فصلنامه مدلسازی اقتصادی (سال هفتم، شماره ۳ «پیاپی ۲۳»، پاییز ۱۳۹۲، صفحات ۸۳-۶۷)

نقاط رکود و رونق اقتصاد ایران با استفاده از مدل مارکف سوئیچینگ

مرتضی صالحی سربیژن*، غلامعلی رییسی اردلی**، نادر شتاب بوشهری+

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۲/۰۷ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۷/۰۶

چکیده

در این مقاله با استفاده از مدل غیرخطی مارکف سوئیچینگ همیلتون خصوصیات احتمالی الگوی چرخشی تولید ناخالص داخلی واقعی ایران به صورت تعدیل شده فصلی بین سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۸۷ بررسی می‌شود. نتایج نشان داد چرخه‌های تجاری استخراج شده از روش مارکف سوئچینگ نسبت به مدل خطی مناسب‌تر بوده و نرخ رشد تولید ناخالص داخلی به سه رژیم با میانگین رشد منفی، رشد مثبت ملایم و رشد مثبت بالابه ترتیب۳/۹۲، ٤/٤۳ و ۹/۵۳ طبقه‌بندی شده‌است. اقتصاد ایران طی دوره‌ی مورد بررسی ۷ فصل رکود، ۵۸ فصل با رشد ملایم و ۱۰ فصل با رشد بالا را تجربه کرده است. هم‌چنین احتمال پایداری رژیم‌های رکودی، رشد ملایم و رشد بالا به ترتیب ۰/۳، ۰/۹۲ و ۰/۵ درصد برآورد شده است.

طبقه‌بندی JEL: C32, C51, E32

واژگان کلیدی: مدل مارکف سوئیچینگ، سیکل‌های تجاری، رشد اقتصادی، احتمالات انتقال، رژیم‌های اقتصادی ایران.

*مربی اقتصاد دانشگاه زابل (نویسنده‌ی مسئول)، پست الکترونیکی: M.salehisarbijan@uoz.ac.ir

**استادیار اقتصاد دانشگاه صنعتی اصفهان، پست الکترونیکی: raissi@cc.iut.ac.ir

+استادیار اقتصاد دانشگاه صنعتی اصفهان، پست الکترونیکی: shetab@cc.iutac.ir

۱. مقدمه

عموما تحلیل‌ها و مطالعات انجام گرفته در مورد سیکل‌های تجاری[1]، در زمینه‌های شناسایی خاستگاه و عوامل ایجادکننده‌ی نوسانات و نیز اندازه‌گیری و شناسایی این سیکل‌ها از لحاظ زمان، طول و سایر مشخصه‌های کمی بوده‌اند. در مورد عوامل موثر بر ایجاد سیکل‌های تجاری در چارچوب مکاتب مختلف اقتصادی مباحث مفصلی مطرح شده و تحلیل‌های فراوانی صورت گرفته است ولی مطالعات تجربی انجام گرفته برای اندازه‌گیری و زمان‌یابی سیکل‌های تجاری معمولا با روش‌های مختلف اقتصادسنجی و در چارچوب مدل‌های خطی و غیرخطی انجام گرفته‌اند. اخیرا استفاده از مدل‌های غیرخطی در مطالعات مربوط به استخراج سیکل‌های تجاری گسترش زیادی یافته است زیرا فرض خطی بودن سیکل‌های تجاری محدودیتی بزرگ و غیرواقعی برای این مطالعات می‌باشد. عدم تقارن در تغییرات تولید یکی از واقعیت‌های غیر قابل انکار و یکی از این مشخصه‌های بدیهی در مورد سیکل‌های تجاری می‌باشد. زیرا شواهد تجربی حاکی از این است که فعالیت‌های اقتصاد رفتار متفاوتی در رکود و رونق از خود نشان می‌دهد (قاسمی، ١٣٨٤).

ادوارتجاری، تغییرات تکرارشونده در سطح فعالیت‌های اقتصادی‌اند. ترتیب رویدادهایی که یک دوره‌ی تجاری را تشکیل می‌دهند، رونق، اوج، رکود و حضیض‌اند که از نظر طول زمان، شدت و دامنه با یکدیگر تفاوت دارند. اصطلاح ادوار تجاری در مورد تغییر در فعالیت‌های یک بخش خاص از اقتصاد به کار گرفته نمی‌شود بلکه ازآن به عنوان تعریف نوسان‌هایی که در تمامی بخش‌های اقتصاد وجود دارد، استفاده می‌کنند (کرولزیک[2]، ۱۹۹۷).

مساله‌ی مهم این است که نقاط رکود و رونق اقتصاد ایران در چه دوره‌هایی اتفاق افتاده است؟ احتمال انتقالات، پایداری رژیم‌های رکود و رونق به چه میزان بوده است؟ این تحقیق برای پاسخ به سئوال مطرح شده تنظیم شده است. در این راستا مقاله به شکل زیر سازماندهی می‌شود. از این رو در این مقاله هدف این است که با استفاده از مدل مارکف سوئیچینگ همیلتون و با انتخاب بهینه درجه اتورگرسیو و هم‌چنین تعداد رژیم بهینه برای اقتصاد ایران به بررسی واستخراج سیکل‌های تجاری ایران پرداخته شود. در بخش دوم به بررسی ادبیات

1.Business Cycles
2.Krolzig

موضوعی سیکل‌های تجاری مارکف سوئیچینگ پرداخته می‌شود. بخش سوم به متدولوژی و روش اقتصادسنجی مارکف سوئیچینگ اشاره دارد. در بخش چهارم به بررسی نتایج تجربی حاصل از تخمین مدل مارکف سوئیچینگ، سیکل‌های تجاری ایران پرداخته می‌شود. بخش پنجم هم به نتیجه‌گیری اشاره دارد.

۲. ادبیات موضوع بررسی سیکل‌های تجاری

سیکل‌های تجاری دارای خصوصیات عدم تقارنی چرخشی هستند که به وسیله آن اقتصاد به صورت مختلف در طی مرحله‌های رکود و رونق رفتار می‌کند. مدل‌های خطی قادر به محاسبه عدم تقارن سیکل‌های تجاری نیستند از این رو، اخیرا به مدل‌های غیرخطی روی آورده تا بتوان مرحله‌های رونق و رکود را از هم تشخیص داد و به اندازه کافی انعطاف‌پذیر تا بتوان ارتباطات مختلف بین این سیکل‌های تجاری را به دست آورد (سیمپسون واسبرن[1]، ۲۰۰۱).

همیلتون[2](۱۹۸۹) اولین کسی بود که از مدل مارکف سوئیچینگ[3] (مدل تغییر رژیم تصادفی) برای مدل‌سازی سیکل‌های تجاری استفاده کرد او این مدل را برای داده‌های تولید ناخالص واقعی آمریکا برای دوره‌های ۱۹۵۱-۱۹۸٤ با یک مدل دو رژیمه و درجه اتورگرسیو چهار مطابق رابطه (۱) برای کمک به تاریخ‌گذاری و پیش‌بینی نقاط بازگشتی سیکل‌های تجاری به کار گرفت.

$$\Delta y_t - \mu(S_t) = \alpha_1(\Delta y_{t-1} - \mu(S_{t-1})) + \ldots + \alpha_4(\Delta y_{t-4} - \mu(S_{t-4})) + u_t$$
$$u_t \rightarrow NID(0, \sigma^2)$$
$$\mu(S_t) = \begin{cases} \mu_1 < 0 & if \quad S_t = 1 \\ \mu_2 > 0 & if \quad S_t = 2 \end{cases} \qquad (۱)$$

در رابطه (۱) y_t تولید ناخالص ملی آمریکا، S_t را به عنوان یک متغیر تصادفی در نظر می‌گیریم که فقط مقادیر صحیح به خود می‌گیرد و حالت سیستم را بیان می‌کند $(S_t = 0,1,..,m)$ و از یک فرایند مارکف درجه اول پیروی می‌کند. $\mu(S_t)$ میانگین نرخ رشد تولید واقعی وابسته به نوع رژیم

1. Simpson and Osborn
2. Hamilton
3. Markov Switching

بوده و در رژیم اول (رکود) برابر $\mu_1 < 0$ و در رژیم دوم(رونق) برابر $\mu_2 > 0$ می‌باشد. با استفاده از مدل می‌توان احتمال معین در یک رژیم و تغیرات ناگهانی میان تعدادی از رژیم‌ها و در مورد سیکل تجاری انبساط و انقباض، ممکن است مورد ملاحظه قرار بگیرد. نتایج نشان داد این مدل احتمال این که اقتصاد در یک رژیم مشخص است، را محاسبه می‌کند. تاریخ‌گذاری از نقاط برگشت پیش‌بینی شده با این مدل معمولا بین سه ماه از مجموعه تاریخ‌های بیان شده به وسیله موسسه ملی مطالعات اقتصادی آمریکا[1] اختلاف دارد (همیلتون، ۱۹۸۹).

اویانگ، پیگر و وال[2](۲۰۰٤) با استفاده از روش مارکف سوئچینگ اقدام به استخراج سیکل‌های تجاری برای ایالت‌های آمریکا و مقایسه آن با سیکل‌های تجاری کل امریکا نمودند. با استفاده از داده‌های ماهانه ۲۰۰۲:٦-۱۹۷۹:۱ نشان دادند علیرغم همبستگی میان سیکل‌های تجاری ایالت‌ها و کل کشور امریکا نقاط اوج و حضیض سیکل‌های تجاری در ایالت‌ها اختلاف زیادی با نقاط اوج و حضیض کل آمریکا دارد.

بولدین[3](۱۹۹٦) در مطالعه‌ای به بررسی پایداری روش همیلتون برای استخراج سیکل‌های تجاری با استفاده ازروش مارکف سوئچینگ پرداخت. وی در این مطالعه ضمن بیان صحت نتایج مطالعه همیلتون برای داده‌های فصلی ۱۹۸٤-۱۹۵۲ آمریکا نشان داد استفاده از روش سه رژیمی برای استخراج سیکل‌های تجاری مناسب‌تر است.

ایوانووا و همکاران[4](۲۰۰۰) تکنیک مشابه همیلتون را به کار بردند اما به جای مدل‌سازی مستقیم GNP از شاخص‌های اساسی نرخ بهره برای مدل‌سازی سیکل‌های تجاری استفاده کردند. نتایج نشان داد که نرخ افزوده (بهره) بازار منجر به ایجاد رژیم‌های سیکل‌های تجاری می‌شود.

مولمان[5] (۲۰۰٤) با استفاده از مدل مارکف سوئچینگ و روش لاجیت اقدام به مدل‌سازی سیکل‌های تجاری آفریقای جنوبی نمود. ایشان در این مطالعه با استفاده از داده‌های فصلی ۲۰۰۱:٤-۱۹۷۸:۱ نشان دادند که استفاده از روش غیرخطی برای تبیین سیکل‌های تجاری

1. National Bureau of Economic Research
2. Owyang, Piger and Wal
3. Boldin
4. Ivanova and et al
5. Moolman

آفریقای جنوبی مناسب‌تر از مدل خطی بوده و سیکل‌های تجاری این کشور قابل استخراج با یک مدل دو رژیمی با رشد پایین و بالا می‌باشد.

کرولزیگ[1] (۲۰۰۱) با استفاده از روش مارکف سوئچینگ به مطالعه نتایج حاصل از این روش و مطابقت آن با سیکل‌های تجاری هشت کشور اتحادیه اروپا برای دوره‌ی زمانی ۱۹۸۰:۱۲۰۰۰:٤ پرداخت. ایشان در این مطالعه نتایج حاصل از مدل‌های دو و سه رژیمی مارکف را با نتایج حاصل از سایر روش‌ها مقایسه نمودند و به این نتیجه رسیدند که با وجود عدم انطباق نتایج حاصل از مدل MS با سیکل‌های تجاری این کشورها، نتایج در کل قابل قبول است.

هوی تان و حبیب الله[2] (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای با استفاده از روش مارکف سوئچینگ اقدام به استخراج سیکل‌های تجاری برای چهار کشور آسیایی اندونزی، فیلیپین و تایلند برای دوره زمانی ۲۰۰۳:٤-۱۹۷۸:۱ و مالزی برای دوره زمانی ۲۰۰۳:٤-۱۹۷٤:۱ نمودند. ایشان با رد فرضیه وجود یک رژیم برای هر چهار کشور نشان دادند برای تمامی آنها استخراج دو رژیم امکان‌پذیر است و نتایج حاصل برای سیکل‌های تجاری هر چهار کشور مناسب است.

۳. متدولوژی اقتصادسنجی

۳-۱. رویکرد مارکف سوئیچینگ

اندازه‌گیری آماری در مطالعات مربوط به بررسی سیکل‌های تجاری در مطالعات اخیر گسترش چشم‌گیری یافته است. یکی از نکات مهم و اساسی در مطالعات مربوط به سیکل‌های تجاری، تاریخ شماری[3] رکود و رونق بوده است و تشخیص این نقاط برگشتی[4] از مهم‌ترین اهداف مطالعات در زمینه سیکل‌های تجاری می‌باشند.

در مدل‌های غیرخطی فرض بر این است که رفتار متغیری که مدل‌سازی روی آن انجام می‌گیرد در وضعیت‌های مختلف متفاوت بوده و تغییر می‌کند. مدل‌های غیرخطی از لحاظ سرعت تغییر از یک وضعیت به وضعیت دیگر به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند. در برخی از

1. Krolzig
2. Hooi Tan and Habibullah
3. Chronology
4. Turning Points

این مدل‌های غیر خطی، تغییر از یک وضعیت به وضعیت دیگر به صورت ملایم و آهسته[1] انجام می‌گیرد (مانند مدل‌های STAR[2] و شبکه مصنوعی[3]، در برخی دیگر از این مدل‌های غیرخطی این انتقال به سرعت انجام می‌گیرد که مدل مارکف- سوئیچینگ از این نوع مدل‌ها می‌باشد.

در مدل‌های STAR و شبکه مصنوعی فرآیند تبدیل رژیم تدریجی است؛ فرآیند تعدیل در این مدل‌ها بستگی به وضعیت سیستم دارد. بر خلاف این مدل‌ها، در مدل انتقال مارکف که توسط همیلتون ارایه شده است، تبدیل رژیم به صورت برون‌زا در نظر گرفته شده است (اندرس[4]، ۲۰۰٤).

مدل‌های مارکف سوئیچینگ توسط کوانت[5]، کوانت و گولدفلد[6] ارایه و توسط همیلتون در سال ۱۹۸۹ برای استخراج چرخه‌های تجاری توسعه داده شده‌اند. برای درک بهتر مدل مارکف سوئیچینگ، متغیر ایستای y_t را فرض نمایید که برای رژیم اول $s_t = 1$ توسط فرآیند اتورگرسیو رابطه (۲) توصیف می‌شود. حال فرض کنید متغیر y_t برای رژیم دوم $s_t = 2$ توسط مدل اتورگرسیو متفاوت رابطه (۳) تبیین شود.

$$y_t = \alpha_1 + \beta_1 y_{t-1} + \varepsilon_{1t} \qquad (۲)$$
$$\varepsilon_{1t} \rightarrow N(0, \sigma_1^2)$$

$$y_t = \alpha_2 + \beta_2 y_{t-1} + \varepsilon_{2t} \qquad (۳)$$
$$\varepsilon_{2t} \rightarrow N(0, \sigma_2^2)$$

کیوان[7] نشان داد که در مدل مارکف سوئیچینگ، ویژگی‌های y_t مشترکاً توسط ویژگی‌های تصادفی ε_t و متغیر وضعی s_t تعیین می‌شود. اگر چنانچه جزء اخلال در دورابطه (۲) و(۳) یکسان باشند، فرآیند تغییرات y_t را می‌توان با استفاده از متغیر مجازی به صورت مدل واحد رابطه (٤) ارایه داد.

---

1. Smooth Transition
2. Smooth Transition Autoregressive
3. Artificial Neural Network
4 .Enders
5. Quandt
6. Goldfeld
7. Kuan

$$\hat{y}_t = \alpha_1 + \beta_1 y_{t-1} + \delta D + \gamma D y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (٤)$$

در معادله (٤) متغیر مجازی D برای زمانی که سیستم در رژیم اول قرار دارد $s_t = 1$ مقدار صفر و زمانی که سیستم در رژیم دوم $s_t = 2$ باشد، مقدار یک را اخذ می‌کند. با فرض متغیر y_t، فرآیند اتورگرسیو مرتبه P و با m رژیم، مدل‌سازی شود $(MS(m) - AR(p))$ رابطه (۵) خواهیم داشت.

$$y_t = \sum_{i=1}^{m} \left(\sum_{j=1}^{p} (\alpha_{ij} y_{t-j}) + u_{it} \right) I_i(S_t = i) \quad (۵)$$

$$I_i(S_t = i) = \begin{cases} S_t = i \rightarrow 1 \\ S_t \neq i \rightarrow 0 \end{cases}$$

در رابطه (۵) احتمال انتقال وضعیت از یک رژیم به رژیم دیگر در قالب احتمالات شرطی قابل محاسبه خواهد بود. به عنوان مثال در مدل فوق، P_{ij} که نشانگر انتقال از رژیم i به رژیم j است به صورت رابطه (٦) تعریف می‌شود:

$$P_{ij} = P(S_{t+1} = j | S_t = i); \sum_{j=1}^{m} P_{ij} = 1, \forall i, j \in (1,2, \dots, m) \quad (٦)$$

هم‌چنین $u_t \approx N(0, \sigma^2)$ می‌باشد و S_t نتیجه یک زنجیره مارکف با N رژیم است و هم‌چنین S_t برای همه t ها مستقل از u_t است.

در مدل همیلتون با فرض این که Δy_t نرخ رشد تولید حقیقی باشد مدل MSM(2)-AR(4) به صورت رابطه (۱) خواهد بود که در بخش ادبیات موضوع به آن اشاره شد.

برای یک مدل معنادار برای استخراج سیکل‌های تجاری باید میانگین رشد تولید حقیقی در رژیم اول مربوط به رکود منفی و در رژیم دوم مربوط به رونق مثبت باشد. در این مدل احتمال انتقال از یک رژیم به رژیم دیگر باید در کنار سایر پارامترها محاسبه شود که مطابق رابطه (۷) به دست می‌آید.

$$P_{ij} = P(S_{t+1} = j | S_t = i); \sum_{j=1}^{2} P_{ij} = 1, \forall_{i,j \in (1,2)} \quad (۷)$$

به طوری که P_{12} احتمال انتقال از رکود به رونق و P_{21} احتمال از رژیم رونق به رکود خواهد بود و P_{11} احتمال پایداری رژیم رکود و P_{22} احتمال پایداری رژیم رونق را نشان خواهد داد.

مدل‌های مارکف سوئیچینگ می‌تواند با توجه به این که کدام قسمت مدل اتورگرسیو وابسته به رژیم باشد و تحت تاثیر آن انتقال یابد به انواع مختلف طبقه‌بندی می‌شود. آنچه در مطالعات اقتصادی بیشتر مورد توجه است شامل چهار حالت مدل‌های مارکف سوئچینگ در میانگین (MSM)، عرض از مبدا (MSI)، پارامترهای اتورگرسیو (MSA) و ناهمسانی در واریانس (MSH) می‌باشد با توجه به این واقعیت که بر اساس نظری‌های اقتصادی و مشاهدات تجربی برخی از متغیرهای اقتصادی دارای رفتار غیرخطی هستند، با استفاده از مدل‌های یاد شده می‌توان این گونه متغیرها را به صورت غیرخطی مدل‌سازی کرد. در حالت کلی می‌توان انواع مختلف مدل‌های اتورگرسیو مارکف سوئچینگ را با استفاده از مدل اتورگرسیو خطی تبیین نمود. با فرض یک مدل اتورگرسیو مرتبه p مطابق رابطه (۸) داریم.

$$y_t = V + \sum_{i=1}^{r} A_i\, y_{t-i} + u_t$$

$$\begin{Bmatrix} V = V(S_t) \rightarrow MSI \\ A_i = A_i(S_t) \rightarrow MSA \\ VAR(u) = (VAR(u))(S_t) \rightarrow MSH \end{Bmatrix} \qquad (۸)$$

حال اگر رابطه (۸) را به صورت رابطه (۹) بازنویسی کنیم. مدل MSM قابل تبیین است. خلاصه مدل‌های MS-AR در جدول (۱) ارایه شده است (کرولزیک[1]،۱۹۹۷).

$$y_t = \mu(S_t) + \sum_{i=1}^{r} A_i\,(y_t - \mu(S_t)) + u_t \rightarrow MSM \qquad (۹)$$

1 .Krolzig

جدول ۱. خلاصه حالت‌های مختلف مدل‌های MS-AR

توضیحات		MSM		MSI	
		میانگین متغیر	میانگین ثابت	عرض از مبدا متغیر	عرض از مبدا ثابت
A ثابت	σثابت	MSM	M خطی	MSI	خطی
	σمتغیر	MSMH	MSH	MSIH	MSH
A متغیر	σثابت	MSMA	MSA	MSIA	MSA
	σمتغیر	MSMAH	MSAH	MSIAH	MSAH

منبع: برگرفته از (کرولزیک، ۱۹۹۷)

با توجه به این واقعیت که برخی از متغیرهای اقتصادی بر اساس نظریه‌های اقتصادی و مشاهدات تجربی دارای رفتار غیرخطی هستند، لذا می‌توان این‌گونه متغیرها را با استفاده از مدل‌های مندرج در جدول (۱) به صورت غیرخطی مدل‌سازی کرد. در نهایت باید متذکر شد که تخمین مدل مارکف سوئیچینگ از روش‌هایی نظیر تخمین حداکثر درست‌نمایی[1]، ماکزیمم حداکثر انتظار[2] و روش نمونه برداری گیبس[3] انجام می‌گیرد.

۲.۳. استراتژی انتخاب مدل بهینه

در این بخش به طورکلی برای این که بتوانیم از بین مدل‌های مختلف مارکف سوئیچینگ مدل بهینه را انتخاب کنیم به ترتیب چهار گام آورده می‌شود.

۱. آزمون وجود رابطه غیرخطی در داده‌ها

در انالیز با فرضیه صفر (تغییر رژیم وجود ندارد) از آماره $\chi^2(q)$ استفاده شده است (q نشان دهنده‌ی پارامترهای محدودیت وآزاد که تحت فرضیه صفر بیان شده‌اند (انگ و بکارت[4]، ۱۹۹۸).

۲. تعیین حالت‌های مورد نیاز برای خصوصیات مناسب داده‌های مشاهده شده (تعیین رژیم‌ها)

تعداد بهینه‌ی رژیم در مدل MS مورد استفاده باید تعیین شود. با توجه به وجود پارامترهای مزاحم (احتمالات انتقال) در فرضیه صفر، آزمون LR دارای توزیع استاندارد نخواهد بود، که

1. Maximum likelihood Estimation (MLE)
2. Expectation Maximization (EM)
3. Gibbs Sampling Approach
4. Ang and Bekaert

این امر سبب می‌شود تا نتوان از این آزمون برای تعیین تعداد رژیم بهینه استفاده کرد (کرولزیک، ۱۹۹۷). لازم به ذکر است که آزمون LR در مقایسه دو مدل مختلف با تعداد رژیم‌های یکسان دارای توزیع استاندارد بوده ومشکلی پیش نمی‌آید). برای حل این مشکل برخی محققان مثل گارسیا[1] و هانسن[2]، نحوه‌ی تعیین توزیع آزمون LR برای تعیین تعداد رژیم در موارد خاصی از مدل‌های MS را ارایه دادند، ولی این روش‌ها قابلیت استفاده برای تمام موارد را ندارند. علاوه بر آزمون LR، می‌توان از معیارهای اطلاعات هنان‌کوئین، شوارتزو آکائیک نیز برای تعیین تعداد رژیم‌ها استفاده کرد (گارسیا، ۱۹۸۸، هانسن، ۱۹۹۲). مطالعه‌ی ساراداکیس واسپاگنولو[3] در این زمینه نشان می‌دهد در مواردی که تعداد مشاهدات مورد بررسی و تغییرات در پارامترها به اندازه کافی بزرگ است، استفاده از معیار آکائیک تعداد درست رژیم را تعیین می‌کند. با این وجود در بیش‌تر مطالعات تجربی تعداد رژیم بر اساس شناخت محقق از متغیرها تعیین می‌شود. در این مطالعه ابتدا مدل‌های دورژیمه و سه رژیمه مختلف تخمین زده می‌شوند با استفاده از آماره آکائیک مدل بهینه مشخص می‌شود.

۳. تعیین درجه بهینه تأخیر AR

با استفاده از آماره‌های آکائیک وهم‌چنین آزمون‌های نسبت درست‌نمایی[4](LR) تعیین درجه‌های اتورگرسیو و میانگین متحرک تعیین می‌شود. مدل‌های MS مختلف تخمین زده شده و در نتیجه از بین مدل‌های مختلف مدلی که مینیمم آکائیک را داشته باشد بهترین مدل انتخاب نامیده می‌شود.

٤. مقایسه انواع مدل‌های انتخاب شده از لحاظ تغییر در پارامترها

هر کدام از مدل‌های تخمین زده شده در گام سوم را بایک سری آزمون تشخیصی مورد آزمون قرار می‌گیرند که عبارتند از: مدل تخمین زده شده، مقدار تابع درست‌نمایی، مقدار میانگین و یا عرض از مبدا تخمینی در رژیم‌های اقتصادی مختلف، معناداری ضرایب و ارتباط بین احتمالات تغییر رژیم.

1. Garcia
2. Hansen
3. Psaradakis and Spagnolo
4. LikeLihood Ratio

٤. تخمین و تحلیل نتایج

١.٤. داده‌های تحقیق

در این مقاله مدل فوق با استفاده از داده فصلی تولید ناخالص داخلی ایران ۱۳۸۷:۲– ۱۳٦۷:۱ به قیمت ثابت سال ۱۳۷٦ تخمین زده می‌شود. داده‌های این تحقیق از نماگرهای بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران استخراج شده و کلیه تخمین‌های این مطالعه توسط نرم افزارهای ایویوز[1]۷ و اوایکس متریکس[2] انجام گرفته است. برای محاسبه نرخ رشد تولید حقیقی، ابتدا داده‌های تولید ناخالص داخلی تعدیل فصلی می‌شوند تا نوسانات فصلی حذف شوند و در مرحله‌ی بعد نرخ رشد تولید حقیقی محاسبه می‌گردد. یکی از روش‌ها برای حذف نوسانات فصلی استفاده از میانگین فصلی و رابطه (۱۰) می‌باشد (ولترس کیچگسنر۲۰۰۷).

$$GDP^{st}_{t} = \frac{(GDP_{t} + GDP_{t-1} + GDP_{t-2} + GDP_{t-3})}{4} \qquad (۱۰)$$

در این تحقیق ابتدا با استفاده از رابطه (۱۰) تولید حقیقی تعدیل فصلی گردیده است و در مرحله بعد با استفاده از رابطه (۱۱) نرخ رشد آن محاسبه شده است.

$$GGDP^{st} = (\log(GDP^{st}) - \log(GDP^{st}(-4))) * 100 \qquad (۱۱)$$

۲.٤. آزمون وجود رابطه غیرخطی داده‌های متغیر رشد GDP

برای این که وجود رابطه‌ی غیرخطی و هم‌چنین توانایی مدل مارکف سوئیچینگ در تعیین سیکل‌های تجاری را نشان دهیم ابتدا دو مدل مارکف سوئیچینگ دورژیمه و سه رژیمه را تخمین زده و فرضیه‌ی برابری نرخ رشد تولید ناخالص داخلی را با استفاده از آزمون نسبت درست‌نمایی آزمایش می‌کنیم، اگر فرضیه برابری نرخ رشد تولید ناخالص داخلی قابل رد بوده در نتیجه مدل مارکف سوئیچینگ قابل تخمین بوده و در غیر این صورت باید از مدل‌های خطی استفاده نمود. نتایج آزمون نسبت درست‌نمایی که در جدول (۲) ارایه شده است، نشان می‌دهد فرضیه‌ی برابری میانگین نرخ رشد تولید ناخالص داخلی در هر دوحالت قابل رد بوده و مجاز به استفاده از مدل مارکف سوئیچینگ با دو و سه رژیم متفاوت هستیم.

---

1. Eviews 7
2. OxMetrics 6.1

جدول ۲. نتایج آزمون نسبت درست‌نمایی برای آزمون غیرخطی بودن داده‌ها

دورژیمه	LR-test Chi^۲(۳)=۱۵/۰۰۷(۰/۰۰۱۸)
سه رژیمه	LR-test Chi^۲(۸)= ۳٤/٥٦۹ [۰/۰۰۰]

منبع: نتایج تحقیق

۳.٤. انتخاب تعداد رژیم‌ها

با توجه به آماره‌های آکائیک وهم‌چنین آزمون نسبت درست‌نمایی که از قسمت قبل به دست آمده و از آنجا که اقتصاد ایران برخلاف اقتصاد کشورهای توسعه یافته از نوسانات بیشتری در رشد تولید واقعی برخوردار است به نظر می‌رسد استفاده از روش مارکف سوئچینگ با سه رژیم برای استخراج سیکل‌های تجاری مناسب‌تر باشد.

٤.٤. تعیین درجه‌های تاخیر بهینه وانتخاب مدل

روش کار در این مطالعه برای تعیین درجه‌های تاخیر بهینه به این صورت است که برای هریک از متغیرهای موجود در مدل با در نظرگرفتن حداکثر ۵ درجه تاخیر با در نظرگرفتن مینیم مقدار آکائیک، ماکزیمم حداکثر درست‌نمایی، و مقایسه آماره‌های نسبت درست‌نمایی و از همه مهم‌تر مدل‌هایی که برای ساختار اقتصاد ایران قابل توجیه باشند، انتخاب می‌شوند. آزمون‌های تشخیصی آزمون‌های نرمالیتی خطاها، ناهمسانی واریانس و معنادار بودن ضرایب تخمین زده شده و هم‌چنین مقادیر احتمالات انتقال‌گذار برای آزمایش مدل مورد استفاده قرار گرفته‌اند خلاصه‌ای از بعضی از این مدل‌ها درجدول (۳) آورده شده است. با توجه به ساختار اقتصاد ایران هم‌چنین آزمون‌های تشخیصی از بین مدل‌های فوق مدل MSMH(3)-AR(4) به عنوان مدل بهینه انتخاب می‌شود.

جدول ۳. مدل‌های مجاز برای تعیین سیکل‌های تجاری

	MSI(۲) GDP(٤)	MSM(۲) AR (۲)	MSMA(۲) AR (۳)	MSMH(۳) AR (٤)	MSMH(۳) AR (٥)	MSMH(۳) AR (٤)
آکائیک	٥/٦٧	٥/٦٨	٥/٥٨	٥/٧١	٥/٤٥	٥/٦٦
حداکثر درست نمایی	۲۰۰/۱۳	-۲۰٥/۰۲	-۱۸۹/٤۱۳	-۱۹۲/۳۸	-۱۷۹/۹٦	-۱۸٦/۷۸

منبع: نتایج تحقیق

٥.٤. تخمین پارامترهای مدل بهینه

همانطورکه در بخش قبل اشاره شد مدل انتخابی برای سیکل‌های تجاری ایران مدل MSMH(3)- AR (4) می‌باشد نتایج تخمین این مدل در جدول (۳) آورده شده است. نتایج حاصل از تخمین پارامترهای مربوط به مدل به منظور استخراج سیکل‌های تجاری حاکی از آن است که دوره‌ی زمانی مورد مطالعه نرخ رشد تولید ناخالص داخلی قابل تفکیک به سه رژیم رکودی، نرخ رشد پایین و نرخ رشد بالا می‌باشد، به طوری که رژیم صفر با میانگین نرخ رشد ۳/۹۳- درصد نشان‌گر دوران رکود و رژیم اول و دوم با میانگین نرخ رشد ٤/٤۳ و ۹/٥٥ درصد نشان‌گر دوره‌های رشد ملایم و زیاد هستند. به منظور بررسی میزان ثبات هر یک از ادوار تجاری و هم‌چنین احتمالات انتقال هر رژیم به رژیم دیگر ماتریس احتمال انتقال سیکل‌های تجاری هم‌چنین طول دوره بر حسب فصل استخراج شده و نتایج آن در جدول (٤) ارایه شده است.

جدول ٤. خلاصه نتایج تخمین پارامترهای مدل بهینه **MSMH(۳)- AR(٤)**

متغیر	ضرایب	انحراف معیار	آماره t
μ_0	-۳/۹۲	۲/۳۸	-۱/٦٥
μ_1	٤/٤۳	۲/٤۲	۱/۸۳
μ_2	۹/٥٤	۲/۱۸	٤/۳۷
AR-1	۰/۷۷	۰/۰٦	۱۲/۸
AR-2	-۰/۱۱۹	۰/۰٥	-۲/۱
AR-3	۰/٦۱٤	۰/۰٤	۱۳/۳
AR-4	-۰/٤۸	۰/۰٦۸	-۷/۰٦
Sigma(0)	٤/۱۳	۱/۲۲	۳/۳۸
Sigma(1)	۲/٦۳	۰/۲٥	۱۰/٤
Sigma(2)	۰/٤۰	۰/۱	٤/۰۳
log-likelihood	-۱۸٦/۷۸		
AIC	٥/٦٦		
SC	٦/۲۹		
HA	٥/۹۱		
Normality Test	Chi^2(2)=۱/٥٥ [۰/٤٦]		
ARCH Test	F(6,41)=۰/۳۳ [۰/۹۱]		
Portmanteau statistic for Autocorrelation residuals	Chi^2(12)=۷/۰۱ [۰/۸٥]		

منبع: نتایج تحقیق

نتایج که در جدول (۵) نیز مشخص شده‌است، احتمال پایداری رژیم رکود در حدود ۰/۳ و احتمال این که به رژیم با رشد ملایم انتقال یابد ۰/۷ است و در حدود هفت فصل را شامل می‌شود. رژیم با رشد ملایم با ٥٦ بیشترین طول دوره را دارا پایداری رژیم با رشد ملایم در حدود ۰/۹۱ می‌باشد که حاکی از پایداری این رژیم نسبت به سایر رژیم‌ها می‌باشد. رژیم با رشد بالاتر از روند بلند مدت نیز باپایداری ۰/۵، ۱۰ فصل بازه مورد مطالعه را تشکیل می‌دهد. در جدول (٦) هر یک از ادوار تجاری به تفکیک فصول ارایه شده است. نتایج حاصل از تخمین مدل مارکف سوئیچینگ برای سه رژیم که در جدول (٦) ارایه شده‌اند، نشان می‌دهد که اقتصاد ایران علیرغم داشتن دو دوره رکود در حال از خروج از رکود با رشد ملایم است و رشد با نرخ بالا را در اوایل دوره مطالعه تجربه کرده است.

برای ارزیابی نتایج مدل، فصولی را که حداقل دو دوره رشد منفی مداوم را تجربه کرده‌اند به عنوان رکود در نظر گرفته و فصول مربوطه را با نمودار رژیم رکود حاصل از تخمین مدل مارکف سوئچینگ مقایسه می‌کنیم. نتایج تخمین مدل MSMH(3)-AR(4) که درجدول (٤) ارایه شده‌اند، نشان‌گر این مطلب است که نتایج مدل، تقریبا به خوبی رژیم‌های اقتصادی مورد مطالعه را پوشش می‌دهند.

جدول ۵. احتمال ثبات وانتقال از یک رژیم به رژیم دیگر

	رکود و t	رشد ملایم و t	رشد بالا و t
رکود و $t+1$	۰/۲۹۵۷٦	۰/۰۰۰	۰/۵۰٤۲
رشد ملایم و $t+1$	۰/۷۰٤۲٤	۰/۹۱۷۳۵	۰/۰۰۰
رشد بالا و $t+1$	۰/۰۰	۰/۰۸۲٦٦۵	۰/٤۹۵۸
طول دوره(فصل)	۷	۵۸	۱۰

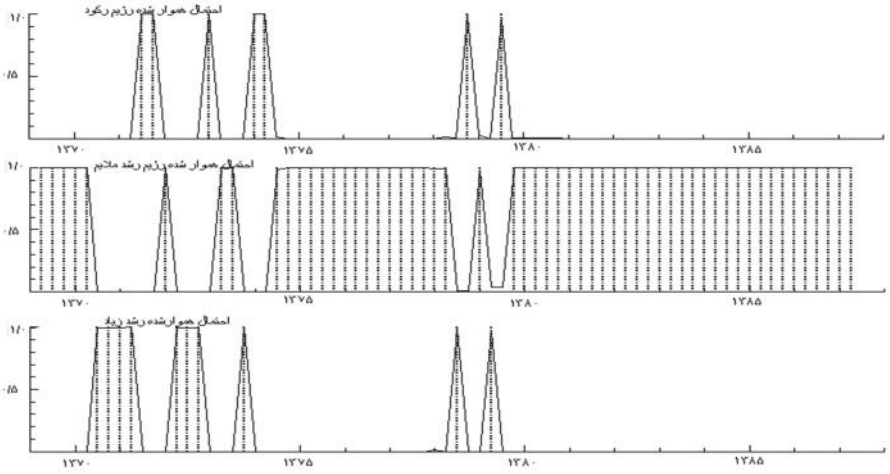
منبع: نتایج تحقیق

جدول ٦. سه رژیم رکود، رشد ملایم ورشد زیاد به تفکیک فصول

رژیم با رشد بالا	رژیم با رشد ملایم	رژیم رکودی
(۲) ۱۳۷۱ - (۳) ۱۳۷۰	(۲) ۱۳۷۰ - (۲)۱۳٦۹	(٤) ۱۳۷۱ - (۳)۱۳۷۱
(٤) ۱۳۷۲ - (۲) ۱۳۷۲	(۱) ۱۳۷۲ - (۱) ۱۳۷۲	(۱) ۱۳۷۳-(۱)۱۳۷۳
(٤) ۱۳۷۳ - (٤) ۱۳۷۳	(۳) ۱۳۷۳ - (۲) ۱۳۷۳	(۲) ۱۳۷٤ - (۱) ۱۳۷٤
۳) ۱۳۷۸ - (۳) ۱۳۷۸	(۱) ۱۳۷۸ - (۳) ۱۳۷٤	(٤) ۱۳۷۱ - (٤) ۱۳۷۸
(۲) ۱۳۷۹ - (۲) ۱۳۷۹	(۱) ۱۳۷۹ - (۱) ۱۳۷۹	(۳) ۱۳۷۹ - (۳) ۱۳۷۹
	(۲) ۱۳۸۷ - (٤) ۱۳۷۹	

منبع: نتایج تحقیق

شکل ۱. وضعیت رژیم‌های رکود، رشد ملایم ورشد بالا در مدل **MSMH(۳)- AR(٤)**



منبع: نتایج تحقیق

۵. نتیجه‌گیری

عدم تقارن در سیکل‌های تجاری و رفتار متفاوت اقتصاد در شرایط رکود و رونق یکی از مشخصه‌های اساسی نظریه سیکل‌های تجاری می‌باشد. از این رو، فرض خطی بودن سیکل‌های تجاری قابل قبول نبوده و مناسب به نظر نمی‌رسد. لذا مدل‌های غیرخطی به علت

استخراج سیکل‌های تجاری با شرایط عدم تقارن در مطالعات اخیر به صورت گسترده مورد استفاده قرار گرفته‌اند. یکی از رایج‌ترین مدل غیرخطی که برای استخراج سیکل‌های تجاری مورد استفاده قرار گرفته است، استفاده از مدل مارکف- سوئچینگ می‌باشد. این مدل که توسط همیلتون برای اولین بار در اقتصاد مطرح شده است در طول زمان توسط سایر محققین توسعه داده شده است. در این مطالعه ابتدا توسط معیارهای آکائیک، شوارتز و هنان کوئین و نیز آزمون نسبت درست نمایی(LR)، نشان داده شده است که مدل‌سازی، باید از روش‌های غیرخطی استفاده شود. با توجه به رد فرضیه خطی بودن سیکل‌های تجاری، از یک مدل مارکف سوئچینگ اتورگرسیو واریانس‌های در حال تغییر با سه رژیم و از مرتبه چهار استفاده شده است. (MSMH(3)-AR (4))، در این روش از سه رژیم رکودی، رشد پایین و رشد بالا استفاده شده است که نشان می‌دهد در دوره‌ی مطالعه، اقتصاد ایران در طول دوره مطالعه ۷ فصل رکودی و ۵۸ فصل با رشد ملایم و۱۰ فصل با رشد بالا را تجربه کرده است. رژیم صفر با میانگین نرخ رشد ۳/۹۲-٪ نشان‌گر دوران رکود و رژیم اول و دوم با میانگین نرخ رشد ٤/٤۳٪ و ۹/٥٤ ٪ نشان‌گر دوره‌های رشد ملایم و زیاد هستند. از این رو، توصیه مهم سیاستی تحقیق این است که سیاست‌گذاران اقتصادی کشور ضمن استفاده از نتایج الگوهای غیر خطی در پیش‌بینی‌ها، سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌های اقتصادی خود بایستی عدم تقارن در سرعت سیکل‌های تجاری را مدنظر قرار دهند تا بتوانند با ابزارهای سیاستی مناسب اقتصاد را در تحقق اهداف یاری نمایند.

منابع

- قاسمی، فاطمه (۱۳۸٤). نقش شوک‌های نفتی درچرخه‌های تجاری اقتصاد ایران. انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- Ang, A., & Bekaert, G. (1998). Regime switches in interest rates, Research Paper.
- Boldin, M. (1996). A check on the robustness of Hamilton's markov switching model Approach to the Economic Analysis of the Business Cycle Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics. *Quarterly Journal of Economics*, 1(1):1-14.
- Enders, W. (2004). Applied Econometric Time Series,2nd ed, New York.
- Garcia, R. (1988). Asymptotic null distribution of the likelihood ratio test in Markov switching models. *International Economic Review*, 39(3): 763-788.
- Hamilton, J.D. (1989). A new approach to the economic analysis of nonstationary time series and the business cycle. *Econometrica*, 57(2):357–384.
- Hansen, B.E. (1992). The likelihood ratio test under non-standard conditions: Testing the Markov Switching model of GNP. *Journal of Applied Econometrics*, 7(1): 61-82.
- Hooi Tan, S.a., & Habibullah, M. (2007). Business cycles and monetary policy asymmetry: An investigation using Markov-switching models. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 380(1): 297-306.
- Ivanova, D., & Lahiri, K., &Seitz, F. (2000). Interest rate spreads as predictors of German inflation and business cycles. *International Journal of Forecasting*, 16: 39-58.
- Kirchgässner, G., & Wolters, J. (2007). Introduction to modern time series analysis. Springer.
- Krolzig,H-M. (2001). Classical and modern business cycle measurement: The European case.Working Paper.
- Krolzig, H. M. (1997). Markov-Switching vector Autoregressions. Modelling, statistical inference and applications to business cycle analysis. Springer, Berlin.
- Moolman, E. (2004). A Markov switching regime model of the South African business cycle. *Economic Modelling*, 21(4): 631–646.
- Owyang, M., Piger, J. , & Wall, H. (2004). Business cycle phases in U.S. States. Working paper.
- Psaradakis, Z., & Spagnolo, N. (2003). On the determination of the number of regimes in Markov–Switching autoregressive models. *Journal of Time Series Analysis*, 24(2): 237-252.
- Simpson, P.W., & Osborn, D.R., & Sensier, M. (2001). Modelling businesscycle movements in the UK economy. *Economica*, 68: 243-267.