برآورد حباب قیمتی در بازار ارز ایران با استفاده از الگوی فضای حالت غیرخطی: کاربردی از فیلتر کالمن نقطه سیگما (SPKF)

سعید راسخی[۱]
استاد، عضو هیئت علمی گروه اقتصاد بازرگانی دانشگاه مازندران
میلاد شهرازی[۲]
دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه مازندران
زهرامیلا علمی[۳]
دانشیار، عضو هیئت علمی گروه اقتصاد نظری دانشگاه مازندران

تاریخ دریافت۱۳۹۴/۱۲/۱۳ تاریخ پذیرش ۱۳۹۶/۸/۱۰

چکیده

به طور کلی، کشف صحیح حباب‌های قیمتی دارایی‌ها به دلیل نااطمینانی در شناسایی دقیق عوامل بنیادین و تصادفی بودن آنها پیچیده و دشوار است. به ویژه، اگر حباب‌ها ذاتی بوده و به بنیادها وابسته باشند، تصریح صحیح معادله حباب دشوارتر می‌شود. بسیاری از روش‌هایی که تاکنون جهت آزمون حباب‌های قیمتی به کار گرفته شده‌اند، به دلایل مختلفی مورد انتقاد قرار گرفته‌اند. در این راستا، مطالعه حاضر با تشکیل یک الگوی فضای حالت غیرخطی از تکنیک فیلتر کالمن نقطه سیگما (SPKF) برای اندازه‌گیری حباب‌های قیمتی در بازار ارز غیررسمی ایران در بازه زمانی ۱۳۹۴:۰۶-۱۳۸۱:۰۱ استفاده کرده است. نتایج نشان می‌دهد که بخش قابل توجهی از تغییرات نرخ ارز در این دوره زمانی، به خصوص در دهه ۱۳۹۰، به دلیل تشکیل حباب‌های قیمتی بوده است. در این چارچوب، بیشترین سهم حباب‌ها در تغییرات نرخ ارز نیز

۳- نویسنده مسئول: srasekhi@umz.ac.ir

2- milad.shahrazi@gmail.com
3- zelmila@yahoo.com
DOI: 10.22067/pm.v25i15.54315

مربوط به ماه مهر سال ۱۳۹۱ بوده است، به طوری‌که حدود ۶۱ درصد از افزایش نرخ ارز در این ماه در مقایسه با ماه قبل به حباب قیمتی نسبت داده شده است. به علاوه، در سال ۱۳۹۴، حباب‌های نرخ ارز بسیار ناچیز و ارزش بازاری نرخ ارز نزدیک به ارزش بنیادی آن بوده است.

کلید واژه‌ها: حباب‌های قیمتی، الگوی فضای حالت غیرخطی، فیلتر کالمن نقطه سیگما (SPKF)، بازار ارز، ایران

طبقه‌بندی JEL: G12, F31, E44, C32

مقدمه

در ادبیات تعریف حباب و دلایل شکل‌گیری و رشد آن، توافق دقیقی وجود ندارد، اما مک‌کوین و تورلی (Mcqueen & Torley, 1994) بیان کردند که در بازارهای مالی به طورکلی چهار نوع حباب می‌تواند به وجود آید: ۱. حباب عقلایی که زمانی شکل می‌گیرد که قیمت دارایی، بدون این‌که بتوان رفتار سرمایه‌گذاران را غیرعقلایی نامید، از قیمت‌های بنیادی فاصله بگیرد. ۲. حباب ذاتی که ناشی از عوامل بنیادی است، به‌طوری‌که با رشد و بهبود عوامل بنیادی و انتشار اخبار مربوط به آن، حباب رشد پیدا می‌کند. ۳. حباب رفتاری که توسط عوامل روان‌شناختی ایجاد می‌شود و ناشی از یک حالت هیجانی است که افراد را در بر گرفته و تفکری گروهی و عمومی را تشکیل می‌دهد. ۴. حباب اطلاعاتی که زمانی ایجاد می‌شود که قیمت بازاری منعکس‌کننده تمام اطلاعات نباشد.

حباب‌های قیمت دارایی، از هر نوع که باشند، معمولاً دارای ویژگی‌های مشترکی هستند. بدین صورت که ابتدا ارائه بیش از اندازه وام و تسهیلات، همراه با افزایش‌های مداوم در قیمت دارایی‌هایی همچون ارز، سهام، طلا و مسکن، حباب را تقویت می‌کند. حباب‌های بزرگ شده، منجر به غفلت بسیاری از افراد و وام گرفتن آنها برای خرید دارایی‌ها در قیمت‌های تاریخی بالا می‌گردد. در مرحله بعد، حباب می‌ترکد و قیمت‌های دارایی در نتیجه فروش‌های وافر کوتاه‌مدت فرو می‌ریزد و زمینه ایجاد یک بحران مالی فراهم می‌شود (Englund, 1999). از آنجا که در بسیاری مواقع، پدیده حباب با بحران مالی همراه می‌شود، این امر هزینه‌های گزافی در اقتصاد ایجاد خواهد کرد که می‌طلبد موضوع کشف حباب‌ها به طور عمیق‌تر و دقیق‌تر بررسی گردد.

به طور کلی، کشف صحیح حباب‌های قیمتی به دلیل نااطمینانی در شناخت دقیق عوامل بنیادی

و تصادفی بودن آنها پیچیده است. به ویژه، اگر حباب‌ها ذاتی بوده و به بنیادها وابسته باشند، تصریح صحیح معادله حباب دشوارتر می‌شود (Hatipoglu and Uyar, 2012). به علاوه، گاهی تصور می‌شود که نوسانات شدید قیمت دارایی منتهی به حباب می‌شود، در حالی که شناسایی حباب‌ها و تمایز آن از نوسانات قیمتی، موضوع مهمی است که سال‌ها مورد توجه متخصصان مالی قرار داشته است (Garber, 2000).

بسیاری از مطالعاتی که تاکنون به آزمون حباب‌های قیمتی پرداخته‌اند، به دلایل مختلفی به چالش کشیده شده‌اند. غالب این انتقادها به دلیل قدرت پایین این آزمون‌ها در تشخیص صحیح حباب‌ها بوده است. از اولین مطالعات صورت‌گرفته در این زمینه، می‌توان به آزمون کران واریانس شیلر (Shiller, 1981) و آزمون دومرحله‌ای وست (West, 1987) اشاره کرد. پس از آن، کمپبل و شیلر (Campbell & Shiller, 1988) و دیبا و گروسمن (Diba & Grossman, 1988a)، جهت کشف حباب‌های قیمتی از آزمون ریشه واحد[1] و آزمون هم‌انباشتگی[2] استفاده نمودند. اما این آزمون‌ها، از لحاظ تجربی به نتایج متناقضی در مورد وجود یا عدم وجود حباب‌های قیمتی رسیده‌اند. برای مثال، وست (West, 1987) و راپوپورت و وایت (Rappoport & White, 1993) نشان دادند که در بازار سهام ایالات متحده امریکا حباب‌های قیمتی وجود داشته است، در حالی‌که دیبا و گروسمن (Diba & Grossman, 1988b) و دژبخش و دمیرگوک-کونت (Dezhbakhsh & Demirguc- Kunt, 1990) به نتایج مخالفی دست پیدا کردند. ایونس (Evans, 1991) با انتقاد به روش‌های پیشین کشف حباب، نشان داد که این آزمون‌ها توانایی تشخیص دسته مهمی از حباب‌ها را ندارند. وی بیان داشت که روش‌های مذکور قادر به کشف حباب‌های انفجاری وقتی که داده‌های نمونه با فروپاشی دوره‌ای حباب‌ها مواجه هستند، نمی‌باشند. بنابراین، این آزمون‌ها از شناسایی بخش مهمی از فرآیند حباب قیمت یعنی ترکیدن و ریزش آن عاجزند. به علاوه، این آزمون‌ها در مورد فرآیندهای خطی صادق‌اند، حال آنکه در دنیای واقعی، حباب‌های قیمتی احتمالاً از فرآیندی غیرخطی تبعیت می‌کنند. در عین حال، وی نتوانست الگویی ارائه کند که دارای این نقص نباشد. ابیانکار و همکاران (Abhyankar et al., 1997) نشان دادند

1- Unit Root Test
2- Cointegration Test

که سری‌های زمانی متغیرهای مالی، از لحاظ تجربی، وابستگی‌های غیرخطی دارند. بیرنس (Bierens, 2004) نیز با استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو[1] نشان داد که روش‌های ریشه واحد و هم‌انباشتگی مرسوم، در فرآیندهای غیرخطی با خطای تصریح مواجه هستند. به دنبال این انتقادها، روش‌های دیگری نیز برای کشف حباب قیمت‌ها مطرح شدند. از جمله، فیلیپس و همکاران (Phillip et al., 2012) آزمون سوپریمم عمومی دیکی-فولر تعمیم یافته (GSADF)[2] را ارائه دادند که ضمن تشخیص حباب‌های چندگانه، امکان لحاظ پویایی‌های غیرخطی در سری زمانی را فراهم می‌کند.

در پژوهش حاضر، برخلاف اکثر مطالعات گذشته، به جای آزمون معناداری درباره وجود یا عدم وجود حباب‌ها، مقادیر حباب‌ها محاسبه و مؤلفه حبابی از مؤلفه بنیادی جدا شده است. بر این اساس، نوآوری اصلی این تحقیق، استفاده از ساختار الگوی فضای حالت غیرخطی و الگوریتم فیلتر کالمن نقطه سیگما (SPKF) برای برآورد حباب قیمتی است. در این راستا، نظر به انتقادهای وارد بر روش‌های پیشین کشف حباب، فرض می‌شود که حباب‌ها قابل مشاهده نیستند، اما می‌توان آنها را با استفاده از یک فیلتر غیرخطی از داده‌ها به طور بهینه استخراج کرد. در هر مقطع زمانی، اگر وجود حباب تشخیص داده نشود، حباب مقدار صفر می‌گیرد و تمام مقدار قیمت جاری به مؤلفه بنیادی تخصیص داده می‌شود. با توجه به احتمال غیرخطی بودن فرآیند شکل‌گیری و فروپاشی حباب، استفاده از فیلتر کالمن غیرخطی منجر به برآورد صحیح‌تر و پیش‌بینی دقیق‌تر اندازه حباب در مقایسه با فیلتر کالمن ساده می‌شود. این مطالعه بازار ارز غیررسمی ایران در دوره ۱۳۸۱:۰۱ تا ۱۳۹۴:۰۶ را آزمون می‌کند.

ادامه مقاله به این صورت سازماندهی شده است که در بخش بعدی ادبیات موضوع مرور شده است. بخش سوم، به بیان روش‌شناسی تحقیق و معرفی داده‌ها اختصاص دارد. نتایج تجربی در بخش چهار گزارش شده‌اند و در بخش پنجم نتیجه‌گیری ارائه شده است.

1- Monte Carlo Simulation
2- Generalized Supremum Augmented Dickey-Fuller (GSADF)

ادبیات موضوع

لوکاس (Lucas, 1978) بیان داشت که براساس فرضیه انتظارات عقلایی، قیمت دارایی باید ارزش تنزیل شده سودها و قیمت‌های آینده دارایی را منعکس کند. اما بسیاری از مطالعات تجربی از این ایده حمایت نکردند. پس از مقالات لروی و پورتر (Leroy & Porter, 1981) و شیلر (Shiller, 1981) که با مطرح کردن حباب‌های عقلایی، نشان دادند که ارزش فعلی عایدی‌های آینده سهام، نمی‌تواند توضیح‌دهنده کاملی برای نوسان قیمت‌های سهام باشد، مطالعات بسیاری پیرامون حباب‌های قیمتی صورت گرفته است (West, 1987؛ Diba & Grossman, 1988,a,b؛ Drake, 1993؛ Lamont, 1998؛ Nasseh & Strauss, 2003؛ Nunes & Silva, 2007؛ Soltani, 2007؛ Balke & Wohar, 2009؛ Kamyab, 2009؛ Phillip et al., 2011, 2012؛ Fallah Shams & Zare, 2013؛ Chang et al., 2014؛ Rasekhi & Shahrazi, 2014؛ Bohl et al., 2015؛ Fantazzini, 2016 و Rasekhi et al., 2016).

به‌طورکلی الگوهای حباب‌های عقلایی را می‌توان به دو دسته اصلی طبقه‌بندی نمود: الگوهای حباب‌های برون‌زا[1] و الگوهای حباب‌های درون‌زا[2] (Hatipoglu & Uyar, 2012). الگوهای برون‌زا، حباب‌ها را مستقل از تغییر در ارزش بنیادین دارایی بررسی می‌کنند. آزمون کران واریانس (Shiller, 1981؛ Leroy & Porter, 1981؛ Cochrane, 1992؛ Flood & Garber, 1994 و Akdeniz, et al., 2006)، آزمون‌های ریشه واحد و هم انباشتگی (Campbell & Shiller, 1988؛ Diba & Grossman,1988a؛ Herrera & Perry, 2003؛ Arshanapalli & Nelson, 2008؛ Kamyab, 2009؛ Ebrahimi Sarv Olia et al., 2012 و Salazar et al., 2013) و آزمون فروپاشی دوره‌ای ریشه واحد راست دنباله (Phillip et al., 2012؛ Bettendorf & Chen, 2013؛ Chang et al., 2014؛ Zhao et al., 2015؛ Rasekhi et al., 2016 و Hu & Oxley, 2017) را می‌توان به عنوان مهم‌ترین آزمون‌های تشخیص حباب‌های برون‌زا نام برد.

اما الگوهای درون‌زا، اثر تغییرات در بنیادها روی فرآیند شکل‌گیری حباب‌های قیمتی را نیز در نظر می‌گیرند. Cunado, et al. (2005)، Engsted (2006)، Nunes & Silva (2007)، Pavlidis

---

1- Exogenous Bubbles
2- Endogenous Bubbles

et al., (2012) و Hatipoglu & Uyar (2012) در مطالعات خود به شواهدی از حباب‌های عقلایی ذاتی پی بردند، در حالی‌که فرضیه وجود حباب، توسط Chan et al., (1998) و (2005) Koustas & Serletis رد شد. الگوهای حباب‌های قیمتی درون‌زا که ابتدا به وسیله فروت و ابستفلد (Froot & Obstfeld, 1991) مطرح شدند و حباب‌های ذاتی وابسته به بنیادها را پیشنهاد نمودند، در توضیح واگرایی بین بنیادها و قیمت‌های جاری دارایی‌ها موفق‌تر عمل می‌کنند، زیرا این الگوها امکان اشاعه شوک‌ها از طریق بنیادها به حباب‌ها را در نظر می‌گیرند. مسئله مهم در چارچوب حباب‌های عقلایی ذاتی این است که اگر بنیادهای بازار خود در معرض شوک‌های مستمر باشند، مؤلفه حبابی چه مقدار از انحراف در قیمت‌های دارایی را می‌تواند توضیح دهد.

در این چارچوب، وو (Wu, 1995)، برای آزمون حباب‌های قیمتی، روش فیلتر کالمن را پیشنهاد نمود که برای اجرای آن، حباب به عنوان یک بردار حالت مشاهده نشده در الگوی فضای حالت در نظر گرفته می‌شود. وی از این تکنیک ابتدا برای برآورد حباب نرخ ارز بین دلار ایالات متحده، پوند بریتانیا، ین ژاپن و مارک دانمارک استفاده نمود. سپس، وو (Wu, 1997) این روش را برای برآورد حباب بازار سهام ایالات متحده به کار برد. به دنبال آن، مطالعات مختلفی از این روش جهت تشخیص حباب‌ها در بازارهای دارایی استفاده نمودند. برای نمونه، لائو و همکاران (Lau et al., 2005) با استفاده از فیلتر کالمن، حباب‌های عقلایی در بازارهای سهام تایوان، سنگاپور، کره جنوبی و مالزی را برآورد کردند. ژیائو و راندولف (Xiao & Randolph, 2007) چهت استخراج حباب سفته‌بازی در بازار مسکن هنگ‌کنگ از فیلتر کالمن ساده استفاده نمودند. بهار و چیارلا (Bhar & Chiarella, 2007) با به کارگیری تکنیک فیلتر کالمن، حباب‌های قیمتی در نرخ دلار استرالیا و پوند انگلیس در مقابل دلار امریکا را محاسبه کردند. کیزیس و پیردزیوچ (Kizys & Pierdzioch, 2011) برای محاسبه حباب‌های سفته‌بازی در شاخص بازارهای سهام کشورهای جمهوری چک، مجارستان و لهستان، با برآورد یک الگوی فضای حالت از فیلتر کالمن استفاده نمودند. در مطالعات داخلی نیز معدلت (Madelat, 2002) با استفاده از الگوی فضای حالت، اندازه حباب قیمتی در شاخص قیمت سهام ایران برای سال‌های ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹ را تعیین نمود. صمدی و همکاران (Samadi et al., 2009) با استفاده از فیلتر کالمن، حباب قیمتی در بورس اوراق بهادار تهران طی دوره ۱۳۸۷-۱۳۷۶ را استخراج کردند. همچنین، منصف و همکاران (Monsef et al., 2014) با به کارگیری روش فیلتر کالمن دریافتند که بازار ارز ایران در دوره

۱۳۸۰ تا ۱۳۹۱ حبابی بوده است.

اما فیلترکالمن ساده برآورد بهینه برای الگوهای سیستمی خطی است، در حالی‌که سیستم‌های پیچیده‌تر و واقعی‌تر غیرخطی هستند. در این راستا، کوستا و مور (Costa & Moore, 1989) نسخه غیرخطی فیلتر کالمن تحت عنوان فیلتر کالمن توسعه‌یافته (EKF)[1] را مطرح کردند. EKF، گسترده‌ترین الگوریتم برآوردی استفاده شده برای سیستم‌های غیرخطی است که در آن، با اقتباس از حساب دیفرانسیل و انتگرال و به طور خاص، بسط سری تیلور چندمتغیره، یک تابع غیرخطی را به صورت خطی در می‌آورد. اما این روش نیز با دشواری در تنظیم و اجرا، برآورد با دقت پایین و همچنین قابل اتکا بودن برای سیستم‌های تقریباً خطی روبرو بوده است. برای غلبه بر این محدودیت‌ها، جولیر و اوهلمن (Julier & Uhlmann, 2004) به منظور گسترش اطلاعات مربوط به میانگین و کوواریانس از طریق تبدیل‌های غیرخطی و تقریب مناسب‌تر آنها، الگوریتم فیلتر کالمن نقطه سیگما (SPKF) را ارائه نمودند. SPKF راهی جایگزین و کارا برای برآورد بردارهای حالت بدون نیاز به خطی‌سازی الگو پیشنهاد می‌کند. با توجه به این که EKF، توزیع حالت را از طریق خطی‌سازی مرتبه اول سیستم غیرخطی برآورد می‌نماید، میانگین و کوواریانس قبلی ممکن است اعتبار خود را از دست بدهد. در حالی که SPKF از رویکرد نمونه‌گیری جبری استفاده می‌کند. بنابراین، این مسئله به طور طبیعی از بین می‌رود. به طور خلاصه، SPKF تابعی غیرخطی از یک متغیر تصادفی را از طریق یک رگرسیون خطی بین n نقطه ترسیم شده از توزیع پیشین متغیر تصادفی برآورد می‌کند و جایگزینی برای EKF است.

کریستوفرسن و همکاران (Christoffersen et al., 2014) به مقایسه فیلتر کالمن توسعه‌یافته و فیلتر کالمن نقطه سیگما در فرآیندهای غیرخطی پرداختند و نشان دادند که فیلتر کالمن نقطه سیگما در جداسازی بردارهای حالت عملکرد بهتری دارد. تاکنون، مطالعات بسیار اندکی از روش فیلتر کالمن غیرخطی جهت برآورد حباب‌های قیمتی استفاده نموده‌اند. از جمله هاتیپ‌اوغلو و اویار (Hatipoglu & Uyar, 2012) مؤلفه حبابی قیمت سهام در ترکیه و امریکا را با استفاده از الگوی فضای حالت غیرخطی و روش فیلتر کالمن نقطه سیگما برآورد کردند.

1- Extended Kalman Filter (EKF)

دریفیل و سولا (Driffill & Sola, 1998) بیان داشتند که الگوی حباب ذاتی با یک فرآیند بنیادی غیرخطی نقش انکارناپذیری در توضیح انحرافات قیمت دارایی در مقایسه با یک فرآیند بنیادی خطی دارد. در این راستا، مقاله حاضر نیز در چارچوب الگوهای حباب درون‌زا، حباب‌ها را وابسته به بنیادها در نظر گرفته و فرض می‌کند که حباب‌ها به طور غیرخطی رشد می‌یابند. به عبارت دیگر، حباب‌ها تصادفی هستند و نرخ‌های رشد آنها ثابت نیست. برخلاف ساختار الگوهای حباب برون‌زا که امکان ایجاد حباب‌های منفی را در نظر نمی‌گیرند، در غالب الگوهای درون‌زا، حباب‌ها می‌توانند منفی نیز شوند.

روش‌شناسی تحقیق و داده‌ها

روش‌شناسی تحقیق

در این مقاله، برای استنتاج الگوی فضای حالت مورد نظر، الگوی ارزش فعلی زیر با نرخ‌های تنزیل متغیر، به عنوان نقطه آغاز در نظر گرفته می‌شود:

$$e^{-r_t} = \frac{E_t[P_{t+1} + D_t]}{P_t} \qquad (۱)$$

به طوری‌که در آن، r_t نرخ تنزیل، P_t قیمت واقعی دارایی و E_t نیز عملگر انتظارات در دوره t است. به علاوه، D_t بازدهی واقعی دارایی فرض می‌شود، اما بسته به نوع دارایی می‌تواند ساختاری پولی یا غیرپولی بگیرد (Blanchard & Watson, 1982). با ساده‌سازی و حل تصریح فوق، قیمت جاری دارایی به دو مؤلفه حبابی و بنیادی تقسیم می‌شود.

$$P_t = \lim_{s\to\infty} \exp(-\sum_{j=0}^{s} r_{t+j}) E_t P_S + E_t \sum_{s=0}^{\infty} \exp(-\sum_{j=0}^{s} r_{t+j}) D_{t+s} \qquad (۲)$$

با اعمال شرط پایانی، یعنی: $\lim_{s\to\infty} \exp(-\sum_{j=0}^{s} r_{t+j}) E_t P_S = 0$، قیمت دارایی تنها توسط جریان ارزش فعلی عایدی‌های انتظاری آینده تعین می‌شود.

$$P_t^* = E_t \sum_{s=0}^{\infty} \exp(-\sum_{j=0}^{s} r_{t+j}) D_{t+s} \qquad (۳)$$

که به راه حل بنیادی اشاره دارد. اما اگر این شرط اعمال نشود، جواب‌های زیادی برای P_t به دست خواهد آمد که P_t^* یکی از آنهاست. اگر هر P_t دیگری بخواهد پاسخی برای معادله (۱)

باشد، باید رابطه زیر را تأمین نماید:

$$P_t = P_t^* + B_t \qquad (۴)$$

به طوری‌که:

$$E_t(B_{t+1}) = e^{t(r-g)}B_t \qquad (۵)$$

که در آن، B_t به عنوان انحراف P_t و P_t^*، در ادبیات مالی، معروف به حباب قیمتی است و در واقع، قسمتی از قیمت دارایی است که توسط الگوی بنیادی توضیح داده نمی‌شود. همچنین، g نرخ رشد بازدهی‌های دارایی است. به عبارت دیگر، حباب قیمتی می‌تواند تابعی از عوامل بنیادین نیز باشد. همچنین، معادله ۵ نشان می‌دهد که ارتباط حباب انتظاری دوره آتی با مقادیر حباب جاری از فرآیندی غیرخطی تبعیت می‌کند.

از آنجایی که قیمت‌ها و بنیادها گرایش به داشتن ریشه‌های واحد دارند و این امر، معادله (۴) را برای محاسبه انحرافات قیمت‌ها از ارزش‌های بنیادین دارایی نامناسب می‌کند، می‌توان با مانا کردن آنها، الگو را به فرم تفاضلی زیر نوشت:

$$\Delta P_t = \Delta P_t^* + \Delta B_t \qquad (۶)$$

نظر به این که مؤلفه حبابی ΔB_t قابل مشاهده نیست، به عنوان بردار حالت در نظر گرفته شده و در قالب یک الگوی فضای حالت برآورد می‌شود. از طرفی، با توجه به این که قیمت‌ها و بنیادها قابل مشاهده هستند، به عنوان بردارهای معیار و فرآیند سیگنال تلقی می‌شوند. الگوی فضای حالت نتیجه شده به صورت زیر است:

$$\Delta P_t = \Delta D_t + F_t \Delta Y_t + \Delta B_t \qquad (۷)$$

$$\Delta Y_t = A_t + (C_t - I)Y_{t-1} + \nu_t \qquad (۸)$$

$$\Delta B_t = (\rho_t - 1)B_{t-1} + \eta_t \qquad (۹)$$

به طوری که، F_t، A_t و C_t ضرایب متغیر در طی زمان هستند که از فرآیند گام تصادفی تبعیت می‌کنند. همچنین، ρ_t بیان‌کننده نرخ رشد حباب است که به عنوان تابعی از اختلاف بین نرخ تنزیل و نرخ رشد بازدهی دارایی تعریف می‌شود. η_t و ν_t نیز مستقل و بدون همبستگی سریالی فرض می‌شوند که دارای میانگین صفر و واریانس σ_η^2 و σ_ν^2 هستند.

به علاوه، فرض می‌شود که بنیادها از فرآیند ARIMA(h,1,0) تبعیت می‌کنند، به طوری که:

$$Y_t = (D_t, D_{t-1}, D_{t-2}, ..., D_{t-h+1})' \quad (۱۰)$$

یک بردار h×1 است. همچنین،

$$C_t = \begin{bmatrix} \varphi_t^1 & \varphi_t^2 & \varphi_t^3 & \dots & \varphi_t^{h-1} & \varphi_t^h \\ 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (۱۱)$$

یک ماتریس h×h است. F_t نیز به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$F_t = mC_t(I - C_t)^{-1}[I - (1-\rho_t)(I - \rho_t C_t)^{-1}] \quad (۱۲)$$

که در آن m=(1,0,0,…,0) و I بردار یکه است.

پس از تصریح الگوی فضای حالت، این الگو با استفاده از روش حداکثر درستنمایی برآورد و سپس، با استفاده از الگوریتم فیلتر کالمن نقطه سیگما (SPKF) و به کمک نرم‌افزار متلب[1]، مؤلفه حباب قیمتی استخراج می‌شود.

داده‌ها

در این مقاله، با تشکیل یک الگوی فضای حالت غیرخطی و استفاده از فیلتر کالمن نقطه سیگما، حباب نرخ ارز ایران در دوره زمانی ۱۳۹۴:۰۶ – ۱۳۸۱:۰۱ برآورد می‌شود. برای این امر از داده‌های نرخ ارز بازار آزاد استفاده شده است. همچنین، با الهام از مقالاتی نظیر Wu (1995)، Najand & Bond (2000)، Nason & Rogers (2008) و Wang & Wang (2011) و با توجه به الگوی پولی میسی (Meese, 1986)، شاخص قیمت مصرف‌کننده (نماینده بازار کالای اقتصاد) و نرخ بهره (نماینده بخش پولی اقتصاد)، به عنوان بنیادهای بازار ارز مدنظر قرار گرفته‌اند. نظر به این‌که مبنای اصلی تصمیم‌گیری‌ها جهت سرمایه‌گذاری یا استقراض و به عبارتی هزینه فرصت نگهداری پول، نرخ بهره واقعی شده باید باشد، این متغیر مورد استفاده قرار گرفته است. در این راستا، نرخ بهره واقعی از تفاضل نرخ تورم از نرخ سپرده سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت به دست آمده است. داده‌های استفاده شده برای متغیرهای پژوهش از سایت بانک مرکزی استخراج شده است.

1- Matlab

نتایج تجربی

در این بخش، با بهره‌گیری از سیستم الگوی فضای حالت متشکل از روابط (۷)، (۸) و (۹) و برآورد آن با استفاده از روش حداکثر درستنمایی، الگوریتم SPKF جهت جداسازی مؤلفه حبابی از مؤلفه بنیادی در بازار ارز و محاسبه متغیر مشاهده نشده حباب نرخ ارز به کار برده شده است. برای این امر از کدهای ارائه شده توسط هاتیپ‌اوغلو و اویار (Hatipoglu & Uyar, 2012) برای نرم افزار متلب استفاده شده است.

پیش از برآورد الگو، آمار توصیفی داده‌ها شامل میانگین، انحراف معیار، مقدار بیشینه و کمینه، چولگی، کشیدگی و نیز آماره آزمون جارک- برا[1] مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل در جدول ۱ گزارش شده است. براساس اطلاعات حاصل، بیشترین میزان نرخ ارز مربوط به ماه بهمن سال ۱۳۹۱ با میزان ۳۶,۹۹۴ ریال و کمترین آن مربوط به ماه فروردین سال ۱۳۸۱ با میزان ۷,۹۸۹ ریال بوده است. همچنین، میانگین نرخ ارز در بازه زمانی فروردین ۱۳۸۱ تا شهریور ۱۳۹۴، ۱۴,۷۳۰ ریال بوده است. به علاوه، مقادیر چولگی، کشیدگی و همچنین آماره جارک- برا نشان می‌دهد که هیچ یک از متغیرها دارای توزیع نرمال نیستند. در این چارچوب، غیر نرمال بودن توزیع نرخ ارز می‌تواند نشان‌گر وجود حباب در این متغیر نیز باشد (Taylor & Peel, 1998 و Lux & Sornette, 1999).

جدول (۱): توصیف آماری متغیرهای پژوهش

متغیر	میانگین	انحراف معیار	بیشینه	کمینه	چولگی	کشیدگی	آماره جارک- برا
نرخ ارز	۱۴۷۳۰	۹۴۸۷/۸	۳۶۹۹۴	۷۹۸۹	۱/۲۹۶۷	۲/۸۹۴۸	۴۴/۶۳۲ (۰/۰۰۰۰)
شاخص قیمت	۸۴/۴۱۸	۵۷/۴۸۵	۲۲۵/۵۰	۲۵/۳۰۰	۱/۰۵۴۸	۲/۸۶۴۳	۲۹/۶۰۹ (۰/۰۰۰۰)
نرخ بهره واقعی	-۰/۰۰۷۸	۰/۰۱۰۱	۰/۰۱۳۵	-۰/۰۴۷۵	۰/۹۵۷۵	۵/۰۱۸۴	۲۸۵,۵۱ (۰/۰۰۰۰)

منبع: یافته‌های پژوهش

در مرحله بعد، جهت بررسی مانایی متغیرها از آزمون ریشه واحد فیلیپس- پرون[2] استفاده شده

1- Jarque-Bera
2- Phillips-Perron

است. نتایج حاصل، در جدول ۲ ارائه شده است. همان‌طور که از این جدول استنباط می‌شود، متغیرهای پژوهش همگی در سطح نامانا و در تفاضل مرتبه اول مانا هستند. براساس روش‌های کشف حباب مبتنی بر آزمون‌های ریشه واحد متعارف، وجود ریشه واحد در متغیر نرخ ارز بیانگر وجود حباب در این متغیر است.

جدول (۲): نتایج آزمون ریشه واحد فیلیپس-پرون

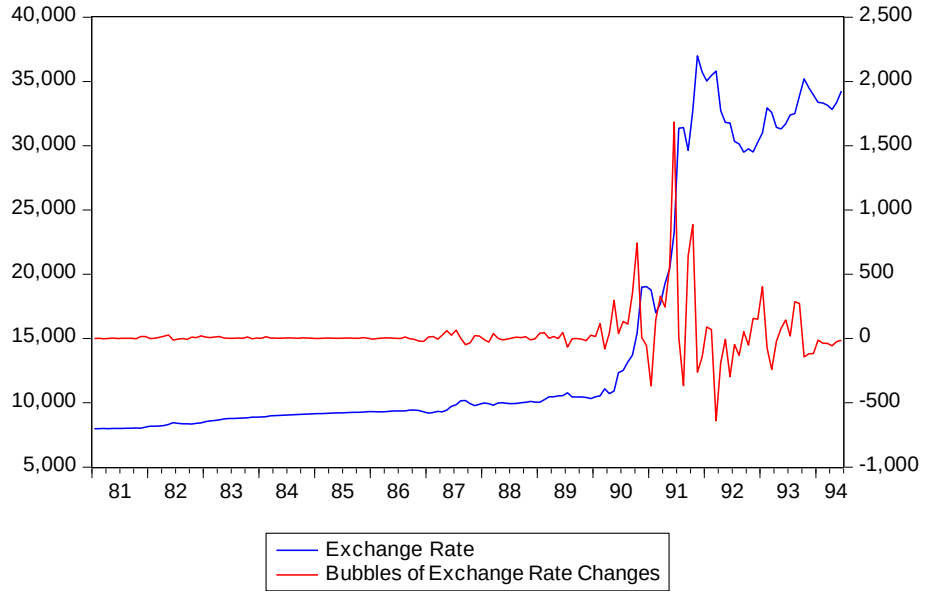
متغیر	سطح		تفاضل مرتبه اول		نتیجه
	مقدار آماره	احتمال وجود ریشه واحد	مقدار آماره	احتمال وجود ریشه واحد	
نرخ ارز	۰/۰۷۷۲	۰/۹۶۳۱	-۹/۶۵۷۰	۰/۰۰۰۰	I(1)
شاخص قیمت	۰/۷۹۸۹	۰/۹۹۹۸	-۶/۹۴۱۵	۰/۰۰۰۰	I(1)
نرخ بهره واقعی	-۱/۶۰۲۵	۰/۴۷۸۹	-۱۲/۵۰۱	۰/۰۰۰۰	I(1)

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به این که متغیرها در تفاضل مرتبه اول مانا هستند، در پژوهش حاضر، به منظور تصریح الگوی فضای حالت، از فرم تفاضلی متغیرها استفاده شده است. سپس، جهت تعیین وقفه‌های متغیرهای بنیادی، به تبعیت از هاتیپ‌اوغلو و اویار (Hatipoglu & Uyar, 2012)، دو وقفه به عنوان وقفه بهینه برای متغیرهای بنیادی در نظر گرفته شده و برای سادگی نیز فرض شده است که فرآیند میانگین متحرک‌ها دارای وقفه صفر است. بنابراین، در تصریح الگوی فضای حالت، فرض می‌شود که متغیرها از یک فرآیند ARIMA(2,1,0) پیروی می‌کنند.

حال پس از تصریح الگوی فضای حالت غیرخطی برای بازار ارز ایران، این الگو با استفاده از روش حداکثر درستنمایی برآورد و سپس با استفاده از فیلتر کالمن نقطه سیگما بهترین برآورد از متغیر مشاهده نشده حباب قیمتی استخراج شده است. نمودار ۱، نرخ ارز بازار آزاد ایران را همراه با حباب برآورد شده تغییر نرخ ارز برای دوره زمانی ۱۳۸۱:۰۱ تا ۱۳۹۴:۰۶ نشان می‌دهد. محور عمودی سمت چپ مربوط به نرخ ارز بازار آزاد ایران و محور عمودی سمت راست مربوط به حباب‌های تغییر نرخ ارز است و نشان می‌دهد که چگونه قیمت‌ها از تغییر در بنیادها انحراف پیدا کرده‌اند. مطابق نتایج به دست آمده، بازار ارز ایران در دوره مورد مطالعه حباب قیمتی را تجربه کرده است. بر این اساس، بیشترین سهم حباب‌ها در تغییرات نرخ ارز در تاریخ ۱۳۹۱:۰۷ بوده است، به طوری که در حدود ۶۱٪ از افزایش نرخ ارز در این ماه نسبت به ماه قبل را می‌توان به

حباب قیمتی نسبت داد. با توجه به این نمودار مشاهده می‌شود که نرخ ارز غیررسمی ایران در دهه ۸۰ روند صعودی بسیار ملایم و نوسانات ناچیزی را داشته است و به طبع، تغییرات حبابی نیز ناچیز بوده است. اما در دهه ۹۰ همزمان با تشدید تحریم‌های اقتصادی، کاهش درآمدهای ارزی و افزایش نرخ تورم، نرخ ارز با رشد چشمگیری مواجه شد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که بخش قابل توجهی از تغییرات نرخ ارز در این دوره نه فقط به خاطر تغییر متغیرهای بنیادی، بلکه به دلیل شکل‌گیری حباب قیمتی نیز بوده است. با توجه به ارتباط بین حباب‌های مالی با وقوع بحران‌ها، چنین امری می‌تواند از عوامل تشدید نابسامانی در اقتصاد ایران طی سال‌های اخیر بوده باشد. همچنین، نتایج نشان می‌دهد که در سال ۱۳۹۴، میزان حباب در نرخ ارز بسیار ناچیز و ارزش بازاری نرخ ارز نزدیک به ارزش بنیادی آن بوده است.



نمودار (۱): نرخ ارز و حباب‌های قیمتی

منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که از نمودار ۱ قابل استنباط است، روش فیلترکالمن، برخلاف سایر روش‌های کشف حباب، با اندازه‌گیری میزان حباب‌ها توانایی تشخیص حباب‌های منفی را نیز دارد. در این چارچوب، فیلتر کالمن نقطه سیگما در قالب یک فرآیند غیرخطی، برآوردی کاراتر از حباب‌ها به

دست می‌دهد. حباب منفی نرخ ارز به این مفهوم است که نرخ ارز کمتر از ارزش بنیادی آن ارزش‌گذاری شده است، که این امر به خودی خود می‌تواند منجر به کاهش صادرات، افزایش واردات و بدتر شدن تراز تجاری شود. از طرفی، حباب مثبت نرخ ارز به مفهوم بیشتر شدن نرخ ارز از ارزش بنیادی است که نادیده گرفتن آن نیز می‌تواند زمینه‌ساز برون بحران‌های مالی شود.

خلاصه و نتیجه‌گیری

کشف صحیح حباب‌های قیمتی به دلیل نااطمینانی در شناخت دقیق عوامل بنیادی و تصادفی بودن آنها پیچیده است. به ویژه، اگر حباب‌ها ذاتی بوده و به بنیادها وابسته باشند، تصریح صحیح معادله حباب دشوارتر می‌شود. بسیاری از مطالعاتی که تاکنون به آزمون حباب‌های قیمتی پرداخته‌اند، به دلایل مختلفی از جمله قدرت پایین در تشخیص حباب‌ها، ناتوانی در تشخیص زمان شکل‌گیری و ترکیدن حباب‌ها، ناتوانی در اندازه‌گیری مقادیر حباب‌ها، در نظر نگرفتن امکان وجود حباب‌های منفی، عدم توجه به حباب‌های درون‌زا و صادق بودن تنها برای فرآیندهای خطی، به چالش کشیده شده‌اند. با توجه به این انتقادات وارد بر بیشتر روش‌های تشخیص حباب، در مقاله حاضر، از روشی جدید جهت استخراج مؤلفه حبابی قیمت دارایی‌ها استفاده گردید. در این چارچوب، با تشکیل یک الگوی فضای حالت غیرخطی با پارامترهای متغیر طی زمان و استفاده از فیلتر کالمن نقطه سیگما (SPKF) مؤلفه حبابی تغییرات نرخ ارز غیر رسمی ایران طی دوره زمانی ۱۳۹۴:۰۶-۱۳۸۱:۰۳ برآورد شد. روش فیلتر کالمن، برخلاف سایر روش‌های کشف حباب، قابلیت اندازه‌گیری مقادیر حباب‌ها و نیز تشخیص حباب‌های منفی را دارد. به علاوه، فیلتر کالمن نقطه سیگما، به عنوان روشی برای آزمون الگوهای حباب درون‌زا، منجر به برآوردی کاراتر از حباب غیرخطی در مقایسه با روش‌های مشابه می‌شود. یافته‌های پژوهش نشان داد که بازار ارز ایران در دوره مورد بررسی حباب قیمتی را تجربه کرده است، به طوری که بخش قابل توجهی از تغییرات نرخ ارز در این دوره نه فقط به خاطر تغییر متغیرهای بنیادی، بلکه به دلیل شکل‌گیری حباب قیمتی نیز بوده است. همچنین، بیشترین سهم حباب‌ها در تغییرات نرخ ارز مربوط به مهر ۱۳۹۱ بوده است، به طوری که حدود ۶۱٪ از افزایش نرخ ارز در این ماه نسبت به ماه قبل را می‌توان به حباب قیمتی نسبت داد. به علاوه، در سال ۱۳۹۴، میزان حباب در نرخ ارز بسیار

ناچیز و ارزش بازاری نرخ ارز نزدیک به ارزش بنیادین آن بوده است.

براساس نتایج مطالعه حاضر، از آن‌جا که حباب‌ها می‌توانند نقش بسیار مهمی را در تحرکات بازارهای دارایی به ویژه بازار ارز ایران ایفا کنند، اهمیت دادن مشارکت‌کنندگان در بازار از قبیل سرمایه‌گذاران (برای انجام سرمایه‌گذاری) و سیاست‌گذاران (برای اتخاذ تصمیمات و سیاست‌های مناسب) به حباب‌های قیمتی به موازات عوامل بنیادین حیاتی به نظر می‌رسد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که جهت کنترل نوسانات شدید در نرخ ارز، سیاست‌گذاران در کنار نحولات مربوط به بنیادهای اقتصاد، به تشخیص و کنترل حباب‌های قیمتی نیز توجه بیشتری نمایند. در این چارچوب، دولت و بانک مرکزی می‌توانند با اجرای سیاست‌های مناسب جهت کنترل نقدینگی و هدایت آن به مسیر درست، زمینه تقویت حباب‌های سفته‌بازی در نرخ ارز و تشدید نابسمانی در اقتصاد را از بین ببرند.

References

[1] Balke, N.S., & Wohar, M.E. (2009). Market fundamentals versus rational bubbles in stock prices: a Bayesian perspective, *Journal of Applied Econometrics*, 24(1), 35-75.

[2] Battalio, R., & Schultz, P. (2006). Options and the Bubble, *Journal of Finance*, 61, 2071-2102.

[3] Bettendorf, T., & Chen, W. (2013). Are There Bubbles in the Sterling-Dollar Exchange Rate? New Evidence from Sequential ADF Test. *Freie universitat Berlin*, Discussion Paper Economics.

[4] Bhar, R., & Chiarella, C. (2007). A Model for the Ex-Ante UK Stock Market Risk Premium. *Journal of Applied Quantitative Methods*, 5(4), 599-606.

[5] Blanchard, O.J., & Watson, M.W. (1982). Bubbles, Rational Expectations and Financial Markets. NBER Working Paper, No. 945.

[6] Bohl, M.T., Kaufmann, P., & Siklos, P.L. (2015). What drove the mid-2000s explosiveness in alternative energy stock prices? Evidence from U.S., European and global indices. *International Review of Financial Analysis*, 40: 194-206.

[7] Campbell, J.Y., & Shiller, R.J. (1988). The dividend-price ratio and expectations of future dividends and discount factors. *Review of Financial Studies*, 1, 195–228.

[8] Central Bank of Iran, http://cbi.ir/.

[9] Chan, K., McQueen, G., & Thorley, S. (1998). Are There Rational Speculative Bubbles in Asian Stock Markets? *Pacific-Basin Finance Journal*, 6, 125-151.

[10] Chang, T., G. Aye, & R. Gupta. (2014). Testing for Multiple Bubbles in the BRICS Stock Markets. *University of Pretoria*, Working Paper.

[11] Charemza, W.W., & Deadman, D.F. (1995). Bubbles with Stochastic Explosive Roots: the Failure of Unit Root Testing. *Journal of Empirical Finance*, 2, 153-163.
[12] Cochrane, J.H. (1992). Explaining the Variance of Price-Dividend Ratios. *Review of Financial Studies*, 5(2), 243-80.
[13] Costa, P.J., & Moore, W.H. (1989). Extended Kalman-Buq filters for spacecraft dynamics estimation using radar measurements. In K. P. Schwan (Ed.), Proceeding of the I989 Spacecraft Surveillance Workshop, M.I.T. Lincoln Laboratory, 1989, 181-190.
[14] Cunado, J., Gil-Alana, L.A., & de Gracia, F.P. (2005). A test for rational bubbles in the NASDAQ stock index: A fractionally integrated approach. *Journal of Banking and Finance*, 29, 2633-2654.
[15] Dezhbakhsh, H., & Demirguc-Kunt, A. (1990). On the Presence of Speculative Bubbles in Stock Prices. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 25, 101-112.
[16] Diba, B.T., & Grossman, H.I. (1988a). Explosive Rational Bubbles in Stock Prices? *American Economic Review*, 78, 520-530.
[17] Diba, B.T., & Grossman, H.I. (1988b). The Theory of Rational Bubbles in Stock Prices. *Economic Journal*, 98(3), 746-754.
[18] Drake, L. (1993). Modelling UK House Prices Using Co-integration: An Application of the Johansen Technique. *Applied Economics*, 25, 1225-1228.
[19] Driffill, J., & Sola, M. (1998). Intrinsic bubbles and regime switching. *Journal of Monetary Economics*, 42(2), 357-373.
[20] Ebrahimi Sarv Olia, M.H., Fallah Shams, M.F., & Azarang, SH. (2012). Investigation of determinants on price bubbles in Tehran stock exchange. *Journal of Investment Knowledge*, 1(4), 47-60.
[21] Engsted, T. (2006). Explosive bubbles in the co integrated VAR model. *Finance Research Letters*, 3, 154-162.
[22] Englund, P. (1999). The Swedish Banking Crisis: Roots and Consequences. *Oxford Review of Economic Policy*, 15, 80-97.
[23] Evans, G.W. (1991). Pitfalls in testing for explosive bubbles in asset prices. *American Economic Review*, 81, 922-930.
[24] Fallah Shams, M.F., & Zare, A. (2013). A study on the factors effective in the formation of price bubbles in Tehran stock exchange. *Journal of Securities Exchange*, 21, 73-91.
[25] Fantazzini, D. (2016). The oil price crash in 2014/15: Was there a (negative) financial bubble? *Energy Policy*, 96, 383-396.
[26] Flood, R.P., & P.M. Garber. (1994). *Speculative Bubbles, Speculative Attacks, and Policy Switching.* MIT Press, Cambridge (Mass).
[27] Froot, K. A. & Obstfeld, M. (1991). Intrinsic Bubbles: The Case of Stock Prices. *American Economic Review*, 81(5), 1189-214.
[28] Garber, P.M. (2000). *Famous First Bubbles: The Fundamentals of Early Manias*. Cambridge, MA: MIT Press.
[29] Hatipoglu, O., & Uyar, O. (2012). Do Bubbles Spill Over? Estimating

Financial Bubbles in Emerging Markets. *Emerging Markets Finance and Trade*, 48(5), 64-75.
[30] Herrera, S. & Perry, G. (2003). Tropical Bubbles: Asset Prices in Latin America, 1980-2001. Asset Price Bubbles: The Implications for Monetary, Regulatory, and Intertnational Plicies, Cambridge, MA: MIT Press, 127-162.
[31] Hu, Y., & Oxley, L. (2017). Are there bubbles in exchange rates? Some new evidence from G10 and emerging market economies. *Economic Modelling*.
[32] Julier, S., & Uhlmann, J. (2004). Unscented Kalman Filtering and Nonlinear Estimation. Proceedings of the IEEE, 92(3), 401-422.
[33] Kamyab, B. (2009). Reaction of monetary policy to housing price bubble. MA thesis, Bu Ali Sina University: Department of Economics.
[34] Kizys, R., & Pierdzioch, Ch. (2011). The Financial Crisis and the Stock Markets of the CEE Countries. *Czech Journal of Economics and Finance*, 61(2), 153-172.
[35] Koustas, Z., & Serletis, A. (2005). Rational Bubbles or Persistent Deviations from Market Fundamentals? *Journal of Banking and Finance*, 29, 1-15.
[36] Lamont, O. (1998). Earnings and Expected returns. *Journal of Finance*, 53, 1563-1587.
[37] Lau, E.L., Tan, G.K.R., & Rahman, S. (2005). Assessing Pre-Crisis Fundamentals in Selected Asian Stock Markets. *The Singapore Economic Review*, 50(2), 175-196.
[38] LeRoy, S.F., & Porter,R.D. (1981). The Present-Value Relation: Tests Based on Implied Variance Bounds", *Econometrica*, 49, 555-577.
[39] Lucas, R.E. (1978). Asset Prices in an Exchange Economy. *Econometrica*, 46, 1429-1445.
[40] Lux, T. & Sornette, D. (1999). On Rational Bubbles and Fat Tails. *Journal of Money, Credit and Banking*, 34(3), 589-610.
[41] Madelat, K. (2002). Study of the Tehran stock price bubble in recent years. *Economic Research Series*, 20, 1-24.
[42] McQueen, G.R., Thorley, S. (1994). Bubbles, Stock Returns, and Duration Dependence. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 29, 379-401.
[43] Meese, R.A. (1986).Testing for Bubbles in Exchange Markets: A Case of Sparkling Rates? *Journal of Political Economy*, 94(2), 345-373.
[44] Monsef, A.A., Ghassemei, M.R., & Rezaeiyan, E. (2014). Rational Bubble in Iran Foreign Exchange Market. *Journal of Economic Development Research*, 4(13), 111-138.
[45] Najand, M., & Bond, CH. (2000). Structural models of exchange rate determination. *Journal of Multinational Financial Management*, 10, 15-27.
[46] Nason, J.M., & Rogers, J.H. (2008). Exchange Rates and Fundamentals: A Generalization. Federal Reserve Bank Working Paper Series of Atlanta. Working Paper 2008-16.
[47] Nasseh, A., & Strauss, J. (2004). Stock Prices and the Dividend Discount Model: Did their Relationship break down in the 1990s? *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 44(2), 191-207.

[48] Nunes, M., & Silva, S.D. (2007). Rational Bubbles in Emerging Stock Markets. *MPRA Paper2007*, 4641, 1-10.
[49] Pavlidis, E.G., Paya, I., & Peel, D.A. (2012). A New Test for Rational speculative Bubbles using Forward Exchange Rates: The Case of the Interwar German Hyperinflation. Department of Economics, Lancaster university Management school, UK.
[50] Phillips, P.C.B., Shi, S., & Yu, J. (2012). Testing for Multiple Bubbles. *Cowles Foundation Discussion Paper*, NO.1843.
[51] Rappoport, P., & White, E.N. (1993). Was There a Bubble in the 1929 Stock Market?" *Journal of Economic History*, 53(3), 549-574.
[52] Rasekhi, S., & Shahrazi, M. (2014). An Examination of Multiple Bubbles: A Case Study of Iranian Housing Market. *Journal of Economic Modeling*, 1(2), 1-14.
[53] Rasekhi, S., Shahrazi, M., & Elmi, Z.M. (2016). Detecting the Price Bubbles Periods: A Case Study of Tehran Stock Exchange Market. *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, 13(3), 25-55.
[54] Salazar, N., Steiner, R., Becerra, A. & Ramírez, J. (2013). Los Efectos Del Precio Del Suelo Sobre el Precio De la Vivienda Para Colombia. *Ensayos Sobre Política Económica*, Forthcoming.
[55] Samadi, S., Vaez Barzani, M., & Ghasemi, M. (2010). Behavior analysis of forming bubble price in asset market in Tehran Stock Exchange from 1376-1387. *Economics Research*, 10(4), 273-297.
[56] Shiller, R.J. (1981). Do stock price move too much to be justified by subsequent changes in dividends? *American Economic Review*, 71, 421-436.
[57] Soltani, A. (2007). Studying stock price bubbles in Tehran Stock Exchange. PhD thesis, School of Management and Accounting, Shahid Beheshti University.
[58] Taylor, M. & Peel, D. (1998). Periodically Collapsing Stock Price Bubbles: A Robust Test. *Economics Letters*, 61, 221-228.
[59] West, K.D. (1987). A Specification Test for Speculative Bubbles. *The Quarterly Journal of Economics*, 3, 553-580.
[60] Wang, ZH. W., & Wang, CH. Y. (2011). A kalman-filtering analysis of exchange rate bubbles. *Journal of South Asia*, 31, 365-388.
[61] Wu, Y. (1995). Are there rational bubbles in foreign exchange markets? Evidence from an alternative test", Journal of International Money and Finance, 14(1), 27-46.
[62] Wu, Y. (1997). Rational Bubbles in the Stock Market: Accounting for the U.S. Stock-Price Volatility. *Economic Inquiry*, 35(2), 309-319.
[63] Xiao, Q., & Randolph, G.k. (2007). Signal Extraction with Kalman Filter: A Study of the Hong Kong Property Price Bubbles. *Urban Studies*, (44), 4865-888.
[64] Zhao, Y., Chang, H. l., Su, Ch. W., & Nian, R. (2015). Gold bubbles: When are they most likely to occur? *Japan and the World Economy*, 34, 17-23.