

A Survey of New Dynamic Macro Econometric Models: An Automatic General-to-Specific Approach

Nasser Khiabani¹

Fahim Matoori²

| F.matoori@yahoo.com

Received: 28/Feb/2025 | Accepted: 16/Mar/2025

Abstract Econometric methodologies can be evaluated based on several criteria, including consistency with economic theory, empirical robustness, forecasting performance, and policy relevance. Traditional theory-driven models often fail to account for non-stationarities in economic data—such as location shifts induced by structural changes—resulting in poor forecasting performance, unreliable policy simulations, and, at times, mathematical inconsistencies. This paper reviews the limitations associated with these evaluation criteria and introduces the Autometrics approach as a comprehensive model selection framework. Autometrics integrates theory-driven and data-driven strategies, often resulting in more candidate variables (N) than observations (T). The approach allows for the inclusion of theoretically relevant variables, dynamic adjustments, nonlinearities, deterministic and stochastic trends, and indicator saturation (IIS, SIS) to account for structural breaks and exogeneity, while preserving the integrity of theory-model parameter estimates. By employing a multi-path model selection algorithm, Autometrics identifies a congruent, parsimonious, and encompassing model through rigorous diagnostic testing of the reduction process.

Keywords: Econometrics Methodology, Autometrics, General-to-Specific Approach, Specific-to-General Approach, Location Shift, Model Selection.

JEL Classification: B22, B23, C5, C18.

1. Associate Professor, Department of Commercial Economics, Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.

2. Ph. D. Student, Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran (Corresponding Author).

مروری بر مدل‌های کلان‌سنجی پویای جدید: یک رویکرد کل به جزء خودکار

ناصر خیابانی

دانشیار، گروه اقتصاد بازرگانی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

f.matoori@yahoo.com

فهمیم مطوری

دانشجوی دکتری، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران (نویسنده مسئول).

مقاله پژوهشی

پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۶

دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۱۰

چکیده: رویکردهای اقتصادسنجی براساس تأکیدی که به هر یک از شاخص‌های ارزیابی و انتخاب مدل من جمله نظریات اقتصادی، داده‌ها، کیفیت پیش‌بینی و شبیه‌سازی سیاستی دارند، قابل تحلیل هستند. به‌صورت تاریخی، پیش‌فرض‌های نظری عموماً با داده‌های نامانای اقتصادی سازگاری ندارند که این پدیده به‌دلیل بروز شوک‌های انتقال مکانی توزیع‌های آماری متغیرها در واقعیت رخ می‌دهد که این امر می‌تواند منجر به شکست در پیش‌بینی، شبیه‌سازی و حتی پایه‌های اثبات ریاضی مدل‌ها گردد؛ بنابراین، در این مطالعه ضمن بررسی این مشکلات، رویکرد اتومتریکس که به‌وسیله اجازه ورود تعداد متغیرهای بیش از مشاهدات ($N \gg T$) رویکردهای نظریه‌محور و داده‌محور را با هم ادغام می‌کند، ارائه می‌شود. در این رویکرد متغیرهای نظریات رقیب، وقفه‌های متعدد تمام متغیرها، توابع غیرخطی، روندهای قطعی و تصادفی، متغیرهای شاخص (IIS, SIS) برای تحلیل شیفت‌های مکانی ناشی شکست‌های ساختاری، برون‌زایی ضعیف و ابربرون‌زایی علاوه بر متغیرهای یک نظریه خاص به مدل وارد می‌شوند که با این کار اجازه حفظ متغیرهای نظری بدون تحمیل آنان به مدل محیا می‌گردد. به‌منظور حل مدل اولیه دارای متغیرهای متعدد از الگوریتم جستجو مدل چندمسیره اتومتریکس استفاده می‌شود که در آن براساس آزمون‌های آماری مختلف و در چارچوب نظریه آماری تقلیل، مدل نهایی با سه ویژگی خست از نظر تعداد متغیر، تجانس و شمولیت آماری به‌دست می‌آید.

کلیدواژه‌ها: روش‌شناسی اقتصادسنجی، اتومتریکس، رویکرد کل به‌جزء، رویکرد جزء به‌کل، انتقال مکانی، انتخاب مدل.

طبقه‌بندی JEL: B22, B23, C5, C18

مقدمه

مدل‌سازان تجربی با استفاده از نظریات اقتصادی در چارچوب رویکردهای مختلف اقتصادسنجی مانند رویکردهای جزء به کل شامل معادلات همزمان کمیسیون کاولز^۱، خودرگرسیون برداری^۲ و تعادل عمومی پویای تصادفی^۳ و رویکرد کل به جزء^۴ یا مدرسه اقتصادی لندن^۵ همواره به دنبال توضیح پدیده‌های اقتصاد کلان بوده‌اند (Hendry, 2015). مدل‌های تجربی به صورت تاریخی همواره برای دوره‌ای محدودی در فضای علمی و سیاست‌گذاری دوران خود به شهرت می‌رسیدند و پس از گذشت زمان و در اثر وقوع یک رویداد خاص که خود را به صورت شوک انتقال مکانی غیرمنتظره^۶ در مدل‌سازی به نمایش می‌گذارد، تمامی نتایج پیش‌بینی و شبیه‌سازی سیاستی آن‌ها با شکست مواجه شده و با کاهش مقبولیت از ادبیات کنار گذاشته می‌شدند. سپس با گذشت مدتی محدود، مدل‌های جدیدی که توانایی توضیح آن شوک برون‌زا را داشته باشند به عنوان جایگزین مدل‌های قدیمی مقبولیت پیدا می‌کردند که برای نمونه می‌توان به فرایند حذف و جایگزینی مدل‌های معادلات همزمان از ادبیات مدل‌سازی به دلیل ناتوانی در پیش‌بینی بحران نفتی دهه ۱۹۷۰ اشاره نمود.

از منظر روش‌شناسی، مدل‌های اقتصادسنجی را می‌توان براساس شاخص‌های مختلفی مانند میزان انطباق با نظریات اقتصاد کلان، توانایی توضیح داده‌های اقتصادی، دقت در پیش‌بینی و کیفیت شبیه‌سازی‌های سیاستی ارزیابی نمود. دلایل انتخاب این شاخص‌ها توسط رویکردهای مختلف اقتصادسنجی همواره به عنوان یکی از پرسش‌های کلیدی ادبیات اقتصادسنجی مطرح بوده است. رویکردهایی که مبنای تصریح مدل و ارزیابی نتایج خود را نظریات اقتصاد کلان در نظر می‌گرفتند و تنها به دنبال یافتن بهترین تخمین از مؤلفه‌های این مدل‌های از پیش تصریح شده بوده‌اند، با عنوان رویکردهای «نظریه‌محور» در طول تاریخ شناخته می‌شوند. مدل‌های تجربی متعددی در این دسته قرار می‌گیرند و همواره نقشی محوری در بین پژوهشگران و سیاست‌گذاران ایفا کرده‌اند. استدلال اصلی این رویکردها مبنی بر عدم استفاده از داده‌های اقتصادی به عنوان مبنای ارزیابی مدل‌های تجربی خود، ویژگی‌های داده‌های سری‌زمانی مانند رفتار شدیداً ناماناً، درون‌زایی متغیرها، عدم امکان

1. Simultaneous Equations Approach (Cowell's Commission)
2. Vector Autoregression Approach (VAR)
3. Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE)
4. London School of Economics Approach (LSE) or Gets Approach
5. Unanticipated Location Shifts
6. Theory-Driven Approach

شناسایی مدل‌ها، وجود داده‌های نادقیق و بروز هم‌خطی^۱ است. وجود این ویژگی‌ها با گذشت زمان منجر به تقویت دیدگاهی شده است که رویکردهای «داده‌محور»^۲ را به‌خاطر امکان تولید نتایج دلخواه، با عنوان رویکردهای دیتامینینگ^۳ معرفی می‌کند (Hendry, 2024). این در حالی است که با نگاهی به ویژگی‌های نظریات اقتصادی نیز می‌توان مشاهده نمود که آن‌ها هم تنها مدل‌هایی ذهنی^۴ از شیوه رفتار عوامل اقتصادی ارائه می‌دهند که عموماً در حال بهینه‌سازی توابع سود و یا ضرر خود براساس قیود مختلفی مانند بودجه یا اطلاعات در یک فضای غیرتصادفی^۵ (قطعی) و یا مانا با فرض برقراری «ثبات سایر شرایط»^۶ حتی به‌صورت ضمنی هستند. همچنین، در این نظریات ذهنی به‌منظور توضیح رفتارهای جمعی^۷ تنها رفتارهای بهینه فردی همگن را به رفتارهای جمعی تسری می‌دهند که تمامی این فروض می‌توانند خطاساز باشند؛ بنابراین، به‌خاطر این ویژگی‌های ذهنی و محدودکننده نظریات اقتصادی، فاصله آن‌ها با واقعیت‌های عینی که در داده‌های اقتصادی قابل مشاهده است، زیاد است. به‌گونه‌ای که در رویکردهای نظریه‌محور همواره تحمیل این ویژگی‌های ذهنی و غیرواقعی به تصریح مدل به‌عنوان مهم‌ترین عامل شکست در پیش‌بینی و پیشنهادها سیاستی این مدل‌ها شناخته می‌شود. در این راستا، به‌عنوان بارزترین مصادیق این عدم تطابق فروض ذهنی نظریات و داده‌های اقتصادی، می‌توان به شکست در پایه‌های ریاضی نظریات بهینه‌یابی بین‌دوره‌ای انتظارات عقلایی و همچنین شکست در پیش‌بینی و شبیه‌سازی سیاستی مدل‌های تصحیح تعادلی^۸ در مواجهه با فضای نامانای واقعیت‌های اقتصادی که خود را در بروز پدیده انتقال مکانی و یا شیفیت در توزیع آماری متغیرهای تصادفی در طول زمان به نمایش می‌گذارد، اشاره نمود (Hendry & Mizon, 2014). در مدل‌های انتظارات عقلایی فروضی مانند وجود فضای مانا و ثبات سایر شرایط همواره وجود دارد و زمانی که این مدل‌ها در فضای پیچیده و چندبعدی نامانای اقتصادی با شوک انتقال مکانی برخورد می‌کنند، قانون انتظارات تکراری^۹ به‌عنوان محور اصلی ساختار اثبات ریاضی آن‌ها با شکست مواجه می‌گردد. از این‌رو، نتایج پیش‌بینی و شبیه‌سازی مدل‌های تجربی مبتنی بر قانون انتظارات عقلایی

1. Collinearity
2. Data-Driven Approach
3. Data Mining
4. Abstract Models
5. Non-Stochastic or Deterministic
6. Ceteris Paribus
7. Aggregate
8. Equilibrium Correction Models (EqCM)
9. Iterated Expectations

من جمله مدل های تعادل عمومی پویای تصادفی نیز دچار خطا می شوند که برای نمونه می توان به عدم توانایی در پیش بینی بحران مالی ۲۰۰۸ توسط این دسته از مدل ها اشاره نمود. همچنین، مدل های تصحیح تعادلی نیز در مواجهه با این شیفت های مکانی دچار بحران در پیش بینی و سیاست گذاری می شوند؛ بنابراین، هر کدام از رویکردهای نظریه محور و داده محور با محدودیت های مخصوص به خود مواجه هستند و در مسیر مدل سازی باید سایر شاخص های ارزیابی نیز مورد بررسی قرار گیرند. با نگاهی به این شاخص ها می توان به چالش های تکنیکی شاخص شبیه سازی سیاستی منجمله، آثار شیفت در توزیع آماری متغیرهای در نظر گرفته نشده^۱ که با متغیرهای داخل مدل همبستگی دارند، اشاره نمود که در اثر این اتفاق، مدل نهایی دچار بی ثباتی^۲ در مؤلفه و نقد فریش-لوکاس^۳ خواهد شد (Frisch, 1938; Lucas, 1976). این پدیده در رویکردهای نظریه محور به صورت حادثری قابل مشاهده است که برای جلوگیری از آن علی رغم انجام آزمون ابربرون زایی^۴، باید تمامی متغیرهای محتمل به الگوی اولیه وارد شوند تا بتوان از عدم وجود متغیرهای در نظر گرفته نشده اطمینان حاصل نمود که در نتیجه این اقدام متغیرهای توضیحی مدل به شدت افزایش می یابند و این امر بر خلاف چارچوب رویکردهای نظریه محور خواهد بود. پس نتایج پیش بینی و شبیه سازی سیاستی مدل ها نیز بدون در نظر گرفتن سایر ملاحظات نمی توانند شاخص های مناسبی برای ارزیابی مدل ها باشند.

در نتیجه، هیچ یک از شاخص های متداول برای انتخاب مدل های تجربی به تنهایی نمی توانند ملاک جامع و مناسبی برای تصمیم گیری درباره انتخاب مدل های اقتصادسنجی ارائه نمایند. از این رو، رویکرد کل به جزء خودکار^۵ و یا اتومتریکس در قالب نظریه شمولیت^۶ یک روش جایگزین ترکیبی معرفی می کند که به جای استفاده مجزا از هر یک از این ۴ شاخص، ضمن بهره مندی از مزایا و رفع مشکلات رویکردهای نظریه محور و داده محور، آن ها را در فضای به شدت پیچیده حقایق اقتصاد کلان با هم ادغام کرده و با در نظر گرفتن ملاحظات فنی پیش بینی و سیاست گذاری، یک الگوی جامع ارائه می دهد (Hendry & Doornik, 2014; Hendry & Johansen, 2015; Mizon & Richard, 1986). در این رویکرد کل به جزء با هدف دستیابی به یک رویکرد جامع تمامی اطلاعات مبتنی بر نظریات اقتصاد کلان و داده های اقتصادی به مدل اولیه وارد

1. Omitted Variable
2. Non-Constant Parameters
3. Frisch-Lucas Critique
4. Super Exogeneity Test
5. Automated General to Specific Approach (Autometrics)
6. Encompassing

می‌شوند که در نتیجه آن، یک مدل اولیه بسیار بزرگ و عمومی که از آن با عنوان مدل نامقید عمومی^۱ یاد می‌شود، شکل می‌گیرد که می‌تواند تعداد متغیرهای بیشتر از مشاهدات ($N \gg T$) داشته باشد. از این‌رو، برای ایجاد امکان تخمین و تحلیل تعداد بالای متغیرهای اولیه از روش‌های «انتخاب مدل^۲» استفاده می‌شود؛ بنابراین، رویکرد اتومتریکیس در چارچوب مفهوم انتخاب مدل اجازه ورود همزمان متغیرهای یک نظریه خاص اقتصادی را در کنار اطلاعات اضافی ناشی از حقایق موجود در داده‌های نامانای اقتصادی در قالب یک مدل نامقید عمومی در نخستین مرحله مدل‌سازی خود ایجاد می‌کند. این متغیرهای مازاد می‌توانند شامل متغیرهای پیشنهادی نظریات رقیب، وقفه‌های متعدد تمام متغیرها، توابع غیرخطی^۳، روندهای قطعی و تصادفی^۴، آزمون‌های ثبات مؤلفه‌ای، متغیرهای شاخص^۵ و^۶ برای تحلیل شیفت‌های مکانی ناشی شکست‌های ساختاری^۷ و داده‌های پرت^۸، آزمون‌های برون‌زایی ضعیف^۹ و ابربرون‌زایی، روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت و... باشند (Hendry & Doornik, 2014). درحقیقت، این مدل نامقید عمومی اولیه یک فرایند تولید داده محلی^{۱۰} مستخرج از فرایند تولید داده اصلی^{۱۱} را در خود جای می‌دهد. در ادبیات اقتصادسنجی، دستیابی به فرایند تولید داده محلی با روش‌های متنوعی قابل انجام است که در رویکرد اتومتریکیس از روش آماری تقلیل^{۱۲} استفاده خواهد شد. در این رویکرد می‌توان مؤلفه‌های متغیرهای نظری را براساس میزان تطابق‌شان با داده‌های اقتصادی بدون ایجاد انحراف در توزیع آماری‌شان در مدل حفظ^{۱۳} نمود که با این کار از تحمیل نظریه به مدل که در رویکردهای نظریه‌محور متداول است، جلوگیری می‌شود (Hendry & Johansen, 2015). در این چارچوب متغیرهای نظری تنها زمانی در مدل نهایی حفظ می‌شوند که از نظر آزمون‌های آماری (داده‌های اقتصادی) مورد تأیید قرار گیرند؛ بنابراین، اگر نظریه اقتصادی مورد استفاده در تصریح مدل درست، کامل و مطابق واقعیت‌های اقتصادی باشد، متغیرهای نظری در مدل نامقید عمومی بدون مشکل و دقیقاً معادل مؤلفه‌های مدلی که فقط متغیرهای نظری در آن قرار دارند، تخمین زده

1. General Unrestricted Model (GUM)
2. Model Selection Methods
3. Nonlinear Functional Forms
4. Deterministic and Stochastic Trends
5. Impulse-Indicator Saturation Variables (IIS)
6. Step-Indicator Saturation Variables (SIS)
7. Structural Change
8. Outliers
9. Weakly Exogeneity Test
10. Local Data Generation Process (LDGP)
11. Data Generation Process (DGP)
12. Reduction Theory
13. Retained

می‌شوند؛ اما زمانی که حتی یکی از متغیرهای مازاد غیر تئوریک از نظر آماری معنی‌دار باشند، در نظر نگرفتن آن‌ها منجر به خطای تصریح^۱ خواهد شد (Hendry, 2015). در رویکرد اتومتریکس برای تحلیل متغیرهای زیاد موجود در مدل نامقید عمومی از یک الگوریتم جستجوی خودکار چندمسیره درختی^۲ مخصوص اتومتریکس استفاده می‌شود. در این الگوریتم، جستجوی متغیرها به صورت خودکار و براساس آماره‌هایی مانند شاخص اطلاعات شوارتز^۳، شاخص اطلاعات آکاییک^۴، آزمون تی استیودنت^۵، آزمون F و آزمون‌های تشخیصی^۶ آماری مانند آزمون خودهمبستگی^۷ و واریانس همسانی^۸، آزمون واریانس ناهمسانی شرطی^۹، آزمون نرمال بودن خطا^{۱۰}، آزمون ثبات پارامتری چاو^{۱۱} صورت می‌پذیرد. در این فرایند تمامی متغیرها به صورت دوبه‌دو و سیستمی تحت فرضیه صفر^{۱۲} مورد آزمون آماری قرار می‌گیرند و در مدل نهایی تنها متغیرهایی که از نظر آماری موفق عمل کرده‌اند، باقی خواهند ماند؛ بنابراین، در این رویکرد با اضافه کردن متغیرهای شاخص (IIS, SIS) در مدل نامقید عمومی شیفتهای مکانی تمامی متغیرهای مدل تا زمان t به مدل وارد می‌شوند و با استفاده از آزمون ابربرون زایی و آزمون ثبات پارامتری درون نمونه‌ای چاو^{۱۳} تمامی شیفتهای متغیرهای توضیحی آزمون آماری می‌شوند (Hendry, Johansen & Santos, 2008)؛ بنابراین، در این رویکرد با در نظر گرفتن شوک‌های انتقال مکانی که عامل اصلی شکست در پیش‌بینی و شبیه‌سازی‌های سیاستی بسیاری از مدل‌ها است، از بروز این مشکلات اجتناب می‌گردد و نهایتاً می‌توان براساس آزمون ثبات پارامتری خارج نمونه‌ای^{۱۴} چاو شوک‌های برون‌زای سیاستی را نیز مورد آزمون قرار داد و از ثابت بودن^{۱۵} مؤلفه‌های مدل در پاسخ به شوک‌های سیاستی اطمینان حاصل نمود. ذکر این نکته حائز اهمیت است که در این رویکرد جستجو مدل به معنی یافتن بهترین متغیرها است و نه ترکیبی از آن‌ها (مدل‌های مختلف)

1. Mis-Specification Error
2. Tree Multi Path Selection Algorithm
3. Schwarz Information Criterion
4. Akaike Information Criterion
5. T-Student Test
6. Diagnosis Tests
7. Serial Correlation Test
8. Heteroscedasticity Test
9. ARCH Test
10. Normality
11. Chow
12. Null Hypothesis
13. In-Sample Stability Test
14. Out of Sample Stability Test
15. Invariance

که از این منظر با روش‌های قدیمی جستجو مدل که هدف اصلی آن‌ها یافتن بهترین تخمین مدل‌ها است، متفاوت است و با این اقدام از بروز خطاهای متعددی منجمله بیش برآزش^۱ کردن ضرایب مدل که روش‌های قدیمی با آن مواجه بودند، اجتناب می‌گردد. از این‌رو، نظریات اقتصادی در اتومتریکس تنها عامل محدودکننده تصریح‌های ممکن مدل تلقی می‌شوند و عامل نهایی تعیین‌کننده نتیجه مدل همواره میزان تناسب آن با فرایند تولید داده^۲ اقتصاد مورد مطالعه خواهد بود که این امر به‌وسیله آزمون آماری تجانس^۳ محقق می‌گردد. به‌صورت کلی، هدف نهایی در این رویکرد دستیابی به مدلی با سه ویژگی خست^۴ از نظر تعداد متغیر، تجانس و شمولیت است که بدین‌منظور از روش جستجوی خودکار در چارچوب مفهوم آماری تقلیل استفاده می‌کند (Doomik, 2009; Hendry Johansen, 2015).

در مطالعه حاضر، ابتدا به‌صورت گذرا به تاریخ تحولات رویکردهای مدل‌سازی اقتصادسنجی پرداخته می‌شود. سپس، شاخص‌های ارزیابی مدل‌های تجربی در ادبیات اقتصادسنجی ارائه می‌گردد و عدم تطابق میان پیش‌فرض‌های نظریات اقتصادی و واقعیت‌های موجود در داده‌های نامانای همراه با ارائه مفهوم انتقال مکانی توزیع متغیرهای تصادفی بررسی می‌شود. در ادامه و به‌عنوان مصادیقی از انتقال مکانی به مشکلات مدل‌های مبتنی بر انتظارات عقلایی مانند مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی و مدل‌های تصحیح تعادلی ارائه می‌گردند. در نهایت، رویکرد کل‌به‌جزء خودکار (اتومتریکس) به‌عنوان یک رویکرد جامع که توانایی در نظر گرفتن این مشکلات را داراست، معرفی می‌شود و در بخش پایانی به نتیجه‌گیری پرداخته خواهد شد.

نگاهی به تاریخچه الگوسازی اقتصادسنجی

از منظر تاریخی، نخستین مدل تجربی اقتصادی توسط هندری مور^۵ در سال‌های ۱۹۱۱ و ۱۹۱۴ و با استفاده از تحلیل‌های رگرسیونی که آن زمان به‌تازگی توسعه یافته بودند، انتشار یافت؛ اما، دیری نگذشت که این مدل‌ها به‌خاطر نداشتن مبنای شناسایی^۶ مناسب و عدم انطباق با واقعیت‌های اقتصادی مورد انتقادهای جدی قرار گرفتند. سپس، نخستین مدل‌های پیش‌بینی اقتصادی بر مبنای ایده تنش تجاری و منحنی‌های ABC شکل گرفتند و در دوران رونق اقتصادی آمریکا در دهه ۱۹۲۰ معروف و

1. Overestimate
2. Data Generation Process
3. Congruent Test
4. Parsimonious
5. Hendry Moore
6. Identification

نهایتاً در مواجهه با رکود بزرگ کاملاً از حوزه ادبیات اقتصادی حذف شدند (Persons, 1919, 1924). پس از انقلاب کینزی، مدل‌سازی‌های نظام‌مند اقتصاد کلان در چارچوب الگوهای معادلات همزمان کمیسیون کاولز آغاز شدند و در این مسیر توسعه ابزارهای تکنیکی اقتصادسنجی و انتشار حساب‌های ملی^۱ توسط این کمیسیون توانست اثرهای گسترده‌ای داشته باشد (Haavelmo, 1944). این مدل‌ها به دلیل موفقیت در پیش‌بینی آثار اقتصادی بسته سیاست انبساطی جان اف کندی^۲ در دهه ۱۹۶۰ به اوج شهرت خود رسیدند؛ اما عدم توانایی آن‌ها در پیش‌بینی شرایط رکود-تورمی ناشی از بحران نفت در دهه ۱۹۷۰ منجر به بروز انتقادات شدید و تضعیف آن‌ها گردید. رویکرد معادلات همزمان فقط به دنبال ارائه بهترین تخمین‌زننده برای مدل‌های از پیش تصریح‌شده مبتنی بر نظریات اقتصادی بود و در این مسیر بیشترین انرژی متخصصان خود را برای توسعه روش‌های آماری مناسب جهت تخمین و شناسایی مدل‌های از پیش تصریح شده نظری صرف می‌کرد؛ بنابراین، از آنجایی که فرایند مدل‌سازی خود را با ساخت یک مدل نظری اولیه شروع می‌کردند در دسته رویکردهای جزء به کل قرار می‌گیرند. مباحث مرتبط با مکاتب و روش‌شناسی اقتصادسنجی در (Campos, Ericsson, Hendry, 2005; Geweke, Horowitz, Pesaran, 2006; Hendry, 2020; Pagan, 1987, 2003) ارائه شده است.

در ادبیات اقتصادسنجی با گذشت زمان و در مواجهه با بحران نفتی دهه ۱۹۷۰، رویکردهای جایگزینی مانند رویکرد خودرگرسیون برداری توسط سیمز^۳ (۱۹۸۰) و رویکرد تعادل عمومی پویای تصادفی با ترکیب ایده‌های انتظارات عقلایی لوکاس^۴ و چرخه‌های تجاری حقیقی^۵ توسط سارجنت^۶ با هدف ارائه پاسخی به عدم توانایی در پیش‌بینی بحران نفت توسط الگوهای معادلات همزمان کمیسیون کاولز مطرح شدند (Lucas & Sargent, 1979)؛ همچنین، به صورت موازی رویکرد اقتصادسنجی کل به جزء یا مدرسه اقتصادی لندن توسط هندری (۱۹۸۰) پیرو مطالعه سارگان^۷ (۱۹۵۷) با رویکردی متمایز و در پاسخ به مشکلات الگوهای جزء به کل من جمله رویکرد معادلات همزمان و خودرگرسیون برداری، شکل گرفت. لازم به ذکر است که ادبیات نظری اقتصاد کلان نیز در دهه ۱۹۸۰ شاهد یک شیفت اساسی در الگوواره بود. بلنچارد^۸ در مقاله سال ۲۰۰۰ خود از این شیفت چنین یاد می‌کند که دوران مدل‌های اقتصادی

1. National Account
2. John Fitzgerald Kennedy 1960
3. Sims
4. Lucas
5. Real Business Cycle
6. Sargent
7. Sargan
8. Blanchard

که یک «چارچوب به‌هم‌پیوسته» اقتصادی داشتند، به دوران جدیدی در دهه ۱۹۸۰ میل گردید که در آن «نقش نواقص عوامل اقتصادی در وجوه مختلف اقتصاد کلان» مانند نقص اطلاعات و بازارهای رقابت ناقص بیشتر مورد تأکید مدل‌ها قرار می‌گرفتند^۱ (Blanchard, 2000). به‌صورت تاریخی، مدل‌های اقتصاد کلان عموماً برای یک دوره زمانی خاص مرسوم شده و پس از بروز یک شکست در پیش‌بینی اقتصادی که معمولاً به‌دلیل وقوع یک شوک انتقال مکانی غیرمنتظره است، با بحران مشروعیت مواجه و از ادبیات حذف می‌شدند. این فرایند حذفی تا زمانی ادامه می‌یافت که این انتقال‌های مکانی در یک مدل جدید قابلیت پیش‌بینی پیدا کند؛ البته تصمیم به حذف (یا حفظ) یک روش مدل‌سازی تنها به‌دلیل شکست (موفقیت) در پیش‌بینی می‌تواند گمراه‌کننده باشد (Hendry, 2020). این درحالی است که در کمال تعجب الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی که ناتوانی خود را در پیش‌بینی بحران مالی ۲۰۰۸ نشان داده‌اند، کماکان در بسیاری از بانک‌های مرکزی و مراکز سیاست‌گذاری برای پیش‌بینی و سیاست‌گذاری اقتصادی استفاده می‌شوند و پژوهشگران این مراکز نیز تلاشی برای رفع مشکلات جدی آن‌ها انجام نمی‌دهند (Hendry & Muellbauer, 2018)؛ البته لازم به ذکر است که این مدل‌ها نیز با فرایند حذفی ضعیف‌تری از مدل‌های معادلات همزمان در دهه ۱۹۷۰، در حال حذف و جایگزینی هستند به‌صورتی که در بسیاری از بانک‌های مرکزی کشورهای پیشرفته مانند فدرال رزرو آمریکا از مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی کمتر به‌عنوان الگوی محوری خود استفاده می‌کنند، به‌گونه‌ای که امروزه در اوج شهرت الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی نیوکینزی، مدل کلان‌سنجی FRB-US فدرال رزرو هنوز ملاک تصمیم‌گیری است. در این مسیر، بانک‌های مرکزی سایر کشورها من جمله کانادا، هلند و استرالیا نیز الگوهای غیرتعادل عمومی پویای تصادفی^۲ خود را توسعه داده و برای شبیه‌سازی‌های سیاستی و پیش‌بینی استفاده می‌کنند. کوزبرت و کندال (۲۰۱۸) ضمن معرفی مدل مارتین^۳ به‌عنوان مدل محوری جدید بانک مرکزی استرالیا، ویژگی‌های الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی را به‌صورت زیر توصیف می‌کنند:

«ضعف الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی عموماً از آنجایی نشئت می‌گیرد که اولاً، به‌خوبی سایر

۱. از آنجایی که شیفت الگوواره در ادبیات نظری اقتصاد کلان با تحولات ادبیات اقتصادسنجی کلان همزمانی دارد؛ بنابراین در اینجا مباحث مربوط به ادبیات اقتصادسنجی خرد مورد تأکید قرار نمی‌گیرد و تنها سیر ادبیات اقتصادسنجی کلان ارائه می‌شود.

2. NON-DSGE Models

3. MARTIN Model

مدل‌های کلان‌سنجی با داده‌های اقتصادی سازگار نیستند و برازش مناسبی از واقعیت‌های اقتصادی ارائه نمی‌دهند. ثانیاً، جریان علی روابط بین متغیرهای اقتصادی را مشابه روابط مورد انتظار اقتصاددانان و سیاست‌گذاران اقتصادی در نظر نمی‌گیرند. ... بنابراین، قدرت اصلی مدل‌های سیستمی بزرگ و کامل مانند مارتین می‌تواند میزان انعطاف‌پذیری بالای آن‌ها باشد که امکان ارائه برازش مناسب‌تری از داده‌های اقتصادی واقعی را محیا می‌کند. این انعطاف‌پذیری به سیاست‌گذاران اجازه می‌دهد که جریان‌های علی مناسب با شرایط خاص را آزمون کرده و تحلیل‌های دقیق‌تری داشته باشند".

در این راستا، می‌توان به مشکلات متعددی که برای رویکردهای مدل‌سازی مختلف در پیش‌بینی بحران مالی ۲۰۰۸ به وجود آمده است، اشاره نمود که یکی از آن‌ها عدم در نظر گرفتن روابط بخش واقعی و بخش مالی اقتصاد در مدل‌سازی است. در الگوهای متداول عموماً آثار ثروتی و اعتباری^۱ به یک اثر ثروتی معمولی تقلیل می‌یابد و از تمامی شیفت‌ها در عرضه اعتبارات چشم‌پوشی می‌شود که این امر می‌تواند منجر به بروز خطای تصریح در مدل‌سازی شود (Chauvin & Muellbauer, 2018). از این منظر کاپلان^۲ و ویولانت^۳ (۲۰۱۸) با بررسی وضعیت ادبیات مدل‌های اقتصاد کلان در دوره ۱۰ ساله پس از بحران ۲۰۰۸، نقدهای شدیدی به پایه‌های اقتصاد خردی مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی نیوکینزی وارد می‌کنند؛ همچنین، میان و صوفی^۴ (۲۰۱۸) نیز بر اهمیت در نظر گرفتن «کانال تقاضای منبعت از اعتبارات خانوارها»^۵ نه تنها برای توضیح بحران‌های مالی جهانی بلکه برای مدل‌سازی ادوار تجاری ۴۰ ساله در بیشتر کشورهای جهان تأکید می‌کنند. همان‌طور که مشاهده می‌شود در تمام این تحولات بر در نظر گرفتن واقعیت‌های اقتصادی در فرایند مدل‌سازی تأکید می‌کنند.

در دیاگرام آدریان پاگان^۶ (۲۰۰۳) که رابطه دوطرفه بین مدل‌های مبتنی بر نظریه اقتصادی^۷ و مدل‌های منطبق با واقعیت‌های تجربی^۸ را ارائه می‌دهد، یک فرض ضمنی وجود دارد که همواره در مدل‌های منطبق با واقعیت‌های تجربی یک نظریه خاص اقتصادی وجود دارد؛ اما اگر در فرایند مدل‌سازی تجربی اجازه ورود تمامی نظریات اقتصادی رقیب وجود داشته باشد، می‌توان انتظار داشت که این مدل‌ها ضمن سازگاری بهتر با داده‌ها، همواره مبتنی بر مجموعه‌ای از نظریات اقتصادی نیز خواهند بود؛ بنابراین،

1. Wealth And Credit Effects
2. Kaplan
3. Violante
4. Mian And Amir Sufi
5. Credit-Driven Household
6. Theory Consistency
7. Empirical Coherence

این رویکرد نسبت به رویکردی که تنها یک نظریه اقتصادی خاص را به مدل تحمیل می‌کند و انطباق مدل با داده‌های واقعی برایش اهمیتی ندارد، مناسب‌تر است؛ بنابراین، براساس این نگاه گذرا به تاریخچه مدل‌سازی اقتصادسنجی در بخش بعدی مبنای تعیین کیفیت و انتخاب مدل‌های رویکردهای مختلف اقتصادسنجی و محدودیت‌های هر یک از این ملاک‌ها مطرح خواهد شد.

شاخص‌های ارزیابی مدل‌های اقتصادسنجی تجربی

از منظر روش‌شناسی^۱ پرسش محوری چنین است که از بین شاخص‌های مختلف ارزیابی مدل‌های تجربی من جمله نظریات اقتصاد کلان، داده‌های اقتصادی، کیفیت پیش‌بینی و نتایج شبیه‌سازی سیاستی کدام یک می‌تواند مبنای بهتری برای ارزیابی رویکردهای مختلف اقتصادسنجی در مدل‌سازی باشد. به‌طور سنتی، مبنای اصلی ارزیابی کیفیت مدل‌های اقتصادسنجی میزان انطباق آن‌ها با نظریات اقتصاد کلان مشهور و متداول در آن دوره زمانی بوده است که از این‌رو از آن‌ها با عنوان رویکرد «نظریه‌محور»^۲ یاد می‌شود. این در حالی است که در سایر رشته‌های علمی مانند فیزیک و ... ملاک ارزیابی مدل‌های تجربی همواره سازگاری با نظریه‌های نظری در کنار در نظر گرفتن مشاهدات و واقعیت‌های تجربی است؛ اما در رویکردهای نظریه‌محور اقتصادسنجی چنین استدلال می‌شود که از آنجایی که نظریات اقتصادی سازگاری داخلی دارند، می‌توانند نسبت به داده‌های اقتصادی مبنای مناسب‌تری برای ارزیابی مدل‌ها باشند. این رویکرد به‌عنوان بخشی از توجیه خود مبنی بر عدم مبنای قرار دادن داده‌ها و شواهد عینی اقتصادی در ارزیابی نتایج الگوهایشان، به رفتار داده‌های سری‌زمانی اقتصادی که عموماً نامانا، ناهمگن^۳ و به‌شدت به‌هم وابسته هستند، اشاره می‌کنند. وجود پدیده‌هایی مانند نامانایی، درون‌زایی، مشکلات مربوط به عدم امکان شناسایی مدل‌ها، داده‌های نادقیق و وجود همخطی در داده‌ها منجر به تقویت دیدگاهی شده است که رویکردهای «داده‌محور» را با عنوان دیتامینینگ که امکان تولید نتایج دلخواه در مدل را دارند، معرفی کند؛ اما این در حالی است که نظریات اقتصاد کلان نیز فروض محدودکننده و خطاسازی از منظر مدل‌سازی را با خود به‌همراه دارند که می‌توانند منجر به عدم دقت و ناسازگاری با حقایق اقتصادی شوند. از جمله ویژگی‌های این نظریات اقتصادی وجود ساختاری تماماً ذهنی است که امکان در نظر گرفتن رفتار نامانای داده‌های اقتصادی را با خود به‌همراه ندارند. همچنین، این نظریات عوامل اقتصادی ناهمگن مانند خانوارها و بنگاه‌های متفاوت را برای ساده‌سازی به‌وسیله تجمیع حذف کرده و

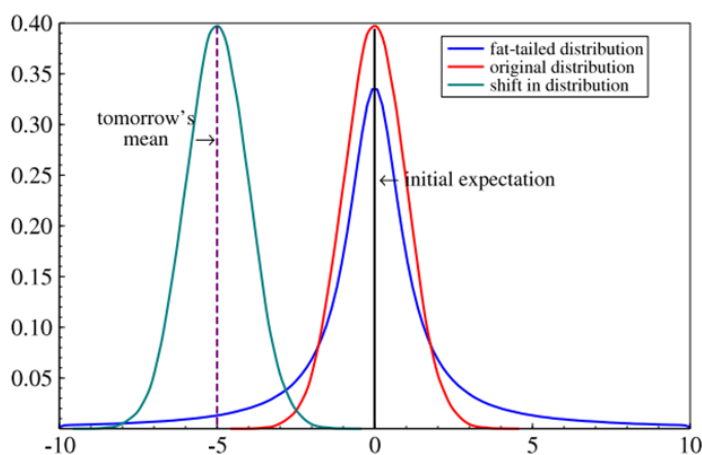
1. Econometrics Methodology
2. Theory-Driven
3. Heterogeneous

یک عامل اقتصادی نماینده^۱ را به مدل تحمیل می‌کنند و همواره فرض ثبات سایر شرایط را در فضای مانا و یا غیرتصادفی با خود به همراه دارند. علاوه بر این، به صورت تاریخی همواره با گذر زمان می‌توان تغییر و تحولات شدید نظریات اقتصاد کلان را مشاهده نمود، به صورتی که اکثر نظریات مشهور در بازه‌های خاص زمانی، در دوره‌های بعدی به طور کامل کنار گذاشته شده و در فضای علمی نظریات اقتصادی جایگزین آنان شهرت پیدا کرده است. از این رو، ارزیابی یک مدل تجربی بر مبنای یک نظریه اقتصادی که کامل و جامع نیست و به زودی دیگر مقبولیت علمی نیز نخواهد داشت، نمی‌تواند مبنای محکمی برای ارزیابی باشد. رویکردهای نظریه‌محور به اشتباه مفهوم فرایند تولید داده را به عنوان ساختار نظری اقتصادی مدل‌های تجربی از رفتارهای انسانی و نه وقایع اقتصادی محقق شده موجود در داده‌ها تعریف می‌کنند که با نگاهی به رفتار شدیداً نامانای داده‌های واقعی، می‌توان فاصله شدید میان حقایق اقتصادی و نظریات اقتصاد را مشاهده نمود به صورتی که فروض مختلفی مانند فرض ثبات سایر شرایط به ندرت در مدل‌های تجربی تأیید شده‌اند (Boumans, 1999)؛ البته تأکید رویکردهای مختلف اقتصادسنجی بر مبنای قراردادن نظریات اقتصادی دارای فروض محدود، به جای استفاده از داده‌های واقعی اقتصادی که قابلیت بهبود کیفیت و دقت دارند همواره محل پرسش بوده است؛ بنابراین، به صورت کلی می‌توان گفت که هیچ‌یک از رویکردهای نظریه‌محور و داده‌محور به تنهایی توانایی توضیح کامل واقعیت‌های اقتصادی را نداشته‌اند و باید از ویژگی‌های مثبت هر کدام در یک رویکرد یکپارچه و جامع استفاده نمود و در نهایت در کنار این عوامل نتایج پیش‌بینی و شبیه‌سازی‌های سیاستی مدل نیز باید مد نظر قرار گیرند.

عدم تطابق واقعیت‌ها و نظریات اقتصادی (پدیده انتقال مکانی توزیع متغیرها)

در ادبیات روش‌شناسی اقتصادسنجی مصادیق متعددی مبنی بر عدم وجود انطباق میان واقعیت‌ها و نظریات اقتصادی وجود دارد که **هندری و میزون (۲۰۱۴)** به عنوان یکی از مهم‌ترین مطالعات در این حوزه شناخته می‌شود. مبنای اصلی مطالعه مذکور یکسان نبودن توزیع‌های آماری متغیرهای اقتصادی در طول زمان در فضای نامانای واقعی اقتصادی است که از آن با عنوان انتقال‌های مکانی (شیفت) توزیع‌های آماری متغیرهای تصادفی یاد می‌کنند. این شیفت‌ها منجر به تغییر گشتاورهای متغیرهای اقتصادی من جمله میانگین شرطی و واریانس می‌گردد، به صورتی که این گشتاورها می‌توانند برای بازه‌های زمانی مختلف با تغییرات ناگهانی و پایدار مواجه شوند؛ بنابراین، این پدیده می‌تواند منجر به بروز شکست در پایه‌های ریاضی نظریات بهینه‌یابی بین‌دوره‌ای انتظارات عقلایی و همچنین شکست

در پیش‌بینی و شبیه‌سازی سیاستی مدل‌های تصحیح تعادلی در فضای نامانای اقتصادی گردد که هر یک از این موارد در ادامه بررسی خواهد شد. بدین‌منظور، ابتدا در **شکل (۱)** مفهوم انتقال‌های مکانی توزیع‌های آماری به‌صورت شماتیک نمایش داده می‌شود که براساس این شکل مشاهده می‌شود که نمودار سمت راست که با رنگ قرمز نمایش داده شده است، نمایشگر توزیع نرمال برای یک متغیر تصادفی در زمان است؛ اما توزیع آماری آبی رنگ در سمت راست، دارای توزیع آماری از نوع تی استیودنت است که در ادبیات از آن با عنوان توزیع با دنباله فربه^۱ نیز یاد می‌شود و بیشتر برای تحلیل رفتار بازارهای مالی استفاده می‌شود. مدل‌هایی که به‌دنبال توضیح و پیش‌بینی متغیرهای دارای این توزیع آماری هستند، می‌توانند در پیش‌بینی با شکست مواجه شوند که از این شکست در ادبیات اقتصادی با عنوان پدیده «قوی مشکی»^۲ نیز یاد می‌شود که در آن از یک توزیع شناخته شده^۳ رویدادهایی غیرم احتمالی بروز داده است (Taleb, 2007).



شکل (۱): انتقال مکانی توزیع آماری متغیر تصادفی و توزیع t-student

منبع: (Hendry, 2017)

این در حالی است که نمودار سمت راست (رنگ قرمز) که توزیع نرمال متغیر تصادفی در زمان است، می‌تواند در دوره $t + 1$ به‌دلیل بروز یک انتقال مکانی غیرقابل‌انتظار به توزیع نرمال سمت

چپ به رنگ سبز، انتقال یابد؛ بنابراین، در اثر بروز چنین شیفتی در توزیع آماری، میانگین شرطی^۱ دوره جاری با مقدار صفر یک تخمین به شدت ضعیف از میانگین شرطی این متغیر برای دوره $t + 1$ با مقدار محقق شده ۵- خواهد بود. همان طور که مطرح شد، این پدیده آثار مخربی بر روی قانون انتظارات تکراری^۲، بهینه یابی های بین دوره ای^۳، قانون انتظارات عقلایی از منظر پایه های ریاضی و همچنین مدل های تصحیح تعادلی خواهد داشت که در ادامه بررسی خواهند شد. لازم به ذکر است، شیفت های در توزیع می توانند بخشی از شکست در پیش بینی مدل های تعادل عمومی پویای تصادفی انتظارات عقلایی را نیز توضیح دهند، چرا که این مدل ها به وسیله تحمیل فرض مانایی سیستم، اجازه ورود سازوکار شیفت در توزیع آماری را از مدل سلب می کنند؛ البته علی رغم شکست های متعدد در پیش بینی و سیاست گذاری، این دسته از مدل ها کماکان در حال حاضر در بسیاری از بانک های مرکزی جهان مورد استفاده قرار می گیرند که به عنوان نمونه می توان به مدل BEQEM بانک مرکزی انگلستان، اشاره نمود (Hendry & Muellbauer, 2018).

انتظارات عقلایی و بهینه یابی های بین دوره ای در مواجه با شوک انتقال مکانی

فرض کنید که تابع توزیع متغیر تصادفی x_t در زمان t به صورت f_{xt} نمایش داده می شود، پس مقدار انتظاری x_{t+1} به صورت رابطه (۱) به دست خواهد آمد (Hendry, 2017).

$$x_{t+1} = E(x_{t+1} | \mathcal{I}_t) + v_{t+1} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه $E(0)$ به عنوان عملگر انتظارات و $\mathcal{I}_t$ میزان اطلاعات در دسترس تا زمان t است. سپس، فرض می شود که $E(v_{t+1} | \mathcal{I}_t) = 0$ است که این فرض می تواند به اشتباه وجود مقدار انتظاری بدون تورش^۴ از مقادیر آتی x_{t+1} در نظر گرفته شود؛ اما در حقیقت فرمت درست این رابطه به صورت $E_{fx}(v_{t+1} | \mathcal{I}_t) = 0$ است. در این رابطه، هیچ چیزی در زمان حال نمی تواند تضمین کند که شرط $E_{fx_{t+1}}(v_{t+1} | \mathcal{I}_t) = 0$ برقرار باشد، ولی اگر این شرط برقرار بود، مقادیر انتظاری بدون تورش از x_{t+1} وجود دارد، این رابطه از منظر توزیع آماری به صورت رابطه (۲) به دست می آید.

$$E_{fx_{t+1}}(x_{t+1} | \mathcal{I}_t) = \int x_{t+1} f_{x_{t+1}}(x_{t+1} | \mathcal{I}_t) dx_{t+1} \quad \text{رابطه (۲)}$$

مشکل اصلی در این رابطه در دسترس نبودن توزیع آماری دوره آتی در زمان حال یا به عبارتی $f_{x_{t+1}}(x_{t+1} | \mathcal{I}_t)$ است. یک عامل اقتصادی در بهترین حالت می تواند تنها یک انتظارات ملموس

1. Conditional Mean
2. Law of Iterated Expectations
3. Inter-Temporal Optimization Models
4. Unbiased

از توزیع $f_{x_{t+1}}(\cdot)$ را به‌وسیله پیش‌بینی آن توسط $\hat{f}_{x_{t+1}}(\cdot)$ در دوره جاری (t) داشته باشد؛ اما اگر گشتاورهای توزیع $f_{x_{t+1}}(\cdot)$ به هر دلیلی در دوره بعد شیف‌ت کنند، دیگر قاعده مناسبی برای تخمین $\hat{f}_{x_{t+1}}(\cdot)$ وجود نخواهد داشت. در صورت بروز این انتقال مکانی توزیع آماری در دوره بعد، انتخاب پیش‌بینی توزیع دوره بعد به‌صورت $\hat{f}_{x_{t+1}}(\cdot) = f_{x_t}(\cdot)$ دیگر مناسب نخواهد بود؛ بنابراین، عوامل اقتصادی در این شرایط نمی‌توانند اطلاعات توزیع $f_{x_{t+1}}(\cdot)$ را داشته باشند، مگر آنکه به‌صورت برون‌زا و مبتنی بر نظریه فرض شود که توزیع آماری در طول زمان باثبات^۱ بوده است و عوامل اقتصادی نیز نحوه ورود اطلاعات دوره جاری $\mathcal{I}_t$ به تابع انتظارات شرطی دوره بعد را می‌دانند. بنابراین، اگر متغیرهای تصادفی برای دوره‌های مختلف مانند (x_t, x_{t+1}) دارای توزیع‌های آماری یکسان $f_x(\cdot)$ باشند؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$E_{f_x}[E_{f_x}(x_{t+1} | x_t)] = E_{f_x}(x_{t+1}) \quad \text{رابطه (۳)}$$

این رابطه به شکل روابط زیر در قالب انتگرال نوشته می‌شود:

$$E_{f_x}[E_{f_x}(x_{t+1} | x_t)] = \int_{x_t} \left(\int_{x_{t+1}} x_{t+1} f_x(x_{t+1} | x_t) dx_{t+1} \right) f_x(x_t) dx_t \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$= \int_{x_{t+1}} x_{t+1} \left(\int_{x_t} f_x(x_{t+1}, x_t) dx_t \right) dx_{t+1} \quad \text{رابطه (۵)}$$

$$= \int_{x_{t+1}} x_{t+1} f_x(x_{t+1}) dx_{t+1} \quad \text{رابطه (۶)}$$

$$= E_{f_x}[x_{t+1}] \quad \text{رابطه (۷)}$$

بنابراین، بر مبنای این اثبات ریاضی قانون انتظارات تکراری به‌صورت بین‌زمانی برای توزیع آماری $f_x(\cdot)$ که در طول زمان باثبات است، وجود دارد (Hendry & Mizon, 2014) Y اما، اگر توزیع آماری متغیر تصادفی در دو دوره t و $t+1$ مشابه **شکل (۱)**، شیف‌ت کرده و یکسان نباشد، در رابطه (۸) خواهیم داشت:

$$f_{x_t}(x_t) \neq f_{x_{t+1}}(x_t) \quad \text{رابطه (۸)}$$

که این امر مستلزم وجود رابطه (۹) است:

$$E_{f_{x_t}}[E_{f_{x_t}}(x_{t+1} | x_t)] \neq E_{f_{x_{t+1}}}[x_{t+1}] \quad \text{رابطه (۹)}$$

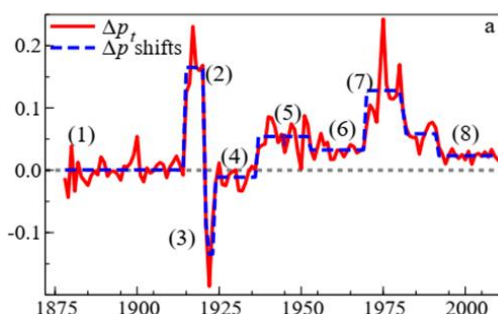
بنابراین، شیف‌ت در توزیع آماری متغیرهای تصادفی در طول زمان می‌تواند منجر به بی‌اعتباری اثبات ریاضی مدل‌های مبتنی بر بهینه‌یابی‌های بین‌زمانی شود (Hendry, 2017)؛ بنابراین، نظریات

اقتصادی مبتنی بر رابطه فوق، همواره فرض عدم وجود هر نوع شکستی در مدل را ضرورتاً با خود به همراه دارند که با در نظر گرفتن این فرض دو نتیجه برای مدل قابل تصور است. نخست، از آنجایی که ساختار مدل دیگر با واقعیت‌های اقتصادی تناسبی ندارد و اصولاً دغدغه مدل‌سازی تنها فروض نظری است، پس این مدل‌ها از منظر مدل‌سازی تجربی کاملاً تهی و بی‌ربط می‌شوند. همچنین، پایه‌های ریاضی این مدل‌ها نیز به دلیل بروز شیفت در توزیع با مشکل مواجه می‌شوند که به تبع آن شکست در پیش‌بینی و شبیه‌سازی‌های سیاستی قابل انتظار خواهد بود؛ البته این مشکل بنیادی تنها مشکل مدل‌های تجربی تعادل عمومی پویای تصادفی نیست و از منظر نظری نیز با معضل بزرگتری مواجه هستند. رفتار عوامل اقتصادی در این دسته از مدل‌ها در چارچوب فروض قانون انتظارات عقلایی و بهینه‌یابی بین‌دوره‌ای فرض می‌شود به‌صورتی که این فروض به تصریح مدل تجربی نیز تحمیل می‌گردد و در فرایند مدل‌سازی تنها به دنبال تحلیل رفتارهای مفروض ذهنی مبتنی بر قانون انتظارات عقلایی هستند. از این رو، مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی از دو نقص رنج می‌برند، نخست، آنکه فروض نادرستی از نظر نظری درباره نحوه رفتار عوامل اقتصادی در مدل در نظر می‌گیرند و همچنین، در زمان مدل‌سازی تجربی و در مواجهه با فضای نامانای واقعیت‌های اقتصادی در پایه‌های ریاضی با شکست مواجه می‌شوند (Hendry & Muellbauer, 2018).

مدل‌های تصحیح خطای تعادلی در مواجهه با شوک انتقال مکانی

در مدل‌های تجربی میانگین شرطی همواره به عنوان یک مقدار تعادلی برای مدل در نظر گرفته می‌شود و در اثر این شیفت در توزیع، این مقدار تعادلی شیفت پیدا می‌کند. از این رو، تمامی مدل‌های مبتنی بر رویکرد تصحیح تعادلی بر اثر این شیفت به صورت نظام‌مند دچار خطا می‌شوند چرا که پیش‌بینی‌ها و شبیه‌سازی‌های آن‌ها به صورتی سیستمی به سمت مقادیر تعادلی که همان میانگین‌های شرطی هستند، بازمی‌گردند. این در حالی است که در واقعیت نامانای اقتصادی شیفت در توزیع رخ می‌دهد و دیگر میانگین قبلی برقرار نیست که بر این مبنا مؤلفه‌های مدل نیز تغییر خواهند کرد (Hendry, 2020). روند متغیر تورم در اقتصاد انگلستان به عنوان نمونه‌ای از شیفت در توزیع در یک متغیر واقعی اقتصاد کلان در شکل (۲) ارائه شده است. این متغیر علی‌رغم اینکه به وسیله گرفتن تغییرات (نرخ رشد سطح عمومی قیمت‌ها) درجه انباشتگی‌اش به $I(0)$ کاهش پیدا کرده است؛ اما میانگین شرطی آن به عنوان یکی از مهم‌ترین گشتاورها در چارچوب مفهوم نامانای جامع‌نگر^۱ دچار شیفت شده است. از آنجایی که این دسته از مدل‌های تصحیح تعادلی امکان در نظر گرفتن این شیفت‌ها را ندارند؛ برای مثال در پاسخ به

یک شوک سیاستی به‌جای بازگشت به تعادل شماره ۴ که در فروض مدل در نظر گرفته شده است، در واقعیت به تعادل جدید شماره ۵ در شکل (۲) که میانگین بالاتری است بازمی‌گردد و با این اتفاق خطای در پیش‌بینی و سیاست‌گذاری اقتصادی بروز می‌دهد (Hendry, 2009).



شکل (۲): نمونه‌ای از شیفت در توزیع آماری متغیر تورم برای کشور انگلستان
منبع: (Hendry, 2015)

بنابراین، در این چارچوب مدل‌هایی که در دسته مدل‌های تصحیح تعادلی جای می‌گیرند از جمله مدل‌های رگرسیونی ساده، سیستم معادلات پویا، مدل‌های خودرگرسیون برداری، خودرگرسیون برداری هم‌انباشته^۱ (CVAR)، مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی و همچنین مدل‌های مخصوص تحلیل نوسانات^۲ مانند، مدل‌های واریانس ناهمسانی شرطی^۳ (ARCH) و الگوهای تعدیل‌شده^۴ آن (GARCH) با مشکلات فوق‌الذکر مواجه می‌گردند (Hendry, 2024). درحقیقت شکست نظام‌مند در پیش‌بینی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین و متداول‌ترین مشکلات تمامی این دسته از مدل‌های تصحیح تعادلی در ادبیات اقتصادسنجی قابل مشاهده است. این مدل‌ها همواره این فرض ضمنی را با خود به‌همراه دارند که میانگین متغیرهای تصادفی شیفت نمی‌کنند و همواره ثابت هستند، به‌صورتی‌که مدل اقتصادی پس از تصحیح خطای ناشی از یک شوک سیاستی به سمت همان میانگین اولیه حرکت می‌کند؛ اما این درحالی است که این اتفاق در فضای نامانای واقعی رخ نمی‌دهد و میانگین مدل شیفت می‌کند و از این‌رو تمام این

1. Cointegrated Vector Autoregressions (CVARs)
2. Volatility Models
3. Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (ARCH)
4. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (GARCH)

مدل‌ها با مشکل پیش‌بینی و خطا در سیاست‌گذاری مواجه می‌شوند.

براساس بخش‌های قبلی مشاهده گردید که هر یک از شاخص‌های ارزیابی نظریات اقتصادی و داده‌های اقتصادی دارای مشکلات جدی هستند؛ پس براین‌اساس در این بخش به بررسی سایر شاخص‌های ارزیابی مدل‌ها من جمله کیفیت پیش‌بینی و شبیه‌سازی‌های سیاستی پرداخته شده است که این دو شاخص نیز به‌تنهایی برای ارزیابی مدل کفایت نخواهند کرد. چراکه، اگر در یک مدل انتقال مکانی رخ دهد ضمن بروز مشکلات مذکور درخصوص عدم تطابق میان نظریات اقتصادی و واقعیت‌های عینی، مدل‌ها از منظر پیش‌بینی و سیاست‌گذاری نیز دچار خطا خواهند شد. از این‌رو می‌توان گفت که عملکرد مناسب یک مدل تجربی در پیش‌بینی، فارغ از سایر ملاک‌ها هرگز نمی‌تواند ارزیابی مناسبی از فرایند مدل‌سازی ارائه نماید و این شاخص باید در کنار سایر شاخص‌ها در نظر گرفته شود (Hendry, 2022). لازم به ذکر است که بسیاری از مدل‌های تجربی اقتصاد کلان که اغلب نظریه‌محور هستند با هدف بررسی آثار سیاست‌های اقتصادی ساخته شده‌اند و حتی زمانی که این متغیرهای نظری از نظر آماری تأیید نمی‌شوند نیز به مدل تحمیل می‌شوند. به‌طور کلی، مدل‌های نظریه‌محور با تحمیل فروض مانایی سیستم و ثبات سایر شرایط از پدیده انتقال مکانی چشم‌پوشی می‌کنند؛ اما در فضای شبیه‌سازی سیاستی که براساس داده‌های واقعی اقتصادی است، در نظر گرفتن این شوک‌ها برای یک رویکرد قدرتمند مدل‌سازی ضروری خواهد بود، چراکه یک مدل تنها زمانی می‌تواند باثبات باشد و از نقد فریش-لوکاس دور بماند که دو شرط زیر را در مواجهه با بروز یک شوک انتقال مکانی تأمین نماید: نخست، باید تمامی متغیرهای محتمل که با متغیرهای توضیحی مدل در ارتباط هستند در تصریح الگو وارد شده باشد یا به‌عبارت دیگر، هیچ‌گونه متغیر در نظر گرفته‌نشده‌ای در تصریح مدل وجود نداشته باشد. علاوه‌براین، نباید هیچ‌گونه شوک انتقال مکانی برای متغیرهای توضیحی مدل وجود داشته باشد که تأمین این شروط الزامات مختلفی خواهد داشت. اولاً، مدل اولیه باید به‌اندازه کافی بزرگ و عمومی باشد که بتواند تمامی متغیرهای محتمل را در خود جای دهد و از تحمیل تنها متغیرهای نظری بدون توجه به سایر متغیرهای محتمل اجتناب شود. ثانیاً، باید تمامی شیفت‌های مکانی متغیرهای موجود در مدل تا زمان حال با استفاده از متغیرهای شاخص مانند و به تصریح مدل اضافه شوند تا بتوان از ثبات مؤلفه‌ای در مدل تا زمان اطمینان حاصل نمود (Johansen & Nielsen, 2009)؛ بنابراین، در صورتی که هر یک از این شروط برقرار نباشند، متغیرهای در نظر گرفته‌نشده می‌توانند عامل ایجاد خطا در تحلیل‌های سیاستی شوند. کستل و هندری (۲۰۱۴) نشان می‌دهند که اگر یک شوک انتقال مکانی در متغیرهای در نظر گرفته‌نشده‌ای که با متغیرهای داخل مدل همبستگی دارند

بروز دهد، می‌تواند کل مدل را با شیفت مواجه نماید که بر اثر این اتفاق عرض از مبدأ و ضرایب تخمین‌زده‌شده مدل نیز شیفت خواهند کرد و دیگر نتایج مورد انتظار شبیه‌سازی سیاستی به‌دست نخواهد آمد. از این‌رو، مؤلفه‌های مدل در پاسخ به شیفت در متغیر سیاست‌گذاری، دچار عدم ثبات مؤلفه‌ای خواهد شد که این امر به معنی شکست در ابربروزن‌زایی نیز خواهد بود؛ البته لازم به ذکر است که تمامی مدل‌ها باید قبل از شبیه‌سازی‌های سیاستی، در آزمون آماری ابربروزن‌زایی تأیید آماری شوند. به‌صورتی که حتی با در نظر گرفتن الگویی جامع که تمامی متغیرهای مبتنی بر نظریه، روابط غیرخطی، شیفت‌های مکانی و غیره را در خود جای می‌دهد نیز باید این آزمون ابربروزن‌زایی به‌صورت سخت‌گیرانه‌ای صورت پذیرد تا از اینکه اگر سیاست‌های اقتصادی پیشنهادی اجرا گردد، مدل دچار عدم ثبات مؤلفه‌ای نمی‌شود و ساختار مدل نسبت به آن شوک استوار^۱ است، اطمینان حاصل نمود. ذکر این نکته حائز اهمیت است که اگر شیفت در مؤلفه‌های مدل‌های با مشکل عدم ثبات مؤلفه‌ای رخ دهد، ممکن است خطای در پیش‌بینی صورت نگیرد؛ اما در شبیه‌سازی سیاستی حتماً نقد فریش-لوکاس برقرار خواهد بود؛ اما اگر شروط ابربروزن‌زایی برای متغیرهای سیاستی برقرار باشد، این خطا قابل اجتناب است. انواع برون‌زایی ضعیف و ابربروزن‌زایی در الگوهای تجربی قابلیت آزمون آماری دارند و به‌جای تحمیل آن‌ها به‌صورت پیش فرض به مدل باید بخشی از فرایند مدل‌سازی تجربی در یک رویکرد اقتصادسنجی کامل و قوی باشند (Castle, Shephard, Hendry, & Martinez, 2017; Engle, Hendry, & Richard, 1983). همچنین، در مدل‌سازی کیفیت پیشنهادات سیاستی مدل نیز باید براساس واقعیت‌های اقتصادی و نه نتایج موردانتظار نظریه تحمیل‌شده، مورد ارزیابی قرار گیرد. در نتیجه، کیفیت مناسب پیش‌بینی و سیاست‌های اقتصادی یک مدل نیز به‌تنهایی نمی‌تواند شاخص مناسبی برای ارزیابی مدل‌های تجربی باشند؛

بنابراین، هیچ‌یک از ۴ شاخص ارزیابی به‌تنهایی توانایی تعیین بهترین مدل اقتصادسنجی برای مدل‌سازی تجربی را ندارند و ضرورتاً یک رویکرد جامع که توانایی در نظر گرفتن تمامی ملاحظات نظریات اقتصاد کلان و داده‌های اقتصادی را در یک بستر یکپارچه محیا کند و امکان ارزیابی کیفیت پیش‌بینی و شبیه‌سازی‌های سیاستی را به‌صورت هم‌زمان داشته باشد، مورد نیاز خواهد بود که رویکرد کل‌به‌جزء خودکار یا اتومتریکس به‌عنوان رویکردی جامع که توانایی در نظر گرفتن تمامی این ملاحظات را دارد، معرفی می‌گردد.

مدل سازی به روش کل به جزء خود کار (اتومتریکس)

در این بخش ابتدا ضمن تعیین نقش نظریه در مدل سازی، اهمیت ورود اطلاعات ناشی از داده ها مانند شکست های ساختاری، وقفه ها و غیره به همراه چالش های ناشی از آن در چارچوب این رویکرد جامع مطرح می گردد. داده های اقتصاد کلان در طول تاریخ و برای اقتصادهای جهان همواره با نوسانات شدیدی همراه بوده اند، و این امر تنها در مقاطع تاریخی قدیمی برقرار نبوده و در دوران نوین نیز شوک های غیرمنتظره شدیدی مانند بحران کرونا یا بحران مالی ۲۰۰۸ در اقتصادهای توسعه یافته و در حال توسعه قابل مشاهده است؛ اما همان طور که مطرح شد، نظریات اقتصادی این شوک ها را درون خود جای نمی دهند و توانایی توضیح آن ها را ندارند، پس اگر در فرایند مدل سازی تمام نظریات موجود در ادبیات در کنار سایر متغیرهای مبتنی بر داده های اقتصادی مدنظر قرار گیرند، می توان انتظار داشت که هرکدام بتوانند در توضیح بخشی از رفتار این شوک ها کمک کنند. تعریف نقش نظریات اقتصادی در فرایند مدل سازی از منظر میزان تأثیرگذاری آن ها بر نتیجه نهایی مدل بسیار حائز اهمیت است. چراکه نظریات اقتصادی درحقیقت مدلهایی ذهنی از نحوه رفتار عوامل اقتصادی ارائه می دهند که عموماً در حال بهینه سازی براساس قیود مختلفی مانند بودجه یا اطلاعات هستند. این نظریات عموماً وجود «حالت باثبات» را در یک فضای غیرتصادفی و یا تصادفی مانا فرض می کنند و همواره شرط «ثبات سایر شرایط» را حتی به صورت ضمنی با خود به همراه دارند. همچنین، نظریات اقتصاد کلان برای توضیح رفتارهای جمعی، رفتارهای بهینه فردی را به رفتارهای جمعی تسری می دهند که این امر می تواند منجر به خطای ترکیب شود؛ زیرا، زمانی که تمامی افراد یک جامعه تصمیمی که برای یک فرد به تنهایی بهینه است را به صورت همزمان انجام می دهند، الزاماً منتج به بهینه جمعی نمی گردد؛ برای نمونه می توان به رفتار راننده های در ترافیک اشاره نمود که وقتی یک باند از جاده باز می شود، تمامی این افراد براساس بهینه یابی فردی خود به طور همزمان به آن مسیر می روند که در نتیجه این کار جمعی، آن مسیر بسته خواهد شد و دیگر این رفتار برای همه بهینه نخواهد بود؛ بنابراین، برای تحلیل رفتار جمعی باید عوامل اقتصادی فردی ناهمگن که دارای توابع بهینه یابی متفاوت هستند، به مدل وارد شوند که به عنوان مصداق از این ناهمگنی می توان به رفتار خریداران و فروشندگان که تضاد منافع دارند و جمع پذیر نیستند، اشاره نمود. علاوه بر این، میزان ثروت های این عوامل اقتصادی ناهمگن ممکن است در طول زمان و به صورت دفعی شیفت کند که این پدیده نیز باید در مدل سازی لحاظ گردد. مثال کلاسیک این موضوع با عنوان تناقض خست و خطای ترکیب توسط کینز در انقلاب کینزی مطرح شده است (Keynes, 1936).

بنابراین، فرایند مدل‌سازی در اقتصادسنجی تنها تخمین آماری مدل‌های ازپیش‌تصریح‌شده مبتنی بر نظریات اقتصادی نیست بلکه در این فرایند باید از تمامی نظریات اقتصادی مختلف موجود به منظور ساخت یک مدل نهایی که با داده‌های اقتصادی «تطابق»^۱ حداکثری دارد، استفاده شود. نظریات اقتصادی به‌تنهایی بسیار ذهنی و محدودتر از آن هستند که توانایی توضیح فرایند تولید داده را داشته باشند؛ اما اگر نظریات اقتصادی متفاوت به‌طور همزمان وارد یک مدل نامقید عمومی شوند، آن‌گاه هر یک این نظریات مختلف می‌توانند بخشی از واقعیات اقتصادی را توضیح دهند و شانس درنظرگرفتن فرایند تولید داده را بالاتر ببرند؛ اما درکنار این نظریات اقتصادی باید حقایق مسلم تجربی که در داده‌های آماری دیده می‌شوند نیز در فرایند الگوسازی درنظرگرفته شوند؛ بنابراین، همواره باید میزان توانایی مدل‌ها در توضیح واقعیات اقتصادی به‌عنوان مهم‌ترین بخش فرایند مدل‌سازی درنظرگرفته شود به‌صورتی‌که اگر در هر یک از این مراحل، تصریح مدل با واقعیات‌های اقتصادی منطبق نبود، ضمن حذف آن بتوان یک مدل جدید به‌عنوان مدل جایگزین معرفی گردد. مدل‌های نظریه‌محور اغلب تصریح مبتنی بر تئوری خود را مستقیماً تخمین می‌زنند که تا حد امکان از «تورش‌های ناشی از انتخاب مدل»^۲ به‌دور باشند. این راهکار درصورتی‌که نظریه اقتصادی که به‌کار گرفته شده است کامل و درست باشد، بسیار مناسب است؛ اما، اگر این نظریات ویژگی‌های مذکور را تأمین ننمایند، این راهکار می‌تواند شدیداً خطاساز باشد؛ بنابراین، **هندری و جوهانسن (۲۰۱۵)** در چارچوب رویکرد اتومتریکس ثابت می‌کنند که می‌توان از بروز تورش انتخاب مدل و تحمیل یک نظریه خاص به مدل به‌صورت همزمان اجتناب نمود. در این رویکرد باید در تصریح اولیه مدل به‌جای ورود تنها n متغیر برون‌زای مبتنی بر نظریه که با (x_t) نمایش داده می‌شوند، k متغیر (v_t) که توانایی توضیح‌دهندگی بالقوه در مدل را دارند و جزو متغیرهای نظری نیستند نیز در کنار n متغیر نظری به مدل اولیه وارد شوند. در این روش متغیرهای x_t و v_t به‌عنوان متغیرهای توضیحی مدل خواهند بود به‌صورتی‌که متغیرهای v_t نسبت به x_t عمود^۳ درنظرگرفته می‌شوند که با این کار متغیرهای مبتنی بر نظریه (x_t) می‌توانند با توزیع مؤلفه‌ای مشابه تخمین مدلی که تنها متغیرهای نظری در آن حضور دارند، تخمین زده شوند و این تخمین خارج از فرایند انتخاب مدل صورت می‌گیرد؛ بنابراین، با این کار هم تورش انتخاب مدل از فرایند مدل‌سازی حذف می‌گردد و هم متغیرهای یک نظریه خاص به مدل تحمیل نمی‌شوند. از طرف دیگر، اگر هر کدام از متغیرهای غیرنظری (v_t) در این مدل نامقید عمومی از

1. Match
2. Model-Selection Biases
3. Orthogonalized

نظر آماری و براساس داده‌های اقتصاد مورد مطالعه معنی‌دار باشند، دیگر در نظر نگرفتن آن‌ها خطاساز خواهد بود. از این‌رو، در رویکرد اتومتریکس با وارد کردن این متغیرها به مدل نامقید عمومی به‌عنوان اولین مرحله مدل‌سازی از بروز خطای تصریح در مدل‌سازی جلوگیری می‌شود و مدل دیگر دچار تصریح ناقص نخواهد بود.^۱ در این چارچوب می‌توان گفت که این روش در حقیقت یک روش آماری توسعه یافته از مفهوم شمولیت است که در کنار حفظ متغیرهای مبتنی بر نظریه و بدون تحمیل آن‌ها به مدل، تمامی متغیرهای محتمل مبتنی بر داده‌های اقتصادی را نیز به مدل وارد می‌کند (Mizon & Richard, 1986; Pesaran, 1974)؛ بنابراین، این رویکرد توانسته است رویکردهای نظریه‌محور و داده‌محور را با هم ادغام کرده و ضمن استفاده از مزایای هر کدام، مشکلاتشان را نیز کنار بگذارد؛ البته چون مدل اولیه در این روش بسیار بزرگ و عمومی است؛ بنابراین تعداد متغیرها از مشاهدات می‌تواند بیشتر شوند ($N > T$) که روش‌های تخمین و مواجهه با این پدیده به‌عنوان یکی از چالش‌های این رویکرد خود را به نمایش می‌گذارد.

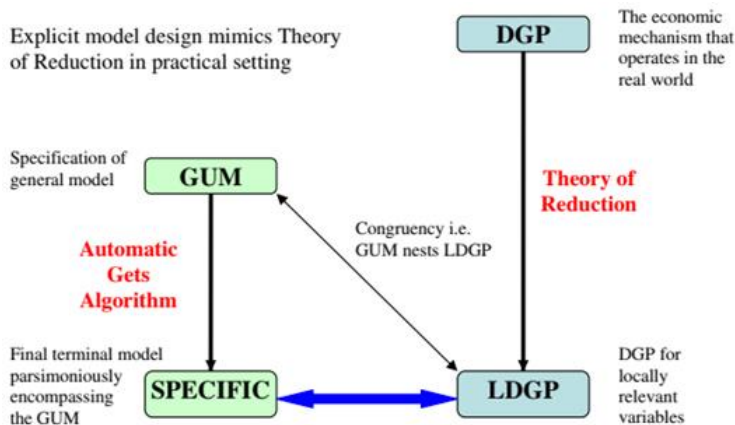
از این‌رو، رویکرد کل به جزء خودکار فرایند مدل‌سازی خود را با ساخت یک مدل نامقید عمومی اولیه آغاز می‌کند که با این کار بتواند تمامی متغیرهای نظری و مبتنی بر داده را در مدل وارد نماید. هدف اصلی از ساخت چنین مدل بزرگی دستیابی به یک مدل متجانس از فرایند تولید داده اقتصاد مورد مطالعه است. مدل نامقید عمومی باید قابلیت در نظر گرفتن تمامی مشاهدات، یافته‌های سایر مطالعات گذشته، نظریات اقتصادی رقیب، اطلاعات نهادی و ... را داشته باشد. از جمله این متغیرهای مبتنی بر داده می‌توان به اطلاعاتی مانند متغیرهای پیشنهادی نظریات مختلف، تمام وقفه‌های متغیرها، شکست‌های ساختاری، روابط غیرخطی و روندهای قطعی و تصادفی اشاره نمود که این امر عامل تمایز این رویکرد با رویکردهای جزء به کل است. در گام بعدی، متغیرهای مازاد مدل در چارچوب یک الگوریتم جستجوی خودکار و براساس شاخص‌های آماری حذف خواهند شد تا بتوان به مدل نهایی که ۳ ویژگی آماری تجانس، خست و شمولیت را داراست، دست یافت که از این فرایند حذفی با عنوان فرایند تقلیل آماری یاد می‌شود (Doornik, 2009). در نتیجه، در مدل نهایی تنها متغیرهایی باقی خواهند ماند که در تمامی آزمون‌های آماری این فرایند جستجو از نظر آماری در سطوح پایین معنی‌داری (برای نمونه ۱٪) رد نشده‌اند. در حقیقت، این رویکرد فقط به دنبال تخمین مدلی با تصریح از پیش تعیین شده نظری نیست بلکه هدف اصلی آن ایجاد یک فرایند علمی جدید برای انتخاب یک مدل نهایی با بیشترین میزان انطباق با فرایند تولید داده اقتصاد مورد مطالعه است. پس بدین منظور

از تمامی اطلاعات موجود در دسترس من جمله نظریات اقتصادی مختلف و رقیب، داده‌های اقتصادی واقعی و روش‌های آماری متنوع استفاده می‌کند.

فرایند تقلیل و دستیابی به مدل متجانس

در اینجا پرسش محوری چنین مطرح می‌شود که معنی «تطابق» یک مدل تجربی نظری با داده‌های اقتصادی چیست یا به عبارت دیگر میزان انطباق مدل با فرایند تولید داده اقتصاد مورد مطالعه که شناخت آن هدف نهایی در مدل‌سازی است، به چه میزان است. در ادبیات اقتصادسنجی راه‌حل‌های متنوعی برای پاسخ به این مسئله وجود دارد؛ اما در این جا تنها به نظریه تقلیل پرداخته خواهد شد. **هندری (۱۹۹۵)** سه نوع تعریف از مفهوم «شناسایی» ارائه می‌دهد که اولین آن شناسایی به مثابه «یافتن راه‌حل یکتا^۱ ریاضی» است که بیشتر در رویکرد معادلات همزمان مورد استفاده قرار می‌گیرد و به صورت مصنوعی هم قابل دستیابی است. دوم، شناسایی توصیفی^۲ با در نظر گرفتن این پرسش ضمنی است که آیا مثلاً مدل توانسته تابع تقاضا را شناسایی کند یا خیر؟ در نهایت، شناسایی الگو مبتنی بر انطباق آن با واقعیت‌های اقتصادی است که این امر می‌تواند با آزمون آماری انجام شود. از آنجایی که فرایند تولید داده برای فرایندهای نامانا بسیار گسترده و پیچیده است؛ بنابراین فرایند تقلیل را می‌توان حذف متغیرهایی تعریف نمود که توان توضیح‌دهندگی حداقلی این فرایند تولید داده را ندارند. پس مدل به دست آمده از این فرایند اگر به درستی کار کند می‌تواند تصویر مناسبی از فرایند تولید داده ارائه کند، ولی در غیر این صورت می‌توان گفت که مدل مناسبی انتخاب نشده است. از این رو، باید بخش زیادی از تصریح مدل در فرایند مدل‌سازی تجربی براساس داده‌های واقعی انجام شود و تنها به یک نظریه اقتصادی خاص اکتفا نشود. در چارچوب ادبیات نظریه تقلیل، هر یک از مدل‌های تصریح شده براساس نظریات اقتصادی به نوعی یک تقلیل فرایند تولید داده به متغیرهای پیشنهادی آن نظریه است و در این فرایند محدودیت‌های نظری درباره علائم انتظاری ضرایب متغیرها نیز می‌تواند وجود داشته باشد به صورتی که تنها به علائم مثبت اجازه ورود به مدل داده شود؛ به عنوان نمونه، در مدل‌های خودرگرسیون برداری با استفاده از روش محدودیت علائم ضرایب^۳ که یکی از روش‌های شناسایی است، اجازه منفی یا مثبت شدن ضریب یک متغیر خاص داده نمی‌شود که یکی از مصادیق آن جلوگیری از بروز ضریب مثبت بین تورم و بهره است که از آن با عنوان «جورچین پولی» یاد می‌شود (Uhlig, 2005).

1. Uniqueness
2. Interpretation
3. Sign Restriction Method



شکل (۳): فرایند مدل‌سازی اتومتریکس با استفاده از نظریه تقلیل: دستیابی به مدل نهایی براساس فرایند تولید داده محلی و مدل نامقید عمومی
منبع: (Hendry & Doornik, 2014)

مطابق شکل (۳)، هر ترکیبی از متغیرهای یک نظریه اقتصادی خاص یک فرایند تولید داده محلی را در مقابل فرایند تولید داده اصلی واقعیتهای اقتصادی، تشکیل می‌دهد. درحقیقت، این فرایند تولید داده محلی از حذف سایر متغیرهای محتمل توضیح‌دهنده فرایند تولید داده و تحمیل یک فرم تصریح مخصوص به آن شکل می‌گیرد که از آن با عنوان فرایند تقلیل یاد می‌شود؛ البته بعضی از این فرایندهای تولید داده محلی می‌توانند یک تخمین بسیار ضعیف از فرایند تولید داده واقعی ارائه دهند که عدم توجه به این مشکل می‌تواند بسیار چالش‌برانگیز و خطاساز باشد. این در حالی است که اگر یک نظریه اقتصادی خاص، نوع روابط بین متغیرهای انتخابی را نیز در تصریح خود محدود نماید، یک خطای تصریح دیگر نیز به مدل اضافه می‌نماید و این مدل جدید به مراتب تصویر ضعیف‌تری نسبت به مدل اولیه محدودنشده از فرایند تولید داده ارائه خواهد نمود. چراکه روابط بین متغیرهای موجود در تصریح فرایند تولید داده محلی اولیه براساس داده‌های واقعی اقتصادی تخمین زده می‌شوند و با تحمیل ضرایب مورد انتظار نظری به مدل مانند مثبت نشدن رابطه پول و قیمت، باعث می‌شود که دیگر واقعیتهای عینی ملاک عمل نباشد و فاصله مدل با داده‌های اقتصادی بیشتر خواهد شد (Hendry, 2015).

به‌صورت کلی، اگر مبنای انتخاب متغیرها، نوع روابط و علائم انتظاری مؤلفه‌ها در فرایند مدل‌سازی تنها نظریات اقتصادی باشد (رویکرد نظریه‌محور) باز هم از آنجایی که تخمین این مدل به‌صورت آماری صورت

می‌گیرد، این فرایند نهایتاً یک فرایند حذفی و سلبی خواهد بود. فقط در این جا دیگر ویژگی‌های خاص داده‌های اقتصادی و نظریات رقیب مبنای حذف متغیرها نیست بلکه آزمون آماری وجود علامت انتظاری یک نظریه خاص در مدل مبنای حذف خواهد بود به‌صورتی که برای مثال آیا براساس داده‌های واقعی ضریب حجم پول و تورم مثبت بوده است و یا خیر؟ البته لازم به ذکر است که این فرایند حذفی به‌صورت تاریخی و غیرمستقیم در ادبیات نظریات اقتصادی نیز قابل مشاهده است چراکه با حذف متغیرهایی که در یک برهه خاص تاریخی محتمل به نظر نمی‌رسیدند، اندیشمندان یک نظریه اقتصادی جدید را شکل می‌دادند که ماهیت این فرایند حذف متغیرهای محتمل نظریات اقتصاد کلان در یک نظریه خاص برای پژوهشگران هرگز شفاف نبوده است. به عبارت دیگر، دلیل اینکه یک نظریه خاص اقتصادی از تعداد زیادی متغیر محتمل برای توضیح جریان علیّ خود چشم‌پوشی می‌کند و تنها بر تعداد خاصی تأکید می‌کند، هرگز مشخص نیست؛ اما به‌طور کلی می‌توان گفت حتی خود نظریات ذهنی اقتصادی نیز در طول تاریخ با یک روش حذفی و به نوعی تقلیل ایجاد شده‌اند (Hendry & Doornik, 2014).

لازم به ذکر است، فرایندهای تولید داده محلی همواره بیشترین اطلاعات ممکن از متغیرها و تصریح خاص خود را ارائه می‌دهند؛ بنابراین، همواره هدف اصلی در فرایند «انتخاب مدل» یافتن بهترین فرایند تولید داده محلی خواهد بود که بدین‌منظور باید میزان انطباق تمام نظریات اقتصادی رقیب با واقعیت‌های اقتصادی در فرایند جستجو و انتخاب مدل مورد آزمون آماری قرار گیرند. پس بر این اساس تنها در صورتی یک فرایند تولید داده محلی تصویری ضعیف از فرایند تولید داده «مادر» نیست که با داده‌های واقعی اقتصادی انطباق حداکثری داشته باشد، که این میزان انطباق به‌وسیله شاخص تجانس آزمون آماری می‌شود (Hendry & Doornik, 2014). در ادبیات اقتصادسنجی، میزان انطباق مدل تخمین‌زده‌شده با فرایند تولید داده با آزمون‌های آماری زیادی قابل بررسی است و این آزمون‌ها در بسیاری از مطالعات تجربی به سادگی تأیید نمی‌شوند و عدم آگاهی پژوهشگران از دلایل رد شدن این آزمون‌ها همواره یکی از مهم‌ترین مشکلات ادبیات مدل‌سازی به حساب می‌آید. برای حل این مشکل، رویکرد مدرسه اقتصادی لندن راه‌حل مشخصی ارائه می‌کند که اگر مدل اولیه به‌اندازه کافی جامع و کامل باشد، می‌توان انتظار داشت که آزمون‌های آماری تطابق مدل با فرایند تولید داده به‌سرعت رد نشوند (Hendry & Mizon, 2014). از این‌رو براساس شکل (۳)، مدل نامقید عمومی در اصل یک فرایند تولید داده محلی است که می‌تواند تمامی نظریات رقیب، وقفه‌های متغیرها، نرخ رشد‌های متغیرها، روندهای قطعی و تصادفی، شاخص‌ها، روابط غیرخطی و غیره را در خود جای داده و براساس یک الگوریتم حذفی خودکار که مبتنی بر آزمون‌های آماری است به یک مدل نهایی متجانس دست یابد. در

آخرین مرحله این متغیرهای باقیمانده پس از تأیید آماری آزمون‌های تشخیصی، می‌توانند در چارچوب مدل‌های خودرگرسیون برداری یا تصحیح خطای برداری برای اهداف پیش‌بینی و شبیه‌سازی مورد استفاده قرار گیرند؛ بنابراین، از آنجایی که در این رویکرد تمامی متغیرهای نظری و مبتنی بر داده در مدل نامقید عمومی اولیه دیده شده است، احتمال اینکه فرایند تولید داده در مدل نهایی قرار گیرد در بالاترین سطح خود قرار می‌گیرد. یک مدل نامقید عمومی بر خلاف مدل‌های ساده دارای تعداد زیادی متغیر خواهد بود که فرم کلی آن در رابطه زیر قابل مشاهده است. لازم به ذکر است که متغیرهای نظری (x_t) و متغیرهای مبتنی بر داده (v_t) در قالب $Z_{i,t}$ وارد مدل می‌شوند.

$$y_t = \sum_{i=1}^N \beta_i Z_{i,t} + \varepsilon_t \quad \text{رابطه (۱۰)}$$

در این رابطه تعداد متغیرهای توضیحی ($N = n + k$) می‌تواند تعدادی بالا و بیشتر از مشاهدات داشته باشد. این ویژگی می‌تواند کمک شایان توجهی در نزدیک کردن مدل به واقعیت‌های اقتصادی و در نظر گرفتن تمامی متغیرهای احتمالی نماید.

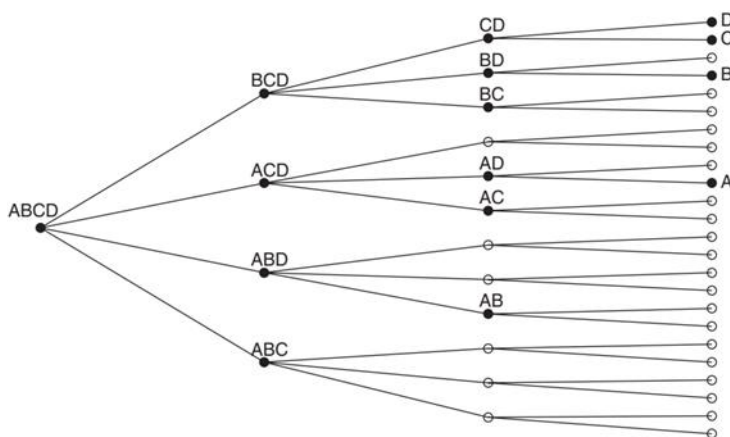
حال باید از این مدل اولیه بزرگ به سمت یک مدل نهایی با ۳ ویژگی خست، تجانس و شمولیت حرکت نمود که بدین منظور از الگوریتم انتخاب مدل استفاده می‌شود. انتخاب مدل یک فرایند جستجوی تکرارشونده است که می‌تواند به چندین روش صورت پذیرد که شامل روش جستجوی تک‌مسیره^۱، چندمسیره و روش جستجوی درختی می‌شود که در شکل (۴) نمایش داده شده است. در این روش جستجو از آزمون‌های آماری متعددی مانند آزمون تی استیودنت برای حذف متغیرهای تکی در تحلیل‌های دوبه‌دو، آزمون‌های F برای حذف سیستمی مسیره‌ها^۲، آزمون آماری شمولیت، شاخص‌های اطلاعاتی مانند شاخص اطلاعات شوارتز و... برای تعیین نقاط شکست^۳ جستجو و آزمون‌های تشخیصی استفاده می‌شوند که از جمله این آزمون‌های تشخیصی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود (Hendry & Doornik, 2014).

- آزمون خودهمبستگی (Godfrey, 1978; Harvey & Phillips, 1981)
- آزمون واریانس ناهمسانی (White, 1980)
- آزمون واریانس ناهمسانی شرطی (ARCH) (Engle, 1982)
- آزمون نرمال بودن جملات خطا (Doornik & Hansen, 2008; Jarque & Bera, 1979)
- آزمون ثبات پارامتری داخل نمونه‌ای (Chow, 1960)

1. Single Path Search Algorithm
2. Path
3. Tiebreaker

● آزمون ثبات پارامتری خارج نمونه به‌عنوان راهکار اختیاری

نمونه‌ای از درختچه جستجو^۱ با فرض وجود ۴ متغیر (A, B, C, D) در مدل نامقید عمومی براساس مطالعه دورنیک و هندری (۲۰۱۸) در شکل (۴) ارائه شده است. در این چارچوب تمامی متغیرهای مختلف من جمله سطوح متغیرهای نظری (Y_t) ، نرخ رشد متغیرها (Δy_t) ، نرخ رشد دوم متغیرها $(\Delta^2 y_t)$ ، تمامی وقفه‌های متغیرها، متغیرهای دامی، شاخص‌ها (IIS, SIS) ، روندهای تصادفی و قطعی، روابط غیرخطی و در مدل اولیه عمومی وارد می‌شوند.



شکل (۴): درختچه جستجو: مدل‌های یکنای یک مدل نامقید عمومی با چهار متغیر (A, B, C, D)
منبع: (Doornik, 2009; Hendry & Doornik, 2014)

براساس این فرایند جستجو، تمامی متغیرها باید به‌صورت دوبه‌دو و سیستمی براساس شاخص‌های آماری مانند شاخص شوارتز، شاخص اطلاعات آکاییک، آزمون F و آزمون تی استیودنت و آزمون‌های تشخیصی در سطوح پایین معنی‌داری (حدود ۱ درصد) آزمون شوند. براساس این الگوریتم تمامی متغیرهایی که از آزمون‌های آماری رد نشده‌اند، برای الگوی نهایی انتخاب می‌شوند. لازم به ذکر است که در این رویکرد تنها N متغیر انتخاب می‌شوند و هرگز هدف از این جستجو یافتن بهترین مدل نیست که با این کار از بروز خطاهای متعددی من جمله خطای بیش برآزش جلوگیری می‌شود. علاوه‌براین، متغیرهای نظری نیز می‌توانند نسبت به سایر متغیرها به‌صورت غیرقابل حذف در نظر

گرفته شوند و سایر متغیرهای توضیحی در سطوح پایین معنی داری (۱ درصد) به وسیله رایانه آزمون شوند (Doornik, 2009; Doornik & Hendry, 2018; Hendry, 2015). لازم به ذکر است که جزئیات فنی الگوریتم‌های جستجو گسترده است و نیاز به پژوهشی مجزا دارد (Castle & Shephard, 2009; Hendry & Krolzig, 2005; Hoover & Perez, 1999, 2000).

در این چارچوب زمانی می‌توان گفت که فرایند تقلیل به‌درستی انجام شده است که مدل نهایی بتواند ۶ ویژگی زیر را تأمین نماید. درحقیقت، متغیرهایی که در فرایند حذف و تقلیل از نظر آماری معنی‌دار بوده و باقی مانده‌اند، باید شاخص‌های زیر را تأمین کنند تا بتوان از آن‌ها به‌عنوان یک نمایش مناسب از فرایند تولید داده یاد کرد.

۱- واریانس همسانی^۱ جملات خطا (ε_t).

۲- برون‌زا بودن متغیرهای توضیح‌دهنده (Z_t).

۳- ثبات^۲ پارامتری و عدم تغییر^۳ آن در پاسخ به شوک‌های متغیرهای توضیحی (β).

۴- سازگاری مدل نهایی با نظریات اقتصادی یا به عبارتی وجود ساختار شناسایی شده^۴ مبتنی بر نظریه در مدل نهایی.

۵- انطباق با داده‌های استاندارد که براساس مشاهدات دقیق به‌دست آمده باشد.

۶- توانایی توضیح نتایج مدل‌های رقیب قدیمی که با عنوان آزمون شمولیت نیز شناخته می‌شود. در ادامه به توضیح هر یک از این موارد به‌صورت تفصیلی پرداخته خواهد شد.

۱- زمانی که واریانس جملات خطا در تمامی مشاهدات و طول زمان ثابت و معادل $E[\varepsilon_t^2]$ باشد، مدل دارای ویژگی واریانس همسانی خواهد بود. همچنین، جملات خطا دارای یک فرایند نوآورانه^۵ خواهند بود، اگر شرط $E[\varepsilon_t \varepsilon_s] = 0, \forall t \neq s$ برقرار باشد که در این صورت از این فرایند با عنوان دنباله تفاضلی مارتینگل^۶ یاد می‌شود که دیگر خودهمبسته^۷ نیست.

۲- تمامی متغیرهای توضیحی و یا ابزاری باید نسبت به متغیر وابسته برون‌زای ضعیف باشند تا مدل قابل تخمین باشد و این آزمون برون‌زایی متغیرها باید خارج از فرایند تخمین مدل صورت

1. Homoscedastic
2. Constant, Invariant Parameters
3. Invariant
4. Identified Structures
5. Innovation Process
6. Martingale
7. Auto-Correlated

پذیرد. جهت مطالعه کامل تر می‌توان به انگل و همکاران (۱۹۸۳) که نخستین بار اقدام به تعریف انواع برون‌زایی کردند و هندری (۱۹۹۵) که در فضای نامانا همان مفاهیم را به کار برده است، مراجعه نمود.

۳- در صورتی که در نمونه‌های مختلف از جامعه پارامتر مدل تغییر نکند، مدل دارای مؤلفه‌های باثبات^۱ خواهد بود. ولی اگر در پاسخ به شوک متغیر توضیحی مؤلفه‌ها دچار تغییر نشوند، می‌توان گفت که مؤلفه‌های مدل ثابت^۲ و یا بدون تغییر بوده‌اند؛ بنابراین، عدم تغییر مؤلفه‌ها در پاسخ به تغییر در فرایند تولید داده متغیرهای شرطی، بدین معنی است که در پاسخ به شیفتهای مکانی در متغیرهای توضیحی، مؤلفه‌های مدل ثابت بوده‌اند و در این شرایط نقد فریش-لوکاس رد می‌شود.

اگر مدلی سه شرط اول فوق‌الذکر را تأمین نماید از آن با عنوان مدل متجانس یاد می‌شود. این مفهوم تجانس از مثلثات اقتباس شده است به صورتی که اگر دو ضلع در دو مثلث دقیقاً مشابه باشند، آن دو مثلث متجانس شناخته می‌شوند؛ اما اگر تحلیل از فضای دوبعدی به فضای سه‌بعدی انتقال یابد یک مثلث تنها یک ضلع از یک هرم است که این موضوع منجر به بروز نتایج متفاوت خواهد شد. به صورتی که یک مدل متجانس از منازری که بررسی شده مشابه فرایند تولید داده است؛ اما از منازر دیگری (شروط ۴ الی ۶) مانند سایر وجوه هرم، می‌تواند متمایز باشد که در این صورت باید سایر شروط نیز بررسی شوند؛ بنابراین، مدل می‌تواند از وجوهی که باقی مانده است مشابه فرایند تولید داده نباشد که در این صورت دیگر از آن با عنوان یک مدل خوب نمی‌توان یاد کرد که این ویژگی‌های مازاد شامل موارد زیر می‌شوند (Hendry & Doornik, 2014).

۴- مدل باید یک سیستم معادلات ثابت^۳ داشته باشد؛ یا به عبارتی باید با نظریه‌های اقتصادی سازگار باشد یا نتایج شبیه‌سازی مدل باید با نتایج انتظاری نظری تطابق داشته باشد. همچنین، مدل باید قابلیت شناسایی به معنی داشتن مؤلفه‌های یکتا، را نیز تأمین نماید.

۵- یک مدل زمانی از منظر داده‌هایش قابل پذیرش و استاندارد است که مقادیر غیرممکن تولید نکند که به عنوان مثال می‌توان گفت که یک مدل برای نرخ بیکاری نباید مقادیر منفی تخمین بزند. داده‌های مورد استفاده در بسیاری از الگوها دچار خطای در روش جمع‌آوری و یا دسته‌بندی هستند. علاوه بر این، داده‌ها از منظر فرکانس زمانی (روزانه، ماهانه، فصلی) و یا نوع عوامل اقتصادی مانند خانوارها و بنگاه‌ها که ذاتاً ناهمگن هستند، به صورت تجمیع شده و همگن گزارش می‌شوند. به صورتی که مثلاً تنها داده‌های فصلی مصرف یک خانوار به عنوان عامل اقتصادی نماینده در مدل

1. Constant
2. Invariant
3. Invariant System

در دسترس قرار می‌گیرد که این امر خطاساز خواهد بود.

۶- از آنجایی که همواره برای توضیح پدیده‌های اقتصادی یک رقابت جهانی وجود دارد، اگر یک مدل‌ساز فرایند تولید داده را به‌دست آورده باشد؛ باید بتواند یافته‌های مسجل سایر مدل‌ها تا آن تاریخ را نیز بازتولید کند که از این موضوع در ادبیات اقتصادسنجی با عنوان آزمون شمولیت یاد می‌شود. براساس این اصل، مدل باید نتایج تمامی مدل‌های رقیب را در خود جای دهد؛ زیرا ادعا دارد که بهترین تخمین ممکن از فرایند تولید داده را به‌دست آورده است.

بنابراین از منظر روش‌شناسی، مدل‌سازی تجربی را می‌توان به معنی کشف مدل‌هایی با روابط پایدار و میزان انطباق بالا با فرایند تولید داده و رد سایر مدل‌های ممکن تعریف نمود که در این فرایند ساخت و حذف مدل‌های متعدد ضروری است. از این‌رو، تمامی مدل‌های پیشنهادی در دسترس باید در فرایند مدل‌سازی براساس آزمون تجانس مورد ارزیابی قرار گیرند تا میزان تطابق هر یک از آن‌ها با واقعیت‌های اقتصادی مشخص گردد؛ که بدین‌منظور ۶ مرحله بخش قبل باید تحت فرضیه‌های صفر^۱ به‌صورت زیر آزمون آماری شوند:

الف) وجود اجزای خطای با واریانس همسان و غیر خودهمبسته باید براساس آزمون‌های تشخیصی فوق‌الذکر و با داده‌های گذشته تأیید شوند.

ب) تمامی متغیرهای جاری^۲ مدل باید در آزمون برون‌زایی ضعیف رد نشوند تا امکان تخمین مدل محیا گردد.

ج) مؤلفه‌ها باید در طول زمان و برای مشاهدات آتی باثبات باشند و در پاسخ به مداخلات سیاستی که منجر به شیفت در متغیرهای توضیحی می‌شود، ثابت باقی بماند این امر به‌وسیله آزمون ابربرون‌زایی آزمون می‌گردد.

د) مدل‌ها باید قابلیت شناسایی به معنی داشتن مؤلفه‌های یکتا و همچنین تناسب با نظریات اقتصادی را تأمین کنند که این امر بیشتر بر مبنای نظریات اقتصادی صورت می‌پذیرد.

ه) مشاهدات باید بدون مشکل جمع‌آوری و دسته‌بندی باشند که مدل بتواند سازگاری کامل با آن‌ها داشته باشد.

و) در آخرین مرحله مدل‌سازی باید آزمون شمولیت برای مدل نهایی تأیید شود. به عبارتی، این مدل نهایی باید توانایی بازتولید نتایج سایر مدل‌های رقیب و قدرتمند در ادبیات را داشته باشد.

1. Null Hypothesis

2. Contemporaneous Variables

لازم به ذکر است، مدل‌هایی که نتوانند آزمون‌های الف تا ج را با موفقیت عبور کنند، به‌عنوان مدل‌های غیرمتجانس شناخته می‌شوند؛ بنابراین، برای مدل‌سازی در رویکرد کل‌به‌جزء خودکار یا اتومتریکس ابتدا باید واقعیت‌های اقتصادی در نظر گرفته شوند که در این راستا باید تجانس مدل نامقید عمومی براساس شاخص‌های بند ۱ الی ۳، آزمون شود و که با این کار یک مدل ساده نهایی به‌دست خواهد آمد که سه ویژگی تجانس، خست در تعداد متغیرها و شمولیت را تأمین می‌کنند و توانایی توضیح روابط بین متغیرها را براساس نظریات اقتصادی نیز دارند (Hendry, 2024; Hendry & Doornik, 2014)؛ بنابراین، در فرایند انتخاب مدل نهایی در این رویکرد بر مبنای آزمون‌های آماری متنوع میزان انطباق مدل با فرایند تولید داده بررسی شده و سپس نتایج تمام مدل‌های رقیب را در خود جای داده و شیفت‌های مکانی که در توزیع آماری داده‌های واقعی وجود دارد نیز به الگو وارد می‌کند. زمانی که یک مدل نامقید عمومی خیلی بزرگ ساخته می‌شود، فرایند ساده‌سازی و حذف متغیرهای مازاد به‌صورت دستی تقریباً غیرممکن است، پس بدون وجود درگیری‌های محاسباتی روش‌های خودکار محاسباتی با استفاده از برنامه‌های رایانه‌ای برای مدل‌سازی استفاده می‌شوند. به‌طور کلی و با نگاهی به ادبیات روش‌شناسی اقتصادسنجی، می‌توان گفت که مهم‌ترین و بنیادی‌ترین خطای روش‌شناختی در مدل‌سازی تجربی، تخمین الگوهای ازپیش‌تصریح‌شده مبتنی بر نظریه‌های اقتصادی است که با این کار تصریح نظری تنها عامل تعیین‌کننده خروجی مدل خواهد بود؛ اما با نگاهی به نواقص مدل‌های مرسوم در تاریخچه اقتصادسنجی و چالش‌های مدل‌سازی در یک فضای نامانا می‌توان گفت که رویکرد اتومتریکس می‌تواند بخش بزرگی از این نواقص و چالش‌ها را در نظر بگیرد و به‌عنوان یک رویکرد جامع که توانایی مدل‌سازی تجربی برای اقتصادهای توسعه‌یافته و در حال توسعه که با شکست‌های ساختاری شدید مواجه هستند و رفتاری نامانتر را تجربه می‌کنند را دارد، معرفی نمود.

بحث و نتیجه‌گیری

با نگاهی به ادبیات اقتصادسنجی می‌توان رویکردهای مختلفی من جمله معادلات همزمان کمیسون کاولز، خودرگرسیون برداری، تعادل عمومی پویای تصادفی و در طرف مقابل رویکرد کل‌به‌جزء مدرسه اقتصادی لندن یا اتومتریکس را بررسی نمود. هر یک از این رویکردها متناسب با ساختار خود بر روی بعضی از شاخص‌های ارزیابی مدل‌های تجربی شامل نظریات اقتصاد کلان، داده‌های اقتصادی، کیفیت پیش‌بینی و شبیه‌سازی‌های سیاستی تأکید می‌کنند که معروف‌ترین آن‌ها رویکردهای نظریه‌محور

و داده محور هستند. رویکردهای نظریه محور مانند رویکرد معادلات همزمان بیشتر به دنبال تخمین مدل های از پیش تصریح شده نظری هستند؛ که این امر به دلیل وجود محدودیت های مختلف در نظریات اقتصادی مانند فروض ثبات سایر شرایط و یا مانایی سیستم که عموماً ذهنی هستند، منجر به عدم تطابق میان پیش فرض های نظری و واقعیت های موجود در داده های نامانای اقتصادی می شود که این پدیده به وسیله شوک های انتقال مکانی توزیع های آماری متغیرهای تصادفی قابل مشاهده است. به عنوان مصادیقی از این شوک انتقال مکانی و عدم تطابق می توان به شکست در پیش بینی و شبیه سازی سیاستی مدل های بهینه یابی بین زمانی مبتنی بر انتظارت عقلایی (علاوه بر شکست در پایه های اثبات ریاضی شان) و مدل های تصحیح خطا تعادلی اشاره نمود؛ برای نمونه می توان تجربه شکست در پیش بینی بحران مالی ۲۰۰۸ توسط مدل های تعادل عمومی پویای تصادفی را مورد تأکید قرار داد. از این رو، در این مقاله رویکرد اتومتریکس به عنوان رویکردی جایگزین که توانایی در نظر گرفتن همزمان متغیرهای نظری و مبتنی بر داده را به وسیله ورود تعداد متغیرهای بیش از مشاهدات ($N > T$) دارد، مطرح می شود. از جمله متغیرهای مازادی که به مدل نامقید عمومی به عنوان نخستین مرحله مدل سازی در اتومتریکس وارد می شوند، می توان به متغیرهای نظریات رقیب، وقفه های متعدد تمام متغیرها، توابع غیر خطی، روندهای قطعی و تصادفی، متغیرهای شاخص برای تحلیل شیفتهای مکانی ناشی شکست های ساختاری و داده های پرت، آزمون های برون زایی ضعیف و ابربرون زایی اشاره نمود. در این رویکرد با استفاده از نظریه شمولیت ضمن جلوگیری از تحمیل متغیرهای نظری به مدل، امکان حفظ آن ها در کنار سایر متغیرهای فوق الذکر محیا می گردد. در این رویکرد کل به جزء به منظور حل مدل بزرگ اولیه از الگوریتم جستجو مدل چندمسیره مختص اتومتریکس استفاده می شود که براساس آزمون های آماری مختلف از جمله: آزمون تی استیودنت، آزمون F، شاخص های اطلاعات آکاییک، شوارتز و آزمون های تشخیصی به دنبال مدلی است که سه ویژگی خست از نظر تعداد متغیر، تجانس و شمولیت آماری را تأمین نماید؛ بنابراین، در چارچوب این رویکرد امکان مدل سازی انتقال های مکانی به وسیله متغیرهای شاخص (IIS, SIS) تا زمان t به مدل محیا می گردد و ثبات پارامتری مورد آزمون قرار گرفته و از مشکلات مربوط به این پدیده نیز جلوگیری می شود.

اظهاریه قدردانی:

نویسندگان از حمایت و همکاری معنوی سردبیر محترم، داوران ناشناس و کارشناسان پژوهشنامه برنامه ریزی و اقتصاد کمال تشکر را دارد. همچنین از زحمات ویراستاران علمی و ادبی نشریه قدردانی می شود.

- Blanchard, O. (2000). What Do We Know about Macroeconomics that Fisher and Wicksell Did Not? *The Quarterly Journal of Economics*, 115(4), 1375-1409. <https://doi.org/10.1162/003355300554999>
- Boumans, M. A. (1999). Representation and stability in testing and measuring rational expectations. *Journal of Economic Methodology*, 6, 381-401. <https://doi.org/10.1080/13501789900000024>
- Campos, J., Ericsson, N. R., & Hendry, D. F. (2005). General-to-specific modeling an overview and selected bibliography. *International finance discussion papers* no 838. Retrieved from <https://doi.org/10.17016/ifdp.2005.838>
- Castle, J. L., & Hendry, D. F. (2014). Model selection in under-specified equations with breaks. *Journal of Econometrics*, 178, 286-293. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2013.08.028>
- Castle, J. L., & Shephard, N. (Eds.). (2009). *The Methodology and Practice of Econometrics*. Oxford: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199237197.001.0001>
- Castle, J. L., Shephard, N., Hendry, D. F., & Martinez, A. B. (2017). Evaluating forecasts, narratives and policy using a test of invariance. *Econometrics* 5. <https://doi.org/10.3390/econometrics5030039>
- Chauvin, V. J., & Muellbauer, N. J. (2018). Consumption, household portfolios and the housing market in France. *Economie et Statistique / Economics and Statistics* (500-501-5), 157-178. <https://doi.org/10.24187/ecostat.2018.500t.1950>
- Chow, G. C. (1960). Tests of equality between sets of coefficients in two linear regressions. *Econometrica* 28, 591-605. <https://doi.org/10.2307/1910133>
- Cusbert, T., & Kendall, E. (2018). Meet MARTIN, the RBA's new macroeconomic model. *Australian Reserve Bank Bulletin* March, 31-44.
- Doornik, J. A. (2009). Autometrics. In J. L. Castle, & Shephard, N. (Eds.). (Ed.), *The methodology and practice of econometrics* (pp. 88-121). Oxford: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199237197.003.0004>
- Doornik, J. A., & Hansen, H. (2008). An omnibus test for univariate and multivariate normality. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 70, 927-939. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2008.00537.x>
- Doornik, J. A., & Hendry, D. F. (2018). *Empirical Econometric Modelling using PcGive: Volume I*. (8th ed.). London: Timberlake Consultants Press.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity, with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica* 50, 987-1007. <https://doi.org/10.2307/1912773>
- Engle, R. F., Hendry, D. F., & Richard, J. F. (1983). Exogeneity. *Econometrica*, 51, 277-304. doi: <https://doi.org/10.2307/1911990>
- Frisch, R. (1938). Statistical versus theoretical relations in economic macrodynamics. Mimeograph dated July 17, 1938, League of Nations Memorandum.
- Geweke, J., Horowitz, J., & Pesaran, M. H. (2006). *Econometrics: A Bird's Eye View*. CESifo Working Paper Series No. 1870, IZA Discussion Paper No. 2458. <https://doi.org/10.2139/ssrn.5245790>
- Godfrey, L. G. (1978). Testing for higher order serial correlation in regression equations when the regressors include lagged dependent variables. *Econometrica*, 46, 1303-1313. <https://doi.org/10.2307/1913830>

- Haavelmo, T. (1944). The probability approach in econometrics. *Econometrica Supplement*, 12, 1-118. Retrieved from <https://doi.org/10.2307/1906935>
- Harvey, A. C., & Phillips, G. D. A. (1981). Testing for heteroscedasticity in simultaneous equation models. *Journal of Econometrics*, 15(3), 311-340. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(81\)90098-1](https://doi.org/10.1016/0304-4076(81)90098-1)
- Hendry, D. F. (1980). Econometrics: Alchemy or science? *Economica*, 47, 387-406. <https://doi.org/10.2307/2553385>
- Hendry, D. F. (1995). *Dynamic econometrics*. Oxford ; New York: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/0198283164.001.0001>
- Hendry, D. F. (2009). The methodology of empirical econometric modeling: applied econometrics through the looking glass. In T. C. Mills & K. D. Patterson (Eds.), *Palgrave Handbook of Econometrics*, Palgrave MacMillan, Basingstoke (pp. 3-67). https://doi.org/10.1057/9780230244405_1
- Hendry, D. F. (2015). *Introductory macro-econometrics: A new approach*. London: Timberlake consultants.
- Hendry, D. F. (2017). *Imperfect Knowledge, Unpredictability and the Failures of Modern Macroeconomics*. Working Paper, Economics Department and Institute for New Economic Thinking at the Oxford Martin School, University of Oxford, UK.
- Hendry, D. F. (2020). A short history of macro-econometric modelling. *Journal of Banking, Finance and Sustainable Development*, 1, 1-32. Retrieved from <http://www.collegepress.org.uk/jbfds/>
- Hendry, D. F. (2022). Does an empirical economic relation have a life? A review essay. *History of Political Economy*, 163-179. <https://doi.org/10.1215/00182702-9699096>
- Hendry, D. F. (2024). A Brief History of General-to-specific Modelling*. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 86(1), 1-20. <https://doi.org/10.1111/obes.12578>
- Hendry, D. F., & Doornik, J. A. (2014). *Empirical model discovery and theory evaluation: automatic selection methods in econometrics*. Cambridge, MA: MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262028356.001.0001>
- Hendry, D. F., & Johansen, S. (2015). Model discovery and Trygve Haavelmo's legacy. *Econometric Theory*, 31, 93-114. <https://doi.org/10.1017/S0266466614000218>
- Hendry, D. F., Johansen, S., & Santos, C. (2008). Automatic selection of indicators in a fully saturated regression. *Computational Statistics* 23, 317-335. <https://doi.org/10.1007/s00180-007-0054-z>
- Hendry, D. F., & Krolzig, H. M. (2005). The properties of automatic Gets modelling. *Economic Journal*, 115, 32-61. <https://doi.org/10.1111/j.0013-0133.2005.00979.x>
- Hendry, D. F., & Mizon, G. E. (2014). Unpredictability in economic analysis, econometric modeling and forecasting. *Journal of Econometrics*, 182, 186-195. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2014.04>
- Hendry, D. F., & Muellbauer, J. N. J. (2018). The future of macroeconomics: macro theory and models at the Bank of England. *Oxford Review of Economic Policy*, 34, 287-328 Retrieved from <https://academic.oup.com/oxrep/article/34/1-2/287/4781814> DOI:10.1093/oxrep/grx055
- Hoover, K. D., & Perez, S. J. (1999). Data mining reconsidered: encompassing and the general-to-specific approach to specification search. *Econometrics Journal*, 2, 167-191. <https://doi.org/10.1111/1368-423X.00025>

- Hoover, K. D., & Perez, S. J. (2000). Three attitudes towards data mining. *Journal of Economic Methodology*, 7, 195-210. <https://doi.org/10.1080/13501780050045083>
- Jarque, C. M., & Bera, A. K. (1979). Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals. *Economics Letters*, 6(3), 255-259. [https://doi.org/10.1016/0165-1765\(80\)90024-5](https://doi.org/10.1016/0165-1765(80)90024-5)
- Johansen, S., & Nielsen, B. (2009). An analysis of the indicator saturation estimator as a robust regression estimator. In J. L. Castle & N. Shephard (Eds.), *The Methodology and Practice of Econometrics* (pp. 1-36). Oxford: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199237197.003.0001> [PMID]
- Kaplan, G., & Violante, G. (2018). Microeconomic heterogeneity and macroeconomic shocks. *Journal of Economic Perspectives*, 32, 167-194. <https://doi.org/10.1257/jep.32.3.167>
- Keynes, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. London: Macmillan.
- Lucas, R. (1976). Econometric policy evaluation: a critique. In K. Brunner & M. A. (Eds.), *The Phillips Curve and Labor Markets*, Volume 1 of *Carnegie-Rochester Conferences on Public Policy* (pp. 19-46). Amsterdam: North-Holland. [https://doi.org/10.1016/S0167-2231\(76\)80003-6](https://doi.org/10.1016/S0167-2231(76)80003-6)
- Lucas, R., & Sargent, T. (1979). After Keynesian macroeconomics. *Quarterly Review*, 3(Spring). <https://doi.org/10.21034/qv.321>
- Mian, A., & Sufi, A. (2018). Finance and business cycles: The credit-driven household demand channel. *Journal of Economic Perspectives*, 32, 31-58. <https://doi.org/10.1257/jep.32.3.31>
- Mizon, G. E., & Richard, J. F. (1986). The encompassing principle and its application to non-nested hypothesis tests. *Econometrica*, 54, 657-678. <https://doi.org/10.2307/1911313>
- Pagan, A. R. (1987). Three econometric methodologies: a critical appraisal. *Journal of Economic Surveys*, 1, 3-24. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.1987.tb00022.x>
- Pagan, A. R. (2003). Report on modelling and forecasting at the Bank of England. Bank of England Quarterly Bulletin(Spring). Retrieved from <http://www.bankofengland.co.uk/archive/Documents/historicpubs/qv/2003/qv030106.pdf>
- Persons, W. M. (1919). Indices of business conditions. *Review of Economic Statistics*, 1, 5-107.
- Persons, W. M. (1924). *The Problem of Business Forecasting*. London: Pitman.
- Pesaran, M. H. (1974). On the general problem of model selection. *Review of Economic Studies*, 41, 153-171. <https://doi.org/10.2307/2296710>
- Sargan, J. D. (1957). The danger of over-simplification. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 19(171-178). Retrieved from <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.1957.mp19002009.x>
- Sims, C. A. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica*, 48, 1-48. <https://doi.org/10.2307/1912017>
- Taleb, N. N. (2007). *The black swan*. New York: Random House.
- Uhlig, H. (2005). What are the effects of monetary policy on output? Results from an agnostic identification procedure. *Journal of Monetary Economics*, 52(2), 381-419. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2004.05.007>
- White, H. (1980). A heteroskedastic-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. *Econometrica*, 48, 817-838. <https://doi.org/10.2307/1912934>

نحوه ارجاع به مقاله:

خیابانی، ناصر، و مطوری، فهیم (۱۴۰۳). مروری بر مدل های کلان سنجی پویای جدید: یک رویکرد کل به جزء خودکار. پژوهشنامه اقتصاد و برنامه ریزی، ۲۹(۴)، ۱۶۶-۱۳۱.

Khiabani, N. & Matoori, F. (2024). A Survey of New Dynamic Macro Econometric Models: An Automatic General-to-Specific Approach. *Economic and Planning Research*, 29(4). 131-166.

DOI: <https://doi.org/10.52547/jpbud.29.4.131>

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Planning and Budgeting. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

