

بررسی امکان تشکیل منطقه بهینه پولی در کشورهای عضو سازمان همکاری اسلامی (OIC) با استفاده از تکنیک خوشه-

بندی فازی و خوشه‌بندی سنتی^۱

سمیه رزاقی

دانشجوی دکترای اقتصاد بین الملل دانشگاه تبریز، s.razzaghi66@gmail.com

بهزاد سلمانی*

استاد اقتصاد دانشگاه تبریز، behsalmani@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۵/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۷/۱۶

چکیده

سازمان همکاری اسلامی در سال ۱۹۷۱ تشکیل شده و شامل ۵۷ کشور اسلامی می‌باشد. از جمله مهمترین اهداف این سازمان تقویت و گسترش مناسبات سیاسی، اقتصادی، تجاری و ایجاد بازار مشترک بین کشورهای اسلامی می‌باشد. با توجه به این مورد شاید تشکیل منطقه پولی بین کشورهای اسلامی بتواند آن‌ها را در حصول به اهداف این سازمان یاری رساند. لذا هدف از این مطالعه بررسی امکان تشکیل منطقه بهینه پولی در بین کشورهای اسلامی می‌باشد. به عبارت دیگر این مطالعه با استفاده از تکنیک خوشه‌بندی فازی و خوشه‌بندی سنتی و بر اساس معیارهای منطقه بهینه پولی، درجه تشابه اقتصادی بین کشورهای اسلامی را بررسی کرده است. بر اساس نتایج حاصل، از بین کشورهای اسلامی کشورهای عضو اتحادیه اقتصادی عرب از درجه تشابه بالایی برخوردار می‌باشند. همچنین زیرگروهی از گروه کشورهای عضو آکو نیز از درجه تشابه بالایی برخوردار می‌باشند. به این ترتیب اگر کشورهای اسلامی به ضرورت و اهمیت همگرایی پولی بین خود پی برده و جدیت کافی در ایجاد این همگرایی را داشته باشند آنگاه می‌توانند اتحادیه پولی کشورهای اسلامی را با ورود کشورهای عضو اتحادیه اقتصادی عرب شروع کرده و سایر کشورهای اسلامی را تشویق به انجام اصلاحات اقتصادی لازم کرده و آن‌ها هم می‌توانند به ترتیب و در طی زمان وارد اتحادیه پولی شوند.

واژه‌های کلیدی: منطقه بهینه پولی، کشورهای اسلامی، خوشه‌بندی.

طبقه‌بندی JEL: O57, F15, E52, C38.

^۱ مقاله حاضر مستخرج از رساله دکترای نویسنده اول در دانشگاه تبریز است.

* نویسنده مسئول مکاتبات

۱- مقدمه

با ارائه نظریه منطقه بهینه پولی^۱ (OCA) توسط ماندل^۲ در سال ۱۹۶۱، ایجاد اتحادیه پولی مشترک در مناطق مختلف دنیا مطرح شد و پژوهشگران مطالعات وسیعی را در زمینه امکان سنجی تشکیل منطقه بهینه پولی انجام دادند. در این میان کشورهای عضو اتحادیه یورو پس از حدود ۴۰ سال تحقیق و بررسی و علیرغم وجود برخی موانع سیاسی، موفق به تشکیل اتحادیه پولی مشترک با پول واحد یورو در سال ۱۹۹۹ شدند. موفقیت نسبی این اتحادیه در زمینه‌های سیاسی و اقتصادی هم‌اکنون نیز توجه بسیاری از کشورها را به پیاده کردن چنین نظام پولی واحدی معطوف کرده است. ایده ایجاد اتحادیه پولی مشترک در کشورهای اسلامی نیز همواره مورد توجه بسیاری از رهبران کشورهای اسلامی قرار گرفته است^۳. بر اساس اساسنامه تشکیل سازمان همکاری اسلامی (OIC)^۴، ایجاد بازار مشترک اسلامی بین این کشورها از اهداف مهم آن‌ها می‌باشد^۵. همچنین از جمله برنامه‌های مهم مطرح شده در برنامه‌ی ده ساله این سازمان، ارتقاء و تقویت همکاری‌های اقتصادی و تجاری بین کشورهای عضو، اجرای طرح کمسک (COMCEC)^۶ برای توسعه و تحکیم مناسبات تجاری و اقتصادی بین کشورهای عضو سازمان همکاری اسلامی، تقویت تجارت درون گروهی بین اعضای سازمان و ایجاد یک منطقه تجارت آزاد برای دستیابی به سطح بالایی از همگرایی اقتصادی بین کشورها می‌باشد. در این میان تشکیل اتحادیه پولی بین کشورهای اسلامی می‌تواند بعنوان یک راه حل مشترک بین این کشورها در سطوح مختلف خود، ارتباطات اقتصادی و تجاری میان کشورهای این منطقه و همچنین سایر کشورهای دنیا را تسهیل و تسریع نموده و آنها را در رسیدن به اهداف خود یاری رساند. همچنین نگاهی به اوضاع کنونی کشورهای اسلامی نشان‌دهنده آن است که عدم اتحاد و همبستگی بین این

^۱ Optimum Currency Area

^۲ Mundell

^۳ بطور مثال ایده ایجاد دینار اسلامی برای اولین بار توسط کشور مالزی در سال ۲۰۰۳ در دهمین اجلاس سران کشورهای عضو سازمان کنفرانس اسلامی مطرح شد. همچنین اسلام‌گرایان ترکیه نیز از مبلغان اصلی این طرح هستند.

^۴ Organization of Islamic Cooperation

^۵ برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد اهداف سازمان OIC به اساسنامه این سازمان در سایت www.oic.org مراجعه نمایید.

^۶ Committee for Economic and Commercial Cooperation of the Organization of the Islamic Conference

کشورها، قدرت سیاسی و اقتصادی این کشورها را تضعیف نموده است. به نظر می‌رسد همگرایی اسلامی در قالب یک اتحادیه پولی بتواند نقش اساسی در قدرت‌یابی مسلمانان و افزایش توان اقتصادی آنان داشته باشد. طبق تجربه کشورهای عضو اتحادیه یورو، از بعد سیاسی نیز تشکیل چنین اتحادی در مقابل نفوذ قدرت‌های خارجی در کشورهای اسلامی پراهمیت می‌باشد. علاوه بر این، اکثر کشورهای اسلامی در معاملات تجاری و مبادلات اقتصادی خود از دلار و سایر ارزهای رایج بهره می‌گیرند که نوسانات این ارزها کشورها را با مشکلات اقتصادی فراوانی رو به رو کرده است. استفاده از پول مشترک میان کشورهای اسلامی می‌تواند از سلطه مالی دلار بکاهد و اقتصاد این کشورها کمتر تحت تأثیر سیاست‌های اقتصادی آمریکا و اتحادیه اروپا قرار گیرد. هدف از این مطالعه نیز ارزیابی امکان تشکیل منطقه بهینه پولی در کشورهای اسلامی می‌باشد. مهمترین نوآوری این مطالعه استفاده از دو نوع متفاوت خوشه‌بندی فازی و خوشه‌بندی سنتی در امکان‌سنجی تشکیل منطقه بهینه پولی بین کشورهای اسلامی و انجام تحلیل حساسیت‌های مربوطه به منظور بررسی استحکام نتایج می‌باشد. در این تحقیق پس از ارائه مقدمه در بخش اول، مروری بر ادبیات موضوعی در بخش دوم ارائه شده است. مدل و روش‌شناسی تحقیق در بخش سوم مورد بررسی قرار گرفته و نتایج حاصل از تخمین مدل در بخش چهارم گزارش شده است. در پایان در بخش پنجم نتیجه‌گیری این مطالعه ارائه شده است.

۲- ادبیات موضوع

ماندل (۱۹۶۱)، مک کینون^۱ (۱۹۶۳) و کِنِن^۲ (۱۹۶۹) از جمله نظریه‌پردازان اقتصادی بودند که مفهوم منطقه بهینه پولی را برای اولین بار مطرح نمودند. کشورهای عضو یک منطقه بهینه پولی متعهد می‌شوند تا ارزش پول ملی‌شان را در مقابل پول کشورهای عضو ثابت نگه داشته ولی در عین حال می‌توانند بطور مشترک و همزمان ارزش پول‌های رایج‌شان را در مقابل پول‌های کشورهای غیرعضو تغییر دهند. تشکیل اتحادیه پولی منجر به کاهش هزینه‌های مبادلاتی و کاهش ریسک ناشی از ناطمینانی نرخ ارز شده و حجم تجارت دوجانبه بین کشورها و انتقال سرمایه‌های مستقیم خارجی بین آن‌ها را افزایش می‌دهد (دی‌گرو^۳، ۱۹۹۷).

^۱ McKinon

^۲ Kenen

^۳ De Grauwe

مونگلی^۱ (۲۰۰۲) مراحل تکامل نظریه منطقه بهینه پولی را در چهار مرحله، به شرح زیر دسته بندی کرده است: در مرحله اول (اوایل دهه ۱۹۶۰ تا ابتدای دهه ۱۹۷۰) نظریه پردازانی همچون ماندل، مک کینون و کننن به بررسی هزینه و فایده نظام‌های نرخ ارز ثابت و شناور پرداخته و نظریات آنان در مقابل نظر میلتن فریدمن^۲ (۱۹۵۳) قرار داشت. فریدمن نظام نرخ ارز شناور را بهترین ابزار برای مقابله با شوک‌های خارجی می‌دانست. در مقابل، ماندل این سوال را مطرح کرد که آیا تمام پول‌های ملی می‌توانند برای مقابله با بحران‌ها شناور شوند یا یک منطقه پولی واحد اولویت دارد؟ اگر منطقه پولی واحد اولویت دارد، آنگاه قلمرو بهینه برای این منطقه پولی کجاست؟ لذا در این دوره نظریه پردازان به تعیین معیارهای منطقه بهینه پولی پرداختند. مرحله دوم تکامل نظریه منطقه بهینه پولی (دهه ۱۹۷۰) مربوط به دوره تلفیق می‌باشد. در این دوره کوردن^۳ (۱۹۷۲)، ماندل (۱۹۷۳) و ایشی یاما^۴ (۱۹۷۵) به تلفیق معیارهای منطقه بهینه پولی پرداخته و آنها را در ارتباط با یکدیگر تفسیر و توضیح دادند. در این دوره معیار شباهت شوک‌های اقتصادی بین کشورها نیز به سایر معیارهای منطقه بهینه پولی افزوده شد. در دوره سوم (دهه ۱۹۸۰ تا ابتدای دهه ۱۹۹۰) نظریه پردازانی همچون فرانکل و رز^۵ (۱۹۹۸) به خاصیت درونزا بودن معیارهای منطقه بهینه پولی اشاره کردند. بر اساس نظریات قبلی، برای اینکه کشورها بتوانند وارد یک اتحادیه پولی مشترک شوند، ابتدا باید معیارهای منطقه بهینه پولی را دارا بودند. این در حالیست که بر اساس نظر فرانکل و رز (۱۹۹۸)، این معیارها درونزا می‌باشند. یعنی اگر کشورها ابتدا وارد یک اتحادیه پولی مشترک شوند آنگاه معیارهای مذکور خود به خود به وجود خواهند آمد. دوره چهارم دوره مطالعات تجربی است که در طی بیست سال اخیر نظریه پردازان به عملیاتی کردن نظریه منطقه بهینه پولی می‌پردازند. در این دوره اکثر محققین با توسل به تکنیک‌های اقتصادسنجی به امکان‌سنجی تشکیل منطقه بهینه پولی در مناطق مختلف دنیا می‌پردازند.

¹ Mongelli

² Friedman

³ Corden

⁴ Ishiyama

⁵ Frankel and Rose

از جمله این مطالعات می‌توان به مطالعات بلانچارد و کوآ^۱ (۱۹۸۹)، بایومی و ایچینگرین^۲ (۱۹۹۶)، لی و همکاران^۳ (۲۰۰۲)، آهن و همکاران^۴ (۲۰۰۵)، لی (۲۰۱۱)، لی و ازلی^۵ (۲۰۱۲) و کوهارد^۶ (۲۰۱۳) اشاره کرد. از جمله مهمترین تکنیک‌های اقتصادسنجی در جهت امکان‌سنجی تشکیل منطقه‌های بهینه پولی، استفاده از تکنیک‌های خوشه‌بندی می‌باشد که این مطالعه نیز با استفاده از تکنیک خوشه‌بندی به امکان‌سنجی تشکیل منطقه بهینه پولی در کشورهای اسلامی می‌پردازد. از جمله مهمترین مطالعات صورت گرفته در این زمینه به شرح زیر می‌باشند:

- کوور و کوپت^۷ (۲۰۰۵) در مطالعه‌ای با استفاده از روش خوشه‌بندی فازی به بررسی بهینه بودن منطقه پولی در بین کشورهای جنوب صحرای بزرگ آفریقا^۸ پرداخته‌اند. نتایج حاصل نشان‌دهنده آن است که کشورهای گامبیا، غنا و سیارالئون باید وارد اتحادیه اقتصادی و پولی غرب آفریقا (WAEMU)^۹ شوند بطوریکه هسته اولیه آن کشورهای عضو اتحادیه اقتصادی و پولی غرب آفریقا می‌باشند. همچنین گروه کشورهای عضو منطقه پولی غرب آفریقا (WAMZ)^{۱۰} شرایط لازم برای استفاده از پول مشترک را دارا می‌باشند. - کورشی و تیسانگاریدز^{۱۱} (۲۰۰۷) با استفاده از تکنیک خوشه‌بندی، به امکان‌سنجی تشکیل منطقه بهینه پولی در غرب آفریقا، منطقه پولی غرب آفریقا و اتحادیه اقتصادی کشورهای غرب آفریقا پرداخته‌اند. نتایج حاصل حکایت از وجود عدم تشابه در ساختارهای اقتصادی کشورهای منطقه پولی غرب آفریقا دارند. همچنین هنگامی که کشورهای غرب آفریقا و مرکز آفریقا با هم در نظر گرفته می‌شوند، آنگاه کشورهای مستعمره فرانسه در غرب آفریقا همگرایی خوبی از خود نشان می‌دهند. همچنین همگرایی مناسبی بین کشورهای آفریقای مرکزی و کشورهای منطقه پولی غرب آفریقا وجود دارد.

¹ Blanchard and Quah

² Bayomi and Eichengreen

³ Lee et al.

⁴ Ahen et al.

⁵ Lee and Azali

⁶ Couhard

⁷ Quere and Coupet

⁸ Sub-Saharan Africa

⁹ West African Economic and Monetary Union

¹⁰ West African Monetary Zone

¹¹ Qureshi and Tisangarides

- کووآ و کرولی^۱ (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای با استفاده از روش خوشه‌بندی فازی به بررسی تشکیل منطقه بهینه پولی در کشورهای شرق آسیا پرداخته‌اند. نتایج حاصل نشان‌دهنده آن است که درجه همگرایی در این کشورها پس از بحران آسیایی ۱۹۹۷-۱۹۹۸ بهبود یافته و این کشورها شرایط لازم برای تشکیل منطقه بهینه پولی را دارا می‌باشند.

- آچسانی و پارتیسیوی (۲۰۱۰) به مطالعه امکان تشکیل منطقه بهینه پولی در اتحادیه کشورهای جنوب شرق آسیا پرداخته‌اند. نتایج حاصل از خوشه بندی فازی نشان‌دهنده آن است که پول ملی سنگاپور از ثبات بیشتری برخوردار بوده است. همچنین اتحادیه پولی بین کشورهای مذکور ابتدا باید با ورود کشورهای مالزی و سنگاپور آغاز شده و سپس کشورهای ژاپن، تایلند، کره جنوبی و چین وارد اتحادیه مذکور شوند. کشور اندونزی آخرین کشوری است که می‌تواند پس از انجام اصلاحات اقتصادی وارد این اتحادیه شود.

- مونفورت^۲ و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای با استفاده از روش خوشه‌بندی فازی به بررسی وجود همگرایی واقعی در تولیدناخالص داخلی سرانه هر کارگر در بین کشورهای عضو اتحادیه پولی یورو پرداخته‌اند. نتایج حاصل از خوشه‌بندی نشان دهنده وجود دو خوشه متفاوت از کشورهای عضو یورو بوده که در بین آن دو خوشه نرخ رشد اقتصادی بین کشورهای عضو اتحادیه یورو واگرا بوده و به سمت نقطه تعادل^۳ متفاوت از هم همگرا هستند.

- ایراس و لویز^۴ (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای با استفاده از الگوریتم‌های خوشه‌بندی سنتی و فازی به بررسی همگرایی ساختاری بین کشورهای عضو اتحادیه پولی یورو پرداخته‌اند. بر اساس نتایج حاصل از خوشه‌بندی، کشورهای عضو اتحادیه یورو به دو خوشه جداگانه تقسیم شده‌اند که بر اساس این خوشه‌بندی کشورهای یونان، ایتالیا، پرتغال و اسپانیا در یک خوشه مشترک قرار می‌گیرند. این امر نشان‌دهنده آنست که این گروه کشورها دارای اقتصادی مشابه و همگرا بوده و ساختارهای اقتصادی آن‌ها با بقیه کشورهای عضو اتحادیه یورو متفاوت می‌باشد.

- یکی از مطالعات داخلی صورت گرفته در این زمینه مطالعه بیابانی و همکاران^۵ (۱۳۹۱) می‌باشد. آن‌ها در این مطالعه به بررسی امکان سنجی تشکیل منطقه بهینه پولی در کشورهای عضو سازمان آکو با استفاده از یک الگوریتم خوشه‌بندی فازی نسبت به مرکز پرداخته‌اند. نتایج حاصل نشان‌دهنده آن است که کشورهای عضو آکو از همگرایی کامل

¹ Quah and Crowley

² Monfort

³ Steady States

⁴ Irac and Lopez

⁵ Biabani (2012)

در معیارهای نظریه بهینه پولی برخوردار نبوده و تشکیل اتحادیه پولی بین این کشورها هزینه بر خواهد بود.

- درخشیده و جلائی^۱ (۱۳۹۵) با استفاده از روش خوشه‌بندی فازی به بررسی همگرایی در معیارهای تشکیل منطقه بهینه پولی بین ایران و کشورهای عضو گروه شانگهای و امکان تشکیل منطقه بهینه پولی بین آن‌ها پرداخته‌اند. بر اساس نتایج این مطالعه، هیچگونه همگرایی در معیارهای منطقه بهینه پولی بین کشورهای مزبور مشاهده نمی‌شود و کشور ایران حتی در بلندمدت نمی‌تواند وارد اتحاد پولی با کشورهای گروه شانگهای گردد.

۳- مدل و روش‌شناسی

خوشه‌بندی یکی از ابزارهای داده‌کاوی است که به استخراج دسته‌هایی با حداکثر شباهت بین عناصر داخل دسته و حداقل شباهت با عناصر سایر دسته‌ها می‌پردازد. به عبارتی، تحلیل خوشه‌بندی روشی است که در آن داده‌های چندمتغیره را می‌توان در میان گروه‌ها و خوشه‌های مختلف سازمان‌دهی کرد به طوری که داده‌های همگن در یک گروه یکسان قرار گرفته و داده‌های ناهمگن در گروه‌های مجزا قرار می‌گیرند.^۲ با استفاده از تکنیک خوشه‌بندی می‌توان کشورهای مختلف را بر اساس تشابه و عدم تشابه‌شان از نظر معیارهای منطقه بهینه پولی خوشه‌بندی کرد و کشورهایی که از درجه تشابه بالایی برخوردار هستند و از نظر معیارهای منطقه بهینه پولی شباهت‌های زیادی دارند در یک گروه یا خوشه قرار گرفته و بقیه کشورها نیز بر اساس درجه تشابه‌شان در خوشه‌های مجزای دیگری قرار گیرند. از جمله مهمترین معیارهای منطقه بهینه پولی که در تجزیه و تحلیل خوشه‌بندی برای اندازه‌گیری تشابه بین کشورها مورد تاکید قرار می‌گیرند، عبارتند از:

- همگرایی تجارت درون‌گروهی^۳: بر اساس تئوری ماندل (۱۹۶۱) ایجاد منطقه بهینه پولی بین کشورهایی که تجارت دوجانبه فراوانی دارند، منفعت اقتصادی فراوانی خواهد داشت. زیرا استفاده از یک واحد پولی مشترک هزینه‌های مبادله را بشدت کاهش داده و نااطمینانی ناشی از نوسانات نرخ ارز را در مبادلات تجاری از بین خواهد برد. بر اساس

^۱ Derakhshideh and Jalae (2016)

^۲ برای آشنایی بیشتر با مدل‌های خوشه‌بندی به مطالعه سیده زهره کیا (۱۳۹۳) مراجعه شود.

^۳ Regional Trade Integration

مطالعه بایومی و ایچینگرین^۱ (۱۹۹۷) کشورهای اروپایی شاهد افزایش چشمگیری در حجم تجارت دوجانبه بوده‌اند و این امر شرایط را برای ورود این کشورها به اتحادیه پولی یورو بسیار آماده‌تر کرد (کوور و کوپت، ۲۰۰۵).

– **همزمانی سیکل‌های تجاری:** بر اساس نظریه منطقه بهینه پولی، اگر سیکل‌های تجاری بین کشورها متقارن و همزمان باشد و کشورها واکنش یکسانی به شوک‌های وارد شده نشان دهند، آنگاه آنها از تشکیل یک اتحادیه پولی نفع خالص بیشتری خواهند برد. زیرا کشورها می‌توانند در چنین شرایطی از سیاست‌های مشترکی برای مقابله با این شوک‌ها استفاده کنند.

– **نرخ تورم:** اگر مشابهت حداکثری میان نرخ‌های تورم کشورهای عضو 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 آسان می‌باشد. 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.

– **درجه باز بودن تجاری:** هرچه درجه باز بودن 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 چندان مفید نخواهد بود. در این راستا، اتحاد تجاری باعث کاهش احتمال شوک‌های نامتقارن خواهد شد و انتقال هرگونه شوکی را تقویت خواهد نمود.

– **درجه گوناگونی تولید (سهم بخش اولیه اقتصاد در تولید ناخالص داخلی):** درجه گوناگونی تولید نشان‌دهنده تفاوت ساختارهای صنعتی کشورها می‌باشد. هر چه تولید کالاها، در کشورهای عضو یک اتحادیه پولی از تنوع و گوناگونی بیشتری برخوردار باشند، آنگاه اثر شوک‌های منفی اقتصادی بر صنایع تولیدی کشور کمتر خواهد بود و اقتصاد استقلال بیشتری در مقابل اختلالات خارجی خواهد داشت. به عبارتی یک اقتصاد با تنوع بالای محصولات، هنگام رخداد شوک‌های جهانی، بی‌نیاز از تغییر دائمی نرخ ارز

^۱ Bayoumi and Eichengreen

اسمی خواهد شد. چرا که این کشور گستره‌ی وسیعی از کالاهای گوناگون را صادر می‌کند و چنانچه تقاضای جهانی برای برخی کالاهای صادراتی آن کاهش یابد، تاثیر چنین شوکی نمی‌تواند بر اشتغال تاثیرگذار باشد و نیروی کار و سرمایه بیکار شده ناشی از شوک‌های منفی جهانی بزودی در بین این کشورها جذب خواهند شد (امکندا، ۲۰۰۱؛ کنن، ۱۹۶۹).

– **تغییرات نرخ ارز واقعی:** تغییرات نرخ ارز واقعی شاخص مناسبی است که از طریق آن می‌توان به همزمانی فشارهای اقتصادی در بین کشورها پی برد که این فشارها به نوعی می‌توانند با تورم، درجه باز بودن تجاری، اندازه اقتصادی کشورها، قیمت‌ها، گوناگونی تولیدات کشورها و سایر معیارهای اقتصادی در ارتباط باشند. هر چه تغییرات نرخ ارز واقعی کمتر باشد، تعداد شوک‌های ایجاد شده کاهش یافته و شوک‌های نامتقارن بین کشورها کمتر رخ می‌دهد. همچنین سیکل‌های تجاری بین آن‌ها هماهنگ و همزمان خواهند شد. به این ترتیب شرایط برای ورود به اتحادیه پولی مشترک مهیاتر می‌باشد (آرتیس و ژانگ^۱، ۱۹۹۷؛ بیابانی و همکاران، ۱۳۹۱).

بر اساس مدل کوآ و کرولی (۲۰۱۰) فرض کنید تعداد N کشور و تعداد p معیار برای سنجش تشابه ساختارهای اقتصادی آن کشورها وجود دارد. آنگاه شاخص همگرایی $(X_j)^2$ برای هر کشور بصورت زیر قابل تعریف می‌باشد:

$$X_1, \dots, X_N \quad (X_j = (x_{j1}, \dots, x_{jp})) \quad \text{for } j = 1, 2, \dots, N$$

$$X_j = (rti_{io}, inf_i, rex_i, gdpc_{io}, open_i, prim_i) \quad (1)$$

بطوریکه rti_{io} نشان‌دهنده‌ی شدت تجارت درون منطقه‌ای کشور i با منطقه OIC می‌باشد، این متغیر بصورت نسبت تجارت کشورها با کشورهای OIC به تجارت کشورها با کل دنیا سنجیده می‌شود.

inf_i قدرمطلق تفاضل میانگین تورم کشور i از میانگین تورم کشورهای اسلامی طی دوره مذکور می‌باشد. نرخ تورم کشورهای اسلامی نیز با استفاده از شاخص قیمت مصرف کننده محاسبه و برابر تفاضل لگاریتمی CPI می‌باشد.

rex_i تغییرات نرخ ارز واقعی کشور i. این متغیر نیز بصورت انحراف معیار تفاضل لگاریتمی نرخ ارز واقعی ماهانه کشورها در دوره مورد نظر می‌باشد.

¹ Artis and Zhang

² Convergence Criteria

gdp_{i0} میانگین ضریب همبستگی متقاطع GDP واقعی بین کشورهای اسلامی که به عنوان شاخص همزمانی سیکل‌های تجاری در نظر گرفته شده است. $open_i$ درجه باز بودن تجاری. این متغیر بصورت سهم صادرات و واردات از کل تولید ناخالص داخلی کشورهای مزبور است. $prim_i$ نشان‌دهنده درجه گوناگونی تولید می‌باشد. این متغیر بصورت یک منهای سهم کالاهای صنعتی^۱ و خدمات از کل تولیدات می‌باشد. دوره زمانی در نظر گرفته شده در این مطالعه ۱۹۹۰-۲۰۱۵ می‌باشند. همچنین تمامی داده‌های مورد نیاز از سایت بانک جهانی استخراج شده‌اند. برای بدست آوردن ضرایب عدم تشابه بین ساختارهای اقتصادی دو کشور j, k از فاصله اقلیدسی استفاده می‌شود:

$$d(j, k) = \sqrt{\sum_{l=1}^p (x_{jl} - x_{kl})^2} \quad (2)$$

به طوری که $d(j, k)$ نشان‌دهنده ضریب عدم تشابه ساختارهای اقتصادی بین دو کشور j, k می‌باشد. علاوه بر به دست آوردن ضریب عدم تشابه ساختارهای اقتصادی بین دو کشور، بدست آوردن ضریب عدم تشابه بین دو خوشه نیز از اهمیت فراوانی برخوردار است زیرا این ضریب تعیین‌کننده شکل‌گیری گروه‌های همگن خواهد بود. در حالت کلی الگوریتم‌های زیادی برای تعیین عدم تشابه یا ناهمگنی بین خوشه‌ها وجود دارد. از جمله مهمترین و پرکاربردترین این الگوریتم‌ها در مطالعات مربوط به مناطق بهینه پولی، الگوریتم خوشه‌بندی میانگین-گروهی^۲ می‌باشد. در روش الگوریتم خوشه‌بندی میانگین-گروهی ضریب عدم تشابه بین خوشه‌های ω_j و ω_k بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$d(\omega_j, \omega_k) = \frac{1}{|\omega_j||\omega_k|} \sum_{j \in \omega_j} \sum_{k \in \omega_k} d(j, k) \quad (3)$$

به طوری که $|\omega_j|$ و $|\omega_k|$ به ترتیب نشان‌دهنده تعداد کشورهای موجود در خوشه‌های ω_j و ω_k می‌باشند. این الگوریتم در ابتدا با خوشه‌بندی $\Omega_0 = [\omega_1^0, \dots, \omega_N^0]$ شروع می‌شود. بدین معنی که در ابتدا به تعداد کشورها، خوشه ساخته و هر خوشه شامل یک کشور است. سپس در مراحل بعدی خوشه‌ها را دو به دو ترکیب می‌کند و در نهایت خوشه‌های نهایی تشکیل می‌شود. در هر مرحله خوشه‌هایی با هم ترکیب می‌شوند که دارای بیشترین تشابه باشند. پس از انجام هر مرحله و تشکیل خوشه‌ها، دوباره ضریب عدم تشابه بین

¹ Manufacturing

² Group average clustering

خوشه‌ها بررسی و به روز رسانی می‌شود و دوباره مرحله بعدی خوشه‌بندی شروع می‌شود. برای تعیین تعداد بهینه خوشه‌ها نیز از روش مقایسه میانگین ضریب گستره طرح^۱ بین خوشه‌های دوتایی، سه تایی، چهارتایی و ... استفاده می‌شود. نتیجه حاصل از الگوریتم خوشه‌بندی فوق بصورت نمودار درختی ارائه می‌شود بطوریکه کشورها بر اساس درجه تشابه اقتصادی‌شان در خوشه‌های مختلف قرار می‌گیرند. بر این اساس خوشه‌هایی که نشان‌دهنده بالاترین درجه تشابه هستند ابتدا باید وارد اتحادیه شده و اصلاحات اقتصادی و سیاستی لازم را برای تشکیل منطقه بهینه پولی فراهم آورند. کشورهای موجود در خوشه‌های بعدی نیز به ترتیب و با توجه به درجه تشابه اقتصادی‌شان با خوشه قبلی، وارد اتحادیه خواهند شد.

در حالت کلی دو روش خوشه‌بندی وجود دارد: خوشه‌بندی سنتی^۲، خوشه‌بندی فازی^۳. در خوشه‌بندی سنتی یک کشور یا متعلق به یک خوشه هست یا نیست. به عبارتی هر کشور متعلق به یک و فقط یک خوشه است و نمی‌تواند عضو دو خوشه و یا بیشتر باشد و خوشه‌ها همپوشانی ندارند. اما در خوشه‌بندی فازی هر کشوری می‌تواند با درصد احتمالی متعلق به بیش از یک خوشه باشد. روش خوشه‌بندی فازی بهترین روش برای خوشه‌بندی داده‌هایی است که حد و مرز مشخص و تعریف شده‌ای بین آن‌ها وجود ندارد زیرا اغلب داده‌ها تمایز چندان محسوس و دقیقی برای قرار گرفتن در خوشه‌ها ندارند. همچنین این روش نسبت به روش خوشه‌بندی سنتی، اطلاعات دقیق‌تری را در مورد ساختار داده‌ها ارائه می‌کند. در این روش برای هر کشور یک ضریب عضویت معینی تخمین زده می‌شود و هر چه ضریب عضویت آن بیشتر باشد احتمال تعلق داشتن آن کشور به خوشه مربوطه بیشتر است. تحلیل خوشه‌بندی فازی نسبت به خوشه‌بندی سنتی به واقعیت نزدیک‌تر است زیرا یک کشور نه تنها ممکن است با گروهی از کشورهای موجود در خوشه اول شباهت داشته باشد بلکه ممکن است با کشورهای دیگری که در خوشه‌های دیگری قرار گرفته‌اند نیز شباهت داشته باشد. لذا این روش اطلاعات بیشتری در اختیار می‌گذارد و استفاده از آن اولویت دارد. این مطالعه برای انجام تحلیل حساسیت از هر دو روش خوشه‌بندی فازی و خوشه‌بندی سنتی استفاده کرده است.

۳- ارایه نتایج تحقیق

¹ The Silhouette Width

² hard (crisp) clustering algorithm

³ Soft (Fuzzy) clustering algorithm

۳-۱- روش خوشه‌بندی فازی

ابتدا نتایج حاصل از روش خوشه‌بندی فازی ارائه شده است. ضرایب عضویت فازی کشورهای عضو سازمان OIC برای حالات مختلف خوشه‌بندی در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس مطالعه آموریم و هنننگ^۱ (۲۰۱۵)، برای تعیین تعداد بهینه خوشه‌ها از روش مقایسه میانگین گستره طرح بین خوشه‌های دوتایی، سه‌تایی و ... استفاده خواهد شد. این ضریب مقادیری بین ۱ و ۱- را به خود اختصاص می‌دهد. هر چه این ضریب به ۱ نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده آنست که آن کشور به درستی خوشه‌بندی شده است. اگر این ضریب نزدیک به صفر باشد یعنی به درستی معلوم نیست کدام کشور به کدام خوشه تعلق دارد و اگر گستره طرح به ۱- نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده آن است که عدم مشابهت در داخل خوشه مربوطه بسیار زیاد بوده و خوشه‌بندی به درستی صورت نگرفته است. بنابراین هر چه این ضریب نزدیک به ۱ باشد، خوشه‌بندی به درستی صورت گرفته است. مقدار ضریب گستره طرح از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$S_i = \frac{b(i)-a(i)}{\max[a(i),b(i)]}; \quad -1 \leq S(i) \leq 1 \quad (4)$$

بطوریکه $a(i)$ نشان‌دهنده میانگین عدم مشابهت کشور i در داخل یک خوشه و $b(i)$ کوچکترین عدم مشابهت بین کشور i و سایر خوشه‌ها می‌باشد. نتایج حاصل از میانگین ضریب گستره طرح در حالات مختلف خوشه‌بندی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول (۱): مقدار آماره ضریب گستره طرح

تعداد خوشه‌ها	خوشه ۲	خوشه ۳	خوشه ۴	خوشه ۵	خوشه ۶
ضریب گستره طرح	۰/۸۶۶۸	۰/۹۲۵۵	۰/۹۳۰۶	۰/۷۴۰۲	۰/۴۰۵۶

منبع: نتایج تحقیق

نتایج حاصل نشان‌دهنده آن است که مقدار ضریب گستره طرح در حالت ۴ خوشه، به یک نزدیک‌تر بوده لذا در این مطالعه خوشه‌بندی کشورهای مزبور در قالب چهار خوشه، حالت بهینه می‌باشد. همچنین مقدار آماره گستره طرح تا چهار خوشه در حال افزایش بوده و بیشترین مقدار را دارد. اما در حالت پنج خوشه به بعد این رقم کاهش می‌یابد. مقدار ضرایب احتمال عضویت فازی هر کدام از کشورهای OIC در چهار خوشه مربوطه در جدول ۲ ارائه شده است.

^۱ Amorim and Henning

جدول (۲): ضرایب احتمال عضویت فازی کشورهای عضو OIC

کشور	خوشه ۱	خوشه ۲	خوشه ۳	خوشه ۴
افغانستان	۰/۰۴	۰/۰۰۵	۰/۲۱	۰/۷۴
آلبانی	۰/۰۹۸	۰/۰۱۲	۰/۳۶	۰/۵۲
الجزیره	۰/۰۴	۰/۰۰۳	۰/۵۲	۰/۴۳
آذربایجان	۰/۰۷	۰/۷۸	۰/۰۷	۰/۰۷
بحرین	۰/۸۵	۰/۰۰۶	۰/۰۹	۰/۰۵
بنگلادش	۰/۰۲	۰/۰۰۳	۰/۱۷	۰/۸۰
بنین	۰/۰۴۶	۰/۰۰۵	۰/۳۰	۰/۶۵
برونئی	۰/۰۲۹	۰/۰۰۴	۰/۱۴	۰/۸۲
بورکینافاسو	۰/۰۳	۰/۰۰۴	۰/۱۴	۰/۸۲
کامرون	۰/۰۱۶	۰/۰۰۲	۰/۱۲	۰/۸۶
چاد	۰/۰۴۶	۰/۰۰۷	۰/۲۰	۰/۷۴
کومور	۰/۱۸	۰/۰۳	۰/۳۵	۰/۴۲
ساحل عاج	۰/۰۳	۰/۰۰۲	۰/۶۴	۰/۳۲
جیبوتی	۰/۵۰	۰/۰۵	۰/۲۵	۰/۱۹
مصر	۰/۰۳	۰/۰۰۴	۰/۲۰	۰/۷۶
گابن	۰/۱۰	۰/۰۰۴	۰/۷۱	۰/۱۹
گامبیا	۰/۲۴	۰/۰۱۹	۰/۴۲	۰/۳۱
گینه	۰/۱۷	۰/۰۱۱	۰/۵۲	۰/۳۰
گینه بیسائو	۰/۰۹	۰/۰۰۸	۰/۳۶	۰/۵۳
گوآنا	۰/۷۰	۰/۰۱	۰/۱۷	۰/۱۱
اندونزی	۰/۰۶	۰/۰۰۸	۰/۲۵	۰/۶۶
ایران	۰/۰۴۴	۰/۰۰۵	۰/۳۴	۰/۶۰
اردن	۰/۱۶	۰/۰۰۶	۰/۶۴	۰/۱۸
قزاقستان	۰/۱۰	۰/۷۰	۰/۰۹	۰/۱۰
کویت	۰/۰۵	۰/۰۰۲	۰/۷۹	۰/۱۵
قرقیزستان	۰/۲۷	۰/۰۱	۰/۴۲	۰/۲۸
لبنان	۰/۰۵	۰/۰۰۴	۰/۶۴	۰/۳۰
لیبی	۰/۰۶	۰/۰۰۳	۰/۷۵	۰/۱۸
مالزی	۰/۸۱	۰/۰۱	۰/۱۰	۰/۰۶
مالدیو	۰/۰۵	۰/۰۰۳	۰/۷۶	۰/۱۷
مالی	۰/۰۲	۰/۰۰۲	۰/۱۴	۰/۸۳
موریتانیا	۰/۳۱	۰/۰۰۸	۰/۴۸	۰/۲۰
مراکش	۰/۰۲	۰/۰۰۲	۰/۴۲	۰/۵۴
موزامبیک	۰/۰۷	۰/۰۰۶	۰/۴۵	۰/۴۶
نیجر	۰/۰۳	۰/۰۰۴	۰/۱۶	۰/۷۹

نیجریه	۰/۰۸	۰/۰۰۷	۰/۴۰	۰/۵۰
عمان	۰/۱۴	۰/۰۰۵	۰/۷۰	۰/۱۴
پاکستان	۰/۰۲	۰/۰۰۳	۰/۱۴	۰/۸۲
قطر	۰/۰۶	۰/۰۰۳	۰/۸۰	۰/۱۲
عربستان	۰/۰۳	۰/۰۰۲	۰/۷۸	۰/۱۸
سنگال	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۲۴	۰/۷۳
سیارالئون	۰/۰۶	۰/۰۰۶	۰/۲۶	۰/۶۶
سودان	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۳۰	۰/۵۸
سورینام	۰/۳۳	۰/۰۵	۰/۳۳	۰/۲۸
سوریه	۰/۱۵	۰/۰۱	۰/۵۰	۰/۳۲
تاجیکستان	۰/۲۵	۰/۲۶	۰/۲۴	۰/۲۴
توگو	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۴۴	۰/۴۱
تونس	۰/۰۳	۰/۰۰۱	۰/۸۸	۰/۰۷
ترکیه	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۳۶	۰/۵۵
ترکمنستان	۰/۱۶	۰/۵۲	۰/۱۶	۰/۱۵
اوگاندا	۰/۰۳	۰/۰۰۵	۰/۱۶	۰/۸۰
ازبکستان	۰/۰۳	۰/۹۰	۰/۰۳	۰/۰۳
یمن	۰/۰۵	۰/۰۰۳	۰/۶۱	۰/۳۳

منبع: نتایج تحقیق

حال بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۲، کشورها بر اساس بیشترین ضریب احتمال عضویت فازی‌شان (که در جدول بصورت برجسته نشان داده شده است) در جدول ۳ به وضوح خوشه‌بندی شده‌اند.

جدول (۳): خوشه بندی کشورها بر اساس بیشترین ضریب احتمال عضویت فازی

خوشه ۱	افغانستان، بحرین، جیبوتی، گوانا، مالزی
خوشه ۲	آذربایجان، قزاقستان، تاجیکستان، ترکمنستان، ازبکستان
خوشه ۳	الجزیره، برونئی، ساحل عاج، گابن، گامبیا، گینه، اردن، کویت، قرقیزستان، لبنان، لیبی، مالدیو، موریتانیا، عمان، قطر، عربستان، سورینام، سوریه، توگو، تونس، یمن
خوشه ۴	آلبانی، بنگلادش، بنین، بورکینافاسو، کامرون، چاد، کومور، مصر، گینه بیسائو، اندونزی، ایران، مالی، مراکش، موزامبیک، نیجر، نیجریه، پاکستان، سنگال، سیارالئون، سودان، ترکیه، اوگاندا

منبع: نتایج تحقیق

بر اساس نتایج ارائه شده در جداول ۲ و ۳، ۵ کشور از زیرگروه کشورهای اکو (ECO)^۱ شامل کشورهای آذربایجان، قزاقستان، تاجیکستان، ترکمنستان و ازبکستان بر اساس

^۱ گروه اکو (Economic Cooperation Organization): این گروه شامل کشورهای ایران، پاکستان، ترکیه، افغانستان، آذربایجان، قزاقستان، ترکمنستان، ازبکستان، تاجیکستان و قرقیزستان می‌باشد.

ضرایب احتمال عضویت فازی‌شان در یک خوشه مشترک (خوشه ۱) قرار می‌گیرند. همچنین اکثر کشورهای عضو اتحادیه اقتصادی عرب (AEU)^۱ شامل کشورهای قطر، تونس، کویت، عربستان، لیبی، لبنان، یمن، اردن، عمان، سوریه و موریتانیا نیز در خوشه مشترک (خوشه ۳) قرار گرفته‌اند. این امر نشان‌دهنده آنست که دو گروه از کشورهای ECO و AEU از نظر معیارهای منطقه بهینه پولی همگرا بوده و دارای ساختارهای اقتصادی مشابهی می‌باشند زیرا در گروه‌های مشترک خوشه‌بندی شده‌اند. لذا با توجه به نتایج حاصل از روش خوشه‌بندی فازی دو گروه فوق در مقایسه با سایر کشورهای اسلامی از درجه همگرایی بالایی برخوردار بوده و شرایط اولیه لازم جهت پیوستن به منطقه بهینه پولی را دارا می‌باشند.

۲-۲- روش خوشه‌بندی سنتی یا سخت

نتایج حاصل از روش خوشه‌بندی سنتی بصورت نمودار درختی دندوگرام^۲ ارائه می‌شود. برای ساختن درخت خوشه‌بندی از الگوریتم‌های مختلفی برای اندازه‌گیری فاصله بین خوشه‌ها استفاده می‌شود. از جمله این الگوریتم‌ها می‌توان به روش‌های نزدیک‌ترین همسایه^۳، دورترین همسایه^۴، میانگین فاصله^۵، میانگین وزنی فاصله‌ها^۶، فاصله ward و غیره می‌باشد. در این میان بهترین الگوریتم، الگوریتمی است که بتواند عدم شباهت بین گروه‌ها را به خوبی تشخیص دهد. برای تعیین بهترین الگوریتم از بین الگوریتم‌های فوق از آماره C^۷ استفاده می‌شود. این آماره ضریب همبستگی خطی بین فاصله‌های موجود در درخت خوشه‌بندی شده و فاصله‌های واقعی موجود در بین داده‌ها را محاسبه کرده و نشان‌دهنده آنست که تا چه اندازه درخت خوشه‌بندی دندوگرام توانسته است عدم تشابه بین مشاهدات را به درستی تشخیص دهد. هر چه ضریب فوق نزدیک به یک باشد خوشه‌بندی دقیق‌تر بوده و با واقعیت سازگاری دارد. جدول ۴ مقدار آماره C را در الگوریتم‌های مختلف خوشه‌بندی نشان می‌دهد.

^۱ شورای اتحادیه اقتصادی عرب (Council of Arab Economic Unity): این اتحادیه شامل کشورهای مصر، عراق، عمان، کویت، لیبی، عربستان، سودان، سوریه، تونس، امارات، یمن، قطر، الجزیره، بحرین، اردن و لبنان می‌باشد. در این مطالعه کشورهای امارات و عراق به علت نبود داده‌ها از مشاهدات حذف شده‌اند.

^۲ Dendogram

^۳ Single Link

^۴ Complete Link

^۵ Average Link

^۶ Weighted Average Link

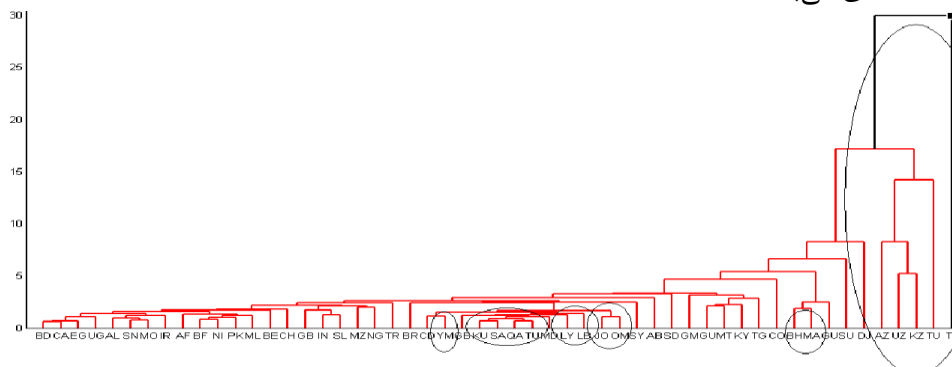
^۷ Cophenetic Correlation Coefficient

جدول (۴): مقدار آماره c در الگوریتم‌های مختلف خوشه‌بندی

الگوریتم خوشه بندی	میانگین فاصله	دورترین همسایه	میانه فاصله	نزدیک‌ترین همسایه	الگوریتم Ward	میانگین- وزنی فاصله
آماره c	۰/۹۷۹۲	۰/۹۶۶۱	۰/۹۷۳۶	۰/۹۷۶۸	۰/۹۰۹۴	۰/۹۷۲۳

منبع: نتایج تحقیق

بر اساس نتایج فوق مقدار آماره c در الگوریتم میانگین فاصله، به یک نزدیکتر بوده و لذا از الگوریتم میانگین فاصله‌ای برای خوشه‌بندی سنتی استفاده خواهد شد. نمودار درختی (دندوگرام) ۱ نشان‌دهنده خوشه‌بندی سنتی (سخت) با استفاده از الگوریتم میانگین فاصله‌ای می‌باشد.



نمودار (۱): خوشه بندی سنتی کشورهای OIC با الگوریتم میانگین فاصله‌ها

منبع: یافته‌های تحقیق

BD: بنگلادش، CA: کامرون، EG: مصر، UG: اوگاندا، AL: الجزیره، SN: سنگال، MO: مراکش، IR: ایران، AF: افغانستان، BF: بورکینافاسو، NI: نیجر، PK: پاکستان، ML: مالی، BE: بنین، CH: چاد، GB: گینه بیسائو، IN: اندونزی، SL: سیارائون، MZ: موزامبیک، NG: نیجریه، BR: برونئی، CD: ساحل عاج، YM: یمن، GB: گابن، KU: کویت، SA: عربستان، QA: قطر، TU: تونس، MD: مالدیو، LY: لیبی، LB: لبنان، JO: اردن، OM: عمان، SY: سوریه، AB: آلبانی، SD: سودان، GM: گامبیا، GU: گینه، MT: موریلتانیا، KY: قرقیزستان، TG: توگو، CO: کومور، BH: بحرین، MA: مالزی، GU: گوآنا، SU: سورینام، DJ: جیبوتی، AZ: آذربایجان، UZ: ازبکستان، KZ: قزاقستان، TU: ترکمنستان، TJ: تاجیکستان

در نمودار فوق، کشورها در محور افقی نشان داده شده‌اند و فاصله اقتصادی^۱ بین کشورها یا درجه عدم تشابه بین کشورها در محور عمودی نشان داده شده است. کشورهایی که اقتصاد آن‌ها همگن بوده و دارای ساختارهای اقتصادی متشابهی از لحاظ معیارهای منطقه بهینه پولی می‌باشند، ارتفاع خطوط عمودی در آن‌ها کمتر بوده و هم‌ارتفاع می‌باشند (خطوط عمودی نشان‌دهنده درجه عدم تشابه اقتصادی بین کشورها می‌باشد). همچنین هر چه ارتفاع خطوط عمودی کمتر باشد، آن کشورها دارای اقتصادهای متشابهی از نظر معیارهای منطقه بهینه پولی بوده و از اولویت بالاتر در ورود به اتحادیه پولی مشترک برخوردارند. بر اساس نتایج حاصل از روش خوشه‌بندی سنتی، ارتفاع خطوط عمودی در بین کشورهای عضو شورای اتحادیه اقتصادی عرب (AEU) نسبت به بقیه کشورها بسیار کمتر بوده و این امر نشان‌دهنده اینست که آن‌ها از درجه همگنی بالاتری از نظر معیارهای منطقه بهینه پولی برخوردار بوده و گرایش به پیوستن به یک خوشه اصلی و مشترک را دارند. بطوریکه بر اساس ضریب عدم تشابه محاسبه شده، در ابتدا دو گروه کشورهای قطر- تونس و کویت- عربستان از اولویت ورود به اتحادیه پولی برخوردارند. در مرحله بعدی گروه کشورهای لیبی، لبنان، یمن، اردن - عمان، سوریه، سودان و موریتانیا به ترتیب و ضمن اصلاح ساختارهای اقتصادی‌شان، وارد اتحادیه می‌شوند. نکته دیگری که از نمودار ۱ قابل برداشت است اینست که در گروه کشورهای قزاقستان- ازبکستان، آذربایجان، ترکمنستان و تاجیکستان نیز ارتفاع خطوط عمودی مشابه هم بوده و با بقیه کشورهای اسلامی فاصله‌ی زیادی دارند. به این معنی که این کشورها از نظر معیارهای منطقه بهینه پولی شبیه هم و همگن بوده و با بقیه کشورهای اسلامی ناهمگن می‌باشند. لذا این ۵ کشور نیز می‌توانند بطور جداگانه و با اولویت ورود دو کشور قزاقستان و ازبکستان وارد اتحادیه پولی شده و سپس کشورهای آذربایجان، ترکمنستان و تاجیکستان به ترتیب وارد اتحادیه‌ی مزبور شوند. نتایج حاصل از روش خوشه‌بندی سنتی (سخت) با نتایج حاصل از روش خوشه‌بندی فازی مطابقت و سازگاری کامل دارند. زیرا در حالت خوشه‌بندی فازی نیز کشورهای عضو اتحادیه اقتصادی عرب (AEU) در یک خوشه مشترک و همچنین زیرگروهی از کشورهای عضو اکو (ECO) نیز در یک خوشه مشترک قرار گرفته‌اند.

۴- نتیجه‌گیری

^۱ Economic Distance

این مطالعه با استفاده از دو نوع متفاوت خوشه‌بندی شامل خوشه‌بندی فازی (نرم) و خوشه‌بندی سنتی (سخت) به امکان‌سنجی تشکیل منطقه بهینه پولی در کشورهای اسلامی پرداخته است. برای این کار بر اساس درجه تشابه اقتصادی مطرح شده در نظریه منطقه بهینه پولی، از پنج معیار اساسی شامل همزمانی سیکل‌های تجاری، تغییرات نرخ ارز، درجه باز بودن تجاری، شدت تجارت بین‌المللی و درجه گوناگونی تولیدات در کشورهای مزبور، استفاده شده است. نتایج حاصل نشان‌دهنده آن است که کشورهای عضو شورای اتحادیه اقتصادی عرب (AEU) و زیرگروهی از گروه کشورهای اکو (ECO) از درجه شباهت اقتصادی بالاتری برخوردارند و از نظر معیارهای منطقه بهینه پولی ارائه شده در این تحقیق مشابهت داشته و گرایش بیشتری به تشکیل اتحادیه پولی مشترک دارند. اگر کشورهای اسلامی جدیت کافی در ایجاد همگرایی اقتصادی و همگرایی پولی داشته باشند می‌توانند اتحادیه پولی را با اولویت ورود کشورهای عضو اتحادیه اقتصادی عرب (AEU) آغاز کرده و سایر کشورهای اسلامی نیز می‌توانند با انجام اصلاحاتی در ساختارهای اقتصادی‌شان شرایط خود را برای ورود به اتحادیه پولی مزبور آماده‌تر نمایند.

فهرست منابع

۱. بیابانی، جهانگیر، شایگانی، بیتا، ندری، کامران، و عبدلهی آرانی، مصعب (۱۳۹۱). امکان سنجی نظریه‌ی منطقه بهینه پولی (OCA) برای کشورهای سازمان همکاری اقتصادی (اگو): الگوریتم خوشه بندی فازی نسبت به مرکز. *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، ۲۰ (۶۲)، ۳۹-۷۸.
۲. کیا، سیده زهره (۱۳۹۳). مروری بر الگوریتم‌های خوشه بندی فازی اولین کنفرانس ملی الگوریتم‌های فرابتکاری و کاربردهای آن در علوم و مهندسی، مازندران، موسسه آموزش عالی پردسان.
1. Achsani, N., and Partisiwi, T. (2010). Testing feasibility of Asean+3 single currency comparing optimum currency area and clustering approach. *International Journal of Finance and Economics*, 37, 79-84.
2. Ahan, C., Hong, K., and Chang, D. (2005). 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. *Developing Economies*, 44, 288-305.
3. Amorim, R., and Hennig, C. (2015). Recovering the number of clusters in data sets with noise features using feature rescaling factors. *Information Sciences*, 324, 126-145.
4. Artis, H., and Zhang, W. (1997). International business cycles and the ERM: is there a European business cycle. *International Journal of Finance Economics*, 2, 1-16.
5. Bayomi, T., and Eichengreen, B. (1993). Shocking aspects of European monetary unification. Cambridge University press, Cambridge, 193-229.
6. Biabani J., Shayegani, B., Nadri, K., and Mosab, A. (2012). A study of crowding-out and crowding-in effects of government expenditures on construction sector from financing perspective. *Journal of Economic Research and Policies*, 20 (62), 39-78 (In Persian).
7. Couhard, C., Coulibaly, I., and Demmete, O. (2013). Anchor currency and real exchange rate dynamics in the CFA France zone. *Economic Modelling*, 33, 722-732.
8. De Grauwe, P. (1997). The economics of monetary integration. Oxford university press.
9. Derakhshideh, S., and Jalae, A. (2016). The feasibility of optimal currency area formation between Iran and Shanghai group using fuzzy clustering algorithm approach. *International Journal of Humanities and Cultural Studies*, 2016, 1036-1047.
10. Friedman, M. (1953). The case for flexible exchange rates. *Essays in Positive Economics (Chicago)*.
11. Frankel J., and Rose, A. (1998). Is EMU more justifiable ex post than ex ante. *European Economic Review*, 41, 753-760.
12. Irac, D., and Lopez, J. (2015). Euro area structural convergence? a multi-criterion cluster analysis, *International Economics*, 143, 1-22.
13. Ishiyama, I. (1975). The theory of optimum currency areas: a survey. *Staff Papers of International Monetary Fund*, 22, 344-383.

14. Kenen, P. (1969). The theory of optimum currency area: an eclectic view. in: monetary problem of international economy, Mundell, R.A. and A.K. Swoboda, University of Chicago Press, Chicago, 41-60.
15. Kia, Z. (2014). A review study on fuzzy clustering algorithms. *First National Conference on Clustering Algorithms and their Applications on Science and engineering*, Mazandaran, Pardisan Institute (In Persian).
16. Lee, G., and Azali, M. (2012). Is East Asia an optimum currency area?. *Economic Modeling*, 29, 87-95.
17. Lee, G. (2011). Gold dinar for the Islamic countries?. *Economic Modeling*, 28, 1573-1586.
18. Mckinnon, R. (1963). Optimum currency area. *American Economic Review*, 53, 717 -725.
19. Mkenda, B. (2001). Is East Africa an optimum currency area?. *Working Papers in Economics*, No.41, Department of Economics, University of Gothenburg.
20. Monfort, M., Cuestas, C., and Ordonez, J. (2014), Real convergence in Europe: a cluster analysis. *Economic Modeling*, 33, 689-694.
21. Mongelli, P. (2002). New views on the optimum currency area theory: what is EMU telling us?. *Europe Central Bank Working Paper Series*, No. 138.
22. Mongelli, P. (2008). European economic and monetary integration and the optimum currency area theory. *Journal of Economic and Financial Affairs*.
23. Mundell, R. (1961). A theory of optimum currency areas. *American Economic Review*, 51, 509-517.
24. Mundel, R. (1973). Uncommon arguments for common currencies, In H. G. Johnson and A. K. Swoboda, *The economics of common currencies*, Allen and Unwin, 114-32.
25. Quah, C. h., and Crowley, P. (2010). Monetary integration in east asia: a hierarchical clustering approach. *International Finance*, 13(2), 283-309.
26. Quere, A., and Coupet, M. (2005). On the adequacy on monetary arrangements in Sub-Saharan Africa. *the World Economy*, 28(3), 349-373.
27. Tsangarides, C., and Qureshi, M. (2007). Monetary union membership in West Africa: a cluster analysis. *World Development*, 36(7),1261-1279.