

# Dependence Structure of Yuan and Euro Before and After Yuan Joined SDR Basket: Copula Time-varying Approach

Nasser Khiabani<sup>1</sup>  
Shadi Bozorg<sup>2</sup>

naser.khiabani@atu.ac.ir

Received: 12/06/2022 | Accepted: 29/11/2022

**Abstract** This paper examines the dependence structure between two currencies (Yuan and Euro) before and after Yuan joins the SDR basket. To this end, we propose SJC copula Time-varying approach for the daily closing price of these currencies for the period 2005-2020. According to the evidence, the behavior of Chinese monetary authorities in response to Euro - Dollar has changed. In the first period, exchange rates are more correlated when they are depreciating against dollar compared to when they are appreciating. This means that the Chinese monetary authorities' priority has been to maintain a competitive advantage in world trade and thus to intervene to depreciate yuan as euro depreciates against dollar. In the second period, with the internationalization of yuan, China's strategy changed and reacted more drastically to the appreciation of Euro against dollar; PBOC intervenes to appreciate Yuan, stabilizing its currency price. In this case, by supporting investors, it encourages them to maintain and even increase the Yuan share in their portfolio.

**Keywords:** Dependence Structure, Copula, Tail Dependence, SDR Basket, Yuan.

**JEL Classification:** F3, G1, F31.

1. Associate Professor, Department of Economics Allameh Tabatabai University, Tehran, Iran, (Corresponding Author).  
2. Ph.D. Student of Economics , Allameh Tabatabai University, Tehran, Iran.

# ساختار وابستگی یوان و یورو پیش و پس از پیوستن یوان به سبد SDR: رویکرد Copula Time-Varying

naser.khiabani@atu.ac.ir |

ناصر خیابانی

دانشیار گروه اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران  
(نویسنده مسئول).

شادی بزرگ

دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران.

مقاله پژوهشی

پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۰۸

دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۲۲

**چکیده:** این پژوهش با استفاده از رویکرد SJC Copula Time-Varying به بررسی ساختار وابستگی بین دو ارز یوان و یورو (نسبت به دلار) در دو دوره پیش و پس از پیوستن یوان به سبد حق برداشت مخصوص (SDR) می‌پردازد. رفتار مقامات پولی چین در واکنش به خبر پیوستن یوان به سبد SDR در ۳۰ نوامبر ۲۰۱۵، با استفاده از داده‌های روزانه دو جفت ارز در بازه ژانویه ۲۰۰۵ تا آوریل ۲۰۲۱ مورد بررسی قرار گرفته است. پیش از پیوستن یوان به سبد SDR، ساختار وابستگی بین یوان و یورو نامتقارن بوده، به طوری که وابستگی دنباله بالا بیش تر از وابستگی دنباله پایین بوده است. به عبارت دیگر، مقامات پولی چین حفظ مزیت رقابتی در تجارت و در نتیجه، مداخله برای تضعیف یوان در مقابل دلار همزمان با تضعیف یورو را در اولویت خود قرار می‌دادند. در دوره دوم، پس از پیوستن یوان به سبد SDR، راهبرد چین تغییر کرد؛ به گونه‌ای که در زمان تقویت یورو، نسبت به دلار حساسیت بیش تری نشان داد. وابستگی دنباله پایین بیش تر نشانگر این امر است. در واقع، بانک مرکزی چین به منظور تقویت یوان و ثبات قیمت نسبی ارز خود به مداخله در بازار و تقویت یوان خواهد پرداخت و سرمایه‌گذاران را به نگهداری و حتی افزایش سهم یوان در پرتفوی خود ترغیب خواهد کرد. بنابراین، پیوستن یوان به سبد SDR، اولویت و رفتار مقامات پولی چین را از تمرکز بر تضعیف و حفظ رقابت‌پذیری به تقویت در مقابل دلار و ثبات قیمت نسبی تغییر داده است.

**کلیدواژه‌ها:** ساختار وابستگی، کاپولا، وابستگی دنباله‌ای، سبد SDR، یوان.

طبقه‌بندی JEL: C58, D53, F31.

## مقدمه

در سه دهه اخیر با مطرح شدن چین به عنوان یک قدرت بزرگ اقتصادی در عرصه بین‌الملل، تحلیل رفتار یوان و همبستگی آن با سایر واحدهای پولی بین‌المللی مانند دلار، یورو و پوند به موضوع جذابی برای پژوهشگران حوزه اقتصاد مالی، اقتصاد بین‌الملل و فعالان بازارهای مالی تبدیل شده است. بررسی و مقایسه روند یوان پیش و پس از پیوستن آن به سبد حق برداشت مخصوص<sup>۱</sup> در ۳۰ نوامبر ۲۰۱۵، حکایت از افزایش سهم و اهمیت نسبی این واحد پولی در تجارت، سرمایه‌گذاری خارجی، سبد دارایی و اوراق قرضه بین‌المللی دارد. افزایش سهم و اهمیت نسبی این واحد پولی، این پرسش را به ذهن متبادر می‌سازد که آیا یوان چین می‌تواند مشابه با یورو - که بعد از معرفی و پیوستن به سبد SDR در سال ۱۹۹۹ تبدیل به دومین ارز پرمبادله در بازار بین‌المللی پس از دلار گردید و با تغییر اهمیت نسبی و ماهیت وابستگی متقابل دلار با سایر ارزهای تجاری اصلی در بازار مالی جهانی موجب تغییر وزن پورتهوها و نسبت پوشش<sup>۲</sup> در بازار ارز شد (Patton, 2001; Boero et al., 2011; Antonakakis, 2012; Tamakoshi Hamori, 2014; Diebold Yilmaz, 2015) - ساختار وابستگی را در بازار ارز تحت تاثیر قرار دهد.

عمدتاً ساختار وابستگی در بازارهای مالی و ارز به دلیل داشتن توزیع‌هایی با دنباله‌های فربه (دارای کشیدگی‌های زیاد) که غالباً ناشی از جهش‌های آنی و بزرگ در بازدهی این بازارهاست، باعث می‌گردد که توزیع‌ها از نرمالیتی منحرف گردند. واقعیت این بازارها نشانگر این نکته است که همبستگی بازدهی‌ها در بازار دارایی یا در بازار ارز در زمان جهش‌های بزرگ در این بازارها بزرگ‌تر از زمان‌های دیگر است. حتی میزان همبستگی در زمان فرود بازارها (حاکمیت بازار خرسی<sup>۳</sup>) از زمان فراز بازارها (حاکمیت بازار گاوی<sup>۴</sup>) متفاوت است که بیانگر نامتقارنی ساختار همبستگی و به عبارت دیگر، تفاوت در میزان ساختار وابستگی دنباله‌ای در این بازارهاست. برای توجیه وقوع این پدیده در ادبیات مالی دلایل متعددی را می‌توان برشمرد. اما در بازار ارز و مشخصاً در رابطه با همبستگی

۱. Special Drawing Rights. به عنوان واحد حساب صندوق بین‌المللی پول و برخی دیگر از سازمان‌های بین‌المللی، قابل‌مبادله با ارزهای قابل‌استفاده اعضای IMF است. ارزهای این سبد در طول زمان دستخوش تغییراتی مثل اضافه شدن یورو در سال ۱۹۹۹ و حذف مارک آلمان، فرانک فرانسه و سایر تغییرات قرار گرفت و سرانجام تعداد ارزهای آن از ۱۶ به ۴ ارز یورو، دلار، پوند، و ین تقلیل پیدا کرد.

2. Hedge Ratio
3. Bear Market
4. Bull Market

ساختاری بین یوان - دلار و یورو - دلار، توجه به دو موضوع کلیدی یعنی حفظ رقابت‌پذیری<sup>۱</sup> و حفظ ثبات قیمت<sup>۲</sup> می‌تواند توضیح‌دهنده وجود همبستگی دنباله‌ای نامتقارن بین این دو نرخ ارز باشد، به‌گونه‌ای که تغییر اولویت بانک‌های مرکزی به دو موضوع حفظ رقابت‌پذیری و حفظ ثبات قیمت را می‌توان یکی از عوامل نامتقارنی در وابستگی ارزها عنوان کرد. بدین مفهوم که اولویت در حفظ رقابت‌پذیری می‌تواند بانک مرکزی چین را متقاعد به تضعیف یوان در مقابل دلار به منظور حفظ سهم بازار صادراتی خود در رقابت با تضعیف یورو در مقابل دلار کرده باشد. بنابراین، افزایش نرخ‌های ارز یوان - دلار و یورو - دلار (تضعیف ارزش یوان و یورو در مقابل دلار) باعث همبستگی دنباله‌ای (مثبت و بالا) بین این دو ارز می‌گردد. این در حالی است که دنبال کردن سیاست حفظ ثبات قیمت و تراز کردن دوباره سبد دارایی، بانک مرکزی چین را ناچار به دخالت در بازار ارز به منظور تقویت یوان در مقابل دلار می‌کند که این امر باعث حفظ قدرت یوان در سبد دارایی در رقابت با یورو می‌گردد. تقویت یوان - دلار و یورو - دلار باعث کاهش همزمان هر دو نرخ ارز در مقابل دلار و نهایتاً وابستگی دنباله‌ای (منفی و پایین) بین آن‌ها می‌شود.

از این‌رو، یکی از پرسش‌های کلیدی که پژوهش حاضر دنبال می‌نماید این است که آیا ساختار وابستگی معناداری را می‌توان بین یوان - دلار و یورو - دلار در پیش و پس از پیوستن واحد پول چین به سبد SDR پیدا کرد؟ دوم این‌که آیا ساختار وابستگی در قبل و بعد از پیوستن یوان به سبد SDR کرده است؟ یا به عبارت دیگر، وزنه سیاست‌گذاری و دخالت بانک مرکزی در بازار ارز در قبل و بعد از پیوستن به سبد SDR به سوی کدام سیاست - حفظ رقابت‌پذیری یا حفظ ثبات و ارزش یوان در مقابل دلار - بوده است؟

در ادبیات و مطالعات مرتبط با موضوع حاضر، علی‌رغم انجام مطالعات گسترده بر ساختار وابستگی ارزها پیش و پس از معرفی یورو، تعداد مطالعات معطوف‌شده به چگونگی تعاملات یوان با سایر ارزها پیش و پس از افزودن یوان به سبد SDR بسیار اندک است. برخی پژوهش‌ها برای دوران قبل از میخکوب شدن یوان به دلار در ژوئیه ۲۰۰۵ هستند (Ho *et al.*, 2005)، و برخی نیز ساختار وابستگی بین ارزهای آسیا و یوان را مورد توجه قرار دادند و نقش یوان در آسیا را به مارک آلمان در اروپا در دهه ۱۹۹۰ تشبیه کردند (Ito, 2010; Shu, 2010; Pontines & Siregar, 2012; Chen *et al.*, 2013; Shu *et al.*, 2015). وانگ و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۹)، اثر سیاست‌های داخلی و بین‌المللی و همچنین اثر سرریز

1. Competitiveness
2. Price Stability
3. Wang *et al.*

آن در طول سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۷ را بر هم‌حرکتی یوان و سبد SDR با روش GARCH مطالعه کردند. وانگ و شی<sup>۱</sup> (۲۰۱۳)، ارتباط متقابل بین یوان و چهار ارز مهم دیگر را بررسی کردند. در طول دو بحران ۲۰۰۸ و اروپا، همبستگی یوان و یورو منفی و در همه زمان‌های غیربحرانی همبستگی مثبت و ماندگار بوده است. همچنین وانگ و فانگ<sup>۲</sup> (۲۰۱۸) با روش رگرسیون چندکی، پناهگاه امن بودن یوان را در مقابل بسیاری از ارزها از زمان پیوستن به سبد SDR ثابت کردند. جایگاه آن در بین چهار ارز دیگر سبد SDR از نظر امنیت، بالاتر از پوند و یورو، و پایین‌تر از ین و دلار به دست آمده است. در میان پژوهش‌های انجام‌شده در ایران، در خصوص بررسی ساختار وابستگی بازار ارزها و سرایت، موردی به چشم نمی‌خورد. همچنین، مطالعات بین‌المللی نیز از بررسی ساختار وابستگی و سرایت بین ارزها با تمرکز بر نرخ ارز کشور چین (یوان) بعد از خبر مهم پذیرفته شدن آن در سبد SDR مغفول مانده است.

همان‌طور که اشاره شد، علاوه بر وجود شواهدی مانند فربه بودن دنباله توزیع‌ها در بازار ارز، پدیده‌هایی مانند سرایت یا تغییر اولویت‌دهی بانک‌های مرکزی به رقابت‌پذیری یا حفظ ثبات قیمتی سبب وابستگی دنباله‌ای قوی‌تر و بزرگ‌تر در توزیع مشترک نسبت به وابستگی متعارف در توزیع نرمال چندگانه خواهد شد. از این‌رو در ادبیات تجربی، به‌طور متعارف از توابع کاپولا به دلیل مزایایی از قبیل عدم نیاز به فرض نرمالیتی مانند همبستگی متعارف، استقلال از هم‌خانودگی توزیع‌های حاشیه‌ای، انعطاف‌پذیری در مدلسازی و تخمین توزیع‌های حاشیه‌ای با استفاده از توابع پارامتریک توزیع چندمتغیره، یکتایی برای تبدیلات یکنواخت، قابلیت کشف اطلاعات نه‌تنها درباره میزان وابستگی، بلکه ساختار وابستگی و وابستگی دنباله‌ای استفاده می‌شود. شایان اشاره است که بسته به شرایط بازارهای مالی، برای مثال سقوط یا افزایش همزمان قیمت‌ها، یکی از کاپولاها می‌تواند توضیح‌دهنده مناسب برای سنجش وابستگی دنباله‌ای در بازار باشد.

واقعیت‌های اشاره‌شده در حرکت نرخ ارزها - وابستگی دنباله‌ای نامتقارن چه در دنباله پایین و چه در دنباله بالا - دلالت بر هم‌حرکتی متفاوت ارزها بسته به سیاست‌های بانک مرکزی هر کشور دارد. در مورد موضوع پژوهش حاضر، همان‌طور که اشاره شد، به نظر می‌رسد بانک مرکزی چین در واکنش به تضعیف یورو در مقابل دلار، به منظور نگاه داشتن و افزایش سهم صادراتی خود به ایالات متحده آمریکا در مقایسه با صادرات سایر رقبای خود، اقدام به تضعیف ارزش یوان در مقابل دلار

1. Wang & Xie  
2. Wong & Fong

کرده، که این امر باعث ایجاد همبستگی دنباله‌ای قدرتمند مثبت بین یوان و یورو شده است (به‌طور متعارف کاپولا با توزیع گامبل). در مقابل، به نظر می‌رسد بانک مرکزی چین پس از ورود یوان به سبد SDR ثبات ارزش یوان در مقابل دلار را در اولویت سیاستی خود قرار داده است که این امر باعث ایجاد همبستگی دنباله‌ای قوی و منفی بین این دو نرخ ارز شده است (به‌طور متعارف کاپولا با توزیع کلایتون). از نظر تکنیکی، برای در نظر گرفتن این عدم تقارن در همبستگی دنباله‌ای، پتن (۲۰۰۶) تابع کاپولای SJC<sup>۱</sup> یا همان مدل جو - کلایتون متقارن را گسترش داده که در آن نه‌تنها وابستگی دنباله پایین، بلکه وابستگی دنباله بالا نیز در نظر گرفته شده است. اگرچه تابع کاپولای SJC قابلیت الگوسازی عدم تقارن احتمالی را در وابستگی دنباله‌ای نرخ ارزها دارد، اما به دلیل غیرشرطی بودن نمی‌تواند پویایی رفتار وابستگی دنباله‌ای بین ارزها را الگو کند. همان‌طور که اشاره شد، همبستگی دنباله‌ای ارزها با توجه به اهداف و نوع دخالت بانک‌های مرکزی می‌تواند در طول زمان تغییر کند که به نوبه خود قادر به تغییر ساختار وابستگی دنباله‌ای و عدم تقارن است. در این پژوهش، به منظور مدل کردن پویایی رفتار یوان - دلار و یورو - دلار از کاپولای SJC شرطی با کندال‌های بالا و پایین متغیر در زمان استفاده می‌شود که امکان مدل کردن نامتقارنی همبستگی‌های دنباله‌ای متغیر در زمان را برای یوان - دلار و یورو - دلار میسر می‌سازد.

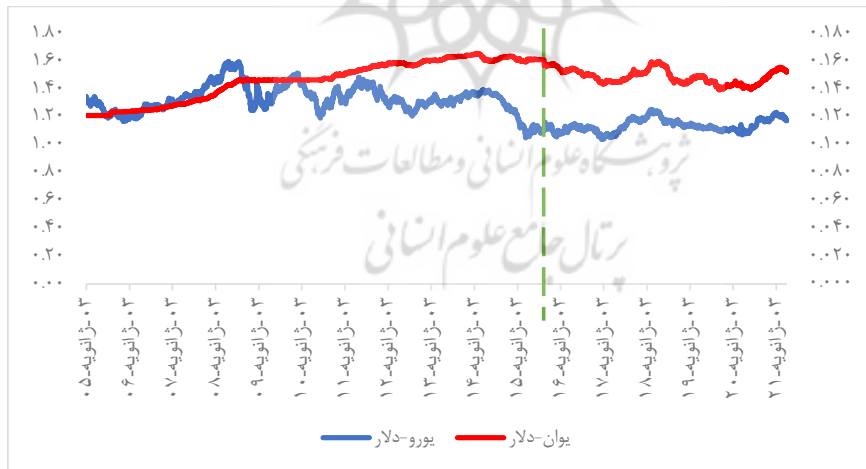
یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که نامتقارنی دنباله‌ای در قبل از پیوستن یوان به سبد SDR مشهود و از نظر آماری معنادار است. در این دوره، دنباله وابستگی بالا که نشان‌دهنده حفظ رقابت‌پذیری یوان - دلار در مقابل یورو - دلار است، به‌طور معناداری بالاتر از وابستگی پایین است که نشانگر حفظ ارزش یوان در برابر دلار است. از سوی دیگر، پس از پیوستن یوان به سبد SDR، با نزدیک شدن دنباله وابستگی پایین و بالا، عدم تقارن در سیاست بانک مرکزی چین در رابطه با حفظ رقابت و حفظ ارزش یوان، نه‌تنها به‌طور چشمگیری کاهش پیدا کرده، بلکه نتایج حاصل از الگوی کاپولای SJC شرطی با کندال متغیر در زمان نشان می‌دهد که وزن سیاست دخالت بانک مرکزی چین - اگرچه ناچیز و اندک - به سوی حفظ ارزش قدرت یوان در مقابل دلار در مقام رقابت با حفظ ارزش یورو در مقابل دلار بوده است.

## توصیف داده‌ها

داده‌های نرخ ارز اتحادیه اروپا (EUR) و یوان (CNY) نسبت به دلار (USD) به صورت روزانه از

ژانویه ۲۰۰۵ تا آوریل ۲۰۲۱ (که دربرگیرنده هر دو دوره پیش و پس از افزودن یوان به سبد SDR هست) از پایگاه داده‌های Investingview<sup>۱</sup> به‌دست آمده است. **شکل (۱)**، روند حرکتی جفت ارزها را در طول زمان نشان می‌دهد. در **شکل (۱)**، دو نکته تغییر روند افزایشی یوان - دلار (تضعیف یوان نسبت به دلار) به روند کاهشی (تقویت یوان نسبت به دلار)، و همچنین افزایش همبستگی دو جفت ارز را پس از انتشار خبر پیوستن یوان به سبد SDR در ۳۰ نوامبر ۲۰۱۵ (خط‌چین) به‌وضوح به نمایش گذاشته است. به دلیل سهولت تحلیل سری زمانی بازدهی نسبت به قیمت، بازده دو جفت ارز یوان و یورو نسبت به دلار به روش متداول درصد تفاوت لگاریتم قیمت‌ها  $R_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) * 100$  در مدلسازی بکار رفته است. خلاصه آماری بازده جفت ارزها در دو دوره پیش و پس از پیوستن یوان به سبد SDR در **جدول (۱)** آورده شده است.

میانگین بازده هر دو نرخ ارز در هر دو دوره، نسبت به انحراف معیار آن‌ها بسیار کوچک‌تر است و به‌خوبی بیانگر تلاطم بالای متغیرهاست. انحراف معیار بیش‌تر نرخ بازده یورو نسبت به یوان در هر دو دوره، نشانگر بازار پرریسک‌تر یورو است و کاهش آن در دوره دوم حاکی از کاهش ریسک بازار یورو پس از پیوستن یوان به سبد SDR است.



شکل ۱: روند روزانه جفت ارزها

1. <https://www.investing.com>

در حالی که بازار یوان - دلار در دوره دوم ریسکی تر شده است، آزمون جارک - برا قویاً توزیع غیرشرطی نرمال را برای هر چهار متغیر رد می‌کند. بنابراین، شاخص‌های آماری از قبیل کشیدگی، چولگی و آماره جارک - برا به وضوح بیانگر ویژگی‌های دُم‌پهن، نامتقارنی و غیرنرمالیتی در توزیع غیرشرطی بازدهی نرخ ارزهاست. همچنین، آماره Q(15) در آزمون لجانگ - باکس، وجود خودهمبستگی در بازدهی نرخ ارزها را برای هر دو دوره یادآور می‌شود. به‌رغم مناسب نبودن ضریب همبستگی پیرسون برای اندازه‌گیری وابستگی خطی متغیرهایی با توزیع دُم‌پهن و روابط غیرخطی، تغییر همبستگی یورو و یوان از (۰/۱۶-) به (۰/۵۹) پس از پیوستن یوان به ارزهای بین‌المللی بیانگر افزایش همبستگی در دوره دوم است.

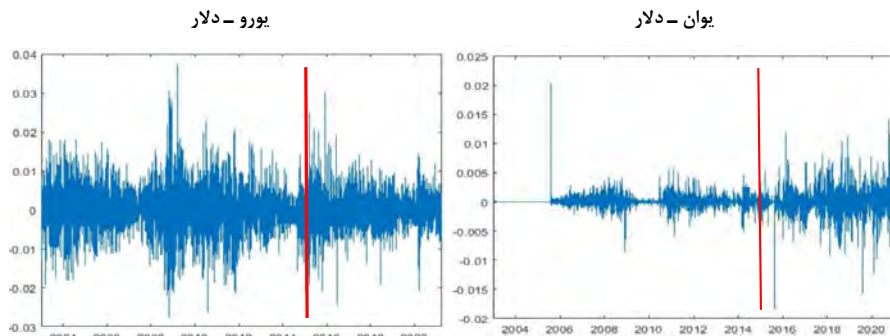
**جدول ۱: ویژگی‌های آماری بازده نرخ‌های ارز بر حسب دلار**

	پیش از پیوستن یوان		پس از پیوستن یوان	
	EUR-USD	CNY-USD	EUR-USD	CNY-USD
میانگین	۲/۸۰E-۶	۷/۵۶E-۵	۷/۵E-۵	-۱/۹E-۵
انحراف معیار	۰/۰۰۶۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴۵	۰/۰۰۲۵
چولگی	۰/۰۴	۰/۳۱	۱۵	-۰/۰۳۷
کشیدگی	۴/۶	۸۵/۷	۵/۷۲	۷/۲
جارک- برا	۳۸۹/۹***	۹۶۱۱۲۶/۳***	۴۵۱/۸***	۱۰۶۱/۴***
Q(15)	۶۲/۰۳***	۴۱/۵***	۲/۴۱***	۱۷/۴***
همبستگی خطی		-۱۶/۰		۰/۵۹
تعداد مشاهده‌ها		۲۲۶۷		۱۳۹۹

توجه: دو دوره پیش و پس از پیوستن یوان به سبد SDR به ترتیب شامل ۲۲۶۷ و ۱۳۹۹ مشاهده هستند. آماره جارک - برا مربوط به فرض نرمالیتی توزیع غیرشرطی در هر نمونه را برای هر چهار متغیر رد می‌کند. Q(15) آزمون لجانگ-باکس برای وجود همبستگی سریالی تا ۱۵ وقفه بازده ارزهاست. \*\*\* معناداری آماره‌ها را در سطوح ۵ درصد نشان می‌دهد.

همچنین، در شکل (۲) بازدهی هر دو جفت ارز نشان داده شده است. در هر شکل، اولین روز پس از اعلام خبر پیوستن یوان به سبد SDR توسط IMF با خط قرمز عمود مشخص شده است. وجود تلاطم خوشه‌ای از خصوصیات معمول دارایی‌های مالی و نشان‌دهنده وجود خودهمبستگی در بازده دارایی‌های مالی است. در شکل (۲)، علاوه بر تاثیرپذیری تغییر قیمت دوره بعد از تغییرات قیمت دوره جاری، نوسانات قابل توجه بازدهی یوان - دلار و کاهش نوسانات بازدهی یورو - دلار پس از ۳۰ نوامبر ۲۰۱۵ کاملاً مشهود است.





شکل ۲: بازدهی روزانه نرخ‌های ارز

### روش‌شناسی پژوهش

در چارچوب اندازه‌گیری ساختار وابستگی بین دو متغیر - مشخصاً در این پژوهش، ساختار وابستگی بین واحدهای پولی یوان و یورو برحسب دلار - با استفاده از رویکرد کاپولا، توزیع مشترک چندگانه بین ارزهای اشاره‌شده در دو مرحله مدلسازی شده است. در مرحله نخست، رفتار توزیع حاشیه‌ای هر یک از ارزها بر اساس مدلسازی رفتار میانگین و واریانس شرطی الگو و سپس در مرحله دوم همبستگی ساختاری تابع کاپولا، بین توزیع حاشیه‌ای ارزها الگوسازی شده است. در واقع، نظریه اسکالر<sup>۱</sup> (۱۹۵۹) بیان می‌دارد که یک تابع توزیع مشترک دو بُعدی  $G(x,y)$  می‌تواند بر اساس تابع کاپولای  $C$  برحسب توابع توزیع حاشیه‌ای پیوسته  $F_X$  و  $F_Y$  نگاشته شود:

$$G(X, Y) = C(F_X(x), F_Y(y)) \quad (1)$$

حال اگر  $R_{K,t}$  نرخ بازده ارزهای منتخب در زمان  $t$  باشد که در آن اندیس  $K$  نماینده هر یک از نرخ ارزها برحسب دلار باشد و همچنین اگر توابع توزیع تجمعی آن‌ها (CDF) به صورت  $F_K(R_{K,t}|\Psi_{t-1})$  نمایش داده شود که در آن  $\Psi_{t-1}$  بیانگر تمامی بازده‌های گذشته  $\{R_{K,t-j}\}$  و  $j=1,2,\dots,t-1$  باشد، آنگاه تابع کاپولای شرطی با استفاده از CDF بازده‌های متغیر در زمان مفروض می‌تواند به صورت رابطه (۲) به نمایش گذاشته شود:

$$C_t(u_t, v_t|\Psi_{t-1}) \quad (2)$$

1. Sklar

که  $u_t = F_X(R_{X,t}|\Psi_{t-1})$  و  $v_t = F_Y(R_{Y,t}|\Psi_{t-1})$  است. با بسط نظریه اسکالر (۱۹۵۹)، CDF شرطی دومتغیره  $R_{K,t}$  را می‌توان به صورت رابطه (۳) نوشت:

$$G(R_{X,t}, R_{Y,t}|\Psi_{t-1}) = C_t(F_{X,t}(R_{X,t}|\Psi_{t-1}), F_{Y,t}(R_{Y,t}|\Psi_{t-1})|\Psi_{t-1}) \quad (۳)$$

همان‌طور که از رابطه (۳) می‌توان مشاهده نمود، تابع کاپولا از انعطاف لازم در گزینش توابع توزیع حاشیه‌ای  $F_K(R_{K,t}|\Psi_{t-1})$  برخوردار است، به‌طوری که می‌توان با انتخاب مناسب توابع توزیع حاشیه‌ای ساختار همبستگی بین آن دو را برآورد کرد. اگرچه انتخاب کاپولای الپتیکال<sup>۱</sup> شامل گاوسین و T-Student به‌ترتیب انتخاب‌های رایج در اقتصاد با ویژگی توزیع متقارن و در بازارهای مالی با ویژگی عدم تقارن و دنباله پهن هستند، اما مشخصاً هر دو کاپولا، به‌ویژه توزیع گاوسین، نمی‌تواند واقعیت‌های بازار مالی را در نظر بگیرند. واقعیت آشکار شده در بازارهای مالی با ویژگی دنباله پهن توزیع در یک فضای چندگانه حکایت از این نکته مهم دارد که احتمال وقوع وابستگی‌های دنباله‌ای (پایین، بالا یا هر دو) نسبت به وابستگی متعارف در توزیع نرمال بیش‌تر خواهد بود.

پدیده‌هایی مانند ریزش‌های شدید همزمان در بازارهای خرسی و جهش‌های رو به بالای همزمان در بازارهای گاوی به زبان تکنیکی از طریق وابستگی دنباله‌ای پایین و بالا بر اساس احتمال مشترک وقوع رخدادهای کوچک‌تر از در هر دو متغیر  $U$  و  $V$  تعریف می‌شوند.

$$\lambda_L(\varepsilon) = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} P[U < \varepsilon | V < \varepsilon] = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{C(\varepsilon, \varepsilon)}{\varepsilon} \quad (۴)$$

$$\lambda_U(\varepsilon) = \lim_{\varepsilon \rightarrow 1} P[U > \varepsilon | V > \varepsilon] = \lim_{\varepsilon \rightarrow 1} \frac{1 - 2\varepsilon + C(\varepsilon, \varepsilon)}{1 - \varepsilon} \quad (۵)$$

که در آن همبستگی دنباله پایین بر اساس احتمال حدی  $U$  و  $V$  کوچک‌تر از  $\varepsilon$  و برعکس آن - احتمال حدی  $U$  و  $V$  بزرگ‌تر از  $\varepsilon$  - برای همبستگی دنباله‌ای بالا تعریف می‌شود. در این چارچوب، همان‌طور که اشاره شد، دنباله وابستگی برای توزیع نرمال و T-Student به‌ترتیب  $\lambda_L^{student-t} = \lambda_U^{student-t} = 2t_{v+1} \left( -\frac{\sqrt{v+1}\sqrt{1-\rho}}{\sqrt{1+\rho}} \right) > 0$  و  $\lambda_L^{Gaussian} = \lambda_U^{Gaussian} = 0$  در آن  $t_{v+1}$  همان تابع توزیع شرطی T-Student با درجه آزادی  $v+1$  و  $\rho$  ضریب همبستگی بین  $U$  و  $V$  است. از سوی دیگر، در ادبیات کاپولایی، سه کاپولای ارشمیدسی تحت عنوان کاپولای فرانک، کلایتون و گامبل بر اساس جدول (۲) گسترش یافته است که هر یک از آن‌ها به‌ترتیب بر همبستگی در میانگین، همبستگی دنباله پایین و دنباله بالا تمرکز دارد.

جدول ۲: انواع کاپولای ارزشمندی

انواع	تابع کاپولا	پارامتر همبستگی	نوع همبستگی
فرانک	$-\theta^{-1} \log \left\{ 1 + \frac{(e^{-\theta u_1} - 1)(e^{-\theta u_2} - 1)}{e^{-\theta} - 1} \right\}$	$\theta \in (-\infty, \infty)$	ممتقارن (قوی در وسط توزیع و ضعیف در دم‌ها)
کلایتون	$(u_1^{-\theta} + u_2^{-\theta} - 1)^{-1/\theta}$	$\theta \in [0, \infty)$	نامتقارن (دم پایین قوی و دم بالای ضعیف)
گامبل	$\exp\left(-(\tilde{u}_1^\theta + \tilde{u}_2^\theta)^{1/\theta}\right)$	$\theta \in [1, \infty)$	نامتقارن (دم بالا قوی و دم پایین ضعیف)

شایان اشاره است که بسته به شرایط بازارهای مالی، برای مثال سقوط یا افزایش همزمان قیمت‌ها، یکی از کاپولاها می‌تواند توضیح‌دهنده مناسب برای سنجش وابستگی دنباله‌ای در بازار باشد. واقعیت‌های اشاره شده در حرکت نرخ ارزها - وابستگی دنباله‌ای نامتقارن چه در دنباله پایین و چه در دنباله بالا - دلالت بر هم‌حرکتی متفاوت ارزها بسته به سیاست‌های بانک مرکزی هر کشور دارد. در مورد موضوع پژوهش حاضر به نظر می‌رسد رفتار مقامات پولی چین در واکنش به رفتار یورو - دلار به‌ویژه تا قبل از وارد شدن یوان به سبد SDR در نوامبر ۲۰۱۵ از یک رفتار نامتقارن تبعیت کرده است. بانک مرکزی چین در واکنش به تضعیف یورو در مقابل دلار، به منظور نگاه داشتن و افزایش سهم صادراتی خود به ایالات متحده آمریکا در مقایسه با صادرات سایر رقبای خود، اقدام به تضعیف ارزش یوان در مقابل دلار کرده، که این امر باعث ایجاد همبستگی دنباله‌ای قدرتمند مثبتی بین یوان و یورو شده است. در حالی که این همبستگی قوی را نمی‌توان در شرایط افزایش ارزش این دو واحد پولی در مقابل دلار مشاهده نمود. تفاوت در واکنش به انگیزه و اولویت بانک مرکزی به نحوه دخالت در بازار ارز برمی‌گردد. برای مثال، به نظر می‌رسد بانک مرکزی چین پس از ورود یوان به سبد SDR ثبات ارزش یوان در مقابل دلار را در اولویت سیاستی خود قرار داده است. اولویت حفظ ارزش یوان برحسب دلار در مقابل تغییر ارزش یورو برحسب دلار نیز به نامتقارنی وابستگی دنباله‌ای پولی منجر خواهد شد. از نظر تکنیکی، برای در نظر گرفتن این عدم تقارن در همبستگی دنباله‌ای، پتن (۲۰۰۶) تابع کاپولای SJC یا همان مدل جو - کلایتون ممتقارن را گسترش داده که در آن نه تنها وابستگی

دنباله پایین، بلکه وابستگی دنباله بالا نیز قابل تصریح است. معیار وابستگی آن کاملاً به بود یا نبود نامتقارنی در مدل بستگی دارد و به صورت رابطه (۶) قابل ارائه است:

$$C_t^{SJC} = (u_t, v_t; \lambda_U^{SJC}, \lambda_L^{SJC}) = 0.5C_t^{JC} = (u_t, v_t; \lambda_U^{JC}, \lambda_L^{JC}) + C_t^{JC}(1 - u_t, 1 - v_t; \lambda_U^{JC}, \lambda_L^{JC}) \quad (6)$$

$$k = \frac{1}{\log_2(2 - \lambda_L^{JC})} \quad C_t^{JC} = (u_t, v_t; \lambda_U^{JC}, \lambda_L^{JC}) = 1 - (1 - \{[1 - (1 - u_t)^k]^{-\gamma} - 1\}^{\frac{1}{k}})^{\frac{1}{\gamma}}$$

در آن  $\gamma = \frac{-1}{\log_2(\lambda_L^{JC})}$  و علاوه بر  $\lambda_U^{SJC}(\varepsilon) \in (0,1)$  و  $\lambda_L^{SJC}(\varepsilon) \in (0,1)$  خواهد بود. ضرایب وابستگی

دنباله‌ای در این نوع تابع کاپولا، خود پارامترهای تابع کاپولا هستند. اگر  $\lambda_L^{SJC} = \lambda_U^{SJC}$  باشد، ساختار وابستگی بازار متقارن، و در غیر این صورت نامتقارن، خواهد بود. اگرچه تابع کاپولای SJC قابلیت گوسازی عدم تقارن احتمالی را در وابستگی دنباله‌ای نرخ ارزها داراست، اما به دلیل غیرشرطی بودن نمی‌تواند پویایی رفتار وابستگی دنباله‌ای بین ارزها را الگو نماید. همان‌طور که اشاره شد، همبستگی دنباله‌ای ارزها با توجه به اهداف و نوع دخالت بانک‌های مرکزی می‌تواند در طول زمان تغییر یابد که این به نوبه خود قادر به تغییر ساختار وابستگی دنباله‌ای و عدم تقارن خواهد بود. پتن (۲۰۰۶) به منظور مدل کردن پویایی رفتار متغیرها،  $\tau$  کندال بالا و پایین را که بر اساس همبستگی بالا و پایین در کاپولای SJC به صورت  $\lambda_U^{SJC}(\varepsilon) = \tau_U$  و  $\lambda_L^{SJC}(\varepsilon) = \tau_L$  تعریف کرده، به شکل زیر الگو کرده است:

$$\tau_{U,t}^{SJC} = \Lambda(\bar{\omega}_U + \bar{\beta}_U \tau_{U,t-1}^{SJC} + \bar{\alpha}_U) \frac{1}{10} \sum_{j=1}^{10} |u_{t-j} - v_{t-j}| \quad (7)$$

$$\tau_{L,t}^{SJC} = \Lambda(\bar{\omega}_L + \bar{\beta}_L \tau_{L,t-1}^{SJC} + \bar{\alpha}_L) \frac{1}{10} \sum_{j=1}^{10} |u_{t-j} - v_{t-j}| \quad (8)$$

### نتایج مدل

در جدول (۳)، نتایج تخمین مرحله اول مربوط به توزیع‌های حاشیه‌ای آورده شده است. در

۱.  $\Lambda$  نشان‌دهنده تبدیل لاجستیک  $\Lambda(x) = (1 + e^{-x})^{-1}$  برای قرار دادن  $\tau$  در بازه (۰،۱) است. طرف راست این معادله شامل عبارت خودرگرسیون و متغیر کنترل ۱ شده است و تغییرات  $\tau$  از فرایند (ARMA) تبعیت می‌کند. پتن (۲۰۰۶)، به دلیل مشکل بودن شناسایی متغیر کنترل، استفاده از میانگین قدر مطلق تفاوت بین  $u_t$  و  $v_t$  را در ۱۰ مشاهده قبل پیشنهاد می‌دهد.

هر دو دوره پیش و پس از افزودن یوان با استفاده از مدل انگل<sup>۱</sup> (۲۰۰۲)، مدل مناسب یورو - دلار AR(1)-GARCH(1,1) و برای یوان AR(12)-GARCH(1,1) انتخاب شده است. (در جدول ضرایب وقفه‌ای معادلات نرخ تغییرات یورو - دلار و یوان - دلار گزارش نشده است). ضرایب مدل GARCH در هر دو معادله نرخ ارز چه قبل و بعد از پیوستن یوان به سبد SDR معنادار است. در جدول ( $\beta_i$ ) ضریب وقفه‌ای واریانس شرطی و ( $\alpha_i$ ) ضریب وقفه‌ای توان دوم جمله خطا است. ضریب نخست نشان‌دهنده وابستگی تلاطم دوره  $t$  به تلاطم دوره  $t-1$  و ضریب دوم بیانگر تاثیرپذیری تلاطم هر دو بازار ارز از اطلاعات خبری در دوره  $t-1$  است.

جدول ۳: تخمین پارامترهای توزیع‌های حاشیه‌ای

Variance Equation	پیش از پیوستن یوان		پس از پیوستن یوان	
	EUR-USD	CNY-USD	EUR-USD	CNY-USD
$\omega_i$	۰/۰۰۰۶۳ (۰/۰۰۰۴۵)	۰/۰۰۲۵*** (۰/۰۰۰۶)	۰/۰۰۲ (۰/۰۰۱)	۰/۰۲۶** (۰/۰۱)
$\beta_i$	۰/۰۴*** (۰/۰۰۵۴)	۰/۱۴*** (۰/۰۳۲)	۰/۰۳۳*** (۰/۰۰۹)	۰/۱۱*** (۰/۰۳۶)
$\alpha_i$	۰/۹۵*** (۰/۰۰۵۱)	۰/۶۵*** (۰/۰۰۸)	۰/۹۵*** (۰/۰۱۳)	۰/۴۵** (۰/۰۲۲)
Diagnostic	آزمون صحت الگو			
Q(40)	۲۸/۳۱ [۰/۹۱۶]	۳۷/۰۴ [۰/۶۰۳]	۳۲/۱۲ [۰/۸۰۷]	۴۲/۹۳ [۰/۳۰۸۶]
Q <sup>2</sup> (40)	۴۸/۶۳ [۰/۱۶]	۰/۵۹ [۱]	۴۷/۴۸ [۰/۱۹]	۴۲/۴۰ [۰/۳۲]
Log Likelihood	-۲۲۷۹/۷	۲۲۸۹/۷	-۸۰۱/۳۱	-۴/۷۴

توجه: اعداد درون () و [] به ترتیب انحراف معیار و P-Value را نشان می‌دهد. آماره‌های Q(40) و Q<sup>2</sup>(40) مربوط به آزمون لیجانگ - باکس و نبود خودهمبستگی باقیمانده‌های استاندارد شده است، و همچنین مرتبه دوم آن را تا ۲۰ وقفه تایید می‌کند. \*\* و \*\*\* معناداری آماره‌ها را به ترتیب در سطوح ۵ و ۱ درصد نشان می‌دهد.

در مرحله دوم، وابستگی ساختاری بین توزیع حاشیه‌ای ارزها با استفاده از انواع توابع کاپولا الگوسازی شده است. به منظور امکان مقایسه نتایج مدل‌های مختلف کاپولا و انتخاب مدل مناسب،

چهار الگوی رایج گاوسین، T-Student، کلایتون و گامبل تخمین زده شده است. (رجوع کنید به جدول ۱پ).

معنادار نبودن پارامتر همبستگی کاپولای الپتیکال شامل گاوسین (نرمال) و T-Student، بیانگر وابستگی دنباله‌ای قوی‌تر و بزرگ‌تر در توزیع مشترک نسبت به وابستگی متعارف در توزیع نرمال چندگانه است. به عبارت دیگر، همبستگی دنباله‌های پایین، بالا یا هر دو به دلیل وجود پدیده‌هایی مانند ریزش‌های شدید همزمان بازار خرسی و جهش‌های رو به بالای همزمان بازار گاوی بسیار محتمل‌تر خواهد بود و اکتفا به همبستگی کاپولای الپتیکال مناسب نخواهد بود. دو مدل رایج کاپولای ارشمیدسی - کلایتون و گامبل - با قابلیت تخمین تنها یکی از دنباله‌های پایین و بالا نیز برای هر دو دوره تخمین زده شده است. معناداری کاپولای گامبل با وابستگی دم بالا نشان می‌دهد پیش از پیوستن یوان به سبد SDR، بانک مرکزی چین به تضعیف یورو در مقابل دلار حساس‌تر بوده و با انگیزه حفظ رقابت‌پذیری در تجارت اقدام به تضعیف واحد پول خود در مقابل دلار کرده است. در دوره دوم پس از پیوستن یوان به سبد SDR، معناداری تابع کاپولای کلایتون با وابستگی دنباله‌های پایین، اهمیت و اولویت بانک مرکزی چین را برای دخالت در زمان تقویت یورو نسبت به دلار و در نتیجه ثبات قیمت نسبی یوان خاطر نشان می‌سازد.

عدم قابلیت هر دو تابع برای تخمین وابستگی همزمان دو دنباله بالا و پایین و بررسی نامتقارنی احتمالی، انگیزه استفاده از تابع کاپولای SJC را فراهم می‌سازد. از سوی دیگر، پویایی رفتار و وابستگی ارزشها به دلیل تغییر اولویت و دخالت بانک‌های مرکزی، و همچنین تصمیمات سرمایه‌گذاران در طول زمان، مورد توجه ویژه‌ای قرار دارد. اگرچه تابع کاپولای SJC به‌طور مناسبی می‌تواند عدم تقارن احتمالی را در وابستگی دنباله‌ای نرخ ارزشها الگو نماید، اما به دلیل غیرشرطی بودن قادر به الگوسازی پویایی وابستگی دنباله‌ای بین ارزشها نیست. بنابراین، برای بررسی رخدادهای حدی مشترک<sup>۱</sup> بازدهی ارزشها (یوان و یورو)، وابستگی‌های دنباله‌ای شرطی<sup>۲</sup> را به صورت مقید و تابعی از زمان باید بررسی کرد (Ho et al., 2005). نتایج هر دو مدل ثابت (کاپولای شرطی) و پویا (غیرشرطی) در جدول (۴) آورده شده است.

1. Joint Extreme Events
2. Conditional Tail Dependence

جدول ۴: تخمین پارامترهای تابع SJC Copula شرطی و غیر شرطی

پس از پیوستن یوان پیش از پیوستن یوان		
SJC Copula		
$\lambda_U$	۰/۶۸*** (۰/۰۰۴)	۰/۶*** (۰/۰۰۹)
$\lambda_L$	۰/۴۷*** (۰/۰۰۴)	۰/۶*** (۰/۰۰۹)
Log Likelihood	-۲۵۳۲	-۲۵۲۲
Time-Varying SJC Copula		
$w_U$	۰/۳ (۰/۷)	-۴*** (۱)
$w_L$	-۵/۱۱*** (۰/۵)	-۱/۲ (۰/۹)
$\beta_U$	-۴/۱۱*** (۰/۱۶)	-۳/۵*** (۰/۲)
$\beta_L$	-۳/۴*** (۰/۲)	-۳/۴*** (۰/۳)
$\alpha_U$	۹*** (۱/۷)	۲۰*** (۳)
$\alpha_L$	۲۳*** (۱/۸)	۱۱*** (۲/۵)
Log Likelihood	-۲۵۳۲	-۲۵۲۲

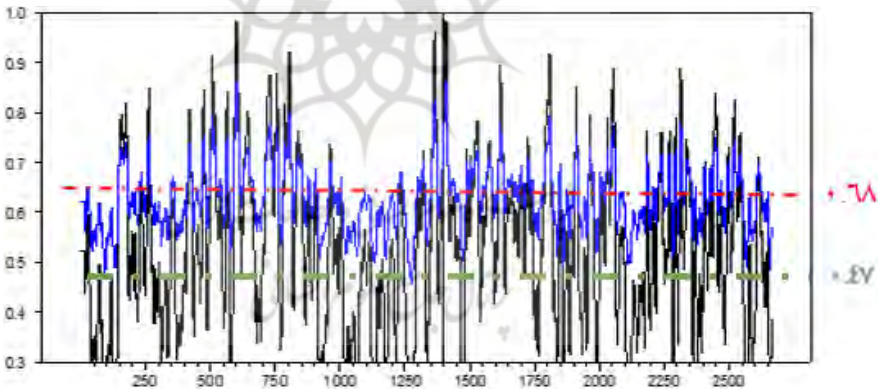
توجه: مقادیر داخل پرانتز، نشان‌دهنده انحراف معیار و \*\*\* نشان‌دهنده معناداری در سطح ۵ درصد است.

در دوره یکم، پیش از پیوستن یوان به سبد SDR با توجه به  $\lambda_U^{SJC} \neq \lambda_L^{SJC}$  ساختار وابستگی یوان و یورو نامتقارن شناخته شده است. به طوری که وابستگی دنباله بالا (۰/۶۸) از دنباله پایین (۰/۴۷) بیش‌تر بوده و به خوبی اولویت حفظ رقابت‌پذیری و دخالت بانک مرکزی را در زمان تضعیف یورو در مقابل دلار به نمایش گذاشته است. متوسط پارامتر وابستگی بالا و پایین پس از پیوستن یوان به سبد SDR به میزان ۰/۶ بوده و نشانگر تقارن رفتاری دو ارز در زمان تضعیف و تقویت آن‌ها نسبت به دلار بوده است. با مقایسه پارامترهای وابستگی دنباله‌ای کاهش اولویت رقابت‌پذیری (کاهش وابستگی

دنباله بالا از ۰/۶۸ به ۰/۱۶ و افزایش اولویت ثبات قیمت نسبی (افزایش وابستگی دنباله پایین از ۰/۴۷ به ۰/۱۶) بانک مرکزی نسبت به دوره یکم مشهود است، اما همچنان پارامترهای تخمینی کاپولای ثابت، قادر به نمایش پویایی‌های رفتاری در طول زمان نیست.

در تخمین کاپولای پویا، پارامتر  $\beta$  درجه ماندگاری<sup>۱</sup> وابستگی و  $\alpha$  درجه تغییرات<sup>۲</sup> وابستگی را نشان می‌دهد. پارامتر  $\omega$  که در جدول (۴) نشانگر عرض از مبدأ یا درجه وابستگی‌های دنباله بالا و پایین است، در دوره پیش از افزودن یوان تنها برای دنباله پایین و در دوره دوم برای دنباله بالا معنادار است، در حالی که پارامتر  $\beta$  و  $\alpha$  برای هر دو دوره معنادار است.

پارامتر  $\beta$  به‌خوبی بیانگر ماندگاری بالاتر وابستگی‌های دنباله بالا نسبت به دنباله پایین در دوره یکم است. در حالی که پس از معرفی یوان ماندگاری وابستگی‌ها در هر دو دنباله تقریباً یکسان به‌دست‌آمده است. همچنین، پارامتر  $\alpha$  نشانگر تغییرات بیش‌تر وابستگی در دنباله پایین نسبت به بالا در دوره یکم و برعکس آن در دوره دوم است. اشکال (۳) و (۴) مسیر زمانی وابستگی دو دنباله (بالا، پایین) یورو و یوان را به‌ترتیب پیش و پس از پیوستن یوان به سبد SDR نشان می‌دهند.



شکل ۳: وابستگی شرطی در مدل Time-Varying SJC Copula پیش از پیوستن یوان به سبد SDR (ژانویه ۲۰۰۵ تا نوامبر ۲۰۱۵)

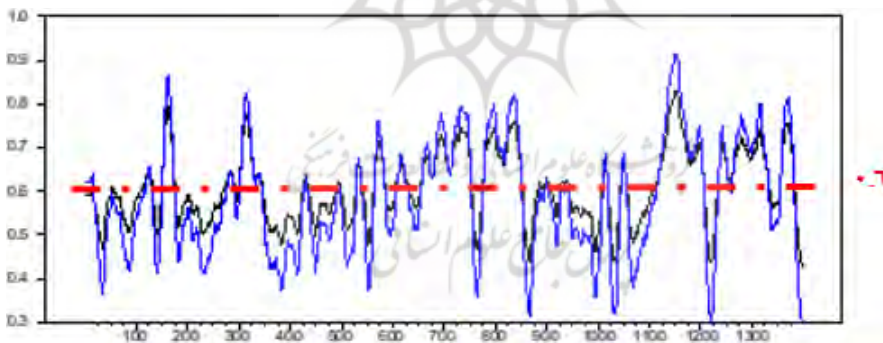
1. Persistence
2. Variations in the Dependence



مطابق **شکل (۳)**، پیش از پیوستن یون، علی‌رغم متوسط وابستگی دنباله بالا و پایین به ترتیب  $0/68$  و  $0/47$ ، پارامترهای وابستگی در طول دوره ژانویه ۲۰۰۵ تا نوامبر ۲۰۱۵ ثابت نبوده و هر کدام از میانگین خود منحرف شده است. همان‌طور که در **شکل (۳)** مشخص است، پارامتر وابستگی بالا (خط آبی) در بازه  $0/5$  تا  $0/8$  نوسان داشته است. در حالی که وابستگی دنباله پایین (خط مشکی) در طول دوره نوامبر ۲۰۱۵ تا آوریل ۲۰۲۱ (پس از پیوستن یون به سبد SDR) بین  $0/3$  تا  $1$  نوسان داشته است.

در **شکل (۴)**، همبستگی دُم بالا (خط آبی) و پایین (خط مشکی) به‌طور متوسط برابر و به میزان  $0/6$  است، اما هر دو خط در طول زمان از میانگین خود انحراف داشته و همان‌طور که نشان داده شده است، پس از پیوستن یون به سبد SDR دامنه تغییرات وابستگی دنباله بالا و پایین عکس دوره یکم بوده است. به عبارت دیگر، در دوره دوم (از نوامبر ۲۰۱۵ تا آوریل ۲۰۲۱) نوسانات وابستگی دنباله پایین شدیدتر بوده و در بازه  $0/3$  تا  $1$  تغییر کرده است.

به‌طور کلی، **اشکال (۳)** و **(۴)** نتایج **جدول (۴)** را مبنی بر درجه بیش‌تر تغییرات وابستگی دنباله پایین ( $\alpha_L$ ) در دوره پیش از پیوستن یون به سبد SDR و برعکس آن در دوره دوم تایید می‌کند.

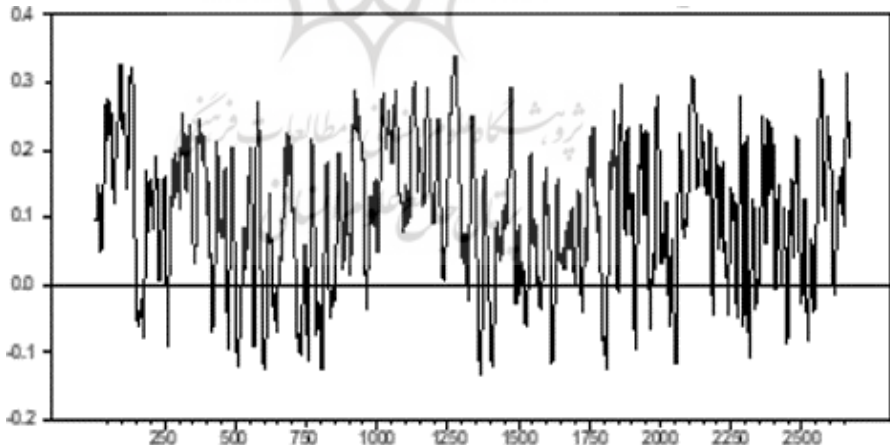


**شکل ۴:** وابستگی شرطی در مدل Time-Varying SJC Copula پس از پیوستن یون به سبد SDR (نوامبر ۲۰۱۵ تا آوریل ۲۰۲۱)

تفاوت **اشکال (۳)** و **(۴)** به‌خوبی نشان می‌دهد که وابستگی دنباله‌ای بالا و پایین پس از نوامبر ۲۰۱۵ هم‌زمان با پیوستن یون به سبد SDR تغییر چشمگیری داشته و این تغییر موقتی نبوده و به حالت قبل برنگشته است. به عبارت دیگر، اولویت مقامات پولی چین از صرف تضعیف یون برحسب

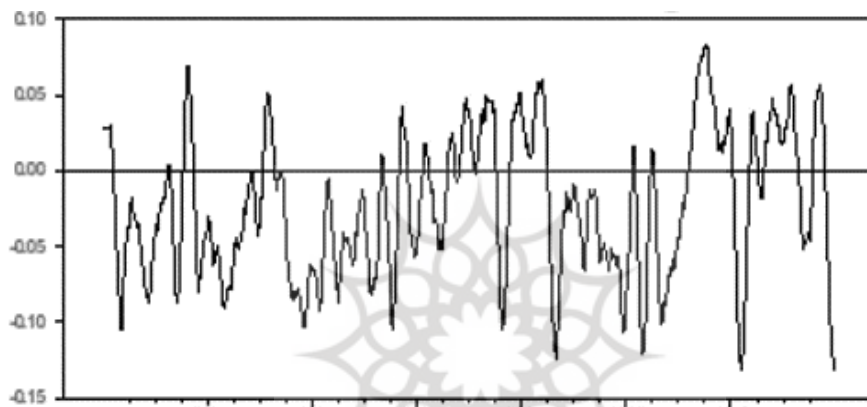
دلار و در نتیجه حفظ مزیت رقابتی در تجارت در زمان تضعیف یورو نسبت به دلار، به اولویت تقویت یوان در مقابل دلار و حفظ ثبات قیمت در زمان تقویت یورو تغییر کرده است. یکی از دلایل اتخاذ این سیاست می‌تواند حمایت از سرمایه‌گذاران یوان و افزایش سهم آن در پرتفوی سرمایه‌گذاران باشد. بنابراین، تغییر اولویت‌دهی بانک مرکزی چین از حفظ رقابت‌پذیری به حفظ ثبات قیمتی را می‌توان به عنوان شروع تغییر جایگاه یوان در میان ارزهای بین‌المللی و حتی آغازگر تغییر رفتار سرمایه‌گذاران، بانک‌های مرکزی، و تجار به‌شمار آورد.

برای مقایسه واضح‌تر وابستگی دنباله بالا و پایین و تغییرات آن در هر دوره، تفاوت آن‌ها در دو دوره به‌طور مجزا در **اشکال (۵)** و **(۶)** نشان داده شده است. در **شکل (۵)**، تفاوت وابستگی دو دنباله (بالا، پایین) پیش از پذیرش یوان در سبد SDR، اغلب بیش‌تر از صفر نشان داده شده است، که به‌وضوح بیانگر فزونی وابستگی دنباله بالا بر دنباله پایین است. پیش از این‌که یوان یک گام دیگر به ارزهای بین‌المللی نزدیک شود، اولویت بانک مرکزی چین رقابت در تضعیف بوده است تا بتواند سهم تجاری خود را از طریق مزیت قیمتی حفظ کند. بنابراین، چین در زمان تضعیف یورو در مقابل دلار به تضعیف واحد پول خود (یوان) نسبت به دلار پرداخته که این امر موجب وابستگی بیش‌تر یورو و یوان در دنباله‌های بالا خواهد شد.



شکل ۵: مسیر زمانی تفاوت بین وابستگی دم بالا و پایین در Time-Varying SJC Copula پیش از پیوستن یوان به SDR (ژانویه ۲۰۰۵ تا نوامبر ۲۰۱۵)

اما در شکل (۶)، تفاوت وابستگی دنباله بالا و پایین عمدتاً کم‌تر از صفر است که نشانگر بیش‌تر بودن وابستگی دنباله پایین نسبت به وابستگی دنباله بالاست. تقویت یوان همزمان با تقویت‌های شدید یورو در مقابل دلار، برانگیختگی انگیزه ثبات قیمت و توجه به رقابت مالی را از طریق سهم‌گیری در پرتفوی سرمایه‌گذاران بیان می‌کند.



شکل ۶: مسیر زمانی تفاوت بین وابستگی دم بالا و پایین در Time-Varying SJC Copula پس از پیوستن یوان به سید SDR (نوامبر ۲۰۱۵ تا آوریل ۲۰۲۱)

### بحث و نتیجه‌گیری

آگاهی از ساختار وابستگی و توزیع شرطی چندمتغیره، به‌ویژه در زمانی که وابستگی نامتقارن و دنباله پهن در متغیرها مشهود باشد، کاربرد حیاتی در بررسی رفتارهای مالی دارد (Singh et al., 2011). با وجود تغییرات شگرف سال‌های اخیر در اقتصاد کشور چین و ثبت گام‌های موثر در زمینه بین‌المللی‌سازی یوان، تعداد کمی از پژوهش‌های حوزه وابستگی‌های بین‌المللی به نقش چین در تعاملات جهانی پرداخته‌اند. نادیده گرفتن تغییر ساختار وابستگی یورو به عنوان ارز پرکاربرد و یوان می‌تواند با افزایش ریسک و نااطمینانی‌های اقتصادی، اهدافی مانند متنوع‌سازی پرتفوی، اندازه‌گیری و کنترل ریسک، قیمتگذاری دارایی‌ها و تخصیص منابع را متاثر سازد. بدین ترتیب، ماهیت وابستگی دو ارز پرسشی

جذاب و مهم برای اقتصاددانان، سرمایه‌گذاران، فعالان اقتصادی، و سیاستگذاران خواهد بود. پیوستن یوان به سبد SDR به عنوان مسیر تکامل بین‌المللی سازی یوان، انگیزهٔ تمرکز بر ساختار وابستگی یوان چین با ارز پرکاربرد یورو (هر یک برحسب دلار) را ایجاد می‌کند. همبستگی خطی رایج بین یورو و یوان تنها نشانگر تغییر همبستگی از ۰/۱۶- به ۰/۵۹+ یا به عبارت دیگر، تنها بیانگر همبستگی خطی آنهاست و اطلاعاتی در مورد نحوهٔ هم‌حرکتی آنها در تضعیف‌ها یا تقویت‌های شدید (دنباله‌های بالا و پایین) در اختیار نمی‌گذارد. در رویکرد جایگزین، با نگاهی توزیع مشترک بر اساس تابع کاپولا برحسب توابع توزیع حاشیه‌ای، واقعیت‌های آشکار شده در بازارهای ارز از جمله نامتقارنی و پهن بودن دنباله توزیع نیز پوشش داده می‌شوند. پهن بودن دنباله‌ها در یک فضای توزیع چندگانه، خود می‌تواند حکایت از این نکته داشته باشد که وابستگی دنباله‌ای در توزیع مشترک این ارزها قوی‌تر و بزرگ‌تر از وابستگی متعارف در توزیع نرمال چندگانه است.

اگرچه انتخاب کاپولای الپتیکال شامل گاوسین (نرمال) و T-Student به ترتیب انتخاب‌های رایج در اقتصاد - با ویژگی تقارنی - و در بازارهای مالی - با ویژگی عدم تقارنی و دنباله پهن - هستند، اما مشخصاً هر دو کاپولاها، به‌ویژه توزیع گاوسین، نمی‌توانند واقعیت‌های بازار مالی را در نظر بگیرند. رواج پدیده‌هایی مانند ریزش‌های شدید همزمان بازار خرسی و جهش‌های رو به بالای همزمان بازار گاوی در بازار ارزها، موجب همبستگی دنباله‌ای - همبستگی دنباله‌های پایین، بالا یا هر دو - در بین ارزها خواهد شد. تابع SJC Copula به دلیل تخمین نامتقارنی بین ارزها در صورت وجود، کاراترین مدل برای بررسی ساختار وابستگی ارزها شناخته شده است. از آنجایی که همبستگی بین ارزها به دلیل تغییر سیاستگذاری بانک‌های مرکزی و رفتار سرمایه‌گذاران در طول زمان قابل تغییر است، مدل SJC Copula پویا به دلیل توانایی نمایش تغییرات وابستگی‌ها در طول زمان انتخاب شده است.

نتایج مدل نشان می‌دهد که پیش از پیوستن یوان به سبد SDR، بانک مرکزی چین رفتاری نامتقارن در زمان تضعیف و تقویت یورو در مقابل دلار داشته است، به طوری که به دلیل اولویت حفظ قدرت رقابت‌پذیری و ننگ داشتن سهم تجاری در ایالات متحده، در زمان تضعیف یورو نسبت به دلار اقدام به تضعیف یوان نسبت به دلار کرده است. بنابراین، وابستگی یورو - دلار و یوان - دلار در زمان تضعیف، یا به عبارت دیگر، دنباله‌های بالا بیش‌تر از وابستگی دو جفت ارز در زمان تقویت نسبت به دلار بوده است. پس از پیوستن یوان به سبد SDR، علی‌رغم برابری پارامتر دو وابستگی حدی بالا و پایین در کاپولای ثابت (۰/۱۶)، واکنش بانک مرکزی چین در طول زمان متفاوت بوده و تمرکز بیش‌تر خود را بر حفظ ثبات قیمت نسبی گذاشته است. بدین ترتیب برخلاف دورهٔ یکم، همزمان با تقویت یورو در مقابل دلار،

به تقویت یوان در مقابل دلار پرداخته است. این مشاهده، علاوه بر نمایش نامتقارنی وابستگی و تفاوت واکنش بانک‌های مرکزی دو کشور در زمان تضعیف و تقویت، به‌خوبی بیانگر تغییر راهبردهای مقامات پولی دو کشور است. پیش از پیوستن یوان به سبد SDR، حفظ مزیت رقابتی در تجارت و در نتیجه، تضعیف یوان در زمان تضعیف یورو در اولویت مقامات پولی چین بوده که این موضوع موجب وابستگی بیش‌تر دو ارز در زمان تضعیف‌های شدید شده است. این در حالی است که پس از پیوستن یوان به سبد SDR، وابستگی‌ها در زمان تقویت‌های شدید بیش‌تر شده است. پیش از افزوده شدن یوان به سبد SDR و پذیرش آن به عنوان ارز ذخیره‌های، بانک مرکزی چین به‌شدت نگران بقای رقابت‌پذیری بوده و به همین دلیل در زمان تضعیف سایر ارزها در مقابل دلار، سهم تجاری خود را با مداخله حفظ کرده است، اما پس از پذیرش در سبد SDR، وابستگی در زمان تقویت بیش‌تر شده که نشان از افزایش سهم یوان در پرتفوی سرمایه‌گذاران و به‌تبع آن حمایت سیاستگذار از طریق حفظ ثبات قیمت یوان داشته است. تغییر تمرکز دو کشور و در نتیجه سیاست‌های مداخله‌گرانه آن‌ها در زمان تقویت به‌جای تضعیف می‌تواند نشانی از تغییر جایگاه یوان و ورود روابط دو ارز به فازی جدید باشد. ماندگاری تغییر رفتار یوان در کل دوره دوم نشان می‌دهد که این تغییر وابستگی‌ها موقتی و ناشی از شوک خبر پیوستن یوان به سبد SDR نبوده و از ۲۰۱۵ به همبستگی بین دو ارز تبدیل شده است.

با وجود پیشینه اندک در زمینه تغییر درجه اهمیت یوان در میان ارزهای بین‌المللی، پژوهش حاضر با استفاده از رویکرد SJC Copula پویا، ساختار وابستگی یورو و یوان در مقابل دلار را بررسی کرده و تغییر اولویت سیاستگذاری مقامات پولی چین را در مقابل تغییرات یورو نتیجه گرفته است. تغییر اولویت چین از حفظ رقابت تجاری به حفظ ثبات قیمت نسبی در مقابل حرکات یورو - دلار نیاز به پژوهش‌های بیش‌تر در این حوزه دارد از قبیل ساختار وابستگی یوان با سایر ارزها و طلا به عنوان پناهگاه امن.

### اظهاریه قدردانی

نویسندگان این پژوهش از حمایت‌های معنوی و توصیه‌های ارزشمند داوران محترم و ناشناس که نقش مهمی در ارتقای سطح کیفی مقاله داشته‌اند، تشکر می‌کنند.

- Antonakakis, N. (2012). Exchange Return Co-Movements and Volatility Spillovers Before and After the Introduction of Euro. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 22(5), 1091-1109. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2012.05.009>
- Boero, G., Silvapulle, P., & Tursunalieva, A. (2011). Modelling the Bivariate Dependence Structure of Exchange Rates Before and After the Introduction of the Euro: A Semi-Parametric Approach. *International Journal of Finance & Economics*, 16(4), 357-374. <https://doi.org/10.1002/ijfe.434>
- Chen, C., Siregar, R., & You, M. (2013). RMB as an Anchor Currency in ASEAN, China, Japan and Korea Region. *Journal of Asian Economics*, 2(4), 36-54.
- Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2015). Trans-Atlantic Equity Volatility Connectedness: US and European Financial Institutions, 2004–2014. *Journal of Financial Econometrics*, 14(1), 81-127. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3680198>
- Engle, R. (2002). New Frontiers for ARCH Models. *Journal of Applied Econometrics*, 17(5), 425-446. <https://doi.org/10.1002/jae.683>
- Ho, C., Ma, G., & McCauley, R. N. (2005). Trading Asian Currencies. *BIS Quarterly Review*, 49-58.
- Ito, T. (2010). China as Number One: How About the Renminbi? *Asian Economic Policy Review*, 5(2), 249-276. <https://doi.org/10.1111/j.1748-3131.2010.01169.x>
- Patton, A. J. (2001). Modelling Time-Varying Exchange Rate Dependence Using the Conditional Copula. *University of California, San Diego, Discussion Paper 2001-09*. <https://escholarship.org/uc/item/01q7j1s2>
- Patton, A. J. (2006). Modelling Asymmetric Exchange Rate Dependence. *International Economic Review*, 47(2), 527-556. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2354.2006.00387.x>
- Pontines, V., & Siregar, R. Y. (2012). Fear of Appreciation in East and Southeast Asia: The Role of the Chinese Renminbi. *Journal of Asian Economics*, 23(4), 324-334. <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2012.03.005>
- Shu, C. (2010). Impact of the Renminbi Exchange Rate on Asian Currencies. In *Currency Internationalization: Global Experiences and Implications for the Renminbi* (pp. 221-235): Palgrave Macmillan. [https://doi.org/10.1057/9780230245785\\_10](https://doi.org/10.1057/9780230245785_10)
- Shu, C., He, D., & Cheng, X. (2015). One Currency, Two Markets: The Renminbi's Growing Influence in Asia-Pacific. *China Economic Review*, 33(1), 163-178. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2015.01.013>
- Singh, A. K., Allen, D. E., & Powell, R. J. (2011). *Evaluating Extremal Dependence in Stock Markets Using Extreme Value Theory*. 19th International Congress on Modelling and Simulation, Perth, Australia.
- Sklar, M. (1959). Fonctions de repartition an dimensions et leurs marges. *Publications de l'Institut de statistique de l'Université de Paris*, 8(1), 229-231.
- Tamakoshi, G., & Hamori, S. (2014). Co-Movements among Major European Exchange Rates: A Multivariate Time-Varying Asymmetric Approach. *International Review of Economics & Finance*, 31(1), 105-113. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2014.01.016>
- Wang, G.-J., & Xie, C. (2013). Cross-Correlations between Renminbi and Four Major

- Currencies in the Renminbi Currency Basket. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 392(6), 1418-1428. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2012.11.035>
- Wang, Y.-C., Tsai, J.-J., & Lu, L. (2019). The Impact of Chinese Monetary Policy on Co-Movements between Money and Capital Markets. *Applied Economics*, 51(45), 4939-4955. <https://doi.org/10.1080/00036846.2019.1606407>
- Wong, A. Y.-T., & Fong, T. P. W. (2018). Safehavenness of Currencies. *The European Journal of Finance*, 24(4), 300-332. <https://doi.org/10.1080/1351847X.2016.1239584>



پیوست:

جدول اپ: تخمین پارامترهای توابع کابولای الپتیکال و ارشمیدسی

	پیش از پیوستن یوان	پس از پیوستن یوان
<b>Gaussian</b>		
$\rho$	۰/۰۲۴ (۰/۰۱۹)	-۰۰/۰۱۶ (۰/۰۲)
lnL	-۷۵۳۴	-۳۹۲۱

<b>T-Student</b>		
$\rho$	۰/۰۰۲۱ (۰/۰۰۲)	-۰/۰۱۷ (۰/۱۳)
df	۴/۶*** (۰/۲۲)	۵/۸*** (۰/۴)
lnL	-۷۱۰۰	-۳۸۲۸
<b>Gumbel</b>		
$\theta$	۱*** (۰/۰۱)	۰/۰۱ (۰/۰۲)
lnL	-۴۳۴۱	-۲۲۸۶
<b>Clayton</b>		
$\theta$	۰/۰۲۳ (۰/۰۱)	۰/۹۵*** (۰/۰۱)
lnL	-۴۳۶۶	-۲۲۸۴

توجه: مقادیر داخل پرانتز، نشان‌دهنده انحراف معیار و \*\*\* نشان‌دهنده معناداری در سطح ۵ درصد است.





**نحوه ارجاع به مقاله:**

خیابانی، ناصر، و بزرگ، شادی (۱۴۰۱). ساختار وابستگی یوان و یورو پیش و پس از پیوستن یوان به سبد SDR: رویکرد Copula Time-Varying. نشریه برنامه ریزی و بودجه، ۲۷(۳)، ۲۶-۳.  
 Khiabani, N., & Bozorg, S. (2022). Dependence Structure of Yuan and Euro Before and After Yuan Joined SDR Basket: Copula Time-Varying Approach. *Planning and Budgeting*, 27(3), 3-26.  
 DOI: <https://doi.org/10.52547/jpbud.27.3.3>

**Copyrights:**

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Planning and Budgeting. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

