فصلنامه پژوهشنامه بازرگاني، شماره ٣٤، بهار ١٣٨٤، ٨٥ ـ ٦٣

ديدگاه سيستمي در الگوسازي ديناميك از اقتصاد:
نقش و مفهوم عرض از مبدأ

دكتر حامد شكوري گنجوي*   دكتر سيد كمال‌الدين نيكروش**
دكتر محمد نهاونديان***

الگوسازي/ الگوسازي سيستمي / ديناميك سيستم / اقتصاد سنجي / عرض از مبدأ / ارزيابي الگو

چكيده

استفاده صحيح از هر ابزاري به دانش به كارگيري آن ابزار وابسته است. در بيشتر الگوهاي اقتصادسنجي، رگرسيون‌هاي خطي (يا شبه خطي) مورد استفاده قرار مي گيرند. اين در حالي است كه جمله عرض از مبدأ[1] همواره در اين الگوها، اعم از الگوهاي مصرف، صادرات، واردات، سرمايه‌گذاري و غيره، ديده مي‌شود؛ كوچك و معنادار نبودن آن مورد بحث واقع مي‌شود و اغلب از آمارة t-student كوچكي برخوردار است، به طوري كه ترجيح حذف آن موضوعيت دارد. در الگوسازي ديناميك با نگرش سيستمي[2] اعمال جمله عرض از مبدأ نمي‌تواند همواره جايگاه منطقي داشته باشد. در اين مقاله پس از تبيين نقش و مفهوم جمله عرض از مبدأ با توجه به ديناميك الگو، مواردي كه به كارگيري آن مي‌تواند بي‌معنا تلقي شود، توضيح داده شده است. اين مبحث نظري از طريق الگوسازي براي نمونه‌اي عيني (الگوي مصرف) تبيين و تكميل شده است.

---

* استاديار دانشگاه شاهد
** استاد دانشگاه صنعتي اميركبير
*** استاديار پژوهشگاه علوم انساني

۱. Intercept
۲. System Approach

مقدمه

رگرسيون از متداول‌ترين ابزارهاي رياضي است كه نه تنها در اقتصاد، بلكه از ديرباز در بسياري از علوم براي ارزيابي نظريه‌هاي علمي و يا تحليل روابط بين كمياتي كه به نوعي بـه يكديگر مربوط مي‌شوند، به كار رفته است [۸] [۱۰]. با وجود آنكه طي دهه‌هاي اخير انواع ديگر تشكيل و تحليل روابط بين كميات متغير با زمان در ورودي‌ها، خروجـي‌هـا يـا حالـت سيستم‌ها مطرح شده‌اند[۱] [۱۰]، به جرأت هنوز مي‌توان رگرسيون را ابزاري كارا و نيرومند و در عين حال سـاده و بـا كـاربردي عـمـومي دانسـت. بـه ويـژه كـه روش‌هـاي جديـد ماننـد رگرسيون فاصله‌اي[۲]، رگرسيون تعميم يافته[۳] و رگرسيون فازي[۴] نيز بـه ايـن مقولـه پيوسـته و مورد بحث و استفاده قرار گرفته‌اند[۴]. با اين حال، به طور خاص بايـد پردامنـه‌تـرين حيطـه كاربردي اين ابزار را الگوسازي براي متغيرهاي اقتصـاد و اقتصادسـنجي دانسـت. الگوهـاي مصرف، سرمايه‌گذاري، واردات و صادرات از شـايع‌تـرين متغيرهـايي هسـتند كـه همـواره مورد مطالعه و الگوسازي با اين ابزار بوده‌اند. [۲] [۳] [۱۱].

براي ورود به موضوع مورد نظر اين مقاله، اجازه دهيد مقدمات رياضي مورد نظـر خـود را مرور كنيم. با تعريف چند متغير x_1 تا x_n به عنوان متغيرهاي توضيحي (مسـتقل) و در نظـر گرفتن y به عنوان متغير وابسته (توضيح داده شده)، رابطه (۱) را يك الگوي رگرسـيوني يـا رگرسيون خطي نسبت به ضرايب، بردار ϕ، مي‌نامند.

$$y(t) = \sum_{i=1}^{m} \phi_i (x_1(t), x_2(t), \ldots, x_n(t)) \qquad (1)$$

ناگفته پيداست كه در اين رابطه نمونه‌هاي با وقفه (تأخير) متغيـر وابسـته نيـز مـي‌تواننـد به‌عنوان متغيرهاي توضيح انتخاب شوند. در اين صورت الگوي حاصل را خود رگرسـيوني[۵]

---

۱. شبكه‌هاي عصبي، منطق فازي، نظريه فراكتال‌ها و نظريه آشوب از جمله نظريه‌هايي هستند كه ابزارهاي جديدي را براي مطالعه پديده‌هاي جهان ارايه نموده‌اند.

۲. Interval Regression
۳. Generalized Regression
۴. Fuzzy Regression
۵. Auto Regressive (AR)

نامند. در حالت خاصي از روابط فوق كه الگو نسبت به متغيرهاي توضيحي نيز (علاوه بر ضرايب) خطي بوده، به علاوه برخي از متغيرهاي توضيحي ناشناخته (تصادفي) باشند، روابطي مانند (۲) خواهيم داشت [۱٤]:

$$y(t) = \Sigma\alpha_i y(t-i) + \Sigma\gamma_i u(t-i) + \Sigma\theta_i w(t-i) \qquad (۲)$$

و يا:

$$y(t) = G(q)u(t) + H(q)w(t) \qquad (۳)$$

به‌طوري كه:

$$G(q) = \frac{B(q)}{A(q)};\ H(q) = \frac{C(q)}{D(q)}$$

و در آن A(q) تا D(q) چندجمله‌اي‌هايي از عملگر تأخير (انتقال) هستند[۱]. همچنين u(t) متغير توضيحي شناخته شده و w(t) متغير توضيحي ناشناخته‌اند كه به همراه نمونه‌هاي قبلي y جاي x_kها را در (۱) گرفته‌اند.

يادآور مي‌شود كه خطي بودن نسبت به ضرايب از نظر سادگي روش تخمين و ديگر مزاياي آن به ويژه در تحليل اهميت دارد. در عين حال اگر چه غيرخطي بودن الگو نسبت به متغيرها به دليل معلوم بودن مقادير آنها در فرآيند برآورد الگو اهميتي ندارد، اما از نظر تجزيه و تحليل سيستمي كار را مشكل مي‌كند.

اشاره شد كه اين ابزار در رياضيات علم اقتصاد مؤثرترين شيوه و شايد بتوان گفت تنها يكه‌تاز ميدان تحليل‌هاي كمي است. بديهي است هر ابزاري هر چند كارآمد، اگر به درستي مورد استفاده قرار نگيرد مي‌تواند در حصول نتايج صحيح عقيم بماند يا توان كافي از خود نشان ندهد. در اين نوشتار به يك نكته مهم كه اغلب به هنگام به كارگيري رگرسيون در اقتصادسنجي ـ و بدون در نظرگرفتن اقتصاد به صورت يك سيستم ديناميك ـ فراموش مي‌شود، اشاره مي‌گردد. از جمله نكاتي كه در بهره‌گيري از اين ابزار مورد توجه است، مفهوم و كاربرد جمله عرض از مبدأ است كه گاهي حذف آن ترجيح داده مي‌شود [۱۳] [۱٦].

---

۱. Delay (Shift) Operator

۱. نگرش سيستمي در اقتصاد

امروزه واژة سيستم كاربرد وسيعي، نه تنها در علوم بلكه در بسياري از محاورات معمول اجتماعي، راه يافته است. با تعريف عامي كـه در اذهـان وجـود دارد، مجموعـه‌اي از اجـزاء مرتبط به هم كه تأثير و تأثرات متقابلي را برهم مي‌گذارنـد سيسـتم نـام نهـاده مـي‌شـود. در معناي عام رياضي نيز، هر مجموعه معادلات كه متغيرهاي مشـترك و مرتبطـي داشـته باشـند، مي‌تواند يك سيستم معادلات ناميده شود. از آنچه در اين نوشته بـا عنـوان سيسـتم مـي‌آيـد، مفهوم خاص آن مقصود است كه تعاريف رياضي روشني را دارد [۸] [۱۹]. بنا بـر تعريـف دقيق، بسته بودن نسبت به قطعه قطعه‌سازي زمـاني[۱] شـرط صـدق عنـوان سيسـتم بـراي يـك پديده است [۱۹].

قبل از آنكه الگوسازي اقتصاد به صورت يك سيستم مورد مطالعه واقع شود، اين مسـئله زيربنايي مطرح است كه: "آيا مي‌توان اقتصاد را يك سيستم بـه شـمار آورد؟" از آنجـا كـه پديده اقتصاد حاصل ارتباطات و تأثير و تأثرات عناصر كوچكتري است، پاسخ به اين سؤال در گرو پاسخ به سؤال ديگري اسـت و آن اينكـه: "آيـا اساسـاً هـر يـك از آحـاد و عوامـل جزئي در اقتصاد را مي‌توان يك پديده انتزاعي[۲] به عنوان جزء يك سيستم دانست؟"

روش‌شناسي[۳] در علوم، به ويژه علومي كه جنبه كـاربردي نيـز دارنـد، در عـين تكيـه بـر ريشه‌يابي علل، تجربه و آزمون را ابزاري بسيار ضروري در شناخت علمي پديده‌هـا معرفـي مي‌كند. از اين ديدگاه، تجربه در واقع تنها ابزار تأييد روابـط شـناخته شـدةعلمـي اسـت [۸] [۱۰] [۱۵].

اگرچه دوره‌هاي رونق و ركود بـه طـور مكـرر در اقتصـاد جوامـع واقـع مـي‌شـوند، امـا تكرارناپذيري تاريخ، يك مشكل اساسي را در مطالعه پديـده‌هـاي اقتصـادي (و اجتمـاعي) موجب مي‌شود. اينكه هرگز امكان تجديد شرايط تـاريخي بـراي آزمـايش و تجربـه مكـرر رفتار عوامل اقتصادي در زمان‌هاي مختلف وجود ندارد، مانع از بررسي كامل و علمـي ايـن پديده است. به‌علاوه، در حذف و افزودن علت‌هاي شناخته شده نيز ـ به فرض امكان تكـرار

---

۱. Closure to Time Sementation
۲. Abstract Object
۳. Methodology

تجربه ـ همچنانکه در علوم طبیعي معمول است، چندان آزادي عمل وجود ندارد.

با این توصیف، از آنجا که رفتارها و عملکردهاي اقتصادي عوامل اقتصاد در طول زمان تنها یکبار (با احراز تمام شرایط) واقع مي‌شود، امکان آن وجود ندارد که بسته بودن مجموعه مرجع این رفتارها نسبت به قطعه قطعه‌سازي زمان مورد بررسي قرار گیرد.

به هر حال اثبات احراز شروط ریاضي عنوان شده در مراجع مزبور براي اقتصاد مقصود این مقاله نیست. اگرچه اثبات‌ناپذیري تجربي آن در کل اقتصاد نیز همانند سایر علوم تجربي، و حتي روشن‌تر از آن، بدیهي است، اما به نظر مي‌رسد بتوان با تشکیل جوامع کوچك آزمایشي به صورت شهرك هایي با مرز معین و عوامل اقتصادي معین، تحت شرایط خاص و تحت نظارت، این فرضیه را به طور تجربي نیز مورد بررسي قرار داد. چنین نمونه‌هایي در صورت تحقق مي‌توانند براي شناخت و تحلیل برخي روابط و مکانیزم‌هاي عملکرد اقتصاد نیز به کار روند.

البته، اگر عوامل اقتصادي کل جوامع بشري و رفتارهاي آنان (شامل تولید، نیروي کار، سرمایه‌گذاري، مصرف و ...) را به عنوان یك پدیده انتزاعي در نظر بگیریم، همچنین مبدأ زمان را ابتداي آفرینش انسان (یا یك مبدأ قابل قبول براي شکل‌گیري اقتصاد مانند آغاز تولید انبوه، یا تولید براي غیر، یا مدنیت، یا مبادله کالا به کالا یا ...) قرار دهیم، بسته بودن مجموعه رفتارهاي اقتصادي نسبت به قطعه قطعه‌سازي زمان فرضیه‌اي دور از انتظار نخواهد بود [۲].

در عین حال، با صرف‌نظر از تعریف دقیق مبتني بر مفاهیم صرفاً ریاضي و در یك تعریف شهودي[۱]، "هر مجموعه از پدیده‌ها که تحت قوانین خاصي به طور هماهنگ با یکدیگر رفتار مي‌کنند و زنجیره‌اي از علت‌ها و معلول‌ها را به وجود مي‌آورند، مي‌توانند با تعیین یك محدوده که آنها را از محیط تفکیك نماید با نام سیستم شناخته شوند".

بنابراین در اینجا فرضیه سیستم بودن اقتصاد، چون هر پدیده نظام‌مند دیگر، براساس برداشت شهودي پذیرفتني است. پس به عنوان یك اصل موضوعه مي‌پذیریم که: «رفتار کل اقتصاد در قالب روابطي مشابه با (٤) و (٥) قابل نمایش است»:

---

۱. Intuitive

$$\dot{\underline{x}}(t) = \underline{f}(\underline{x}(t),\underline{u}(t),t) \quad (٤)$$

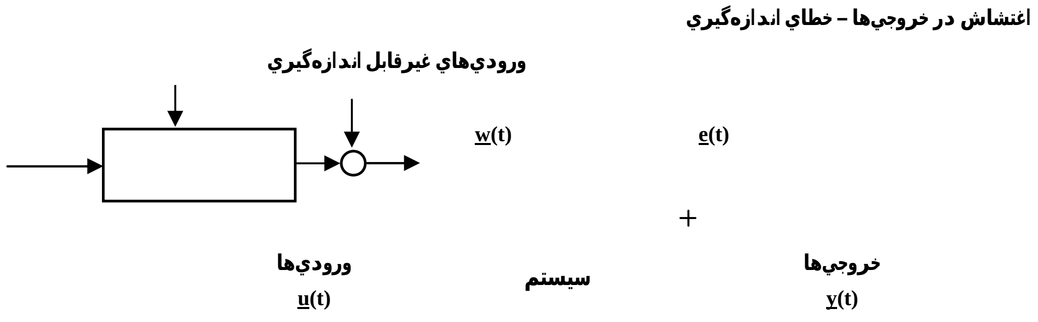
$$\underline{y}(t) = \underline{h}(\underline{x}(t),\underline{u}(t),t) \quad (٥)$$

در ايـن روابـط $\underline{x}(t)$ بـردار شـامل متغيرهـاي حالـت سيسـتم، $\underline{u}(t)$ بـردار وروديهـا (متغيرهاي توضيحي) و $\underline{y}(t)$ بردار شامل خروجيها (متغيرهاي وابسته) است.

كلمة مشابه ناظر بر آن است كه: با گستردگي جغرافيايي در اقتصاد جهـان، در نظـر اول دخالت متغير مستقل مكان ديگر قابل صرف‌نظر نخواهد بود و روابط مذكور بايد به حالـت مشتقات جزئي تعميم داده شوند؛ اما با تعاريفي كـه از متغيرهـاي اقتصـادي در يـك جامعـه وجود دارد ـ آنچنانكه در اقتصاد كلان مطرح است ـ به همراه هم‌فزوني زماني، انتقال سـريع متغيرها در كل اقتصاد يك كشور و نيز افزودن عامل مهم سـرعت در اطـلاع‌رسـاني، متغيـر مكان از سيستم اقتصادي قابل حذف خواهد بود. بـه عـلاوه بـا توجـه بـه انـدازه‌گيـري‌هـاي سالانه و نيز ماهيت سالانه بسياري از متغيرهاي اقتصادي، معادلات مزبور اغلـب در صـورت گسسته خود به‌كار گرفته مي‌شوند.

۱ـ۱. نگرش سيستمي به الگوسازي

طرح وارده شكل (۱) چنانكه در مباحث شناسايي سيستم مطرح است، مي‌تواند نمايشـي كلي از يك سيستم باشد:



شكل ۱ ـ طرح‌واره يك سيستم

اين الگو مي‌تواند به طور نمونه‌اي[۱]، نمادي از هر پديده فيزيكي باشد. بديهي است با وجود نويز اندازه‌گيري در ورودي‌ها نيز مي‌توان جزء اغتشاش را به عنوان ورودي‌هاي غيرقابل اندازه‌گيري تفكيك نمود. بيان رياضي بين كميات تعريف شده دراين الگو، در كلي‌ترين شكل ممكن و در فضاي زمان گسسته، عبارت است از:

$$\underline{y}(t)=\underline{f}(\underline{u}(t),\underline{u}(t-۱),\ldots\underline{y}(t-۱),y(t-۲)\ldots,\underline{w}(t),\underline{w}(t-۱),\ldots,\underline{e}(t),\underline{e}(t-۱),\ldots;t) \quad (۶)$$

كه در آن هر يك از بردارها داراي ابعاد مناسب هستند. توجه شود كه در صورت دخالت عامل زمان به صورت مستقيم، چنانچه در رابطه كلي (۵) لحاظ شده بود، مي‌توان آن را نيز به عنوان يكي از اخبار ورودي و به عنوان عضوي از بردار $\underline{u}$ به شمار آورد. اين ويژگي در مباحث بعدي مورد توجه بيشتري واقع خواهد شد. در حالت خاص مي‌توان رابطه (۶) را به صورت رابطه رگرسيون مشابه (۷) ساده كرد:

$$\underline{y}(t)=\Phi(\underline{u}(t),\underline{u}(t-۱),\ldots,\underline{y}(t-۱),y(t-۲),\ldots)\underline{\theta}+\underline{v}(t) \quad (۷)$$

كه در آن بردار $\underline{\theta}$ شامل ضريب رگرسيون بوده و بردار $\underline{v}(t)$ ، به نام جمله خطا، از تلفيق مجموع اثرات اغتشاشات و ورودي‌هاي غيرقابل اندازه‌گيري در يك جا، تشكيل شده است. ماتريس Φ نيز با ابعاد مناسب، تابعي از ورودي‌ها و خروجي‌هاي اندازه‌گيري شده و نمونه‌هاي پيشين آنها است. اهميت رابطه (۷) در آن است كه نشان‌دهنده خطي بودن الگوي رگرسيوني نسبت به ضرايب است.

بدون از دست دادن كليت، در اينجا بر سيستم‌هاي چند ورودي ـ تك خروجي (MISO)[۲] متمركز مي‌شويم. با تعريف بردار $\underline{\varphi}(t)$ به صورت زير، كه به نام بردار رگرس‌كننده شناخته مي‌شود، رابطه (۷) به رابطه (۸) خلاصه مي‌شود:

$$\underline{\varphi}(t)=\begin{bmatrix}\varphi_۱(\underline{u}(t),\underline{u}(t-۱),\ldots y(t-۱),\ldots)\\ \ldots\\ \varphi_d(\underline{u}(t),\underline{u}(t-۱),\ldots y(t-۱),\ldots)\end{bmatrix}_{d\times ۱} \quad (۸)$$

$$y(t)=\underline{\varphi}(t)^T\underline{\theta}+\underline{v}(t) \quad (۹)$$

---

۱. Typical
۲. Multi-Input Single-Output

چنانچه ملاحظه مي‌شود در اين رابطه رگرسيوني تمام وروديها (و احياناً نمونه‌هاي با تأخير خروجي و وروديها) در بردار رگرس‌كننده با هر تركيب و درجه مطلوب گردآوري شده‌اند. اگر اين بردار رگرس‌كننده تنها شامل جملات درجه اول از بردار وروديها و خروجي باشد، رگرسيون (۹)، معادل با شكل چند ورودي رابطه (۲)، به يك الگوي خطي از سيستم شكل (۱) بدل مي‌شود:

$$y(t) = \sum_{i=1}^{na} \alpha_i y(t-i) + \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=0}^{nb_j - 1} \beta_{ij} u_j(t-i) + v(t) \qquad (۱۰)$$

در اينجا مجموع تعداد ضرايب برابر با بعد بردار ضرايب در رابطه (۹) است؛ يعني: $d = na + \Sigma nb_j$ ، و داريم:

$$\underline{\theta} = [\alpha_1, \alpha_2, ..., \alpha_{na}\ , \beta_{11}, ..., \beta_{nb_1,1}\ , ..., \beta_{12}, ..., \beta_{nb_m,m}] \qquad (۱۱)$$

ناگفته نماند كه ممكن است جمله خطا نيز ـ بسته به ماهيت آن ـ خود به نحوي الگوسازي شود كه بردار ضرايب و جملات بردار رگرس‌كننده افزايش يابند [۱٤].

حال، نكته مهمي كه پس از تمام اين مقدمات بايد توجه شود اينكه: از آنجا كه اين رابطه تشريح‌كننده يك سيستم با وروديهاي متغير با زمان است، واضح است كه جايي براي جمله «عرض از مبدأ»، به عنوان يك جمله ثابت، در آن وجود ندارد. در واقع موجوديت چنين جمله‌اي براي رگرسيوني كه الگوكننده يك سيستم مانند شكل (۱) است، تنها وقتي مطرح است كه يكي از وروديها به صورت يك ورودي ثابت در طول زمان به سيستم اعمال شده باشد. در عين حال به فرض آنكه الگوي شكل (۱) از خطي‌سازي پيرامون يك نقطه كار حاصل شده باشد، مختصات نقطه كار مي‌تواند به يك جمله ثابت در رابطه خطي تشريح‌كننده الگو منجر شود. در ادامه اين موضوع مورد بررسي قرار خواهد گرفت.

۲ـ۱. كاربرد عملي و نقش عرض از مبدأ

پيش از ادامه مبحث، ابتدا بايد مفهوم پايداري را مرور كرد. اگر سيستم در قالب روابط (٤) و (٥) نشان داده شود، شرط لازم (و نه كافي) براي پايداري، وجود پاسخ براي معادلات (۱۲) است [۱۸]:

$$\underline{f}(\underline{x}(t), \underline{u}(t), t) = \underline{۰} \qquad (۱۲)$$

پاسخ معادلات مزبور را که با $(\underline{x}_{۰}\ ,\ \underline{u}_{۰})$ نشان مي‌دهیم، در حالت کلي نقطه تعادل[۱] نامند. اما یك نقطه تعادل ممکن است پایدار یا ناپایدار باشد. اگر با تغییر هر یك از وروديها یا حالات سیستم به $(\underline{x}_{۰} + \delta\underline{x}, \underline{u}_{۰}+\delta\underline{u})$، اندازه تابع $f(.,.)$ در (۱۲) چنان تغییر کند که بردار مشتقات $\underline{x}$ حالت سیستم را بار دیگر به همان نقطه تعادل باز گرداند، نقطه تعادل پایدار خواهد بود. بیان ریاضي این مفهوم در مراجع مربوط از جمله [۱۸] یافت مي‌شود. در حالت خاص، براي سیستم‌هاي خطي گسسته مانند (۳) لازمه تعادل آن است که قطب‌هاي سیستم (ریشه‌هاي چندجمله‌اي‌هاي $A(q)$ و $D(q)$) داخل دایر واحد باشند.

همچنین اگر رابطه (۷) تشریح کننده سیستم باشد، شرط (۱۳) شرط پایداري از نظر ورودي ـ خروجي محسوب مي‌شود [۱۸]:

$$\underline{u} \in L_p \Rightarrow \underline{y} \in L_p \qquad (۱۳)$$

مفهوم این نوع پایداري که در آن بردار حالت سیستم مورد توجه نیست، آن است که خروجي سیستم محدود باقي خواهد ماند مادام که وروديهاي سیستم محدود باشند. به این ترتیب، مجموعه L_p مجموعة شامل کلیة توابعي خواهد بود که از نظر اندازه (با تعریف نرم p[۲]) محدود است.

اگرچه معادلات (۱۲) معمولاً بازاي $\underline{u}(t)=\underline{۰}$ حل مي‌شود، اما با توجه به اینکه بردار ورودي ها همواره معلوم فرض مي‌شوند، با انتقال مبدأ به هر نقطه $\underline{u}(t)\neq\underline{۰}$ نیز مي‌توان مسئله را به نحو فوق کلیت بخشید.

خطي‌سازي حول نقطه تعادل

اغلب در نمونه‌هاي عملي که در مسئله شناسایي سیستم‌ها مطرح مي‌شود، هدف شناسایي یك سیستم ذاتاً غیرخطي توسط روابط رگرسیوني خطي است. البته در یك سیستم غیرخطي، الگوي خطي تنها براي تشریح رفتار سیستم در اطراف یك نقطه تعادلي (به نام

---

۱. Equilibrium
۲. p-norm

نقطه کار[۱]) مناسب است. با وجود این، در بسياري از موضوعات امکان تشريح (نسبتاً) کامل رفتار يك سيستم غيرخطي با يك رگرسيون خطي مانند (۹) وجود دارد. در صورتي که اين رفتار غيرخطي، با احراز شرط (۱۳)، در حول نقطه تعادلي به مختصات $(\underline{u}_{\cdot}, y_{\cdot})$ به روش‌هاي شناخته شده خطي‌سازي شده و توسط الگويي مانند (۱۰)الگوسازي شود، ورودي‌ها و خروجي‌هاي اندازه‌گيري شده چنين خواهند بود:

$$y^m(t) = y_{\cdot} + y(t)$$
$$\underline{u}^m(t) = \underline{u}_{\cdot} + \underline{u}(t) \qquad (۱٤)$$

که در آن بالانويس m مقتبس از کلمه "اندازه‌گيري شده" است و نمادهاي y و $\underline{u}$ در واقع براي مقادير انحراف از نقطه تعادل به کار رفته‌اند. در عمل داده‌هاي خام ورودي و خروجي همان مقادير اندازه‌گيري شده مي‌باشند. پس براساس (۱۰) و معادل با حالت چند ورودي ـ تك خروجي (MISO) براي (۲) خواهيم داشت:

$$y^m(t) - y_{\cdot} = \sum_{i=1}^{na} \alpha(y^m(t-i) - y_{\cdot}) + \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=0}^{nb_j - 1} \beta_{ij}(u_j^m(t-i) - u_{\cdot j}) + v(t) \qquad (۱۵)$$

اگر رابطه (۱۵) تنها بر حسب متغيرهاي اندازه‌گيري شده ورودي و خروجي نوشته شود، اين رابطه معادل است با:

$$y^m(t) = \alpha_{\cdot} + \sum_{1}^{na} \alpha_i y^m(t-i) + \sum_{1}^{m} \sum_{0}^{nb_j - 1} \beta_{ij} u_j^m(t-i) + v(t) \qquad (۱٦)$$

با توجه به اينکه مختصات نقطه تعادل ثابت است، عبارت رگرسيون (۱٦) داراي يك جمله ثابت به نام عرض از مبدأ خواهد بود که برابر است با:

$$\alpha_{\cdot} = y_{\cdot}\left(1 - \sum_i \alpha_i\right) + \sum_j u_{\cdot j} \sum_i \beta_{ij} \qquad (۱۷)$$

با نگرشي از يك زاويه ديگر، اگر سيستم مورد بررسي بازاي ورودي ثابت $\underline{u}_{\cdot}$ شرط (۱۳) را احراز نموده و يك سيستم پايدار (از نظر ورودي ـ خروجي) باشد، نقطه تعادل

---

۱. Operating Point

الگو به صورت زیر محاسبه مي‌شود. فرض کنیم معادله تفاضلي زیر تشریح‌کننده رفتار خطي سیستم باشد:

$$a(q)y(t) = \underline{b}^T(q)\underline{u}(t) + v(t) \qquad (۱۸)$$

واضح است که این رابطه معادل با رابطه (۱۰) خواهد بود تنها اگر تعریف کنیم:

$$a(q) = ۱ - \sum_{۱} \alpha_i q^i$$
$$\underline{b}(q) = [b_۱(q), \ldots, b_m(q)]^T \qquad (۱۹)$$
$$b_j(q) = \sum_{۰} \beta_{ij} q^i$$

نقطه تعادل این سیستم پایدار براي ورودي ثابت $\underline{u}_۰$، براساس قضیه مقدار نهایي براي سیستم‌هاي زمان گسسته، عبارت است از:

$$y_s = \lim_{t\to\infty} y(t) = \lim_{q\to ۱} \frac{\underline{b}^T(q)\underline{u}_۰}{a(q)} \qquad (۲۰)$$

که با اندکي دست‌کاري و قراردادن $y_۰$ به جاي y_s رابطه‌اي معادل با (۱۷) را حاصل مي‌نماید.

بدین ترتیب اگر در شناسایي سیستم‌هاي دینامیك تخمین ضرایب رگرسیون با داده‌هایي صورت مي‌گیرد که پس از حذف مقادیر بهره مستقیم[۱] یا متوسط (یا حتي هرگونه روند خطي یا غیرخطي) از کمیت‌هاي اندازه‌گیري شده به دست مي‌آیند، هدف همان است که دینامیك نوسانات حول نقطه تعادل (یا در اطراف مسیر روند) شناسایي شود. در غیر این‌صورت حذف مزبور مفهومي نخواهد داشت.

ناگفته پیداست که تعمیم مباحث فوق به نقش و مفهوم جملهٔ روند در الگوها به سادگي تمام میسر است. اگر مطابق با (۲۱) یك جمله روند در الگوي رگرسیوني (۱٦) افزوده شود:

---

۱. بهره مستقیم یا DC Gain به مقدار ماندگار خروجي سیستم در پاسخ به ورودي پله واحد (Unit Step) گفته مي‌شود و در سیستمي مانند (۳) برابر است با: $\lim_{q\to ۱} G(q)$

$$y^{m}(t)=\alpha_{0}+\alpha_{T}t+\sum_{1}^{na}a_{i}y^{m}(t-i)+\sum_{1}^{m}\sum_{0}^{nb_j-1}\beta_{ij}u_{j}^{m}(t-i)+v(t) \qquad (21)$$

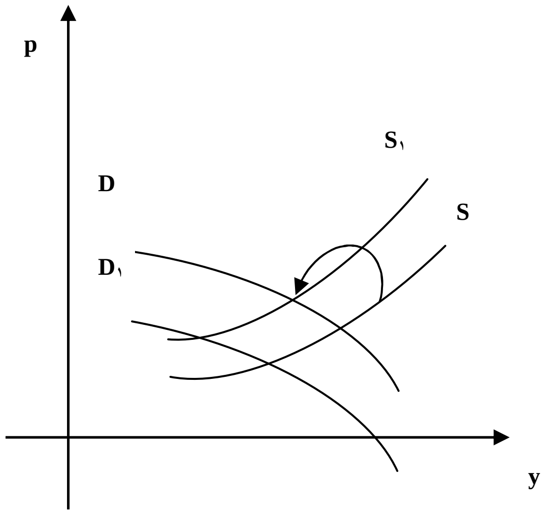
در مقايسه با (۷) باز هم اين عبارت تنها در صورتي معنا خواهد داشت كه $u_1(t)=t$ يكي از وروديهاي سيستم باشد، به اين معنا كه در پيدايش و تغييرات متغير وابسته به عنوان يك «علت» شناخته شده محسوب شود. به عبارت ديگر جمله افزوده شده نيز مي‌تواند يكي از ورودي‌هاي سيستم باشد كه به طور خطي متناسب با متغير مستقل زمان در حال افزايش است، مشروط بر آنكه در عينيت نيز پديده مورد الگوسازي از اين علت متأثر باشد، نه آنكه صرفاً به بهبود برخي معيارهاي ارزيابي الگو مانند توضيح‌دهندگي R^2 كمك كند.

۲. سيستم اقتصادي، نقطه تعادل و عرض از مبدأ

آنچه مسلم است، مفهومي كه از تعادل در يك سيستم ديناميك با تعريف عام آن، مطابق با بخش‌هاي پيش منظور نظر است، با مفهوم تعادل در الگوهاي اقتصادي ـ كه به معني تسويه بازارها مطرح است ـ متفاوت است. در يك ديد كلي مي‌توان چنين ابراز كرد كه يك سيستم اقتصادي به مفهوم سازگاري و هماهنگي بين عوامل اقتصادي، شامل عرضه‌كنندگان و تقاضاكنندگان، همواره حال تعادل خواهد داشت. با توجه به تعريف پيش‌گفته از تعادل، در يك سيستم اقتصادي حتي آنگاه كه عوامل اقتصادي نمي‌توانند چندان كه مايل هستند به مبادله كالا (پول، كار و يا محصول) بپردازند، و بازارهاي چهارگانه تسويه نمي‌شوند، همواره به دليل وجود محدوديت‌ها يك موقعيت سكون و توازن، اگرچه كوتاه‌مدت، حاصل مي‌شود. به وضوح پيداست كه اگرچه در بسياري از سيستم‌هاي اقتصادي عرضه محصول تكافوي تقاضا را نمي‌كند، با اين حال همواره تقاضا خود را با ميزان عرضه موجود تطبيق مي‌دهد و تقاضاي بالقوه در نهادهاي اقتصادي آن سيستم در عمل به عرضه موجود محدود مي‌شود. به اين ترتيب مي‌توان نقاط تعادل در يك سيستم اقتصادي را نقاط تعادلي ناپايدار دانست.

براي توضيح بيشتر، يك نمودار عرضه و تقاضا مانند شكل (۲) را در نظر بگيريد كه تعادل در محل تقاطع آن‌هاست (E_0). اين در حالي است كه دو منحني D و S، در طول زمان ثابت باشند. حال با ايجاد يك شوك و جابه‌جايي يكي از دو منحني يا هر دو آنها به

D_1 و S_1 نقطه تعادل به محل جديدي (E_1) انتقال مي‌يابد. مسيرگذار[1] از E_0 به E_1 طي يك معادله ديناميك صورت مي‌گيرد. نكته اينجاست كه در طول اين مدت نيز منحني‌هاي عرضه و تقاضا در حال جابه جايي و حتي تغيير شكل هستند.



شكل ۲ـ نقاط تعادل و مسير گذار از يك نقطه به نقطه ديگر در حالت گذار

به بيان رياضي، فرض كنيد پاسخ معادلات (۲۲)، به عنوان حالتي از معادلات (۱۲) كه در آن متغير مستقل زمان نيز مي‌تواند داخل در بردار ورودي‌ها فرض شود، مجموعه نقاط تعادل سيستم را در اختيار گذارد:

$$\dot{\underline{x}} = \underline{f}(\underline{x}, \underline{u}) = 0 \qquad (۲۲)$$

حال اگر نقطه E_0 با مختصات $\underline{x}_0$ مكمل جفت $(\underline{x}_0, \underline{u}_0)$ پاسخ معادلات ديناميك غيرخطي (۲۲) باشد، بديهي است كه با تغيير شرايط ناشي از گذر زمان و تغيير در ورودي‌ها، براي بردار ورودي $\underline{u}_1$ نقطة ديگري به نام E_1 با مختصات $\underline{x}_1$ به صورت جفت

۱. Trajectory

$(\underline{x}_{۱}, \underline{u}_{۱})$ پاسخ معادلات فوق بوده و به عنوان پاسخ نقطه تعادل در فضاي حالت حاصل خواهد شد كه به طور مسلم متفاوت از $\underline{x}_{.}$ است.

به اين ترتيب، با ورود شوك ها سيستم اقتصادي به حال گذار از يك نقطه تعادل به نقطه ديگر درمي‌آيد كه مي‌تواند تغييرات (رشد يا ركود) ميان‌مدت را حاصل نمايد. نهايتاً در برد درازمدت، موضوع حركت كلي اقتصاد در جهت رشد درازمدت خود مطرح است كه يك روند دائمي را در بستراقتصاد متضمن است. در ادبيات سيستم چنين تغييراتي در يك سيستم را با عنوان مسير نامي[۱] يا مسير تعادلي نام‌گذاري مي‌نمايند [۱۸]. سري‌هاي زماني سالانه كه براي الگوسازي بكار مي‌روند نمونه‌هايي از مجموعه چنين نقاط تعادلي بشمار مي‌آيند.

با اين مقدمه كه حقايق آن از مراجع ادبيات اقتصادي قابل برداشت است، روشن مي‌شود كه سيستم اقتصادي در حال تحولات دائمي است؛ به طوري كه نقطه تعادل واحد و پايداري كه نوسانات تنها در اطراف آن اتفاق افتد وجود ندارد، بلكه در تمام زمان‌ها در حالتي از تعادل (اغلب ناپايدار) به سر مي‌برد. گفتني است كه در اندازه‌گيري‌هاي سالانه نوسانات كوتاه‌مدت ديده نمي‌شوند و تنها از نوسانات ميان‌مدت نشاني ملاحظه مي‌گردد كه بر بستر روند درازمدت اقتصاد سوار هستند. از اين رو الگوهايي نيز كه بر پايه اين نوع داده‌ها تشكيل مي‌شوند اساساً نمي‌توانند بيانگر نوسانات كوتاه‌مدتي باشند كه براي تسويه دائمي بازارها واقع مي‌گردد.

در شكل (۳) نمونه‌اي از اين داده‌هاي سالانه را در صفحه (محصول ـ قيمت) براي كشورهاي ايران [۱] و ايالات متحده [۱۳] مي‌بينيم. هر نقطه از اين منحني‌ها يك نقطه E_i يا نقطه‌اي روي مسير گذار از E_i به $E_{i+۱}$ را نشان مي‌دهد. با بيان فوق، اگر الگويي كه تغييرات قيمت ـ محصول را تبيين كند به صورت معادلات حالت نوشته شود:

$$\begin{bmatrix} \dot{p} \\ \dot{y} \end{bmatrix} = \underline{f}(p(t), y(t), \underline{u}(t), t) \qquad (۲۳)$$

---

۱. Nominal Trajectory

که در آن بردار $\underline{u}$ جامع جمیع عوامل برون‌زاست، فاقد هرگونه جمله عـرض از مبـدأ خواهد بود. پیداست که با گسسته‌سازی و حل معادلات حاصل بـرای هـر یـک از دو متغیـر قیمت یا محصول، الگویی مشابه با (٦) به دست می‌آید کـه بـه خـودی خـود فاقـد هرگونـه جمله عرض از مبدأ بوده و مباحث بخش پیش در مورد آن قابل طرح است. از این گذشته، چنانچه محاسبه منحنی مسیرهای تعـادلی E_0-E_1 (یـا بـه طـور کلـی E_i-E_{i+1}) مـد نظـر باشـد، معادله‌ای مانند (۲٤) خواهیم داشت:

$$\frac{dp}{dy} = g(p, y; \underline{u}) \left\{ = \frac{f_1}{f_2} \right\} \qquad (۲٤)$$

که در آن تابع $g(0)$ حاصل انجام عملیات ریاضـی[1] بـر (۲۳) بـوده و بایـد بـازای بـردار معلوم ورودی‌های $\underline{u}$ حل شود. در این صورت نیز حتی با وجود جزء ثابـت در $g(0)$ بـازهم شکل تابعی $p=p(y;\underline{u})$ فاقد جزء ثابت، یعنی عرض از مبدأ خواهد بود:

$$p = \int g(p, y; \underline{u})dy = \int [c + g_1(p, y; \underline{u})]dy = cy + \int g_1(p, y; \underline{u})dy \qquad (۲۵)$$

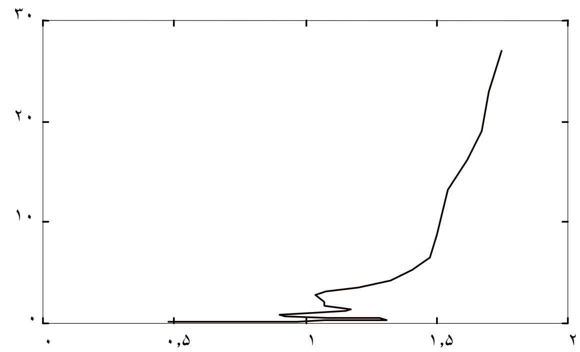
توجه شود که استدلال فوق در حالت کلی و تنها با فرض صدق معـادلاتی ماننـد (٤) تـا (٦) برای سیستم اقتصاد صادق است. به علاوه بدیهی است که از نظـر منطقـی نیـز بـا فـرض قیمت صفر برای محصولات $(p=0)$ انگیزه‌ای برای تولید یا عرضه‌کننـدگان وجـود نـدارد و هیچ محصولی تولید یا عرضه نمی‌شود $(y=0)$.

در یک جمع‌بندی، مفهومی که از تعادل در الگوهای رگرسیونی برای سیستم‌هـای پویـا تصـور مـی‌شـود متفـاوت از مفهـوم تعـادل در اقتصـاد اسـت و بایـد اقتصـاد را سیسـتمی بـا ورودی‌ها و خروجی‌های در حال تغییر، به مفهوم انتقال مداوم از یک نقطعه تعادل بـه یـک نقطه تعادل جدید و بر یک مسیر تعادلی، در نظر گرفت. با این توصیف لحاظ نمودن جملـه عرض از مبدأ، آنچنانکه بـه طـور سـنتی معمـول اسـت، (حـداقل بـرای الگوهـای مبتنـی بـر داده‌های درازمدت مانند شکل (۳) نمی‌توانـد بـه معنـای جـزء ثابـت ورودی‌هـا و خروجـی سیستم اقتصادی در حال نوسان حول یک نقطه تعادل ثابت، پشتوانه محکمـی داشـته باشـد.

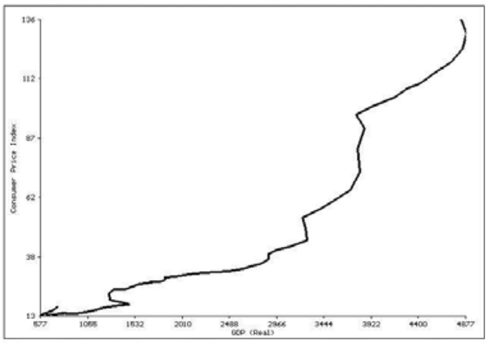
---

۱. مانند تقسیم f_1 بر f_2، با این فرض که این دو تابع عناصر بردار $\underline{f}$ در (۲۳) باشند.

تكميل سخن آنكه، روابط پيچيده سيستم اقتصاد در چنين مواردي ضرورت الگوهاي غيرخطي را تحميل مي‌كند و عرض از مبدأ در الگوهاي غيرخطي كلي نقش ثابتي ندارد. به نظر مي‌رسد الگوي تورم نيز از همين قبيل باشد [۲] [٦].



ايران (۱۳۷۷ - ۱۳۳۸)



ايالات متحده (۱۹۹۱ - ۱۹۳۰)

شكل ۳ ـ مسيرهاي گذار در صفحه محصول ـ قيمت براي دو كشور آمريكا و ايران

در آنچه گذشت دو وجه براي توجيه وجود جمله ثابت در الگو ذكر شد. در انتها جا دارد به حالات ديگري نيز كه به ندرت مي‌توانند توجيه‌كننده حضور عرض از مبدأ باشند اشاره شود:

نخست آنكه با توجه به (۱۰) تنها در صورتي كه در جمله خطا (نويز) جزء ثابتي وجود داشته باشد كه به نام تورش (اريب ـ باياس[۱]) مي‌شناسيم، يك عرض از مبدأ ناشناخته كه بايد در محاسبات تخمين برآورد شود، خواهيم داشت. در اين صورت اگر در برآورد الگويي عرض از مبدأ معناداري به دست آمد، بايد در فروض مربوط به جملهٔ خطا و در نتيجه روش حل الگو و تخمين ضرايب تجديدنظر نمود. در همان حال مي‌بايست به احتمال وجود يك ورودي متغير، به معني يك عامل برون‌زا كه در محاسبات الگوسازي از قلم افتاده است، توجه كافي مبذول داشته و با لحاظ نمودن آن الگو را اصلاح كرد.

ديگر آنكه ممكن است خروجي سيستم اقتصادي به صورت نرخ رشد يك متغير اقتصادي (مانند توليد: $y_1=\Delta y/y$) تعريف شود، در اين صورت براي الگوسازي مي‌توان از خطي‌سازي حول يك نقطه كار بهره گرفت، چرا كه تغييرات كوچكي براي خروجي حاصل مي‌شود. اما گذشته از آنكه چنين الگوهايي چندان معمول نيستند، بايد توجه شود كه آن نقطه كار به دليل امكان تغييرات در هر دو جهت مثبت و منفي چيزي جز نقطه صفر نخواهد بود. به علاوه، مطلوب آن است كه الگوسازي براي كل سيستم، در همه حالات و نه براي نوسانات حول يك نقطه، الگوسازي شود.

۳. عدم نياز به جمله عرض از مبدأ در الگوي مصرف (مطالعه موردي)

ابتدا متذكر مي‌شود كه جمله عرض از مبدأ در الگوهاي لگاريتمي نه تنها زائد نيست بلكه به سادگي نشان داده مي‌شود كه به عنوان ضريب كل الگو يك جمله ضروري است كه هنگام الگوسازي رگرسيوني مبتني بر داده‌هاي لگاريتم‌گيري شده بايد لحاظ شود [۹]. در عين حال چنانچه پيش از اين اشاره شد، حذف اين جمله در ديگر الگوها مورد بحث مقالات بسياري مانند [۱۶] واقع شده است.

---

۱. Bias

در اينجا طي يك الگوسازي نمونه، بحث نظري كه در سطور بالا مطرح شد مورد مطالعه و بررسي واقع مي‌شود. صرف‌نظر از الگوهاي لگاريتمي كه با توضيح فوق استثنا شدند، در اغلب الگوهاي اقتصادسنجي اين جمله عرض از مبدأ است كه در سطح پايين‌تري از معني‌دار بودن و يا به عبارت ديگر داراي پراكندگي بالاتري تخمين زده مي‌شود. علاوه بر آنكه در الگوهاي به دست آمده از اقتصاد ايران كه توسط كارشناسان اقتصادي و دانشجويان ارائه شده‌اند مي‌توان اين حقيقت را يافت [۳]، در الگوهاي مصرف و سرمايه‌گذاري كه در مرجع [۲] آورده شده‌اند، عدم توجيه‌پذيري ورود اين جمله در الگو، چه از لحاظ علّي و توضيح‌دهندگي و چه از نظر كمي و معني‌دار بودن، تبيين شده‌است. در اين بخش الگوي مصرف در ايران از اين لحاظ مورد دقت قرار مي‌گيرد و نشان داده مي‌شود كه دخالت جمله عرض از مبدأ جز با جانشيني يك عامل مغفول معنادار نيست و الگوي كامل كه با اعمال معيارهاي متنوع ارزيابي و به روش تصميم‌گيري فازي [۱۷] بر ديگر الگوها ترجيح داده مي‌شود. فاقد اين جمله است.

رگرسيون خطي (۲٦) را به عنوان مجموعه الگوي m كه با صفر قرار دادن برخي ضرايب الگوهاي مختلفي را حاصل مي‌كند، در نظر بگيريد. اين الگو با به كارگيري داده‌هاي سال‌هاي ۱۳۳۸ تا ۱۳۷۷ [۱] و به روش PEM [۱٤] در ده‌ها حالت مختلف مورد شناسايي و تخمين پارامتر واقع شده است. نتايج برخي از حالات در جدول (۱) ارايه شده است. داده‌هاي سال‌هاي ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۱ براي محاسبه خطاهاي شبيه‌سازي و پيشگويي كنار گذاشته شده و در كنار ۱۲ معيار ديگر براي ارزيابي و رتبه‌بندي الگوها به كارگرفته شده‌اند.

$$m: c(t) = \alpha_{۰} + \Sigma\alpha_i c(t-i) + \Sigma\beta_i y_n(t-i) + \Sigma\beta_{io} y_o(t-i) + \Sigma\gamma_i a(t-i) + \sigma e(t-۱) + e(t) \quad (۱٦)$$

دراين الگو $c(t)$ ، $y_N(t)$ ، $y_O(t)$ و $a(t)$ به ترتيب مصرف كل (هزينه‌هاي مصرفي)، جمع ارزش افزوده در بخش‌هاي غيرنفتي، ارزش افزوده در بخش نفت و تخمين ثروت هستند. داده‌هاي مورد آخر به كمك هموارسازي (فازي[۱][٦]) داده‌هاي ارزش واقعي نقدينگي (حاصل از تقسيم ارزش اسمي نقدينگي بر سطح عمومي قيمت‌ها يا همان قدرت

---

۱. Fuzzy Smoothing

خريد نقدينگي) محاسبه و تخمين‌زده شده است، از عامل ماليات‌هـاي مسـتقيم بـا توجـه بـه كوچك بودن اثر صرف‌نظر شده است [۲].

پس از برآورد الگو، از ميان تمام حالات بررسي شده الگوهـايي كـه شـامل عامـل y.(t) بودند به دليل برآورد علامت منفي براي ضريب اين عامل حذف شده‌اند. از ديگـر حـالات نيز پس از رتبه‌بندي، تنها تعدادي كه براي بحث مـوردنظر مفيـد بودنـد آورده شـده‌انـد. در ستون اول اين جدول آماره t-std مربوط به .α آورده شده و بـراي الگوهـايي كـه فاقـد ايـن جمله بوده‌اند با كوچكترين آمارة الگو جايگزين شده‌است.

جدول ۱ ـ نتايج برآورد الگوي (۲۶) در حالات مختلف

i	t-std $^{\alpha_0}_{(min)}$	α_0	α_1	α_2	β_1	β_2	γ_1	γ_2	σ
۱	۱,۲۱۲۴	-۰,۰۰۱۸	-۰,۸۰۴۲	-	۰,۹۵۴۵	-۰,۸۳۲۵	۰,۱۸۰۶	-۰,۱۰۷۵	-۰,۹۹۹۰
۲	۳,۵۶۷۸	-	-۰,۷۸۲۳	-	۰,۹۵۹۷	-۰,۸۳۲۴	۰,۱۸۹۳	-۰,۰۹۷۹	-۰,۹۹۸۷
۳	۰,۸۴۱۹	-۰,۰۰۶۵	-۰,۱۴۵۷	۰,۲۳۴۰	۰,۸۲۴۳	-	۰,۲۱۲۹	-	-۰,۰۹۶۹
۴	۱,۳۳۰۷	۰,۰۰۴۱	-۰,۸۱۳۸	۰,۱۲۰۵	۰,۹۰۴۳	-۰,۷۲۸۹	۰,۱۳۱۷	-	-۰,۸۸۸۰
۵	۰,۵۵۲۶	-۰,۰۰۵۹	۰,۱۴۱۹	-	۰,۸۸۴۴	-	۰,۲۰۱۷	-	۰,۱۹۵۹
۶	۱,۲۷۳۰	-	۰,۱۴۷۱	-	۰,۸۷۰۱	-	۰,۲۲۴۰	-	۰,۲۴۵۵
۷	۰,۶۸۸۲	-	-۰,۱۲۶۴	۰,۲۳۰۱	۰,۸۱۶۴	-	۰,۲۳۶۵	-	-۰,۰۲۲۷
۸	۰,۳۴۱۹	-	۰,۱۰۷۳	۰,۲۰۰۱	۰,۸۰۴۸	۰,۱۷۵۰	۰,۳۷۰۶	-۰,۱۰۸۲	۰,۳۰۱۱
۹	۱,۵۹۶۰	-۰,۰۲۴۵	۰,۰۱۴۴	۰,۱۲۸۳	۰,۸۸۵۲	۰,۱۳۸۲	-	-	۰,۲۸۰۴
۱۰	۰,۳۶۹۳	-۰,۰۱۵۵	۰,۲۵۷۰	۰,۲۰۲۹	۰,۸۲۶۴	۰,۳۱۳۵	۰,۳۹۶۷	-۰,۱۵۱۸	۰,۴۲۰۵
۱۱	۱,۳۲۶۲	-	-۰,۷۳۲۴	۰,۱۰۹۳	۰,۹۳۷۴	-۰,۶۸۶۱	۰,۱۱۶۲	-	-۰,۹۰۰۰

معيارهاى ارزيابى و انتخاب الگو بسيار متنوع هستند. بـديهى اسـت مطلـوب بـودن يـک الگو براساس برخى معيارها همزمان بـا نقـص آن از نظـر ديگـر معيارهـا نشـان كـافى بـراى برگزيده شدن نيست. از اين رو بايد معيارهايي مانند: منطقى بودن ساختار، صـحت علامـت پارامترها، معنادار‌بودن پارامترها، توضيح دهندگى بالا، تطابق مشخصات مانده‌ها بـا فـروض اوليه، آماره‌ها و آزمون‌های مختلف ازقبيل BJ ، DW ، F و ... همـراه بـا هـم بـراى ارزيـابى مدنظر قرار گيرند. در مراجـع[۵] و [۱۷] روشـى در نحـوه تركيـب ايـن معيارهـا و انتخـاب الگوى پيروز از طريق يک تصميم‌گيرى فازى ارايه شده است. آنچه يادآورى آن در اينجـا مهم به نظر مى‌رسد اين است كه حتى اگر حـذف عـرض از مبـدأ مبـانى رياضـى برخـى از آزمون هاى معمول در آمار و اقتصادسنجى را تحت‌الشعاع قـرار داده و مخـدوش سـازد، بـا

توضيحات قبل روشن است كه با وجود معيارهای مختلف و اتكا بر تصميم انسانی الگوساز (كه می‌تواند در قالب تصميم‌گيری فازی مدل شود) در ارزيابی الگوها، حذف يا مخدوش شدن برخی از آنها دليل عدم مطلوبيت يا مخل فرآيند انتخاب الگو نخواهدبود. در عين حال مشكلات حاصل از اين حذف در توانايی برخی آزمون‌ها حل شده است[۱۲].

به الگوی نمونه مصرف برگرديم و انتخاب الگو را ادامه دهيم. ابتدا الگوهايي را كه واجد جمله عرض از مبدأ هستند درنظر بگيريم. غير از الگوي چهارم و نهم، در موارد ديگر ضرايب جمله ثابت از درجه معناداري كافي برخوردار نيستند. در الگوي نهم آمارة t-student به نسبت بزرگ برای ضريب α، حاكي از ناديده گرفتن يك عامل برون‌زاست كه همان ثروت است. مقايسه الگوهاي اول و دوم با يكديگر نشان‌دهنده عدم نياز به جمله عرض از مبدأ است. همچنين، مقايسه الگوهاي چهارم و يازدهم نيز ترجيح الگويي با پارامترهاي كمتر را با فرض يكسان بودن ساير ويژگي‌ها يادآور مي‌شود. از اين گذشته، از ديگر مزاياي الگوي آخر بايد به كوچكتر بودن اندازه خطا اشاره نمود. درنهايت، توجه شود كه درمجموع الگوي آخر به دليل خواص ديناميكي بهتر– از طريق اعمال روش تصميم‌گيري فازي كه در بالا اشاره شد [۱۷] – بر الگوي دوم نيز ترجيح داده مي‌شود.

جمع‌بندي و ملاحظات

رگرسيون را مي‌توان در حال حاضر پركاربردترين ابزار رياضي براي مطالعات اقتصادي و ديگر علوم انساني برشمرد. اعمال جمله عرض از مبدأ در الگوهاي رگرسيوني عموماً به ضرايبي منجر مي‌شود كه از درجه معناداري پايين برخوردارند. در اين مقاله با تكيه بر ديدگاه سيستمي در الگوسازي نقش و مفهوم عرض از مبدأ در اين الگوها مورد بررسي و دقت قرار گرفت. نتيجه مباحث حاكي از آن است كه جمله عرض از مبدأ در الگوهاي حاصل از خطي‌سازي الگوهاي غيرخطي حاوي اطلاعات نقطه كار است. به اين ترتيب در الگوهاي غيرخطي جمله عرض از مبدأ نقشي نخواهد داشت مگر آنكه يك ورودي (عامل برون‌زا) ثابت يا تورش با متوسط غير صفر در كار باشد. همچنين در صورتي كه الگوسازي براي مجموعه وسيعي از داده‌ها انجام شده باشد كه نمي‌توان آنها را پيرامون يك نقطه

تعادل در نظر گرفت، جمله عرض از مبدأ بي‌معنا خواهد بود. حصول یـك ضـریب معنـادار براي این جمله بیش از آنكه نشانه صحت الگوسازي باشد، مـي‌توانـد نتیجـه غفلـت از یـك عامل برون‌زا باشد كه در واقع به صورت ثابت مدل شده اما مي‌توانسته متغیـر هـم باشـد. در هر حال، الگوسازي مي‌باید با عنایت به تمایز مفهـوم تعـادل پایـدار در یـك الگـو و تعـادل لحظه‌اي ناپایدار در یك سیستم دینامیك صورت گیرد.

به‌طور خلاصه، نگرش سیستمي در الگوسازي با فرض فقدان یك علت بصـورت عامـل برون‌زاي ثابت در سیستم، توصیه مي‌كند:

۱ـ چنانچه الگو غیرخطي است، جمله عرض از مبدأ حذف شود.

۲ـ چنانچه الگوي خطي حاصل خطـي‌سـازي حـول نقطـه كـار اسـت، انـدازه بـه دست آمده براي عرض از مبدأ با اطلاعـات مربـوط بـه نقطـه كـار مقایسـه و تطبیق داده شود.

۳ـ چنانچه الگوي خطي بر داده‌هاي سري زماني طولاني بـا دامنـه تغییـرات زیـاد بنا نهاده شده است (نقطه تعادل پایداري در كار نیست)، جمله عرض از مبـدأ معنادار نبوده و نیازي به آن نخواهد بود.

٤ ـ چنانچه در حالت فوق (حالت ۳) ضریب عرض از مبدأ معنادار به دست آید، احتمال وجود یك عامل (علت) یـا متغیـر بـرون‌زا كـه مـورد غفلـت بـوده و مي‌تواند با یك شاخص مناسب متغیر در طول زمان نشان داده شـود، بررسـي شود. در صورت یافتن پاسخ، جایگزین جمله عرض از مبـدأ شـود و در غیـر این‌صورت وجود تورش در خطاي الگو (نویز) مطرح خواهد بود.

منابع

۱. ـــــ ، **مجموعه آماري: سري زماني آمارهاي اقتصادي اجتماعي،** معاونت امور اقتصادي و هماهنگي، سازمان مديريت و برنامه‌ريزي، ۱۳۸۰.

۲. شكوري گنجوي، حامد (۱۳۷۸)؛ **مدل‌سازي ديناميك و شناسايي سيستم اقتصاد كلان ايران (نگرش سيستمي)،** رساله دكتري، دانشگاه صنعتي اميركبير.

۳. نوفرستي، م و ع. عرب‌مازار (۱۳۷٤)؛ **بررسي ساختار الگوي اقتصادسنجي ايران،** معاونت امور اقتصادي وزارت اقتصاد و دارايي.

٤. شكوري گنجوي، س. ك. نيكروش (۱۳۷٦)؛"بازنگري و اصلاحي بر حل مدل‌هاي رگرسيون فازي"، **پنجمين كنفرانس مهندسي برق ايران(ICEE'۹۷)،** دانشگاه صنعتي شريف، مجموعه مقالات كنترل، ص ۱۷۱ تا ۱۸۰.

٥. شكوري گنجوي، حامد و ك . ي. نيكروش (۱۳۸۰)؛ "تصميم‌گيري فازي: روشي جديد در انتخاب مدل براساس معيارهاي متنوع ارزيابي"، **مجله علمي اميركبير،** ش ٤۸، ص ٤٦۳ تا ٤۷۳.

٦. شكوري گنجوي، حامد (۱۳۸۳)؛ "بررسي چگونگي تأثير قيمت سوخت (بنزين) در افزايش سطح عمومي قيمت‌ها براساس يك مدل غيرخطي براي تورم"، **نخستين همايش روش‌هاي پيشگيري از اتلاف منابع ملي،** فرهنگستان علوم، ص ۱۳٦ تا ۱٤٥.

۷. شكوري گنجوي، حامد و م. ح. كاظمي (۱۳۸۳)؛ "يك الگوريتم جديد براي هموارسازي فازي سيگنال‌هاي داده غيريقيني و بررسي خواص طيفي آن"، **پنجمين كنفرانس سيستم هاي فازي ايران،** هتل المپيك.

۸. D.W. Boyd (۲۰۰۱); **System Analysis and Modeling,** Academic Press.

۹. J.E.H. Davidson, D.F. Hendry, F. Srba and S. Yeo (۱۹۷۸); Econometric Modelling of the Aggregate Time-Series Relationship Between Consumer's Expenditure and Income in the United Kingdom", **The Economic Journal,** No. ۸۸.

۱۰. N. Gershenfeld (۱۹۹۹)' **The Nature of Mathematical Modeling,** Cambridge University Press, ۱۹۹۹.

۱۱. D.F. Hendry(۱۹۹۵); **Dynamic Econometrics,** Oxford.

۱۲. S.R. King, R.M. McConnell (۱۹۹۳); **Macro Solve ver.** ۴, W.W.Norton & Company.

۱۳. W. Kramer (۱۹۸۵); “The Power of the Durbing-Watson Test for Regressions Without an Intercept”, **J. of Econometrics,** Vol. ۲۸, No. ۳, pp. ۳۶۳-۳۷۰, June.

۱۴. L. Ljung (۱۹۸۷); **System Identification: Theory for the User,** Prentice Hall.

۱۵. D.P. Maki, M. Thompson (۱۹۷۳); **Mathematical Modeling and Applications,** Prentice Hall.

۱۶. P. Perron (۱۹۹۱); “A Continuous Time Approximation to the Unstable First-Order Autoregressive Process: The Cast Without an Intercept”, **Econometrica,** Vol. ۵۹, No. ۱, pp. ۲۱۱-۲۳۶, Jan.

۱۷. H. Shakouri G., K. Y. Nikravesh (۲۰۰۰); “A New Approach in Model Selection Using Fuzzy Decision-Making: Trade off Between Possibility & Probability Theories”, **Proc. SMC’ ۲۰۰۰.**

۱۸. M. Vidyasagar (۱۹۹۳); **Nonlinear System Analysis,** Prentice Hall.

۱۹. L.A. Zadeh (۱۹۶۷); **System Theory,** Mc Graw Hill.