شکست ساختاری

Structural Break

شکست ساختاری زمانی اتفاق می‌افتد که پارامترهای مبنای یک رابطه، مقادیر گوناگونی را در زیرمجموعه‌های گوناگون داده‌ها اختیار می‌کند به‌طوری‌که مقادیر آن‌ها در الگو در کل دوره زمانی یکسان نیست.

وجود شکست ساختاری در سری‌های زمانی اقتصادی به‌علت وجود شوک‌هایی ازقبیل رویدادهای مهم اقتصادی (نظیر رکودها، تحریم‌ها و مانند آن)، تکانه‌های نفتی، تغییرات آنی سیاسی (نظیر جنگ و صلح)، نوسانات آب‌وهوایی، پیشرفت‌های تکنولوژیکی و مانند آن بسیار رایج است. شکست ساختاری باعث می‌شود الگوهای با ضرایب ثابت از اعتبار لازم برخوردار نبوده و از عملکرد ضعیفی در اهداف پیش‌بینی یا تحلیل اثرات تغییرات سیاسی برخوردار باشند (Greene, 1951: 149؛Gujarati, 2004: 273؛ مادالا و کیم، ۱۳۸۹: ۴۲۴ و جانستون و دیناردو، ۱۳۹۵: ۱۶۵؛ and Hackl Westlund, 1991: 2).

آزمون‌های تغییر ساختاری

به‌طور کلی آزمون‌های تغییر ساختاری به ۴ گروه قابل‌تقسیم است. (۱) نقاط شکست معلوم درمقابل نقاط شکست نامعلوم. (۲) شکست واحد درمقابل شکست‌های چندگانه. (۳) رابطه تک‌متغیره درمقابل روابط چندمتغیره. (۴) متغیرهای مانا درمقابل متغیرهای نامانا. بر این اساس آزمون‌های گوناگونی برای هر گروه از طبقه‌بندی مذکور قابل‌ارائه است (مادالا و کیم، ۱۳۸۹: ۴۲۴).

ازجمله مهم‌ترین آزمون‌های ثبات ضرایب شامل آزمون نقطه شکست چاو (chow breakpoint test)، پیش‌بینی چاو (chow forecast test)، آزمون بازگشتی و روش پیش‌بینی یک‌قدمی، آزمون مجموع تجمعی خطاهای بازگشتی (CUSUM)، آزمون مجموع مجذور تجمعی خطاهای بازگشتی (CUSUMQ) و استفاده از متغیرهای مجازی است (سوری، ۱۳۹۷: ۳۹۲–۴۰۵). در این زمینه قابل‌ذکر است که تنها وجود یا نبود شکست ساختاری چندان مفید نیست بلکه تعیین تعداد و زمان بروز نقاط شکست در آزمون‌های تغییر ساختاری دارای اهمیت است.

آزمون چاو (Chow test)

آزمون چاو ازجمله آزمون‌های اولیه شکست ساختاری با نقاط شکست معلوم برای متغیرهای مانا و یک‌شکست است. این آزمون متشکل از یک الگوی رگرسیون با k متغیر و دو گروه مشاهدات n_1 و n_2 است. براین‌اساس دو آزمون قابل‌ارائه است: (۱) آزمون تحلیل واریانس (analysis of variance)؛ در حالتی که $n_1 > k$ و $n_2 > k$ و (۲) آزمون تخمین (predictive test)؛ در حالتی که $n_1 > k$ و $n_2 < k$ است (مادالا و کیم، ۱۳۸۹: ۴۲۵).

مراحل انجام آزمون چاو به‌این‌صورت است که ابتدا دوره مورد مطالعه به دو دوره n_1 و n_2 مشاهده تقسیم می‌شود. رگرسیون موردنظر برای دو دوره برآورد می‌شود. سپس مجموع مجذور خطا برای دوره اول (RSS_1)، دوره دوم (RSS_2) و مجموع دو دوره ($RSS_1 + RSS_2 = RSS_{UR}$) که بیانگر رگرسیون غیرمقید است، محاسبه می‌شوند. در مرحله بعد الگوی موردنظر برای کل دوره برآورد می‌شود و مجموع مجذور باقیمانده‌های آن (RSS_R) که بیانگر رگرسیون مقید است، تعیین می‌شود. در مرحله نهایی بررسی شکست ساختاری، مجموع مجذور خطای رگرسیون مقید و غیرمقید با استفاده از آماره F موردمقایسه قرار می‌گیرد. گفتنی است تفاوت رگرسیون مقید و غیرمقید تنها در ضرایب آن‌ها است. اگر ضرایب باثبات باشند، در این صورت تفاوت چندانی میان مجموع مجذور خطای رگرسیون مقید و غیرمقید وجود ندارد. بنابراین، مقدار آماره F نیز کوچک خواهد بود (Greene, 1951: 171-172؛ Gujarati, 2004: 275-277؛ سوری، ۱۳۹۵: ۳۹۲–۳۹۳؛ مادالا و کیم، ۱۳۸۹: ۴۲۵).

Encyclopedia of Economics
enceco.ihcs.ac.ir

آزمون پیش‌بینی چاو (Chow Forecast Test)

در این آزمون اگر ضرایب باثبات باشند، خطای پیش‌بینی کوچک خواهد بود. بدین منظور، کل اطلاعات به دو گروه مشاهدات n_1 و n_2 تقسیم می‌شود. دوره نخست برای برآورد و دوره دوم را برای پیش‌بینی در نظر گرفته می‌شود. اگر ضرایب باثبات باشند، بایستی متوسط خطای پیش‌بینی در دوره دوم و متوسط خطای رگرسیون در دوره اول تقریباً یکسان باشند. در غیر این صورت، رگرسیون دچار شکستگی شده و رگرسیون بر اساس داده‌های گذشته، نمی‌تواند مقادیر آینده را به‌خوبی پیش‌بینی کند (سوری، ۱۳۹۵: ۳۹۵-۳۹۴؛ جانستون و دیناردو، ۱۳۹۵: ۱۴۹؛ Gujarati, 2004: 543).

آزمون بازگشتی (Recursive Test)

آزمون‌های بازگشتی که حالت عمومی‌تر آزمون چاو است، مبتنی بر برآورد ضرایب برای دوره‌های گوناگون است. براین‌اساس ضرایب رگرسیون برای دوره اول شامل k مشاهده اول (به تعداد متغیرهای توضیحی)، دوره دوم (شامل k+1 مشاهده بعدی) و دوره آخر (شامل کل مشاهدات) برآورد می‌شود. براین‌اساس، با بررسی روند ضرایب بازگشتی یا RSSهای بازگشتی محاسبه‌شده مشخص می‌شود که در چه سالی تغییر ضرایب رخ داده است. گفتنی است به‌طور معمول در نرم‌افزارها، نمودارها همراه با "به‌اضافه و منهای دو انحراف معیار" ترسیم می‌شود که اگر RSS ها از این مرزها عبور کنند نشان‌دهنده تغییرات ساختاری است. گفتنی است این آزمون ازجمله آزمون‌های با نقاط شکست نامعلوم است (سوری، ۱۳۹۵: ۳۹۶-۳۹۷؛ مادالا و کیم، ۱۳۸۹: ۴۲۷؛ جانستون و دیناردو، ۱۳۹۵: ۱۵۵-۱۶۳).

آزمون پیش‌بینی یک قدمی (one-step forecast test)

در این روش ضرایب بر اساس داده‌های یک دوره تخمین زده می‌شود و سپس مقدار متغیر وابسته برای سال بعد پیش‌بینی می‌شود. بدین منظور الگو با t-1 داده برآورد شده و با محاسبه انحراف معیار خطای پیش‌بینی، "به‌اضافه و منهای دو انحراف معیار" نیز موردمحاسبه قرار می‌گیرد. در هر سالی که خطای پیش‌بینی از این مرز (به‌اضافه و منهای دو انحراف معیار) خارج شود، بی‌ثباتی ضرایب رخ داده است (جانستون و دیناردو، ۱۳۹۵: ۱۵۵-۱۶۳؛ سوری، ۱۳۹۵: ۴۰۰).

آزمون مجموع تجمعی خطاهای بازگشتی (Cumulative Sum of Recursive Residuals)

در این آزمون با استفاده از خطای پیش‌بینی و واریانس روش پیش‌بینی یک قدمی، خطاهای بازگشتی مورد محاسبه قرار می‌گیرد که داری توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس σ^2 است. سپس خطاهای بازگشتی استاندارد شده و مقدار تجمعی آن (W_t) تعیین می‌شود. براین‌اساس، اگر ضرایب باثبات باشند، خطای پیش‌بینی ناچیز است و مجموع تجمعی آن‌ها نیز کوچک (نزدیک به صفر) خواهد بود. برای آزمون مجموع تجمعی که ازجمله آزمون‌های با نقاط شکست نامعلوم است، مرزهایی نیز قابل‌تعیین است که مختصات نقاط شروع و پایان آن به‌ترتیب عبارت از $(k, \mp\alpha\sqrt{n-k})$ و $(n, \mp 3\sqrt{n-k})$ است. اگر W_t از این مرز عبور کنند نشان‌دهنده تغییر ضرایب و شکست ساختاری است. در این میان استفاده از مجذور مجموع مجذور تجمعی خطاهای بازگشتی از دیگر روش‌های آزمون‌های شکست ساختاری است (سوری، ۱۳۹۵: ۴۰۲-

Encyclopedia of Economics
enceco.ihcs.ac.ir

۴۰۴؛ مادالا و کیم، ۱۳۸۹: ۴۲۷؛ جانستون و دیناردو، ۱۳۹۵: ۱۶۳-۱۵۵؛ Hackl and Westlund, 1991: 15-18).

متغیرهای مجازی

فرضیه ثبات پارامترها با استفاده از متغیرهای مجازی نیز قابل‌بررسی است. در این روش کل دوره مورد مطالعه، به دو دوره با n_1 و n_2 مشاهده تقسیم شده و الگو برای کل دوره که بیانگر رگرسیون مقید است برآورد می‌شود. رگرسیون غیرمقید نیز با اضافه کردن متغیرهای مجازی به‌ازای هر متغیر موجود در الگو تعریف می‌شود. مقادیر متغیرهای مجازی در دوره اول و دوم به‌ترتیب برابر ۱ و صفر است. اگر شکست رخ نداده باشد و ضرایب در طی دو دوره اول و دوم ثابت باشند، در این حالت ضرایب متغیرهای مجازی از نظر آماری معنادار نخواهند بود (سوری، ۱۳۹۵: ۴۰۵؛ جانستون و دیناردو، ۱۳۹۵: ۱۷۴-۱۷۳).

راه‌حل‌های شکست ساختاری

ازجمله راه‌حل‌های برطرف کردن این مشکل عبارتند از: (۱) الگوهای با تغییرات پارامتر پیوسته؛ این الگوها با استفاده از روش‌های بازگشتی (Recursive algorithm) قابل برآورد است. (۲) الگوهای با مشاهدات دورافتاده؛ این الگوها تکانه‌های آنی که سبب ایجاد مشاهدات با تغییرات موقتی یا دائمی در سطح می‌شود را مورد بحث قرار می‌دهند. (۳) الگوهای رگرسیون تبدیلی آنی و دائمی؛ که رگرسیون تبدیلی مارکف ازجمله این الگوها است (مادالا و کیم، ۱۳۸۹: ۴۲۴).

کتاب‌شناسی

جانستون، ج و دیناردو، ج. (۱۳۹۵). *روش‌های اقتصادسنجی*، **ترجمه** فریدون اهرابی و علی‌اکبر خسروی‌نژاد، همدان: انتشارات نور و دانشگاه علوم اقتصادی.

سوری، ع. (۱۳۹۷). *اقتصادسنجی ۱ مقدماتی همراه با کاربرد Eviews 8 و Stata 12* ، تهران: فرهنگ‌شناسی.

مادالا، ج. س و کیم، ا. م. (۱۳۸۹). *ریشه‌های واحد، همجمعی و تغییر ساختاری*، **ترجمه** محمد قربانی، فاطمه حیات‌غیبی‌بلداجی، سمانه شاه‌حین‌دستجردی، مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد.

Gujarati, D.N. (2004). *Basic Econometrics*, fourth Edition, McGraw-Hill Companies.

Greene, W. (1951). *Econometric analysis*, 7th Edition, Upper Saddle River, NJ Pearson Prentice Hall.

Hackl, P., Westlund, A. H. (1991). *Economic Structural Change Analysis and Forecasting*, Berlin: Springer-Verlag,.

سمانه عابدی

گروه اقتصاد انرژی، کشاورزی و محیط زیست، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

Encyclopedia of Economics
دانشنامه نگاری پژوهشکده اقتصاد
enceco.ihcs.ac.ir