

ارائه مدل ریاضی به منظور بررسی استراتژی‌های سرمایه‌گذاری دولت در بازارهای مالی و کالایی

اردوان نوروزی^۱

میثم بلگوریان^۲

چکیده

در تحقیق پیش‌رو به بهینه‌سازی پرتفوی دارایی‌های دولت و تعریف بهترین استراتژی سرمایه‌گذاری برای تعدیل نوسانات قیمت نفت پرداخته می‌شود. در این راستا، پرتفویی با سه دارایی نفت، بازار سرمایه و بازار طلا برای دولت تعریف شده و تابع مطلوبیت آن معرفی می‌شود. در گام بعد، اوزان بهینه هر یک از دارایی‌های فوق با بهره‌گیری از تابع لاگرانژ محاسبه می‌شود. سپس اطلاعات مربوط به قیمت نفت اوپک، شاخص بورس اوراق بهادار تهران و قیمت طلا در بازه سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ دریافت شده و با توجه به میانگین آن‌ها، اوزان فعلی دارایی‌های موجود در سبد پرتفوی دولت محاسبه می‌گردد. در پایان با توجه به داده‌های سال ۱۳۹۶ اوزان بهینه محاسبه شده و عملکرد حال حاضر دولت با توجه به دارایی‌هایی که در اختیار دارد، با اوزان فعلی دارایی‌های موجود در پرتفوی دولت مقایسه و تحلیل می‌شود، تا تاثیر هر یک بر دیگری به خوبی روشن شده و راه حلی برای مقابله با نوسانات ناشی از تغییر قیمت نفت و تاثیر آن بر کاهش منابع درآمدی بودجه دولت ارائه شود.

واژگان کلیدی: پرتفوی دولت، بهینه‌سازی تابع مطلوبیت، دارایی‌های نفتی، دارایی‌های

بازار سرمایه، دارایی‌های بازار طلا

طبقه‌بندی موضوعی: G11, C61, H82

۱. کارشناس ارشد، گروه آموزشی مهندسی مالی، دانشکده علوم مالی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران (نویسنده مسئول).

(ardavan.norouzi@gmail.com)

۲. استادیار گروه آموزشی مدیریت مالی، دانشکده علوم مالی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

۱- مقدمه

برای کشورهای نفت خیز که اساساً اقتصادی متکی بر درآمدهای نفتی دارند، نوسانات قیمت نفت اثر مستقیمی بر درآمدهای نفتی و درآمد کلی دولت دارد. این نوسانات شدید و اثرات زیان‌باری که بر اقتصاد کشورهای صادرکننده آن وارد می‌کند، سبب تحولاتی در ساختار اقتصادی این کشورها شده است. ایران نیز به عنوان یکی از صادرکننده‌های اصلی نفت، در دوره‌های مختلف تحت تاثیر وابستگی اقتصاد خود به صنعت نفت قرار گرفته است. به عبارت دیگر، از آن جایی که بخشی از منابع درآمدی دولت در بودجه از طریق فروش نفت است، با کاهش قیمت نفت منابع بودجه‌ای دولت کاهش یافته و این امر می‌تواند کند شدن موتور محرک بسیاری از فعالیت‌های اقتصاد را به دنبال داشته باشد. بنابراین موضوع نوسانات بودجه دولت که از نوسانات قیمت نفت و درآمدهای نفتی ناشی می‌شود یک مسأله مهم است.

دولت با در اختیار داشتن ابزارهایی همچون بازارهای مالی می‌تواند تا حد امکان اثرات ناشی از نوسانات قیمت نفت را تعدیل نموده و با اتخاذ استراتژی‌های سرمایه‌گذاری مناسب در بازارهای مالی، ریسک مواجه شدن با این کمبود بودجه را پوشش دهد. راهکاری که در این پژوهش بررسی شده و عملکرد آن ارزیابی می‌شود، منابع دیگر درآمد دولت است، یعنی دولت باید همواره به دنبال انتخاب استراتژی سرمایه‌گذاری بهینه در بازارهای مالی و کالایی باشد، تا بتواند بازده پرتفوی خود را در سطح مشخصی از ریسک بهینه کند. در این پژوهش برای پیاده‌سازی این هدف، مدل ریاضی طراحی می‌شود که پرتفوی دارایی‌های دولت را بهینه می‌کند. به عبارت دیگر با توجه به منابع دارایی‌های مالی و کالایی و با توجه به نتایج به دست آمده از این مدل، استراتژی ارائه خواهد شد که با کمک آن می‌توان تاثیر نوسانات نفت بر بودجه دولت را تعدیل نمود. این مدل با سه دارایی که شامل دارایی‌های نفتی، دارایی‌های بازار سرمایه و دارایی‌های طلا است، طراحی می‌شود. سپس با بررسی تابع مطلوبیت دولت و بهره‌گیری از تابع لاگرانژ، اوزان بهینه سه ارزش دارایی‌های نفتی، ارزش بازار سرمایه و ارزش بازار طلا محاسبه می‌گردد. در گام بعد، با توجه به این مقادیر بهینه، به پیاده‌سازی و تحلیل مدل با توجه به داده‌های واقعی موجود در بازار ایران و در بازه سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ پرداخته می‌شود. سپس این نتایج با داده‌های واقعی در سال ۱۳۹۶ مورد مقایسه قرار می‌گیرد. مدلی که در این پژوهش ارائه خواهد شد، از تحقیقات مشابه خارجی و تطبیق یافته با شرایط بومی بودجه دولتی کشور ایران و صنایع مختلف حاضر در بورس اوراق بهادار تهران برگرفته شده است. همچنین بررسی تاثیر نوسانات قیمت نفت بر عملکرد

بازارهای مالی و کالایی و نیز استراتژی‌های دولت در قبال نوسانات قیمت نفت از دیگر نوآوری‌های این پژوهش است.

در راستای پیاده‌سازی هدف این تحقیق، بخش دوم به مروری بر ادبیات موضوع می‌پردازد. در بخش سوم به روش‌شناسی موضوع پرداخته می‌شود و روش کلی تحقیق، مدلسازی و چگونگی به کارگیری آن تشریح می‌گردد. بخش چهارم پیاده‌سازی مدل و تشریح و بررسی نتایج آن با نرم افزار را در بر دارد و در نهایت در بخش پنجم به جمع بندی مطالب و نتیجه‌گیری تحقیق پرداخته می‌شود و زمینه‌های پیش‌رو برای توسعه این حوزه ارائه می‌گردد.

۲. ادبیات پژوهش

در این بخش برای روشن ساختن مسیر تحقیقات شکل گرفته در رابطه با موضوع پژوهش، پیشینه تحقیق و مطالعات صورت گرفته در سه دسته متفاوت، رابطه قیمت نفت و شوک‌های اقتصادی، رابطه قیمت نفت و بازارهای مالی و استراتژی‌های دولت برای جلوگیری از شوک‌های حاصل از نوسان قیمت نفت بیان می‌شوند.

رابطه قیمت نفت و شوک‌های اقتصادی به گونه‌ای است که می‌توان گفت یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده در عملکرد اقتصاد جهانی است و تقریباً تمامی کالاها در مراحل از تولید تا توزیع از مصارف انرژی گرفته تا حمل و نقل، بدان وابسته‌اند. به طور مثال، در اقتصاد ایران نیز قیمت نفت و نرخ ارز از متغیرهای اصلی به شمار می‌روند. در این راستا، هوشمند و فهیمی (۱۳۸۹) با استفاده از آزمون‌های هم-جمعی و علیت، به بررسی بلندمدت بین قیمت نفت خام و دلار آمریکا پرداختند و نشان می‌دهند که جهت علیت نیز از متغیر قیمت نفت به قیمت دلار آمریکا است. شنگ چن و چای چن (Sheng Chen & Chyn Chen, 2007) رابطه بلندمدت بین نرخ واقعی ارز و قیمت‌های نفت را با استفاده از داده‌های ماهانه به صورت مقطعی مورد بررسی قرار داده‌اند. آن‌ها دریافتند که قیمت نفت می‌تواند منبع عمده نوسانات نرخ واقعی ارز باشد و بین نرخ واقعی ارز و قیمت نفت، رابطه معناداری وجود دارد.

کورهونن و جوریکا (Korhonen & Juurikkala, 2009) با استفاده از الگوی پانل، داده‌های نرخ ارز را برای کشورهای عضو اوپک مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد که افزایش در قیمت نفت خام موجب افزایش نرخ واقعی ارز می‌شود. هم‌چنین نشان دادند که کشش واقعی نرخ ارز نسبت به قیمت نفت به طور معمول بین ۰/۴ و ۰/۵ است و نشان دادند که تولید سرانه ناخالص داخلی روی نرخ واقعی ارز تاثیر چندانی ندارد. جهان پرور و محمدی (Jahan-Parvar & Mohammadi,)

(2010) به بررسی احتمال وقوع بیماری هلندی در ۱۴ کشور صادرکننده نفت با استفاده از الگوی خودرگرسیون با وقفه‌های توزیع شده پرداختند و یافته‌های آن‌ها نیز در وجود روابط بلند مدت بین قیمت نفت و نرخ ارز را تایید می‌کند.

از سوی دیگر نفت در رشد اقتصادی کشورها نیز بسیار موثر است. معلمی (۱۳۸۸) بیان نمود که نفت عامل مهمی در رشد اقتصادی نیست و از طریق تاثیری که بر نیروی کار و سرمایه می‌گذارد به طور غیرمستقیم بر رشد اقتصادی اثرگذار است و اثر مستقیمی بر رشد اقتصادی ندارد. بدیهی است اگر نفت به عنوان یک نهاد تولید باشد، افزایش قیمت این نهاد سبب افزایش هزینه تولید، افزایش قیمت محصول و کاهش اشتغال می‌گردد. از سوی دیگر خورسندی و عزیزی (۱۳۹۱) بیان کردند که برخی از اقتصاددانان اکولوژیست معتقدند نفت عامل اصلی و تنها عامل موثر در تولید است و نیروی کار و سرمایه عوامل واسطه‌ای هستند که برای به کارگیری، نیازمند انرژی می‌باشند. ریز و راگواوندین (Reyes & Raguidin 2005) نشان داده اند که تکانه قیمت نفتی به کاهش بلندمدت در تولید ناخالص داخلی حقیقی فیلیپین منجر می‌شود. برعکس، در مدل VAR نامتقارن، کاهش قیمت نفت به نسبت افزایش آن نقش مهم‌تری در نوسان‌های هر یک از متغیرهای مورد بررسی آن‌ها دارد. کلونی و مانرا (Cognigni & Manera 2008) بیان می‌کنند که اگر انرژی به عنوان نهاد تولید در نظر گرفته شود، افزایش قیمت آن، شوک طرف عرضه محسوب می‌شود و دارای آثار رکود تورمی خواهد بود و بنابراین، سطح عمومی قیمت‌ها را افزایش خواهد داد. افزایش در قیمت نفت باعث پایین آمدن رشد اقتصادی و افزایش تورم در کشورهای واردکننده نفت می‌شود.

در راستای هدف تحقیق و بررسی رابطه بین نفت و بازارهای مالی می‌توان گفت قیمت نفت به عنوان یکی از مهمترین مؤلفه‌های بنیادین در بازارهای مالی شناخته می‌شود که در این میان بازار سهام از جایگاه خاصی برخوردار است. از منظر نظری، قیمت نفت و شوک‌های مرتبط با آن می‌تواند بر بازده بازار سهام از طریق درآمدهای انتظاری تأثیرگذار باشد. از طرفی نوسان قیمت نفت را می‌توان به عنوان نمونه‌ای مهم از ریسک‌های اقتصادی تلقی کرد که می‌تواند در برخی مواقع دارای اثرات منفی بر سرمایه‌گذاری در بازار سهام باشد. سجادی و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیق خود به بررسی رابطه متغیرهای کلان اقتصادی با شاخص‌های بورس اوراق بهادار تهران پرداخته و به این نتایج رسید که بین شاخص کل بورس و قیمت نفت رابطه وجود دارد ولی بین شاخص قیمت مصرف‌کننده، نرخ ارز بازار آزاد با شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران رابطه‌ای وجود ندارد. شهبازی و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیق خود با استفاده از مدل خود رگرسیون برداری اثر شوک‌های قیمت واقعی نفت خام بر متغیرهای موردنظر

و بازدهی واقعی سهام در بورس اوراق بهادار تهران را در قالب سه نوع شوک عرضه جهانی نفت خام، شوک تقاضای جهانی نفت خام، شوک تقاضای جهانی برای کالاهای صنعتی مورد بررسی قرار داده-اند. نتایج حاکی از آن است که شوک عرضه نفت اثر معنی‌داری بر روی قیمت نفت ندارد و تنها شوک‌های تقاضای نفت و تقاضای کل از عوامل مؤثر بر بازدهی سهام در بورس اوراق بهادار تهران محسوب می‌شوند. صادقی شاهدانی و محسنی (۱۳۹۲) در تحقیق خود به بررسی روابط میان قیمت نفت و رفتار بازار سهام در هفت کشور صادرکننده نفت در منطقه خاورمیانه پرداخته‌اند. هدف این پژوهش پرکردن شکاف موجود از حیث بکارگیری روش‌های اقتصادسنجی کاراتر، داده‌هایی با گستره بیشتر و لحاظ کشورهای عمده صادرکننده نفت است. نتایج این پژوهش مؤید وجود رابطه مثبت میان تغییرات قیمت نفت بر بازار سهام کشورهای صادرکننده نفت است. فطرس و هوشیدری (۱۳۹۵) با استفاده از رهیافت BEKK ارتباط نوسانات بازدهی قیمت نفت خام و بازدهی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران را بررسی کرده‌اند. براساس نتایج پژوهش، رابطه منفی و معنی-داری میان نوسانات بازدهی قیمت نفت خام و نوسانات بازدهی شاخص بورس اوراق بهادار تهران وجود دارد، همچنین رابطه منفی و معنی‌داری میان نوسانات نرخ ارز و بازدهی نوسانات بازدهی شاخص بورس اوراق بهادار تهران وجود دارد. پارک و روتتی (Park & Ratti, 2008) به بررسی نوسان قیمت بازار نفت بر متغیرهای مهم مالی از جمله قیمت سهام در ایالات متحده و ۱۳ کشور توسعه‌یافته با روش خودرگرسیون برداری می‌پردازند. نتایج پژوهش آن‌ها حاکی از آن است که از لحاظ آماری رابطه معناداری میان نوسان قیمت نفت و شاخص سهام در بازارهای مذکور وجود دارد.

از سوی دیگر در طی چندین سال گذشته، بالا رفتن قیمت نفت موجب افزایش تورم جهانی می‌شود و در این شرایط سرمایه‌گذاران علاقه‌مند هستند تا سرمایه خود را به کالایی تبدیل کنند تا بیشترین مقاومت را در برابر افزایش تورم داشته باشد. طلا بهترین انتخاب برای آن‌ها است و به همین سبب تقاضا برای طلا بالا رفته و موجب گرانی آن می‌شود. مرادزاده فرد و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی اثر پویای تکانه‌های قیمت طلا، نرخ واقعی ارز و قیمت نفت بر شاخص قیمت سهام بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از داده‌های روزانه پرداخته‌اند. طبق یافته‌های این تحقیق، یک رابطه بلندمدت بین قیمت طلا، نرخ واقعی ارز، قیمت نفت و شاخص قیمت سهام وجود دارد. هاشمی دهنوی (۱۳۹۲) در تحقیق خود به بررسی اثر قیمت نفت و قیمت طلا، دو متغیر برون‌زا، بر شاخص قیمت سهام بورس اوراق بهادار ایران پرداخته است. برای این منظور، از الگوی تصحیح خطای برداری، تکنیک توابع واکنش به ضربه و تجزیه واریانس استفاده شده است. نتایج این بررسی نشان‌دهنده وجود یک بردار همگرایی در مدل

بود. بر اساس الگوی بلندمدت قیمت نفت اثر منفی و معنادار و قیمت طلا اثر مثبت و معناداری بر شاخص قیمت سهام بورس اوراق بهادار ایران دارد. رضایی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه خود از داده‌های روزانه قیمت نفت و قیمت طلا استفاده کرده‌اند، همچنین از تکنیک اقتصادسنجی GJR-GARCH برای به دست آوردن نوسانات قیمت نفت بهره گرفته‌اند. در آخر با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی تأثیر نوسانات قیمت نفت بر قیمت طلا برآورد شده و نتایج حاصل از این مطالعه نشان دهنده رابطه مثبت و معنادار بین نوسانات قیمت نفت و قیمت طلا است. در مقاله نارایان و همکاران (2010, Narayan & Narayan)، چارچوبی مفهومی ترسیم می‌شود که نشان می‌دهد با افزایش قیمت نفت، فشارهای تورمی‌ای ایجاد می‌شود که سرمایه‌گذاری در بازار طلا را به عنوان محافظی در برابر تورم، تحریک می‌کند. نتایج حاصل از این داده‌ها نشان می‌دهد که این دو بازار به طور ناکارآمد به یکدیگر مرتبط هستند. در نهایت نشان داده می‌شود که سرمایه‌گذاران از بازار طلا به عنوان محافظی در مقابل تورم استفاده می‌کنند و بازار نفت می‌تواند برای پیش‌بینی قیمت‌های بازار طلا و بالعکس استفاده شود. مقاله سیماکوا (Simakova, 2011) بر رابطه بین قیمت نفت و طلا تمرکز دارد. هدف این مقاله تحلیل و تعیین ویژگی مشترک حرکت بین سطوح قیمت است. این تحقیق از روش تحلیل و تلفیق دانش نظری که از ادبیات، مقالات منتشر شده و سایر نشریات پیرامون این موضوع حاصل می‌شود، استفاده می‌کند. نتایج به دست آمده از این مقاله نشان می‌دهد که یک رابطه بلند مدت بین متغیرهای تحلیلی مدنظر وجود دارد. بامپیناس و همکاران (Bampinas, et al., 2016) رابطه علی بین قیمت نفت خام و قیمت طلا را قبل و بعد از بحران مالی اخیر بررسی می‌کنند. در دوره قبل از بحران، علیت خطی و یک‌طرفه است و این رابطه یک‌طرفه از نفت به طلا در حال اجرا است. در دوره پس از بحران، یک رابطه علیت دو طرفه غیر خطی ظاهر می‌شود. مسیر زمانی پیوندهای علی برای بازده و سطوح (همبستگی) از طریق تحلیل علیت بوت‌استرپ مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. نتایج حاصل از این مقاله نشان می‌دهند که پیوستگی علی از طلا به نفت به زمان وابسته است.

با توجه به اهمیت مسائل مطرح شده، تحقیقات زیادی نیز به ارائه استراتژی‌هایی برای مقابله با شوک‌های اقتصادی پرداخته‌اند. هونارس و همکاران (Hoevenaars, et al., 2008) تخصیص دارایی‌های استراتژیک سرمایه‌گذاران بلند مدت که بدهی‌های ریسک‌پذیر دارند را مورد بررسی قرار می‌دهند. در این مقاله، کوواریانس بین دارایی‌ها و بدهی‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد تا مشخص شود کدام دسته از دارایی‌ها قابل سرمایه‌گذاری هستند و می‌توانند جایگزین مناسبی برای دارایی‌های ریسک‌پذیر باشند. بلدینگ و یاو (Balding & Yao, 2011) در مقاله خود به مطالعه سرمایه‌گذاری و مدیریت ریسک در

صندوق ثروت ملی با در نظر گرفتن منابع طبیعی به عنوان ثروت ملی پرداخته‌اند. هم‌چنین اهمیت سبدهای پرتفو با دو دارایی و سه دارایی را مورد بررسی قرار می‌دهند تا مشخص شود کدام یک کاربردی‌تر بوده و ریسک کمتری را شامل می‌شود. در این مقاله با توجه به نتایج به دست آمده نشان داده شد که برای متعادل کردن نسبت بازده ریسک، مدیر یک پرتفوی مالی باید سبدی را طراحی کند که سطوح بالاتری از دارایی‌های کم بازده و کم نوسان را دارا باشد.

شرر (Scherer, 2011) در تحقیق دیگری در زمینه اهمیت صندوق‌های ثروت ملی انجام داد. در این تحقیق نشان داده می‌شود که در سال ۲۰۱۱ از ده صندوق ثروت ملی برتر، هشت صندوق از درآمدهای نفتی تشکیل شده است. در چنین کشورهایی، هر تغییری در ارزش ذخایر نفت و گاز باعث بی‌ثبات شدن اقتصاد کشور شده و بر رفاه شهروندان تاثیر می‌گذارد. بنابراین درآمدهای نفتی در این کشورها تحت عنوان صندوق ثروت ملی برای مخارج آینده ذخیره می‌شود. به عبارت دیگر، می‌توان گفت هدف از این مقاله ایجاد سیاست‌هایی برای بهینه کردن سرمایه‌گذاری در چنین صندوق‌هایی است. بودیه و بیریر (Bodie Briere & 2013) چهارچوب جدیدی را به منظور مدیریت ریسک صندوق‌های سرمایه‌گذاری دولتی بر مبنای رویکرد CCA ارائه کردند. آن‌ها با توسعه رویکرد مذکور و توجه خاص به صورت‌های مالی دولت، توانستند درک کاملی از ریسک‌های دولتی کسب کرده و مدل نسبتاً کاملی را ارائه کنند که به کمک آن بتوان ارزش دارایی‌های این صندوق‌ها (که عموماً نفت محور بودند) را در برابر بحران‌های مالی محتمل حفظ کرد. برمر و همکاران (Bremer, et al., 2015) با اشاره به رشد چشمگیر صندوق‌های سرمایه‌گذاری دولتی و نوسانات قیمت نفت ادعا کردند که در هنگام صادرات نفت، کشورها هنگام تخصیص دارایی‌ها، دارایی‌های زیرزمینی (نفت و مواد خام استخراج نشده) را در معادلات خود در صندوق‌های سرمایه‌گذاری دولتی دخیل نمی‌کنند. همچنین این دولت‌ها در هنگام سیاست‌گذاری برای استخراج نفت، دارایی‌های زیرزمینی (نفت استخراج شده) را نادیده می‌گیرند. آن‌ها مدل یکپارچه‌ای را برای در نظر گرفتن هر دو مورد بیان شده معرفی کردند. آون و بولانگر (Aoun & Boulanger, 2015) با اشاره به نقش پر رنگ صندوق‌های سرمایه‌گذاری دولتی در کاهش وابستگی اقتصاد کشورهای نفت خیز به درآمدهای نفتی و پیچیده شدن راهبردهای تخصیص دارایی در این صندوق‌ها، رویکرد بهینه جدیدی را به منظور مدیریت کاراتر ارائه کردند. نتایج پیاده‌سازی مدل ارائه شده نیز موید عملکرد خوب آن بود. هم‌چنین در پایان توانایی این استراتژی در شرایط کاهش شدید قیمت‌های نفت مورد آزمون قرار می‌گیرد. در مقاله کارلونه و میسلی (Ciarlone & Micei, 2016) با استفاده از یک رویکرد مدل‌سازی سه مرحله‌ای، از ۱۸۷ کشور مختلف نمونه‌هایی دریافت شد که نشان

می‌داد صندوق‌های ذخیره ارزی در کشورهایی به اجرا در می‌آید که دارای درجه بالاتری از توسعه اقتصادی هستند و بازارهای مالی پیشرفته‌تر، حفاظت موثرتر از حقوق مالکیت و محیط اقتصادی کلان و پایداری دارند. در تحقیق حاضر نیز سبد پرتفوی دولت با سه دارایی طراحی می‌شود که با کمک آن بتوان نوسانات حاصل از تغییر قیمت نفت را متعادل کرد. از آنجایی که اقتصاد ایران، اقتصادی با محوریت نفت است، حضور آن در سبد دارایی‌ها الزامی به نظر می‌رسد. هم‌چنین بازارهای سرمایه پیش برنده توسعه و اقتصاد کشور از طریق تسهیل و تنوع دسترسی سازمان‌ها به منابع مالی هستند. به‌علاوه با توجه به ساختار بازار سرمایه کشور و نیز واگذاری‌های جزئی صورت گرفته در قالب اجرای اصل ۴۴ قانون اساسی، بخش عمده‌ای از شرکت‌های فعال در بورس اوراق بهادار تهران به طور مستقیم و یا غیرمستقیم، دولتی و شبه دولتی هستند که اهمیت بازار سرمایه کشور را دو چندان می‌نماید. از سوی دیگر، طلا به عنوان مهم‌ترین استاندارد پولی جهان مطرح بوده و می‌تواند به عنوان یک سرمایه ملی، پشتوانه اقتصادی کشور و ابزاری برای پوشش ریسک در نظر گرفته شود. بنابراین این دو دارایی نیز در کنار نفت در سبد دارایی‌های دولت قرار داده شده‌اند که در ادامه شرح داده می‌شود.

۳. روش تحقیق

۳-۱- شرح مدل و تابع مطلوبیت

هدف از این بخش، تعریف تابع مطلوبیتی برای دولت است که با توجه به آن می‌تواند استراتژی‌های خود را برای سرمایه‌گذاری در بازارهای مالی و کالایی بهینه کند و سبد پرتفوی بهینه‌ای را برای خود انتخاب کند، به این منظور ابتدا، فرضیاتی برای مسئله مطرح می‌شود.

فرض اول. دولت در پرتفوی خود می‌تواند دارایی‌های خود را به یک دارایی واحد یا پول نقد تبدیل کند. بنابراین نرخ بازگشت این دارایی را می‌توان یک توزیع نرمال و به صورت $\tilde{r}_a \sim N(\mu_a, \sigma_a^2)$ در نظر گرفت. که در آن μ_a نشان‌دهنده بازده اضافی (دارایی که بازده آن همبستگی مثبت با ثروت دارد دارایی ریسکی است و برای انتخاب آن باید انتظار بازدهی بیشتر از نرخ بهره بدون ریسک داشت که به آن بازده اضافی گفته می‌شود) مورد انتظار برای دارایی است. σ_a^2 نیز نشان‌دهنده نوسانات آن است.

فرض دوم. از آنجا که تغییرات قیمت نفت بیشترین نوسان را بر بودجه دولت ایجاد می‌کند، بنابراین بازده تغییرات قیمت نفت در قالب یک توزیع نرمال به صورت $\tilde{r}_0 \sim N(\mu_0, \sigma_0^2)$ فرض می‌شود.

فرض سوم. منبع مالی دیگری که در سبد پرتفوی دارایی دولت در نظر گرفته می شود، دارایی مربوط به بازار سرمایه (شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران) است که بازدهی آن در قالب یک توزیع نرمال به صورت $\tilde{r}_1 \sim N(\mu_1, \sigma_1^2)$ فرض می شود.

فرض چهارم. منبع دیگری که در سبد پرتفوی دارایی دولت در نظر گرفته می شود، دارایی مربوط به بازار طلا است که بازدهی آن در قالب یک توزیع نرمال به صورت $\tilde{r}_2 \sim N(\mu_2, \sigma_2^2)$ فرض می شود. فرض پنجم. قانون هتلینگ - سولو بیان می کند که قیمت منابع طبیعی باید با توجه نرخ بهره جهانی رشد کند، به طوری که کشورها بین به دست آوردن نرخ بهره و حفظ منابع نفت بی تفاوت باشند. بنابراین بازده اضافی برای نفت مساوی صفر فرض می شود.

فرض ششم. از آنجایی که دارایی های مالی یک دارایی تقریباً ثابت فرض می شوند و ارزش پرتفوی دولت را دچار نوسان نمی کنند، وزن مربوط به بازار سرمایه و بازار طلا را در یک گروه قرار داده و درجه اهمیت درآمد آن ها در پرتفوی دولت برابر با $1 - \theta$ و وزن هر یک در سبد، به ترتیب و به صورت w و $1 - w$ فرض می شود، همچنین وزن نفت (درآمد نفتی) در پرتفوی دولت برابر θ در نظر گرفته می شود.

از آنجایی که در پرتفوی موردنظر سه نوع دارایی تعریف شده است، یعنی دارایی های بازار سرمایه، دارایی های مربوط به بازار طلا و دارایی های نفتی، بنابراین میانگین، واریانس و تابع مطلوبیت به صورت زیر تغییر خواهد کرد. از سوی دیگر همان طور که در فرض ششم توضیح داده شد، ضریبی هم تحت عنوان بازده اضافی در نظر گرفته می شود. همچنین از آنجایی که سبد پرتفوی کشورهای نفت خیز از دارایی های نفتی تشکیل شده است، سرمایه گذاری در بخش دارایی های مالی (بازار سرمایه و بازار طلا) برای این کشورها با ریسک همراه بود. دارایی های دولت عمدتاً ذخایر نفتی است که ارزش این دارایی براساس قیمت نفت نوسان می کند. منابع حاصل از فروش این منابع و سایر منابع دولت می تواند صرف خریداری طلا و یا سایر دارایی های مالی شود. با این وجود نفت در مقایسه با دارایی های ذکر شده وزن متفاوتی در بودجه دارد. بنابراین برای تشکیل پرتفوی بهینه ی دولت، داریم:

$$E(\tilde{r}) = \theta r_0 + (1 - \theta)[w r_1 + (1 - w) r_2] \quad (1)$$

$$\begin{aligned} Var(r_p) = & \theta^2 \sigma_0^2 + (1 - \theta)^2 w^2 \sigma_1^2 + (1 - \theta)^2 (1 - w)^2 \sigma_2^2 + 2\theta(1 - \theta)w\sigma_0\sigma_1\rho_{0,1} \\ & + 2\theta(1 - \theta)(1 - w)\sigma_0\sigma_2\rho_{0,2} \\ & + 2(1 - \theta)^2 w(1 - w)\sigma_1\sigma_2\rho_{1,2} \end{aligned} \quad (2)$$

که در آن $\rho_{0,1}$ همبستگی بین ارزش دارایی های نفتی و شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران و $\rho_{0,2}$ همبستگی بین ارزش دارایی های نفتی و ارزش بازار طلا و $\rho_{1,2}$ همبستگی بین شاخص کل بورس

اوراق بهادار تهران و ارزش بازار طلا را نشان می‌دهد. همچنین r_0 ، r_1 و r_2 به ترتیب بازدهی درآمدهای نفتی، شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران و طلا می‌باشند.

باتوجه به فرضیات مطرح شده، تابع مطلوبیت دولت به صورت زیر تعریف می‌شود که هدف آن یافتن استراتژی بهینه دولت در بازارهای مالی و کالایی به منظور حداکثر کردن بازده پرتفوی دولت در سطح مشخصی از ریسک می‌باشد. با توجه به این هدف، وزن هریک از دارایی‌ها تعیین شده و استراتژی بهینه برای پرتفوی دارایی‌های دولت به‌دست می‌آید.

$$\max_w \left((1-\theta)(w\mu_1 + (1-w)\mu_2) - \frac{\gamma}{2} [\theta^2 \sigma_0^2 + (1-\theta)^2 w^2 \sigma_1^2 + (1-\theta)^2 (1-w)^2 \sigma_2^2 + 2\theta(1-\theta)w\sigma_0\sigma_1\rho_{0,1} + 2\theta(1-\theta)(1-w)\sigma_0\sigma_2\rho_{0,2} + 2(1-\theta)^2 w(1-w)\sigma_1\sigma_2\rho_{1,2}] \right) \quad (3)$$

همچنین γ ضریب ریسک‌گریزی نامیده می‌شود که هر چه ضریب γ عدد کوچکتری باشد، یعنی ریسک‌گریزی کم است و در نتیجه جریمه بابت ریسک سید کم می‌شود، که منجر به سبدهایی با ریسک بالاتر می‌شود. به طور معکوس، اگر γ مقدار بزرگی باشد، سبدهایی با ریسک بیشتر، میزان جریمه بیشتری متحمل می‌شوند. همچنین بر اساس پژوهش‌های صورت گرفته ضریب γ عددی بین صفر و یک در نظر گرفته می‌شود، بنابراین اگر در محاسبات ضریب γ را یک در نظر بگیریم، سید در حالت ریسک‌گریزی کامل عمل خواهد نمود.

۳-۲- بهینه‌سازی مدل و تابع مطلوبیت

در این بخش ابتدا گزاره‌هایی در مورد کواریانس دارایی‌های موردنظر به‌صورت زیر در نظر گرفته می‌شود.

گزاره اول. براساس نتایج پژوهش به‌دست آمده از بورس اوراق بهادار تهران در سال ۱۳۹۵ که ارتباط نوسانات بازدهی قیمت نفت و بازدهی شاخص کل بورس اوراق بهادار ایران (فطرس و هوشیدری، ۱۳۹۵) مورد بررسی قرار داده است، می‌توان فرض کرد که یک رابطه منفی و معنی‌داری میان نوسانات بازدهی قیمت نفت و نوسانات بازدهی شاخص بورس اوراق بهادار تهران وجود دارد، بنابراین، برای کواریانس مربوط به دارایی‌های نفت و دارایی‌های بازار سرمایه داریم،

$$Cov(\tilde{r}_0, \tilde{r}_1) = \sigma_0\sigma_1\rho_{0,1} < 0 \quad (4)$$

گزاره دوم. براساس نتایج پژوهش به دست آمده از تحقیقات انجام شده (عباسی و همکاران، ۱۳۹۲) در بازه زمانی مورد مطالعه، رابطه میان قیمت نفت و قیمت طلا منفی بوده است و رابطه معناداری بین این دو متغیر برقرار است. بنابراین، برای کوواریانس مربوط به دارایی های نفت و دارایی های بازار طلا داریم،

$$Cov(\tilde{r}_0, \tilde{r}_2) = \sigma_0 \sigma_2 \rho_{0,2} < 0 \quad (5)$$

گزاره سوم. براساس نتایج پژوهش به دست آمده از تحقیقات انجام شده (هاشمی، ۱۳۹۲) در بازه زمانی مورد مطالعه، قیمت طلا اثر مثبت و معناداری بر شاخص قیمت سهام بورس اوراق بهادار ایران دارد. بنابراین، برای کوواریانس مربوط به دارایی های بازار سرمایه و دارایی های بازار طلا داریم،

$$Cov(\tilde{r}_1, \tilde{r}_2) = \sigma_1 \sigma_2 \rho_{1,2} > 0 \quad (6)$$

با در نظر گرفتن تمام فرضیات بیان شده، به بهینه سازی سبد پرتفوی دولت پرداخته می شود که تابع لاگرانژ آن به صورت زیر است.

$$L(w, \lambda) = \left(E(R_p) - \frac{\gamma}{2} [\sigma_p^2] - \lambda(1 - (w + 1 - w)) \right) \quad (7)$$

با جایگذاری امید بازده سبد و واریانس آن در تابع فوق داریم:

$$L(w, \lambda) = \left((1 - \theta)(w\mu_1 + (1 - w)\mu_2) - \frac{\gamma}{2} [\theta^2 \sigma_0^2 + (1 - \theta)^2 w^2 \sigma_1^2 + (1 - \theta)^2 (1 - w)^2 \sigma_2^2 + 2\theta(1 - \theta)w\sigma_0\sigma_1\rho_{0,1} + 2\theta(1 - \theta)(1 - w)\sigma_0\sigma_2\rho_{0,2} + 2(1 - \theta)^2 w(1 - w)\sigma_1\sigma_2\rho_{1,2}] - \lambda(w + 1 - w - 1) \right) \quad (8)$$

سپس از تابع لاگرانژ $L(w, \lambda)$ نسبت به W مشتق گرفته و مساوی صفر قرار داده می شود.

$$\frac{\partial L}{\partial w} = ((1 - \theta)(\mu_1 - \mu_2)) - \frac{\gamma}{2} [2(1 - \theta)^2 w\sigma_1^2 - 2(1 - \theta)^2 (1 - w)\sigma_2^2 + 2\theta(1 - \theta)\sigma_0\sigma_1\rho_{0,1} - 2\theta(1 - \theta)\sigma_0\sigma_2\rho_{0,2} - 2(1 - \theta)^2 (1 - 2w)\sigma_1\sigma_2\rho_{1,2}] = 0 \quad (9)$$

در قدم دوم از معادله بدست آمده مقدار w بر حسب تابعی از θ محاسبه شده است

$$w = \frac{\frac{1}{\gamma}(\mu_1 - \mu_2) + \sigma_2^2 + \sigma_1\sigma_2\rho_{1,2} - \theta(\sigma_2^2 + \sigma_0\sigma_1\rho_{0,1} - \sigma_0\sigma_2\rho_{0,2} + \sigma_1\sigma_2\rho_{1,2})}{(1 - \theta)(\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + 2\sigma_1\sigma_2\rho_{1,2})} \quad (10)$$

حال برای بدست آوردن مقدار بهینه ی w ، ابتدا لازم است مقدار بهینه ی θ محاسبه شده و در رابطه ی فوق جایگذاری شود. بدین منظور از معیار شارپ استفاده می شود. به این نحو که θ ای بهینه است که به ازای آن معیار شارپ بیشینه شود. در ادامه مقادیر میانگین ها و انحراف معیارهای دارایی ها و هم-چنین همبستگی دارایی ها به صورت دویه دو، با توجه به داده های موجود از سال ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ محاسبه خواهد شد.

۴. تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این بخش داده‌های مورد نیاز برای تحلیل مدل مورد نظر جمع‌آوری شده است. این داده‌ها مربوط به بازه زمانی سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ می‌باشند، که به صورت روزانه جمع‌آوری شده‌اند. نمونه‌ای از این داده‌ها در جدول (۱) آورده شده است که هر کدام از داده‌ها مربوط به پایان دی ماه هر سال بوده و در قالب سه عدد بیشترین، کمترین و میانگین مربوط به پارامتر مورد نظر آورده شده است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود جدول (۱) نمونه‌ای از قیمت یک انس طلا را در سال‌های بین ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ نشان می‌دهد که بیشترین مقدار مربوط به سال ۱۳۹۱ با عدد ۱۶۸۵/۶۵ و کمترین آن مربوط به سال ۱۳۹۴ با عدد ۶۰۵/۶۵ می‌باشد.

جدول (۲) نیز نمونه‌ای از مقادیر مختلف قیمت نفت اوپک را در بازه زمانی ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود بیشترین مقدار قیمت نفت اوپک مربوط به سال ۱۳۹۱ با عدد ۹۵/۳۸ و کمترین آن مربوط به سال ۱۳۹۴ با عدد ۲۷/۴۲ می‌باشد.

جدول (۱). مقادیر قیمت یک انس طلا در سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ (تومان)

سال	بیشترین	میانگین	کمترین
۱۳۹۵	۱۲۰۷/۱	۱۲۰۲/۲	۱۱۹۷/۳
۱۳۹۴	۱۱۰۹/۸	۶۰۵/۶۵	۱۰۱/۵
۱۳۹۳	۱۲۹۸/۱	۱۲۸۶/۷۵	۱۲۷۵/۴
۱۳۹۲	۱۶۸۶/۵	۱۶۸۵/۶	۱۲۵۴/۳
۱۳۹۱	۱۶۸۶/۵	۱۶۸۵/۶۵	۱۶۸۴/۸

جدول (۲). مقادیر قیمت نفت اوپک در سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۶ (دلار)

سال	بیشترین	میانگین	کمترین
۱۳۹۵	۵۱/۸۷	۵۱/۴۴۵	۵۱/۰۲
۱۳۹۴	۲۸/۵۸	۲۷/۴۲	۲۶/۲۶
۱۳۹۳	۴۷/۸	۴۶/۸۵۵	۴۵/۹۱
۱۳۹۲	۹۴/۱۶	۹۳/۸۰۵	۹۳/۴۵
۱۳۹۱	۹۵/۵۱	۹۵/۳۸	۹۵/۲۵

هم چنین داده مورد نیاز دیگر، شاخص بورس در بازه سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ است. شاخص کل بیانگر سطح عمومی قیمت و سود سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس است، به عبارت دیگر تغییرات شاخص کل بیانگر میانگین بازدهی سرمایه‌گذاران در بورس است.

جدول (۳). شاخص کل برای سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵

سال	میانگین
۱۳۹۵	۷۷۲۳۰
۱۳۹۴	۸۰۲۱۹
۱۳۹۳	۶۲۵۳۲
۱۳۹۲	۷۹۰۱۵,۴
۱۳۹۱	۳۸۰۴۰,۸

در ادامه اطلاعات به دست آمده از قیمت نفت اوپک، شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران و قیمت جهانی طلا که دریافت شده‌اند مورد بررسی قرار می‌گیرند. به عبارت دیگر وابستگی هر کدام به تغییرات قیمت نفت تحلیل می‌شود. هم چنین اطلاعات به دست آمده از شاخص بورس چهار صنعت متفاوت مورد ارزیابی قرار می‌گیرد تا وابستگی هر کدام به صنعت نفت مشخص گردد.

۴-۱. بررسی فرضیات ارائه شده پیرامون پارامترهای تحقیق

با وارد کردن داده‌ها در نرم‌افزار ایویوز مقادیر آماره‌های توصیفی مربوط به هریک از دارایی‌های نفت، دارایی‌های بازار سرمایه و دارایی‌های بازار طلا مطابق جدول (۴) به دست می‌آید که شامل ۱۰۸۷ نمونه است.

نرم افزار ایویوز در قسمت آماره‌های توصیفی متغیر این آزمون را انجام می‌دهد و فرض صفر مبنی بر نرمال بودن متغیر را بررسی می‌کند. هر چه مقدار آماره جاک-برا بزرگتر باشد بدین مفهوم است که توزیع متغیر مورد بررسی از توزیع نرمال فاصله بیشتری دارد. برای توزیع نرمال مقدار آماره جاک-برا صفر است. برای سهولت در بررسی نرمال بودن متغیر می‌توان مقدار احتمال را مشاهده کرد. اگر مقدار احتمال بیشتر از ۰/۰۵ باشد، فرض صفر مبنی بر نرمال بودن متغیر با اطمینان ۹۵ درصد رد نخواهد شد. بنابراین با توجه به مقادیر به دست آمده از جدول فوق، روشن است که فرض نرمال بودن داده‌های

دارایی‌های نفتی، دارایی‌های بازر سرمایه و دارایی‌های بازار طلا با اطمینان ۹۵ درصد رد نخواهند شد. به عبارت دیگر فرض‌های دوم تا چهارم بخش ۳-۱ با اطمینان ۹۵ درصد رد نخواهند شد.

جدول (۴). آماره‌های توصیفی مربوط به دارایی‌های نفتی، بازار سرمایه و بازار طلا

طلا	شاخص بورس	نفت	
۱۲۵۰.۱۸۱	۷۰۰۶۸.۶۷	۷۰.۰۹۳۵۶	میانگین
۱۲۴۲.۷۰۰	۷۳۷۵۲.۲۰	۵۵.۶۴۰۰۰	میانه
۱۶۱۱.۳۵۰	۸۹۵۰۰.۶۰	۱۱۵.۷۹۰۰	حداکثر
۱۰۵۶.۶۰۰	۳۸۶۰۲.۶۰	۲۸.۴۹۰۰۰	حداقل
۹۸.۷۰۶۶۶	۱۰۰۲۵.۵۸	۲۷.۲۴۱۲۰	انحراف معیار
۰.۷۶۴۸۵۴	-۱.۰۲۹۲۴۶	۰.۲۸۱۲۰۱	چولگی
۴.۶۸۳۸۹۰	۴.۰۳۰۹۰۵	۱.۳۷۱۹۷۷	کشیدگی
۰.۷۸۷۹۰۸	۰.۴۸۷۱۲۲	۰.۶۵۸۲۳۵	جاک- برا
۰.۶۷۴۳۸۵	۰.۷۸۳۸۳۲	۰.۷۱۹۵۵۹	احتمال
۹۵۸۸۸۸.۹	۵۳۸۱۲۷۳۸	۵۳۸۳۱.۸۵	مجموع
۷۴۶۳۱۴۲.	۷.۷۱E+۱۰	۵۶۹۱۷۷.۵	مجموع انحراف معیار
۱۰۸۷	۱۰۸۷	۱۰۸۷	تعداد مشاهدات

با توجه به مقدار p-value یا سطح معناداری به دست آمده که کمتر از ۰/۰۵ است، می‌توان دریافت که رابطه این متغیرها به صورت دوه‌دو معنادار می‌باشد. سپس به بررسی همبستگی این سه بازار پرداخته می‌شود. در واقع تاثیر بازارهای موجود در پرتفوی دولت بر یکدیگر مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

جدول (۵). بررسی همبستگی دارایی‌های نفتی، بازار سرمایه و بازار طلا

Covariance Analysis: Ordinary				
Date: 01/25/18 Time: 19:52				
Sample: 1391 1395				
Included observations: 1087				
Covariance				
	طلا	شاخص بورس	نفت	Correlation
نفت			۶۸۳,۶۷۲۱	
			۱,۰۰۰۰۰۰	
شاخص بورس		۵,۶۷E+۰۸	-۲۷۹۳۳۰,۹	
		۱,۰۰۰۰۰۰	-۰,۸۱۲۱۳	
طلا	۱,۰۹۸۸۰,۳	-۳۷۸۹۸۶۴,۰	۷۲۲۲,۴۳۸	
	۱,۰۰۰۰۰۰	-۰,۲۸۸۷۱۶	۰,۵۴۲۲۸۶	
Probability				
نفت			-----	
شاخص بورس		-----	۰,۰۱۰۴	
طلا	-----	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	

با توجه به جدول (۵) مشاهده می‌شود که ضریب همبستگی شاخص کل بورس تهران و قیمت نفت منفی و برابر ۰/۸۱ است. به عبارت دیگر با افزایش قیمت نفت، شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران کاهش خواهد یافت و با توجه به تعریف شاخص کل، میانگین سرمایه‌گذاری در شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران کاهش خواهد یافت. منفی بودن همبستگی قیمت نفت و شاخص‌های بازار سهام (به غیر از فرآورده‌های نفتی) به این صورت مطرح می‌شود. افزایش قیمت نفت به عنوان یکی از نهاده‌های تولید به معنای افزایش هزینه و کاهش درآمدهای بنگاه‌ها خواهد بود و اثر منفی بر جریان نقدی آتی خواهد داشت. در نتیجه کاهش قیمت‌های سهام را به دنبال خواهد داشت. به عبارت دیگر اگر چه افزایش قیمت نفت باعث افزایش تولید ناخالص ملی برای کشورهای صادرکننده نفت می‌شود، اما باید در نظر داشت که مصرف‌کننده نهایی محصولات و مشتقات نفتی، به طور عمده کشورهای در حال توسعه هستند. به

دلیل این که کشورهای صادرکننده نفت اغلب خود به دلیل عدم توانایی و نداشتن فناوری لازم برای فرآوری نفت خام، واردکننده محصولات و مشتقات نفتی هستند، بنابراین افزایش قیمت نفت باعث افزایش بهای تمام شده محصولات تولید شده توسط کشورهای صنعتی می‌شود که این خود منجر به افزایش ارزش پولی واردات و اثر منفی بر جریان نقدی آتی برای بنگاه‌ها، در کشورهای در حال توسعه می‌شود. با توجه به اینکه ایران نیز از جمله این کشورها به شمار می‌آید، بنابراین، این انتظار وجود دارد که رابطه بین افزایش درآمد نفتی با افزایش شاخص سهام یک رابطه معکوس باشد.

هم چنین ضریب همبستگی قیمت یک انس طلا و قیمت نفت اوپک مثبت و برابر $0/54$ است. به عبارت دیگر با افزایش قیمت نفت اوپک، قیمت یک انس طلا نیز افزایش خواهد یافت و در نهایت ضریب همبستگی قیمت یک انس طلا و شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران، منفی و برابر $0/28$ است. به عبارت دیگر با افزایش قیمت نفت اوپک، قیمت یک انس طلا کاهش خواهد یافت.

۴-۲. پیاده سازی مدل تحقیق

در این بخش مدل ارائه شده مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد. در این راستا، ابتدا با استفاده از نرم افزار LINGO v.17.0 نسبت شارپ بیشینه می‌شود. به این ترتیب که یک مسئله بهینه‌سازی غیرخطی با تابع هدفی کسری با سه محدودیت، دو متغیر و پارامترهایی از قبیل انحراف معیارها و ضرایب همبستگی دو به دو بین درآمدهای نفتی دولت، شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران و طلا به عنوان ورودی به نرم افزار داده می‌شود.

۴-۳. تحلیل اوزان به دست آمده برای سید دارایی‌های دولت

در این بخش با استفاده از داده‌های به دست آمده در جدول (۵) وزن بهینه مربوط به دارایی‌های موجود در پرتفوی دولت تحلیل می‌شود. همان‌طور که از این داده‌ها مشخص است انحراف معیار دارایی‌های نفتی $27/24$ ، انحراف معیار شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران $10025/58$ و انحراف معیار دارایی‌های بازار طلا $98/71$ است. ضریب همبستگی دارایی‌های نفتی و دارایی‌های بازار سرمایه $-0/81$ ، ضریب همبستگی دارایی‌های نفتی و دارایی‌های بازار طلا $0/54$ و همبستگی قیمت دارایی‌های بازار طلا و دارایی‌های بازار سرمایه $0/29$ است.

با توجه به این مقادیر، نمونه‌ای از وزن بهینه برای سال 1396 به دست می‌آید. به عبارت دیگر از داده‌های مربوط به دارایی‌های نفتی، دارایی‌های بازار سرمایه و دارایی‌های بازار طلا، 236 نمونه تا پایان

سال ۹۶ گرفته شده و به کمک آن‌ها و فرمول‌های ارائه شده در فصل سوم، اوزان بهینه برای سرمایه‌گذاری در پرتفوی دولت محاسبه شده است که میانگین این اوزان بهینه برای دارایی‌های نفتی برابر ۰/۴۶۶، دارایی‌های بازار سرمایه برابر ۰/۴۹۷ و دارایی‌های بازار طلا برابر ۰/۰۳۷ است.

سپس برای مقایسه این مقادیر بهینه با اوزان تعریف شده در بودجه دولت به قانون بودجه دولت سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۶ مراجعه شده است تا بتوان میانگین نمونه‌های به دست آمده را با مقادیر تعریف شده در بودجه دولت مقایسه کرد. در سال ۹۶ از کل درآمدهای دولت که برابر ۱۰,۸۴۹,۳۹۲,۹۳۴ میلیون ریال تعریف شده است، سهم دارایی‌های نفتی برابر ۱,۱۱۰,۸۹۴,۰۰۱ میلیون ریال و سهم دارایی‌های بازار سرمایه برابر ۳۲۵,۰۰۰,۰۰۱ میلیون ریال و سهم دارایی‌های بازار طلا برابر ۳,۵۰۰,۰۰۰ میلیون ریال در نظر گرفته شده است. از آنجایی که پرتفوی مورد نظر تحقیق تنها با این سه دارایی تنظیم شده است، میانگین اوزان مربوط به سال‌های ۹۱ تا ۹۶ این سه دارایی نرمال‌سازی خواهند شد تا بتوان آن‌ها را با مقادیر بهینه که از مدل پیشنهادی این تحقیق برآورد شده‌اند مقایسه کرد، در این صورت وزن دارایی‌های نفتی ۷۶ درصد، وزن دارایی‌های بازار سرمایه ۲۱ درصد و وزن دارایی‌های بازار طلا ۲ درصد خواهد بود. با در نظر گرفتن این فرضیات و اوزان بهینه برآورد شده از مدل، داریم:

جدول (۶). ضرایب بهینه حاصل از حل مدل پژوهش

مقدار بهینه	پارامتر	ردیف
0.46619	θ	۱
0.53381	$1 - \theta$	۲
0.93019	W	۳
0.06981	$1 - W$	۴

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت اوزانی که دولت برای دارایی‌های نفتی، دارایی‌های بازار سرمایه و دارایی‌های بازار طلا مورد استفاده قرار می‌داده است بهینه نبوده و می‌توان با سرمایه‌گذاری بیشتر در بورس اوراق بهادار تهران، پرتفوی دولت را بهینه نمود. در واقع این بخش می‌تواند با تخصیص سهم بیشتری از دارایی‌های دولت، نوسانات حاصل از تغییرات ناگهانی قیمت نفت را تعدیل نماید. همچنین با توجه به ضریب بدست آمده برای بازار طلا می‌توان نتیجه گرفت که دولت در سرمایه‌گذاری در بخش طلا (در حال حاضر ۰/۰۲) نسبتاً موفق عمل نموده است و با وزن بهینه این قسمت که از مدل این تحقیق بدست آمده است (۰/۰۳۷) اختلاف قابل ملاحظه‌ای ندارد و همچنین دولت می‌تواند نسبت به دوره‌های قبل توجه بیشتری به سرمایه‌گذاری در بخش طلا نماید. قابل ذکر است که در انجام محاسبات مقدار

ضریب γ (ضریب ریسک‌گریزی) برای دولت برابر با یک فرض شده است، یعنی مقادیر بهینه برای پرتفوی دولت در حالت ریسک‌گریزی کامل محاسبه شده است.

می‌توان برای مقایسه بهتر اوزان بهینه برآوردی با میانگین عملکرد دولت در بودجه سال‌های ۹۱ تا ۹۶ را در جدول (۷) مشاهده نمود:

جدول (۷). مقایسه عملکرد دولت با ضرایب بهینه برآوردی

پارامتر	مقادیر بدست آمده از عملکرد دولت طی سال‌های ۹۱ تا ۹۶	مقدار بهینه بدست آمده از مدل تحقیق	پارامتر	ردیف
θ	۷۶٪	۴۶.۶٪	دارایی‌های نفتی	۱
$(1 - \theta) \times W$	۲۱٪	۴۹.۷٪	بازار سرمایه	۲
$(1 - \theta) \times (1 - W)$	۲٪	۳.۷٪	طلا	۳

به منظور تحلیل حساسیت مدل نسبت به تغییرات ضریب ریسک‌گریزی ده مقدار برای ضریب مذکور در بازه تغییرات آن، یعنی بازه‌ی صفر تا یک در نظر گرفته شد و مدل به ازای این مقادیر اجرا شد. نتایج حاصل از این تحلیل حساسیت در جدول (۸) آورده شده است. همانطور که از جدول پیداست متغیرهای مدل نسبت به تغییرات γ حساس بوده و مقادیر بهینه متفاوتی را اختیار می‌کنند.

جدول (۸). تحلیل حساسیت مدل نسبت به تغییرات ضریب ریسک‌گریزی

مقدار W	مقدار θ	ضریب γ
۰.۸۵۲	۰.۶۸۶	۰.۱
۰.۹۱۱	۰.۳۹۱	۰.۲
۰.۷۸۲	۰.۳۰۸	۰.۳
۰.۸۲۹	۰.۴۲۸	۰.۴
۰.۷۳۵	۰.۳۹۶	۰.۵
۰.۸۸۲	۰.۳۵۲	۰.۶
۰.۸۸۲	۰.۳۸۳	۰.۷
۰.۸۸۲	۰.۴۰۷	۰.۸
۰.۸۷۱	۰.۴۳۶	۰.۹
۰.۹۳۰	۰.۴۶۶	۱

۵. نتیجه گیری

بازار نفت یکی از اصلی ترین بازارهای جهانی است که معمولاً در رابطه با دیگر بازارها، پیشرو است. اما نوسانات قیمت نفت در این بازار و اثرات زیان باری که بر اقتصاد کشورهای صادرکننده آن وارد می کند، سبب تحولاتی در ساختار اقتصادی این کشورها شده است. ایران نیز به عنوان یکی از صادرکننده های اصلی نفت، در دوره های مختلف تحت تاثیر وابستگی اقتصاد خود به صنعت نفت قرار گرفته است. گرچه بخش زیادی از درآمد دولت از بازارهای مالی نظیر مالیات و غیره تامین می شود، اما از آنجایی که بخش قابل توجهی از منابع درآمدی دولت در بودجه از طریق فروش نفت، (شامل فروش در بازارهای بین المللی و داخلی) است، تغییرات قیمت نفت می تواند بودجه دولت را با نوساناتی همراه کند. به عبارت دیگر وجود این نوسانات در قیمت نفت انگیزه انجام این تحقیق بوده است تا بتوان پرتفوی دارایی های دولت را به گونه ای تنظیم نمود که این نوسانات اجتناب ناپذیر را تعدیل کند.

در این راستا ابتدا تابع مطلوبیت دولت تعریف گردید. در این تابع مطلوبیت، سه دارایی برای سرمایه گذاری دولت در نظر گرفته شد تا با توجه به آن ها بتوان سبد پرتفوی دولت را بهینه سازی کرده و بهترین استراتژی را معرفی نمود. این دارایی ها شامل دارایی های نفتی، دارایی های بازار سرمایه (شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران) و دارایی هایی بازار طلا هستند. به این منظور برای هر دارایی وزنی در نظر گرفته شد تا با حداکثر کردن بازده دولت و حداقل کردن واریانس تغییرات رخ داده در سطح ریسک مشخص، بتوان این بهینه سازی را پیاده نمود. سپس با استفاده از بیشینه کردن نسبت شارپ و برآورد تتای بهینه، مقادیر بهینه اوزان بازار سرمایه و طلا محاسبه گردید.

هم چنین فرض برای توزیع هر یک از دارایی ها در نظر گرفته شد که تمام آن ها متغیرهایی با توضیح نرمال در نظر گرفته شدند. به این منظور دارایی های مربوط به سه دارایی در نرم افزار ایویوز وارد شد تا با بهره گیری از آزمون جاکرک- برا فرض نرمال بودن این سه متغیر مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به مقادیر به دست آمده، مقدار این آزمون برای تمام دارایی های موجود در سبد دارایی های دولت، بیشتر از ۰/۰۵ به دست آمد و در نتیجه فرض نرمال بودن داده های دارایی های نفتی، دارایی های بازار سرمایه و دارایی های بازار طلا با اطمینان ۹۵ درصد رد نخواهند شد.

فرضیاتی نیز برای همبستگی بین دارایی های موجود در این سبد دارایی در نظر گرفته شد. به این منظور اطلاعات مربوط به میانگین قیمت نفت اوپک و قیمت طلا و شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران، از آرشیو تعریف شده برای هر یک از متغیرها، دریافت شد. ابتدا همبستگی مربوط شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران و قیمت نفت مورد بررسی قرار گرفت. ضریب همبستگی این دو متغیر منفی

و برابر ۰/۸۱ است. به عبارت دیگر با افزایش قیمت نفت، شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران کاهش یافته و با توجه به تعریف شاخص کل، میانگین سرمایه‌گذاری در بازار سرمایه کاهش خواهد یافت. هم چنین مشاهده شد که ضریب همبستگی قیمت یک انس طلا و قیمت نفت اوپک مثبت و برابر ۰/۵۴ است. به عبارت دیگر با افزایش قیمت نفت، قیمت یک انس طلا افزایش خواهد یافت و در نهایت ضریب همبستگی قیمت یک انس طلا و شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران منفی و برابر ۰/۲۹ است. به عبارت دیگر با افزایش شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران، قیمت یک انس طلا نیز کاهش خواهد یافت خواهد یافت. با توجه به یافته‌های به دست آمده می‌توان دریافت که فروض مربوط به همبستگی دارایی‌های موجود در سبد دارایی‌های دولت صحیح می‌باشد.

در پایان نیز انحراف معیار هر یک از سه دارایی موجود در پرتفوی دولت محاسبه گردید. سپس با توجه به میانگین قیمت هریک از دارایی‌ها و ضریب همبستگی آن‌ها، وزن بهینه تک‌تک دارایی‌ها در پرتفوی دولت محاسبه و با اوزان ارائه شده در بودجه دولت مورد مقایسه قرار گرفت و نشان داده شد که این اوزان بهینه نبوده و برای بهینه‌سازی بهتر است سرمایه‌گذاری بیشتر در بخش بورس اوراق بهادار تهران صورت گیرد.

بنابراین می‌توان گفت دولت با در اختیار داشتن ابزارهایی همچون بازار سرمایه و بازار طلا می‌تواند تا حد امکان اثرات ناشی از نوسانات قیمت نفت را تعدیل نموده و با اتخاذ استراتژی‌های سرمایه‌گذاری مناسب در بازار سرمایه، ریسک مواجه شدن با کمبود بودجه را پوشش دهد.

همچنین این ضرایب بهینه بر مبنای ضریب ۷ (ضریب ریسک‌گریزی) برابر با یک برای پورتفوی بهینه دولت محاسبه شدند و در ادامه تحلیل حساسیت مدل تحقیق نسبت به تغییرات ضریب ریسک‌گریزی صورت گرفت و مدل تحقیق به ازای مقادیر مختلف (در بازه‌ی صفر و یک) مجدداً حل و مقادیر بهینه‌ی جدید محاسبه شد.

به منظور بهبود تحقیقات آتی می‌توان این مدل را با نوشتن محدودیت‌های نظیر الزامات دولت برای انتخاب اوزان مربوط به دارایی‌ها به واقعیت نزدیک‌تر نمود. هم چنین می‌توان دارایی‌های مربوط به بازار ارز را نیز به این سبد اضافه کرده و تحلیل‌ها را به صورت جامع‌تری پیاده‌سازی نمود و یا دارایی‌های بازار ارز را جایگزین یکی از دارایی‌های فعلی نمود. به علاوه در این تحقیق به منظور یافتن ضرایب بهینه بازار سرمایه و طلا، ابتدا با استفاده از تابع لاگرانژ، W بر حسب تابعی از تتا نوشته شد، سپس به منظور یافتن تتا بهینه از معیار شارپ استفاده شد و با جایگذاری تتا در رابطه‌ی W ، W بهینه نیز به دست آمد،

پیشنهاد می‌شود برای مطالعات آتی از روش‌های جست‌وجوی روش‌های بهینه ابتکاری و فراابتکاری نظیر الگوریتم ژنتیک، کوچ پرندگان، رقابت استعماری و غیره استفاده شود.

منابع و مآخذ

۱. خورسندی، مرتضی و عزیزی، زهرا (۱۳۹۱). «ترکیب مصرف و اثرگذاری انرژی بر رشد اقتصادی: کاربردی از رگرسیون غیرخطی انتقال ملایم». پژوهشنامه اقتصاد انرژی، دوره ۱، شماره ۳، صفحات ۱۷-۳۴.
۲. رضایی، مهدی؛ قاسمی، آذین و ایسمانه، امین (۱۳۹۵). «تأثیر شوک قیمت نفت بر نوسانات قیمت نفت»، ماهنامه علوم انسانی اسلامی، ۱۰(۱)، صفحات ۱-۱۴.
۳. سجادی، سیدحسین؛ فرازمند، حسن و علی صوفی، هاشم (۱۳۸۹). «بررسی رابطه متغیرهای کلان اقتصادی و شاخص بازده نقدی سهام در بورس اوراق بهادار تهران»، پژوهشنامه اقتصاد کلان (پژوهشنامه علوم اقتصادی)، دوره ۱۰، شماره ۲، صفحات ۱۲۳-۱۵۰.
۴. شهبازی، کیومرث، رضای، ابراهیم، صالحی، یاور (۱۳۹۲)، «تأثیر شوکهای قیمت نفت بر بازدهی سهام در بورس اوراق بهادار تهران: رهیافت SVAR»، فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، سال ششم، شماره هجدهم.
۵. صادقی، شاهدانی، مهدی، محسنی، حسین (۱۳۹۲)، «تأثیر قیمت نفت بر بازده بازار سهام: شواهدی از کشورهای صادرکننده نفت خاورمیانه»، پژوهش‌های برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری انرژی، سال اول، شماره ۳، صفحات ۱-۱۶.
۶. فطرس، محمدحسن و هوشیدری، مریم (۱۳۹۵). «بررسی تأثیر نوسانات قیمت نفت خام بر نوسانات بازدهی بورس اوراق بهادار تهران رویکرد GARCH چندمتغیره»، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، سال پنجم، شماره ۱۸، صفحات ۱۴۷-۱۷۷.
۷. مرادزاده فرد، مهدی؛ موسی زاده عباسی، نورالدین و شهباززاده، اتابک (۱۳۹۱)، «اثر پویای تکانه‌های قیمت طلا، نرخ واقعی ارز و قیمت نفت بر شاخص قیمت سهام بورس اوراق بهادار تهران»، پژوهش‌های تجربی حسابداری مالی، سال دوم، شماره ۴، صفحات ۵۲-۷۰.
۸. معلمی، نوشین (۱۳۸۸). تحلیل تأثیر شوک‌های قیمتی نفت بر متغیرهای منتخب اقتصاد کلان ایران طی سال‌های ۱۳۴۴-۱۳۸۴. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر. دانشکده علوم انسانی.
۹. هاشمی دهنوی، محمد (۱۳۹۲)، «اثر قیمت نفت و قیمت طلا بر شاخص کل قیمت بورس اوراق بهادار ایران با استفاده از الگوی تصحیح خطای برداری (VECM)»، فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی، سال اول، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲، صفحات ۱۱۷-۱۳۸.

۱۰. هوشمند، محمود و فهیمی دوآب، رضا (۱۳۸۹). «بررسی رابطه بلندمدت قیمت حقیقی نفت خام و ارزش واقعی دلار آمریکا»، مجله مهندسی مالی و مدیریت پرتفوی، شماره چهارم.
11. Aoun, M. C., & Boulanger, Q. (2015). "The new challenges for oil-based sovereign wealth funds". Note de L'Ifri, 1-28.
12. Balding, C., & Yao, Y. (2011). "Portfolio allocation for sovereign wealth funds in the shadow of commodity-based national wealth". In Institutional Investors in Global Capital Markets, 293-312.
13. Bampinas, G., & Panagiotidis, T. (2015). "On the relationship between oil and gold before and after financial crisis: linear, nonlinear and time-varying causality testing". Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics, 19, 5, 657-668.
14. Bodie, Z., & Briere, M. (2013). Sovereign wealth and risk management: a framework for optimal asset allocation of sovereign wealth.
15. Ciarlone, A., & Miceli, V. (2016). "Escaping financial crises? Macro evidence from sovereign wealth funds' investment behavior". Emerging Markets Review, 27, 169-196.
16. Cologni, A., & Manera, M. (2008). "Oil prices, inflation and interest rates in a structural cointegrated VAR model for the G-7 countries". Energy economics, 30(3), 856-888.
17. Hoevenaars, R. P., Molenaar, R. D., Schotman, P. C., & Steenkamp, T. B. (2008). "Strategic asset allocation with liabilities: Beyond stocks and bonds". Journal of Economic Dynamics and Control, 32, 9, 2939-2970.
18. Jahan-Parvar MR, Mohammadi H (2010). Oil prices and real exchange rates in oil-exporting countries: a bounds testing approach. J Dev Areas.
19. Korhonen I, Juurikkala T (2009). "Equilibrium exchange rates in oil exporting countries". J Econ Finance 33(1):71-79.
20. Narayan, P. K., Narayan, S., & Zheng, X. (2010). "Gold and oil futures markets: Are markets efficient?". Applied energy, 87, 10, 3299-3303.
21. Park, J., & Ratti, R. A. (2008). "Oil price shocks and stock markets in the US and 13 European countries". Energy economics, 30(5), 2587-2608.
22. Reyes, R. G., & Raguidin, C. E. (2005). "The effect of oil price shocks on the Philippine economy: A VAR Approach", working paper, University of the Philippine, 7(3), 22-38.
23. Scherer, B. (2011). "Portfolio choice for oil-based sovereign wealth funds". The Journal of Alternative Investments, 13(3), 24-34.
24. Shiu, Sheng Chen., Hung, Chyn Chen (2007). "Oil prices and real exchange rates". Energy Economics, No. 29, pp. 390-404.
25. Simakova, Jana (2011). "Analysis of the relationship between oil and gold prices". Journal of finance, 51, 1, 651-662.

26. Van Den Bremer, T., van der Ploeg, F., & Wills, S. (2016). "The elephant in the ground: managing oil and sovereign wealth". *European Economic Review*, 82, 113-131.

Mathematical Model to Examine Government Investment Strategies in Financial and Commodity Assets

Ardavan Norouzi^۳

Meysam Bolguriyan^۴

Abstract:

Oil is the main source of energy and one of the important factors in promoting economic activities. The unconventional fluctuations in the price of this product and the uncertainty resulting from it have increased the prices of other goods and services produced. Hence, the purpose of this study is to optimize the portfolio of government's assets and define the best investment strategy to adjust these fluctuations. In this regard, a portfolio with three assets of oil, capital market and gold market is defined for the state, and then its utility function is introduced. The optimal weights of each of the above calculated assets are evaluated by implementing the first condition of optimizations. After that, information about the oil price, value of capital market and the price of gold between 2012- 2016 was received, and according to the average, the current weight of assets in the government's portfolio is estimated and compared with the current weight of government's assets.

Keywords: government's portfolio, optimization of the utility function, oil assets, capital market assets, gold market assets

JEL Classification: G11, C61, H82

3. M.A, Department of Financial Engineering, Faculty of Financial Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran. ardavan.norouzi@gmail.com

4. Assistant Professor, Department of Financial Management, School of Financial Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran