

## امکان‌سنجی نظریه منطقه بهینه پولی (OCA) برای کشورهای سازمان همکاری اقتصادی (اکو): الگوریتم خوشه‌بندی فازی نسبت به مرکز

جهانگیر بیابانی

استادیار دانشگاه پیام‌نور

jbiabani58@yahoo.com

بینا شایگانی

استادیار دانشگاه پیام‌نور

pnu.shayegani@yahoo.com

کامران ندری

استادیار دانشگاه امام صادق (ع)

k.nadri@gmail.com

مصعب عبدالهی آرانی

دانشجوی دکتری دانشگاه پیام‌نور

abdollahiarani@isu.ac.ir

این مقاله به دنبال آن است که با استفاده از نظریه منطقه بهینه پولی به بررسی امکان‌پذیری یک اتحادیه پولی در میان کشورهای سازمان همکاری اقتصادی (اکو) با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی فازی نسبت به مرکز پرداخت. به عبارت دیگر، این مقاله درجه همکاری کشورهای اکو را طی دو دوره (۱۹۹۹-۱۹۹۲) و (۲۰۱۰-۲۰۰۰) بر اساس شش معیار نظریه منطقه بهینه پولی مورد مطالعه قرار می‌دهد. نتایج این مقاله نشان می‌دهد که کشورهای اکو از همکاری کامل در معیارهای نظریه منطقه بهینه پولی برخوردار نیستند تا بتوان آنها را در یک خوشه طبقه‌بندی نمود، اما در مقابل کشورهای اکو در معیارهای نظریه منطقه بهینه پولی دارای همکاری ناقص هستند، یعنی می‌توان این کشورها را بر اساس نزدیکی بیشتر در این معیارهای نظریه منطقه بهینه پولی در چند خوشه دسته‌بندی کرد. در مجموع، بطور نسبی با گذر از دوره اول به دوره دوم هم‌میلگن معیارهای نظریه منطقه بهینه پولی کشورهای اکو بهبود یافته است و هم‌میلگری این معیارهای نظریه منطقه بهینه پولی در آنها ارتقاء داشته است. از سوی دیگر، چون تمایل خوشه‌بندی‌ها از دوره اول به دوره دوم به سمت خوشه‌بندی با تعداد خوشه‌های کمتر رفته است، در نتیجه از این طریق نیز می‌توان نتیجه‌گیری نمود که همکاری کشورهای اکو بطور نسبی از دوره اول به دوره دوم افزایش داشته است.

طبقه‌بندی JEL: C14, E61, F15, F33

واژه‌های کلیدی: نظریه منطقه بهینه پولی (OCA)، سازمان همکاری اقتصادی (اکو)، الگوریتم خوشه‌بندی فازی نسبت به مرکز (FCM).

## ۱. مقدمه

سازمان همکاری اقتصادی برای ایجاد رشد و پیشرفت پایدار در بخش‌های مختلف اقتصادی و غیراقتصادی در میان کشورهای عضو تأسیس شد تا سطح زندگی مردم این منطقه را به لحاظ کیفی و کمی ارتقاء دهد. این سازمان ابتدا با سه عضو اصلی ایران، پاکستان و ترکیه راه‌اندازی شد، اما پس از فروپاشی شوروی سابق شش کشور تازه استقلال یافته آذربایجان، قزاقستان، قرقیزستان، تاجیکستان، ترکمنستان و ازبکستان را نیز به عضویت پذیرفت. با اضافه شدن افغانستان ۱۰ عضو اکو مرحله نوینی را در رشد و همگرایی بیشتر منطقه‌ای آغاز نموده‌اند. با گذشت حدود ۲۰ سال از مرحله جدید شکل‌گیری اکو علیرغم دستاوردهای اقتصادی منطقه‌ای از سرعت و شتاب لازم برخوردار نبوده است. ظرفیت‌های طبیعی، جغرافیایی، انسانی و فرهنگی بستر مناسبی را در اختیار این منطقه استراتژیک قرار داده تا با همکاری و همگرایی بیشتر اقتصادی و تجاری جایگاه درخوری را در اقتصاد جهانی پیدا کنند. این مقاله اعتقاد دارد که همگرایی پولی در سطوح مختلف خود یکی از راه‌های تسهیل و تسریع ارتباطات اقتصادی و تجاری بیشتر میان کشورهای این منطقه خواهد بود.

مؤثر بودن سیاست‌های مالی و پولی برای حصول به اهداف اقتصاد کلان ارتباط تنگاتنگی با انتخاب نظام نرخ ارز دارد. در نتیجه، سؤال در مورد ترکیب سیاست بهینه اقتصاد کلان در ارتباط با این سؤال قرار می‌گیرد که کدام نظام ارزی بهینه است تا اقتصاد به تعادل داخلی و خارجی برسد؟<sup>۱</sup> نظریه مناطق بهینه پولی بطور کامل در خلال مباحث مربوط به فایده‌ها و هزینه‌های نظام‌های خاص نرخ ارز پس از جنگ جهانی دوم شکل گرفت. در آن زمان بسیاری از کشورها پول خود را به دلار آمریکا ثابت کرده بودند. انتخاب نرخ ارز ثابت توسط اغلب کشورها مشکلات فراوانی را به وجود می‌آورد، بطوری که کاهش ارزش پول داخلی به کرات یکی از راه‌های فرار از این مشکلات بود. این مسائل باعث شد که از اواخر دهه ۵۰ مباحث مربوط به نرخ ارز شناور بیشتر مطرح شود. طی یک دوره طولانی اعتقاد بر این بود و تاکنون نیز ادامه دارد که نرخ‌های ارز شناور کشورها را قادر می‌سازند که به استقلال پولی دست یابند. این فرضیه بطور مقدماتی توسط میلتن فریدمن (۱۹۵۳) مطرح شد و سپس توسط جیمز مید (۱۹۵۵)، جانسون (۱۹۷۲) و دورنبوش (۱۹۸۸) دنبال شد. فریدمن (۱۹۵۳) تمایل خود را بر نرخ ارز شناور نشان می‌دهد، چرا که از نظر وی نرخ ارز شناور بهترین ابزار جهت جذب کردن شوک‌های خارجی است.

در مقابل، این دیدگاه وجود دارد که بیان می‌کند میان نرخ‌های ارز و متغیرهای اقتصادی داخلی حتی اگر نرخ ارز شناور باشد همبستگی وجود دارد. مک‌کینون (۱۹۸۸، ۱۹۸۲)، مک‌کینون و تان (۱۹۸۳)، چانگ (۱۹۸۸)

۱. ترکیب سیاست بهینه بر حسب اهداف اقتصاد کلان تعریف می‌شود که همان حفظ تعادل داخلی و خارجی است. تعادل داخلی از طریق یک معاوضه بهینه میان تورم و بیکاری بدست می‌آید و تعادل خارجی شامل حفظ تعادل پایدار تراز پرداخت‌ها است.

و بسیاری دیگر استدلال می‌کنند که پول‌های بین‌المللی تا حد بسیار زیادی به جای یکدیگر جانشین می‌شوند، یعنی این نتیجه حاصل می‌شود که بطور قطع برای همکاری‌های پولی بین‌المللی فوایدی وجود دارد و این موضوع قابل طرح است که باید همکاری سیاست‌های اقتصاد کلان بصورت بین‌المللی ایجاد شود تا نرخ‌های ارز ثابت میان کشورها قابل دسترسی باشد. در مجموع، این نتیجه بدست می‌آید که اتحاد پولی توانایی کشورهای عضو را محدود می‌سازد و اجازه نمی‌دهد که آنها با تسلط همه‌جانبه بر نرخ‌های ارز خود اهداف ملی‌شان را دنبال کنند. این عملکرد باعث ایجاد همکاری سیاست‌های اقتصاد کلان یا افزایش مفید بودن پول هریک از کشورها می‌گردد. منطقه‌ای میان کشورها که تناسب خوبی برای ساختار نرخ‌های ارز ثابت دارد منطقه بهینه پولی نامیده می‌شود (نجومو، ۱۹۹۲).

نظریه منطقه (یا مناطق) بهینه پولی چارچوب نظری است که از بدو ایجاد خود توسط ماندل (۱۹۶۱) شرایط و بستری را بررسی می‌کند که در یک منطقه بهینه پولی وجود دارد. این نظریه هزینه‌ها و فایده‌های نرخ ارز ثابت و شناور را برای کشورهای مختلف مورد بررسی قرار می‌دهد. البته براساس تعریف منطقه بهینه پولی قلمروی است که در آن نرخ ارز ثابت برقرار باشد. سؤال اصلی این نظریه این است که کشورها بصورت انفرادی و گروهی براساس کدامین معیارها و عوامل می‌توانند نظام ارزی مناسب خود را ثابت یا شناور و یا بین این دو انتخاب کنند؟ این نظریه طی چندین دهه تغییرات و تحولات بسیاری را پشت‌سر گذاشته است، البته سیر تاریخی این نظریه اغلب همگام با تحولات تشکیل اتحادیه اروپا در عمل بوده است. نتیجه این نظریه در دوره‌های مختلف معرفی معیارهای لازم و اولیه برای قرار گرفتن در یک منطقه بهینه پولی است. بسیاری از مطالعات تجربی این معیارها را برای کشورهایی که قصد تشکیل اتحادیه پولی داشتند اندازه‌گیری و بررسی نموده‌اند. مقاله حاضر نیز با بررسی مقالات مختلف در ادبیات این نظریه پنج معیار منطقه بهینه پولی را که بیشتر در تحلیل خوشه‌بندی فازی از آن استفاده می‌شود انتخاب کرده و یک معیار ابداعی نیز به معیارهای منطقه بهینه پولی اضافه نموده است.

همزمانی سیکل‌های تجاری، تغییرات نرخ ارز واقعی، تفاضل نرخ‌های تورم، همزمانی نرخ بهره واقعی، بازبودن تجاری و معیار ابداعی این مقاله، شاخص استقلال بانک مرکزی از جمله معیارهای OCA منتخب این مقاله برای بررسی وضعیت کشورهای اکو در امکان حصول شرایط یک منطقه بهینه پولی و یا حداقل همگرایی پولی است. ارقام بدست آمده برای هر معیار نخست نشانگر وضعیت هر کشور اکو در معیار مربوطه است، همچنین هرچه ارقام بدست آمده برای هر کشور بیشتر به یکدیگر نزدیک باشد حکایت از آن دارد که در آن معیار خاص همگرایی بیشتری میان آنها وجود دارد.

داده‌های جمع‌آوری شده برای دو دوره جداگانه (۱۹۹۹-۱۹۹۲) و (۲۰۱۰-۲۰۰۰) می‌باشد تا بستر این قضاوت را فراهم سازد که آیا وضعیت کشورهای اکو با گذشت زمان از دوره اول به دوره دوم در معیارهای منطقه بهینه پولی تغییری مثبت یا منفی کرده است؟ آیا با مقایسه ارقام بدست آمده برای معیارهای OCA می‌توان نتیجه‌گیری نمود که وضعیت کشورهای اکو و همچنین همگرایی آنها با گذار از دوره اول به دوره دوم بهبود یافته با بطور نسبی بهتر شده است؟ پاسخ به این پرسش‌ها می‌تواند فرضیه مهم این مقاله را تاحدی تأیید نماید که از آنجایی که کشورهای اکو بطور نسبی در معیارهای OCA با گذار از دوره اول به دوره دوم بهبود یافته‌اند، در نتیجه بستر همگرایی بیشتر پولی میان آنها مهیا است و باید در عمل نیز گام‌های مؤثری را نیز بردارند.

تحلیل خوشه‌بندی تکنیکی است که در آن اشیاء مختلف (در اینجا کشورهای مختلف) براساس اینکه از چه میزان شباهت یا عدم‌شباهت برخوردارند در گروه‌هایی دسته‌بندی می‌شوند. در خوشه‌بندی سنتی یک شیء یا به یک گروه تعلق دارد یا ندارد، اما در خوشه‌بندی فازی عضویت هر شیء در هر گروه بصورت درصدی و عددی بین صفر و یک است، اما چه ارتباطی میان تحلیل خوشه‌بندی فازی و معیارهای OCA یا مبحث همگرایی وجود دارد؟ اگر همگرایی کامل میان کشورهای اکو در معیارهای OCA برقرار باشد این مسئله بدین معنا است که این کشورها در معیارهای مختلف اقتصادی شباهت بسیاری بایکدیگر دارند، بنابراین این امکان وجود دارد که تمام این کشورها در یک گروه که یک منطقه بهینه پولی است دسته‌بندی شوند. از سوی دیگر، تحلیل خوشه‌بندی فازی در صورت عدم‌شباهت کامل کشورهای اکو در معیارها آنها را در چند خوشه یا گروه دسته‌بندی خواهد نمود.

همانطور که نتایج بدست آمده نشان می‌دهند، همگرایی کاملی میان کشورهای اکو در معیارهای OCA وجود ندارد، بنابراین با بکارگیری از تحلیل خوشه‌بندی، دسته‌بندی و گروه‌بندی متفاوتی را می‌توان در میان کشورهای اکو براساس مشابهت بیشتر در معیارهای OCA به وجود آورد. معمولاً تحلیل‌های خوشه‌بندی در عمل براساس الگوریتم‌های مربوطه انجام می‌گیرد. از میان الگوریتم‌های فراوانی که برای خوشه‌بندی فازی پیشنهاد شده است، الگوریتم فازی نسبت به مرکز (FCM)<sup>۱</sup> که توسط دان (۱۹۷۴) توسعه داده شد و گسترش بیشتر آن توسط بزدرک (۱۹۸۱) بوده، کاربرد بیشتری را برای مطالعه حاضر داشته است. در مبحث روش‌شناسی بطور مقتضی به این الگوریتم اشاره خواهیم نمود.

ساختار این مقاله به این صورت می‌باشد که پس از مقدمه بخشی به ادبیات نظریه OCA می‌پردازد که در آن بطور مختصر به چهار دوره تحول این نظریه اشاره خواهد شد. در بخش بعدی به پیشینه این مقاله در پنج مطالعه مشابه و نتایج بدست آمده خواهیم پرداخت. روش‌شناسی خوشه‌بندی فازی نسبت به مرکز بخش دیگر

این مقاله را به خود اختصاص می‌دهد. در این بخش با استفاده از معادلات و فرمول‌های مربوطه این رویکرد را توضیح خواهیم داد. شش معیار OCA و روش محاسبه هر یک از آنها بخش بعدی مقاله خواهد بود. در نهایت، نتایج تحقیق در دو بخش ارائه خواهد شد. در یک بخش وضعیت کشورهای اکو در معیارهای OCA بررسی خواهد شد و در بخش دیگر دسته‌بندی کشورهای اکو بر اساس الگوریتم خوشه‌بندی فازی نسبت به مرکز توضیح داده خواهد شد.

## ۲. ادبیات نظریه منطقه بهینه پولی (OCA)

مانگلی در گزارشی که برای بانک مرکزی اروپا (ECB)<sup>۱</sup> در سال ۲۰۰۲ انجام می‌دهد تقسیم‌بندی جامعی از روند تکامل نظریه OCA ترسیم نموده است که در این بخش با اقتباس از این تقسیم‌بندی و با استفاده از سایر مقالات مرتبط دوره‌های مختلف تحول نظریه OCA را بررسی خواهیم نمود. وی چهار دوره مجزا را برای نظریه OCA در نظر می‌گیرد که هر یک از این دوره‌ها، ویژگی‌ها و خصوصیات خاص خود را دارند. در این قسمت بطور مختصر به هر یک از دوره‌ها و نظریات متداول آنها اشاره خواهیم نمود.

بستر اصلی این نظریه در چارچوب مباحث هزینه و فایده نسبی نرخ‌های ارز ثابت و شناور رشد و گسترش یافت. طی یک دوره طولانی که تاکنون نیز ادامه دارد اعتقاد بر این بود که نرخ‌های ارز شناور کشورها را قادر می‌سازند تا به استقلال پولی دست یابند. این فرضیه بطور مقدماتی توسط میلتن فریدمن (۱۹۵۳) مطرح شد و سپس توسط جیمز مید (۱۹۵۵)، جانسون (۱۹۷۲) و دورنوش (۱۹۸۸) دنبال شد. فریدمن (۱۹۵۳) تمایل خود را بر نرخ ارز شناور نشان می‌دهد، چراکه از نظر وی نرخ ارز شناور بهترین ابزار جهت تعدیل شوک‌های خارجی است (هورواث، ۲۰۰۲).

در مقابل، این دیدگاه وجود دارد که بیان می‌کند میان نرخ‌های ارز کشورها و متغیرهای اقتصادی داخلی حتی اگر نرخ ارز شناور باشد همبستگی وجود دارد. مک‌کینون (۱۹۸۸، ۱۹۸۲)، مک‌کینون و تان (۱۹۸۳) و چانگ (۱۹۸۸) و بسیاری دیگر استدلال می‌کنند که پول‌های بین‌المللی تا حد بسیار زیادی به جای یکدیگر جانشین می‌شوند، یعنی این نتیجه حاصل می‌شود که بطور قطع برای همکاری‌های پولی بین‌المللی فوایدی وجود دارد و این موضوع قابل طرح است که همکاری سیاست‌های اقتصاد کلان می‌بایست بصورت بین‌المللی ایجاد شود تا نرخ‌های ارز ثابت در عمل مورد استفاده قرار گیرند. در مجموع، این نتیجه بدست می‌آید که اتحاد پولی ظرفیت‌های کشورهای عضو را محدود می‌سازد و اجازه نمی‌دهد که آنها با تسلط همه‌جانبه بر نرخ‌های ارز خود اهداف اقتصاد ملی‌شان را دنبال کنند. به‌عنوان مثال، این عملکرد باعث ایجاد همکاری سیاست‌های

اقتصاد کلان کشورها یا افزایش مفید بودن پول هریک از کشورها می‌شود. منطقه‌ای میان کشورها که تناسب خوبی برای ساختار نرخ‌های ارز ثابت دارد منطقه بهینه پولی نامیده می‌شود (نجومو، ۱۹۹۲). دوره اول که دوره پیشگامان<sup>۱</sup> نامیده می‌شود از ابتدای دهه ۱۹۶۰ تا ابتدای دهه ۱۹۷۰ ادامه دارد. رابرت ماندل (۱۹۶۱)، رونالد مک‌کینون (۱۹۶۳) و پیتر کنن (۱۹۶۹) از جمله پیشگامان این نظریه به شمار می‌روند. خصیصه اصلی این دوره، تولد ویژگی‌ها و معیارهای اولیه OCA است که تاکنون نیز حول آنها بحث‌ها و بررسی‌های فراوانی صورت گرفته است. بزرگترین مشکل این دوره این بود که نتوانست میان معیارهای مختلف OCA در قالب یک چارچوب منسجم و یکپارچه تلفیق ایجاد نمود و همچنین بسیاری از این معیارها کاربرد تجربی شفافی نداشتند.

مقایسه میان تبعات نرخ‌های ارز ثابت و شناور در عمل از اهمیت بسیاری برخوردار است. یک نظام نرخ ارز ثابت معمولاً به عنوان عامل اصلی در حفظ تعادل دوره‌ای بحران تراز پرداخت‌ها شناخته می‌شود تا زمانی که این نظام ارزی بتواند مانع ایفای نقش طبیعی تراز تجاری در فرایند تعدیل گردد. از سوی دیگر، نظام نرخ ارز شناور به عنوان ابزاری است که می‌تواند شوک‌های خارجی واقعی را خنثی نماید. این مباحث بستر نظری مقاله ماندل را تشکیل می‌دهد. ماندل در این مقاله به این سؤال پرسش پاسخ می‌دهد که آیا تمام پول‌های ملی موجود می‌توانند برای مقابله با بحران تراز پرداخت‌ها شناور شوند یا یک منطقه پول واحد اولویت دارد؟ اگر یک منطقه پول واحد اولویت دارد آنگاه سؤال این است که قلمرو مناسب برای این منطقه پولی کجاست (الترکی، ۲۰۰۷)؟ پاسخی که ماندل به این پرسش می‌دهد وابسته به تحرک و جابجایی عوامل تولید است. به اعتقاد وی مرز یک منطقه بهینه پولی را مرز ملی و سیاسی یک کشور تعیین نمی‌کند، بلکه قلمروی که در آن جابجایی عوامل تولید وجود دارد مرز منطقه بهینه پولی را مشخص می‌سازد. در نتیجه، داخل آن منطقه پولی نرخ ارز ثابت برقرار باشد و این منطقه در مواجهه با سایر مناطق و کشورها می‌بایست نرخ ارز شناور را مورد استفاده قرار دهند. مک‌کینون (۱۹۶۳) شرط بازبودن تجارت اقتصادها را برای یک منطقه بهینه پولی در نظر می‌گیرد. خصیصه‌ای که از نظر مک‌کینون تشکیل یا عدم تشکیل یک منطقه پولی را تعیین می‌کند نسبت کالاهای تجاری به غیرتجاری است. هرچه نسبت کالاهای تجاری به غیرتجاری بیشتر باشد بدین معنا است که فایده بیشتری در تشکیل یک منطقه پولی وجود دارد. با مقایسه این معیار با آنچه پیش از این ماندل مطرح نمود این نتیجه بدست می‌آید که هرچه حجم تجارت میان اعضای منطقه پولی بیشتر باشد آنگاه تحرک عوامل تولید نیز بیشتر خواهد بود، البته این بدین معنا نیست که تحرک عوامل تولید از طریق آثار دیگر تعیین نشود، به‌عنوان مثال از طریق درجه همگنی نیروی کار یا از بین رفتن موانع سیاسی و اجتماعی.

سومین تلاش حائز اهمیت در جهت نظریه منطقه بهینه پولی توسط پیتر کنن (۱۹۶۹) صورت گرفت. در این راستا، وی یکی دیگر از خصیصه‌های مهم را مطرح ساخت که بهینه بودن در تعریف ماندل را اینگونه تبیین می‌کند که آنچه مناسب بودن را برای ورود به یک منطقه پولی تعیین می‌کند ارتباط تنگاتنگی با تنوع بخشی در ترکیب تولیدات یک کشور دارد، یعنی تعداد مناطق تولید واحد که در یک کشور وجود دارد (کنن، ۱۹۶۹). هرچه تنوع محصولات در یک اقتصاد به ویژه محصولاتی که صادر می‌شوند بالاتر باشد آنگاه اقتصاد استقلال بیشتر در مقابل اختلالات خارجی خواهد داشت. به عبارت دیگر، در اقتصاد با تنوع بالای محصولات به نسبت اقتصادی با تنوع کمتر محصولات در مقابل شوک‌های خارجی عکس‌العمل کمتری بر روی موقعیت تراز پرداخت‌ها، قیمت داخلی و ثبات درآمد به وجود می‌آید. در نتیجه، این اقتصادها برای تشکیل یک منطقه پولی مساعدتر هستند.

در دوره تلفیق<sup>۱</sup> طی دهه ۱۹۷۰ مجموعه دوم تلاش‌ها جهت به هم پیوستن معیارهای OCA انجام گرفت. این دوره پیشرفت قابل توجهی را در معیارهای OCA به وجود آورد، بدین صورت که در تحلیل‌ها و بررسی‌ها این معیارها در ارتباط با یکدیگر و بصورت نسبی مورد ارزیابی قرار گرفتند. مبحث هزینه-فایده معیارهای OCA جایگاه بسیار ممتازی در مرحله دوم تلاش‌های علمی پیدا می‌کند و اقتصاددانانی همانند کردن (۱۹۷۲)، ماندل (۱۹۷۳)، ایشی‌یاما (۱۹۷۵) و تاور و ویلت (۱۹۷۶) از جمله پیشگامان این دوره محسوب می‌شوند. تلاش اصلی این نویسندگان این بود که معیارهای متفرق OCA دوره پیشگامان را در ارتباط با یکدیگر تفسیر و توضیح دهند. این تلفیق معیارهای OCA در برخی از موارد باعث تحکیم آنها شد و اندیشه جدید متفاوتی را مانند نقش شباهت شوک‌ها به وجود آورد. پس از این دو دوره نظریه OCA با یک وقفه زمانی مواجه گشت. به ویژه این نظریه با مشکل بی‌نتیجه بودن همراه شد، در حالی که معیارهای OCA جهات مختلفی را هدف قرار داده بودند. البته در کنار ضعف‌های چارچوب تحلیلی نظریه OCA در عمل نیز فرایند اتحاد پولی اروپا به کندی پیش می‌رفت.

در خلال دوره تلفیق، تحلیل معیارهای OCA و بررسی هزینه و فایده آن ساختاری منظم پیدا می‌کند. تعدادی از نویسندگان توجه بسیار خاصی نسبت به تحلیل هزینه‌ها و فایده‌های تشکیل یک منطقه پولی مبذول داشتند. مسئله بعدی، دورنمایی از توازن قطعی میان هزینه‌ها و فایده‌هایی است که شرط لازم برای تکمیل یک اتحاد پولی با یک یا تعدادی از کشورهای شریک است. در واقع، رویکرد هزینه و فایده نسبت به OCA همان عایدی‌ها و زیان‌های ثابت نگهداشتن نرخ ارز در داخل یک اتحادیه پولی است. ویلت (۲۰۰۱) بیان می‌کند که مبنای تحلیلی نظریه OCA بر اساس عواملی است که هزینه‌ها و فایده‌های نرخ ارز ثابت در مقابل شناور را

تحت تأثیر قرار می‌دهد. در خلال توسعه نظریه OCA، تحلیل هزینه‌ها و فایده‌های پیوستن به یک منطقه پولی نیز قالب ساختاری و گسترده‌تری یافت. در عمل یافتن یک توازن مشخص میان هزینه‌ها و فایده‌ها دلیل اصلی پیوستن به یک منطقه پولی است (هان، ۲۰۰۹).<sup>۱</sup>

پس از دوره تلفیق چارچوب تحلیلی نظریه OCA تا حد زیادی دچار چالش شد. برخی از نویسندگان بیان کردند که این توقف نظری به وسیله از دست رفتن سرعت حرکت به سمت اتحاد پولی در عمل قابل توجه است. زمانی که در اواسط دهه ۱۹۸۰ مجدداً علاقه نسبت تشکیل اتحاد پولی اروپا به وجود آمد هم اقتصاددانان و هم سیاستمداران نگاهی جدید به نظریه OCA انداختند. با وجود این شرایط برخی از پیشرفت‌های آهسته نظری و تجربی منجر به یک ارزیابی مجدد هزینه و فایده تشکیل اتحادیه پولی شد. در مجموع، قضاوت‌ها به نفع شکل‌گیری اتحادیه پولی رقم خورد. هم‌اکنون به نظر می‌رسد که با وجود از دست دادن استقلال سیاست‌های اقتصاد کلان داخلی، پیوستن به اتحادیه پولی هزینه کمتری دارد با وجود اینکه این هزینه از دست دادن استقلال سیاست‌های اقتصاد کلان داخلی است. در حال حاضر، تأکید فراوان بر فایده‌های منطقه پولی است. دوره ارزیابی مجدد<sup>۲</sup> از OCA طی دهه ۱۹۸۰ تا ابتدای دهه ۱۹۹۰ منجر به یک نظریه جدید منطقه بهینه پولی گردید.

فرانکل و رز (۱۹۹۸) طی دوره ارزیابی مجدد در مقاله‌ای تحت عنوان "درون‌زا بودن معیارهای منطقه بهینه پولی" دیدگاه جدیدی را نسبت به نظریه OCA بنیان‌گذارند. براساس نظریات قبلی، مناسب بودن یک کشور برای ورود به یک اتحادیه پولی به تعدادی شرایط اقتصادی بستگی دارد. به‌عنوان مثال، این شرایط عبارتند از شدت تجارت با سایر اعضای بالقوه اتحادیه پولی و میزانی که سیکل‌های تجاری داخلی یک کشور با سیکل‌های تجاری سایر کشورها همبستگی دارد. اما از نظر فرانکل و رز (۱۹۹۸) الگوهای تجارت بین‌الملل و همبستگی سیکل تجاری بین‌المللی متغیرهایی دورن‌زا هستند، بدین معنا که اگر ابتدا به تشکیل اتحادیه پولی پرداخته شود خودبه‌خود و بصورت درون‌زا شرایط اقتصادی مورد نیاز ذکر شده مانند شدت تجارت و همزمانی سیکل تجاری به وجود خواهند آمد.

۱. دی‌گرو (۱۹۹۷) استدلال می‌کند که هزینه‌ها و فایده‌های پیوستن به یک منطقه پولی می‌تواند هم در سطح خرد و هم کلان پدیدار شود. هزینه‌های پیوستن به یک منطقه مشترک پولی اغلب در سطح اقتصاد خرد اتفاق می‌افتد. یک پول مشترک منجر به فایده‌هایی در کارایی اقتصادی می‌شود که دو منشأ دارد. منشأ اول عبارت است از اینکه یک پول مشترک می‌تواند هزینه‌های معاملات را از میان ببرد. منشأ دوم اینکه یک پول مشترک می‌تواند ناطمینانی را در ریسک‌های نرخ ارز از میان بردارد. آلسینا، بارو و تریرو (۲۰۰۲) بیان می‌کنند که هزینه‌های مرتبط با از دست دادن استقلال پولی همچنین بستگی به قراردادهای آشکار و پنهانی دارد که می‌توان میان طرفین قرارداد تنظیم کرد.

## 2. Reassessment Phase



دوره چهارم دوره مطالعات تجربی<sup>۱</sup> است که از ۲۰ سال گذشته تاکنون ادامه داشته است. در این دوره، تعدادی از مطالعات تجربی متأخری که بر معیارهای مختلف OCA صورت گرفته است مورد توجه مجدد قرار می‌گیرد. رشد و پیشرفت این مطالعات تجربی به دلیل ابداعات نظریه پردازانه دوره قبلی، پیشرفت‌های رخ داده در تکنیک‌های اقتصادسنجی و انگیزه جدید و پیش‌رونده‌ای که نسبت به اتحاد پولی و اقتصادی اروپا بوده، رخ داده است. این مطالعات تجربی به دنبال یافتن این مسئله هستند که چرا گروهی از کشورهای مشخص می‌توانند یک منطقه بهینه پولی را به وسیله تحلیل و مقایسه یکسری معیارهای مختلف OCA و با توسل به تعدادی از تکنیک‌های اقتصادسنجی تشکیل دهند؟ بنابراین، آنها عملیاتی کردن نظریه OCA<sup>۲</sup> را هدف قرار داده‌اند. مطالعات در این دوره بیشتر بر اروپا متمرکز شده و بر همین اساس مجموعه‌ای از آمار، تحقیقات و اطلاعات در زمینه اتحادیه اروپا شکل گرفته است. با این وجود، بسیاری از مطالعات که به بررسی معیارهای OCA می‌پردازند موانع این مسئله را نیز ضرورتاً مورد بررسی قرار می‌دهند.

موضوع واکنش‌های نامتقارن به شوک‌های خارجی یکی از مهم‌ترین مسائل بررسی شده در تحلیل‌های تجربی معیارهای OCA می‌باشد. بسیاری از این مطالعات تجربی بر این موضوع تمرکز یافته‌اند که کدام کشورها گزینه مناسب برای پیوستن در یک اتحاد پولی برحسب شوک‌های خارجی هستند. شباهت شوک‌ها و سیاست واکنش به شوک‌ها تقریباً یکی از معیارهای OCA است که دیگر معیارها را نیز در بر می‌گیرد یا یک معیار مافوق سایر معیارهاست، بطوری که آثار متقابل میان چندین معیار را در بر می‌گیرد (مسین و تیولور، ۱۹۹۱).<sup>۳</sup> ایده اصلی اینست که اگر وقوع شوک‌های عرضه و تقاضا و سرعتی که اقتصاد تعدیل می‌شود- همچنین واکنش سیاستی در مقابل شوک را در نظر بگیریم- در میان کشورهای شریک یکسان باشد آنگاه نیاز برای

## 1. Empirical Research Phase

### 2. Operationalize the OCA Theory

۳. به‌عنوان مثال، اقصادهای جدا جدا و باز تمایل دارند که بیشتر جدا از هم باشند و احتمالاً با شوک‌های واحد کوچک‌تری نیز مواجه می‌شوند. زمانی که شوک‌ها در مواجهه با اقصادها قرار می‌گیرند انعطاف‌پذیری قیمت و دستمزد می‌تواند به سرعت فرایند تعدیل را فراهم سازد. اگر انعطاف‌پذیری بالا کافی نباشد و منابع کماکان پس از شوک برجای مانده باشند تحرک بالای عوامل تولید (شامل نیروی کار) همچنین فرایند تعدیل را تسهیل می‌کند( البته ممکن است زمان بیشتری را نیاز داشته باشد). با این حال، اگر اقصاد مسیر بازگشت به تعادل را طی نکند(اگر شوک اثری بلندمدت داشته باشد) یک درجه بالای اتحاد بازار مالی می‌تواند مسیر دارایی‌های بخش خصوصی را بیمایند و فرایند آهسته تعدیل را میسر سازد (اما جایگزین آن نمی‌شود). تمام سیاست‌های اقتصادی ملی نقشی را در واکنش به شوک‌ها ایفا می‌کنند (به عبارت دیگر از طریق سطح بخش مالی) اما می‌توانند تا حد زیادی برحسب زمان، قدرت و اجرا در میان کشورهای متفاوت عمل کنند. این مسئله باعث می‌شود که در عمل واکنش‌های متفاوتی را نسبت به شوک‌ها به وجود آورد حتی اگر شوک اولیه در میان کشورهای رقیب یکسان باشد. طبقه‌بندی دقیق شوک‌ها در مقالات امرسون و سایرین (۱۹۹۲)، OECD (۱۹۹۹) و دی گرو (۲۰۰۰) قابل مطالعه است.

استقلال سیاستگذاری کاهش می‌یابد و خالص فایده‌ها در تشکیل پول واحد افزایش خواهد داشت. در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ این مطالعات از اولویت بیشتری برخوردار شدند، چراکه تکنیک‌های اقتصادسنجی به شدت پیشرفت کرده بودند (بانک مرکزی اروپا، ۱۹۹۹).

مقاله اولیه بایومی و ایچن‌گرین (۱۹۹۳) مجموعه‌ای از ادبیات شوک‌های عرضه و تقاضای متقارن در سطح ملی را بررسی می‌کند، آنها از مدل خودهمبستگی برداری ساختاری (SVAR)<sup>۱</sup> بلانچارد و گواه (۱۹۸۹) در این راستا استفاده کردند. بایومی و ایچن‌گرین (۱۹۹۶) همبستگی مثبتی را میان شوک‌های بنیادین در اتریش، آلمان، دانمارک، فرانسه، کشورهای بنلوکس (اتحادیه کمرگی بلژیک، هلند و لوکزامبورگ) و سوئیس یافتند. ایچن‌گرین و بایومی (۱۹۹۹) و بایومی و ایچن‌گرین (۱۹۹۴) دریافتند که تفاوت اندکی میان هر دو شوک نامتقارن اروپا و آسیای شرقی وجود دارد. نتایج مقاله بایومی و مارو (۱۹۹۹) نیز در همان راستا بود. دمرتیس، هیوگس و رامل (۲۰۰۰) برخی شواهد مبنی بر تقارن کلی شوک‌های میان کشورهای اروپایی را یافتند. با این حال، همبستگی شوک‌ها میان یک گروه مرکز اصلی (شامل اتریش، فرانسه، آلمان، بلژیک، هلند، دانمارک و لوکزامبورگ) در مقایسه با یک گروه پیرامونی بسیار قوی‌تر بود (شامل انگلستان، یونان، ایرلند، پرتغال، اسپانیا، فنلاند و سوئیس).

منطبق بر مقاله آرتیس و زهانگ (۱۹۹۷) یک سلسله ادبیات پیش‌رو، درجه همزمانی میان سیکل‌های تجاری کشورهای اروپایی را اندازه‌گیری کردند، البته پس از جدا کردن مؤلفه‌های سیکلی از روندی که سری‌های زمانی اقتصادکلان در پیش گرفته بودند. لی و همکاران (۲۰۰۲) یک روش‌شناسی برای ارزیابی سه شوک متفاوت اثبات کردند. نگ (۲۰۰۲) و زهانگ و سایرین (۲۰۰۴) روش‌شناسی VAR ساختاری را گسترش دادند. بک و سانگ (۲۰۰۱) تلاش کردند تا گزینه‌های مناسبی برای اتحاد پولی در میان کشورهای آسیای شرقی پیدا کنند. آن و همکاران (۲۰۰۶) یک رویکرد VAR ساختاری همانند رویکرد برابری قدرت خرید تعمیم‌یافته مورد استفاده قرار داده‌اند.

### ۳. پیشینه تحقیق

بریکو (۲۰۰۳) در مقاله خود آمادگی کشورهای اروپای شرقی مرکزی (CEECs)<sup>۲</sup> در حال پیوستن به EMU را با استفاده از تحلیل خوشه‌بندی فازی مورد بررسی قرار می‌دهد. متغیرهایی که وی در الگوریتم خود بکار گرفت از معیارهای معاهده ماستریخ (همگرایی اسمی) و نظریه منطقه بهینه پولی (OCA) (همگرایی واقعی) استخراج شده بودند. نتایج مقاله وی نشان می‌دهد که استونی و اسلونی در هر دو همگرایی اسمی و واقعی کشورهای

1. The Structural Vector-Autoregression Model  
2. Central and East Europe Countries

پیشرو محسوب می‌شوند، در حالی که سایر کشورها از ابتدای پیوستن یعنی سال ۱۹۹۸ نتایج اندکی آن هم در همگرایی واقعی بدست آورده‌اند. لازم به ذکر است که لهستان از گروه کشورهای پیشرو طی این سال‌ها کنار گذاشته شده است که به دلیل عملکرد بسیار ضعیف اقتصادی وی بوده است.

تسنگراد و کورشی (۲۰۰۶) بدنبال آن است که همگرایی کشورهای بیشتری از منطقه غرب آفریقا را برای پیوستن به اتحادهای پولی موجود مورد بررسی قرار دهد. برای این منظور، از تکنیک خوشه‌بندی فازی بر روی مجموعه از متغیرها استفاده شده است که از معیارهای همگرایی نظریه مناطق بهینه پولی بدست آمده‌اند. در نهایت، یافته‌های این مقاله نشان می‌دهند که عدم‌مشابهت قابل‌ملاحظه‌ای در ویژگی‌های اقتصادی کشورهای واقع در غرب و مرکز آفریقا وجود دارد. به ویژه اینکه کشورهای منطقه پولی غرب آفریقا (WAMZ)<sup>۱</sup> نمی‌توانند دسته‌ای را با کشورهای اتحاد پولی و اقتصادی غرب آفریقا (WAEMU)<sup>۲</sup> تشکیل دهند، در حالی که در داخل WAMZ ضعف همگرایی معناداری وجود دارد. به علاوه، زمانی که کشورهای غرب و مرکز آفریقا با یکدیگر در نظر گرفته شوند وجود عدم‌تجانس معناداری در داخل منطقه فرانک CFA بدست می‌آید و مقاداری مشابهت قابل‌ملاحظه میان کشورهای جامعه پولی و اقتصادی مرکز آفریقا (CEMAC)<sup>۳</sup> و WAMZ وجود دارد.

نگوین (۲۰۰۷) در این مقاله تلاش می‌کند که درجه همگرایی و آمادگی کشورهای شرق آسیا را برای تشکیل یک اتحاد پولی براساس معیارهای چندگانه OCA مورد بررسی و آزمون قرار دهد. این مجموعه کشورها شامل ژاپن، کره، چین، هنگ‌کنگ، تایوان، سنگاپور، مالزی، تایلند، اندونزی و فیلیپین می‌باشد. وی در این مقاله از تکنیک خوشه‌بندی فازی استفاده می‌کند. وی در مقاله خود درمی‌یابد که کشورهای شرق آسیا همگرایی کافی ندارند و می‌توان آنها را براساس درجه معناداری فازی (ضریب عضویت) به چهار دسته تقسیم نمود. وی هیچ‌گونه روند همگرایی قابل‌ملاحظه‌ای از داده‌ها بدست نمی‌آورد. در واقع، به نظر می‌رسد که کشورهای شرق آسیا از زمان بحران مالی منطقه‌ای واگرایی زیادی نشان می‌دهند. بنابراین، نگوین امکان تشکیل یک اتحاد پولی را میان کشورهای شرق آسیا در آینده‌ای نزدیک را مورد تردید قرار می‌دهد.

هدف مطالعه اوزر و اوزکان (۲۰۰۷) در مقاله خود تحلیل و بررسی ترکیه و کشورهای اتحادیه پولی و اقتصادی اروپا (EMU) براساس معیارهایی بود که نظریه مناطق بهینه پولی ارائه می‌کرد. همچنین، آنها معیارهای بدست آمده از دو روش فیلترسازی هودریک-پرسکات (H-P)<sup>۴</sup> و فیلترسازی باکستر-کینگ (B-K)<sup>۵</sup> را با

1. The West African Monetary Zone
2. The West Africa Economic and Monetary Union
3. The Economic and Monetary Community of Central Africa
4. Hodrick-Prescott
5. Baxter-King

یکدیگر مورد مقایسه قرار می‌دهند. به همین جهت، اورز و اوزکان از تکنیک بسیار جدید خوشه‌بندی فازی نسبت به مرکز با سطوح فازی بودن بالا و پایین استفاده نموده‌اند. نتیجه مقاله نشان می‌دهد که با استفاده از تکنیک فیلترسازی H-P و با انتخاب مقدار پارامتر هموارسازی مناسب می‌توان خوشه‌های قابل قبولی در میان کشورهای اروپایی، کشورهای در حال پیوستن و کشورهای منتخب برای پیوستن همچون ترکیه ایجاد کرد. سونگ و وانگ (۲۰۰۹) که در مقاله خود بر اساس معیارهای نظریه OCA پول واحد آسیایی (ACU) را برای کشورهای ASEAN+3 بررسی می‌کنند، چین را به عنوان کشور مرجع انتخاب و در روش شناسی خود هم از خوشه‌بندی فازی و هم خوشه‌بندی سلسله مراتبی استفاده نموده‌اند. این مقاله به این نتیجه رسید که کشورهای ژاپن، کره جنوبی، هنگ‌کنگ، مالزی، فیلیپین، سنگاپور، تایلند، کامبوج و ویتنام بیشترین همگرایی را با چین دارند و این کشورها بیشترین شباهت را برای عضویت در اتحاد پولی آسیایی<sup>۱</sup> دارند.

#### ۴. روش‌شناسی خوشه‌بندی فازی نسبت به مرکز (FCM)

تحلیل خوشه‌بندی روش‌هایی را شامل می‌شود که با استفاده از آنها داده‌های چندمتغیری را در میان گروه‌ها یا خوشه‌ها سازمان می‌دهد، البته بر اساس همگنی میان اشیاء بطوری که مواردی که در گروه یکسان قرار می‌گیرند از شباهت بسیار زیادی برخوردار هستند و مواردی که در گروه‌های دیگر دسته‌بندی می‌شوند از عدم‌مشابهت زیادی برخوردارند. در این مقاله از الگوریتم خوشه‌بندی فازی استفاده می‌شود که مانند الگوریتم خوشه‌بندی سخت<sup>۲</sup> نیست که در آن هر شیء تنها به یک زیرگروه نسبت داده شود. تحلیل خوشه‌بندی فازی ابزاری بسیار مناسب برای تحلیل داده‌هایی است که در آنها پیچیدگی و ابهام مستتر است. این روش برای ظاهر کردن شباهت‌های ساختار اقتصادی داده‌ها میان کشورها بکار گرفته می‌شود و به معرفی زیرگروه‌های همگن کشورها با توجه به مجموعه معیارهای اقتصادی می‌پردازد (بریکو، ۲۰۰۲).

الگوریتم خوشه‌بندی فازی روش متمایزی میان الگوریتم‌های خوشه‌بندی در نظر گرفته می‌شود. این روش اغلب بهترین روش برای داده‌هایی محسوب می‌شود که حد و مرز نامشخص و تعریف‌نشده‌ای میان خوشه‌های آن وجود دارد، چراکه داده‌های واقعی اغلب هیچ تمایز دقیقی برای قرار گرفتن در خوشه‌ها ندارند. خوشه‌بندی فازی درجه‌ای را نشان می‌دهد که یک شیء به یک خوشه تعلق می‌گیرد و الگوریتم مربوطه ضرایب عضویت را محاسبه می‌کند. این ضرایب به وسیله درجه تعلق داشتن در گستره صفر تا یک اندازه‌گیری می‌شوند. خوشه‌بندی فازی روشی مناسب‌تر نسبت به خوشه‌بندی سخت محسوب می‌شود، چراکه این روش اطلاعات جزئی‌تری را در مورد ساختار داده‌ها ارائه می‌کند. الگوریتم خوشه‌بندی فازی نسبت به مرکز یکی از مهم‌ترین

1. Asian Currency Union  
2. Hard Clustering Algorithm

روش‌های برجسته میان الگوریتم‌های موجود محسوب می‌شود. خوشه‌بندی فازی نسبت به مرکز به طبقه‌بندی داده‌ها میان خوشه‌ها نسبت به مرکز هر خوشه می‌پردازد، بطوری که به هر کشور ارزشی میان صفر تا یک به عنوان مقدار عضویت در آن خوشه نسبت می‌دهد. مقادیر عضویت نشان‌دهنده درجه تعلق داشتن هر کشور به هر یک از خوشه‌هاست. هرچه مقدار عضویت بیشتر باشد، درجه تعلق داشتن به یک خوشه نیز افزایش می‌یابد. در ادامه، به مباحث و فرمول‌های ریاضی این خوشه‌بندی اشاره خواهیم نمود.

فرض کنید که مجموعه داده‌ها شامل  $N$  شیء (کشورهای اتحاد پولی در مورد این رساله) با  $h$  متغیر برای هر شیء  $i$  باشد. اشیاء (کشورها) بصورت  $X_{nh} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  نشان می‌دهیم که در آن  $x_i$  بردار متغیرها برای شیء  $i$  است،  $x_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ih}\}$ ، فرض کنید که بخواهیم اشیاء را به  $C$  خوشه دسته‌بندی کنیم. هر خوشه توسط مرکز  $v_i$  ( $i=1, 2, \dots, C$ ) نشان داده می‌شود. الگوریتم FCM ماتریس  $U=[u_{ik}]$  را با  $N \times C$  ضرب عضویت فازی ایجاد می‌کند (درجه عضویت فازی هر شیء به هر خوشه)، بطوری که حاصل جمع مجذور فاصله اقلیدسی میان اشیاء و مرکز خوشه را حداقل می‌کند. تابع هدفی قرار است حداقل شود بصورت:

$$Q = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^N u_{ik}^m d_{ik}^2 \quad (1)$$

$$d_{ik} = d(x_i, v_k) = \left[ \sum_{j=1}^m (x_{ij} - v_{kj})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

که در آن،  $d_{ik}$  فاصله اقلیدسی میان اشیاء ( $x_k$ ) و مرکز خوشه ( $v_i$ ) را نشان می‌دهد. در واقع، این فاصله میزان عدم مشابهت اشیاء را با مرکز خوشه‌ها نشان می‌دهد.  $u_{ik}$  ضرب عضویت فازی شیء  $i$  به خوشه  $k$  را نشان می‌دهد که این ضرب عددی بین صفر و یک است. ضرب صفر بیانگر عدم تعلق شیء (کشور) به یک خوشه است و ضرب یک نشان‌دهنده تعلق کامل شیء (کشور) به یک خوشه است، اما اغلب ضرایب عددی بین این دو مقدار خواهند بود. فازی بودن این نوع خوشه‌بندی باعث می‌شود که بیشتر این ضرایب عددی بین صفر و یک باشد. البته این تابع هدف باید نسبت به قیود احتمالات زیر حداقل شود:

$$\sum_{k=1}^c \mu_{ik} = 1, \quad k = 1, 2, \dots, N \quad (3)$$

$$0 < \sum_{k=1}^N \mu_{ik} < N, \quad i = 1, 2, \dots, c \quad (۴)$$

الگوریتم FCM برای بدست آوردن ضرایب عضویت فازی برای هر کشور از یک مسئله بهینه‌یابی استفاده می‌کند که در آن یک تابع هدف نسبت به متغیر  $u_{ik}$  و  $v_i$  و مقید به قیود ۳ و ۴ قرار است حداقل شود. بر اساس دانش ریاضی برای حل یک مسئله بهینه‌یابی مقید باید ابتدا تابع لاگرانژ را تشکیل داد. سپس، از تابع لاگرانژ نسبت به متغیرها و ضریب لاگرانژ مشتق گرفته می‌شود و این مشتقات برابر صفر قرار داده می‌شود. با استفاده از عملیات جبری متغیرهای مجهول این مسئله بهینه‌یابی یعنی  $u_{ik}$  و  $v_i$  بدست خواهد آمد. در اینجا مراحل ذکر شده را بررسی خواهیم کرد، ابتدا تابع لاگرانژ را تشکیل می‌دهیم:

$$v = \sum_{i=1}^c u_{it}^m d_{it}^2 - \lambda \left( \sum_{i=1}^c u_{it} - 1 \right) \quad (۵)$$

که در آن،  $\lambda$  ضریب لاگرانژ است و حال باید مشتقات تابع لاگرانژ را نسبت به متغیرهای آن گرفته و مساوی صفر قرار دهیم. ذکر یک نکته در مورد جبر ماتریس‌ها و مشتق ماتریس در مورد این فرمول‌ها لازم است. هنگام مشتق‌گیری از ماتریس‌ها عملیات مشتق‌گیری از یک درایه ماتریس انجام می‌گیرد که برای کل درایه‌ها نیز قابل تعمیم است. در نتیجه، ابتدا می‌بایست از تابع لاگرانژ نسبت به  $u_{ik}$  مشتق بگیریم که به دلیل ذکر شده از یک درایه  $u_{st}$  مشتق گرفته می‌شود:

$$\frac{\partial v}{\partial u} = m u_{st}^{m-1} d_{st}^2 - \lambda = 0 \quad (۶)$$

حال از این فرمول مقدار  $u_{st}$  را پیدا می‌کنیم:

$$u_{st} = \left( \frac{\lambda}{m} \right)^{\frac{1}{(1-m)}} \frac{1}{(d_{st})^{m-1}} \quad (۷)$$

حال اگر قید  $\sum_{j=1}^c \mu_{jt} = 1$  را در نظر بگیریم و فرمول فوق را در آن جایگذاری کنیم خواهیم داشت:

$$\left( \frac{\lambda}{m} \right)^{\frac{1}{(m-1)}} \sum_{j=1}^c \frac{1}{(d_{jt})^{m-1}} = 1 \quad (۸)$$

اکنون می‌توان از این معادله ضریب لاگرانژ  $\lambda$  را بدست آورد:

$$\left(\frac{\lambda}{m}\right)^{\frac{1}{m-1}} = \frac{1}{\sum_{j=1}^c \frac{1}{(d_{jt})^{\frac{2}{m-1}}}} \quad (9)$$

حال اگر فرمول (۹) را در فرمول (۷) جایگذاری کنیم مقدار  $u_{st}$  بدست می‌آید:

$$u_{st} = \frac{1}{\sum_{j=1}^c \left(\frac{d_{st}}{d_{jt}}\right)^{\frac{2}{m-1}}} \quad (10)$$

همانطور که اشاره شد،  $u_{st}$  یکی از متغیرهای اصلی این مسئله بهینه‌سازی است. این معادله نشان می‌دهد که چگونه می‌توان از فاصله‌های اقلیدسی هر شیء (کشور) با مرکز خوشه‌ها درجه عضویت فازی آن شیء (کشور) را در خوشه بدست آورد. از این معادله در محاسبه درجه‌های عضویت فازی کشورهای عضو اکو در خوشه‌ها استفاده خواهد شد.

همانطور که گفتیم این مسئله بهینه‌یابی دارای دو متغیر اصلی یا مجهول است. در قسمت قبلی نسبت به  $u_{st}$  (یعنی یکی از درایه‌های  $u_{ik}$ ) مشتق‌گیری صورت گرفت و در این قسمت باید نسبت به  $v_s$  (یعنی یکی از درایه‌های  $v_i$ ) مشتق‌گیری صورت گیرد که نتیجه این مشتق‌گیری را اگر برابر صفر قرار دهیم خواهیم داشت:

$$2 \sum_{k=1}^N u_{sk}^m (x_k - v_s) = 0 \quad (11)$$

که از این فرمول بدست می‌آید:

$$v_s = \frac{\sum_{k=1}^N u_{sk}^m x_k}{\sum_{k=1}^N u_{sk}^m} \quad (12)$$

این معادله رابطه‌ای میان مرکز خوشه‌ها و درجه عضویت فازی اشیاء یا کشورها را نشان می‌دهد. در الگوریتم خوشه‌بندی فازی نسبت به مرکز ابتدا با مرکز اولیه خوشه برای کشورها درجه عضویت

فازی استخراج می‌شود و سپس با استفاده از فرمول (۱۲) مجدداً مرکز جدید خوشه‌ها بدست می‌آید. این فرایند تکرار می‌شود تا نتایج بدست آمده بهترین وضعیت را داشته باشند. در این الگوریتم باید تعداد خوشه‌های از قبل معین باشد. برای تعیین تعداد بهینه خوشه‌ها بالاسکو، ابونی و فیل (۲۰۰۴) پیشنهاد می‌کنند که باید نتایج شاخص‌های چندگانه با یکدیگر مقایسه شود، یعنی شاخص‌هایی که مفید بودنشان برای خوشه‌های بدست آمده در ادبیات موضوع مورد ارزیابی قرار گرفته است. آنها دو شاخص مهم ضرایب افراز دان (DPC)<sup>۱</sup> و گستره طرح<sup>۲</sup> استفاده کردند تا تعداد بهینه خوشه‌ها را تعیین نمایند و کارایی تحلیل‌ها مورد ارزیابی قرار گیرد. ضرایب افراز دان بصورت حاصل جمع مجذور تمام ضرایب عضویت تقسیم بر تعداد اشیاء در داده‌ها تعریف می‌شود که بصورت زیر است:

$$DPC = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^c u_{ik}^2}{N} \quad (13)$$

از آنجایی که خوشه‌بندی کاملاً فازی است، در نتیجه DPC باید برابر با  $1/c$  باشد. با این حال، زمانی که هر شیء دارای ضریب عضویت یک در یک خوشه و صفر در سایر خوشه‌ها باشد، آنگاه خوشه‌بندی فازی مشابه خوشه‌بندی سخت و DPC برابر یک می‌شود. گستره طرح یکی دیگر از ابزارهاست که به ارزیابی چگونگی طبقه‌بندی مناسب داده‌ها می‌پردازد. گستره طرح  $S(i)$  برای  $X_i$  بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$S(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max[a(i), b(i)]}; \quad -1 \leq S(i) \leq 1 \quad (14)$$

که در آن،  $a(i)$ : نشان‌دهنده میانگین عدم‌مشابهت  $X_i$  در داخل یک خوشه،  $b(i)$ : نشان‌دهنده کوچکترین عدم‌مشابهت میان  $X_i$  و سایر خوشه‌ها است. مقداری از  $S(i)$  که به یک نزدیک شود نشان می‌دهد که شیء بطور مناسب طبقه‌بندی شده است؛ ارزشی از  $S(i)$  که به صفر نزدیک می‌شود متضمن این است که  $a(i)$  و  $b(i)$  تقریباً با یکدیگر برابر هستند و بیانگر آن است که واضح نیست کدام شیء به کدام خوشه تعلق دارد و مقداری از  $S(i)$  که به  $-1$  نزدیک می‌شود نشانگر این است که عدم‌مشابهت در داخل خوشه بیشتر از کوچکترین عدم‌مشابهت در سایر خوشه‌ها است، شیء اشتباهی طبقه‌بندی شده است. در این مقاله از هر دو شاخص برای ارزیابی تعداد بهینه خوشه‌های استفاده شده است.

1. The Dunn Partition Coefficient
2. The Silhouette Width



## ۵. معیارهای منتخب OCA

معیارهای پنج‌گانه اشاره شده در مقدمه همگی در مقالات پیشینه تحقیق و مقالات دیگر مورد استفاده بوده‌اند، اما معیار ششم یعنی شاخص استقلال بانک مرکزی از دولت ابداعی این مقاله است. به لحاظ نظری رفتن به سمت یک منطقه بهینه پولی باعث از دست دادن استقلال پولی داخلی کشورها می‌شود، اما تشکیل یک اتحادیه پولی دارای دو مرحله است: مرحله قبل از تشکیل و مرحله بعد از تشکیل اتحادیه پولی. چون تشکیل یک منطقه بهینه پولی باعث از دست دادن استقلال پولی داخلی می‌شود در مرحله قبل از تشکیل هرچه بخش پولی و در رأس آن بانک مرکزی از بخش مالی و دولت مستقل باشد می‌تواند مراحل پیوستن به یک اتحادیه پولی یا منطقه بهینه پولی را با سهولت و اطمینان بیشتر پشت سر بگذارد. در نتیجه، هرچه شاخص استقلال بانک مرکزی برای کشورهای اکو بالاتر باشد آنها در مسیر از دست دادن استقلال پولی داخلی خود و تشکیل یک اتحادیه پولی موفق‌تر عمل خواهند کرد. در این قسمت، با اشاره به این شش معیار و روش محاسبه آنها مختصراً به هر یک خواهیم پرداخت.

الف) همزمانی سیکل‌های تجاری: بر اساس دیدگاه ماندل (۱۹۶۱)، مؤسس نظریه OCA، زمانی گروهی از کشورها از تشکیل یک اتحادیه پولی نفع خالص بیشتری خواهند برد که دو پیش‌زمینه مهم را دارا باشند. نخست اینکه سیکل‌های تجاری بین آنها متقارن باشد، یعنی در مواجهه با شوک‌های بیرونی واکنش یکسانی نشان دهند که این مسئله زمینه ایجاد یک اتحادیه پولی با اتخاذ سیاست‌های هماهنگ پولی را فراهم می‌سازد. دوم اینکه عوامل تولید باید بتوانند جابجایی و تحرک کامل داشته باشند. به همین دلیل یکی از معیارهای مهم مورد بررسی برای تشکیل یک اتحادیه پولی همزمانی سیکل‌های تجاری است. در این مقاله از میانگین ضریب همبستگی متقاطع مؤلفه سیکلی GDP واقعی کشورهای اکو طی دو دوره (۱۹۹۲-۱۹۹۹) و (۲۰۱۰-۲۰۰۰) به‌عنوان شاخص همزمانی سیکل‌های تجاری استفاده خواهیم نمود. وضعیت معیارهای OCA را طی دو دوره بررسی می‌کنیم تا قضاوت کنیم که با گذشت زمان چه تغییری میان کشورهای اکو رخ داده است. برای روندزدایی از سری GDP واقعی از فیلترسازی هودریک-پرسکات (H-P) بهره برده‌ایم. لازم به ذکر است که مطابق مقاله اوزر و اوزکان (۲۰۰۷) از پارامتر هموارسازی ۵۰۰۰ برای فیلترسازی استفاده می‌کنیم. همانطور که می‌دانیم ضریب همبستگی عددی بین -۱ و +۱ است که +۱ نشان‌دهنده همبستگی مثبت کامل و -۱ نشان‌دهنده همبستگی منفی کامل است.

ب) تغییرات نرخ ارز واقعی: آرتیس و زهانگ (۱۹۹۵) مطرح می‌کنند که کاهش تغییرات نرخ ارز واقعی نشان‌دهنده عدم وجود شوک‌های نامتقارن، هماهنگی زیاد سیکل‌های تجاری و در نتیجه شرایط جدی‌تر برای تشکیل اتحادیه پولی است. تغییرات نرخ ارز معیاری است که نشان می‌دهد آیا کشورها

هماهنگی لازم برای تشکیل یک اتحاد پولی دارند یا خیر؟ وجود یک نرخ ارز متعادل میان اعضاء یک اتحادیه پولی باعث می‌شود که تعداد شوک‌های ایجاد شده کاهش یابد. سطح پایین تغییرات نرخ ارز واقعی نشان می‌دهد که کشورها برای تشکیل یک اتحاد پولی مناسب هستند. در این مقاله انحراف معیار تفاضل لگاریتمی نرخ ارز واقعی کشورهای اکو طی دو دوره (۱۹۹۹-۱۹۹۲) و (۲۰۱۰-۲۰۰۰) برای این معیار بکار برده شده است. لازم به ذکر است که نرخ ارز واقعی از روش برابری قدرت خرید (PPP) و با استفاده از شاخص قیمت مصرف‌کننده (CPI) و نرخ ارز اسمی محاسبه شده است.

ج) تفاضل نرخ‌های تورم: اگر مشابهت و نزدیکی حداکثری میان نرخ‌های تورم کشورهای اکو وجود داشته باشد تفاضل نرخ‌های تورم کاهش خواهد یافت، آنگاه تثبیت نرخ‌های ارز اسمی این کشورها به یکدیگر و تشکیل یک اتحادیه پولی میان آنها را آسان‌تر و سهل‌تر می‌سازد. یکی شدن پول‌ها و تشکیل یک اتحادیه پولی در نهایت منجر به یکی شدن و کاهش نرخ‌های تورم کشورهای عضو می‌شود، در نتیجه هرچه نرخ‌های تورم کشورها از قبل بیشتر به یکدیگر نزدیکتر باشند در مراحل بعدی همگرایی بهتری خواهند یافت. در این مقاله قدر مطلق تفاضل میانگین تورم کشورهای اکو از میانگین کل تورم طی دو دوره مذکور به عنوان معیار تفاضل نرخ‌های تورم محسوب می‌شود. نرخ تورم کشورهای اکو با استفاده از شاخص قیمت مصرف‌کننده محاسبه شده است.

د) همزمانی نرخ‌های بهره واقعی: همزمانی نرخ‌های بهره واقعی نشان‌دهنده همکاری سیاست‌های پولی میان کشورهای منطقه‌ای است که قصد دارند اتحادیه پولی تشکیل دهند. به عبارت دیگر، هرچه همبستگی نرخ‌های بهره واقعی کشورها بیشتر باشد هزینه‌های تشکیل یک اتحادیه پولی کمتر خواهد بود. تمام کشورهای عضو اکو از جمله کشورهای اسلامی به شمار می‌روند که نسبت به نرخ بهره و بازار اوراق قرضه محدودیت قانونی دارند، در نتیجه برای اغلب این کشورها به جای نرخ بهره، نرخ سپرده و نرخ وام بانکی این کشورها در نظر گرفته‌ایم. فقدان داده برای تمام سال‌های مورد بررسی برای نرخ بهره واقعی کشورهای اکو یکی دیگر از محدودیت‌های این تحقیق است. در این میان، هیچ داده‌ای برای دو کشورهای ترکمنستان و ازبکستان به عنوان نرخ بهره یافت نشد. دو کشور افغانستان و آذربایجان طی دوره (۱۹۹۹-۱۹۹۲) به دلیل کافی نبودن داده ضریب همبستگی محاسبه نشد.

ه) درجه بازبودن تجاری: مک‌کینون (۱۹۶۳) استدلال می‌کند که بازبودن تجاری یک اقتصاد یکی از مهم‌ترین عوامل در تعیین امکان‌پذیری تشکیل اتحاد پولی محسوب می‌شود. هرچه درجه بازبودن اقتصاد بیشتر باشد نوسانات در قیمت‌های بین‌المللی کالاهای تجاری بیشتر به هزینه‌های زندگی داخلی منتقل می‌شود. همچنین، کاهش ارزش پول با سرعت بیشتری به قیمت کالاهای تجاری و هزینه‌های

زندگی منتقل می‌شود و تأثیرات ناخواسته آن را خنثی می‌کند. در نتیجه، نرخ ارز اسمی به عنوان یک ابزار تعدیل برای یک اقتصاد باز کوچک کمتر مفید خواهد بود. در این راستا، اتحاد تجاری باعث کاهش احتمال شوک‌های نامتقارن خواهد شد و انتقال هرگونه شوکی را تقویت خواهد ساخت. در ادبیات نظریه OCA چندین معیار برای درجه بازبودن تجاری مورد استفاده قرار گرفته است که یکی از آنها سهم تجارت خارجی کشورهای اکو از GDP آن است. در این مقاله از این شاخص برای نشان دادن درجه بازبودن تجاری طی دو دوره (۱۹۹۹-۱۹۹۲) و (۲۰۱۰-۲۰۰۰) استفاده شده است.

و) شاخص استقلال بانک مرکزی: مطابق بند (۱۰۷) از معاهده ماستریخ کشورهای کمی که تصمیم دارند با یکدیگر یک اتحاد پولی و اقتصادی تشکیل دهند می‌بایست تضمین دهند که بانک‌های مرکزی ملی آن از عوامل تأثیرگذار سیاسی که بر سیاست‌های پولی‌شان متأثر است استقلال داشته باشند. این بند برای تعدادی از کشورهای اتحادیه اروپایی که قصد داشتند یک اتحاد پولی و اقتصادی تشکیل دهند مسئله‌ای بااهمیت و وظیفه‌ای سرنوشت‌ساز بود. به دلیل اهمیت استقلال بانک مرکزی کشورهای اکو از دولت‌هایشان بصورت ابداعی این شاخص را به معیارهای OCA اضافه کردیم.

مبحث اندازه‌گیری شاخص‌های استقلال بانک مرکزی بسیار گسترده و متنوع می‌باشد. یکی از شاخص‌های مورد استفاده برای این منظور جریان گردش رؤسای بانک مرکزی می‌باشد. بدین صورت که تعداد رؤسای بانک مرکزی در یک دوره معین شمارش می‌شود و هر چه این تعداد کمتر باشد حکایت از استقلال بیشتر بانک مرکزی از عوامل سیاسی دارد. در این مقاله، شاخص استقلال بانک مرکزی طی دو دوره (۱۹۹۹-۱۹۹۲) و (۲۰۱۰-۲۰۰۰) محاسبه شده است فقدان اطلاعات در مورد برخی از کشورها یکی از محدودیت‌های این قسمت بوده است.

## ۶. نتایج تحقیق

### ۶-۱. وضعیت کشورهای اکو در معیارهای OCA

جدول (۱) معیارهای OCA را برای کشورهای اکو طی دو دوره (۱۹۹۹-۱۹۹۲) و (۲۰۱۰-۲۰۰۰) نشان داده است. مقایسه نتایج دو دوره نشان می‌دهد که آیا کشورهای اکو با گذشت زمان توانسته‌اند همگرایی بیشتری را در معیارهای OCA پیدا کنند؟ در این قسمت بطور جداگانه وضعیت کشورهای اکو را در هر یک از معیارهای OCA بررسی خواهیم نمود. سه حالت کلی برای نتایج این تحقیق قابل تصور است؛ نخست اینکه کشورهای اکو در تمام معیارهای OCA از مشابهت کامل برخوردار باشند که در این حالت این کشورها ظرفیت یک منطقه بهینه پولی را دارا هستند. دوم اینکه هر یک کشورهای اکو در برخی از معیارها به یکدیگر نزدیک باشند که در این حالت باید به گروه‌بندی میان کشورها

براساس تکنیک‌های خوشه‌بندی اقدام ورزید تا مشخص شود که کدام کشورها در مجموع به یکدیگر نزدیکتر هستند. سوم اینکه کشورهای اکو در معیارهای محاسبه‌شده چنان واگرایی را نشان دهند که بتوان به دسته‌بندی آنها اقدام ورزید. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که کشورهای اکو براساس معیارهای OCA در حالت دوم قرار می‌گیرند که در ادامه به دسته‌بندی این کشورها با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی فازی نسبت به مرکز خواهیم پرداخت.

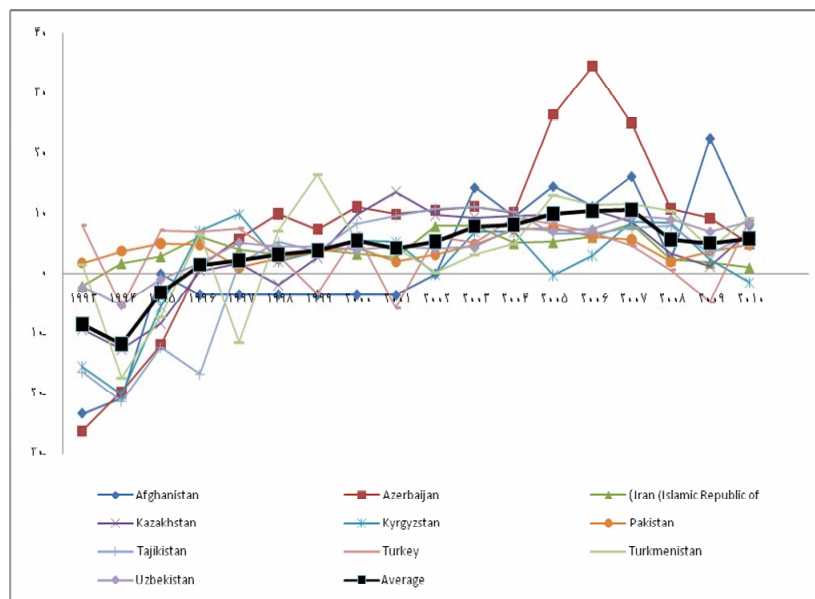
جدول ۱. معیارهای OCA برای کشورهای سازمان همکاری اقتصادی (اکو)

معیارهای OCA	همزمانی		تغییرات		تفاضل		همزمانی		درجه بازبودن		استقلال	
	سیکل‌های تجاری	همزمانی	نرخ ارز	تغییرات	نرخ‌های تورم	نرخ بهره	نرخ بهره	تجاری	درجه بازبودن	بانک مرکزی	استقلال	
کشور	(۱۹۹۲-۱۹۹۹)	(۲۰۰۰-۲۰۱۰)	(۱۹۹۲-۱۹۹۹)	(۲۰۰۰-۲۰۱۰)	(۱۹۹۲-۱۹۹۹)	(۲۰۰۰-۲۰۱۰)	(۱۹۹۲-۱۹۹۹)	(۲۰۰۰-۲۰۱۰)	(۱۹۹۲-۱۹۹۹)	(۲۰۰۰-۲۰۱۰)	(۱۹۹۲-۱۹۹۹)	(۲۰۰۰-۲۰۱۰)
افغانستان	۰/۶۵۱	۰/۴۲۰	۰/۲۰۶	۰/۰۹۳	۰/۸۲۹	۱۲/۶۰۲	Nan	۰/۳۲۰	۰/۲۴۳	۰/۴۰۳	۰	۰/۳
آذربایجان	۰/۷۴۱	۰/۴۸۴	۰/۶۳۷	۰/۰۸۲	۱۴/۱۶۱	۱۳/۸۸۳	Nan	۰/۴۱۶	۰/۴۲۴	۰/۶۵۳	۰/۲۵	۰/۱
ایران	۰/۷۳۰	۰/۴۴۴	۱/۰۵۱	۰/۴۲۲	۰/۹۹۳	۷/۷۴۲۳	۰/۳۱۸۷	۰/۴۹۰	۰/۳۲۸	۰/۴۱۸	۰/۲۵	۰/۴
قزاقستان	۰/۷۴۲	۰/۴۱۲	۰/۴۹۵	۰/۰۸۱	۱۲/۸۱۸	۱۲/۶۷۷	۰/۰۸۸	۰/۲۵۰	۰/۳۵۶	۰/۷۱۶	۰/۳۷۵	۰/۳
قرقیزستان	۰/۶۶۹	۰/۰۹۲	۰/۴۴۶	۰/۰۷۸	۱۱/۸۷۲	۱۳/۶۶۵	-۰/۰۵۲	۰/۲۵۱	۰/۶۱۳	۰/۹۱۰	۰/۳۷۵	۰/۲
پاکستان	۰/۲۸۹	۰/۵۰۱	۰/۰۴۴	۰/۰۶۱	۱۲/۴۴۸	۱۲/۰۰۴	۰/۳۴۵	۰/۳۵۹	۰/۲۷۳	۰/۳۴۲	۰/۳۷۵	۰/۴
تاجیکستان	۰/۷۱۶	۰/۳۲۲	۰/۸۰۱	۰/۰۸۸	۳۶/۳۸۴	۹/۱۱۲	-۰/۴۲۹	۰/۴۷۶	۰/۹۸۶	۱/۲۰۴	۰/۱۲۵	۰/۳
ترکیه	۰/۵۹۴	۰/۳۱۸	۲/۰۳۴	۰/۲۹۰	۲۹/۹۴۸	۱۳/۵۵۴	-۰/۰۰۲	-۰/۵۱۰	۰/۲۴۵	۰/۳۹۵	۰/۳۷۵	۰/۳
ترکمنستان	۰/۰۴۶	۰/۳۷۰	۰/۲۳۹	۰/۱۴۴	۲۳/۱۵۱	۶/۴۸۳	Nan	Nan	۰/۷۶۶	۰/۸۶۱	زح	۰/۵
ازبکستان	۰/۷۱۱	۰/۲۹۶	۰/۹۰۸	۰/۰۹۵	۳۵/۸۴۵	۷/۵۴۶	Nan	Nan	۰/۳۱۷	۰/۴۷۵	۰/۱۲۵	۰/۱
میانگین	۰/۵۸۹	۰/۳۶۶	۰/۶۸۶	۰/۱۴۳	۱۷/۸۴۴	۱۰/۹۲۷	۰/۰۴۵	۰/۲۵۷	۰/۴۵۵	۰/۶۳۸	۰/۲۸	۰/۲۹

مأخذ: نتایج تحقیق.

ضرایب همبستگی متقاطع GDP واقعی کشورهای اکو در دوره اول به استثناء پاکستان و ترکمنستان تقریباً بین ۰/۶ تا ۰/۷ قرار دارند. این مسئله دو نتیجه را به همراه دارد، نخست اینکه کشورهای اکو در دوره اول همبستگی خوبی در متغیر GDP واقعی دارند، چراکه این ضرایب نسبتاً نزدیک +۱ قرار گرفته است. دوم اینکه همزمانی خوبی نیز میان کشورهای اکو به استثناء دو کشور نامبرده برقرار است زیرا تمام ارقام بدست آمده در نزدیکی یکدیگر هستند، اما ضرایب همبستگی متقاطع GDP واقعی طی دوره دوم برای اغلب کشورها کاهش یافت که این مسئله را کاهش میانگین ضرایب همبستگی کشورهای اکو از ۰/۵۸ به ۰/۳۶ به ترتیب از دوره اول به دوره دوم نشان می‌دهد. در دوره دوم به استثناء کشور قرقیزستان

تقریباً تمام کشورهای اکو ضریب همبستگی بین ۰/۴ تا ۰/۵ دارند. این نتیجه نشان می‌دهد که علیرغم کاهش مقدار ضرایب همبستگی متقاطع GDP واقعی و دور شدن از +۱ این روند بصورت مشترک برای تمام کشورها اتفاق افتاده است و حداقل این کشورها بطور همگرا حرکت مشابهی را طی دوره دوم سپری کرده‌اند. پیش از اینکه به دومین معیار OCA بپردازیم وضعیت نرخ رشد GDP واقعی کشورهای اکو را طی دوره (۲۰۱۰-۱۹۹۳) در نمودار (۱) مشاهده و بررسی خواهیم نمود. مطابق این نمودار میانگین نرخ رشد کشورهای اکو که با منحنی پررنگ‌تر مشکی نمایش داده شده است با یک شیب ملایم در حال افزایش است، بطوری که از دهه ۹۰ که میانگین نرخ رشد کشورهای اکو از عددی نزدیک صفر به مقدار ۷ درصد در دهه اول قرن ۲۱ رسیده است. همچنین، از سال ۲۰۰۳ به بعد اگر مشاهدات چند سال را کنار بگذاریم تقریباً همگرایی خوبی بین نرخ رشد GDP واقعی کشورهای اکو به وجود آمده است.

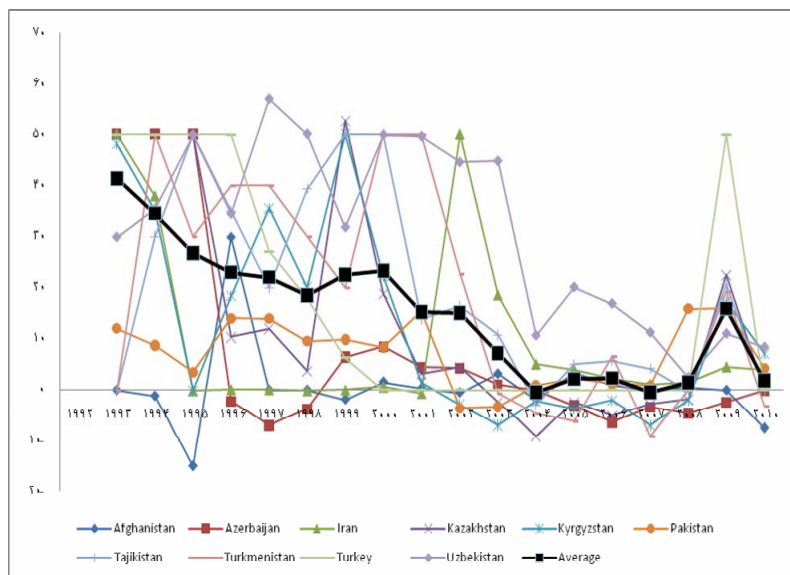


مأخذ: نتایج تحقیق.

نمودار ۱. نرخ رشد GDP واقعی کشورهای عضو اکو (۱۹۹۳-۲۰۱۰)

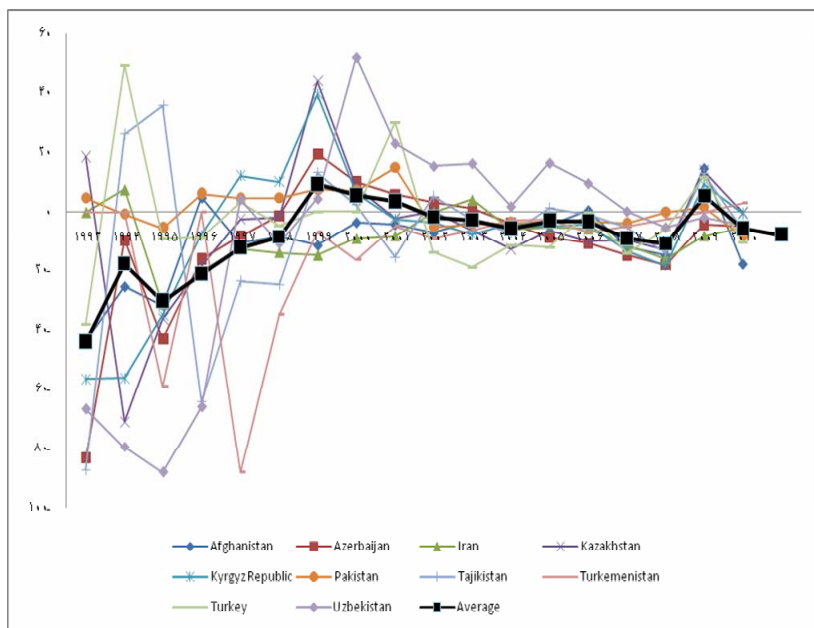
دومین معیار OCA تغییرات نرخ ارز واقعی است. ابتدا درصد تغییرات نرخ ارز اسمی و واقعی کشورهای اکو را در نمودارهای (۲) و (۳) نشان داده‌ایم. همانطور که در نمودار (۲) مشاهده می‌شود تغییرات نرخ ارز اسمی کشورهای اکو از سال ۲۰۰۴ به بعد تقریباً کاهش چشمگیری می‌یابد و همگرایی

قابل قبولی میان آنها مشاهده می‌شود. منحنی پررنگ‌تر مشکی نیز که میانگین درصد تغییرات نرخ ارز اسمی کشورهای اکو را نشان می‌دهد در روند خود از سال‌های دهه ۹۰ به دهه اول قرن ۲۱ کاهش ملایمی را نشان می‌دهد. حتی در سال ۲۰۰۹ که افزایش موردی اندکی در این شاخص شاهد هستیم، اغلب کشورهای اکو بطور هماهنگ این افزایش موردی را ثبت کرده‌اند. در جدول (۳) نیز درصد تغییرات نرخ ارز واقعی را مشاهده می‌کنید. روند تغییرات نرخ ارز واقعی در دهه ۹۰ ابتدا منفی بوده چراکه میانگین نرخ‌های تورم این کشور بالا بوده است، اما به تدریج شاهد افزایش میانگین درصد تغییرات نرخ ارز واقعی هستیم، بطوری که از سال ۲۰۰۲ تاکنون روال ثابت نزدیک به صفری را در این شاخص شاهد هستیم. به دلیل بالا بودن نرخ تورم این کشورها در مقایسه با نرخ ارز، نرخ ارز واقعی کشورهای اکو تقریباً نزدیک به صفر حرکت می‌کند.



مأخذ: نتایج تحقیق.

نمودار ۲. درصد تغییرات نرخ ارز اسمی کشورهای اکو (۱۹۹۲-۲۰۱۰)

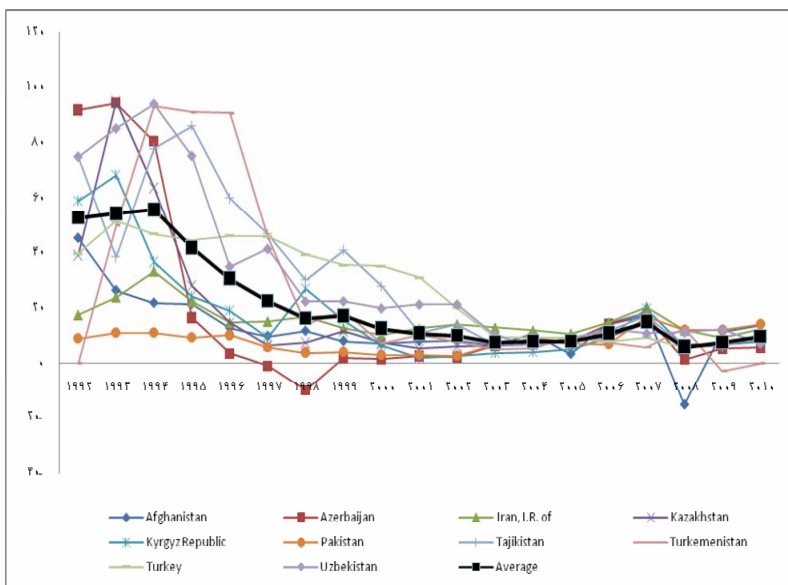


مأخذ: نتایج تحقیق.

نمودار ۳. درصد تغییرات نرخ ارز واقعی کشورهای اکو (۱۹۹۳-۲۰۱۰)

جدول (۱) تغییرات نرخ ارز واقعی را برای کشورهای اکو محاسبه کرده است. انحراف معیار تفاضل لگاریتمی نرخ ارز واقعی در واقع پراکندگی و تغییرات نرخ ارز را میان کشورهای اکو نشان می‌دهد، در نتیجه هرچه ارقام بدست آمده کوچکتر باشند حکایت از تغییرات کمتر در نرخ ارز واقعی دارد. نتیجه‌گیری کلی این معیار این است که میانگین تغییرات نرخ ارز واقعی برای کشورهای اکو از دوره اول به دوره دوم به شدت کاهش یافته است و از رقم ۰/۶۸ به ۰/۱۴ تنزل داشته است. در دوره اول کشور پاکستان با داشتن انحراف معیار ۰/۰۴ کمترین مقدار را دارد و دو کشور افغانستان و ترکمنستان با داشتن انحراف معیار ۰/۲ در جایگاه بعدی قرار دارند. اغلب کشورهای اکو در این دوره تقریباً تغییرات نرخ ارز واقعی در حدود ۰/۵ دارند، البته دو کشور ایران و ترکیه با داشتن انحراف معیار ۱ و ۲ بیشترین رقم را دارا هستند. در دوره دوم، انحراف معیار نرخ ارز واقعی اغلب کشورهای اکو به کمتر از ۰/۱ کاهش می‌یابد به استثناء سه کشور ایران، ترکیه و ترکمنستان که به ترتیب دارای رقم ۰/۲۸، ۰/۴۲ و

۰/۱۴ هستند. در مجموع، کشورهای اکو هم تغییرات کمتری را از دوره اول به دوره دوم در نرخ ارز واقعی خود نشان داده‌اند و هم همگرایی خوبی را در ارقام بدست آمده طی دوره دوم نشان می‌دهند.



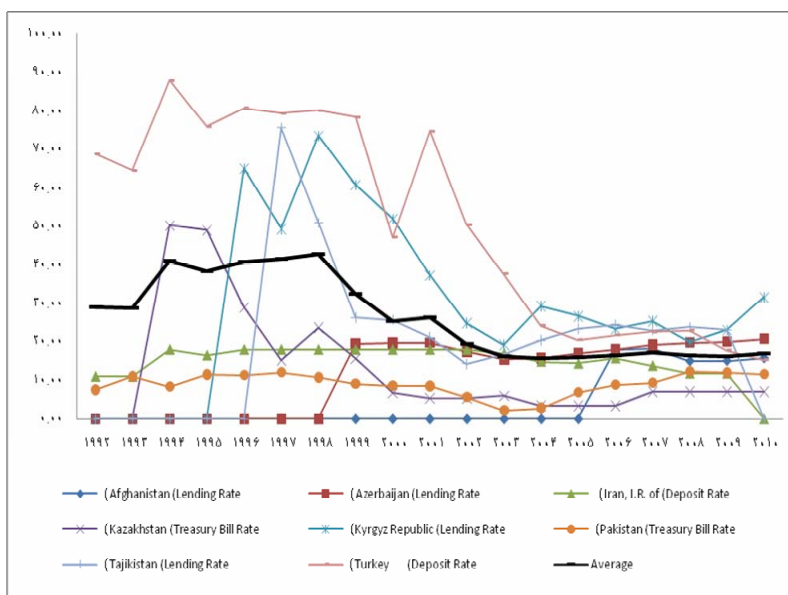
مأخذ: نتایج تحقیق.

نمودار ۴. نرخ تورم کشورهای اکو (۱۹۹۲-۲۰۱۰)

نرخ‌های تورم کشورهای اکو طی دوره (۱۹۹۲-۲۰۱۰) در نمودار (۴) رسم شده است. همانطور که ذکر شد، نرخ تورم کشورهای اکو در دهه ۹۰ به دلیل قرار داشتن در دوره گذار بالا بوده است، اما روند کاهشی ملایم نرخ تورم در این کشورها به ویژه از سال ۲۰۰۲ تاکنون قابل قبول است. همگرایی نسبتاً خوب نرخ‌های تورم کشورهای اکو از سال ۲۰۰۲ تاکنون به استثناء سال ۲۰۰۷ قابل توجه است. میانگین نرخ‌های تورم منطقه اکو همانطور که در نمودار (۴) بصورت پرننگ‌تر مشخص شده است روند کاهشی را در طول دوره پشت‌سر گذارده، بطوری‌که این شاخص از دهه ۹۰ به میزان ۳۷ درصد به مقدار ۹/۷ درصد در دهه اول قرن ۲۱ رسیده است. از سال ۲۰۰۳ تاکنون این میانگین به استثناء چند سال حدود ۷ درصد بوده است.



تفاضل نرخ‌های تورم یکی دیگر از معیارهای OCA محسوب می‌شود. قدرمطلق تفاضل میانگین تورم کشورهای اکو از میانگین کل از دوره اول به دوره دوم کاهش قابل توجهی داشته است، بطوری‌که این مقدار از ۱۷/۸ به ۱۰/۹ تنزل یافته است. طی دوره اول این شاخص برای اکثر کشورهای اکو بالا بوده است. دو کشور افغانستان و ایران کمترین مقدار را در حدود یک درصد داشته‌اند. پس از آن، کشورهای آذربایجان، قزاقستان، قرقیزستان و پاکستان تفاضل تقریباً ۱۲ درصد از میانگین کل ثبت کرده‌اند. در این میان، کشورهایی نیز از تفاضل بسیار بالایی در حدود ۳۰ برخوردار بوده‌اند که عبارتند از تاجیکستان، ترکیه، ترکمنستان و ازبکستان. در دوره دوم تقریباً تفاضل تمام کشورهای اکو از میانگین کل با ۳ یا ۴ درصد انحراف از ۱۰ درصد همگرایی بالایی را نشان می‌دهد و از وضعیت بسیار واگرایی دوره اول بهتر می‌شود. بنابراین، کشورهای اکو از دوره اول به دوره دوم هم تفاضلات تورم پایین‌تری را ثبت کرده و هم ارقام بدست آمده همگرایی بسیار بهتری را میان آنها نشان می‌دهد.



مأخذ: نتایج تحقیق.

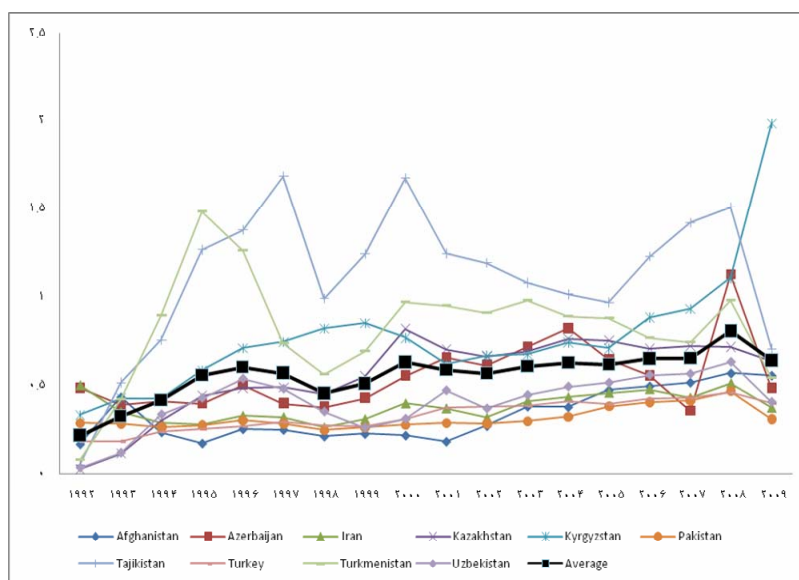
نمودار ۵. روند نرخ بهره اسمی کشورهای اکو طی دوره (۲۰۱۰-۱۹۹۲)

نمودار (۵) روند نرخ بهره اسمی کشورهای اکو را طی دوره (۲۰۱۰-۱۹۹۲) به استثناء کشورهای ترکمنستان و ازبکستان ترسیم نموده است. دو کشور نامبرده هیچ‌گونه نرخ بهره یا نرخ بانکی در دسترس نداشته‌اند. از آنجا که کشورهای اکو از جمله کشورهای اسلامی محسوب می‌شوند، در نتیجه بجز تعدادی از آنها بازار اوراق قرضه فعالی در میان آنها وجود ندارد و این مقاله از نرخ‌های بانکی در عوض استفاده کرده است. مطابق نمودار (۵) کشورهای اکو روند همگرایی خوبی را در نرخ‌های بهره اسمی خود به ویژه از سال ۲۰۰۲ تا کنون نشان داده‌اند. میانگین نرخ بهره اسمی کشورهای اکو در دهه ۹۰ حدود ۳۸ درصد بوده است که این مقدار در دهه اول قرن حاضر به ۱۸ درصد بالغ گردیده است. البته همانطور که اشاره شد دلیل اصلی بالا بودن نرخ بهره این کشورها بالا بودن نرخ تورم آنها است.

همزمانی نرخ بهره واقعی از جمله شاخص‌های پولی در معیارهای OCA است که همانند همزمانی سیکل تجاری به وسیله محاسبه همبستگی متقاطع نرخ بهره واقعی اندازه‌گیری می‌شود. به دلیل فقدان داده برای هر دو دوره این شاخص برای کشورهای ترکمنستان و ازبکستان محاسبه نشده است. از سوی دیگر، به دلیل نبود داده کافی در دوره اول برای کشورهای افغانستان و آذربایجان ضرایب همبستگی برای آنها اندازه‌گیری نشده است. بطور کلی، میانگین ضرایب همبستگی کشورهای اکو از دوره اول، به دوره دوم بهبود یافته و از رقم ۰/۰۴ به مقدار ۰/۲۵ افزایش یافته است، هرچند این رقم بدست آمده نیز چندان قابل ملاحظه نیست. در دوره اول، ایران و پاکستان بالاترین همبستگی را در متغیر نرخ بهره واقعی به میزان ۰/۳۴ دارا بوده‌اند. سه کشور قزاقستان، قرقیزستان و ترکیه ضریب همبستگی در حدود صفر را داشته‌اند، در این میان تاجیکستان با ضریب همبستگی ۰/۴۲- ارتباط منفی را در نرخ بهره واقعی خود تجربه نموده است. در دوره دوم، تمام کشورهای اکو به استثناء ترکیه - البته ترکمنستان و ازبکستان آماری ندارند- ضریب همبستگی نزدیک به یکدیگری یافته‌اند، هرچند مقدار ضریب همبستگی پایین است. این مقدار برای کشورهای مذکور عددی بین ۰/۲۵ تا ۰/۴۸ بوده است. در مجموع، همانطور که ارقام نشان می‌دهند کشورهای اکو از دوره اول به دوره دوم هم ضرایب همبستگی‌شان افزایش یافته هر چند این ارقام بسیار پایین است و هم همگرایی خوبی میان نتایج بدست آمده میان کشورهای اکو به وجود آمده است.

نمودار (۶) سهم صادرات و واردات کشورهای اکو را از GDP آنها طی دوره (۲۰۱۰-۱۹۹۲) نشان می‌دهد. واضح است که هرچه این عدد به یک نزدیکتر باشد حکایت از بازتر بودن اقتصاد آن کشور دارد. بطور کلی، این شاخص برای کشورهای اکو طی دوره مورد بررسی با شیب بسیار ملایم در حال افزایش است. مطابق این نمودار، منحنی پرننگ مشکی میانگین سهم صادرات و واردات به GDP کشورهای اکو را طی دوره مذکور نشان می‌دهد که بطور ملایم در حال افزایش است و این بدین معنا

است که کشورهای اکو با گذار از دوره اول به دوره دوم در حال تجربه کردن اقتصادهای بازتری هستند. پراکندگی ارقام بدست آمده در سه دسته قرار می‌گیرد: مقدار شاخص سهم تجارت از GDP تعدادی از کشورها حدود ۰/۳ است. این مقدار برای تعداد دیگری از این شاخص حدود ۰/۵ است و دسته‌ای نیز سهم تجارت از GDP شان بیشتر از ۰/۷ است، اما آنچه در این میان اهمیت دارد این است که ۵ کشور اکو در دسته اول- مقدار ۰/۳- قرار دارند ۲ کشور در دسته دوم و ۳ کشور نیز در دسته سوم قرار گرفته‌اند. این نتایج نشان می‌دهد تا حدی کشورهای اکو در این معیار دارای همگرایی هستند.



مأخذ: نتایج تحقیق.

نمودار ۶. سهم صادرات و واردات به GDP کشورهای اکو طی دوره (۱۹۹۲-۲۰۱۰)

بازبودن تجاری کشورهای اکو یکی دیگر از معیارهایی است که در مطالعه یک منطقه بهینه پولی به ما کمک می‌کند. برای اندازه‌گیری معیار بازبودن تجاری تعاریف مختلفی وجود دارد که در این مقاله سهم صادرات و واردات کشورهای اکو از GDP به عنوان درجه بازبودن تعریف می‌شود. همانطور که جدول (۱) نشان می‌دهد میانگین سهم تجارت کشورهای اکو از GDP طی دوره اول به دوره دوم رشد خوبی یافته و از رقم ۰/۴۵ به ۰/۶۳ رسیده است و این بدین معنا است که اقتصاد کشورهای اکو از دوره اول به دوره دوم بازتر شده‌اند. در دوره اول این شاخص برای اغلب کشورهای اکو تقریباً

بین ۰/۲۵ تا ۰/۴ است سه کشور قرقیزستان، ترکمنستان و تاجیکستان میانگین سهم تجارت بالایی را طی این دوره داشته‌اند که به ترتیب ۰/۶۱، ۰/۷۶ و ۰/۹۸ بوده است. در دوره دوم درجه بازبودن تجاری نیمی از کشورهای اکو بین ۰/۳۵ تا ۰/۴۷ داشته‌اند دو کشور آذربایجان و قزاقستان به ترتیب سهم تجاری ۰/۶۵ و ۰/۷۱ را ثبت نموده‌اند و بقیه اعضا اکو سهمی بالاتر از ۰/۸۵ را تجربه نموده‌اند. بنابراین، اقتصادهای اکو از دوره اول به دوره دوم اقتصادهای بازتری را تجربه نموده‌اند هر چند همگرایی آنها در این معیار چندان تفاوتی نداشته است.

آخرین معیار OCA شاخص استقلال بانک مرکزی کشورهای اکو از دولت است که از جمله ابداعات این مقاله محسوب می‌شود. نرخ جریان گردش رؤسای بانک‌های مرکزی از جمله شاخص‌هایی است که برای استقلال بانک مرکزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای محاسبه این نرخ باید تعداد رؤسای بانک مرکزی یک کشور را بر دوره معین تقسیم کنیم. هر چه ارقام بدست آمده کوچکتر و نزدیک به صفر باشد نشانگر آن است که تعداد رؤسای کمتری طی دوره‌ای معین تغییر کرده است و در نتیجه بانک مرکزی استقلال خوبی از عوامل سیاسی داشته است. برای دو کشور افغانستان و ترکمنستان طی دوره (۱۹۹۹-۱۹۹۲) داده در مورد تعداد رؤسای بانک مرکزی آنها یافت نشد.

نرخ جریان گردش رؤسای بانک مرکزی کشورهای اکو در دو دوره (۱۹۹۹-۱۹۹۲) و (۲۰۱۰-۲۰۰۰) به عنوان شاخص استقلال بانک مرکزی در جدول (۱) ارائه شده آمده است. البته لازم به ذکر است که چون طول دوره مورد بررسی یکی از مؤلفه‌های مدنظر در محاسبه این شاخص است، در نتیجه به نظر می‌رسد که مقایسه دو دوره مدنظر چندان صحیح نباشد. اما از آنجایی که تفاوت این دو دوره تنها دو سال است و تغییرات اکثر کشورهای اکو ظرف دو سال چندان نبوده است این تفاوت را نادیده می‌گیریم. مطابق جدول و بطور کلی میانگین نرخ جریان گردش تعداد رؤسای بانک مرکزی کشورهای اکو از دوره اول به دوره دوم افزایش بسیار ناچیزی داشته است و از ۰/۲۸ به ۰/۲۹ رسیده است. این ارقام نشان می‌دهند که بطور متوسط در کشورهای اکو هر ۳/۵ سال یک رئیس بانک مرکزی تغییر کرده است.

حال به نرخ جریان گردش رؤسای بانک مرکزی هر یک از کشورهای اکو می‌پردازیم. دو کشور آذربایجان و ازبکستان در هر دو دوره تنها یک رئیس بانک مرکزی داشته‌اند. در دوره اول، هر یک از بانک‌های مرکزی تاجیکستان و ازبکستان یک رئیس؛ بانک‌های مرکزی ایران و آذربایجان دو نفر رئیس؛ بانک‌های مرکزی قزاقستان، قرقیزستان، پاکستان و ترکیه سه نفر رئیس داشته‌اند که تمرکز بیشتر در سه نفر رئیس بانک مرکز است، در حالی که در دوره دوم هر یک از بانک‌های مرکزی آذربایجان و ازبکستان یک نفر رئیس؛ بانک مرکزی قرقیزستان دو نفر رئیس؛ بانک‌های مرکزی افغانستان، قزاقستان،

تاجیکستان و ترکیه سه نفر رئیس؛ بانک‌های مرکزی ایران و پاکستان چهار نفر رئیس و بانک مرکزی ترکمنستان پنج نفر رئیس داشته‌اند. نکته مهمی که این ارقام نشان می‌دهند این است که همگرایی کشورهای اکو در معیار استقلال بانک مرکزی از دوره اول به دوره دوم کاهش ملموسی داشته است. بطور کلی، کشورهای اکو را می‌توان در دو مقوله مورد بررسی قرار داد: تغییر میانگین مقدار معیارهای OCA طی دو دوره و تغییر همگرایی معیارهای OCA طی دو دوره. می‌توان نتیجه‌گیری کرد که میانگین مقدار کشورهای اکو در چهار معیار تغییرات نرخ ارز واقعی، تفاضل نرخ‌های تورم، همزمانی نرخ بهره واقعی و درجه بازبودن تجاری از دوره اول به دوره دوم بهتر شده است. در مورد معیار شاخص استقلال بانک مرکزی تقریباً تغییر معناداری نداشته، اما ضرایب همبستگی GDP واقعی کشورهای اکو که نشان‌دهنده همزمانی سیکل تجاری آنها بوده است بدتر شده است. از سوی دیگر، همگرایی کشورهای اکو در چهار معیار همزمانی سیکل تجاری، تغییرات نرخ ارز واقعی، تفاضل نرخ‌های تورم، همزمانی نرخ بهره واقعی از دوره اول به دوره دوم بهتر شده است. همگرایی معیار درجه بازبودن تجاری تغییر چندانی نکرده است و همگرایی معیار شاخص استقلال بانک مرکزی برای کشورهای اکو کاهش داشته است. بنابراین، در مجموع کشورهای اکو بطور نسبی با گذار از دوره اول به دوره دوم هم میانگین مقدار معیارهای OCA آنها بهبود یافته است و هم همگرایی معیارهای OCA در آنها ارتقاء داشته است.

همچنین، همانطور که نمودارهای رسم شده نشان می‌دهند کشورهای اکو در متغیرهایی همچون نرخ رشد GDP واقعی از سال ۲۰۰۴ تا کنون و در متغیرهایی چون نرخ ارز اسمی و واقعی، نرخ تورم و در نرخ بهره اسمی از سال ۲۰۰۲ تا کنون همگرایی خوبی را شاهد هستیم. اما همانطور که واضح است و نتایج نشان می‌دهند همگرایی کامل میان کشورهای اکو در معیارهای OCA وجود ندارد. به همین منظور، برای اینکه بتوان بطور دقیق‌تر به گروه‌بندی و دسته‌بندی کشورهای اکو براساس نتایج معیارهای OCA اقدام ورزید از الگوریتم خوشه‌بندی فازی نسبت به مرکز در قسمت بعدی استفاده خواهیم نمود.

#### ۲-۶. دسته‌بندی کشورهای اکو براساس خوشه‌بندی فازی نسبت به مرکز

خوشه‌بندی مشتمل بر روش‌هایی است که به دسته‌بندی اشیاء براساس همگنی آنها می‌پردازد، بطوری که مواردی که در گروه یکسان قرار می‌گیرند از شباهت بسیار زیادی برخوردار هستند و مواردی که در گروه‌های دیگر دسته‌بندی می‌شوند از عدم‌مشابهت بسیار زیادی برخوردار هستند. همانطور که پیش از این ذکر شد خوشه‌بندی فازی برای داده‌هایی بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد که از ابهام و پیچیدگی برخوردار باشند. بر اساس جدول (۱) هریک از معیارهای OCA برای هریک از کشورهای اکو مقداری

متفاوت پیدا کرده است که این موضوع ماهیت داده‌ها را بیشتر به سمت فازی بودن پیش می‌برد. در نتیجه، استفاده از خوشه‌بندی فازی برای مطالعه حاضر بسیار مفید خواهد بود. در این بخش می‌بایست چند موضوع برای خوشه‌بندی کشورهای اکو مورد بررسی قرار گیرد. اولاً یکی از پیش فرض‌های مهم برای محاسبات تعداد بهینه خوشه‌ها می‌باشد. روش مورد استفاده برای یافتن تعداد بهینه خوشه‌ها، مقایسه خوشه‌بندی‌های مختلف - دوتایی، سه تایی و... - براساس ضریب افراز دان (DPC) است. یافتن تعداد بهینه خوشه‌ها نکته بسیار مهم دیگری را نیز مشخص می‌نماید. هرچه تعداد خوشه‌ها کمتر و متمایل به یک باشد نشانگر آن است که همگرایی کشورهای مورد بررسی بیشتر شده است. ثانیاً یافتن ضرایب عضویت فازی هر یک از کشورهای اکو با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی فازی نسبت به مرکز است. ثالثاً ارزیابی طبقه‌بندی‌ها و میزان اعتماد خوشه‌بندی که با استفاده از ضریب گستره طرح بررسی خواهد شد. لازم به ذکر است که تمام محاسبات این قسمت با برنامه‌نویسی الگوریتم خوشه‌بندی فازی نسبت به مرکز صورت گرفته است.

جدول ۲. ضرایب عضویت فازی کشورهای اکو (۱۹۹۹-۱۹۹۲)

کشور	خوشه‌بندی ۲ تایی			خوشه‌بندی ۳ تایی			خوشه‌بندی ۴ تایی					
	U(1)	U(2)	S(i)	U(1)	U(2)	U(3)	S(i)	U(1)	U(2)	U(3)	U(4)	S(i)
افغانستان	۰/۸۹۸	۰/۱۰۲	۰/۶۷۹	۰/۹۴۴	۰/۰۴۹	۰/۰۰۶	۰/۹۵۵	۰/۹۹۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۹۵۵
آذربایجان	۰/۹۵۶	۰/۰۴۴	۰/۶۲۷	۰/۰۳۶	۰/۰۹۵	۰/۰۱۳	۰/۸۳۲	۰/۰۱۰	۰/۹۷۸۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۷	۰/۸۸۳
ایران	۰/۸۹۹	۰/۱	۰/۶۸۱	۰/۹۴۹	۰/۰۴۵	۰/۰۰۶	۰/۹۵۵	۰/۹۹۲	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	۰/۹۵۵
قزاقستان	۰/۹۸۵	۰/۰۱۴	۰/۷۰۹	۰/۰۰۶	۰/۹۹۲	۰/۰۰۲	۰/۹۳۵	۰/۰۰۱	۰/۹۹۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۹۳۵
قرقیزستان	۰/۹۹۶	۰/۰۰۴	۰/۷۳۱	۰/۰۰۱	۰/۹۹۸	۰/۰۰۱	۰/۹۱۴	۰/۰۰۷	۰/۹۸۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۹۱۴
پاکستان	۰/۹۸۹	۰/۰۱	۰/۷۱۶	۰/۰۰۸	۰/۰۹۹	۰/۰۰۲	۰/۹۲۵	۰/۰۰۳	۰/۹۹۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	۰/۹۲۵
تاجیکستان	۰/۰۵۷	۰/۹۴۳	۰/۷۴۷	۰/۰۱۸	۰/۰۳۴	۰/۹۴۸	۰/۷۴۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۲	۰/۹۷۶	۰/۰۲۱	۰/۹۵۸
ترکیه	۰/۰۰۲	۰/۹۹۸	۰/۶۸۹	۰/۰۰۶	۰/۰۱۳	۰/۹۸۱	۰/۶۸۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۹۹۹	۰/۵۹۴
ترکمنستان	۰/۲۴۴	۰/۷۵۵	۰/۲۳	۰/۱۰۸	۰/۳۴۴	۰/۵۴۷	۰/۲۳	۰/۵۳	۰/۲۴۹	۰/۱۶۴	۰/۵۳۳	۰/۴۹۴
ازبکستان	۰/۰۴۹	۰/۹۵۱	۰/۷۵۶	۰/۰۱۴	۰/۰۲۳	۰/۹۵۹	۰/۷۵۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۹۹۹	۰/۰۰۱	۰/۹۵۷
میانگین	N(1)=6	N(2)=4	0/657	N(1)=2	N(2)=4	N(3)=4	۰/۷۹۹	N(1)=2	N(2)=4	N(3)=2	N(4)=2	۰/۸۵۷

کشور	خوشه‌بندی ۵ تایی					S(i)
	U(1)	U(2)	U(3)	U(4)	U(5)	
افغانستان	۰/۹۹۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۹۵۵
آذربایجان	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۳	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	Nan
ایران	۰/۹۸۶	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۷	۰/۹۵۵
قزاقستان	۰/۰۰۰۳	۰/۳۳۴	۰/۶۶۰	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۸	۰/۹۳۶
قرقیزستان	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۵	۰/۹۹۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۹۳۲
پاکستان	۰/۰۰۰۵	۰/۲۰۵	۰/۷۸۷	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۱	۰/۹۳۸
تاجیکستان	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۹	۰/۹۵۸
ترکیه	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۹	۰/۰۰۰۰۱	۰/۵۹۴
ترکمنستان	۰/۰۴۲	۰/۲۴۹	۰/۱۶۹	۰/۴۲۰	۰/۱۱۹	۰/۴۹۵
ازبکستان	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲۵	۰/۹۷۰	۰/۹۵۷
میانگین	N(1)=2	N(2)=1	N(3)=3	N(4)=2	N(5)=2	۰/۸۵۸

مأخذ: نتایج تحقیق.

جداول (۲) و (۳) ضرایب عضویت فازی کشورهای اکو را طی دو دوره (۱۹۹۹-۱۹۹۲) و (۲۰۱۰-۲۰۰۰) نمایش می‌دهند. این ضرایب برای حالات مختلف خوشه‌بندی ۲ تایی، ۳ تایی، ۴ تایی و ۵ تایی محاسبه شده است. مقایسه این حالات ما را به تعداد بهینه خوشه‌های راهنمایی خواهد نمود. براساس الگوریتم خوشه‌بندی فازی نسبت به مرکز برای محاسبه ضرایب عضویت ابتدا باید یک مرکز اولیه از میان کشورهای اکو انتخاب کنیم. در نتیجه، برای هر یک از حالت‌های خوشه‌بندی چندتایی (۲ تایی، ۳ تایی و ....) بسته به اینکه چه مرکز اولیه‌ای انتخاب شود، ضرایب عضویت متفاوتی بدست خواهد آمد. در این مقاله از میان حالت‌های فراوان با تغییر مرکز اولیه خوشه، خوشه‌بندی‌های چندتایی در جداول (۲) و (۳) استخراج شده است. لازم به ذکر است که چون مراحل محاسبات ضرایب عضویت تکرار می‌شوند تا نتایج بهتری بدست آید در نتیجه در هر مرحله با استفاده از فرمولی که از معادلات بالا بدست می‌آید مرکز جدید خوشه به عنوان مبدأ محاسبات استخراج خواهد شد، یعنی ممکن است کشوری که در مرحله اول به عنوان مرکز خوشه یک انتخاب شده باشد در مرحله سوم در خوشه دو قرار گیرد زیرا مرکز خوشه یک تغییر کرده است.

جدول ۳. ضرایب عضویت فازی کشورهای اکو (۲۰۱۰-۲۰۰۰)

کشور	خوشه‌بندی ۲ تایی			خوشه‌بندی ۳ تایی				خوشه‌بندی ۴ تایی				
	U(1)	U(2)	S(i)	U(1)	U(2)	U(3)	S(i)	U(1)	U(2)	U(3)	U(4)	S(i)
افغانستان	۰/۹۹۳	۰/۰۰۷	۰/۸۰۰	۰/۹۷۱	۰/۰۱۸	۰/۰۱۰	۰/۸۰۰	۰/۹۲۴	۰/۰۶۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴	۰/۸۴۳
آذربایجان	۰/۹۷۵	۰/۰۲۵	۰/۸۰۳	۰/۹۴۸	۰/۰۳۲	۰/۰۲۰	۰/۸۰۳	۰/۱۴۲	۰/۸۳۵	۰/۰۱۴	۰/۰۰۹	۰/۸۰۷
ایران	۰/۰۰۹	۰/۹۹۱	۰/۷۶۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۹۹۸	۰/۷۷۷	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۹۹۸	۰/۷۷۷
قزاقستان	۰/۹۹۴	۰/۰۰۶	۰/۸۰۷	۰/۹۸۳	۰/۰۱۱	۰/۰۰۶	۰/۸۰۷	۰/۸۵۰	۰/۱۳۴	۰/۰۱۰	۰/۰۰۵	۰/۸۰۸
قرقیزستان	۰/۹۷۷	۰/۰۲۳	۰/۸۰۹	۰/۹۵۵	۰/۰۲۸	۰/۰۱۷	۰/۸۰۹	۰/۰۷۸	۰/۹۱۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۴	۰/۸۰۷
پاکستان	۰/۹۵۱	۰/۰۴۹	۰/۶۷۸	۰/۸۴۲	۰/۱۰۵	۰/۰۵۴	۰/۶۷۷	۰/۹۱۴	۰/۰۵۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۰	۰/۷۷۹
تاجیکستان	۰/۱۲۶	۰/۸۷۴	۰/۴۹۴	۰/۰۰۱	۰/۹۹۹	۰/۰۰۰۸	Nan	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۲	۰/۹۹۷	۰/۰۰۲	Nan
ترکیه	۰/۹۷۵	۰/۰۲۵	۰/۷۸۴	۰/۹۲۴	۰/۰۴۷	۰/۰۲۹	۰/۷۸۴	۰/۱۳۴	۰/۸۴۴	۰/۰۱۳	۰/۰۰۸	۰/۷۴۴
ترکمنستان	۰/۰۳۷	۰/۹۶۳	۰/۷۳۲	۰/۰۳۹	۰/۲۳۴	۰/۷۲۷	۰/۷۸۳	۰/۰۴۶	۰/۰۳۱	۰/۲۲۹	۰/۶۹۳	۰/۷۸۳
ازبکستان	۰/۰۰۹	۰/۹۹۱	۰/۷۸۳	۰/۰۱۳۵	۰/۱۲۷	۰/۸۶۰	۰/۸۱۹	۰/۰۱۶	۰/۰۱۰	۰/۱۲۹	۰/۸۴۴	۰/۸۱۹
میانگین	N(1)=6	N(2)=4	۰/۷۴۵	N(1)=6	N(2)=1	N(3)=3	۰/۷۸۴	N(1)=3	N(2)=3	N(3)=1	N(4)=3	۰/۷۹۶

کشور	خوشه‌بندی ۵ تایی					
	U(1)	U(2)	U(3)	U(4)	U(5)	S(i)
افغانستان	۰/۰۰۳	۰/۹۹۶	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۸۴۳
آذربایجان	۰/۸۳۲	۰/۱۳۷	۰/۰۱۱	۰/۰۱۳	۰/۰۰۶	۰/۸۰۷
ایران	۰/۰۰۷	۰/۰۱۱	۰/۰۹۷	۰/۰۶۸	۰/۸۱۷	۰/۷۷۷
قزاقستان	۰/۱۵۴	۰/۸۱۲	۰/۰۱۲	۰/۰۱۶	۰/۰۰۶	۰/۸۰۸
قرقیزستان	۰/۹۹۹	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۸۰۷
پاکستان	۰/۰۷۷	۰/۸۴۸	۰/۰۲۶	۰/۰۳۶	۰/۰۱۲	۰/۷۷۹
تاجیکستان	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۹۸۱	۰/۰۱۷	۰/۰۰۰۸	Nan
ترکیه	۰/۵۹۶	۰/۳۲۹	۰/۰۲۷	۰/۰۳۳	۰/۰۱۵	۰/۷۴۴
ترکمنستان	۰/۰۱۴	۰/۰۲۰	۰/۱۰۵	۰/۰۷۹	۰/۷۸۱	۰/۷۸۳
ازبکستان	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷	۰/۰۵۸	۰/۰۴۱	۰/۸۸۹	۰/۸۱۹
میانگین	N(1)=3	N(2)=3	N(3)=1	N(4)=0	N(5)=3	۰/۷۹۶

مأخذ: نتایج تحقیق.



در هریک از جداول (۲) و (۳) چند پیش فرض وجود دارد، اولاً سطح فازی بودن  $m^1$  که این متغیر برای محاسبه توان فازی (p) مورد استفاده قرار می‌گیرد و براساس فرمول  $p=2/m-1$  بدست می‌آید. معمولاً در محاسبات مقدار متوسط- نه خیلی کوچک و نه خیلی بزرگ-  $p=2$  است که از مقدار  $m=2$  بدست می‌آید.  $R=3$  نیز تعداد تکرار مراحل محاسبات ضرایب عضویت را نشان می‌دهد. طی دوره (۱۹۹۲-۱۹۹۹) در تمام خوشه‌بندی‌های چندتایی هم ضرایب عضویت کشورهای اکو وضعیت نسبتاً خوبی دارند، چراکه بیشتر آنها از  $0/9$  بیشتر هستند و هم ضریب گستره طرح- که نشان‌دهنده ارزیابی از طبقه‌بندی کشورها در خوشه‌هاست- برای آنها بالاتر از  $0/8$  قرار گرفته است، بجز خوشه‌بندی ۲ تایی. در این دوره، هرچه تعداد خوشه‌ها بیشتر می‌شود مقدار ضریب گستره طرح نیز بهتر می‌شود بطوری که خوشه‌بندی ۴ تایی و ۵ تایی بالاترین ضریب را دارا هستند. این مسئله حکایت از آن دارد که در این دوره تمایل به واگرایی بیشتر میان کشورهای اکو مشاهده می‌شود. جدول (۴) ضرایب افراز دان را در دو حالت ضریب افراز ساده (DPC1) و ضریب افراز استاندارد شده (DPC2) نشان می‌دهد. ضریب افراز دان که بهینه بودن تعداد خوشه‌ها را نشان می‌دهد برای دوره (۱۹۹۲-۱۹۹۹) بیشترین مقدار ضریب مربوط به خوشه‌بندی ۴ تایی با  $0/92$  است. نتایج ضریب افراز دان نیز هم راستا با ضریب گستره طرح برای این دوره است.

جدول ۴. ضرایب افراز دان (DPC)

	خوشه‌بندی ۲ تایی (۱۹۹۲-۱۹۹۹)	خوشه‌بندی ۳ تایی	خوشه‌بندی ۴ تایی	خوشه‌بندی ۵ تایی
DPC1	0/892	0/887	0/923	0/838
DPC2	0/784	0/831	0/898	0/798

	خوشه‌بندی ۲ تایی (۲۰۰۰-۲۰۱۰)	خوشه‌بندی ۳ تایی	خوشه‌بندی ۴ تایی	خوشه‌بندی ۵ تایی
DPC1	0/941	0/863	0/797	0/765
DPC2	0/882	0/796	0/730	0/706

مأخذ: نتایج تحقیق.

اما نتایج برای دوره (۲۰۱۰-۲۰۰۰) بسیار بهبود یافته است. همانطور که جداول (۲) و (۳) نشان می‌دهند اولاً همچنان اکثر ضرایب محاسبه‌شده عضویت فازی در این دوره برای کشورهای اکو بالاتر از ۰/۹ قرار دارد. ثانیاً ضریب گستره طرح محاسبه‌شده در این دوره تقریباً برای تمام خوشه‌بندی‌ها حدود ۰/۸ قرار گرفته است که این مسئله حاکی از نزدیک شدن وضعیت طبقه‌بندی خوشه‌بندی‌های مختلف است. ثالثاً همانطور که جدول (۴) نشان می‌دهد بیشترین ضریب افزاز دان مربوط به خوشه‌بندی ۲ تایی به میزان ۰/۹۴ بوده است. برخلاف دوره قبل در دوره (۲۰۱۰-۲۰۰۰) تمام نتایج به سمت همگرایی بیشتر جلو رفته و کشورهای اکو بر اساس ضرایب محاسبه‌شده وضعیت مناسب‌تری را در راستای نزدیک شدن به یک منطقه بهینه پولی طی کرده‌اند. در ادامه، به سراغ بهترین خوشه‌بندی در هر دو دوره از نظر ضرایب محاسبه‌شده خواهیم رفت و چگونگی دسته‌بندی کشورهای اکو را در خوشه‌های مختلف مشاهده و بررسی خواهیم کرد.

جدول (۵) بهترین طبقه‌بندی‌ها را طی دو دوره (۱۹۹۹-۱۹۹۲) و (۲۰۱۰-۲۰۰۰) نشان داده است. همانطور که پیش از این ذکر شد در دوره اول تمایل به سمت خوشه‌بندی ۴ تایی وجود دارد در حالی که در دوره دوم تمایل به سمت خوشه‌بندی ۲ تایی مشاهده می‌شود. کشورهای اکو در دوره اول در بهترین حالت به چهار خوشه تقسیم می‌شوند که شامل سه خوشه ۲ عضوی و یک خوشه ۴ عضوی هستند، در حالی که این کشورها در دوره دوم در بهترین حالت به دو خوشه تقسیم می‌شوند که شامل یک خوشه ۶ عضوی و یک خوشه ۴ عضوی هستند. همین مسئله حکایت آن دارد که با گذشت زمان کشورهای اکو همگرایی خوبی را در معیارهای OCA پیدا کرده‌اند.

جدول ۵. بهترین خوشه‌بندی کشورهای اکو طی دو دوره

(۱۹۹۲-۱۹۹۹)	خوشه ۱	خوشه ۲	خوشه ۳	خوشه ۴
M=2 P=2 R=3 Average S(i)= 0.857 DPC1=0.923 DPC2=0.898	افغانستان ایران	آذربایجان قزاقستان قرقیزستان پاکستان	تاجیکستان ازبکستان	ترکیه ترکمنستان
تعداد عضو	۲	۴	۲	۲

ادامه جدول ۵.

خوشه ۲	خوشه ۱	(۲۰۱۰-۲۰۰۰)
ایران	افغانستان	
تاجیکستان	آذربایجان	M=2
ترکمستان	قزاقستان	P=2
ازبکستان	قرقیزستان	R=3
	پاکستان	Average S(i)= 0.745
	ترکیه	DPC1=0.941
		DPC2=0.882
۴	۶	تعداد عضو

مأخذ: نتایج تحقیق.

## ۷. نتیجه‌گیری

در ادبیات تشکیل اتحادیه پولی معمولاً با مطالعه معیارهای OCA امکان‌پذیری این موضوع برای کشورهایی که به نحوی همگرایی اقتصادی پیدا کرده‌اند صورت می‌گیرد. نظریه منطقه یا مناطق بهینه پولی از بدو خلق خود در سال ۱۹۶۱ تاکنون مورد توجه بوده و تغییرات و تحولات بسیار زیادی را تجربه نموده است. معیارهای بسیار متنوعی در این نظریه به وجود آمده است که این مقاله ۵ معیار مشهور آن را انتخاب کرده و یک معیار ابداعی نیز بر آن اضافه نموده است. همزمانی سیکل‌های تجاری، تغییرات نرخ ارز واقعی، تفاضل نرخ تورم، همزمانی نرخ‌های بهره واقعی، درجه بازبودن تجاری و شاخص استقلال بانک مرکزی معیارهای منطقه بهینه پولی این مقاله هستند. از میان تکنیک‌های متنوع برای مقایسه کلی این معیارها، الگوریتم خوشه‌بندی فازی نسبت به مرکز برگزیده شده است. در صورتی می‌توان گفت که مجموعه‌ای از کشورها تشکیل یک منطقه بهینه پولی را می‌دهند که بیشترین مشابهت را در تمام معیارهای مذکور دارا باشند، یعنی همگرایی کامل میان آنها وجود داشته باشد. اما درغیراینصورت دسته‌بندی کشورها که نزدیکترین معیارها را نسبت به یکدیگر داشته‌اند مدنظر قرار می‌گیرد. در صورتی هم که کشورها در معیارهای مذکور هیچ‌گونه همگرایی و مشابهت را نداشته باشد دسته‌بندی هر کشور در یک خوشه تقسیم‌بندی خواهند شد. بر اساس نتایج بدست آمده از این مقاله کشورهای اکو یک منطقه بهینه پولی محسوب نمی‌شوند، چراکه همانطور که جدول (۱) نشان می‌دهد این کشورها در تمام معیارهای OCA مشابهت و یکسانی کامل ندارند. به همین دلیل در این مقاله به سراغ دسته‌بندی کشورهای اکو براساس نزدیکی در این معیارها رفتیم.

بطور کلی، کشورهای اکو را می‌توان در دو مقوله مورد بررسی قرار داد: تغییر میانگین مقدار معیارهای OCA طی دو دوره و تغییر همگرایی معیارهای OCA طی دو دوره. می‌توان نتیجه‌گیری نمود که میانگین مقدار کشورهای اکو در چهار معیار تغییرات نرخ ارز واقعی، تفاضل نرخ‌های تورم، همزمانی نرخ بهره واقعی و درجه بازبودن تجاری از دوره اول به دوره دوم بهتر شده است. در مورد معیار شاخص استقلال بانک مرکزی تقریباً تغییر معناداری نداشته است، اما ضرایب همبستگی GDP واقعی کشورهای اکو که نشان‌دهنده همزمانی سیکل تجاری آنها بوده است بدتر شده است. از سوی دیگر، همگرایی کشورهای اکو در چهار معیار همزمانی سیکل تجاری، تغییرات نرخ ارز واقعی، تفاضل نرخ‌های تورم، همزمانی نرخ بهره واقعی از دوره اول به دوره دوم بهتر شده است. همگرایی معیار بازبودن تجاری تغییر چندانی نکرده است و همگرایی معیار شاخص استقلال بانک مرکزی برای کشورهای اکو کاهش داشته است. بنابراین، در مجموع کشورهای اکو بطور نسبی با گذار از دوره اول به دوره دوم هم میانگین مقدار معیارهای OCA آنها بهبود یافته است و هم همگرایی معیارهای OCA در آنها ارتقاء داشته است.

خوشه‌بندی‌های مختلفی برای کشورهای اکو طی دو دوره مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این بخش نشان می‌دهد که در دوره اول بهترین جایگاه برای خوشه‌بندی ۴ تایی است، یعنی در این دوره کشورهای اکو چندان همگرایی در معیارهای OCA نداشته‌اند که به چهار گروه تقسیم شده‌اند. اما در دوره دوم کشورهای اکو با همگرایی بیشتر به دو خوشه تقسیم شدند و خوشه‌بندی ۲ تایی بهترین مقادیر را بدست آورده است. همانطور که جدول (۵) نشان می‌دهد در دوره دوم کشورهای اکو به دو گروه ۶ عضوی و ۴ عضوی تقسیم می‌شوند، این مسئله حکایت از آن دارد که اگر اراده جدی‌تری برای همگرایی و هماهنگی میان اقتصادهای کشورهای اکو به وجود آید این کشورها بتوانند در آینده یک منطقه بهینه پولی را تشکیل دهند.

## منابع

- Ahn, C., Kim, H. & D. Chang** (2006), "Is East Asia Fit for an Optimum Currency Area? An Assessment of the Economic Feasibility of a Higher Degree of Monetary Cooperation in East Asia", *The Developing Economies*, Vol. 44, Issue 3, PP. 288- 305.
- Alesina, Alberto & Robert J. Barro & Silvana Tenreyro** (2002), "Optimal Currency Area", Harvard University, Mimeo.
- Alturki, Fahad Mohammed A.** (2007), *Essays on Optimum Currency Areas, A Dissertation for Degree of Doctor of Philosophy*, Department of Economics and the Graduate School of the University of Oregon.
- Artis, M. & W. Zhang** (1995), "International Business Cycles and the ERM: Is There a European Business Cycle?", Discussion Paper, No. 1191, CEPR.
- Artis, M. & W. Zhang** (1997), "International Business Cycles and the ERM: is There a European Business Cycle", *Int J Financ Econ*, Vol. 2, PP. 1–16.
- Back S. & C. Song** (2001), "Is Currency Union a Feasible Option in East Asia?", Mimeo.
- Balasko, B., Abonyi J. & B. Feil** (2004), "Fuzzy Clustering and Data Analysis Toolbox: for Use with Matlab", University of Veszprem, Hungary.
- Bayomi, T. & B. Eichengreen** (1993), "Shocking Aspects of European Monetary Unification", In: Giavazzi F, Torres F (eds), *Adjustment and Growth in the European Monetary Union*, Cambridge University Press, Cambridge, PP. 193–229.
- Bezdek, J. C.** (1981), *Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms*, New York: Plenum Press.
- Blasko, B. & B. Eichengreen** (1994), "One Money or Many? Analyzing the Prospects for Monetary Unification in Various Parts of the World", *Princeton Studies International Finance*, No. 76, Princeton University Press.
- Blasko, B. & B. Eichengreen** (1996), "Ever Closer to Heaven? an Optimum-Currency Area Index for European Countries", *CIDER Working Papers*, C96-078, Center for International and Development Economics Research, University of California at Berkeley.
- Blasko, B. & P. Mauro** (1999), "The Suitability of ASEAN for a Regional Currency Arrangement", *IMF Working Paper WP/99/162*, IMF.
- Blanchard, O. & D. Quah** (1989), "The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances", *American Economic Review*, Vol. 79, No. 4, PP. 655–673.
- Boreiko, D.** (2003), "EMU and Accession Countries: Fuzzy Cluster Analysis of Membership", *International Journal of Finance Economic*, Vol. 8, No. 4, PP. 309–325.
- Corden, William Max** (1972), "Monetary Integration, Essays in International Finance", *International Finance Section*, No. 93, Princeton University, Department of Economics.
- Chung, Jae Wan** (1988), "International Monetary Flows and Stability in Foreign Exchange Markets", *Applied Economics*, Vol. 20, PP. 611-622.
- De Grauwe P.** (1989, 1992, 1997, 2000, 2003), *Economics of Monetary Union*, Oxford University Press.
- Demertzis, M., Hughes, A. & O. Rummel** (2000), "Is the European Union a Natural Currency Area, or is it Held Together by Policy Makers?", *Weltwirtschaftliches Archiv*, Vol. 136, No. 4, PP. 657-79.
- Dornbush, Rudiger** (1988) "Doubts about the McKinnon Standard", *Journal of Economic Perspective*, Vol. 2, (Winter) PP. 105-112.
- Dunn, J. C.** (1974), "A Fuzzy Relative of the ISODATA Process and its Use in Detecting Compact, Well-separated Clusters", *Journal of Cybernetics*, Vol. 3, PP. 32-57.

- Eichengreen, B. & T. Bayoumi** (1999), "Is Asia an Optimum Currency Area? Can It Become One? Regional, Global and Historical Perspectives on Asian Monetary Relations", In Collignon, S., J. Pisani-Ferry and Y. Park (eds.), *Exchange Rate Policies in Emerging Asian Countries*, London: Routledge, PP. 347-366.
- European Central Bank** (1999), "Inflation Differentials in a Monetary Union", European Central Bank, Frankfurt Germany, Monthly Bulletin, October.
- Frankel Jeffrey & A. Rose** (1998), "Is EMU More Justifiable Ex Post Than Ex Ante", *European Economic Review*, Vol. 41, PP. 753-760.
- Frankel Jeffrey & A. Rose** (1998), "The Endogeneity of the Optimum Currency Area Criteria", *Economic Journal, Royal Economic Society*, Vol. 108.
- Friedman, M.** (1953), "The Case for Flexible Exchange Rates", *Essays in Positive Economics* (Chicago).
- Horvath, R. & L. Komarek** (2002), "Optimum Currency Area Theory: An Approach for Thinking about Monetary Integration", Warwick Economic Research Papers, No. 647, The University of Warwick, Seignorage Revenues.
- Ishiyama, I.** (1975), "The Theory of Optimum Currency Areas: A Survey", Staff Papers, International Monetary Fund, Vol. 22, PP. 344-383.
- Johnson, H.** (1972), *The Case for Flexible Exchange Rates*, H. Johnson (ed). *Monetary Economics*, Allen and Unwin, Winchester, PP. 198-222.
- Han, Kwang Suk** (2009), *Is East Asia an Optimum Currency Area? Evidence from the Application of Various Oca Criteria*, Ph. D. Dissertation, Claremont Graduate University.
- Kenen, Peter B.** (1969), "The Optimum Currency Area: an Eclectic View", In Mundell and Swoboda, (eds), *Monetary Problems of the International Economy*, Chicago: University of Chicago Press.
- Lee J., Y. Park & K. Shin** (2002), *A Currency Union in East Asia Mimeo*.
- Masson, P. & M. Taylor** (eds.), *Policy Issues in the Operation of Currency Unions*. Cambridge: Cambridge University Press, PP. 7-11.
- McKinnon, Ronald I.** (1963), "Optimum Currency Areas", *American Economic Review*, September, Vol. 52, PP. 717-725.
- McKinnon, Ronald I.** (1982), "Currency Substitution and Instability in the World Dollar Standard", *American Economic Review*, Vol. 72, PP. 320-333.
- McKinnon, Ronald I. & K. Tan** (1983), "Currency Substitution and Instability in the World Dollar Standard: a Reply", *American Economic Review*, Vol. 73, PP. 474-476.
- McKinnon, Ronald I.** (1988), "Monetary and Exchange Rate Policies for International Financial Stability: A Proposal", *Journal of Economic Perspective*, Vol. 2, (Winter), PP. 83-103.
- Meade J. E.** (1957), "The Balance of Payments Problems of a Free Trade Area", *Economic Journal*, Sept, Vol. 67, PP. 379-96.
- Mongelli** (2002), "New Views on the Optimum Currency Area Theory: What is EMU Telling Us?", Europe Central Bank, Working Paper Series, No. 138.
- Mundell, Robert A.** (1961), "A Theory of Optimum Currency Area", *The American Economic Review*, Vol. 51, No. 4, (Sep.), PP. 657-665.
- Mundel, Robert A.** (1973), "Uncommon Arguments for Common Currencies", In H. G. Johnson and A. K. Swoboda, *The Economics of Common Currencies*, Allen and Unwin, PP. 114-32.
- Ng, T.** (2002), "Should the Southeast Asian Countries form a Currency Union?", *The Developing Economies*, Vol. 40, Issue 2, PP. 113-134.
- Njomo, Emmanuel Nana** (1992), *On Belonging to a Monetary Union: A Diometric Review of Cameroon's Membership in the Franc Zone*, Ph.D. Dissertation, George Mason University.

- Nguyen, Toan** (2007), "East Asian Currency Area: A Fuzzy Clustering Analysis of Homogeneity", The Depocen Working Paper Series, Working Paper Series, No. 2007/10.
- OECD** (1999), "EMU: Facts, Challenges and Policies", *Organisation for Economic Co- Operation and Ddevelopment*, Paris, France.
- Ozer, I. & I. Ozkan** (2007), "Optimum Filtering for Optimum Currency Areas Criteria", *Economics Bulletin*, Vol. 6, No. 44, PP. 1-18.
- Song, Wei & Wang, Weiyue** (2009), "Asian Currency Union? An Investigation into China's Membership With other Asian Countries ", *Journal of Chinese Economic and Business Studies*, Vol. 7, No. 4, November, PP. 457-476.
- Tsangarides, C. & M. S. Qureshi** (2006), "What is Fuzzy about Clustering in West Africa?", IMF Working Paper, No. 06/90, Washington: International Monetary Fund.
- Willett, T.** (2001), "The OCA Approach to Exchange Rate Regimes: A Perspective on Recent Developments", Claremont Colleges Working Paper (2001-2004).
- Zhang, Z., K. Sato & M. McAleer** (2004), "Is a Monetary Union Feasible for East Asia?", *Applied Economics*, Vol. 36, PP. 1031-1043.

