

ناپیوستگی ها و غیر خطی بودن رشد اقتصادی

(خاص کشورهای آسیای جنوب شرقی)

دکتر محمود متوسلی*

دکتر حسین عباسی نژاد**

شاپور محمدی***

چکیده

نتایج مطالعات تجربی مدل های کاتاستروف نشان دهنده وجود ناپیوستگی در رشد اقتصادی است. در این تحقیق مدل کاسب به عنوان مدل برتر در میان سایر مدل های کاتاستروف غیر خطی بودن رشد اقتصادی را تأیید می کند. علاوه بر این بیش از ۵۰۰ رگرسیون انفرادی برای هر کشور با استفاده از داده های تلفیقی فرضیه ناپیوستگی و غیر خطی بودن، آزمون گردیده که نتایج مشابهی بدست می دهد. آزمون آشوب نشان دهنده توان لیاپونوف برای رشد اقتصادی کشورهای مختلف می باشد که به لحاظ آماری معنی دار نبوده و نتایج آن قابل تفسیر نیست، آزمون غیر خطی ترسور تا مؤید غیر خطی بودن رشد تنها برای کشورهای تایلند و سنگاپور است. همچنین آزمون جهش وجود جهش در تمام کشورهای تازه صنعتی شده را تأیید می کند.

با عنایت به غیر خطی و ناپیوسته بودن رشد اقتصادی برای کشورهای تازه صنعتی شده، به نظر می رسد هدف گذاری غیر خطی در برنامه های توسعه و محدود نشدن به رشد اقتصادی یکنواخت قابل توصیه و تأکید باشد. علاوه بر این استفاده از منابع خارجی و شوک های مثبت بزرگ می تواند در ارتقاء رشد مؤثر باشد.

کلید واژه

نظریه کاتاستروف/ ناپیوستگی ها و جهش/ رشد اقتصادی/ نظریه آشوب و شبکه عصبی.

*- دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران.

** - دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران.

***- دانشجوی دوره دکتری دانشکده اقتصاد - دانشگاه تهران.

۱- مقدمه

بررسی‌های متعددی جهت استخراج عوامل کلیدی رشد اقتصادی و چگونگی تغییرات آن صورت گرفته است. اگرچه دیر زمانی است که رشد اقتصادی تنها عامل و تنها نمود توسعه اقتصادی تلقی نمی‌شود؛ اما هنوز از مهمترین اجزاء توسعه اقتصادی به حساب می‌آید. در بیشتر مدل‌های سنتی رشد اقتصادی سرمایه K و نیروی کار L به عنوان متغیرهای برونزا، پیشرفت تکنولوژیکی از عناصر مهم مدل و مدل‌های رشد در اقتصاد کلان و در چهارچوب دیدگاه‌های نوکلاسیک جایگاهی خاص پیدا کرده است؛ اما جنبه‌های نهادی و تاثیر سیاست‌های اقتصادی که اغلب در مدل‌های رشد نادیده انگاشته شده است، نکته‌ای حائز اهمیت برای درک ارتباط بین توسعه و رشد اقتصادی می‌باشد. نقش نهادها و سیاست‌ها اخیراً توسط مانکورا و اولسن (Olson 1996) مورد تاکید مجدد قرار گرفته است. اولسن به مانند هیرشمن (Hirschman 1958) بر چگونگی استفاده از منابع به جای میزان منابع و نقش آنها از نظر مقدار تاکید می‌ورزد. سایر اقتصاددانان که در زمینه رشد اقتصادی کار کرده‌اند با معرفی مدل‌های رشد درونزا فهرست متغیرهای تاثیرگذار بر رشد اقتصادی را گسترش داده‌اند. ایزلام (Islam 1995)، و منکیو و همکاران (Mankiw, et al. 1992) به بررسی اثرات خاص کشوری بر رشد اقتصادی پرداخته‌اند. همچنین چیززی و سیرکوبین (Chenery and Syrquin 1975) و چنری (Chenery 1989) بر شرایط اولیه رشد اقتصادی تمرکز کرده‌اند. برخی از اقتصاددانان با ارائه مباحثی در خصوص جبران عقب‌ماندگی (catch-up)، نکات جدیدی را در رشد اقتصادی مطرح نموده‌اند. برای مثال آبراموویتز (Abramowitz 1986) تفاوت در catch-up رشد را ناشی از تفاوت «قابلیت اجتماعی» (Social Capability) که استاندارد تحصیلات یک عنصر مهم آن است می‌داند. مقالات ارائه شده توسط اشپیگل و بنحیب (Benhabib and Spiegel 1994) و ایزلام (Islam 1995) نتایج صورتبندی آبراموویتز را تایید می‌کند. قابلیت اجتماعی که آبراموویتز اشاره می‌کند در برگیرنده نهادها و ساختار انگیزه‌هاست. علاوه بر عوامل فوق متغیرهای متعددی مانند تحصیلات، انحراف قیمت‌ها، تورم، بی‌ثباتی کلان اقتصادی، اطلاعات نامتقارن، رانت‌جویی، حقوق مالکیت و تضمین قراردادها، زیرساخت‌های سیاسی، قانونی و مالی توسط بیشتر اقتصاددانان برای تبیین پسماند رشد مورد استفاده قرار گرفته است. سیرکوبین با تاکید بر نقش تغییر ساختاری در ارتقا رشد، بعد جدیدی را بر ابعاد متغیرهای مطرحه می‌افزاید (Syrquin 1998). بیان صریح سیرکوبین با جمله ذیل قابل اشاره است:

«تغییر ساختاری در مرکز رشد اقتصادی قرار می‌گیرد».

همچنین کوزنتس (Kuznets 1971, p. 348) رشد اقتصادی را بدون تغییر ساختاری ممکن نمی‌داند. از نظر این اقتصاددان تغییرات ساختاری نه در اقتصاد بلکه در نهادها و حتی عقاید اتفاق می‌افتد. با این حال اقتصاددانان متغیرهای ساختاری را به عنوان متغیر توضیحی در مدل‌های رگرسیونی رشد، وارد نکرده‌اند.

در این مقاله اولین گسترش در خصوص وارد کردن و آزمون معنی‌داری متغیر سهم صنعت از ارزش افزوده در مدل رشد صورت می‌گیرد. آزمون غیرخطی بودن و جهش در مسیر رشد، جنبه مهم دیگری است که در اینجا بدان پرداخته می‌شود. خیز اقتصادی رستویکی از اولین ادعاها در خصوص غیرخطی بودن رشد است؛ بدین ترتیب که اوج‌گیری صنایع پیشگام و رخنه تکنولوژیکی فراگیر در صنایع اساسی، پدیده‌هایی را شکل می‌دهد که خصلت جهندگی (resilience) دارند و زندگی اقتصادی را وارد مرحله جدیدی می‌نمایند که آن را جهش اقتصادی (take off) می‌نامند. (Rostow 1960) به عنوان نمونه‌های دیگر، موریس و آدلمن (Moriss and Adelman 1997, p. 883) می‌گویند: فرایند توسعه اقتصادی به شدت غیرخطی و چند وجهی بوده است. و شومپتر ادعا دارد که «تحولات اقتصادی به صورت منقطع و گسسته روی می‌دهند» (متوسلی ۱۳۸۲، ص ۲۷۹) این اشخاص را می‌توان به عنوان معرفی‌کنندگان حرکت غیرخطی در رشد یاد کرد. البته در مطالعات تجربی، آزمون غیرخطی بودن رشد مورد توجه قرار نگرفته است. همچنین ناپیوستگی رشد ناآشنا تر از غیرخطی بودن رشد است. فرضیه اصلی این تحقیق این است که توسعه اقتصادی در یک جریان عادی (سیر خطی) و بدون جهش، و در گذر از یک آستانه معین صورت نخواهد گرفت. بنابراین در اینجا رشد نه تنها به عنوان یک پدیده غیرخطی بلکه ناپیوسته مورد بررسی قرار می‌گیرد. غیرخطی بودن سیستمها می‌تواند به وسیله روش‌های متعددی اثبات گردد. به منظور نشان دادن ناپیوستگی وجود جهش در رشد اقتصادی از نظریه کاتاستروف (CT) استفاده خواهیم کرد. نکته محوری در نگرش به رشد از نظرگاه CT تغییر ناگهانی رشد به علت تغییر برخی متغیرهای کنترل (Control variables) است. در کنار CT، سایر آزمون‌های غیرخطی جهت بررسی بیشتر مورد استفاده قرار خواهد گرفت که کاری جدید محسوب می‌شود.

بخش دوم به مباحث نظری نظریه کاتاستروف و کاربرد آن در اقتصاد اختصاص یافته است. در این بخش در حدی که ارتباط بین مباحث ریاضی مربوطه و کاربردهای اقتصادی روشن شود، مطالب مورد بررسی قرار خواهد گرفت و حتی الامکان از مباحث غیرضروری ریاضی

نظریه کاتاستروف پرهیز خواهد شد. بخش سوم داده‌ها و روش‌های تحلیل به انضمام نحوه تخمین مدلها را مورد بحث و بررسی قرار می‌دهد. نتایج تحلیل رگرسیونی و تفسیر آنها در بخش چهارم آورده شده و بخش پایانی مانند مقالات دیگر به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات برای مطالعات آینده اختصاص یافته است.

۲- نظریه کاتاستروف و ادبیات اقتصادی

نظریه کاتاستروف روشی برای مطالعه تغییرات ساختاری سیستم‌های دینامیکی در زمانی است که پارامترهای کنترل آنها تغییر می‌یابد. پدیده‌های متعددی در دنیای واقعی به وسیله معادلات دیفرانسیل قابل مدلسازی هستند که معمولاً پیوسته بوده و به‌طور هموار (Smooth) بین تعادلها تغییر می‌کنند. با این حال جهان واقعیت‌ها مملو از ناپوستگی‌هاست و مرتباً می‌توان شاهد پدیده‌هایی ناپوسته همراه با تغییرات ساختاری در ویژگی‌های توپولوژیک سیستم‌های دینامیکی آنها بود (Zeeman 1975). این تغییرات نه تنها از نظر ریاضی بلکه از نظر مباحث کاربردی نیز اهمیت بالایی دارد. تعبیر کاربردی تغییرات ناگهانی و ناپوسته، انتقال یک سیستم از یک رفتار تعادلی به رفتار کاملاً متفاوت دیگر است. به‌عنوان مثال، اقتصادی از یک سیستم سنتی به یک سیستم مدرن جهش می‌کند که بتواند از یک جهش ناگهانی یا کاتاستروف سخن بگوید. برای مدلسازی این گونه رفتارها اولین تلاشها توسط یک ریاضیدان فرانسوی به‌نام رنه تام (Rene Thom) در سال ۱۹۷۲ صورت گرفت. او نشان داد که توابع غیرخطی درجه ۳ و بالاتر قابلیت نشان دادن تعادل‌های رفتاری متفاوت و همچنین جهش از یکی از آنها به دیگری را دارند. در حقیقت از این نوع تغییرات (به یک تعبیر غیرتخصصی) می‌توان تحت عنوان ناپایداری ساختاری (Structural Instability) یاد کرد. همچنین تام نشان داد که سیستم‌های دینامیکی با چهار متغیر یا پارامتر کنترل، می‌توانند به‌وسیله هفت معادله کاتاستروف مقدماتی بیان شود. این نحوه بیان قضیه طبقه‌بندی تام نام گرفت؛ البته تعداد معادلات کاتاستروف به ۷ محدود نگردیده و به‌وسیله ریاضیدان روسی به نام آرنولد (V. Arnold) تا ۲۵ معادله افزایش یافت. با این حال برای مطالعات عملی، هفت معادله مقدماتی کاتاستروف کفایت می‌کند. جدول ۱ این معادلات را نشان می‌دهد که معادله کاسپ مشهورترین آنهاست. به همین دلیل اولین و دومین (معادله فولد و کاسپ) با جزئیات بیشتری مورد بحث قرار می‌گیرند.

جدول (۱) - هفت معادله مقدماتی نظریه کاتاستروف

نوع	نام	بعد کنترل	بعد رفتار	تابع
کاسپونیدها (Cissoids)	فولد (Fold)	۱	۱	$x_1^3 + \tau_1 x_1$
	کاسپ (Cusp)	۲	۱	$\pm (x_1^4 + \tau_2 x_1^2 + \tau_1 x_1)$
	سوالوتیل (دم‌پرستو) (Swallowtail)	۳	۱	$x_1^5 + \tau_3 x_1^3 + \tau_2 x_1^2 + \tau_1 x_1$
	پروانه (Butterfly)	۴	۱	$\pm (x_1^6 + \tau_4 x_1^4 + \tau_3 x_1^3 + \tau_2 x_1^2 + \tau_1 x_1)$
آمبلیک‌ها (Umbilic)	ویگ‌وم (Wigwam)	۵	۱	$x_1^7 + \tau_5 x_1^5 + \tau_4 x_1^4 + \tau_3 x_1^3 + \tau_2 x_1^2 + \tau_1 x_1$
	الپتیک (Elliptic)	۳	۲	$x_1^2 + x_2 - x_2^2 + \tau_2 x_1^2 + \tau_2 x_2 + \tau_1 x_1$
	هیپربولیک (Hyperbolic)	۳	۲	$x_1^2 x_2 + x_2^2 + \tau_2 x_1^2 + \tau_2 x_2 + \tau_1 x_1$
	پارابولیک (Parabolic)	۴	۲	$\pm (x_1^2 x_2 + x_2^2 + \tau_2 x_1^2 + \tau_2 x_2 + \tau_1 x_1)$
	هیپربولیک دوم (second Hyperbolic)	۵	۲	$x_1^2 x_2 + x_2^3 + \tau_5 x_2^2 + \tau_4 x_2 + \tau_3 x_1^2 + \tau_2 x_2 + \tau_1 x_1$
	سیمبولیک (Symbolic)	۵	۲	$(x_1^2 + x_2^2 + \tau_5 x_2^2 + \tau_4 x_2 + \tau_3 x_1 x_2 + \tau_2 x_2 + \tau_1 x_1)$

Poston & Stewart, 1976, P.74

منبع:

جدول (۲) - تعریف متغیرهای مستقل و طبقه بندی آنها

نوع	نام متغیر مستقل	سال‌های مشاهده	گونه ها و تعاریف
مادی	۱- نیروی کار ۲- موجودی سرمایه	بین ۳۰-۴۰	تولید ناخالص داخلی سرانه (به دلار سال ۱۹۹۵ آمریکا)، تشکیل سرمایه ناخالص (به صورت درصدی از تولید ناخالص داخلی)، پس انداز ناخالص داخلی (به صورت درصدی از تولید ناخالص داخلی)، تشکیل سرمایه ثابت ناخالص (به صورت درصدی از تولید ناخالص داخلی) نیروی کار (کل)
ساختاری	۳- سهم ارزش افزوده بخش کشاورزی ۴- سهم ارزش افزوده صنعت ۵- سهم ارزش افزوده صنعت ساخت	بین ۳۵-۴۰ به جز هنگ کنگ	ارزش افزوده کشاورزی (به صورت درصدی از تولید ناخالص داخلی)، ارزش افزوده صنعت (به صورت درصدی از تولید ناخالص داخلی)، ارزش افزوده صنعت-ساخت (به صورت درصدی از تولید ناخالص داخلی)، رشد سالانه ارزش افزوده بخش کشاورزی، رشد سالانه ارزش افزوده بخش صنعت صادرات-ساخت (به صورت درصدی از صادرات کالا)
شوکه‌های خارجی	۶- کمک‌های خارجی ۷- سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی ۸- جریان ورود سرمایه	کمتر از ۳۰ سال	کمک‌های خارجی (به صورت درصدی از مخارج دولت)، کمک‌های خارجی (به صورت درصدی از تشکیل سرمایه ناخالص)، خالص جریان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (درصد از GDP) خالص جریان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (درصد از تشکیل سرمایه ناخالص)
تکنولوژیک	۹- مخارج R&D ۱۰- تعداد دانشمندان و تکنیسین‌های شاغل در بخش R&D	برای برخی از سری‌ها کمتر از ۱۵ سال	صادرات با تکنولوژی بالا (به صورت درصدی از صادرات صنعت-ساخت) Research and Development (درصدی از GNI)، مخارج تحقیق و توسعه (درصدی از GNI)، مهندسين و دانشمندان شاغل در بخش R&D (در هر میلیون نفر)، تعداد تکنیسین‌های شاغل در بخش R&D، مخارج بخش اطلاعات و ارتباطات (درصد از GDP)
نهادی	۱۱- نرخ بیسوادی ۱۲- روزنامه (هر هزار نفر)	برای روزنامه ۱۲ سال	نرخ بیسوادی کل (بالغ بیش از ۱۵ سال)، تعداد روزنامه (هر هزار نفر)

فرض کنید یک سیستم دینامیکی به وسیله $\dot{X} = f(\bar{X}, \bar{t})$ نمایش داده شود که در آن X بردار متغیرها و وضعیت t بردار پارامترهای کنترل است، معمولاً فرض می‌شود تغییر هموار

پارامترهای سیستم منجر به تغییر هموار متغیر x که وضعیت سیستم در زمان t است، می‌شود. اما در عمل ممکن است تغییر هموار و آرام سیستم، منجر به یک جهش و قرارگرفتن در تعادل جدید که به لحاظ برخی ویژگیها از جمله ویژگی‌های توپولوژیک متفاوت از تعادل پیشین است، شود. در این حالت اصطلاحاً گفته می‌شود یک کاتاستروف شکل گرفته است. فولد ساده‌ترین شکل معادلات کاتاستروف است که معادله پتانسیل و مشتق آن به صورت ذیل است:

$$V(x, \tau) = \frac{x^3}{3} + \tau x$$

$$\frac{dV(x, \tau)}{dx} = x^2 + \tau$$

برای به دست آوردن نقاط تکین (Singularities) می‌توان از معادله ذیل استفاده نمود:

$$x^2 + \tau = 0$$

$$x^2 = -\tau$$

در معادله فوق مقدار τ بسیار مهم است؛ زیرا اگر $\tau < 0$ باشد سیستم دارای دو تعادل

$\pm \sqrt{-\tau}$ است؛ درحالی‌که برای مقادیر $\tau > 0$ تعادلی وجود ندارد.

حال اگر جریان تغییر پارامتر τ را در نظر بگیریم، تغییر هموار و پیوسته این پارامتر از مقادیر منفی به مقادیر مثبت موجب تغییر هموار متغیر وضعیت x نخواهد گردید. زیرا در نقطه صفر که یک نقطه کاتاستروف است، ویژگی کیفی سیستم به‌طور اساسی تغییر خواهد کرد. به عبارت روشن‌تر در گذر از نقطه صفر سیستمی که دو تعادل دارد به یک سیستم بدون تعادل تبدیل خواهد شد که از نظر ویژگی توپولوژیک متفاوت هستند. فولد یک معادله کاتاستروف با یک پارامتر کنترل و یک متغیر وضعیت است که در کاربردهای تجربی کمتر استفاده می‌شود. معادله‌ای نسبتاً قوی‌تر از نظر کاربردهای عملی کاسپ است که در جدول ۱ تعداد پارامتر و بعد رفتاری آن مشخص گردیده است:

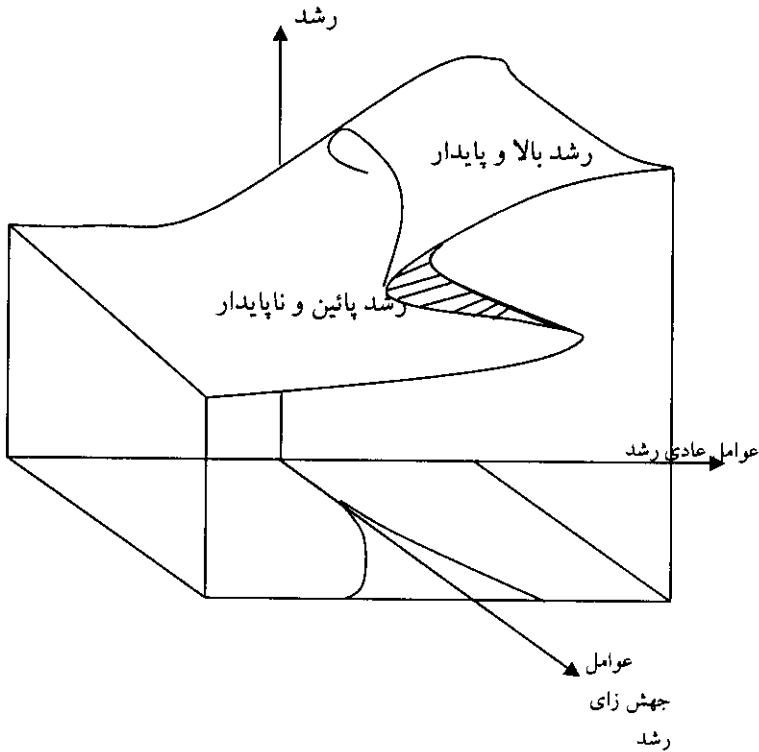
$$V(x, \tau_1, \tau_2) = \frac{1}{4}x^4 + \frac{1}{2}\tau_2 x^2 + \tau_1 x \quad (1)$$

با مشتق‌گیری از تابع پتانسیل فوق به شکل مرسوم معادله کاسپ دست می‌یابیم.

$$\frac{dV(x, \tau_1, \tau_2)}{dx} = x^3 + \tau_2 x + \tau_1 \quad (2)$$

شکل کلی معادله کاسپ برای مدل رشد در نمودار ۱ نشان داده شده است.

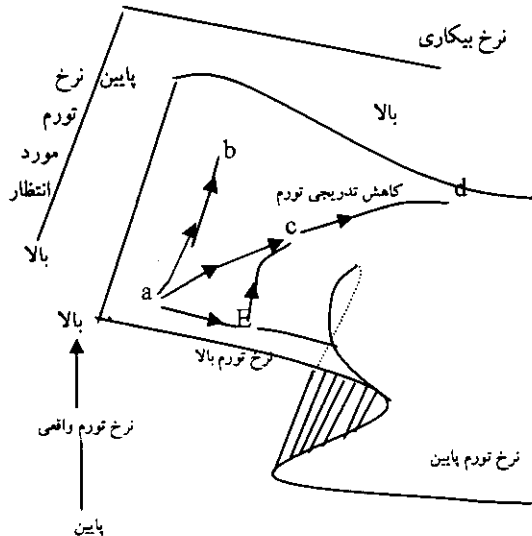
نمودار (۱): مدل کاتاستروف کاسپ برای رشد اقتصادی



اولین کاربرد اقتصادی مدل کاسپ که توسط زیمن (E.C. Zeeman 1974) برای مطالعه بازار سهام مطرح گردید. موضوع این مطالعه متغیرهای کنترل تعداد چارتیست‌ها و تعداد فاندمنتالیست‌های بازار سهام و متغیر وضعیت شاخص داوجونز می‌باشد. در این تحقیق سهم فاندمنتالیست‌ها و سهم چارتیست‌ها به عنوان متغیرهای تعیین کننده هموار بودن یا غیر هموار بودن رفتار بازار فرض گردیده است. نمودار کاسپ که توسط زیمن استفاده شده مشابه نمودار ۱ است، با این تفاوت که در نمودار ۱ به جای رشد شاخص داوجونز و به جای سهم فاندمنتالیست‌ها، چارتیست‌ها متغیرهای کنترل مربوط به رشد قرار می‌گیرد. مثال دیگری که در زمینه اقتصادی از نظریه کاتاستروف بهره می‌گیرد، مربوط به تغییرات قیمت و رفتار اوپنک است (Rosser 1991 P.53). بررسی منحنی فلیس با استفاده از نظریه کاتاستروف کار تجربی جالبی است که توسط فیشر و جمرنگ (Fischer and Jemmermegg 1986) انجام گردیده است. این تحقیق در مورد مدل مورد استفاده کاسپ می‌باشد و به وسیله روش حداکثر

درست‌نمایی، تخمین زده شده است. متغیر وضعیت نرخ تورم، واقعی و متغیرهای کنترل بیکاری و تورم مورد انتظار است. نتایج، نشان‌دهنده توانایی تبیین بیشتر مدل کاسپ در مقابل مدل خطی و سایر اشکال منحنی فلیپس است (Fischer and Jemmergg P.15). نمودار ۲ شکل کاسپ را برای منحنی فلیپس به صورت زیر نمایش می‌دهد.

نمودار (۲): مدل کاسپ و منحنی فلیپس



Fischer and Jemmergg(1986)

منبع :

در رشته اقتصاد تغییر ساختاری در سه حوزه برنامه‌ریزی اقتصادی (تغییر پارامترهای ماتریس داده ستاده لئونتیف)، توسعه اقتصادی (تغییر اهمیت نسبی بخش‌ها) و اقتصاد سنجی (تغییر پارامترهای معادلات اقتصاد سنجی) مطرح می‌گردد؛ بنابراین اصطلاح ناشناخته‌ای نیست اما مفهوم ریاضی تغییر ساختاری حداقل به لحاظ تاریخی از سه مفهوم اخیر مستقل است. با این وجود، موضوعاتی که حداقل از لحاظ نظری با CT قابل تبیین هستند فراوان در ادبیات اقتصادی مورد تاکید قرار گرفته‌اند. پو (Puu) درخصوص گذر از اقتصاد کشاورزی به اقتصاد صنعتی عبارت ذیل را بیان می‌کند (Puu 1991 p.57).

«تعادل‌های کوچ نشینی، کشاورزی و صنعتی وجود دارد اما فشارهایی برای حرکت و تغییر وضعیت هر کدام از موارد فوق، به موارد دیگر لازم است.»

واژه ناپدید شدن، در متن اصلی به صورت "Suddenly Evaporate" استفاده شده که نشان‌دهنده تغییر ناگهانی (جهش) است. یکی از کارهای تجربی اخیر مربوط به تشکیل سرمایه در اقتصادهای با برنامه‌ریزی مرکزی است (Rosser et al. 2001)، کاربرد CT در سیکل‌های تجاری یک کار نظری جالب توجه توسط هال واریان (H. Varian 1981) می‌باشد. مانند تحقیقات پیشین بررسی سیکل‌های تجاری با استفاده از مدل کاسپ انجام گرفته و به بیان خود واریان آغاز مناسبی برای این گونه کارهاست. همچنین در سایر زمینه‌ها مانند تخمین توابع چگالی چند مدی می‌توان به مطالعات لورن کاب (Cobb 1982, 1985, 1998)، روانشناسی به کارهای گاستلو (Guastello 1995, 2000) و علوم رفتاری و بیولوژی به زیمن (Zeeman 1975, 1977) اشاره نمود.

صورتبندی پدیده‌های اقتصادی می‌تواند از طریق مدل‌های کاتاستروف با متغیرهای کنترلی مانند تغییرات نهادی، تغییرات فرهنگی و شوک‌های خارجی بزرگ مانند بارش باران فراوان در اقتصاد کشاورزی، کمک خارجی، سرمایه‌گذاری خارجی، صادرات، صادرات صنعتی، مخارج R&D و سایر متغیرهای اجتماعی-اقتصادی (Socio-Economic) دیگر انجام پذیرد. برای رشد اقتصادی اگرچه متغیرهای نیروی کار و سرمایه به همراه برخی متغیرها در صورت هموار بودن رشد و نداشتن جهش‌های ناگهانی کافی به نظر می‌رسند؛ اما برای تبیین جهش‌های رشد اقتصادی نمی‌توان از متغیرهای دیگر صرف‌نظر کرد. به عبارت دیگر ممکن است سایر متغیرها، جهش‌های اقتصادی را بهتر تبیین کنند. به همین دلیل در این تحقیق از پیش‌داوری پرهیز نموده و متغیرهای مختلف را به نوبت وارد مدل خواهیم کرد. پیش از تخمین مدل‌ها با توجه به معیارهای اقتصادسنجی، مدل مناسب را انتخاب و نتایج آن را گزارش خواهیم نمود.

در این مقاله متغیر وضعیت رشد اقتصادی است که از دید ادبیات CT یک متغیر سریع (Fast) محسوب می‌شود. از متغیرهای کنترل، تحت عنوان متغیرهای کند (Slow) یاد می‌شود. حرکت آرام متغیرهای کند ممکن است موجب حرکت ناگهانی و سریع متغیر وضعیت شود، چیزی که کاتاستروف نامیده می‌شود. البته تفکیک متغیرها به کند و سریع نسبی بوده و بستگی به زمینه مورد بحث دارد. به عنوان مثال متغیر تغییر ساختاری در مقایسه با رشد اقتصادی یک متغیر کند محسوب می‌شود؛ اما اگر با تغییر نهادی که به تعبیر ویلیامسون ممکن است صدها سال به طول انجامد مقایسه گردد دیگر متغیر سریع نخواهد بود (Williamson 2000, p.597). همچنین وقتی که تئوری چیزی در خصوص انتخاب

متغیر کنترل نمی‌گوید نیاز به روش‌های دیگری است که دربخش‌های بعدی مورد بحث قرار خواهد گرفت.

گام دوم در مدل‌سازی کاتاستروف تعیین نوع تابع پتانسیل است. اگر تئوری تعداد متغیرهای کنترل را مشخص نماید، شکل تبعی مدل کاتاستروف و تابع پتانسیل به‌طور خودکار مشخص خواهد شد. زیرا همانطور که در جدول ۱ دیده می‌شود مدل فولد یک مدل کاتاستروف با یک متغیر کنترل، مدل کاسپ با دو متغیر کنترل و سوالویتیل با سه متغیر و... قابل تشخیص است. وقتی که تئوری کمکی در این زمینه نمی‌نماید استفاده از مدل کاسپ معمولاً انتخاب مناسبی است. زیرا ویژگی‌های جالبی مانند دومتدی بودن (Bimodality)، جهش ناگهانی (Sudden Jump)، تأخیر (Histerysise)، عدم دسترسی به قسمتی از رویه (Inaccessibility) و واگرایی (Divergence) دارد. با این حال اگر مشکل انتخاب تابع پتانسیل مناسب برطرف نشود، می‌توان مدل‌های رگرسیونی مختلف را براساس توابع پتانسیل مختلف مشخص کرده و سازگارترین آنها را با استفاده از معیارهای اقتصادسنجی انتخاب کرد.

همانطور که نمودار ۲ نشان می‌دهد، دو حالت متضاد مانند نرخ تورم پایین و نرخ تورم بالا در مدل کاسپ قابل تصور است. بنابراین می‌توان مواردی مانند فعالیت یک اقتصاد تحت ترتیبات نهادی متفاوت مانند «بازار» و «برنامه‌ریزی» را با استفاده از مدل کاسپ، مطالعه نمود. به عبارت روشن‌تر پدیده‌های سازگار با دو رویه رفتاری می‌توانند از طریق مدل کاسپ صورتبندی شوند. همانطور که اقتصاد بازار و اقتصاد متمرکز می‌توانند به صورت ترکیبی از این دو ارائه شوند، برخی از پدیده‌ها نیز می‌توانند با ترکیبی از دو رویه رفتاری بیان شوند. از این نظر جهش در رشد اقتصادی می‌تواند با مدل کاسپ مورد بررسی قرار گیرد. با این حال، سعی می‌شود حالات دیگر و مدل‌های متنوع مورد بررسی قرار گرفته و بهترین آنها انتخاب گردد.

مدل فولد وقتی استفاده می‌شود که یک وضعیت سیستم مستلزم تخریب وضعیت دیگر بوده و انتخاب ترکیبی آنها امکان‌پذیر نباشد. مدل دم پرستو (اسوالویتیل) جهت مدل‌سازی سعی‌های ناموفق برای گذر از یک تعادل به تعادل دیگر مناسب تشخیص داده شده است. این مدل سه متغیر کنترل بوده و تا اندازه‌ای در کارهای تجربی مورد استفاده قرار می‌گیرد. تجربه کشورهای جهان سوم در زمینه رشد اقتصادی ممکن است، درحوزه کاربردهای مدل اسوالویتیل باشد. زیرا کشورهای کمتر توسعه یافته هنوز از قید نرخ رشد اقتصادی پایین و ناپایدار، رهایی نیافته‌اند. در حالیکه کشورهای پیشرفته (توسعه یافته) و کشورهای تازه صنتی شده این مرحله را با

موفقیت پشت سر گذاشته و به نظر می‌رسد دینامیک رشد آنها به وسیله مدل کاسپ قابل تبیین باشد. برخی از سیستم‌های مورد بررسی در نظریه‌های مختلف ماهیت منبع-پیام-دریافت کننده (Source-Message-Receiver) دارند. این سیستمها به وسیله یک مدل کاتاستروف تحت عنوان باترفلای (Butterfly) که دارای چهار متغیر کنترل است قابل مدلسازی هستند. یکی از بهترین نمونه‌ها تقلید تکنولوژی است که در آن کشورهای در حال توسعه (دریافت کننده‌ها) به صورت منفعل ترتیبات تکنولوژیک (پیام) کشورهای پیشرفته (منبع) را تقلید می‌کنند. مدل‌های آمیلیک (هیپرلولیک، پارابولیک و الپتیک) برای مدلسازی رفتار پدیده‌های علت و معلولی مناسب هستند. این دسته از مدلها دو متغیر وضعیت و سه متغیر کنترل دارند که از نظر اقتصادسنجی به وسیله معادلات همزمان قابل تخمین هستند.

اگرچه مباحث نظری فوق به محققین در ساختن و انتخاب مدل مناسب کمک می‌نماید؛ اما برخی از مواقع معنی داری آماری و بررسی تجربی مدلی نیز می‌تواند اطلاعات با ارزشی از نظر تناسب مدل با داده‌ها و پدیده‌های مورد بررسی ارائه نماید. بخش بعدی به بررسی داده‌ها و روش‌ها می‌پردازد که می‌تواند در بیان نحوه بکارگیری عملی مباحث یاد شده مفید واقع شود.

۳- داده‌ها و روش بررسی تجربی

داده‌های مورد استفاده مدل‌های رشد اقتصادی، شامل متغیر رشد اقتصادی به‌عنوان متغیر وابسته و متغیرهای نیروی کار و سرمایه به‌عنوان متغیرهای مستقل است. همانطور که در بخش‌های پیشین اشاره گردید مطالعات مختلف متغیرهای دیگری را نیز مورد بررسی قرار داده‌اند. در اینجا نیز موضوع بحث متغیر وابسته رشد اقتصادی و متغیرهای مستقل نیروی کار و سرمایه می‌باشد. البته علاوه بر متغیرهای متداول فوق در معادله رگرسیونی از متغیرهای تغییر ساختاری مانند سهم صنعت و متغیرهای دیگر بهره خواهیم گرفت. منبع داده‌های CD بانک جهانی تحت عنوان (World Development Indicators) WDI می‌باشد که از آخرین نسخه آن (2002) استفاده نموده‌ایم. مشاهدات ۵۷۵ سری اقتصادی برای کشورهای مختلف جهان طی ۴۱ سال (۱۹۶۰-۲۰۰۰) در این منبع آماری موجود است. تعاریف سری‌های زمانی اقتصادی منطبق بر تعاریف بانک جهانی است که در جدول ۲ منعکس گردیده است.

برخی از متغیرها که می‌توانند جایگزین (Proxy) متغیرهای نهادی باشند به‌عنوان متغیرهای کنترلی که موجب ناپوستگی و جهش‌های ناگهانی در مسیر رشد اقتصادی می‌شوند، استفاده شده‌اند. در حقیقت اینها متغیرهای کند (Slow) و متغیر رشد اقتصادی یک متغیر سریع (Fast)

است. متغیرهای رشد نیروی کار و سرمایه نیز متغیرهایی هستند که موجب حرکت هموار مسیر رشد می‌شوند؛ بنابراین نمی‌توانند عامل جهش باشند. با توجه به اینکه متغیرهای نهادی در دسترس نیستند و تغییرات نهادی به سادگی قابل اندازه‌گیری نیست، از متغیرهای جانشین مانند تعداد روزنامه برحسب هزار نفر، نرخ بیسوادی و... استفاده شده است که برای برخی از آنها اطلاعات فقط برای سال‌های محدودی در WDI موجود است.

به‌منظور وارد کردن مفهوم شومپتتری تغییرات ناگهانی و جهش در رشد اقتصادی از تغییرات تکنولوژیک که در این تحقیق با مخارج تحقیق و توسعه (R&D) و تعداد دانشمندان و تکنسین‌های شاغل در بخش تحقیق و توسعه قابل مدلسازی بهره گرفته شده است.

تغییرات ساختاری می‌تواند به وسیله سهم ارزش افزوده بخش اولیه و بخش ثانویه (صنعت) از GDP اندازه‌گیری شود و در صورتی موجب تقویت رشد خواهد شد که به اندازه کافی قوی و سریع باشد؛ در غیر اینصورت ممکن است حتی مانع آن گردد (Syrquin, 1998, P.158). با عنایت به اینکه بخش محوری رشد نوین اقتصادی که در دوران اخیر اتفاق افتاده و بخوبی توسط کوزنتس مدلسازی شده، صنعتی شدن می‌باشد، سهم بخش صنعت (Industry) و سهم بخش صنعت ساخت (Manufacturing) متغیرهای مناسب جهت بکارگیری در مدل کاسپ برای تبیین احتمالی جهش‌هاست. متغیرهایی مانند سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و کمک‌های خارجی می‌توانند شوک‌های بزرگ مثبت به اقتصاد وارد کنند. از این شوک‌های مثبت بزرگ در ادبیات اقتصادی روزنشتاین - رودن (Rosenstein - Ruddan) تحت عنوان «فشار بزرگ» (Big Push) به بهترین شکل یاد می‌کنند که می‌شود اقتصاد را در مسیر توسعه هدایت نماید.

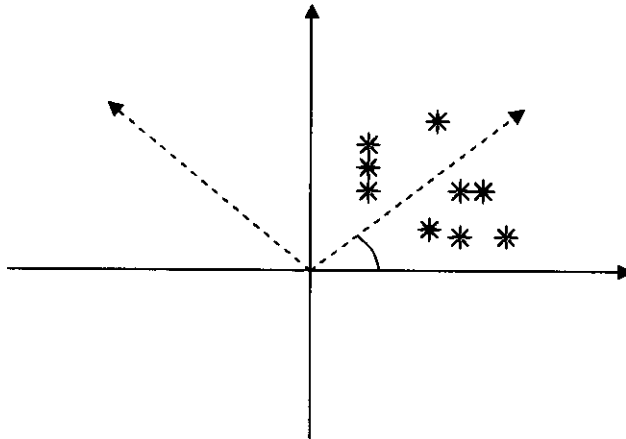
با توجه به اینکه مباحث فوق ۲۵ متغیر اقتصادی را جهت استفاده به‌عنوان متغیرهای کنترل معرفی می‌کنند و به‌طور ضمنی مورد اشاره تئوریه‌ها هستند، سوال پیش روی این است که کدام متغیرها می‌توانند به‌عنوان متغیرهای کنترل در مدل‌های کاتاستروف گنجانده شوند. برای پاسخ به این سوال به‌طور عملی از استراتژی‌های ذیل بهره خواهیم گرفت:

متغیرهای پیشنهادی را به نوبت در مدل‌های کاتاستروف قرار داده و آن مدلی را که از نظر معیارهای آماری بهترین است را انتخاب خواهیم کرد.

با استفاده از تحلیل خوشه‌ای، متغیرهای پیشنهادی فوق را دسته‌بندی کرده و به کمک تحلیل عاملی، عامل‌های اول و دوم را جهت بکارگیری به‌عنوان متغیرهای کنترل استخراج خواهیم نمود.

اما اشاره به برخی از نکات و مفاهیم به توضیح آسانتر فرایند تحلیل کمک خواهد کرد. در تحلیل کاتاستروف ضروری است متغیرهای کم توان منفرد را به صورت متغیرهای ترکیبی قوی بیان نمود. جهت انجام این کار بایستی متغیرهای همگون را در یک دسته قرار داد. تشخیص همگونی متغیرها (تشابه متغیرها) با استفاده از مفهوم فاصله و ضریب تشابه در تحلیل خوشه‌ای امکان‌پذیر است. پس از خوشه خوشه کردن متغیرها، استفاده از تک تک متغیرها چندان مناسب نخواهد بود، زیرا به کمک تحلیل عاملی می‌توان متغیرهای ترکیبی‌ای استخراج نمود که توان توضیح قسمت زیادی از تغییرات هر خوشه را به تنهایی دارند. بنابر این تحلیل عاملی برای استخراج عامل‌های اول و دوم هر خوشه بکار گرفته شده و عامل‌های استخراجی به‌عنوان متغیرهای کنترل در مدل‌های کاتاستروف وارد خواهند شد. همچنین از چرخش عاملها می‌توان برای ساختن متغیر کنترل مناسب استفاده نمود. به‌عنوان مثال وقتی دو متغیر کنترل را با آثار متفاوت و غیر هم جهت نیاز داریم چرخش عاملها روش مفیدی خواهد بود (نمودار ۳).

نمودار (۳) - دوران عاملها و متغیرهای کنترل



در نمودار فوق پیش از دوران عاملها تمامی متغیرها در ناحیه مثبت قرار گرفته‌اند؛ در حالیکه پس از دوران متغیرهای کنترل ترکیبی از عاملهای مثبت هستند.

البته بدون خوشه‌ای کردن متغیرها نیز می‌توان عاملها را استخراج کرد؛ یعنی تمامی متغیرها را برای استخراج عاملها به تعداد دلخواه (کوچکتر از تعداد متغیرها) بکار گرفت که این کار نیز در تحقیق حاضر انجام گرفته است. به عبارت روشن‌تر هر دو نوع عامل، عامل‌های

خوشه‌ای شده و عامل‌های غیرخوشه‌ای استخراج گردیده است که در تخمین مدل‌ها مورد بهره‌برداری قرار خواهند گرفت.

همچنین بکارگیری عاملها در مدلسازی به وسیله متغیرهای غیرقابل مشاهده یا پنهان (Latent) که به آسانی در دسترس قرار نمی‌گیرند، مفید به نظر می‌رسد. به عبارت روشن‌تر اگر اعتقاد داشته باشیم که متغیرهای کنترل که موجب جهش در رویه‌های رفتاری می‌شوند ترکیبی از سایر متغیرهاست؛ ولی خود متغیر به دلایلی در دسترس نیست، می‌توان از ترکیب متغیرهای قابل مشاهده بهره جست. در برخی از مواقع نیز متغیرها به تنهایی مهم نیستند و ورود آنها در مدل محقق را به رد فوری ارتباط رهنمون خواهد ساخت؛ اما ترکیب آنها می‌تواند رابطه را در صورت وجود نشان دهد. ممکن است نهادها به تنهایی چندان تأثیرگذار به نظر نرسند یا حداقل به‌طور تجربی اثبات آنها مشکل باشد. اما اثر مشترک در بسیاری از موارد غیرقابل انکار به نظر می‌رسد. با عنایت به این نقاط قوت، تحلیل عاملی و استفاده از آن در این تحقیق مفید به نظر می‌رسد. با این حال موارد ذیل نتیجه نهایی را متأثر خواهد ساخت.

در صورت استفاده از تحلیل عاملی و تحلیل مؤلفه‌های اصلی، نتایج قابل تفسیر نیستند و تنها می‌توان گفت عامل اول یا عامل دوم موجب جهش شده است. ولی در راستای ارائه توصیه‌های سیاستی نمی‌توان گفت عامل اول کدام متغیر اقتصادی است تا بتوان به‌عنوان ابزار سیاستی از آن استفاده کرد. البته ذکر این نکته ضروری است که با برگشت به قبل و استخراج عناصر تشکیل‌دهنده عاملها و با توجه به ضرایب هر کدام از متغیرها در عامل مورد نظر می‌توان تا اندازه زیادی از این مشکل رهایی یافت.

در مجموعه داده‌های ارائه شده توسط WDI آمار ارائه شده برای برخی از متغیرها مانند مخارج R&D فقط برای سال‌های محدودی موجود است و تعداد مشاهدات سایر متغیرها چندان زیاد نیست که این موجب حذف این متغیرها در تحلیل عاملی یا اجبار به متوازن کردن مشاهدات تمامی متغیرها (حذف مشاهدات متناظر سایر متغیرها برای ایجاد طول مشاهده یکسان) خواهد شد که بی‌ثباتی ضرایب و بعضاً نتایج متناقض را بدنبال خواهد داشت. بنابراین تحلیل عاملی و خوشه‌ای در اینجا فقط برای متغیرهایی که مشاهدات نسبتاً طولانی تری دارند مورد استفاده قرار گرفته است. نرم افزارهای Statistica, S-Plus 2000, Minitab 11 از جمله نرم افزارهایی هستند که تحلیل خوشه‌ای و تحلیل عاملی را امکانپذیر می‌سازند و در اینجا از Minitab 11 برای تحلیل خوشه‌ای و تحلیل عاملی استفاده شده است.

یکی از راه‌های رفع مشکل قلت مشاهدات، استفاده از داده‌های تلفیقی (Panel) است که در اینجا پس از تخمین رگرسیونها به صورت انفرادی برای هر کدام از کشورهای NICs مبادرت برآزش رگرسیونها با استفاده از تلفیق داده‌های سری زمانی و مقطعی گردیده است. روش اخیر مشکل کمبود داده‌ها را تا اندازه‌ای برطرف می‌کند؛ اما ممکن است در مواردی کافی نباشد. معنی داری آماری مدل‌های CT مسیر غیرخطی رشد را در شکل خاص تأیید می‌کند، اما رد آن به مفهوم رد غیرخطی بودن رشد نیست؛ زیرا شکل غیرخطی CT یکی از انواع ممکن غیرخطی بودن است. با استفاده از شبکه‌های عصبی و مدل‌های آشوب (Chaos) می‌توان اشکال دیگر را نیز آزمون کرد که در اینجا مورد توجه قرار گرفته است. وقتی شکل غیرخطی معلوم نیست، شبکه‌های عصبی می‌توانند غیرخطی بودن را آزمون کنند؛ اما توجه به این نکته ضروری است که شکل دقیق شبکه‌های عصبی تقریب نامعلوم است و در مواردی توان کافی برای نشان دادن الگوی غیرخطی نهفته در داده‌ها را ندارد. نظریه آشوب نیز بیشتر در خصوص بستگی داشتن رفتار یک سیستم دینامیکی به شرایط اولیه و آنتروپی مثبت سیستم قابل بکارگیری است؛ اما غیرمستقیم می‌تواند جهت بررسی غیرخطی بودن و استخراج نقاط ثابت (Fixed points) استفاده شود.

رد تمامی روش‌های فوق به دلیل قلت مشاهدات و کامل نبودن دوره زمانی مورد بررسی ممکن است؛ بنابراین تحقیقاتی که در این زمینه انجام می‌گیرد بیشتر در جهت تأیید نظریات غیرخطی بودن رشد قابل استناد است و رد هر کدام از موارد فوق لزوماً به مفهوم رد ادبیات غنی رشد، در خصوص غیرخطی بودن رشد اقتصادی نیست.

مواردی که ممکن است موجب رد مدلها شود، کوتاه بودن دوره مورد بررسی، در دسترس نبودن متغیر کنترل مناسب (برای مدل‌های CT) به دلیل نبود سیستم آماری مناسب و اساسی نبودن ناپوستگی‌ها در مدل‌های CT است.

جدول ۳ برخی از موارد کاربرد سه نظریه کاتاستروف، آشوب و شبکه عصبی را نشان

می‌دهد.

جدول (۳) - خوشه متغیرهای کنترل و وابسته

نام کشور	خوشه ۱	خوشه ۲	خوشه ۳	خوشه ۴	خوشه ۵
اندونزی	Gdpper,mex,mva, Gensave,iva		Capexp,fdigcf fdigd	Aggr,gdpgr, ivagr,mvagr	Agva,ilra Aidcap,aidg
کره جنوبی	Gdpper,mex,iva, Mva,gensav	Fdigcf,fdigd	Gdpgr,ivagr mvagr	Agva,aidcap, Aidg,ilra	Aggr, capexp
مالزی	Gdpper,mex. Mva,iva,gensav	Fdigcf Fdigd	gdpgr,mvagr ivagr	capexp	Aggr, agva ilra, aidcap aidg, capexp
سنگاپور	Fdigcf,fdigd Capexp,gdpper Mex,gensave	Iva,mva	Gdpgr,ivgr mvagr	Agva,ilra aidcap,aidg	Aggr,
تایلند		Gensav,sgdpper Iva,mex,mva	Capexp,fdigcf fdigd	Aggr,gdpgr Ivgr,mvagr	Agva,ilra Aidcap,aidg

توضیحات: اختصارات فوق معادله انگلیسی متغیرهای مذکور در جدول ۲ است.

پس از تخمین مدل‌های مربوط به نظریه کاتاستروف، غیرخطی بودن رشد به وسیله مدل‌های شبکه‌های عصبی و آشوب، آزمون خواهد شد. با این حال از توضیحات مربوط به نظریه آشوب و شبکه‌های عصبی صرف‌نظر می‌گردد. مرتبط‌ترین کارها در زمینه‌های اخیر گاستلو (Guastello 1995) راس (Rosser 1991)، (Rosser et al. 1999)، ترسویرتا (Trasvirta 1993)، میلز (Mills 1999)، هسیا (Hesia 1991)، فرانسس (Frances 2000) می‌باشد. بخش بعدی به مفاهیم رگرسیونی و نتایج تخمین مدل‌های مختلف اختصاص یافته است.

۴- تخمین و نتایج

تخمین رگرسیون‌ها، آزمون معنی‌داری ضرایب آزمون فرضیه و پیش بینی از جمله پذیرفته‌ترین رویه‌ها در مطالعات تجربی اقتصادسنجی است. مدل‌های آشوب و کاتاستروف مدل‌های دترمینیستیک هستند و برای استخراج شکل رگرسیونی باید آنها را تا اندازه‌ای تغییر داد. شکل تصادفی مدل کاسپ، نتیجه کار لورن کاب (Loren Cobb) می‌باشد که طی مقالات متعدد از جمله (Cobb 1982, 1998) ارائه گردیده است. البته در رشته‌های مختلف از جمله آمار، فیزیک، روانشناسی، اقتصاد، علوم سیاسی و کامپیوتر از شکل استوکاستیک معادلات مختلف نظریه کاتاستروف، استفاده فراوان شده است. از نظر تاریخی قدیمیترین کار

تجربی مربوط به زیمن (Zeeman 1976) بوده است که در کارهای بعدی از آن استفاده گردیده است. در میان سایر مطالعات تجربی، مطالعات گاستلو (Guastello 1992, 1989, 1995, 2000)، راسر (Rosser 1999)، فیشر و جمرنگ (Fischer & Jammernegg 1986) قابل ذکر می‌باشد. شکل رگرسیونی استخراج شده توسط کاب با استفاده از فرمول رایت (Wright) بوده که توانایی تبدیل توابع ریاضی به تابع چگالی را دارد. در این روش تابع پتانسیل کاسپ به یک تابع چگالی تبدیل شده و با استفاده از روش حداکثر درستمایی تخمین زده می‌شود. برای این کار کاب یک برنامه تحت DOS به نام CUSP نوشته است که فقط برای مدل کاسپ از هفت نوع معادله اولیه کاسپ قابل استفاده است. علاوه بر این برخی از مواقع مشکل همگرایی (Convergence) دارد. البته مهمترین محدودیت آن این است که در داده‌های سری زمانی برخی از اطلاعات مفید مانند تفاضل‌ها را در نظر نمی‌گیرد. به این سه دلیل در اینجا به روش کاسپ پرداخته نشده و از روش گاستلو که برای تمامی مدل‌های کاتاستروف کاربرد دارد، استفاده شده است. این روش نیز به دور از انتقاد نبوده و الکساندر و دیگران (Alexander et al. 1992) انتقاداتی به این روش وارد کرده‌اند. البته گاستلو (Guastello 1992) جواب‌های قانع کننده‌ای به انتقادات فوق داده و از این جهت روش گاستلو هنوز قابل استفاده است. مدل‌های رگرسیونی کاتاستروف به شرح ذیل است:

$$D(z_t) = \alpha + \beta_1 z_{t-1}^3 + \beta_2 z_{t-1}^2 + \beta_3 \text{cont}_{1,t-1} z_{t-1} + \beta_4 \text{cont}_{2,t-1} + \beta_5 z_{t-1} + \varepsilon_t$$

که در معادله فوق z_t ، سهم صنعت از ارزش افزوده کل (IVA)، $\text{cont}_{1,t}$ ، $\text{cont}_{2,t}$ متغیرهای کنترل هستند که نماد کلی متغیرهای لیست شده در جدول ۲ آورده شده است. به عبارت دیگر متغیرها به نوبت وارد مدل شده و بهترین مدل بر اساس بیشترین \bar{R}^2 انتخاب خواهد شد. علت ملاک قرار گرفتن \bar{R}^2 در اینجا به جای AIC و SBC خروجی Eviews برای داده‌های تلفیقی است که فقط \bar{R}^2 را شامل می‌شود. برای تصریح کامل مدل متغیر، کنترل مناسب از میان متغیرهای مختلف در جدول ۲ انتخاب خواهد شد. مدل کاسپ شکل دیگری دارد که در آن متغیر کنترلی که به صورت تعاملی (Interactive) وارد شده، به صورت انفرادی نیز در مدل مورد استفاده قرار می‌گیرد.

کاسپ نوع II

$$D(z_t) = \alpha + \beta_1 z_{t-1}^3 + \beta_2 z_{t-1}^2 + \beta_3 z_{t-1} + \beta_4 \text{cont}_{1,t-1} z_{t-1} + \beta_5 \text{cont}_{2,t-1} + \beta_6 \text{cont}_{1,t-1} + \varepsilon_t$$

شکل کاملتر کاسپ که هر دو متغیر کنترل هم به صورت تعاملی و هم به صورت خطی وارد مدل می‌شوند، به صورت ذیل است:

کاسپ نوع III

$$D(z_t) = \alpha + \beta_1 z_{t-1}^2 + \beta_2 z_{t-1}^4 + \beta_3 z_{t-1} + \beta_4 \text{cont}_{1,t-1} z_{t-1} + \beta_5 \text{cont}_{2,t-1} z_{t-1} + \beta_6 \text{cont}_{1,t-1} + \beta_7 \text{cont}_{2,t-1} + \varepsilon_t$$

برای این دو نوع کاسپ نیز متغیرهای جدول ۲ به نوبت بکار گرفته خواهند شد که با در نظر گرفتن ۱۴ متغیر قابل استفاده برای کنترل $\frac{14(13)}{2} = 91$ رگرسیون برای هر نوع کاسپ تخمین خواهد خورد که از میان تمامی این‌ها، یک رگرسیون بر مبنای حداکثر \bar{R}^2 انتخاب شده و برای مقایسه با سایر انواع مدل‌های کاتاستروف حفظ خواهد شد. به منظور بررسی بیشتر و محدود نشدن به مدل کاسپ علیرغم پرکاربرد بودن آن مدل‌های کاتاستروف ذیل نیز برای متغیرهای کنترل مختلف مورد برازش قرار گرفته و نتایج آن با بهترین مدل کاسپ مورد مقایسه قرار خواهد گرفت.

فولد

$$D(z_t) = \alpha + \beta_1 z_{t-1}^2 + \beta_2 \text{cont}_{1,t-1} + \beta_3 z_{t-1} + \varepsilon_t$$

اسوالوتیل

$$D(z_t) = \alpha + \beta_1 z_{t-1}^4 + \beta_2 z_{t-1}^2 + \beta_3 z_{t-1}^2 \text{cont}_{1,t-1} + \beta_4 z_{t-1} \text{cont}_{2,t-1} + \beta_5 \text{cont}_{3,t-1} + \beta_6 z_{t-1} + \varepsilon_t$$

باترفلای

$$D(z_t) = \alpha + \beta_1 z_{t-1}^0 + \beta_2 z_{t-1}^4 + \beta_3 z_{t-1}^2 \text{cont}_{1,t-1} + \beta_4 z_{t-1}^2 \text{cont}_{2,t-1} + \beta_5 z_{t-1} \text{cont}_{3,t-1} + \beta_6 \text{cont}_{4,t-1} + \beta_7 z_{t-1} + \varepsilon_t$$

همچنین مدل‌های معادلات همزمان که دارای دو متغیر وضعیت هستند، به صورت ذیل نمایش داده می‌شوند:

$$D(z_{1t}) = \beta_1 + \beta_{12} z_{1,t-1}^2 + \beta_{13} \text{cont}_{1,t-1} + \beta_{14} \text{cont}_{2,t-1} z_{2,t-1} + \varepsilon_{1t}$$

$$D(z_{2t}) = \beta_2 + \beta_{22} z_{2,t-1}^2 + \beta_{23} \text{cont}_{2,t-1} + \beta_{24} \text{cont}_{3,t-1} z_{1,t-1} + \varepsilon_{2t}$$

مدل فوق آمیبلیک نامیده می‌شود که در آن متغیرهای وضعیت می‌توانند سهم بخش صنعت، سهم بخش کشاورزی، سهم بخش خدمات و سهم بخش صنعت باشد. متغیرهای کنترل نیز سه متغیر $cont_1, cont_2, cont_3$ هستند که برای هر دو معادله بکار برده می‌شود اما متغیرهای $cont_1, cont_2$ خاص معادله ۱ و ۲ هستند.

مدل‌های فوق علاوه بر تخمین انفرادی برای کشورهای مختلف به صورت داده‌های تلفیقی نیز مورد استفاده قرار خواهند گرفت که از روش اثرات ثابت (Fixed) به جای اثرات تصادفی (Random) بهره خواهیم گرفت.

زیرا تعداد پارامترهای مورد تخمین بیشتر از تعداد کشورهاست و امکان تخمین به روش اثرات تصادفی وجود ندارد.

برای معین کردن آشوب گونه بودن و معنی داری عبارت غیرخطی، از مدل‌های آشوب شکل لجستیک هم به صورت عادی و هم تبدیل نمایی (Guastello 1995) استفاده شده است که معادلات رگرسیونی آن را می‌توان به صورت:

$$z_t = \alpha + \beta z_{t-1}(1 - z_{t-1}) + \varepsilon_t$$

$$z_t = \alpha + \beta_1 e^{\beta_2 z_{t-1}} + \varepsilon_t$$

نمایش داد. ضریب z_{t-1} در معادله اخیر توان لیاپونوف است و آشوب گونه بودن مستلزم مثبت بودن مقدار تخمین زده شده توان لیاپونوف است. بعد یک سری زمان با استفاده از فرمول $D = e^{\beta_2}$ قابل محاسبه است. اگر $D < 1$ باشد سیستم به یک نقطه ثابت گرایش می‌یابد و در غیر اینصورت آشوب گونه خواهد بود. البته فرمول فوق می‌تواند بدین صورت تعمیم یابد:

$$z_t = \alpha + e^{\beta_1 z_{t-1}} + e^{\beta_2 z_{t-2}} + \dots + e^{\beta_k z_{t-k}} + \varepsilon_t$$

$$D = e^{\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_k} - 1$$

و بعد به صورت

نشان داده شود.

همچنین از مدل‌های شبکه عصبی آزمون وایت، لینوگرنجر به نفع آزمون ترسویرتا (Trasverta 1993) کنار خواهد رفت. زیرا بیشتر منابع از جمله میلز (Mills 1999) و فرانسس (Frances 2000) ادعا می‌کنند که این آزمون قویتر از سایر آزمون‌های غیرخطی مبتنی بر شبکه‌های عصبی است. بنابراین مدل رگرسیونی:

$$Z_t = \beta_0 + \beta_1 Z_{t-1} + \beta_2 Z_{t-2} + \beta_3 Z_{t-1}^2 + \beta_4 Z_{t-1} Z_{t-2} + \beta_5 Z_{t-2}^2$$

$$+ \beta_6 Z_{t-1} Z_{t-2} Z_{t-3} + \beta_7 Z_{t-1}^2 Z_{t-2} Z_{t-3} + \beta_8 Z_{t-1} Z_{t-2}^2 Z_{t-3} + \beta_9 Z_{t-1} Z_{t-2} Z_{t-3}^2$$

مورد استفاده قرار خواهد گرفت. البته مقالات متعددی توسط ترتسیویرتا (Trasverta et al. 2003, 1994, 1998) و دیگران برای آزمون شکل‌های خاص غیرخطی ارائه گردیده است که در اینجا بدانها پرداخته نمی‌شود و فقط به ذکر فرمولها و کلیات تخمین اکتفا می‌شود.

$$Z_t = \beta_0 + \beta_1 Z_{t-1} + \beta_2 Z_{t-2}$$

$$\text{ress}_t = \beta_0 + \beta_1 Z_{t-1} + \beta_2 Z_{t-2} + \beta_3 Z_{t-1}^2 + \beta_4 Z_{t-1} Z_{t-2} + \beta_5 Z_{t-1}^3 + \beta_6 Z_{t-1}^2 Z_{t-2} + \beta_7 Z_{t-1}^4 + \beta_8 Z_{t-1}^3 Z_{t-2}$$

$$\text{ress}_t = \beta_0 + \beta_1 Z_{t-1} + \beta_2 Z_{t-2} + \beta_3 Z_{t-1}^2 + \beta_4 Z_{t-1} Z_{t-2}$$

$$\text{ress}_t = \beta_0 + \beta_1 Z_{t-1} + \beta_2 Z_{t-2} + \beta_3 Z_{t-1}^2 + \beta_4 Z_{t-1} Z_{t-2} + \beta_5 Z_{t-1}^3$$

$$\text{ress}_t = \beta_0 + \beta_1 Z_{t-1} + \beta_2 Z_{t-2} + \beta_3 Z_{t-1}^3 + \beta_4 Z_{t-1}^2 Z_{t-2}$$

$$\text{ress}_t = \beta_0 + \beta_1 Z_{t-1} + \beta_2 Z_{t-2} + \beta_3 Z_{t-1}^4 + \beta_4 Z_{t-1}^3 Z_{t-2} + \beta_5 Z_{t-1}^5 + \beta_6 Z_{t-1}^4 Z_{t-2} + \beta_7 Z_{t-1}^3 Z_{t-2}^2 + \beta_8 Z_{t-1}^2 Z_{t-2}^3$$

$$\text{ress}_t = \beta_0 + \beta_1 Z_{t-1} + \beta_2 Z_{t-2} + \beta_3 Z_{t-1}^5 + \beta_4 Z_{t-1}^4 Z_{t-2} + \beta_5 Z_{t-1}^3 Z_{t-2}^2 + \beta_6 Z_{t-1}^2 Z_{t-2}^3 + \beta_7 Z_{t-1}^6$$

$$\text{ress}_t = \beta_0 + \beta_1 Z_{t-1} + \beta_2 Z_{t-2} + \beta_3 Z_{t-1}^6 + \beta_4 Z_{t-1}^5 Z_{t-2} + \beta_5 Z_{t-1}^4 Z_{t-2}^2 + \beta_6 Z_{t-1}^3 Z_{t-2}^3 + \beta_7 Z_{t-1}^7 + \beta_8 Z_{t-1}^6 Z_{t-2}$$

برای انجام آزمون غیرخطی بودن با استفاده از رگرسیون‌های فوق، ابتدا مدل AR(2) را تخمین زده و پسماند‌های آنرا برای مدل‌های دیگر که LSTAR4, LSTAR2, V2, ESTAR, RESET, V23, V3 نامیده می‌شوند، به‌عنوان متغیر مستقل مورد استفاده قرار داده‌ایم. پس از تخمین مجموع مجذورات پسماند مدل‌های حاضر که مدل‌های غیر مقید بوده با مجموع

جدول (۴) - نتایج تخمین مدل‌های رگرسیونی کاتاستروف

نتیجه آزمون	F	مدل منتخب: ضرایب و آمارهای t	تعداد رگرسیون‌های پیرایش شده	نام کشور
رد H _۰ و قبول مدل کاسپ متغیرهای کنترل X _۸ ، X _۷	۱۹/۱۸	$D(z) = ۱۵/۷۶ - ۰/۱۹Z^T + ۲/۱۱ Z^T - ۱/۶۹ZX_v$ $\begin{matrix} (۹/۱۲) & (-۲/۵۲) & (۳/۰۷) & (-۱۰/۲۵) \\ -۹/۹۱X_۸ + ۲/۱۰X_۸Z + ۸/۳X_v - ۹/۳۰Z \\ (-۱۰) & (۸/۳۳) & (۱۱/۸۳) & (-۵/۵۷) \end{matrix}$ $\bar{R}^2 = ۸۱/۶۷$	۲۳۷ رگرسیون کاسپ	اندونزی
رد H _۰ و قبول مدل کاسپ متغیرهای کنترل X _{۱۱} ، X _۳	۰۲۲/۱۴	$D(z) = ۵/۸۰ - ۰/۱۴Z^T + ۱/۶۴ Z^T - ۰/۵۸ZX_{۱۱}$ $\begin{matrix} (۶/۷) & (-۹/۰۳) & (۱۱/۰۷) & (-۴/۴۱) \\ -۰.۸۹X_۳ + ۱/۹۷X_{۱۱} - ۵/۲۹Z \\ (-۲/۹۳) & (۲/۷۱) & (-۱۳/۷۹) & \end{matrix}$ $\bar{R}^2 = ۷۲/۹۳$	۲۳۷ رگرسیون کاسپ	تایلند
رد H _۰ و قبول مدل کاسپ متغیرهای کنترل X _۹ ، X _{۱۴}	۷۴/۶	$D(z) = -۱/۱۶ - ۰/۳۹Z^T + ۲/۱۸ Z^T$ $\begin{matrix} (-۲/۱۷) & (۴/۴۰) & (-۴/۲۹) \\ -۰/۰۷ZX_۹ + ۰/۸۸X_{۱۴} + ۲/۴Z \\ (-۱/۶) & (۴/۰۳) & (۳/۳۰) \end{matrix}$ $\bar{R}^2 = ۵۱/۵۱$	۲۳۷ رگرسیون کاسپ	سنگاپور
رد H _۰ و قبول مدل کاسپ متغیرهای کنترل X _۹ ، X _{۱۵}	۲۱/۹	$D(z) = ۲۲/۳۸ - ۰/۸۱Z^T + ۵/۴۹ Z_{t-1}^T$ $\begin{matrix} (۴/۶۹) & (-۳/۴۰) & (۲/۷) \\ + ۱/۳۲Z_{t-1}X_۹ - ۱۶/۰۶X_{۱۵} + ۳/۷۶X_{۱۵} \\ (۳/۶۶) & (-۴/۲۵) & (۴/۱۱) \\ -۶/۳X_۹ - ۱۳.۸۶Z \\ (-۳/۷) & (-۲/۷) \end{matrix}$ $\bar{R}^2 = ۷۱/۴۳$	۲۳۷ رگرسیون کاسپ	کره جنوبی
رد H _۰ و قبول مدل کاسپ متغیرهای کنترل X _{۱۶} ، X _۳	۹۹/۹	$D(z) = ۹/۴۱ - ۰/۱۵Z^T + ۱/۸۰ Z^T + ۰/۹۴ZX_۳$ $\begin{matrix} (۲.۲۲) & (-۱/۹۲) & (۲/۲۰) & (۲/۵۴) \\ + ۰/۰۰۰۱X_{۱۶} - ۷/۹۷X_۳ + ۸/۵۷Z \\ (۳/۰۴) & (-۳/۲۷) & (-۲/۷۶) & \end{matrix}$ $\bar{R}^2 = ۰/۵۹$	۲۳۷ رگرسیون کاسپ	مالزی
رد H _۰ و قبول مدل کاسپ متغیرهای کنترل X _۵ ، X _۳	۶۳/۳۸	$D(z) = ۰/۰۰۲Z^T + ۰/۲ ZX_۳$ $\begin{matrix} (۳/۰۲) & (۲/۸۸) \\ + ۰/۰۶۱X_۵ - ۲/۱۴X_۳ - ۱/۴۴Z \\ (۱/۸۱) & (-۳/۹) & (-۷/۲) \end{matrix}$ $\bar{R}^2 = ۴۲/۰۴$	۲۳۷ رگرسیون کاسپ	داده‌های تلفیقی

تولید ناخالص داخلی سرانه: X_۳ سهم ارزش افزوده بخش صنعت: X_۲ سهم ارزش افزوده بخش کشاورزی: X_۱
 (به صورت درصدی از تشکیل سرمایه ناخالص کمکهای خارجی: X_۵) رشد ارزش افزوده بخش کشاورزی: X_۴
 خالص جریان سرمایه گذاری مستقیم: X_۸ مخارج سرمایه ای: X_۷ صورت درصدی از مخارج دولت) کمکهای خارجی (به: X_۶)
 خالص جریان سرمایه گذاری مستقیم خارجی (درصد از GDP): X_۹ (درصد از تشکیل سرمایه ناخالص)
 نرخ بسوادی کل (بالغ بیش از ۱۵ سال): X_{۱۱} پس انداز ناخالص داخلی (به صورت درصدی از تولید ناخالص داخلی): X_{۱۰}
 صورت درصدی از صادرات کالا) صادرات صنعت - ساخت (به: X_{۱۳}) رشد سالانه ارزش افزوده بخش صنعت: X_{۱۲}
 رشد ارزش افزوده بخش صنعت - ساخت: X_{۱۵} ارزش افزوده بخش صنعت - ساخت: X_{۱۴}
 ترکیب متغیرهای نیروی کار و سرمایه: X_{۱۶}

مجذورات پسماند مدل مقید (AR(2) در فرمول مربوط به آماره F قرارداد شده است (نتایج آزمون در جدول ۵).

به‌منظور برآزش رگرسیون‌های مطروحه فوق برنامه‌های تحت Eviews نوشته شده و اجرا (Run) گردیده است. جدول ۴ نتایج تخمین مدل‌های برگزیده را برای کشورهای مختلف نشان می‌دهد. نتایج تخمین، مؤید مدل کاسپ برای هر پنج کشور می‌باشد. به بیان روشن‌تر هر پنج کشور جهش و نابوستگی را از نظر رشد در دوره (۱۹۶۰-۲۰۰۰) تجربه کرده‌اند.

متغیرهای کنترل برای هر کدام از این کشورها متفاوت است. البته متغیرهای کنترل X_8 , X_7 برای هر دو کشور اندونزی و سنگاپور معنی‌دار بوده و از عوامل موجب ایجاد جهش می‌باشند. علاوه بر تحلیل متغیرها به‌صورت متغیرهای انفرادی از کلاستر کردن و استخراج عامل‌ها نیز استفاده گردید که نتایج، نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن عامل‌های مختلف است. به‌عبارت دیگر عامل‌ها نتوانسته‌اند به اندازه متغیرهای انفرادی در توضیح جهش‌ها مفید واقع شوند. استخراج عوامل به دو صورت پیش از کلاستر کردن و پس از کلاستر کردن (برای کلاسترهای جدا، عوامل جداگانه) استخراج گردیده است. برای هر کشور حدود ۵ تا ۶ عامل وجود دارد که هر کدام از این عوامل یک متغیر کنترل محسوب می‌شوند. متغیرهای کنترل که از عوامل بدست می‌آیند، می‌توانند به‌وسیله انجام دوران‌های مختلف تا اندازه‌ای مؤثرتر بکار گرفته شوند؛ اما به‌دلیل وسعت کار و عدم امکان انجام آن برای رگرسیون‌ها و متغیرهای مختلف از آن در تعریف اینجا صرف‌نظر گردیده است. تجزیه و تحلیل این عوامل در نرم افزار Minitab 11 و تخمین رگرسیون‌ها در نرم افزار Eviews انجام گرفته است.

نتیجه تخمین رگرسیون‌ها با استفاده از داده‌های تلفیقی در جدول ۴ آورده شده که مؤید نتایج تخمین‌های انفرادی است. البته مقدار ضریب t مربوط به عبارت درجه سوم در رگرسیون پانل بی‌معنی است.

از نتایج جالب توجه، انتخاب نشدن متغیرهای نیروی کار و سرمایه برای تبیین جهش‌های رشد اقتصادی است. این دو متغیر هم به‌صورت انفرادی و هم به‌صورت عاملی وارد مدل‌های رگرسیونی شدند؛ اما نقش آنها به‌لحاظ ایجاد جهش و نابوستگی در رشد اقتصادی تأیید نگردید. این موضوع می‌تواند به دو دلیل روی داده باشد:

۱- کشورهای آسیای جنوب شرقی بیشتر رشد خود را مدیون کمک کشورهای دیگر و سرمایه‌گذاری خارجی هستند.

۲- متغیرهای سرمایه و نیروی کار در ایجاد جهش‌ها نقش ندارند؛ ولی در خود رشد اقتصادی مؤثر هستند.

مدل آشوب و آزمون غیرخطی ترسویرتا که مبتنی بر شبکه‌های عصبی است، نشان می‌دهد که توان لیاپونوف برای تمامی کشورهای آسیای جنوب شرقی (البته به جز هنگ کنگ که کوتاه بودن مشاهدات اجازه انجام مطالعات مورد نظر در اینجا را نمی‌دهد) مثبت است ولی آماره t مربوط به توان لیاپونوف معنی‌دار نبوده و نشان‌دهنده قابل استفاده نبودن معادله لجستیک برای این منظور است.

جدول (۵) - نتایج رگرسیون‌های آشوب و آزمون غیرخطی ترسویرتا

نوع بررسی	نام کشور	معادله برازش شده	F	t مربوط به β_2	تفسیر نتایج
آشوب	اندونزی	$Z_t = 3/07 + 0/26 Z_{t-1} e^{0/66 Z_{t-1}}$	0/049	1/156	توان لیاپونوف مثبت اما غیر معنی‌دار
	تایلند	$Z_t = 3/08 + 0/22 Z_{t-1} e^{0/12 Z_{t-1}}$	0/002	0/803	توان لیاپونوف مثبت اما غیر معنی‌دار
	سنگاپور	$Z_t = 6/99 + 0/01 Z_{t-1} e^{0/23 Z_{t-1}}$	0/105	1/004	توان لیاپونوف مثبت اما غیر معنی‌دار
	کره جنوبی	$Z_t = 7/11 + 0/03 Z_{t-1} e^{0/18 Z_{t-1}}$	0/357	0/630	توان لیاپونوف مثبت اما غیر معنی‌دار
	مالزی	$Z_t = 6/03 + 0/008 Z_{t-1} e^{0/30 Z_{t-1}}$	0/405	0/739	توان لیاپونوف مثبت اما غیر معنی‌دار
آزمون غیرخطی ترسویرتا	اندونزی	$Z_t = 4/98 + 0/015 Z_{t-1} Z_{t-2}$ $Z_{t-2} - 0/001 Z_{t-1} Z_{t-2}^2 Z_{t-3}$	0/170		رد غیر خطی بودن
	تایلند	$Z_t = 10/45 + 0/288 Z_{t-1} - 2/296 Z_{t-2}$ $+ 0/529 Z_{t-1} Z_{t-2} - 0/029 Z_{t-2}^2 - 0/02 Z_{t-1} Z_{t-2} Z_{t-3}$ $- 0/001 Z_{t-1}^2 Z_{t-2} + 0/002 Z_{t-1} Z_{t-2} Z_{t-3}^2$	0/000		تایید غیر خطی بودن
	سنگاپور	$Z_t = 7/43 + 0/28 Z_{t-1} Z_{t-2} - 0/02 Z_{t-1} Z_{t-2} Z_{t-3}$ $+ 0/002 Z_{t-1} Z_{t-2} Z_{t-3}$	0/001		تایید غیر خطی بودن
	کره جنوبی	$Z_t = 6/71 + 0/288 Z_{t-1} + 0/012 Z_{t-2}^2$	0/311		رد غیر خطی بودن
	مالزی	$Z_t = 4/1 + 1/3 Z_{t-1} - 0/096 Z_{t-2}^2 - 0/012 Z_{t-1} Z_{t-2} Z_{t-3}$ $- 0/002 Z_{t-1} Z_{t-2} Z_{t-3} - 0/0006 Z_{t-1} Z_{t-2}^2 Z_{t-3}$	0/496		رد غیر خطی بودن

آزمون غیرخطی بودن رشد اقتصادی برای کشور سنگاپور در سطح کمتر از یک هزارم درصد، مالزی در سطح ۰/۵۰٪، کره در سطح ۰/۳۱٪ و تایلند در سطح صفر درصد مویید غیرخطی بوده است. درخصوص کره، رشد توسط این آزمون خطی تشخیص داده می‌شود. البته اگر سطح $\alpha = 0/05$ در نظر گرفته شود، فقط نتایج دو کشور سنگاپور و تایلند غیرخطی بودن رشد اقتصادی را تایید می‌کند. که علت این مسئله را می‌توان در لم مورس و صفر بودن مشتقات مرتبه دوم رویه‌های کاتاستروف جستجو کرد.

ترسوریتا و دیگران (Trasvirta etal 1993 p.212)، اشاره می‌کنند که آزمون آن‌ها وقتی مشتقات مرتبه دوم یک تابع غیرخطی نزدیک صفر است، ضعیف جواب می‌دهد؛ بنابراین برای مدل‌های کاتاستروف که دارای نقاط غیرمورس هستند، این نتیجه دور از انتظار نیست. البته در داده‌های تلفیقی، آزمون غیرخطی بودن نیز با موفقیت پشت سر گذاشته شده و رشد غیرخطی تشخیص داده می‌شود.

به منظور بررسی بیشتر وجود جهش‌ها در رشد اقتصادی کشورهای آسیای جنوب شرقی، پس از تعدیل برنامه JUMP که تحت نرم افزار XPLORE نوشته شده است داده‌های رشد اقتصادی مربوط به کشورهای تازه صنعتی شده مورد آزمون قرار گرفت. نتایج، مؤید وجود جهش‌ها در سری‌های مزبور است. البته با توجه به اینکه این نرم افزار قابلیت ذخیره نمودارهای مربوطه را ندارد ارائه نمودارها در اینجا امکان پذیر نیست؛ اما برنامه‌ها و داده‌های نویسنده اول قابل پیگیری است.

یکی از محدودیت‌های استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی هم افزایی داده‌ها در آمارهای موجود است. به بیان روشن‌تر وقتی فرضیه‌های تحقیق نتواند روی آمارهای بخشی استوار گردد، احتمال خنثی شدن نظم‌های موجود در داده‌های بخشی وجود دارد. نتیجه کاربردی این بحث در مطالعه پیش روی ما می‌تواند اینگونه بیان گردد که اگر داده‌های مربوط به زیر بخش‌های مختلف در دسترس باشد شاید نتایج قوی‌تری اخذ گردد؛ زیرا در کشورهای آسیای جنوب شرقی برخی از صنایع مای تلقی شده و نقش بخش پیشرو را ایفاء کرده‌اند. جهش‌ها می‌تواند با بررسی این بخش‌ها به جای اطلاعات هم افزوده، حقایق بیشتر و دقت بالاتری را ارائه دهد که به دلیل در دسترس نبودن آمار و اطلاعات به شکل یاد شده این مورد ممکن نگردد.

۵- نتیجه گیری و پیشنهادات

در ادبیات اقتصادی رشد اقتصادی به شکل خطی و پیوسته چه به لحاظ نظری و چه از نظر مطالعات تجربی موضوعی کاملاً شناخته شده است. اما موضوع جهش‌ها در رشد اقتصادی و غیر خطی بودن فقط از جنبه نظری تا اندازه زیادی شناخته شده است و مطالعات تجربی در این خصوص روشن‌گری چندانی ندارد. نظریه کلتاستروف که مبتنی بر توپولوژی ديفرانسیل است، به بررسی ناپیوستگی‌ها و ارتباط غیر خطی متغیر وابسته و متغیرهای کنترل می‌پردازد. همچنین این نظریه برای بررسی رشد نیز مناسب به نظر می‌رسد. با اینحال تئوری آشوب و شبکه‌های عصبی نیز در آزمون‌های غیر خطی از تداول نسبتاً زیادی برخوردار است؛ بنابراین دو روش هم در اینجا تا اندازه‌ای به عنوان مکمل روش کاتاستروف مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

نتایج تخمین معادلات کاتاستروف مؤید جهش و ناپیوستگی رشد اقتصادی کشورهای تازه صنعتی شده است. همچنین غیر خطی بودن رشد اقتصادی نیز برای کشورها با استفاده از این روش تأیید می‌گردد. البته قوت نتایج برای کشورهای مختلف متفاوت است؛ اما در مجموع فرضیات ناپیوستگی و غیرخطی بودن قابل رد نیست. جهت انجام آزمون با داده‌های بیشتر، داده‌های تلفیقی مورد استفاده قرار گرفت که بار دیگر نتایج مورد تأیید قرار گرفت. علاوه بر این به منظور استخراج متغیرهای کنترل مناسب، مبادرت به خوشه‌ای کردن متغیرها و استخراج فاکتورهای اول هر خوشه گردید که بهبود چندانی در نتایج حاصل نگردید. انگیزه اصلی برای استفاده از تحلیل خوشه‌ای و تحلیل عاملی، پیش فرض احتمال در دسترس نبودن متغیرهای کنترل مناسب به دلیل ضعف سیستم آماری کلان اقتصادی کشورها بوده است که در نتیجه بهبود چندانی در اثر استفاده از این روش ملاحظه نگردید. متغیرهای ساختاری و شوک‌های بزرگ خارجی تأثیر بیشتری روی جهش‌ها داشته و از این نظر گسترش اول تحقیق، دایره بر در نظر گرفتن متغیرهایی بجز نیروی کار و سرمایه قابل تأیید است. کوتاه بودن طول مشاهدات به همراه سایر موانع مذکور در بخش‌های پیش، نتایج را تا اندازه‌ای تحت تأثیر قرار داده است. علت اصلی تأثیر کوتاه بودن دوره مشاهدات در چنین تحقیقاتی، ماهیت پدیده‌های مورد بررسی است؛ زیرا برخی ویژگی‌های مفروض در این مدل‌ها مانند دو مدی بودن توزیع، نیاز به زمان شکل‌گیری کامل دارد.

مدل لجستیک برای آزمون آشوب گونه بودن معنی دار نبوده و به همین دلیل تحلیل خاصی نمی‌توان در این خصوص ارائه داد. اما آزمون ترسویرتا که مبتنی بر شبکه‌های عصبی است، برای دو کشور تایلند و مالزی مؤید غیر خطی بودن رشد اقتصادی است. همچنین آزمون جهش

در نرم افزار XPLORE وجود نابیوستگی‌ها در مسیر رشد اقتصادی کشورهای اندونزی، تایلند، کره، سنگاپور و مالزی را تأیید می‌کند.

اگر چه نتایج گرفته شده نابیوستگی و غیر خطی بودن رشد اقتصادی را برای کشورهای تازه صنعتی شده تأیید می‌کند؛ اما هنوز راه زیادی جهت تأیید کامل آن در پیش است. بنابراین انجام مطالعات مشابه و استفاده از روش‌های دیگر و همچنین تکرار این مطالعه در آینده که به احتمال زیاد داده‌های آماری بیشتری در اختیار محققین قرار خواهد داشت، داور نهایی نتایج این تحقیق خواهد بود.

در صورتی که غیر خطی بودن و جهش در رشد اقتصادی را بپذیریم، توصیه سیاستی لاینفک این تحقیق عدم هدف گذاری خطی برای رشد اقتصادی در برنامه‌ها، نگاهی نوبه عوامل رشد اقتصادی و توجه خاص به جهش دهنده‌ها و شتاب دهنده‌های رشد اقتصادی است.

فهرست منابع

الف) منابع فارسی

- ۱- متوسلی، محمود؛ توسعه اقتصادی: مفاهیم، مبانی نظری، رویکرد نهاد گرای و روش شناسی؛ انتشارات سمت، تهران، ۱۳۸۲.

ب) منابع لاتین

- 2- Abramowitz, "Catching up, Forging Ahead and Falling Behind"; Journal of Economic History, 46 June, 385 – 406, 1986.
- 3- Adelman, I and Morris, C.T; "Editorial Development History and its Implications for Development Theory"; World Development, Vol.25, No.6, 1997.
- 4- _____ ; "Development History and its Implications for Development Theory. World Development"; Vol. 25, No 6, pp. 831 – 840, 1997.
- 5- Alexander, R.A, Glenn R. Hebert, and Richard P; DeShon; "An Examination of Least-Squares Regression Modeling of Catastrophe Theory, Psychological Bulletin"; Vol. 111, No 2, 236-374, 1992.
- 6- Balasko, Y.; "Economic Equilibrium and Catastrophe Theory, an Introduction, Econometrica"; Vol. 46, No.3, May 1978.
- 7- Chenery, H.B. and Syrquin, M. "Patterns of Development 1950 - 1970 Oxford University Press", 1975.
- 8- Cobb, L; "Stochastic Catastrophe Models and Multimodal Distribution, Behavioral Science"; Vol. 23, 360 – 374, 1978.
- 9- Cobb, L. "An Introduction to Cusp Surface Analysis, Atheling consultants, 200 oak Run Carbondale, co81623 Economic Growth as a Nonlinear and Discontinuous Process", 1998.
- 10- Fischer, Edwin O., and Werner jammernegg; "Empirical Investigation of a catastrophe theory extension of the Phillips curve"; Review of economics and statistics 68, 9-17, 1986.
- 11- Groesen E.V. & E.M. DeJare (Eds); "Studies in Mathematical Physics"; Volume 2., North - Holland.
- 12- Guastello, S.J. Chaos; "Catastrophe and Human Affairs, Lawrence Erlbaum Associates"; Publishers, 1995.
- 13- Hirschman, A.O, and the Strategy of Economic Development; New Haven: Yale University Press.
- 14- Lee, T.H., H. White, and C.W.J. Granger; "Testing for Neglected Nonlinearity in Time Series Models"; Journal of Econometrics, Vol. 56, pp. 269-290, North Holland, 1993.
- 15- Lundbergh, S., Timo Trasvirta; "Time-Varying Smooth Transition Autoregressive Models"; Journal of Business & Economic Statistics, January 2003, Vol. 21, No.1, pp.104-121.
- 16- Mardia, K.V., J. T. Kent and J.M. Bibby; "Multivariate Analysis; Academic Press", 1979.
- 17- Poston, T. & Stewart, I., N.; "Taylor Expansion and Catastrophes; Pitman Publishing London, 1976.

- 18- Puu, T; "Nonlinear Economic Dynamics, Springer Verlage", 1991.
- 19- Rosser , J.B. Jr. , M.V. Rosser, S.J. Guastello , R. W. Bond; "Chaotic Hysteresis and Systemic Economic Transformation: Soviet Investment Patterns. Nonlinear Dynamics Psychology and Life Sciences"; Oct. 2001, Vol. 5, No4, pp. 345-368, 2001.
- 20- Rosser, J.Barkeley, jr.; "from catastrophe to chaos: A General Theory of Economic Discontinuities"; Boston: Kluwer, 1991).
- 21- Rostow, WW.; "The Stages of Economic Growth: A Non- Communist Manifesto"; (Cambridge: Cambridge University Press), 1960.
- 22- Rummel, R.J.; "A Catastrophe Theory Model of the Conflict Helix with Tests"; Working Paper, 2000.
- 23- Terasvirta, T.; "Modeling of Economic Relationships with Smooth Transition Regressions"; Handbook of Applied Economic Statistics, Aman Ullah and David E. A. Giles, 1998.
- 24- Terasvirta, T.; "Specification, Estimation, and Evaluation of Smooth Transition Autoregressive Models"; Journal of the American Statistical Association, March 1994, Vol.89, No.425, pp.208-218.
- 25- Terasvirta, T.; "Chein -Fu Lin and Clive W.J. Granger. Power of the Neural Network Linearity Test"; Journal of Time Series Analysis; Vol. 14, 209-220, 1993.
- 26- Varian, H.R; "Handbook of Mathematical Economics"; Dynamical Systems with Application to Economics, North – Holland, 1981.
- 27- Williamson, Oliver, E.; "The New Institutional Economic: Taking Stock, Looking Ahead"; Vol. XXXVIII. No.3, 2000.
- 28- Zeeman, E.C.; "On the Unstable Behavior of Stock Exchanges"; Journal of Mathematical Economics 1, pp. 39-46, 1974.
- 29- Zeeman, E.C.; "Catastrophe Theory Scientific American"; 234, pp.65-83, 1976.