوسط بازده بازار برابر شود، اقدام به تشکیل پرتفویی از ارزهای دیجیتال شده است.

۲-۵- ارزش در معرض خطر^۱

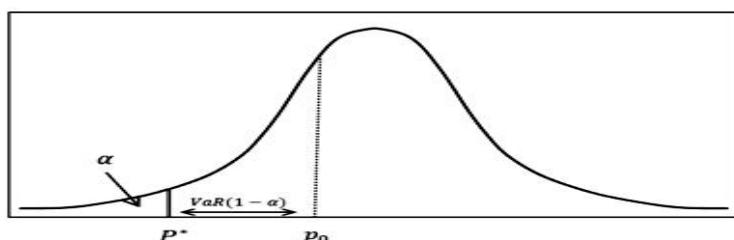
ارزش در معرض خطر (VAR) حداقل زیانی است که کاهش ارزش سبد دارایی، برای دوره معینی در آینده (افق زمانی) با سطح اطمینان مشخص، از آن بیشتر نمی‌شود [۵]. تعریف دو پارامتر در اندازه‌گیری ارزش در معرض خطر (VAR) از اهمیت زیادی برخوردار است:

الف) سطح اطمینان $1-\alpha$ (سطح با معنی): سطح با معنی α به طور معمول بین تا درصد انتخاب می‌شود.

ب) افق زمانی موردنظر (دوره نگهداری): این دوره زمانی به طور معمول بین یک روز تا دو هفته تعیین می‌شود که البته در شرایطی تا یک سال هم قابل قبول است. اگر تابع توزیع ارزش پرتفوی دارایی‌ها نرمال و سطح با معنی α در نظر گرفته شود، با توجه به شکل (۱)، P^* کمترین مقداری است که پرتفوی در طی دوره زمانی ممکن است اختیار کند، بنابراین در رابطه (۱) داریم:

$$VAR = P_0 - P_0^{-1}(\alpha) = P_0 \quad (1)$$

P^* ارزش بحرانی پرتفوی نامیده می‌شود. درنهایت مقدار VAR به عنوان یک معیار مناسب اندازه‌گیری ریسک بازار به دست می‌آید [۵].



شکل ۱. نمایش VAR [۵]

1. Value at Risk (VAR)



روش‌های محاسبه ارزش در معرض ریسک عبارت است از روش‌های پارامتریک که به روش واریانس و کوواریانس معروف است و روش‌های ناپارامتریک مانند شبیه‌سازی تاریخی و شبیه‌سازی مونت‌کارلو.

روش واریانس-کوواریانس^۱: در رویکرد پارامتری فرض خاصی در مورد توزیع احتمال بازده دارایی مالی در نظر گرفته می‌شود که می‌توان این توزیع را توزیع نرمال، تی-استودنت^۲، توزیع خطای تعمیم‌یافته یا هر نوع توزیع آماری دیگر فرض کرد.

با فرض نرمال‌بودن توزیع بازده، ارزش در معرض خطر با استفاده از رابطه (۲) محاسبه می‌شود:

$$VAR_t = -P_{t-1}(\mu_t - \sigma_t Z_\alpha) \quad (2)$$

VAR_t : ارزش در معرض خطر دوره جاری؛ P_{t-1} : قیمت قبلی سهم؛ μ_t : میانگین بازده در دوره t؛ σ_t : انحراف معیار بازده؛ Z_α : مقدار متغیر نرمال استاندارد در سطح اطمینان ۱-α . []

۶-۲- مسئله تعیین سبد بهینه

الگوی حل مسئله انتخاب سبد مالی بهینه اولین بار توسط مارکویتز ارائه شد. مدل میانگین واریانس مارکویتز، براساس سطح مشخصی از مقادیر بازده، مقادیر بهینه ریسک را برآورد می‌کند واریانس مجموع دارایی‌های موجود در پرتفویل به دست می‌آورند [V]. برای بدست آوردن پرتفویل بهینه در روش مارکویتز که حداقل واریانس برای یک سطح معینی از بازده است از مدل (۱) برنامه‌ریزی خطی زیر استفاده می‌شود.

$$\begin{aligned} \text{Min } & S_P^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j \sigma_{ij} \\ \text{S.t } & \bar{r}_p = \sum_{i=1}^n X_i \bar{r}_i \quad (1) \quad \text{مدل} \\ & \sum_{i=1}^n X_i = 1 \\ & X_i \geq 0 \quad \forall i = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

1. Mean- Variance Model
2. T student

نیز $\sum_{i=1}^n x_i \bar{r}_i = \bar{r}_p$ بازده مورد انتظار پرتفوی؛ $\sum_{i=1}^n x_i$ محدودیتها؛ مجموع وزن‌های کل دارایی‌های موجود در سبد برابر یک؛ قیود $x_i \geq 0$ هم نامنفی بودن وزن هریک از دارایی‌ها در سبد مالی [۸].

۷-۲- پیشینه پژوهش

تاکنون در زمینه محاسبه‌های مربوط به برآورد ریسک، بازدهی و بهینه‌سازی پرتفوی ارزهای دیجیتال در ترکیب با پرتفوی ارزهای بانکی در داخل پژوهش‌هایی انجام نذیرفته و در پژوهش‌های خارجی نیز به طور معمول یک یا دو نوع ارز دیجیتال را در یک پرتفوی سنتی ترکیب نموده و تأثیر آن را مورد بررسی قرار داده‌اند که در زیر به آنها اشاره می‌شود:

آندریانتو و دبورتا^۱ در سال ۲۰۱۷ پژوهشی با موضوع «تأثیر ارزهای دیجیتال بر کارایی پرتفوی سرمایه‌گذاری» را بررسی کرد. در این پژوهش، یک پرتفوی سرمایه‌گذاری متشكل از تعدادی از ارزهای دیجیتال، ارزها، سهام و کالاهای ایجاد شد. سپس ریسک مربوط به پرتفوی با استفاده از روش تحلیل واریانس ارزیابی شد. نتایج حاصل از پژوهش نشان از کاهش یافتن انحراف معیار و افزایش اثربخشی بین ۵ تا ۲۰ درصدی پرتفوی شد [۹]. دودبیر^۲ در سال ۲۰۱۷ پژوهشی با این موضوع «که آیا ارزهای دیجیتال در یک پرتفوی سرمایه‌گذاری اروپایی تأثیرگذار است؟» انجام شد. در این پژوهش ۵ درصد از پرتفوی به ارزهای دیجیتال اختصاص داده شد. سپس همبستگی متحرک ۳۰ روزه بین اقلام پرتفوی بررسی شد. نتایج حاصل از پژوهش با استفاده از روش تحلیل واریانس پرتفوی، نشان از نوسان‌های شدید قیمتی و بازگشت تاریخی ارزهای دیجیتال را دارد که با اقلام پرتفوی سرمایه‌گذاری همخوانی ندارد ولی باعث پوشش ریسک پرتفوی می‌شوند. در این پژوهش ارزهای دیجیتال بر یک نمونه پرتفوی اروپایی باعث افزایش بازده مورد انتظار بین ۱۱.۴۴ تا ۱۷.۲۷ درصد شد [۱۰]. آنی فانتکی^۳ در سال ۲۰۱۸ موضوع «تنوع‌بخشی، یکپارچگی بازارهای ارز دیجیتال در بخش

1. Andrianto and Diputra
2. Dodebier
3. Anyfantaki



تخصصی تحقیق تحلیل اقتصادی بانک مرکزی یونان» را بررسی کرد. در این پژوهش یک پرتفوی سرمایه‌گذاری با استفاده از ارزهای دیجیتال و یک پرتفوی بدون ارزهای دیجیتال ایجاد شد. سپس با استفاده از روش تحلیل واریانس ریسک مربوط به هر دو پرتفوی را ارزیابی کرد. نتایج حاصل از پژوهش نشان از کاهش ریسک و افزایش بازدهی پرتفوی دارای ارز دیجیتال نسبت به پرتفوی بدون ارز دیجیتال داشت [۱۱]. جاوایر کاسترو در سال ۲۰۲۰ پژوهشی با موضوع «بهینه‌سازی پرتفوی سرمایه‌گذاری ارزهای دیجیتال با استفاده از روش امگا» را ارزیابی کرد. در این پژوهش با استفاده از روش امگا ریسک مربوط به پرتفوی سرمایه‌گذاری تعدادی از ارزهای دیجیتال اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که پرتفوی سرمایه‌گذاری شامل دارایی‌های سنتی بازار نسبت به دارایی‌های ارزهای دیجیتال ارجحیت دارند [۱۲]. طهماسبی در سال ۱۳۹۴ پژوهشی با «موضوع برآورد ریسک سرمایه‌گذاری در یک پورتفوی دارایی در ایران» را بررسی کرد. در این مطالعه از روش ارزش در معرض ریسک برای محاسبه ریسک سرمایه‌گذاری در یک سبد دارایی نوعی خانوار- شامل سپرده‌های بانکی، اوراق مشارکت، سهام، ارز، سکه، مسکن و زمین استفاده شد. بهایمن‌منظور از داده‌های مربوط به قیمت دارایی‌های مذکور در دوره زمانی ۱۳۷۶-۱۳۹۰ استفاده شد. پس از محاسبه بازدهی، انحراف معیار بازدهی و ضرایب همبستگی بین بازدهی دارایی‌ها و همچنین ارزش در معرض ریسک هر دارایی، با بهکارگیری الگوی میانگین-واریانس ترکیب بهینه دارایی‌ها استخراج شد. ریسک سبد دارایی‌ها بهروش ارزش در معرض ریسک در سطوح اطمینان ۹۰ درصد، ۹۵ درصد و ۹۹ درصد در افق‌های زمانی یکساله و چهاردهساله محاسبه شد. نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد در افق زمانی چهاردهساله بیشترین ریسک پورتفوی ۷۷/۴۳ درصد با احتمال ۹۹ درصد برای افراد با درجه ریسک‌پذیری پایین ریسکی را در این دوره در هیچ سطح اطمینانی متحمل نمی‌شوند. همچنین، در افق زمانی یکساله بیشترین ریسک پورتفوی ۹۲/۱۶ درصد با احتمال ۹۹ درصد برای افراد با درجه ریسک‌پذیری بالا و کمترین ریسک ۱۳ درصد با احتمال ۹۰ درصد برای افراد با درجه ریسک‌پذیری پایین است [۱۳]. در سال ۱۳۹۶ توسط کریم‌زاده پژوهشی با موضوع «پرتفوی ارزی بهینه ذخایر بانک مرکزی ج.ا. ایران (رهیافت فرامدرن پرتفوی)» بررسی شد. در این

مطالعه ترکیب ارزی بهینه چهار ارز ذخیره مهم شامل دلار آمریکا، یورو، پوند و بن در سبد ارزی ذخایر استراتژیک بانک مرکزی کشور ایران ارزیابی شد. نتایج حاصل از پژوهش نشان از حداقل سهم دلار، یورو و بن در سبد ذخایر ارزی استراتژیک بانک مرکزی به ترتیب برابر ۳۵، ۲۹ و ۴۸ درصد است. براین‌اساس، در صورتی که سهم ارزهای مذکور در سبد ذخایر بیش از ارقام حاصل باشد، ارزش ذخایر کاهش پیدا می‌کند. همچنین براساس نتایج حاصل، پوند ارزی پرخطر است، ازاین‌رو بانک مرکزی برای نگهداری این ارز، بیشتر باید براساس نیازهای مبادلاتی خود برنامه‌ریزی کند [۱۴]. رهنما رود پشتی و همکاران در سال ۱۳۹۶ پژوهشی با موضوع «بررسی کارایی بهینه‌سازی پرتفوی با استفاده از ماکریم نسبت شارپ^۱ پایدار در مقایسه با بهینه‌سازی مارکویتز» انجام پذیرفت. این پژوهش یک مدل بهینه‌سازی پایدار پرتفوی براساس نسبت شارپ را ارائه کرده است که نتایج بهینه‌سازی پرتفوی با فرمول‌بندی پایدار متناظر براساس مدل عاملی، با استفاده از داده‌های شانص بازار و آزمون پایداری پارامترهای ورودی در مقایسه با نتایج فرمول‌بندی بهینه‌سازی مارکویتز (مدرن) نشان داده شده است. نتایج پژوهش نشان از آن است که بازده واقعی در مدل شارپ با بازده واقعی در مدل مارکویتز (مدرن) تفاوت معناداری ندارد، ولی ریسک واقعی در مدل شارپ در مقایسه با ریسک واقعی در مدل مارکویتز (مدرن) تفاوت معناداری باهم دارند [۱۵] پورکاظمی و همکاران در سال ۱۳۹۸ پژوهشی با موضوع «ارائه یک الگوی بهینه برای نگهداری ذخایر ارزی کشور در بانک مرکزی با استفاده از منطق فازی» بررسی کردند. در این پژوهش با استفاده از روش فازی آریما، نرخ برابری ریال ایران در برابر پنج ارز عمده، یعنی دلار آمریکا، یورو، پوند انگلیس، بن ژاپن و فرانک سوئیس پیش‌بینی شده و با استفاده از رهیافت میانگین - واریانس، ترکیب بهینه برای نگهداری ذخایر ارزی کشور در بانک مرکزی با داده‌های ماهانه ۱۳۸۱ لغایت ۱۳۸۵ به دست آمده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که خطای پیش‌بینی روش فازی آریما کمتر از خطای پیش‌بینی روش آریماست و بنا به رهیافت میانگین - واریانس، سهم دلار در ترکیب ذخایر ارزی کاهش، سهم یورو کمتر و سهم پوند بیشتر افزایش پیدا می‌کند [۱۶].

1. Sharpe ratio



پس از بیان پیشینه پژوهش در زیر، مراحل مربوط به چگونگی تشکیل پرتفوی و نحوه انجام پژوهش به اختصار بیان می‌شود:

- **ایجاد پرتفوی ارزهای دیجیتال و محاسبه میزان بازدهی، ریسک و بهینه‌سازی آن:** در این مرحله برای ایجاد پرتفوی ارزهای دیجیتال تعداد پنج مورد از ارزهایی را که در یک دوره زمانی پنج ساله از لحاظ محبوبیت، حجم معاملات و سایر موارد جزء ارز برتر بوده‌اند، برای تشکیل پرتفوی ارز دیجیتال انتخاب می‌کنیم. سپس میزان بازدهی و ریسک پرتفوی ارزهای دیجیتال ایجاد شده، محاسبه و بهینه‌سازی می‌شود.
- **ایجاد پرتفوی ارزهای بانکی و محاسبه میزان بازدهی، ریسک و بهینه‌سازی آن:** در مرحله بعدی میزان بازدهی و ریسک پرتفوی ارزهای مورد استفاده بانک‌های ایرانی محاسبه و بهینه‌سازی می‌شود.
- **ادغام ارزهای دیجیتال در پرتفوی ارزهای بانکی و محاسبه میزان بازدهی، ریسک و بهینه‌سازی پرتفوی جدید:** در مرحله بعدی به پرتفوی ارزهای بانکی ارزهای دیجیتال موردنطالعه اضافه می‌شود. سپس دوباره بازدهی و ریسک پرتفوی جدید محاسبه و بهینه‌سازی می‌شود.
- **مقایسه نتایج مربوط به محاسبه‌های بازدهی، ریسک و بهینه‌سازی پرتفوی ارزهای دیجیتال، ارزهای بانکی و پرتفوی ادغامی از ارزهای دیجیتال و بانکی:** در پایان نتایج حاصل از محاسبه‌های مربوط به برآورد بازدهی، ریسک و بهینه‌سازی پرتفوی ارزهای دیجیتال، بانکی و پرتفوی ادغامی مقایسه و بررسی می‌شوند.

۳- سوال‌ها و فرضیه‌های پژوهش

۱- سوال‌های پژوهش

- آیا ریسک پرتفوی ارز دیجیتال از ارزهای بانکی بیشتر است؟
- آیا ادغام ارزهای دیجیتال در پرتفوی ارزهای بانکی، میزان ریسک و بازدهی پرتفوی را تحت تأثیر قرار می‌دهد؟



- آیا می‌توان یک پرتفوی بهینه از ادغام ارزهای دیجیتال و ارزهای بانکی با استفاده از روش ارزش در معرض خطر VAR ارائه کرد؟

۲-۳- فرضیه‌های پژوهش

- میزان ریسک پرتفوی ارزهای دیجیتال از ارزهای بانکی بیشتر است.
- ریسک پرتفوی ارزهای بانکی در ادغام با ارزهای دیجیتال افزایش پیدا می‌کند.
- با استفاده از روش ارزش در معرض خطر می‌توان یک پرتفوی بهینه از ادغام ارزهای بانکی و دیجیتال ایجاد کرد.

۴- روش‌شناسی و داده‌های پژوهش

اطلاعات مربوط به پژوهش از تارنماه اینترنتی کوین مارکت^۱ استخراج شده است. در این تارنما اطلاعات تاریخی و نمودار تغییرات مربوط به قیمت ارزهای دیجیتال و ارزهای بانکی درج شده است.

در این پژوهش برای انجام محاسبه‌های آماری و بهینه‌سازی پرتفوی، از نرم‌افزار اکسل^۲ و لینگو^۳ استفاده شده است.

برای برآورد بازدهی، ریسک و ایجاد پرتفوی بهینه از اطلاعات تاریخی روزانه مربوط به قیمت‌های ارزهای دیجیتال انتخابی و ارزهای بانکی در یک بازه زمانی ۳ ساله (از سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۸) استفاده شده است.

این پژوهش با استفاده از روش پارامتریک برای برآورد ریسک، بازدهی و ایجاد پرتفوی بهینه انجام شده است و برای محاسبه پارامترهای موردنیاز ماتریس کواریانس، از جمله میانگین و انحراف معیار، از اطلاعات تاریخی گذشته استفاده می‌شود. این اطلاعات عموماً در دسترس هستند.

1. WWW.coinmarketcap.com

2. Excel

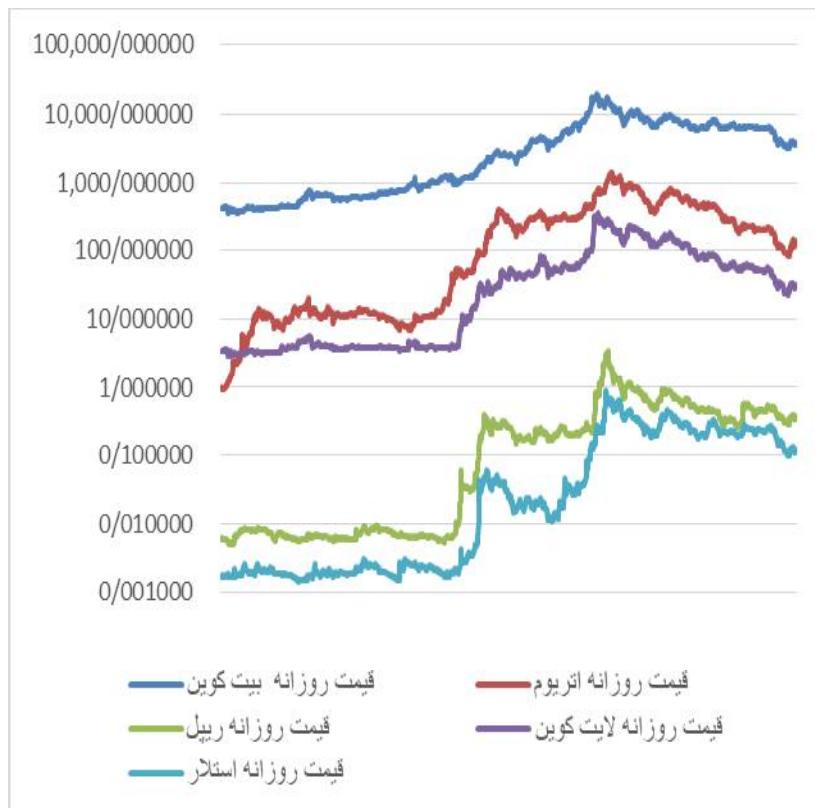
3. Lingo



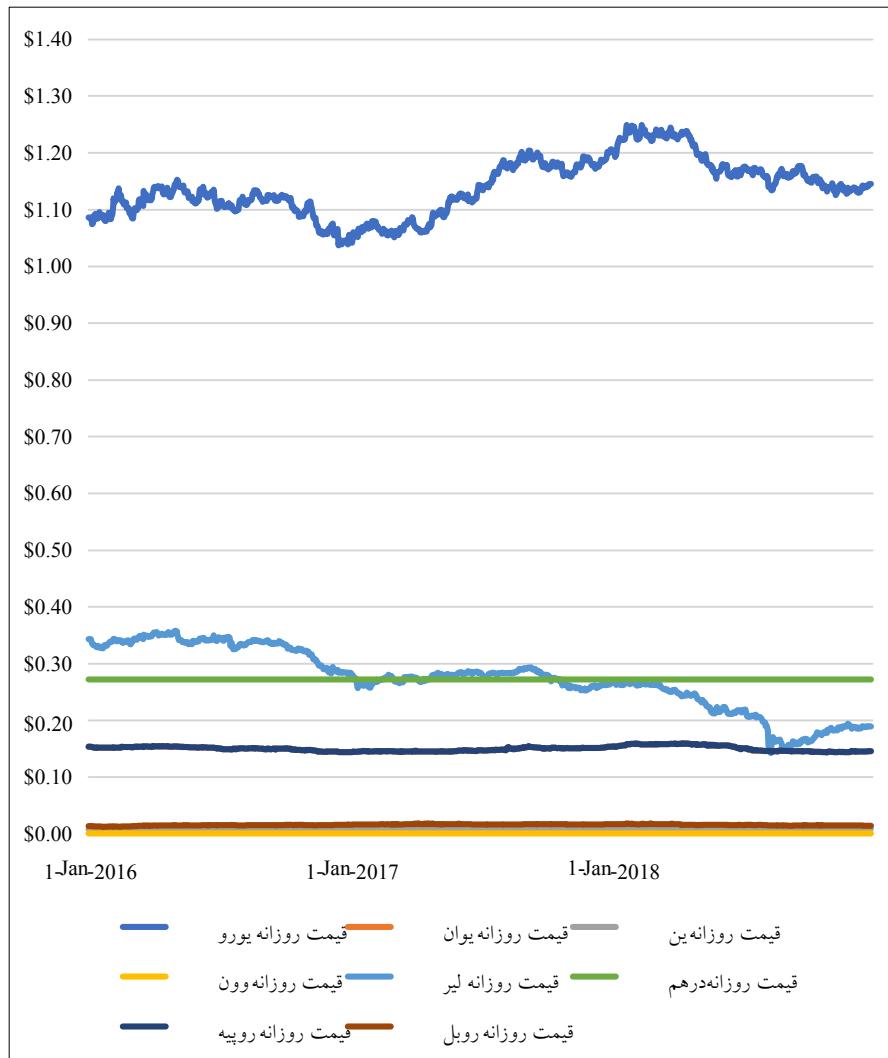
شاخص‌های پیشنهادی در این پژوهش برای انتخاب پرتفوی ارزهای دیجیتال به شرح زیر است:

- انتخاب ارزهای دیجیتالی که بیشترین سهم بازار را دارد و ارزش مبادلات این ارزها بیش از یک میلیارد دلار باشد؛
- انتخاب بین ۵ تا ۱۰ نوع از ارزهای دیجیتال با توجه به بررسی رابطه همبستگی بین آنها باعث مدیریت ریسک و امکان پیگیری نوسان‌های قیمتی آنها می‌شود؛
- انتخاب ارزهایی که شرایط امنیتی بالا و نقل و انتقال سریع در شبکه و ارائه [۱۷] پس از بررسی‌های به عمل آمده از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۸ در سایت کوین مارکت، تعداد ۵ ارز بیت کوین^۱، اتریوم^۲، ریپل^۳، لایت کوین^۴ استلار^۵، انتخاب شدند که در این ۵ سال جزء ۱۰ ارز دیجیتال برتر بوده‌اند. در شکل ۲ نمودار مربوط به تغییرات قیمت آنها نشان داده شده است. برای بررسی بازده و ریسک پرتفوی ارزهای بانکی باید پرتفوی ارزهای مورد استفاده بانک‌ها تشکیل شود. برای این منظور نخست هشت مورد از ارزهای بانکی که در بیشتر بانک‌های کشور ایران جهت واردات و صادرات استفاده می‌شود، برای انجام پژوهش انتخاب شده است. این ارزها شامل ارزهای یورو، یوان چین، یمن ژاپن، وون کره جنوبی، لیر ترکیه، روپیه هندوستان، روبل روسیه، و درهم امارات است. نمودار استخراجی تغییرات قیمتی ارزهای مورد استفاده بانک‌ها بر حسب مبلغ دلار، در بازه سه ساله از سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۸ در شکل ۳ نشان داده شده است.

1. Bitcoin
2. Ethereum
3. Ripple
4. Litecoin
5. Stellar



شکل ۲. تغییرات قیمت ارزهای دیجیتال از ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۸ به دلار (خروچی نرم‌افزار)



شکل ۳ تغییرات قیمت ارزهای بانکی بر حسب دلار از سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۸ (خروجی نرم افزار)

در هریک از نمودارهای مربوط به نرخ ارزها، یک موج سینوسی دیده می‌شود که روندی طبیعی است. با توجه به نوسانهای نرخ ارزها در بازه سه ساله (۲۰۱۶ تا ۲۰۱۸)، هدف، تخمین

میزان VAR برای یک افق زمانی ۱۰ روزه در آینده است. همچنین فرض می‌شود سطح اطمینان مورد نظر ۹۵ درصد باشد. مراحل اندازه‌گیری ارزش در معرض خطر و ایجاد پرتفوی بھینه برای سرمایه‌گذاری در ارزهای دیجیتال به صورت زیر خواهد بود [۱۴]:

مرحله ۱) میزان بازدهی $R_{i,t}$ براساس قیمت روزانه به صورت گستته براساس فرمول رابطه (۳) محاسبه می‌شود $R_{i,t} = P_{i,t} / P_{i,t-1}$ در روز t ام است و $P_{i,t}$ قیمت دارایی i ام در روز t ام است.

$$R_{i,t} = \frac{P_{i,t} - P_{i,t-1}}{P_{i,t-1}} \quad (3)$$

مرحله ۲) پس از محاسبه بازده روزانه هر ارز، شاخص‌های آماری میانگین^۳ و انحراف معیار^۴ بازده روزانه ارزها تعیین خواهند شد.

مرحله (۳) با استفاده از رابطه ۴ ارزش در معرض خطر محاسبه می‌شود:

$$VAR_i = M_i \sigma_i Z_\alpha \sqrt{T} \quad (4)$$

ج. ۱. شماره ارزها (دارایی‌ها)، VAR_i ارزش در معرض خطر برای سرمایه‌گذاری در ارز شماره i ام، M_i ارزش بازار ارز شماره i ام یا نرخ ارز شماره i ام در آخرین روزی که اطلاعات آن در دست است، σ_i انحراف معیار بازده روزانه برای ارز شماره i ام، Z_α نقطه‌ای روی نمودار احتمال نرمال که به ازای آن خطای موردنظر α درصد خواهد بود ($Z_\alpha = Z_{0.05} = 1.645$)، \sqrt{T} افق زمانی موردمطالعه در آینده (اینجا ۱۰ روز آینده مد نظر است).

مرحله ۴) محاسبه کواریانس^۵ بازده روزانه دو به دوی ارزها

مرحله ۵) محاسبه بازده کل پرتفوی موجود با استفاده از رابطه (۵)

$$R_T = \sum_{i=1}^5 W_i \bar{R}_i \quad (5)$$

۱. کمیته بال (کمیته نظارت بر بانکداری) بانک‌ها را به استفاده از این معیار با افق زمانی ۱۰ روز و سطح اطمینان ۹۵ درصد ملزم کرده است.

2. Return

3. Average

4. Standard deviation

5. Covariance



بازده کل پرتفوی ارزی موجود، W_i سهم (وزن) کنونی ارز i م (برای $1, 2, \dots, 5$) در R_T پرتفوی ارزی، \bar{R}_i میانگین بازده روزانه ارز i م (برای $1, 2, \dots, 5$) میانگین بازده روزانه ارز i م (برای $1, 2, \dots, 5$) در مرحله) ارزش در معرض خطر بهینه برای کل پرتفوی ارزی موجود با استفاده از رابطه ۶ زیر قابل محاسبه است:

$$VAR = S_p^2 = \sum_{i=1}^5 \sigma_i^2 W_i^2 + \sum_{j=1}^5 \sigma_j^2 W_j^2 + 2 \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 W_i W_j COV(i, j) \quad (6)$$

ارزش $VAR = \sigma_p^2$ در معرض خطر کل پرتفوی ارزی، W_i سهم یا وزن ارز (دارایی i) م (برای $1, 2, \dots, 5$) در پرتفوی بهینه که باید محاسبه شود.

مرحله ۷) محاسبه مقدار بهینه σ_p^2 و W_i با استفاده از مدل (۲)

$$\begin{aligned} & \text{Min} \quad S_p^2 \\ & \text{S.t} \\ & \sum_{i=1}^5 W_i \bar{R}_i \geq R_T \\ & \sum_{i=1}^5 W_i = 1 \\ & w_i \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (2)$$

هدف از حل مدل برنامه‌ریزی خطی رابطه بالا، با درنظرگرفتن سهم (وزن) هر ارز و بهدست آوردن بازده کل پرتفوی ارزی موجود (R_T) وزن هر ارز (w_i) چقدر باشد تا کل ریسک سرمایه‌گذاری در پرتفوی ارزی به حداقل ممکن برسد [۱۸].

۵- یافته‌های پژوهش

۵-۱- یافته‌های مربوط به پرتفوی ارزهای دیجیتال

میانگین، انحراف معیار بازده روزانه، ارزش در معرض خطر (VAR)، بازده کل، وزن‌های بهینه و مقدار بهینه ارزش در معرض خطر مربوط به ۵ ارز دیجیتال انتخابی به تفکیک در جدول ۱ با استفاده از نرم‌افزار اکسل و لینگو محاسبه شده است. ارز استلار بالاترین میانگین بازده روزانه و ارز بیت‌کوین کمترین انحراف معیار بازده روزانه دارایی را دارد.



جدول ۱. شاخص‌های آماری، ارزش در معرض خطر، بازده کل، وزن‌های بهینه و ارزش در معرض خطر بهینه پرتفوی ارزهای دیجیتال از سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۸

استلار	لایت کوین	ریبل	اتریوم	بیت کوین	ارزهای دیجیتال
۱۰۹۵	۱۰۹۵	۱۰۹۵	۱۰۹۵	۱۰۹۵	روزهای موردمطالعه
۰/۰۰۸۰	۰/۰۰۳۸	۰/۰۰۷۲	۰/۰۰۶۷	۰/۰۰۲۸	میانگین بازده روزانه
۰/۰۹۹۱	۰/۰۶۲۷	۰/۰۹۵۱	۰/۰۶۶۹	۰/۰۴۰۸	انحراف معیار بازده
۰/۰۰۵۸	۹/۹۲	۰/۱۷	۴۷/۴۰	۷۹۴/۱۱	VAR به دلار
۰/۰۰۱۵۸۴	۰/۰۰۰۷۵۸	۰/۰۰۱۴۳۳	۰/۰۰۱۳۴	۰/۰۰۰۵۵۹	بازدهی ارزها
۰/۱۴۹۷۵	۰/۱۰۰۷۶	۰/۱۴۸۳۳	۰/۳۴۹۰۴	۰/۲۵۲۱۰	وزن‌های بهینه
مقدار بهینه ارزش در معرض خطر پرتفوی به دلار			۸۵۹/۲۷		

براساس محاسبات انجام شده و نتایج به دست آمده، با احتمال ۹۵ درصد در افق زمانی ۱۰ روز آتی، ارزش در معرض خطر پرتفوی ارزهای بانکی و دیجیتال بیشتر از ۸۵۹/۲۷ دلار نخواهد بود.

۵-۲- یافته‌های مربوط به پرتفوی ارزهای بانکی

میانگین، انحراف معیار بازده روزانه، ارزش در معرض خطر (VAR)، بازده کل، وزن‌های بهینه و مقدار بهینه ارزش در معرض خطر مربوط به پرتفوی ارزهای بانکی به تفکیک در جدول ۲ با استفاده از نرم‌افزار اکسل و لینکو محاسبه شده است.

جدول ۲. شاخص‌های آماری، ارزش در معرض خطر، بازده کل، وزن‌های بهینه و ارزش در معرض خطر بهینه پرتفوی ارزهای بانکی از سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۸

ارزهای بانکی	یورو	بیان	بن	وون	لیر	درهم	روپیه	رuble
روزهای موردمطالعه	۱۰۹۵	۱۰۹۵	۱۰۹۵	۱۰۹۵	۱۰۹۵	۱۰۹۵	۱۰۹۵	۱۰۹۵
میانگین بازده روزانه (10^{-3})	۰/۱	۰/۰	۰/۱	۰/۱	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۱
انحراف معیار بازده (10^{-3})	۴/۰	۲/۶	۵/۱	۴/۹	۱۰/۱	۰/۱	۲/۶	۸/۰
VAR به دلار 10^{-1}	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۸۲
بازدهی ارزها 10^{-5}	۰/۰۷	-۰/۰۶	۱/۲	۰/۰۸	-۶/۲	۰/۰	-۰/۰۶	۱/۰
مقدار بازدهی کل پرتفوی	-۰/۰۰۰۰۳۶							



براساس محاسبه‌های انجام شده در جدول ۲، برای پرتفوی مربوط به ارزهای بانکی مقدار بازده کل به میزان ۰۰۰۰۳۶-۰ برآورد شد. مقدار بالا نشان از زیان‌دهبودن پرتفوی مزبور دارد و بیانگر آن است که در صورت سرمایه‌گذاری در پرتفوی مذکور ۱۰۰ درصد مبالغ سرمایه‌گذاری شده در معرض ریسک قرار خواهد گرفت.

۵-۳- یافته‌های مربوط به پرتفوی متشكل از ارزهای دیجیتال و بانکی

دراین مرحله برای بررسی اثر ارزهای دیجیتال بر پرتفوی ارزی بانک‌ها، ارزهای موجود در پرتفوی ارزهای دیجیتال را به پرتفوی ارزهای بانکی اضافه کرده و دوباره ارزش در معرض خطر پرتفوی ایجاد شده، محاسبه می‌شود. پس از بهینه‌سازی ارزش در معرض خطر پرتفوی ادغامی، مقادیر حاصل شده دراین مرحله با مقادیر محاسبه شده مربوط به پرتفوی ارزهای بانکی مقایسه و ارزیابی می‌شوند. میانگین، انحراف معیار بازده روزانه، ارزش در معرض خطر (VAR)، بازده کل، وزن‌های بهینه و مقدار بهینه ارزش در معرض خطر مربوط به پرتفوی ادغامی متشكل از ارزهای دیجیتال و بانکی به تفکیک در جدول ۳ با استفاده از نرم‌افزار اکسل و لینگو محاسبه و نشان داده شده است.

جدول ۳. شاخص‌های آماری، ارزش در معرض خطر، بازده کل، وزن‌های بهینه و ارزش در معرض خطر بهینه پرتفوی ادغامی ارزهای دیجیتال و بانکی از سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۸]

نام ارز	مورد مطالعه	روزهای	میانگین بازده روزانه	انحراف معیار بازده روزانه	ارزش در معرض خطر به دلار	بازدهی ارزها	وزن‌های بهینه
بیت‌کوین	۱۰۹۵	۰/۰۰۲۸	۰/۰۴۰۸	۷۹۳/۳۳	۰/۰۰۰۲۱۵	۰/۰۴۶	۰/۰۴۶
اتریوم	۱۰۹۵	۰/۰۰۶۷	۰/۰۶۶۹	۶۴/۴۰	۰/۰۰۰۵۱۵	۰/۱۲۴	۰/۱۲۴
ریپل	۱۰۹۵	۰/۰۰۷۲	۰/۰۹۵۱	۰/۱۷	۰/۰۰۰۵۵۴	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲
لايت‌کوین	۱۰۹۵	۰/۰۰۳۸	۰/۰۶۲۷	۹/۹۲	۰/۰۰۰۲۹۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
استلار	۱۰۹۵	۰/۰۰۸۰	۰/۰۹۹۱	۰/۰۵۸	۰/۰۰۰۶۱۵	۰/۰۴۴	۰/۰۴۴
پورو	۱۰۹۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۴	۰/۰۲۳۸	۰/۰۰۰۰۸	۰/۲۱۲	۰/۲۱۲
یوان	۱۰۹۵	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
ین	۱۰۹۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۵۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۸	۰/۲۵۳	۰/۲۵۳
وون	۱۰۹۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۴۹	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۸	۰/۲۳۸	۰/۲۳۸



نام ارز	مورد مطالعه	روزهایی	میانگین بازده	انحراف معیار	ارزش در معرض خطر به دلار	بازدھی ارزها	وزن‌های بھینه
لیر	۱۰۹۵	۰/۰۰۰۰	۰/۰۱۰۱	۰/۰۰۹۹	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰
درهم	۱۰۹۵	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰
روپیه	۱۰۹۵	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰
روبیل	۱۰۹۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۰۰۸	۰/۰۰۴۱
جمع کل							
مقدار بھینه ارزش در معرض خطر به دلار							
۷۲۸/۶۳۵							
۰/۰۰۰۱۸							
۰/۰۰۲۲۲۳							

براساس محاسبه‌های انجام شده و نتایج بدست آمده، با احتمال ۹۵ درصد در افق زمانی ۱۰ روز آتی، ارزش در معرض خطر پرتفوی ارزهای بانکی و دیجیتال بیشتر از ۷۲۸/۶۳۵ دلار نخواهد بود.

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج حاصل از پژوهش عبارت است از:

- میزان ریسک پرتفوی ارزهای دیجیتال از پرتفوی ارزهای بانکی مورد مطالعه کمتر است.

براساس نتایج حاصل از محاسبه مقادیر ضرایب تابع هدف مدل ارزش در معرض خطر می‌توان نتیجه گرفت ریسک پرتفوی ارزهای دیجیتال از پرتفوی ارزهای بانکی کمتر است. به این ترتیب فرضیه اول پژوهش تأیید نشد.

جدول ۴. مقادیر مربوط به ضرایب بھینه تابع هدف مدل ارزش در معرض

خطر پرتفوی ارزهای دیجیتال و بانکی

نام پرتفوی	مقدار بھینه تابع هدف
پرتفوی ارزهای دیجیتال	۰/۲۱۵۳۳۸۳
پرتفوی ارزهای بانکی	۱

خروجی نرم افزار



- ریسک پرتفوی ارزهای بانکی در ادغام با ارزهای دیجیتال کاهش پیدا می‌کند. براساس محاسبه‌های بهینه‌سازی ارزش در معرض خطر پرتفوی ادغامی، میزان مقادیر ضرایب تابع هدف براساس جدول ۵، نشان از کاهش یافتن ریسک پرتفوی ادغامی ارزهای دیجیتال و بانکی دارد. به این ترتیب فرضیه دوم پژوهش تأیید نشد.

جدول ۵ ضرایب بهینه تابع هدف پرتفوی ادغامی ارزهای دیجیتال و بانکی

نام پرتفوی	مقدار بهینه تابع هدف
پرتفوی ارزهای دیجیتال	۰/۲۱۵۳۳۸۳
پرتفوی ارزهای بانکی	۱
پرتفوی ادغامی رزهای بانکی و دیجیتال	۰/۰۶۹۷۹۱

خروجی نرم‌افزار

- با استفاده از روش ارزش در معرض خطر می‌توان یک پرتفوی بهینه از ادغام ارزهای بانکی و دیجیتال ایجاد کرد. یکی از روش‌های پارامتریک محاسبه ارزش در معرض خطر روش واریانس-کوواریانس است. براین‌اساس در پژوهش حاضر با استفاده از روش واریانس-کوواریانس میزان بهینه ارزش در معرض خطر مربوط به پرتفوی ادغامی از ارزهای دیجیتال و بانکی به میزان ۲۷۸/۶۳۵ دلار محاسبه شد. ازین‌رو برای پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود:
- که با سایر روش‌های ارزش در معرض خطر ریسک مربوط به پرتفوی ارزهای دیجیتال محاسبه شده و با روش حاضر مقایسه شود.
- سایر ارزهای خارجی را در پرتفوی ارزهای دیجیتال از لحاظ کاهش یا افزایش میزان ریسک و بازدهی ارزیابی شود.

۷- منابع

- [1] <https://www.forbes.com/sites/rkulkarnisix-reasons-why-institutional-investors-could-flock-to-crypto-in-2019/#177b727b3dceSix Reasons Why Institutional Investors Could Flock To Crypto In 2019>

- [۲] نوری مهدی، نواب پور علیرضا (۱۳۹۶) «طراحی چهارچوب مفهومی سیاست‌گذاری ارزهای مجازی در اقتصاد ایران»، *سیاستگذاری عمومی*، ۳(۴): ۵۱-۷۸.
- [۳] Aouni B. (2009) Multi-attribute portfolio selection: New perspectives, *INFOR*, 47 (1):1-4.
- [۴] یحیی‌زاده‌فر محمود، صفائی قادیکلائی عبدالحمید، خاکپور مهدی، "مقایسه مدل‌های تشکیل پرتفوی سهام مبتنی بر تصادفی و غیرصادفی فارسی بودن بازده مورد انتظار در بورس اوراق بهادار تهران"، *پیشرفت‌های حسابداری*، (۱۳۹۰)، ۶۰: ۱۷۱-۱۹۶.
- [۵] سجادی زینب، فتحی سعید، «تبیین فرایند چهار گامی محاسبه ارزش در معرض خطر به عنوان معیاری برای اندازه‌گیری ریسک و پیاده‌سازی آن در یک مدل بهینه‌سازی سرمایه‌گذاری» *فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار*، (۱۳۹۲)، ۶(۲۰): ۱-۱۴.
- [۶] راغفر حسین، آجرلو نرجس، «برآورد ارزش در معرض خطر پرتفوی ارزی یک بانک»، (۱۳۹۵)، ۶۰ (۲۱).
- [۷] Mohamed A. R. (2005) "Would students T-GARCH improve VaR estimates?", *Master Thesis*, University of Jyvaskyla, Finland.
- [۸] Mir Mohammadi Sadrabadi M., Moinaddin M., Nayebzadeh S. (2013) "Determining 'the optimal portfolio in Iran stock exchange by value at risk approach", *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 3(3): 813-820.
- [۹] Yanuar Andrianto, Yoda Diputra (2017) "The effect of cryptocurrency on Inv -estment portfolio effectiveness", *Journal of Finance and Accounting*, 5(6): 229-238, doi: 10.11648/j.jfa.20170506.1
- [۱۰] Dirk Dodebier (2017) "Could cryptocurrencies contribute to a well-diversified portfolio for European investor", *Master Thesis Finance Tilburg School of Economics and Management* , Administration Numbers: U1237083 814869.
- [۱۱] Sofia Anyfantaki (2018) *Economic analysis & research department*, Bank of Greece, 21, El. Venizelos Ave, 10250, Athens, Greece, ISSN 1109-6691.
- [۱۲] Javier Gutiérrez Castro, Edison Américo Huarsaya Tito, Luiz Eduardo Teixeira Brandão, Leonardo Lima Gomes (2020) "Crypto-assets portfolio optimization under the omega measure", *The Engineering Economist, Taylor & Francis Journals*, 65(2): 114-134.
- [۱۳] فرامرز طهماسبی «برآورد ریسک سرمایه‌گذاری در یک پرتفوی دارایی در ایران»، *مجله تحقیقات اقتصادی*، (۱۳۹۴)، ۴ (۵۰): ۹۳-۹۲۳.



- [۱۴] کریم‌زاده س.، «پرتفوی ارزی بهینه ذخایر بانک مرکزی ج.ا. ایران (رهیافت فرا مدرن پرتفوی)»، مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره سی و دوم، (۱۳۹۶)، ۱۵۱:۳۲-۱۷۰.
- [۱۵] رودپشتی فریدون و همکاران، «بررسی کارایی بهینه‌سازی پرتفوی با استفاده از ماکزیمم نسبت شارپ پایدار در مقایسه با بهینه سازی مارکویتز»، چشم‌انداز مدیریت مالی، (۱۳۹۶) ۱۸: ۱۲۵-۱۴۵.
- [۱۶] پورکاظمی محمدحسین و همکاران، «ارائه یک الگوی بهینه برای نگهداری ذخایر ارزی کشور در بانک مرکزی با استفاده از منطق فازی»، فصلنامه اقتصاد و الگوسازی، (۱۳۹۸)، ۱۰(۳): ۳۹-۶۶.
- [۱۷] محمدرضا مباشرفر، «شناختهای ایجاد یک سبد سرمایه‌گذاری شامل ارزهای دیجیتال»، <https://pishro-asak.com/create-an-investment-portfolio>. (۱۳۹۷)
- [۱۸] راعی رضا، سعیدی علی، «مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک»، تهران: انتشارات سمت، (۱۳۸۳).