

Mathematical Formalism in Economics: A Historical Review and Assessment of The Views of Advocators and Opponents

Mohsen Keshavarz; (PhD Student, Mazandaran University, Email: Mohsen.e.i.s.p.a@gmail.com)

Alireza Pourfare; (Mazandaran University, Email; pourfaraj@yahoo.com)

ARTICLE INFO

Article history

Received: 8 October 2018

Revised: 1 January 2019

Accepted: 3 February 2019

Published online: 21 March 2019

Key words:

Economics methodology,
mathematical method, pure
Economics, formalism

ABSTRACT

Despite the fact that Economics uses Mathematics more than other social sciences for explanation and prediction, the application of these methods in Economics has been faced with serious objections. In the present study, while studying the historical course and the theoretical foundations of the application of mathematics in Economics, the most important issues discussed from the viewpoints of advocates and opponents of the mathematical method are discussed and the results and consequences of this methodological approach are explained. The result of the research suggests that mathematics has helped Economics in areas such as modeling, internal consistency, empirical testing, economic policy, and facilitating scientific communication, but the limitations of classical mathematics include criticisms such as extreme simplicity, abstraction and the distance from reality, the weakening of the empirical nature of the Economy, and the elimination of the key elements of Economic analysis on Economics. However, the Economists' tendency to new branches of mathematics, such as game theory, chaos theory and fuzzy logic, has greatly reduced the limitation of elementary models and opened up a new approach to Economics studies.

صورت‌گرایی ریاضی در اقتصاد؛ بررسی تاریخی و ارزیابی دیدگاه موافقان و مخالفان

محسن کشاورز (دانشجوی دکتری اقتصاد اسلامی دانشگاه مازندران، نویسنده مسئول (Mohsen.e.i.s.p.a@gmail.com)
علیرضا پورفرج (دانشگاه مازندران، pourfaraj@yahoo.com)

اطلاعات مقاله

دریافت: ۱۶ مهر ۹۷
بازنگری: ۱۱ دی ۹۷
پذیرش: ۱۴ بهمن ۹۷
انتشار: ۱ فروردین ۹۸

چکیده

به‌رغم اینکه اقتصاد بیش از سایر رشته‌های علوم اجتماعی از ریاضیات برای تبیین و پیش‌بینی بهره می‌برد، اما کاربرد این روش‌ها در علم اقتصاد، با مخالفت‌های جدی نیز روبه‌رو بوده است. در تحقیق حاضر ضمن بررسی سیر تاریخی و مبانی نظری کاربرد ریاضیات در علم اقتصاد، به مهم‌ترین مباحث مطرح شده از دیدگاه موافقان و مخالفان روش ریاضی پرداخته، نتایج و پیامدهای این رویکرد روش‌شناختی تبیین می‌گردد. نتیجه پژوهش حاکی از این است که ریاضیات، علم اقتصاد را در زمینه‌هایی از قبیل مدل‌سازی، سازگاری درونی، آزمون‌پذیری تجربی، سیاست‌گذاری اقتصادی و تسهیل ارتباطات علمی، یاری بسیار نموده است. این در حالی است که محدودیت‌های موجود در ریاضیات کلاسیک، انتقاداتی از قبیل ساده‌سازی‌های افراطی، انتزاعی شدن و فاصله از واقعیت، تضعیف ماهیت تجربی اقتصاد و حذف عناصر کلیدی از تحلیل اقتصادی را متوجه علم اقتصاد نموده است. با وجود این، گرایش اقتصاددانان به شاخه‌های نوین ریاضی همانند نظریه بازی‌ها، نظریه آشوب و منطق فازی تا حد بسیار زیادی توانسته است با کاهش دادن محدودیت مدل‌های ابتدایی، رهیافت نوینی در مطالعات اقتصاد ریاضی بگشاید.

واژگان کلیدی

روش‌شناسی اقتصاد،
روش ریاضی، اقتصاد
محض، فرمالیسم

۱. مقدمه

به میزان قابل توجهی افزایش یافته است، به طوری که مهارت‌های ریاضی پیش‌شرط لازم برای شناخت نظریه‌های اقتصادی معاصر و توسعه آنان است. پس از جنگ جهانی دوم، اقتصاد به وسیله صورت‌گرایی به سمت وحدت در باورها، مدل‌ها، نظریه‌ها و توصیه‌های سیاستی حرکت کرد (سنت، ۲۰۱۳: ۵). به‌رغم اینکه توجه و تأکید بر مدل‌سازی‌های ریاضی، مقدمات تکامل اقتصاد را به عنوان یک علم مستقل فراهم آورد، اما پس از گذشت مدتی، انتقادات نسبت به کاربرد روش ریاضی آغاز گشت به طوری که در اواسط قرن بیستم این نگرانی بوجود آمد که صورت‌گرایی ریاضیاتی می‌تواند در تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی اختلال ایجاد کند. هر چند برخی اقتصاددانان معتقدند استفاده افراطی از ریاضیات عامل ناکارآمدی اقتصاد مدرن است، اما در مقابل، برخی دیگر بر این باورند که کاربرد ریاضیات در اقتصاد، عامل اصلی توسعه دانش اقتصادی بوده است (تارکی، ۲۰۱۳: ۲). اگرچه نمی‌توان پیشرفت‌های علم اقتصاد در زمینه‌های مختلفی چون اقتصاد ریاضی و اقتصاد سنجی را انکار نمود، اما یک زمینه پژوهشی وجود دارد که علم اقتصاد رشد قابل توجهی در آن نداشته و آن بحث‌های روش‌شناسی است (راجینا، ۱۹۸۹: ۲۵۳). به‌رغم نقش ویژه روش‌شناسی در علوم مختلف و به‌ویژه علم اقتصاد، عدم رغبت جامعه علمی بدین مباحث نشان از عدم درک جایگاه مهم و سرنوشت‌ساز آن در نظریه‌پردازی‌های اقتصادی است. ریشه این عدم توجه را می‌توان فاصله گرفتن بیش از پیش اقتصاد از علوم اجتماعی و انسانی و خصوصاً فلسفه دانست، هر چند در سال‌های اخیر نظریه‌پردازانی به بحث و بررسی پیرامون مسائل روش‌شناسی در علم اقتصاد پرداخته و زوایایی تاریکی از روش پژوهش در اقتصاد را روشن نموده‌اند.

از جمله تحولات عمده و چشمگیر در علم اقتصاد، کاربرد روزافزون ریاضیات و روش‌های تجزیه و تحلیل مقداری است. استفاده از روش‌های ریاضی برای تجزیه و تحلیل مسائل اقتصادی، به طور ویژه از قرن نوزدهم مورد توجه قرار گرفت. اقتصاد ریاضی، شاخه‌ای از علم اقتصاد همانند تجارت بین الملل یا اقتصاد شهری نیست، بلکه رویکردی روش‌شناختی در تجزیه و تحلیل اقتصادی است. بحث و مجادله در زمینه کاربرد ریاضیات در علم اقتصاد و نقد و بررسی دقیق و موشکافانه این تعامل از جمله موضوعاتی است که تا به امروز نیز ادامه داشته و همواره محل نزاع مکاتب اقتصادی بوده است.

کاربرد ریاضیات در علم اقتصاد، طیف وسیعی از ابزارهای ریاضی شامل نمودارها و روابط ساده جبری گرفته تا پیچیده‌ترین آنها مانند نظریه فازی و تئوری آشوب را شامل می‌شود. اما با وجود استفاده وسیع اقتصاددانان از روش‌های ریاضی، جای این پرسش وجود دارد که آیا علم اقتصاد با توسل به ریاضیات توانسته به هدف تبیین و پیش بینی صحیح برسد، یا اینکه ریاضیات خود حجابی برای درک واقعیت‌های اقتصادی بوده است؟

بر این اساس، تحقیق حاضر تلاش نموده تا به مهم‌ترین دلایل موافقان و مخالفان کاربرد ریاضیات در اقتصاد پرداخته و تبیین جامعی از دیدگاه‌های مختلف ارائه دهد. بدین منظور در بخش اول، پیشینه و علل کاربرد ریاضیات در اقتصاد تبیین شده است. بخش دوم، مبانی نظری کاربرد روش ریاضی در مطالعات اقتصادی را مورد بحث قرار داده است. در بخش سوم به بررسی دیدگاه منتقدان روش ریاضی پرداخته شده و در بخش چهارم نیز، پاسخ اقتصاددانان به منتقدان کاربرد ریاضیات ارائه شده است.

۲- ادبیات موضوع

استفاده از ریاضیات در اقتصاد در طول ۱۰۰ سال گذشته

۲-۱- اقتصاد و ریاضیات در طول زمان

انقلاب نهایی‌گرایی به عنوان آغاز دوران اقتصاد ریاضی کلاسیک محسوب می‌شود. از دهه ۱۸۷۰ و با ورود حساب دیفرانسیل و انتگرال به فضای علم اقتصاد، نظریه‌های اقتصادی به میزان قابل توجهی به سمت استفاده از روش‌های ریاضی مبتنی بر اصول موضوعه پیش رفتند و کاربرد روش‌های قیاسی-استنتاجی در نظریه‌پردازی اقتصادی مورد توجه قرار گرفت (لیکالزی و باسیل، ۲۰۰۴: ۱۰۳). بر خلاف آدام اسمیت که در "ثروت ملل" هیچ تمایز شدیدی بین علم اقتصاد و زمینه‌های اجتماعی آن ایجاد نکرد، اقتصاددانان قیاس‌گرای انتزاعی مانند ریکاردو خلاف این رویه حرکت کردند. این دیدگاه در اواخر قرن ۱۹ با یکدیگر مجادلات مختلفی داشتند و نتیجه این درگیری‌ها با پیروزی انتزاع‌گرایان همراه بود و در قرن بیستم، ریاضیات زبان رسمی علم اقتصاد گشت (فولایو، ۲۰۰۴: ۶۵۸). جونز و والر اس به عنوان پیشگامان انقلاب نهایی‌گرایی تلاش نمودند ریشه قواعد اقتصادی را در رفتارهای انسانی جانمایی کنند و به وسیله ریاضیات نیوتنی و قواعد اصالت لذت، نظریات اقتصادی را مدل‌سازی نمایند (بویل و مک دونو، ۲۰۱۷: ۲۴).

برخی ویلیام پتی (۱۶۲۳-۱۶۸۷) را به دلیل ابداع آنچه خود آن را "حساب سیاسی" می‌خواند، پیشگام استفاده از ریاضی و آمار در نظریه‌پردازی اقتصادی می‌دانند و عده‌ای نیز دکتر فرانسوا کنه (۱۷۴۴-۱۶۹۴) رئیس مکتب فیزیوکرات‌ها را به دلیل کوشش‌هایش جهت تولید اولین جدول داده ستانده، طلایه‌دار اقتصاد ریاضی کلاسیک می‌شناسند (دادگر، ۱۳۸۹: ۲۱۵). اما به طور عمومی این امر پذیرفته شده است که سیوا (۱۶۴۲-۱۷۳۴) -ریاضی دان ایتالیایی- اولین کسی است که در کتابش (۱۷۱۱) از الگوهای ریاضی برای حل مسائل اقتصادی استفاده نموده (درخشان، ۲۰۱۷: ۷). در حدود ۱۰۰ سال پس از سیوا، آگوستین کورنو کتاب معروفش "تحقیق در اصول ریاضی

نظریه ثروت" را در ۱۸۳۸ منتشر نمود که از آن به تولد اقتصاد ریاضی کلاسیک تعبیر می‌شود. نکته مهم و بحث برانگیز این است که هم کتاب سیوا و هم مباحث کورنو تا ۳۰ سال مورد توجه اقتصاددانان زمان واقع نشد، تا اینکه جونز در ۱۸۷۱ مباحث آنان را مورد توجه جامعه علمی قرار داد.

از دستاوردهای مباحث ریاضی کورنو، معرفی توابع تقاضا به عنوان تابعی از قیمت، چگونگی استفاده از فرض ثبات سایر شرایط در تحلیل تغییرات تابع تقاضا و بکارگیری منحنی‌ها در تحلیل مباحث نظری است (اکلاند، ۱۹۷۱: ۱۹۵). کورنو از جمله پیشگامانی بود که به بحث عرضه و تقاضا پرداخت و از کشش تقاضا و هزینه نهایی بحث نموده است (پویو، ۲۰۱۲: ۲). کورنو با در نظر گرفتن رابطه $D=F(p)$ برای تابع فروش و $PF(p)$ برای آنچه اکنون تابع درآمد-کل می‌نامیم، حساسیت تقاضا را مطرح کرده است (بدون آن‌که از این اصطلاح نام ببرد) و نشان داد افزایش قیمت کالا، بسته به این‌که تقاضا در مقابل تغییرات قیمت انعطاف‌پذیر یا غیر قابل انعطاف باشد، ممکن است درآمد کل را افزایش یا کاهش دهد (بلاگ، ۱۳۷۵: ۸۶).

فرانسیس اجورث از جمله صاحب‌نظران دیگری بود که نقش مهمی در ورود ریاضیات و آمار به اقتصاد ایفا کرده است. تلاش وی در معرفی "انسان به عنوان یک ماشین حداکثر کننده لذت" نمونه تأثیرپذیری علوم اجتماعی از مفاهیم علوم طبیعی است. اجورث در کتاب *روحیات ریاضی* خود مدعی شد مفهوم انسان به عنوان یک حداکثر کننده سود می‌تواند استخراج شرایط مکانیکی و استدلال ریاضی در علوم اجتماعی را توجیه کند (هادسون، ۲۰۱۳: ۳۱). طراحی جعبه اجورث و منحنی قرار داد، حاصل تلاش‌های وی است.

از دیگر اقتصاددانان پیشرو در کاربرد روش‌های ریاضی در اقتصاد می‌توان به ژول دوپوئه (۱۸۶۶-۱۸۰۴) اشاره

جونز- در این کتاب بوده است. والراس به دنبال طراحی یک الگوی چند متغیره در قالب تعادل عمومی بود. وی در این الگو اگرچه تحلیل خود را با یک خریدار و یک فروشنده و دو کالا آغاز می‌کند، اما در نهایت، الگوی او تمامی بازارهای مصرف، نهاده، پس‌انداز، پول و غیره را شامل می‌شود (دادگر، ۱۳۸۹: ۳۷۵-۳۷۹).

ویلفردو پارتو (۱۹۲۳-۱۸۴۸) دومین نفر در مکتب لوزان است که به عنوان یکی از بنیانگذاران اقتصاد ریاضی نیز شناخته می‌شود. کاربرد ریاضیات پیشرفته در اقتصاد، توسط وی هم کارسازی فراوانی داشته و هم در مواردی باعث شده خوانندگان کمتری به مطالعه آثارش بپردازند. او مقوله مطلوبیت را از حالت عددی به وضعیت رتبه‌ای سوق داد. طراحی منحنی‌های بی‌تفاوتی و یا دست کم عمومی ساختن کاربرد آنها را نیز به پارتو نسبت می‌دهند. علم اقتصاد در دیدگاه پارتو، سیستمی متشکل از نیروهایی متضاد بود که در جست و جوی تعادل هستند (لیکالزی و باسیل، ۲۰۰۴: ۱۰۱).

آلفرد مارشال، روش معروف بهینه‌یابی را در اقتصاد ابداع نمود (پوگبنا، ۲۰۰۵: ۸۵). وی با ساخت دستگاه تحلیل نهایی‌گرایی، تبیین جالب و قابل توجهی از مفهوم تعادل را ارائه نمود. اصول اقتصاد مارشال (۱۸۹۰) ترکیبی از اقتصاد کلاسیک اسمیت (۱۷۷۶)، ریکاردو (۱۸۱۷)، میل (۱۸۴۸) و اقتصاد ریاضی کلاسیک توسعه‌یافته توسط کورنو، جونز و والراس بود. کتاب مارشال، پیش از انقلاب کینزی در سال ۱۹۳۶، یکی از منابع اصلی دانش اقتصادی بود، اما به‌رغم توجه مارشال به ریاضیات، وی ترجیح می‌داد تمام سخنان ریاضی‌اش را نه در متن اصلی بلکه در ضمیمه کتابش بگنجانند (درخشان، ۲۰۱۷: ۵). این امر ریشه در نگاه انتقادی مارشال به کاربرد ریاضیات در اقتصاد داشت. مارشال معتقد بود اقتصاد بیش از الهام از فیزیک و تلقی‌های مکانیکی، بایستی از زیست‌شناسی و رویکردهای تکاملی تأثیر پذیرد؛ زیرا نظام اقتصادی واجد

کرد. دویوئه افزون بر محاسبه مازاد مصرف‌کننده و تولید کننده، با معرفی تابع مطلوبیت نهایی و به‌وسیله نظریه اقتصادی، به قیمت‌گذاری خدمات عمومی فرانسه پرداخت (استیگلر، ۱۹۵۰: ۳۱۵). از دیگر افراد مطرح در این زمینه، هرمن هینریش گوسن (۱۸۵۸-۱۸۱۰) اقتصاددان آلمانی است. او از یک طرف اصل نزولی بودن مطلوبیت نهایی را صورت‌بندی کرد و از طرف دیگر، بیان کرد که شخص، مبادله دو کالا را تا زمانی که ارزش آخرین واحدهای تحت تملک وی برابر شوند ادامه می‌دهد. گوسن دیدگاه‌هایش را در کتاب *توسعه قوانین تبادلات انسانی و قواعد ناشی از کسب و کار انسانی* بیان کرده است. هرچند این کتاب مورد استقبال عموم واقع نشد، ولی مورد استفاده وسیع والراس و جونز واقع شد. کتاب گوسن از نظر شکلی بسیار بی‌نظم و از نظر ادبی غیر روان و پر از فرمول‌های ریاضی و نمودار هندسی است. این در حالی بود که کاربرد ریاضیات در تحلیل مسائل علوم اجتماعی و اقتصادی هنوز مورد استقبال نگرفته بود. ادعای گوسن این بود که نوشته وی به علم اقتصاد همان خدمتی را کرد که نوشته کوپرنیک به علم نجوم (دادگر، ۱۳۸۹: ۲۶۹).

از جمله معروف‌ترین اقتصاددانان نهایی‌گرا، ویلیام استنلی جونز (۱۸۸۲-۱۸۳۵) اقتصاددان انگلیسی است. جونز در کتابش *نظریه اقتصاد سیاسی* با زنده کردن مباحث کورنو، به معرفی توابع بی‌تفاوتی و نظریه مبادله پرداخت و زمینه‌های علمی تحلیل نظریه مطلوبیت نهایی را فراهم کرد (بلاک، ۱۹۷۲: ۳۶۹). شخص قابل توجه دیگر در سیر تاریخی کاربرد ریاضیات در علم اقتصاد، لئون والراس (۱۹۱۰-۱۸۳۴) اقتصاددان فرانسوی و از بنیانگذاران مکتب نهایی‌گرایی و همچنین پایه‌گذار شعبه لوزان آن مکتب است. سرنوشت کتاب والراس تحت عنوان *عناصر اقتصاد محض* (۱۸۷۴) نیز مانند کتاب جونز، بی‌میلی و بی‌توجهی به آن بود. شاید یک دلیل اصلی این مسئله، حاکمیت نگرش ریاضی‌گرایی بیش از حد والراس - حتی بیشتر از

است که از آن به عنوان شروع دوره مدرن اقتصاد ریاضی نیز نام می‌برند. از جمله کارهای درخشان اقتصاد ریاضی در دهه ۱۹۳۰، توسعه ریاضی اندیشه‌های کینزی در قالب مدل IS-LM توسط جان هیکس و الوین هانسن است (بلانچارد، ۱۳۷۸ : ۱۸۲).

در دوران پایانی جنگ جهانی دوم و در دهه ۱۹۴۰، گسترش قابل توجهی در نظریه‌پردازی ریاضی در حوزه اقتصاد صورت گرفت که منشأ آن: (۱) تغییر تأکید از تجزیه و تحلیل جزئی به یک تعادل عمومی؛ (۲) علاقه به نظریه‌های رشد، پیشرفت فنی و دیگر پویایی‌های اقتصادی؛ و (۳) انقلاب در تکنیک‌های اقتصاد کاربردی بوده است (سیال، ۱۹۸۸ : ۳). دبرو (۱۹۸۶) معتقد است انتشار کتاب *نظریه بازی و رفتار اقتصادی* فون نیومن و مورگنسترن (۱۹۴۴) به عنوان تولد اقتصاد ریاضی مدرن است، اما به دلیل اینکه این کتاب در آلمان منتشر گردید، در آن زمان چندان مورد توجه قرار نگرفت. رویکرد نظریه بازی‌ها در تجزیه و تحلیل اقتصادی تقریباً به مدت چهار دهه نادیده گرفته شد، تا اینکه در دهه ۱۹۸۰ و به واسطه ورود نظریه بازی‌ها به اقتصاد خرد و سپس اقتصاد کلان، اهمیت مباحث فون نیومن و مورگنسترن مورد توجه قرار گرفت (درخشان، ۲۰۱۷ : ۷).

اصطلاح برنامه‌ریزی خطی را نخستین بار جرج دانتزیگ در ۱۹۴۰ میلادی بکار برد. وی معتقد بود مسئله اقتصاد عبارت است از تخصیص بهینه منابع محدود (کمیاب) به نیازهای نامحدود. این تلقی، از نظر ریاضی یک مسئله بهینه‌سازی است. چنان‌که این مسئله، ایستا در نظر گرفته شود، یک مسئله بهینه‌سازی مقید محسوب شده و اگر پویا در نظر گرفته شود، به مسئله ریاضی تعیین مسیرهای زمانی برای تخصیص بهینه عوامل که یک مسئله کنترل بهینه است، تبدیل می‌گردد. مقالات لئونید کانتورویچ (۱۹۳۹) در سازماندهی و برنامه‌ریزی تولید، واسلی لئونتیف (۱۹۴۱) در تجزیه و تحلیل داده ستانده،

ویژگی‌های تکاملی و پیچیده است که این امر ضرورت استفاده محتاطانه اقتصاددانان از ریاضیات را ایجاب می‌کند. در عین حال مزیت ریاضیات نیز مورد توجه مارشال بود. وی تلاش می‌کرد بین روش قیاسی و تجربی، تعادلی ایجاد نماید؛ زیرا باور داشت این دو روش، دو پای چپ و راست یک دانش‌اند (هادسون، ۲۰۱۳ : ۳۲). از دیگر منتقدان کاربرد ریاضیات در اقتصاد، مکتب اتریش به رهبری کارل منگر بود. منگر، کاربرد ریاضیات در اقتصاد را تأیید نمی‌کرد و به دلیل تأکید بر تجربیدی بودن فعالیت‌های اقتصادی، تردید نسبت به مفهوم تعادل و اصرار بر این‌که بسیاری از پدیده‌های اقتصادی باید در شرایط عدم تعادل توضیح داده شوند، از لحاظ روش‌شناسی راهی جدا از سایر نئوکلاسیک‌ها پیمود (نیک، ۲۰۱۴ : ۲۲۵).

یکی از نکات قابل توجه در دهه ۱۹۳۰، تشکیل نهادهای رسمی برای توسعه کاربرد ریاضیات در اقتصاد بود. در این مقطع، "انجمن اقتصادسنجی آمریکا" با هدف توسعه نظریه اقتصادی در ارتباط با آمار و ریاضیات در ایالات متحده تشکیل شد. تولد این انجمن، بیانگر اعتقاد رو به رشد نسل جوان اقتصاددانان به استفاده از تکنیک‌های ریاضی و آماری برای تحلیل اقتصادی است (هادسون، ۲۰۱۳ : ۳۵). نگاهی اجمالی به افراد عضو این انجمن نشان می‌دهد خیلی از نخبگان علم اقتصاد که موفق به کسب جایز نوبل در اقتصاد شدند، مؤسس و پایه‌گذار این انجمن بودند. نکته قابل توجه در تشکیل این‌گونه نهادهای علمی این است که تا دهه ۱۹۳۰ هیچ تلاشی در هماهنگی کارهای تحقیقاتی در اقتصاد ریاضی کلاسیک وجود ندارد. به عبارت دیگر، ادبیات اقتصاد ریاضی که در طول این دوره از کورنو (۱۸۳۸) تا جونز (۱۸۷۱) و والراس (۱۸۷۴) و مارشال (۱۸۹۰) تولید شد، حاصل کارهای پراکنده و فاقد نظام‌مندی آکادمیک است (درخشان، ۲۰۱۷ : ۱۰). اما تشکیل نهادهای آکادمیک جهت تلفیق دستاوردهای ریاضیات و آمار با نظریه‌پردازی اقتصاد، پدیده جدیدی

و ایجاد امکانی برای تولید مدل‌های پیچیده، در توسعه کاربرد ریاضیات در اقتصاد و سایر علوم بی‌تأثیر نبوده است. رایانه‌های اولیه، پیش از عمومی شدن، در دانشگاه‌ها بکارگیری شدند و استفاده از آنان، به میزان قابل توجهی، هزینه و زمان پردازش داده‌ها و انجام محاسبات پیچیده را کاهش می‌داد و امکان توسعه تحقیقات ریاضی و شبیه‌سازی و آزمون‌های اقتصادسنجی را فراهم می‌نمود (اسپینوزا و دیگران، ۲۰۱۲: ۴). این امر نه تنها، توسعه ریاضیات در مطالعات اقتصادی را تسهیل می‌کرد، بلکه امکان کنار گذاشتن فروض ساده‌سازانه در تحلیل‌های ریاضی را که در آن زمان به شدت مورد انتقاد بخشی از اقتصاددانان بود، فراهم می‌ساخت. همچنین در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰، بحث احتمالات به فضای نظریه بازی‌ها وارد شد و از راه بدست آوردن مطلوبیت انتظاری و با توجه به درصد احتمال، ابزار واقع‌بینانه‌تری در اختیار محققان اقتصادی قرار گرفت.

نظریه فازی از جمله دیگر ابزارهای جدید مطالعاتی است که در برخی زمینه‌های مطالعات اقتصادی بکار می‌رود. این نظریه قادر است بسیاری از مفاهیم، متغیرها و سیستم‌هایی را که نادقیق و مبهم هستند، صورت‌بندی ریاضی کرده و زمینه را برای استدلال، استنتاج و تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد (قنبری و موسوی، ۱۳۹۰: ۱۰۱). کاربرد ریاضیات فازی در اقتصاد، زمینه تحقق مطالعات غیردقیق و استدلال احتمالاتی را فراهم آورد.

حوزه دیگری از ریاضیات که در دوره‌های اخیر مورد توجه اقتصاددانان قرارگرفت، نظریه آشوب است. این نظریه، منجر به ارایه شیوه‌های جدیدی برای مطالعه جریان‌های بسیار پیچیده گردید که به ظاهر تصادفی و غیر قابل پیش‌بینی به نظر می‌رسند. نتایج این مطالعات، به تدریج در علمی که با پدیده‌های پیچیده و به ظاهر تصادفی مواجه هستند مانند اقتصاد و به‌ویژه بخش بازارهای مالی و پولی

پل ساموئلسون (۱۹۴۷) در مبانی تحلیل اقتصادی، و کومپنز (۱۹۵۱) در تجزیه و تحلیل فعالیت تولید، نتایج اولیه در اقتصاد ریاضی مدرن محسوب می‌شوند (درخشان، ۲۰۱۷: ۱۳). از جمله اقتصاددانان معروف و معاصر که در زمینه ریاضی‌سازی پژوهش‌های اقتصادی جایگاه ویژه‌ای دارد، پل ساموئلسون است. او یکی از پرکارترین اقتصاددانان قرن بیستم بود که در مرکز انقلاب ریاضی‌گرایی علم اقتصاد قرار داشت (یانگ، ۲۰۰۵: ۱۶۲). ساموئلسون در ۱۹۴۷ با ترکیب مدل تعادل عمومی والراس و ایده‌های اقتصاد کلان کینز به دستاوردهایی رسید که تا ۳۰ سال اقتصاد ریاضی را درگیر خود نمود (دادگر، ۱۳۸۹: ۴۷۸).

در دهه ۱۹۶۰، مجلات تخصصی‌تر در اقتصاد ریاضی شکل گرفت که تلاش می‌کرد با ایجاد منافع پژوهشی، کاربرد ریاضیات در اقتصاد را توسعه دهد. نشریاتی همانند "بررسی بین‌المللی اقتصادی" در سال ۱۹۶۰، مجله "تئوری اقتصادی" در سال ۱۹۶۹، مجله "اقتصاد ریاضی" در سال ۱۹۷۴ و مجله "پویایی و کنترل اقتصادی" در سال ۱۹۷۹، نمونه‌های مشهوری از این دست نشریات هستند (درخشان، ۲۰۱۷: ۱۳).

مقطع زمانی بین ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ زمانی است که ارو و دبرو، مدل ریاضی تعادل عمومی را ارائه نمودند که شروع دوره جدیدی از بکارگیری ریاضیات پیشرفته در تحلیل‌های اقتصادی بود (بوتی و دیگران، ۲۰۰۸: ۱۸). در این دوره، اقتصاددانان سعی نمودند با استفاده از ابزارهای جدیدتر ریاضیات، فضای تحلیلی اقتصاد را بیش از پیش به فضای دنیای واقعی نزدیک نمایند. استفاده از نظریه بازی‌ها و منطق فازی برای تحلیل فضای نااطمینانی در اقتصاد، کاربرد نظریه آشوب برای تحلیل رفتارهای به‌ظاهر غیرقابل پیش‌بینی و استفاده از دستاوردهای شبکه‌های عصبی از جمله تلاش‌های مهم صورت‌گرفته در این زمینه می‌باشد. البته بایستی اشاره کرد که توسعه علوم کامپیوتر

رسیدن به معرفت حقیقی را صرفاً ریاضیات می‌دانست. این تلقی فلسفی از ریاضیات به عنوان دانشی که می‌تواند تمامی علوم را به سر منزل حقیقت برساند، یکی از بنیادهای نظری علوم جدید است که در تمام حوزه‌های علمی از جمله علوم انسانی و به طور ویژه علم اقتصاد ریشه دواند و کاربرد روش‌های ریاضی در تحقیقات اقتصادی را با رشد قابل توجهی مواجه ساخت. والر اس در بخشی از کتاب معروفش، *تئوری اقتصاد محض*، به صراحت از نیاز به گسترش ریاضیات در علم اقتصاد خبر می‌دهد و تصریح می‌کند:

در قرن بیستم کاملاً این نیاز احساس خواهد شد که ... مطالعه پیرامون علوم اجتماعی به افرادی محول شود که بتوانند هم به صورت استقرایی و هم به صورت قیاسی مسائل را تجزیه و تحلیل کنند؛ افرادی که هم به عقل و هم به تجربه وابسته باشند. (الر اس، ۱۹۵۴: ۴۸).

بر اساس همین نگرش است که ساموئلسون، اقتصاد را به عنوان یک مسئله بهینه‌یابی و در بافتی ریاضی تصویر می‌کرد و از این رو تمام تلاش خود را مصروف استفاده از ابزارهای ریاضی توسعه یافته توسط فیزیکدانان جهت مدل‌سازی اقتصادی می‌نمود (فولی، ۲۰۱۰: ۵). در واقع شیوه عمل اندیشمندان اقتصادی در آن دوران، فارغ از فضای تاریخی جامعه علمی نبود و دقیقاً همان کاری را انجام دادند که احتمالاً هر شخص دیگری نیز در صورت حضور در آن فضای تاریخی انجام می‌داد.

۲-۲-۲- توجه به روش‌شناسی علم فیزیک در جامعه علمی ثمره چشمگیر تحول اندیشه‌های روش‌شناسی زمانی روشن شد که علوم طبیعی و به‌ویژه علم فیزیک توانست به موفقیت‌های قابل توجهی دست یابد. در واقع، این باور در جامعه علمی پدید آمد که روش تجربی توأم با کاربرد ریاضیات، بهترین روش برای پژوهش‌های علمی است (واچر، ۲۰۰۵: ۳). روش ریاضی به همراه تجربه و

بکار گرفته شدند (مرادی و شفیع، ۱۳۹۰: ۳۱). روند روزافزون توسعه مطالعات ریاضی در اقتصاد، طی حدود یک قرن اخیر نشان می‌دهد سرانه معادله‌های بکارگرفته شده در هر مقاله، از ۴ معادله به ازای هر یک مقاله در سال‌های ۱۸۹۵ تا ۱۹۰۵ به میانگین ۷۰ معادله در هر مقاله برای سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۶ رسیده است (اسپینوزا و دیگران، ۲۰۱۲: ۴).

۲-۲-۲- علل بکارگیری ریاضیات در اقتصاد

در این بخش به بررسی علل و عوامل ورود گسترده ریاضیات به علم اقتصاد پرداخته و تلاش می‌شود تا مهم‌ترین عوامل جلب توجه اقتصاددانان به روش‌های ریاضیاتی مشخص شود.

۲-۲-۱- ریاضیات؛ مبنای متافیزیکی علوم جدید

یکی از متفکران علم اقتصاد معتقد است تکوین اقتصاد ریاضی صرفاً نیازمند افزایش دانش ریاضی اقتصاددانان نبوده، بلکه ارائه تصویری از جهان واقع که در آن بتوان ایده‌های اقتصادی را در قالب ریاضی بیان نمود، یک ضرورت انکارناپذیر است (مورگان، ۲۰۰۴: ۷۵۴). در واقع، علم مدرن پدیده نوینی است که پایه‌های اولیه آن در قرون ۱۶ و ۱۷ و توسط افرادی همچون کپلر، گالیله و نیوتن تثبیت شد. کپلر نظم ریاضی را باطن همه پدیدارها دانسته، علم یقینی را درک همین نظم ریاضی معرفی می‌کرد (طالب‌زاده، ۱۳۸۴: ۵۴). گالیله معتقد بود کتاب بزرگ (طبیعت) را به زبان ریاضی نوشته‌اند و علائم آن عبارت است از مثلث، دایره و دیگر اشکال هندسی. از دیدگاه او بدون کمک این زبان، درک حتی یک کلمه از این کتاب، امکان‌ناپذیر خواهد بود و بدون درک این کتاب، آدمی در هزارتویی تاریک، سرگردان و یاوه گو خواهد شد (سبحانی، ۱۳۸۹: ۱۲).

این تلقی نوین از جهان، نگرشی جدید بود که طبیعت و جامعه انسانی را الگویی ریاضی تصویر می‌کرد و روش

(جورجس و روجین، ۱۹۷۹: ۳۲۱). حتی برخی معتقدند مفهوم تعادل بیش از اینکه سببه اقتصادی داشته باشد، مفهومی وام گرفته شده از فیزیک است. در فیزیک، تعادل وضعیتی است که از برابری نیروهای وارد بر جسم حاصل می‌شود. مارشال و اچورث نیز با الهام از فیزیک، بازار را به مثابه میدانی از نیروهای مختلف (عرضه و تقاضا) تصویر نمودند و مفهوم تعادل اقتصادی را به عنوان موقعیتی که در آن نیروهای بازار به توازن می‌رسند، مدل‌سازی کردند (سورنت، ۲۰۱۴: ۶). همچنین فیشر که تحصیلات مقدماتی‌اش در فیزیک و ریاضی بود، جدولی از تحلیل‌های مکانیکی را طراحی کرد و ما به ازای برخی مفاهیم فیزیکی، مفاهیم اقتصادی را در نظر گرفت. به عنوان مثال، وی مفهوم "ذره" در فیزیک را با مفهوم "فرد" در اقتصاد، "فضا" در فیزیک را با مفهوم "کالا" در اقتصاد، مفهوم "نیرو" در فیزیک را با مفهوم "مطلوبیت یا ضرر نهایی" و مفهوم "انرژی" در فیزیک را با مفهوم "مطلوبیت" در اقتصاد مطابقت داد (هادسون، ۲۰۱۳: ۳۱). شاهد مثالی جالب‌تر، ادعای مک لاسکی (۱۳۷۹) است که معتقد است معادله مقداری پول ($MV=PT$) جمله به جمله شبیه معادله یک گاز ایده‌آل ($PV=RT$) در شیمی و فیزیک است (مک لاسکی، ۱۳۷۹: ۴۳).

۲-۲-۳- واکنش در برابر توسعه مارکسیسم

اقتصاد آزاد اسمیت و شرایط آن با واقعیات پس از انقلاب صنعتی در ربع آخر قرن نوزدهم و اوائل قرن بیستم در کشورهای پیشرفته اروپایی مانند انگلیس و فرانسه سازگاری نداشت؛ زیرا از یک طرف برخلاف بازتاب نظریه توزیع ثروت اسمیت، روند دستمزد واقعی کارگران در بلند مدت بطور دائمی مثبت نبود، بلکه بر مبنای حداقل معیشت تثبیت شده بود؛ زیرا بر عکس فرض اسمیت، نرخ رشد جمعیت به مراتب فراتر از نرخ پیشرفت تکنولوژی رفت و از سوی دیگر تضمینی برای حمایت از مقررات مربوط به حقوق کار، قراردادهای دستمزد و اتحادیه‌های

آزمایش، عناصر مهم در روش‌شناسی علوم طبیعی محسوب می‌شدند. بر این اساس، دانشمندان علوم اجتماعی و از جمله اقتصاددانان نیز تلاش‌های مهمی برای الگوبرداری از روش‌های علوم طبیعی آغاز کردند. وارد کردن زبان ریاضی در نظریه‌پردازی‌ها، کوششی در جهت تبیین دقیق‌تر واقعیت‌ها و اعطای مقام علوم دقیقه به این علوم و بیان این نکته است که علم اقتصاد پا در جای پای علوم طبیعی می‌گذارد (باریر، ۱۳۷۰: ۱۲۸).

برخی اندیشمندان معتقدند یکی از علائم بسیار صریح تأثیرپذیری اقتصاد از علم فیزیک، تغییر نام این رشته از "اقتصاد سیاسی" به "علم اقتصاد" است (یای و تاستن، ۲۰۱۰: ۷۵). نکته جالب توجه این است که والراس به تأثیرپذیری علم اقتصاد از علوم طبیعی و به‌ویژه فیزیک در چند بخش از کتاب خود به صراحت اشاره کرده و می‌گوید:

اقتصاد محض "علم فیزیکی-ریاضی مانند مکانیک" است که از "روش منطقی" استفاده می‌کند و نه "روش تجربی". (مارچینوتی و مورناتی، ۲۰۱۶: ۵۰۴).

البته الهام گرفتن اقتصاددانان از علم فیزیک، صرفاً در مقولات روش‌شناسی خلاصه نمی‌شد و مفاهیم فیزیکی نیز بعضاً در عالم اقتصاد شبیه‌سازی شدند. به عنوان مثال، جونز معتقد بود همانگونه که استاتیک بر پایه مفهومی همانند انرژی، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد، رفتار اقتصادی را نیز می‌توان بر پایه مفاهیمی چون لذت و درد که موتور کنش‌های انسانی است، مدل‌سازی نمود (بویل و مکدونو، ۲۰۱۷: ۲۴). توصیف نظریه تعادل عمومی از چگونگی عملکرد بازار، مشابه اصل جابجایی مجازی است که در مکانیک جهت تعیین تعادل ایستا بکار برده می‌شود. تقاضا و عرضه عواملی‌اند که ممکن است بالا یا پایین روند اما کلیت سیستم همواره به سمت تعادل قبلی بازخواهد گشت. تمامی اینها به علم مکانیک برمی‌گردد جایی که حرکت تنها شامل تغییر مکان است و نه تغییر کیفیات

معادلات ریاضی نشان دهند که در شرایط رقابت آزاد و با رعایت اصول اقتصاد کلاسیک، حداکثر منفعت اجتماعی بدست می‌آید (بوئل و مکدونو، ۲۰۱۷ : ۲۶). به عنوان مثال، نظریه تعادل عمومی که تجزیه و تحلیل ریاضیاتی از اقتصاد بازاری است، در اواخر قرن نوزدهم و با کارهای والراس و پارتو شکل گرفت. والراس تلاش نمود با ارائه سیستمی از معادلات، فرایندهای کل اقتصاد را تبیین نماید و پارتو هم یک معیار رفاه برای تعیین میزان مطلوب تولید اقتصاد ارائه نمود. نظریه عمومی در واقع فرم صورت‌گرایانه دست نامرئی و اثبات ریاضی‌کارایی مدل آدام اسمیت است (یانگ، ۲۰۰۵ : ۱۶۴).

۲-۲-۴- توجه مهندسان و ریاضی دانان به علم اقتصاد

به نظر می‌رسد یکی از علل ورود گسترده ریاضیات به علم اقتصاد از این واقعیت نشات می‌گیرد که اکثر محققان به نام و تأثیرگذار تاریخ اقتصادی، در ابتدا ریاضی‌دان بودند. کورنو، اجورث، منگر، والراس، مارشال، کینز و بسیاری دیگر، پیش از درگیر شدن در پژوهش‌های اقتصادی از زمینه‌های قابل توجهی در ریاضیات برخوردار بودند (پوگبنا، ۲۰۰۵ : ۸۸). آنتوان اگوستین کورنو، ریاضیدان و فیلسوف برجسته فرانسوی، در سال ۱۸۲۹ و در سن ۲۸ سالگی موفق به کسب مدرک دکترای رشته ریاضیات گردید و پس از فارغ‌التحصیلی به عنوان استاد آنالیز و مکانیک دانشگاه لیون مشغول به کار شد (پورکاظمی، ۱۳۸۱ : ۱۱). ویلفردو پارتو نیز در ایتالیا به دریافت درجه مهندسی نایل شد (تفضلی، ۱۳۹۱ : ۲۸۲). فرانسویس اجورث که یکی از پدران و بنیان‌گذاران اقتصاد ریاضی است، کتاب *روحیات ریاضی* را در سال ۱۸۸۱ به نگارش در آورد. او در آمار ریاضی نیز تخصص داشت (دادگر، ۱۳۸۲ : ۳۹۶). اسلاتسکی در سال ۱۹۱۱ از دانشگاه کیف در رشته ریاضی فارغ‌التحصیل شد و در سال ۱۹۱۸ دومین مدرک خود را در رشته اقتصاد گرفت. ژول دوپوئه نیز از جمله چهره‌های مطرح در مکتب نهایی‌گرایی و اقتصاد

کارگری وجود نداشت. بدین علت با رشد جمعیت، مشکل فقر و بیکاری هر روز بدتر می‌شد و منجر به نارضایتی شدید اقشار کارگری می‌گردید. این مسائل و نارضایتی‌ها، زمینه اعتراض و شورش کارگری را بین سال‌های ۱۸۰۸ تا ۱۸۳۱ میلادی در انگلیس و فرانسه بوجود آورد (تفضلی، ۱۳۸۷ : ۲۰). موج انقلاب، همزمان با انتشار کتاب *مانیفست کمونیست* توسط کارل مارکس و فردریش انگلس در فوریه ۱۸۴۸ میلادی سراسر قاره اروپا را فرا گرفت و بنیادهای نظری و عملی اقتصاد سرمایه‌داری را به چالش کشید. براین اساس، محققان بزرگی همانند "کورنو"، "ویزر"، "بوهم باورک"، "وان تونن"، "گوسن" و "جونز" با تحقیقات تحلیلی خود به دفاع همه‌جانبه از اقتصاد کلاسیک برخاستند و مکتب نئوکلاسیک را بنیانگذاری نمودند. اقتصاددانان نئوکلاسیک بر اساس تأکید کلاسیک‌ها بر بخش تولید و عرضه و راهبرد نهایی‌گرایی در طرف تقاضا که ابداع خودشان بود، تلاش نمودند با بکارگیری روش‌های ریاضی، اقتصاد کلاسیک را از زیر بار انتقادات مکاتب مختلف و به‌ویژه مارکسیسم نجات دهند (مورگان، ۱۹۹۸ : ۷). مارکس، نوک پیکان حمله خود را به سمت نظریه ارزش مبتنی بر کار گرفته بود و از این طریق، نظام سرمایه‌داری را با خطری جدی مواجه ساخته بود. در اندیشه مارکس، این کار است که ارزش تولید می‌کند، پس ارزش اضافی باید نصیب نیروی کار شود، نه سرمایه. در اینجا بود که نظریه ارزش مبتنی بر مطلوبیت پا به عرصه گذاشت و ادعا نمود که عرضه و تقاضا، ارزش هر چیز را تعیین می‌کند و این مطلوبیت است که مبنایی برای تعیین عرضه و تقاضاست (متوسلی و مشهدی احمد، ۱۳۸۹ : ۱۶۲). والراس با دفاع از ایده آزادی اقتصادی معتقد است اقتصاددانان نهایی‌گرا، رقابت آزاد را بدون این دغدغه که آیا این ایده در دنیای واقعی قابل مشاهده است یا نه، به عنوان یک فرضیه در نظر گرفتند و تلاش نمودند دستگاه مفهومی حول آن بسازند و با توسعه

صورت، اقتصاد به عنوان تنها رشته از علوم اجتماعی، در تراز دانش‌هایی چون فیزیک و شیمی قرار گرفت و از آن زمان، هر ساله یکی از اقتصاددانان به دریافت جایزه نوبل مفتخر گردید. با بررسی کارهای پژوهشی اقتصاددانانی که توانستند جایزه نوبل را دریافت کنند، این امر به وضوح قابل اثبات است که عمده جوایز به افرادی اعطا شده است که در کارهایشان بیشترین تأکید و توجه را بر مطالعات ریاضی داشته‌اند (اسپینوزا و دیگران، ۲۰۱۲: ۱۹).

۳- مبانی نظری کاربرد ریاضیات در اقتصاد

اقتصاددانان دلایل متعددی جهت بکارگیری روش ریاضی در پژوهش اقتصادی ارائه کرده‌اند که فهرست زیر خلاصه‌ای از آنهاست:

۳-۱- ریاضیات؛ روشی برای شناخت

از جمله روش‌های کسب معرفت، روش‌های کمی و مقداری است. روش‌های کمی، دارای دو شاخه عمده است: روش مبتنی بر قیاس، و روش مبتنی بر استقرا. اقتصاد ریاضی از جمله روش‌های کمی مبتنی بر قیاس است که می‌کوشد با استفاده از ریاضیات به بیان تئوری‌های اقتصادی بپردازد. روش‌های آماری و به طور خاص، اقتصادسنجی نیز مبتنی بر استقرای آماری است. نکته قابل توجه این است که هر دوی این روش‌ها، مبتنی بر روابط ریاضی بوده و از این رو، اقتصاد ریاضی و اقتصادسنجی با دانش ریاضیات، ارتباط تنگاتنگی دارد (نیلسون، ۲۰۰۹: ۱).

نظریه‌های مختلفی در علم اقتصاد ارائه شده‌اند که به مدد استفاده نظام‌مند و شفاف از ریاضیات، مورد تحسین قرار گرفته‌اند: (۱) نظریه تعادل عمومی که بر اساس ریاضیاتی مشابه با مکانیک نظری بنا شد و در ادامه توسط روش‌های دیفرانسیلی و توپولوژی جبری بسط داده شد؛ (۲) نظریه انتظارات عقلایی که طیفی از استنباطات آماری

نئوکلاسیکی است که متخصص در علوم مهندسی بوده است. ایروینگ فیشر (۱۹۳۷-۱۸۶۷) نیز اصالتاً ریاضی‌دان بود، ولی بخاطر علاقه‌اش به اقتصاد، مطالعات در آن رشته را نیز ادامه داد (دادگر، ۱۳۸۲: ۱۳). آلفرد مارشال به عنوان بنیان‌گذار مکتب اقتصادی کمبریج، فارغ التحصیل ممتاز رشته ریاضی کالج سنت جان بود. شاگرد مارشال، جان مینارد کینز نیز فارغ‌التحصیل رشته ریاضی دانشگاه کمبریج بود و در سال ۱۹۲۰ میلادی کتاب احتمالات را منتشر نمود (تفضلی، ۱۳۹۱: ۵۱۷).

۲-۲-۵- بسترهای نهادی توسعه ریاضیات در اقتصاد

به نظر می‌رسد یکی از علل رشد مطالعات ریاضی در اقتصاد، مربوط به بسترهای نهادی است که در بیرون و درون جامعه علمی اقتصاددانان وجود داشت و نقش کاتالیزور را در توسعه مدل‌های ریاضی ایفا نمود. یکی از این عوامل بسترساز، توسعه علوم کامپیوتر و ایجاد امکان برنامه‌نویسی و شبیه‌سازی بود. به‌رغم محدودیت‌های ظرفیت ذهن انسان برای توسعه مدل‌های ریاضی، با توسعه نرم‌افزاری و سخت‌افزاری رایانه، تولید مدل‌های چند بعدی با معادلات پیچیده و عوامل متعدد امکان‌پذیر گردید. از دیگر عوامل نهادی موثر، ایجاد مجلات علمی پژوهشی با رویکرد مطالعات اقتصاد ریاضی است که به نوبه خود سهم جدی در تحریک تقاضای مطالعات ریاضی در اقتصاد داشت. عامل نهادی دیگر، توسعه نهادهای آموزشی و پژوهشی است که با ایجاد بستری جهت مشارکت اقتصاددانان و ریاضی‌دانان، پروژه فرمالیسم ریاضی را تسریع بخشید (درخشان، ۲۰۱۷: ۱۵).

همچنین نایستی از نقش بنیاد نوبل در توسعه مطالعات ریاضی غافل شد. هر چند اولین جایزه نوبل در سال ۱۹۰۱ و به رشته‌های علمی چون فیزیک، شیمی، پزشکی و کوشش‌هایی در ادبیات و صلح اهدا شد، اما بنیاد نوبل با همکاری بانک مرکزی سوئد، در سال ۱۹۶۸، تصمیم به اهدای جایزه نوبل به رشته اقتصاد نیز گرفت. بدین

کلمه در سطح وسیع، به صورت ناصحیح بکار برده شده است. به عنوان مثال در رابطه با بازارها، این کلمه ممکن است بیانگر یکی از وقوع زیر باشد:

۱. طرح‌ها، برنامه‌ها و اهداف خریداران و فروشندگان هر دو به وقوع پیوندند.

۲. نیازی به این نیست که برنامه‌ها و اهداف خریداران و فروشندگان تجدید نظر شود.

۳. هیچ نیرویی وجود ندارد که باعث شود قیمت و مقادیر مبادله شده را تغییر دهد.

۴. قیمت‌ها و مقادیر مبادله در طول زمان ثابت هستند. در حالی که باید گفت معنی تعادل در هر یک از حالات فوق به هیچ وجه بیانگر وضعیت تعادل در حالات دیگر نیست. یک راه حل برای رفع این ابهام، توسل به روش‌های ریاضی است. در زبان ریاضیات، وضعیت تعادل را می‌توان توسط معادله‌ای که رابطه دقیق بین مجموعه‌ای از متغیرها را نشان می‌دهد، بیان نمود. چنین معادله‌ای دیگر دارای ابهام نبوده و از هر گونه بار ارزشی نیز مصون است (صمیمی و طهرانچیان، ۱۳۸۶: ۱۵).

ابهام ذاتی مفاهیم، زمینه دخالت‌های ارزشی نظریه پرداز را فراهم می‌سازد و بی‌طرفی علمی، که اصل اساسی برای کشف حقیقت است مخدوش خواهد شد. اما روش ریاضی به مثابه یک اتاق شیشه‌ای، این امکان را بوجود می‌آورد تا تمامی مراحل نظریه‌پردازی، از ارائه مفروضات گرفته تا رسیدن به نتایج نظری و تجربی، زیر ذره‌بین محققان قرار گیرد و احتمال دخالت‌های سهوی یا عمدی ارزش‌های پژوهشگر کاهش یابد. بر این اساس، فون نیومن و مونگسترن معتقدند که مفاهیم پایه‌ای اقتصاد، مبهم‌اند و استفاده از ریاضیات می‌تواند با رفع این ابهام، درجه بالایی از دقت را نسبت به تحلیل‌های کلامی، در نظریه‌پردازی اقتصادی فراهم آورد (درخشان، ۲۰۱۴: ۱۴). افزون بر این، کسب معرفت، مستلزم انتزاع از واقعیت و ایجاد ساختارهای ذهنی منسجم برای تحلیل و پیش‌بینی موضوع

تا برنامه نویسی پویا را شامل می‌گردد؛ (۳) کاربرد نظریه بازی‌ها در نظریه‌پردازی اقتصادی؛ (۴) نظریه‌پردازی پیرامون عدم اطمینان‌ها در اقتصاد که بر اساس روش‌های نظریه بازی‌ها و حساب احتمالات بنا شده است؛ (۵) نظریه انتخاب اجتماعی که بر اساس روش جبری ارائه شد؛ (۶) ریاضیات مالی که فرایندهای تصادفی پیوسته در طول زمان را مدل‌سازی نمود؛ (۷) نظریه تخصیص بهینه منابع که توسط روش برنامه‌ریزی خطی توسعه داده شد (لیکالزی و باسیل، ۲۰۰۴: ۱۰۲). تمامی این مطالعات مبتنی بر ریاضیات، افق‌های جدیدی پیش روی تجزیه و تحلیل اقتصادی گشود و زمینه‌های گسترده‌ای برای ورود به عرصه‌های بدیع اقتصادی فراهم آورد که بدون مدد از روش ریاضی، رسیدن به چنین نظریاتی غیرممکن و یا بسیار دشوار بوده است.

۳-۲- ریاضیات و تسهیل عینیت‌گرایی

روش‌های غیرریاضی که مبتنی بر تحلیل‌های نظری و توصیفی‌اند، از مشکل ابهام رنج می‌برند؛ زیرا بحث‌های توصیفی برای ارائه، بایستی از "مفاهیم" استفاده نمایند، در حالی که عمده مفاهیم در اذهان مختلف، دارای معانی متفاوت است. گاهی اوقات از یک واژه برای بیان معانی متعدد استفاده می‌شود و گاهی اوقات از کلمات متعدد برای بیان معانی یکسان بهره گرفته می‌شود (بوتی و دیگران، ۲۰۰۸: ۲۱). برای مثال کاربرد واژه "تعادل" در اقتصاد را در نظر بگیرید. این نکته که اقتصاد در حالت تعادل قرار دارد، برای بیشتر مردم این مفهوم را خواهد داشت که اقتصاد در یک شرایط مطلوب قرار دارد. منظور از شرایط مطلوب در حقیقت، از نظر کارایی اقتصادی و غیره است. در مقابل، «عدم تعادل»، نشان دهنده وضعیت نامطلوب است، در حالی که در عمل چنین نیست. همان طوری که کینز اشاره کرده است، این امکان هست که ابهام کاربرد کلمه «تعادل» در اقتصاد به خاطر این باشد که این

دانش تسهیل می‌گردد (دادگر، ۱۳۸۲ : ۱۷۰). بنابراین تجزیه و تحلیل ریاضیاتی از مسائل اقتصادی یک امکان روش شناختی است که می‌تواند برای تئوری‌های اقتصادی، شفافیت و دقت را به ارمغان بیاورد؛ زیرا تمام مفروضات مدل ریاضی، در هنگام مدل‌سازی، شفاف و روشن ارائه می‌گردد و این مفروضات می‌توانند به سهولت مورد نقد و بررسی قرار گیرند (دوران، ۲۰۰۷ : ۸).

سومین مورد قابل توجه این است که در دیدگاه کورنو، سیستم اقتصادی عبارت از مجموعه موضوعاتی است که با همدیگر مرتبط و بر روی همدیگر اثرات متقابل دارند و برای حل یک مشکل و رسیدن به نتیجه دقیق و کامل یک موضوع از کل موضوعات، باید به تمام قسمت‌های سیستم توجه داشت؛ زیرا بدون توجه به همه جوانب، نمی‌توان مسائل را منفرداً حل کرد. این ارتباطات متعدّد و بهم پیوسته را نمی‌توان با منطق معمولی از هم شناخت و توصیف روابط میان آنها و رسیدن به نتیجه حاصل از کنش متقابل عوامل موثر بر موضوع، با تجزیه و تحلیل‌های کلامی و حتی نموداری، بعضاً بسیار دشوار است. به عقیده وی، فقط ریاضیات است که می‌تواند با موشکافی، همه این مسائل را مورد بررسی قرار دهد (قدیری اصل، ۱۳۶۸ : ۲۰۷). به عنوان مثال، پیش از تلاش همیکس و هانسن در تدوین الگوی IS-LM رابطه بازار پول و کالا در اندیشه کینز خیلی شفاف نبود، اما آنها با کمک ابزار ریاضی توانستند این شفافیت را بوجود آورند (دادگر، ۱۳۸۹ : ۴۷۵).

۳-۴- ریاضیات، متغیرهای کمی در اقتصاد و مسئله سیاست‌گذاری

یکی از مهم‌ترین ضرورت‌های بکارگیری ریاضیات در نظریه‌پردازی‌های اقتصادی این است که بخش عمده‌ای از مهم‌ترین مفاهیم علم اقتصاد، کمی هستند. "کالا" و "قیمت" دو مفهوم اساسی در علم اقتصاد هستند که ویژگی

تحقیق است. بدون شک، ساختارهای ریاضی، جزو خالص‌ترین اشکال مدل‌سازی است؛ زیرا قواعد ریاضی مبتنی بر منطقاند، همچنین نتایج حاصل از این الگوها، متقن و محکم بوده، عمومیت بیشتری را نیز برای نظریه فراهم می‌آورند. از این رو، طبیعی است که اقتصاددانان مشتاق باشند تا از این مزیت برای نظریه‌پردازی اقتصادی، استفاده نمایند (وینتراب، ۱۹۸۵ : ۱۷۸).

۳-۳- ریاضیات در نقش زبان علم

از دیدگاه ساموئلسون، ریاضیات نقش زبان را برای علم اقتصاد ایفا می‌کند (ساموئلسون، ۱۹۵۲ : ۵۲). در این تلقی، ریاضیات سازوکاری جهت بیان افکار پژوهشگر است به گونه‌ای که بی‌طرفانه و با ادبیات جهانشمول، می‌توان ایده‌های اقتصادی را به اشتراک گذاشت و دامنه گفت‌وگوهای اقتصاددانان را توسعه بخشید (لئونتیف، ۱۹۵۴ : ۲۱۵). کارکرد زبانی ریاضیات برای علم اقتصاد، از چند جهت قابل توجه است. مورد اول اینکه جامعه علمی در طول زمان به این سمت گرایش پیدا کرد تا زبانی جهانی برای بسیاری از رشته‌های علمی ارائه نماید تا بدین وسیله بهره‌گیری دانشمندان از دستاوردهای یکدیگر را تسهیل کند (پوگبنا، ۲۰۰۵ : ۹۷). بر این اساس، ریاضیات افزون بر کارکردهای روش‌شناختی، در نقش زبان گفت‌وگو بین دانشمندان جهان ظاهر شد و اقتصاد نیز بر این اساس تلاش نمود خود را به زبان استاندارد جامعه علمی نزدیک نماید.

افزون بر اینکه زبان ریاضی، روند آگاهی پژوهشگران اقتصادی از دستاوردهای یکدیگر را کاراتر می‌نماید، از طریق زنجیره استدلالی به شفاف‌سازی این ارتباط نیز کمک می‌کند (کروگمن، ۱۹۹۸ : ۱۸۳۵). به عبارت دیگر، ریاضیات می‌تواند به رشد فزاینده علم اقتصاد کمک ویژه‌ای کند؛ زیرا استدلال‌های صوری به آسانی توسط نسل‌های بعدی اقتصاددانان فهمیده شده، فرایند انباشت

واردات: $Z=f(y)$ صادرات: $X=X_{avg}$ موازنه تجاری: $X-Z=X_{avg}-f(y)$

حال اگر فرض کنیم موازنه تجاری با کسری روبرو باشد و اقتصاد نیز در حالت رکود و با بیکاری مواجه باشد، در این صورت می‌توان نتیجه گرفت که اگر بخواهیم به اشتغال کامل برسیم، لازم است با بکارگیری سطح بهینه‌ای از سیاست‌های پولی و مالی، تولید ناخالص ملی را تا سطح اشتغال کامل افزایش دهیم. اما از طرف دیگر، مشاهده می‌شود با افزایش تولید ناخالص ملی، وضعیت تراز تجاری، با فرض ثابت بودن صادرات بدتر خواهد شد. بنابراین مشاهده می‌شود رسیدن به اشتغال کامل، ممکن است تحت شرایط فوق، عدم تعادل در تراز تجاری را تشدید نماید و این جاست که هماهنگی سیاست‌های مختلف با توجه به پیش‌بینی متغیرهای مهم برای رسیدن به اهداف اقتصادی با اهمیت است (صمیمی و طهرانچیان، ۱۳۸۶: ۱۷).

۳-۵- ریاضیات و آزمون تجربی نظریه

یکی از مهم‌ترین کارکردهای ریاضیات برای علم اقتصاد، ایجاد بستری برای آزمون‌پذیری نظریه‌هاست. آزمون‌پذیری نظریه‌ها از دو جنبه ارزیابی و مقایسه مورد توجه ویژه است. تجربه و آزمایش یکی از مهم‌ترین مسیرهای ارزیابی صدق و کذب نظریه در علوم تجربی است. به عبارت دیگر، اگر علم اقتصاد قرار است، علمی تجربی باشد، بایستی روشی عملیاتی وجود داشته باشد تا بتواند مفاد نظریه را با مشاهدات واقعی تطبیق داده، امکان آزمون نظریات را بر اساس داده‌های واقعی فراهم آورد (داسک، ۲۰۰۸: ۳۳). بر این اساس، ریاضیات، پیونددهنده نظریه و جهان واقع است؛ زیرا امکانی فراهم می‌آورد تا ابعاد تبیینی یک مدل اقتصادی با داده‌ها و اطلاعاتی که از طریق تجربه بدست آمده است، تطبیق داده شده، صدق و کذب نظریه مورد آزمون قرار گیرد.

علاوه بر نقش ارزیابی، روش ریاضی، نظریه‌ها را در

اصلی آنها قابلیت‌شان برای سنجش و اندازه‌گیری است (دبرو، ۱۹۸۶: ۱۲۶۱). همچنین متغیرهایی مانند سود، درآمد، هزینه کل، هزینه متوسط و... در اقتصاد خرد و یا متغیرهایی مانند درآمد ملی، صادرات، واردات، نرخ تورم در اقتصاد کلان، کمی و قابل اندازه‌گیری محسوب می‌شوند (صمیمی و طهرانچیان، ۱۳۸۶: ۱۶). افزون بر اینها بایستی اشاره نمود که اقتصاد مدرن بر محور عامل قابل سنجش پول می‌چرخد. براین اساس می‌توان انتظار داشت وقتی بخش عمده‌ای از مفاهیم موجود در نظریات علم اقتصاد، قابلیت اندازه‌گیری دارند، روش ریاضی، جایگاه مهمی در پژوهش علم اقتصاد ایفا نماید.

ریاضیات افزون بر محاسبه کمی این مفاهیم می‌تواند الگویی مشخص از روابط میان متغیرهای اقتصادی و چگونگی تأثیر و تأثرات آنها بر یکدیگر ارائه نماید. بدون مدل‌سازی کمی در اقتصاد، عملاً سیاست‌گذاری امکان‌ناپذیر خواهد بود و در نتیجه هدایت جامعه به سمت رفاه و عدالت، امری دشوار و یا حداقل با آزمون و خطاهای بسیار همراه خواهد شد. برای مثال اگر سیاست‌گذار اقتصادی به دنبال هدفی تحت عنوان اشتغال کامل و ثبات در موازنه تجاری باشد، در این صورت رسیدن به این هدف میسر نخواهد بود، مگر آن که اطلاعاتی از میزان و نحوه روابط میان متغیرهای اقتصادی در اختیار وی باشد. به عبارت دیگر، با داشتن روابط دقیق واردات و صادرات، سطح درآمدی که در آن اشتغال کامل به وجود می‌آید، را برآورد نماید. سیاست‌گذار از ترکیب این اطلاعات قادر خواهد بود با برآورد کردن شکاف بین تولید فعلی و تولید اشتغال کامل، چگونگی رسیدن به هدف فوق را از مسیر سیاست‌های اقتصادی بررسی نماید. در این مورد به خصوص، اگر فرض کنیم واردات به طور مستقیم، تابعی از درآمد ملی، و صادرات، متغیری مستقل باشد، در این صورت، موازنه تجاری را می‌توان به صورت روابط زیر بیان نمود:

تصادفی اقتصادی است. تاکنون این دیدگاه وجود داشته است که سری زمانی اقتصادی به خصوص سری‌های اقتصاد کلان و سری‌های بازار پولی و مالی از یک فرایند تصادفی پیروی می‌کنند و در نتیجه، تغییرات آنها قابل پیش‌بینی نیست. اما دستاوردهای جدید اقتصاد ریاضی‌دانان روشن ساخت که این سری‌های اقتصادی، تصادفی نبوده بلکه به وسیله یک فرایند آشوبی معین ایجاد می‌شوند و در کوتاه مدت قابل پیش‌بینی خواهند بود. به همین دلیل تلاش‌های بسیاری انجام شده تا روند حاکم بر متغیرهای بازارهای پولی مانند نرخ‌های ارز و قیمت‌های سهام با این دیدگاه مورد بررسی قرار گرفته تا شاید بتوان پیش‌بینی‌های صحیح‌تری از روند آینده آنها به دست آورد (مشیری، ۱۳۸۱: ۴۴).

۳-۷- ریاضیات و سازگاری درونی علوم

یکی از محدودیت‌های پیش روی علوم اجتماعی و از جمله اقتصاد، فقدان شرایط آزمایشگاهی برای ارزیابی نظریه‌ها و کنترل کلیه عوامل تأثیرگذار بر آزمایش است. از سوی دیگر، نتایج به دست آمده از مطالعات پژوهشگر نیز به زمان و مکان بررسی تجربی وابسته است. براین اساس، این امر که واقعیت‌ها متأثر از نظریه هستند و رد و اثبات قطعی آنها قابل حصول نیست، حداقل در علوم اجتماعی مورد پذیرش است (چیک، ۱۹۹۸: ۱۸۶۷). با توجه به این محدودیت‌ها، توجه اقتصاددانان بیشتر به سمت روش‌هایی معطوف گشت که امکان ساخت مدل‌های مبتنی بر اصول موضوعه را فراهم آورد که افزون بر سازگاری درونی، فرایندهای عینی موجود در موضوع تحقیق را مدل‌سازی نماید (وینتراب، ۲۰۰۲: ۹۸). به عبارت دیگر، ریاضیات به دلیل ماهیت منطقی خود، امکانی را فراهم می‌آورد تا مدل ساخته شده، تناقض درونی نداشته باشد و بخش‌های مختلف آن در هماهنگی با یکدیگر قرار داشته و تبیینی سازگار و مبتنی بر

سطحی برابر قرار داده، موجب می‌شود استدلال‌ها از نظر صدق و کذب، انسجام درونی و میزان مشاهداتی که می‌توانند تبیین کنند، مورد مقایسه قرار گیرند و امکان ارزیابی نظریات رقیب تسهیل گردد (داو، ۲۰۰۸: ۸۰). در واقع زبان ریاضی شرایطی ایجاد می‌کند تا نظریاتی که در پی تبیین پدیده واحدی قرار دارند، با یکدیگر مقایسه شوند و امکان تعیین دیدگاه برتر فراهم آید.

۳-۶- ریاضیات به عنوان موتور پژوهش

ریاضیات می‌تواند به عنوان موتور پژوهش مورد استفاده قرار گیرد (دانیاسا و استاپارا، ۲۰۰۹: ۳۸۷). در واقع ریاضیات این امکان را فراهم می‌آورد که بتوان پیش‌بینی‌هایی بدیع بر اساس ساختار منطقی مدل بدست آورد و به نوآوری‌های خلاقانه رسید. به عبارت دیگر ریاضیات می‌تواند فرصتی فراهم آورد تا آنچه خارج از محدوده مشاهدات است، درک شود (اسمیت، ۲۰۰۱: ۹). روابط و قضایای زیادی در ریاضیات وجود دارد که می‌تواند پژوهشگر اقتصادی را در تبیین و پیش‌بینی پدیده‌های اقتصادی یاری رساند و افق‌های جدیدی را پیش روی مطالعات اقتصادی قرار دهد. به عنوان مثال سیاه‌چاله‌ها در ابتدا تنها به عنوان یک انتزاع ریاضی در نظریه نسبیت انیشتین معرفی شد اما بعدها این پدیده به واقعیت تبدیل شد و با اختراع تلسکوپ‌های پیشرفته این امکان بوجود آمد که مکان آنها در آسمان تعیین شود. در تاریخ اقتصادی نیز نمونه‌هایی از این امر را می‌توان یافت. به عنوان مثال معمای لئون تیف ابتدا در قالب صورت ریاضی توسعه یافت و سپس بر اساس داده‌های اقتصاد آمریکا آزمون شد. نمونه بعدی تلاش‌های جان نش برای توسعه تئوری بازی‌ها بود که مبنایی برای استفاده کاربردی و وسیع در تبیین رفتارهای اقتصادی و اقتصاد تجربی امروز شد (پوگنبا، ۲۰۰۵: ۸۶). مورد دیگر، پیشرفت‌های قابل توجه در زمینه تبیین و پیش‌بینی پدیده‌های به ظاهر

پیش‌فرض‌های برآمده از واقعیت، تولید نماید.

۴- انتقادات بر فرمالیسم ریاضی در اقتصاد

فهرست زیر حاوی مهم‌ترین انتقادات وارد بر کاربرد روش ریاضی در نظریه‌پردازی اقتصادی است:

۱-۱- ساده‌سازی افراطی

یکی از محدودیت‌های پیش روی روش ریاضی در مطالعات اقتصادی این است که برخی از مفاهیم اقتصادی، ماهیتاً قابلیت کمی شدن و جای گرفتن در روابط ریاضی را دارا نیستند. این محدودیت می‌تواند اقتصاددان را به فکر تصریح مدل‌هایی بیندازد که مفاهیمی در آن مورد استفاده قرار گرفته که صرفاً با زبان ریاضی قابل بازسازی است و از عواملی که به دشواری تن به ریاضیات می‌دهند، غافل شود، هر چند آن مفهوم مهم کلیدی باشد (لاپر، ۲۰۱۵: ۳۰۸). برخی معتقدند آنچه از خصوصیات بارز اقتصاد ریاضی گشته، مربوط به تنظیم مسائل و مشکلات بطور انتزاعی برحسب چند تابع خوش رفتار است و این در حالیست که واقعیات اقتصادی به قدری پیچیده و چندبعدی‌اند که نمی‌توان آنها را با رابطه‌های ساده ریاضی بیان نمود (هادسون، ۲۰۰۰: ۲۹۳)؛ همانطور که آرتور پیگو (۱۹۲۵) در شرح دیدگاه مارشال درباره ریاضیات و اقتصاد اشاره دارد. با اینکه مارشال یک ریاضیدان حرفه‌ای بود اما در بکارگیری ریاضیات، محتاط بود؛ زیرا معتقد بود اتکای بیش از حد بر ابزارهای ریاضی می‌تواند ما را در میان "اسباب بازی‌های فکری" گمراه نماید و موجب شود عوامل مهم را به این دلیل که به آسانی در چارچوب ریاضی نمی‌گنجد، به فراموشی بسپاریم (پیگو، ۱۹۲۵: ۸۴). بر این اساس، ابعاد کلیدی نظام اقتصادی در مطالعات ریاضی مورد غفلت عمدی قرار می‌گیرد و حذف این عوامل، نه ساده‌سازی واقعیت، بلکه تحریف واقعیت است. به عنوان مثال، یکی از ساده‌سازی‌های خیلی رایج در

نظریات اقتصادی، جانشینی کامل کار و سرمایه است که در واقع هیچ مبنای تجربی و مورد دفاعی ندارد (لاپر، ۲۰۱۵: ۳۱۴).

اخلاقیات و نهادها دو نمونه از عناصری هستند که به‌رغم نقش غیر قابل انکارشان در واقعیت‌های اقتصادی، معمولاً در تحلیل‌های ریاضی مورد غفلت قرار می‌گیرند. از آنجا که اخلاقیات مقولاتی کیفی هستند و مدل‌سازی ریاضی مقولات کیفی دشوار است، لذا اقتصاددانان تقریباً هیچ‌گاه عوامل اخلاقی را در مدل‌سازی‌هایشان لحاظ نکرده و دست به ساختن مدل‌هایی می‌زنند که ظرافت را بر واقعیت ترجیح می‌دهد (کلارک، ۲۰۱۰: ۶۸۹). وقتی ریاضی‌سازی به عنوان هدف در کانون توجه نظریه‌پرداز قرار می‌گیرد، توجه به جنبه‌های ارزشی و اخلاقی که نوعاً غیرقابل کمی شدن است، در حاشیه قرار می‌گیرد. این غفلت اساسی باعث شده است تا جنبه‌های متعالی انسانی در علم اقتصاد نادیده انگاشته شود و انسان اقتصادی چیزی جز تجلی آزمندی و خودخواهی نباشد. وقتی این تصویر نادرست به عنوان فرض بنیادین در تحلیل رفتارهای خرد اقتصادی مبنا قرار می‌گیرد، قطعاً تورش‌های شدیدی در تبیین اقتصادی رخ خواهد داد و واقع‌گرایی علمی مورد خدشه قرار می‌گیرد.

از سوی دیگر، نهادهای رسمی و غیررسمی مختلف در جوامع متعدد که نقش جدی در سازوکارهای اقتصادی ایفا می‌کنند، به صورت کاملاً آگاهانه، مورد غفلت پژوهش‌های اقتصادی قرار گرفتند؛ زیرا توجه بدانها به معنای زیر سؤال رفتن ایده جهان‌شمولی نظریات اقتصاد متعارف است. از این رو نهادها به‌رغم اهمیت‌شان، حذف شدند تا شرایط جهت ساخت مدل‌هایی با دقت و ظرافت فیزیک تحقق یابد. به عنوان مثال در الگوهای تعادل عمومی، دنیای اقتصاد تهی از نهادهایی مانند بانک‌ها، بانک مرکزی، اتحادیه‌های کارگری، دولت و سازمان‌های تشکیلاتی سرمایه‌داران تصویر شده و تحلیل اقتصادی در غیاب این

ترجیح نگرش ارگانیکی به جامعه بر دیدگاه مکانیکی و قربات اقتصاد و زیست‌شناسی به جای فیزیک بود. به بیان دیگر می‌توان گفت «روشر، اشمولر، هیلد براند، هامیلتون، لیست و توئین بی و دیگران» مدل داروینی را نسبت به الگوی نیوتونی برای علوم اجتماعی مناسب‌تر می‌دیدند. اولین نتیجه این تمایز، تفاوت جدی «روش شناخت» پدیده فیزیکی و پدیده اجتماعی است. در نتیجه اتفاقاً بدترین وضعیت یک علم اجتماعی، شباهت آن با علوم فیزیکی و طبیعی است؛ زیرا موضوع علم اجتماعی موجودی هوشمند، مختار، پیچیده، دارای انگیزه‌های متعدد درونی متأثر از بسترهای اجتماعی و تاریخی است. در این نگاه، رفتار انسانی «دلیل» دارد، برخلاف پدیده طبیعی که «علت» دارد و به راحتی قابل تعمیم است. روشن است که معانی، ارزش‌ها و مناسبات و در نتیجه هویت تاریخی یک جامعه، کاملاً مشابه جامعه دیگر نبوده و امکان ندارد قواعد اقتصادی به نحو یکسان بر همه زمان‌ها و مکان‌ها صدق کند، بلکه هر تحولی در ارزش‌های تاریخی یک جامعه، پیامدهای اقتصادی متفاوتی دارد (خاندوزی، ۱۳۹۱: ۱۰).

روش‌های ریاضیاتی این محدودیت را دارند که قادر به در نظر گرفتن تمامی واقعیات مؤثر در حیات اقتصادی نیستند؛ زیرا اساساً برخی عوامل مؤثر در واقعیت‌های اقتصادی در جوامع مختلف، متفاوت از یکدیگرند و حذف این عناصر از تحلیل اقتصادی و اصرار افراطی بر صورت‌گرایی، منجر به نازل شدن سطح پژوهش‌های اقتصادی و غفلت از مطالعات بنیادین و اساسی می‌گردد.

۴-۳- تضعیف ماهیت تجربی علم اقتصاد

از آنجا که ریاضیات موجب ورود مفاهیم انتزاعی و کم توجهی به مفاهیم تجربی و عینی گردیده است، از این رو، یکی از اشکالات عمده بر علم اقتصاد کنونی، فاصله گرفتن آن از تجربه است (الاهی، ۲۰۱۴: ۷). بر همین اساس، لئون تیف در سال ۱۹۷۱ به اقتصاددانان هشدار داده است

بازیگران مؤثر، صورت می‌گیرد (موریشیما، ۱۳۷۳: ۶۹). غفلت از نهادها ریشه در این امر دارد که اقتصاددانان مجبور بودند به دلیل محدودیت روش ریاضی در مدل‌سازی مقولات کیفی و تأکید بر تعادل به عنوان هسته سخت اندیشه نئوکلاسیکی، به تدریج زمینه حذف عناصری که برهم زننده تعادل هستند را فراهم آورند. در این بین، نهادها که ذاتاً غیرتعادلی هستند، از تحلیل‌های اقتصادی به کنار نهاده شدند (متوسلی و دیگران، ۱۳۸۹: ۱۴۹).

۴-۲- ریاضیات و جهانشمولی نظریه‌ها

از جمله مهم‌ترین انتقادات بر کاربرد ریاضیات در علم اقتصاد، در ارتباط با تلاش نظریه پردازان اقتصاد متعارف برای ساخت نظریه‌هایی فارغ از جهت‌گیری ارزشی و جامعه شناختی است، که در این بین نقش ریاضیات به عنوان ابزاری برای صورت علمی دادن به تئوری‌ها و مجاب کردن جامعه علمی به جهان‌شمولی اندیشه‌های اقتصادی قابل بررسی است. موریشیما (۱۳۷۳) معتقد است که الگوهای اقتصاد نئوکلاسیکی نه ملیت دارند و نه ماهیت تاریخی و لذا نمی‌توانند در مورد کلیه کشورهای به اصطلاح دنیای غرب مانند آمریکا، انگلستان، ژاپن و فرانسه کاربرد داشته باشد؛ زیرا نه تنها مقادیر عددی پارامترهای توابع تقاضا و تولید در این کشورها متفاوت است، بلکه شکل کیفی این توابع نیز با توجه به ساختارهای اقتصادی متفاوت آنها فرق خواهد داشت. به همین دلیل باید برای هر یک از این کشورها الگویی تنظیم کنیم که به طور سیستماتیک با یکدیگر متفاوت باشند (موریشیما، ۱۳۷۳: ۶۳).

از جمله منتقدان جهان‌شمولی نظریه‌های اقتصادی، مکتب تاریخی آلمان، نهضت رمانتیک‌گرایی و ملی‌گرایی است که محصول نیمه دوم قرن نوزدهم‌اند. تفاوت بنیادین این مکاتب اقتصادی با روش‌شناسی اقتصاد متعارف،

که ادامه روند توجه به موضوعات خیالی و بی‌ربط به واقعیت، موجب زیرپا گذاشتن خاصیت تجربی علم اقتصاد می‌شود به‌گونه‌ای که جامعه علمی در ارزش‌گذاری‌های پژوهشی خود به تحلیل‌های صوری ریاضی، مقامی بالاتر از تحلیل‌های تجربی قائل می‌شود (لئونتیف، ۱۹۷۱: ۳). البته این هشدارها چندان جدی گرفته نشد، به‌گونه‌ای که از دهه ۷۰ به بعد، مقالات منتشر شده در مجلات درجه اول علم اقتصاد، بیش از پیش ریاضی شد و توانایی استفاده از تکنیک‌های مدل‌سازی ریاضی، نشانه مهارت یک اقتصاددان دانشگاهی تلقی گشت (بکهاوس، ۲۰۱۰: ۲۱۱). فاصله گرفتن اقتصاد از تجربه تا آن حد زیاد شده که اگر به هنگام بررسی تجربی نظریه، مشخص شود آنچه نظریه تبیین می‌کند با واقعیت سازگاری ندارد، به جای تأمل در اصول طراحی شده به هنگام ساخت نظریه، همه چیز به وسیله جمله «ثابت بودن سایر شرایط» توجیه می‌شود. در حقیقت اقتصاددانان با این جمله، خود را از زیر بار پذیرش شکست تئوری‌هایشان در آزمون تجربی می‌رهانند و این امر به معنای اصالت گرفتن ساختار قیاسی نظریه در برابر محتوای تجربی آن است. این امر که از آن به "خودمختاری نظری" تعبیر می‌شود، می‌تواند دانش اقتصاد را در زمینه‌های متعدد با محدودیت همراه کند و برای توسعه تجربی علم اقتصاد زیان‌آور باشد (گلاس و جانسون، ۱۳۷۳: ۱۴۵).

۴-۴- انتقاداتی بر منطق انتزاع

انتزاع، یکی از چالش‌های کاربرد ریاضیات در اقتصاد است. به عنوان مثال نظریه تعادل عمومی برای اینکه بتواند به سازماندهی ریاضی برسد، دچار افراط‌های زیادی در انتزاع شده است به‌گونه‌ای که نتیجه‌گیری از این نظریه برای تحلیل اقتصاد واقعی را با مشکل مواجه نموده است (مارچینوتی و مارناتی، ۲۰۱۶: ۵۰۵). از آنجا که روش استنتاج در نظریه‌پردازی‌های اقتصاد نوعاً ریاضی است،

می‌بایستی از واقعیت‌های اقتصادی، مجموعه‌ای از مفاهیم مجرد را انتزاع نمود و آنها را متغیرهای اقتصادی نامید تا بتوان این متغیرها را در چارچوب معادلات و ساختار ریاضی تحلیل کرد. همانند مفهوم انسان اقتصادی، سرمایه‌دار و کارگر که از طیف گسترده‌ای از فعالان اقتصادی انتزاع می‌شود. بدیهی است که ده‌ها ویژگی بسیار مهم تاریخی، اجتماعی و فرهنگی در چنین فرآیند مجرد سازی، به دست فراموشی سپرده می‌شود. افزون بر این، از مفاهیم کارگر و سرمایه‌دار، مفاهیم کار و سرمایه نیز انتزاع می‌شود که طبعاً در سطوح بالاتری از لایه‌های تجرید قرار دارد. سپس این دو مفهوم مجرد توسط روابط ریاضی به عنوان تابع تولید معرفی می‌شود. بدیهی است، تولیدی که حاصل چنین توابع تولیدی باشد، فاقد ویژگی‌هایی است که در سازوکار تولید در جهان واقعی اقتصاد وجود دارد. بنابراین روش‌های ریاضی ضرورتاً پدیده‌های چند بعدی را تک بعدی می‌کند تا روابط پیچیده‌ای که در فضای تعاملات عینی اقتصادی وجود دارد، آنقدر ساده‌سازی شود که بتوان آنها را به صورت روابط ریاضی تبیین کرد. هر چه تحلیل‌های اقتصادی از سطح خرد به سمت کلان نزدیک‌تر شود آثار سوء کاستی‌های موجود در منطق انتزاع محسوس‌تر می‌شود و سیاست‌گذاری‌های اقتصادی که بر چنین دستگاه نظریه‌پردازی تکیه دارد، خطرات جدی‌تری به همراه خواهد داشت؛ زیرا در تحلیل اقتصادی، هر چه از سطح خرد به سطح کلان پیش برویم، نقش نظام‌های ارزشی و معیارها و موازین ایدئولوژیک در نظریه‌پردازی‌ها پررنگ‌تر می‌شود (درخشان، ۱۳۹۱: ۵۴-۵۷).

به عنوان مثال می‌توان از الگوی رشد نئوکلاسیک نام برد که نمونه مناسبی برای تلاش ناکام اقتصاددانان جهت ارائه مدلی جهان‌شمول برای تبیین رشد اقتصادی با حذف بسیاری از متغیرهای مهم و تأثیرگذار (همانند؛ جمعیت، کیفیت و سلامت نیروی کار و ...) است؛ مدلی که علاوه بر ابتنا بر مفروضات نادرست و محدود کننده، بیشتر

داشته باشند، در حالی که نظام‌های پیچیده را نمی‌توان با استنباط رفتار از اصول اولیه و بر اساس روش ریاضی استخراج نمود (فولبروک، ۱۳۸۹: ۲۸۰). لاسون (۱۹۹۷) جنبه دیگری از موضوع را نیز شکافته و این مهم را متذکر می‌گردد که روش‌شناسی علمی چون فیزیک، مناسب سیستم‌های بسته است. سیستم‌های بسته، سازوکارهایی‌اند که عوامل اثرگذار بر آنها، افزون بر اینکه در درون سیستم تعریف شده، با یکدیگر سازگار نیز هستند. برای چنین سیستم‌هایی می‌توان از روش ریاضی جهت تجزیه و تحلیل بهره گرفت، اما اقتصاد، سیستمی باز و متأثر از عوامل گوناگون و بعضاً متضادی است که از لحاظ هستی‌شناختی، فیزیک و ریاضی قابل مقایسه نبوده، روش‌های تحلیل آنها قابل اقتباس نیستند (چیک و داو، ۲۰۰۱: ۳). در واقع، ابزارها و روش‌های مختلف پژوهش، افزون بر مزایای ویژه‌ای که فراهم می‌آورند، محدودیت‌هایی نیز به همراه دارند. این محدودیت‌ها در ذات این روش‌ها نهفته و غیر قابل تفکیک از آنهاست. بنابراین بهترین روش پژوهشی، ملغمه‌ای از روش‌های مختلف است که می‌تواند دایره وسیع‌تری از مشاهدات و تحلیل‌ها را در فرایند نظریه‌پردازی مشارکت دهد.

۴-۶- فاصله اقتصاد از دنیای واقعی

دسته‌ای از منتقدان معتقدند مبنای اصلی اقتصاددانان برای انتخاب مفروضات مدل، راحتی در دستکاری‌های ریاضیاتی است، نه شباهت با واقعیت‌های عینی. با این وصف، در عین حال که اقتصاد، به لحاظ دقت ریاضیاتی می‌تواند ملکه علوم اجتماعی باشد، به لحاظ ارتباطش با عالم خارج، دچار نقص است (ماکی، ۲۰۰۲: ۲). مدل‌های ریاضی به دلیل ماهیت خود، بر مفروضاتی بنا می‌شوند که هیچ‌گاه به‌بوته بررسی قرار نمی‌گیرند. این نظریات در واقع نظریه‌های مشتق شده هستند که فی‌نفسه دانشی در زمینه پدیده‌های واقعی ارائه نمی‌دهند و بیشتر به

به یک الگوی ریاضیاتی شباهت دارد تا یک مدل اقتصادی، مدلی که نمادی از نظریه‌پردازی بریده از تجربه و غوطه‌ور در مسائل تکنیکی و فنی است. نتیجه این امر این بوده است که سهم الگوی رشد نئوکلاسیک و حتی الگوی پیشرفته‌تر رشد اقتصادی یعنی الگوی رشد درون‌زا، در تبیین علل واقعی رشد اقتصادی در کشورهای صنعتی، در حد صفر است (بلاگ، ۱۳۸۷: ۳۱۹). بایستی اشاره نمود که روش‌های فرضی-استنتاجی برای علوم روشی همانند ریاضی، منطقی و ... که کارکرد اصلی آنها کمک به تفکر است، مناسب خواهد بود؛ زیرا اصل در این علوم، سازگاری درونی است. اما برای علوم همانند اقتصاد که وظیفه آنها تحلیل و پیش‌بینی یک امر انسانی و اجتماعی است، روش‌های فرضی-استنتاجی راهکاری ثانوی است و بایستی از روش‌های تاریخی-استقرایی بهره گرفت؛ زیرا در این علوم، پیوند با واقعیت، مهم است (لاپر، ۲۰۱۵: ۳۱۱).

۴-۵- عدم تناسب هستی‌شناختی اقتصاد و ریاضی

در اقتصاد با عدم قطعیت‌های بیشماری مواجهیم که این امر، کاربرد ریاضیات به عنوان علمی قطعی و یقینی را در حوزه اقتصاد دچار چالش‌هایی می‌کند. ریاضیات برای مدل‌سازی جنبه‌های فنی مناسب است لذا در علوم چون فیزیک یا اخترشناسی که با پدیده‌هایی منفعل و محصور در قواعد طبیعت مواجه‌اند، کاربرد فراوانی دارد اما استفاده از ریاضیات برای تحلیل مسائل اجتماعی که موضوع آنها، فرد یا جامعه ذی‌شعور و مختار است، چندان موجه به نظر نمی‌رسد. رفتارها و پدیده‌های اقتصادی دارای پیچیدگی‌های مشخصی است که بخشی از هستی‌شناسی اجتماعی محسوب می‌شود؛ زیرا رفتارهای اقتصادی نتیجه تعاملات پیچیده میان اعضای جامعه است که رفتارشان با تنوع‌گرایی و احتمالات همراه می‌باشد. تحلیل این پیچیدگی با ابزارهایی ممکن است که توانایی بیان آن را

خارجی (مانند واسطه و دلال) لااقل در مورد محصولات صنعتی وجود ندارد. اما در الگوهای نئوکلاسیک متکی بر مدل تعادل عمومی رقابتی، شرایط، کاملاً متفاوت از واقعیت است. در این مدل‌ها نه تنها قیمت فرآورده‌های کشاورزی، جنگلی، ماهیگیری و معدنی، بلکه قیمت فرآورده‌های کارخانه‌ای و صنعتی نیز همانند یک حراجی و بدون داشتن یک معادله هزینه-قیمت در بازار کاملاً رقابتی تعیین می‌شود. افزون بر این، قیمت کار (دستمزد) نیز دقیقاً با همین روش یعنی همان طور که قیمت ماهی تعیین می‌شود، در بازار رقابتی مشخص می‌گردد (موریشیما، ۱۳۷۳ : ۶۲). این مثال‌ها همگی مؤید فاصله عمیق نظریات از واقعیت‌های موجود اقتصادی است. بیگانگی علم اقتصاد با سازوکارهای واقعی تا حدی عمیق است که میل‌تون فریدمن و رونالد کوز که از نوبلیست‌های جریان متعارف علم اقتصاد محسوب می‌شوند نیز از تبدیل اقتصاد به شاخه‌ای مخفی از ریاضیات و ارتباط اندک بین سیستم نظری اقتصاددانان و مسائل دنیای واقعی انتقاد نموده‌اند (پلینگتون، ۲۰۱۲ : ۲۴۶).

۴-۷- ریاضیات و علم نمایی کاذب

برخی معتقدند استفاده ظاهری از الگوهای ریاضی، سنت رایج اقتصاد متعارف جهت تحمیل صورت علمی به اندیشه‌های اقتصاددانیست (بلند، ۱۳۸۴ : ۳۵). در حالیکه آنچه از مدل‌ها بدست می‌آید، یک نمایش زیبا و خوش بینانه اما غیر قابل دفاع از عملکرد جهان واقعی است (مندرسکی، ۲۰۱۴ : ۱۰۲). اما نکته مهم در این زمینه این است که صرف مدل‌سازی ریاضی نمی‌تواند اعتبار علمی را برای تئوری‌ها فراهم آورد؛ زیرا روش ریاضی بر اساس استدلال قیاسی صورت می‌گیرد و به خودی خود نمی‌تواند ما را به دانشی پیرامون حقایق جهان برساند، بلکه صرفاً بر اساس مفروضات و با توجه به تعاریف و شرایط داده شده، به تبیین و پیش‌بینی موضوعات اقتصادی می‌پردازد. در

مفروضاتی که نظریه بر آن اساس بنا شده بستگی دارند (سیال، ۱۹۸۸ : ۴). به عنوان مثال، نظریه تجارت بین الملل هشکر-اوهلین که بر مبنای قضیه برابرسازی قیمت عوامل بنا شده، تصریح دارد که در یک شرایط مفروض، تجارت آزاد موجب برابرسازی کامل و نه جزئی قیمت عوامل خواهد شد. این فرمول‌بندی زیبا در نهایت به n کشور، n عامل تولید و n کالا تعمیم داده شد. این در حالی است که "در عمل" تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای در قیمت عوامل کشورهای مختلف مشاهده می‌شود که آشکارا قضیه برابرسازی قیمت عوامل را نقض می‌کند. اگر قیمت‌های عوامل در جهان واقعاً برابر نشده باشند، بدین معنا است که یکی از فرض‌های اصلی الگوی تناسب عوامل هشکر-اوهلین، کاربرد ندارد. بررسی‌های تجربی در این زمینه نیز مؤید ابطال نظریه برابری قیمت عوامل و در نتیجه کذب نظریه هشکر-اوهلین است (بلاگ، ۱۳۸۰ : ۲۵۶-۲۵۹).

مثال مرتبط دیگر در این زمینه، پیش فرض عقلانیت است. بر اساس پیش فرض عقلانیت، عوامل اقتصادی دارای باورهای همگن بوده، رفتار انبوه آنها را می‌توان با تحلیل کنش یک انسان نماینده بیان نمود. با این حال، یافته‌های اقتصاد رفتاری نشان می‌دهد که عوامل بازار ناهمگن بوده، پیچیدگی‌های زیادی در تعاملات بازار وجود دارد و آنگونه که اقتصاد نئوکلاسیک فرض می‌کند، عقلانیت بر رفتار اقتصادی حاکم نیست (سورنت، ۲۰۱۴ : ۳).

مثال دیگر در تأیید فاصله فاحش علم اقتصاد از دنیای واقعی، الگوی تعادل عمومی والراس است. الگوی والراس بر این فرض بنا شده است که کلیه قیمت‌ها در بازار آزادانه تعیین می‌شوند، بدون آنکه عامل خارجی در تعیین آنها نقشی داشته باشد. این در حالی است که در واقعیت، در هر اقتصادی این گونه شیوه تعیین قیمت تنها در مورد محصولات کشاورزی، جنگلی، ماهیگیری و معدنی مصداق دارد. یک چنین بازارهایی بدون دخالت عامل

و قدردانی قرار می‌گیرد، این در حالی است که کاربرد ریاضیات، زمینه ارتباط غیراقتصاددانان و علاقمندان غیرحرفه‌ای به اقتصاد را بسیار محدود کرده است. این عدم ارتباط، عمدتاً ناشی از دشواری‌های مصطلح در یادگیری تکنیک‌های ریاضی است (سیال، ۱۹۸۸: ۱).

۵- پاسخ اقتصاددانان به منتقدان کاربرد ریاضیات در اقتصاد

برخی از اقتصاددانان نقدهای وارد بر کاربرد ریاضیات در اقتصاد را مختص اشکال خاص و محدودی از ریاضیات می‌دانند که در نظریات متقدم اقتصاد کاربرد داشته است. به عنوان مثال ریاضیات اقتصاد کلان کینزی، ساده و ایستا بود و عدم قطعیت در آن خیلی کم دیده می‌شد. در واقع ریاضیاتی بود که در آن بویی از بهینه‌یابی به مشام نمی‌رسید. اما ریاضیات اقتصاد کلان مبتنی بر انتظارات عقلانی، سه عنصر تازه با خود داشت؛ «عدم قطعیت» را در کنار «قطعیت» داشت؛ در کنار «ایستایی»، «پویایی» هم پیدا کرد؛ و در نهایت اینکه «بهینه‌یابی» را با خود همراه نمود (نیلی، ۱۳۹۰). به عنوان مثال، پس از آگاهی اقتصاددانان به عدم قطعیت‌ها در علم اقتصاد، روش‌های آمار ریاضی و احتمالات در نظریه‌پردازی‌های اقتصادی مورد توجه قرار گرفت و اقتصاددانان تلاش نمودند به شاخه‌هایی از ریاضیات که توانایی گنجاندن این عدم قطعیت‌ها را داشته باشند، توسل جویند.

همچنین توسعه نظریه بازی‌ها در تحلیل‌های اقتصادی سبب شده است تا حدودی پیش‌فرض‌های غیر واقعی از مدل‌های اقتصادی کنار گذاشته شود و این واقعیت که در بازار، نمایندگان هرگز اطلاعات کاملی در دسترس ندارند و شرایط بازار ثابت نیست، جایگزین مفروضات کلاسیکی در زمینه بازار گردد. ایده استراتژی که منعکس کننده حرکات متوالی نهادی است که به حرکت حریف بستگی دارد، مدل بازار را بسیار نزدیک به واقعیت به ارمغان آورد

حقیقت، ریاضیات از این جهت مورد توجه است که می‌تواند تصویری "شبه علمی" به دیدگاه‌های اقتصاددانان داده، امکانی برای حفظ هسته سخت نئوکلاسیک فراهم آورد (مانیک، ۲۰۱۴: ۱۱۹۱).

مک لاسکی در چارچوب نظریه خطابه‌ای بودن علم اقتصاد معتقد است اقتصاددانان نه برای کشف حقیقت، بلکه برای علم نمایی و قانع کردن سایرین به صحیح بودن یافته هاشان، از روش‌های مختلفی از جمله روش‌های ریاضی و آماری استفاده می‌کنند. استفاده ساموئلسون از ریاضی، تلاش فوگل برای پیوند دادن اقتصاد و تاریخ، روش علمی موث در طراحی انتظارات عقلایی، استفاده سولو از مجازهای بیان در ارایه تابع تولید کل و استفاده گسترده از فن خطابه در آزمون‌های آماری نمونه‌هایی است که مک لاسکی برای اثبات مدعیات خود طرح می‌کند (متوسلی و رستمیان، ۱۳۸۸: ۱۹۸). لیپسی (۲۰۰۱) بر آن است که برای داشتن یک مقاله چاپ شده در بیشتر مجلات اقتصادی معتبر امروزی، شما باید یک مدل ریاضی ارائه کنید، هر چند این مدل چیزی را به تحلیل توصیفی شما اضافه نکند. من در سمینارهایی شرکت کرده‌ام که هر گاه از ارائه کننده سؤال شده "مدل شما کجاست؟" وقتی ارائه کننده پاسخ داد "مدلی ندارم، چون به آن نیازی نداشته‌ام یا نتوانسته‌ام مدلی را برای مسئله توسعه ببخشم" با واکنش نامناسب و کنایه آمیزی مواجه شده و یا حتی شخص سؤال کننده به نشانه اعتراض جلسه را ترک کرده است (لیپسی، ۲۰۰۱: ۱۸۴).

حتی اگر کارکرد ریاضیات برای علم اقتصاد را در حد زبان نیز در نظر بگیریم، همانطور که مفاهیم و عبارات در زبان طبیعی می‌تواند فریبنده یا غیرصادق باشد، به طور مشابه، در بیان نمادین ریاضیات نیز ممکن است چنین اتفاق رقم بخورد (کاپلر و استینبرگر، ۲۰۱۳: ۱۳۸). همچنین واضح است یکی از کارکردهای زبان، تسهیل ارتباط است و صرفاً در این صورت یک زبان مورد توجه

قرار دارد و هنوز در عرصه کتاب‌های درسی وارد نشده است (ماکی، ۲۰۰۲: ۵). در حال حاضر نیز مدل‌های اقتصاد کلان به سادگی‌های مدل‌های دوران ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ نیست و از پیچیدگی‌های زیادی، هم از نظر مفاهیم اقتصادی و رفتاری و هم از لحاظ تکنیک‌های مدل‌سازی و برآوردهای کمی، برخوردار است. به عنوان مثال، مدل‌های رشد هم اکنون به طرح مباحثی مانند نهادهای اقتصادی و اجتماعی و سیاسی پرداخته‌اند و با توجه به در دسترس بودن داده‌های آماری برای این متغیرها، امکان آزمون آماری چنین مدل‌هایی فراهم شده است. همچنین مدل‌های جدید، فرض همسان بودن واحدهای اقتصادی که در مدل‌های کلاسیک وجود دارد را تغییر داده، واحدهای اقتصادی متعددی را در مدل در نظر می‌گیرند. از موارد دیگر، پویایی و غیرخطی بودن روابط اقتصادی است که در مدل‌های جدید مطرح می‌شوند (مشیری، ۱۳۹۰).

پیشرفت‌های امروز در علوم کامپیوتر موجب تسهیل در استفاده از شاخه‌های نوین ریاضی شده، امکان استفاده از مدل‌های چند بعدی و پیچیده که بتواند بخش‌های گسترده‌تری از واقعیات را تحت پوشش قرار بدهد، افزایش داده است. شناسایی مسئله، توسعه فرضیه پویا که می‌تواند مسئله را توضیح دهد، ساخت یک مدل شبیه سازی شده کامپیوتری بر اساس مسئله مورد نظر، بررسی مدل جهت حصول اطمینان از اینکه در دنیای واقعی نیز دیده می‌شود و پیاده سازی راه حل‌های سیاستی گوناگون در ساختار مدل، امکاناتی است که علوم کامپیوتر برای مدل‌سازی ریاضیاتی در اختیار علم اقتصاد می‌گذارد (پاگرنا، ۲۰۰۵: ۹۶). مجموعه این تحولات علاوه بر اینکه امکان بیشتری را برای تجزیه و تحلیل پدیده‌های اقتصادی و ارائه الگوهای پویا فراهم می‌آورد، می‌تواند علم اقتصاد را در جهت رسیدن به پاسخ‌های جامع و دقیق یاری رساند. به نظر می‌رسد بخش بسیار کمی از اقتصاددانان بدین امر که تمامی اشکال ریاضی بایستی از اقتصاد رخ برنند،

(کاپلر و استینبرگر، ۲۰۱۳: ۱۳۷). فون نیومن معتقد است ریاضیاتی همانند معادلات دیفرانسیل عمدتاً برای کاربست‌های فیزیک توسعه یافته‌اند و بعید است الگوهای ریاضی که در فیزیک مفید بوده‌اند در عرصه‌های انسانی و اجتماعی که با نااطمینانی همراه است نیز مفید واقع شود. فون نیومن توصیه می‌کند اقتصاددانان از اکتشافات جدید دانش ریاضی که با اقتضائات دنیای انسانی و اجتماعی همراه تر است، استفاده کنند (درخشان، ۲۰۱۴: ۱۵). این تلقی فون نیومن به وضوح بیانگر خروج از سنت والراسی در تجزیه و تحلیل اقتصادی می‌باشد و بیانگر این مهم است که درون پارادایم نئوکلاسیک و در بین موافقان کاربرد ریاضیات نیز، انتقاداتی در زمینه بکارگیری روش ریاضی وجود دارد اما وجه همت این افراد، رفع محدودیت‌ها و استفاده حداکثری از مزیت‌های ریاضی بوده است.

برخی از مدافعان روش ریاضی معتقدند ریاضیات آنچنان که برخی منتقدان می‌پندارند در اقتصاد سیطره ندارد. به عنوان مثال آنها از اقتصاددانانی همانند "رونالد کوز" نام می‌برند که موفق به دریافت جایزه نوبل اقتصاد شدند، اما در مقالات بنیادین آنها حتی یک فرمول ریاضی هم به چشم نمی‌خورد (متوسلی و دیگران، ۱۳۸۹: ۱۹۶). واقعیت این است که اقتصاددانان از مجموعه روش‌ها و ابزارهای مختلف همانند مدل ریاضی، آزمون آماری، حقایق تاریخی و شواهد تجربی، بهترین و کارآمدترین روش‌ها را برای تبیین نظریه اقتصادی بهره می‌گیرند (مارتینی، ۲۰۱۴: ۸۴).

در زمینه فاصله اقتصاد از واقعیت که مورد اشاره برخی منتقدان است، همانطور که ویلیام بامول (۲۰۰۰) اشاره می‌کند، علم اقتصاد در زمینه کارهای تجربی و تطبیق مفاهیم تجربی بر موضوعات عینی و واقعی، نسبت به اوایل قرن بیستم، پیشرفت‌های قابل توجهی داشته است. هرچند او اذعان دارد که این پیشرفت‌ها در خط مقدم علم اقتصاد

ریاضی در اقتصاد، در این امر تأثیر جدی داشته‌اند. به‌رغم اینکه اقتصاددانان مسائل مختلفی همانند وجود متغیرهای کمی در اقتصاد، ضرورت سیاست‌گذاری اقتصادی، ایجاد سازگاری در دانش، عینیت‌گرایی و فاصله از ابهام، تسهیل در ارتباطات میان دانشمندان و انباشت دانش را در زمره مهم‌ترین عوامل توسعه ریاضیات در علم اقتصاد می‌دانند، برخی از منتقدان، علم‌نمایی کاذب، فاصله از واقعیت، عدم تطابق هستی‌شناسی میان روش ریاضی و عالم اقتصاد، تضعیف ماهیت تجربی و تاریخی دانش اقتصادی و ساده‌سازی‌های افراطی و تحریف‌کننده واقعیت را جزء مهم‌ترین پیامدهای منفی صورت‌گرایی ریاضی می‌دانند.

بررسی تحولات نظریه‌پردازی در علم اقتصاد موید این مطلب است که اقتصاددانان، انتقادات وارد بر روش‌شناسی ریاضی را تا حد بسیار زیادی پذیرفته‌اند و کوشیدند تا با توسل به شاخه‌های نوین ریاضیات، محدودیت مدل‌های ابتدایی را کاهش داده و به تحلیل‌های واقع‌بینانه‌تری از سازوکارهای اقتصادی دست یابند. به نظر می‌رسد کوشش‌های متأخر اقتصاددانان توانسته تا حد بسیار زیادی مدل‌های اقتصادی را از زیر بار انتقادات برهاند و امید می‌رود افزایش سرمایه دانش ریاضی و تجهیز اقتصاددانان به دستاوردهای جدید ریاضی، بتواند آینده روشنی را در زمینه پژوهش‌های کمی فراهم سازد.

راضی باشند. از این رو به سختی بتوان عقیده داشت رهیافت جدید روشن و قاعده‌مندی پیشنهاد شود که بتوانیم ابزارهای ریاضی را کنار بگذاریم (کیرمن، ۱۹۸۹ : ۱۳۷). با این وصف، بحث اصلی در ایجاد تناسب ماهوی میان موضوعات اقتصادی و شاخه‌های مختلف ریاضیات است، بگونه‌ای که اقتصاد از مزایای روش پژوهش مبتنی بر ریاضیات محروم نگردد و در عین حال در دام صورت‌گرایی افراطی نغلتد.

۶- نتیجه‌گیری

از لحاظ تاریخی می‌توان کورنو را به عنوان سردمدار ورود ریاضیات به اقتصاد دانست. در ادامه مسیر هم اقتصاددانانی همانند مارشال، جونز، گوسن، پارتو و اجورث کسانی بودند که تلاش وافر برای گسترش بکارگیری ریاضیات در اقتصاد انجام دادند. در این بین، نقش والراس و کتاب معروفش *تئوری اقتصاد محض* را باید نقطه عطفی در تحقق هر چه بیشتر علم اقتصاد در صورت ریاضیاتی‌اش دانست. قطعاً بیان توصیفی و تشریحی با وجود مزایایی چون سادگی و قابل فهم بودن در همه شرایط، پاسخگوی نیاز نظریه‌پردازان نبوده و نیست و لذا کاربرد روش‌هایی دیگر همانند ریاضیات، در اقتصاد مورد توجه قرار گرفت. البته این توجه صرفاً به کارآمدی ریاضیات و مزیت‌های آن در برابر سایر روش‌ها خلاصه نمی‌شود و دلایلی چون گرایش جامعه علمی در قرن ۱۸ به روش‌های تجزیه و تحلیل فیزیکی، توسعه مارکسیسم، علاقه ریاضی‌دانان به مباحث اقتصادی و بسترهای نهادی توسعه روش‌های

منابع

- باریر، ویلیام جی (۱۳۷۰)، *سیر اندیشه‌های اقتصادی*، ترجمه حبیب‌الله تیموری، تهران: انتشارات انقلاب اسلامی.
- بلاگ، مارک (۱۳۷۵)، *اقتصاددانان بزرگ جهان*، ترجمه: حسن گلریز، تهران: نشر نی.
- _____ (۱۳۸۰)، "جریان‌های نگران‌کننده در علم اقتصاد مدرن"، مترجم: محمد مال جو، کتاب *ماه علوم اجتماعی*، ش ۴۵ و ۴۶، صص ۵۰-۶۰.
- _____ (۱۳۸۷)، *روش‌شناسی علم اقتصاد: اقتصاددانان چگونه تبیین می‌کنند*، ترجمه غلامرضا آزاد(ارمکی)، تهران: نشر نی.
- بلانچارد، اولیویر (۱۳۷۸)، "داستان اقتصاد کلان"، مترجم: ولدخانی، عباس، *برنامه ریزی و بودجه*، ش ۳۸ و ۳۹.
- بلند، لارنس ای (۱۳۸۴)، "روش‌شناسی اقتصادی: تئوری و عمل"، مترجم: محمود متوسلی و ایلناز ابراهیمی، *برنامه و بودجه*، ش ۹۲، صص ۵-۳۶.
- پورکاظمی، محمدحسین (۱۳۸۱)، "نقش ریاضیات در مدیریت و اقتصاد"، *پیام مدیریت*، ش ۲، صص ۵-۲۸.
- تفضلی، فریدون (۱۳۹۱)، *تاریخ عقاید اقتصادی*، تهران: نشر نی.
- تفضلی، فریدون (۱۳۸۷)، "دوران اعتراض و آشوب‌های اجتماعی همراه با تحولات شگرف اجتماعی و نظری در تاریخ علم اقتصاد (۱۹۲۰-۱۸۵۰)"، *پژوهشنامه اقتصادی*، ش ۱، صص ۴۸-۱۵.
- جعفری صمیمی، احمد و طهرانچیان، امیرمنصور (۱۳۸۶)، *اقتصاد ریاضی*، بابلسر: انتشارات دانشگاه مازندران.
- خاندوزی، سید احسان (۱۳۹۱)، "اصناف روش‌شناسی‌های انتقادی در اقتصاد"، کتاب *ماه علوم اجتماعی*، ش ۵۱ و ۵۲، صص ۹-۹.
- دادگر، یدالله (۱۳۸۹)، *تاریخ تحولات اندیشه اقتصادی: آزمون‌ی مجدد*، قم: انتشارات دانشگاه مفید.
- _____ (۱۳۸۲)، "ملاحظات اساسی پیرامون کاربرد ریاضیات در اقتصاد"، *نامه مفید*، ش ۳۵، صص ۵-۲۲.
- درخشان، مسعود (۱۳۹۱)، "بومی‌سازی اقتصادی و اقتصاد اسلامی: ملاحظات در رویکردهای تطبیقی و مبنایی"، *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ش ۵۲، صص ۳۳-۷۱.
- سبحانی، حسن (۱۳۸۹)، "ارزیابی مؤلفه‌های معرفت‌شناختی عصر روشنگری و تأثیر آنها بر آراء اقتصاد دانان کلاسیک"، *روش‌شناسی علوم انسانی*، ش ۶۲، صص ۷-۳۴.
- طالب زاده، سید حمید (۱۳۸۴)، "تحلیلی فلسفی از نسبت ریاضیات و علم جدید"، *فلسفه*، شماره ۱۰، صص ۵۱-۷۶.
- فلوریوک، ادوارد (۱۳۸۹)، *بحران در علم اقتصاد؛ جنبش علم اقتصاد پساتعارف: ششصد روز اول*، ترجمه: محمدرضا فرهادی پور، تهران: مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.
- قدیری اصلی، باقر (۱۳۶۸)، *سیراندیشه‌های اقتصادی*، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- قنبری، علی و مخزن موسوی، سیدهادی (۱۳۹۰)، "رویکرد منطقی فازی برای مدل‌سازی اقتصاد زیرزمینی در ایران"، *پژوهش‌نامه اقتصادی*، ش ۳، صص ۹۱-۱۱۳.
- گلاس، ج. س و جانسون، و (۱۳۷۳)، *علم اقتصاد: پیشرفت، رکود یا انحطاط؟: درآمدی بر روش‌شناسی علم اقتصاد*، مترجم: محسن غلامی رنانی، اصفهان: انتشارات فلاح ایران.
- متوسلی، محمود، مشهدی احمد، محمود (۱۳۸۹)، "خاستگاه، نقش و پیامدهای کاربرد ریاضیات در علم اقتصاد"، *سیاست‌های اقتصادی*، ش ۱، صص ۱۷۲-۱۴۹.
- متوسلی، محمود؛ رستمیان، علی (۱۳۸۸)، "ریطوریقای علم اقتصاد در نگاه مک لاسکی: آنارشسیسم روش‌شناختی یا پلورالیسم روش‌شناختی"، *تحقیقات اقتصادی*، ش ۸۸، صص ۱۹۳-۲۲۰.

- Chick, Victoria (۱۹۹۸), "On Knowing One's Place: The Role of Formalism in Economics", *The Economic Journal*, Vol. ۱۰۸, No. ۴۵۱ (Nov., ۱۹۹۸), pp. ۱۸۶۹-۱۸۵۹
- Chick and Sheila C. Dow (۲۰۰۱), "Formalism, logic and reality: A Keynesian analysis", *Cambridge Journal of Economics*, Vol. ۲۵, No. ۶ (November ۲۰۰۱), pp. ۷۲۱-۷۰۵
- Clark, Charles.M. A, (۲۰۱۰) "Practical wisdom and understanding the economy", *Journal of Management Development*, Vol. ۲۹ Iss: ۸/۷, pp. ۶۷۸- ۶۸۵
- D. Foley., (۲۰۱۲), "Mathematical Formalism and Political-Economic Content," *VOPROSY ECONOMIKI*, N.P. Redaktsiya zhurnala.vol. ۷
- Daniasa, Cora Ionela & Stuparu, Dragoş (۲۰۰۹), "Significace of Mathematics for Economics", "TIBISCUS" University of Timișoara, Faculty of Economics, *International Conference*, The Knowledge Society in The Space of United Europe Vel, May ۲۹th - ۳۰th.
- Debreu, Gerard (۱۹۸۶), "Theoretical Models: Mathematical Form and Economic Content", *Econometrica*, 54, 1259-1270.
- Derakhshan, Masoud (۲۰۱۴), "A Critical Analysis of the Origin and Nature of Classical Mathematical Economics: Why Classical Economists Did Not Use Mathematics?", *International Journal of Business and Development Studies*, Vol. ۴, No. ۱, (۲۰۱۴) pp. ۲۰-۵
- متوسلی، محمود، طیب نیا، علی و مشهدی احمد، محمود (۱۳۸۹)، "تاملاتی نقادانه در ژرفای کاستی‌های اقتصاد متعارف"، *پژوهش‌نامه اقتصادی*، ش ۴، صص ۱۷۵-۲۰۶.
- مرادی، محسن و شفیعی سردشت، مرتضی (۱۳۹۰)، "تئوری آشوب و کاربرد آن در بازارهای مالی"، *بورس*، ش ۹۵، صص ۸۹-۹۷.
- مشیری، سعید (۱۳۸۱)، "مروری بر نظریه آشوب و کاربردهای آن در اقتصاد"، *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ش ۱۲، صص ۲۹-۷۱.
- مک لاسکی، دونالد (۱۳۷۹)، "خطابه علم اقتصاد"، ترجمه: یدالله دادگر و حمید اشرف زاده، نامه مفید، ش ۲۳، صص ۲۵-۵۸.
- موریشیما، میچیو (۱۳۷۳)، "بهره‌گیری‌های درست و نادرست از ریاضیات"، مترجم: مرتضی قره‌باغیان، اقتصاد، صص ۵۲-۷۹.
- هایلبرونر، رابرتل (۱۳۷۰)، *بزرگان اقتصاد*، مترجم: احمد شهسا، تهران: انتشارات و آموزش انقلاب اسلامی.
- Backhouse, Roger E (۲۰۱۰), *The Puzzle of Modern economics: Science or Ideology*, Cambridge University Press.
- Black, R.D.C (۱۹۷۲), "W.S. Jevons and foundation of Modern Economics", *History of Political Economy*. pp. ۳۷۸-۳۶۴
- Boettke, Peter J, Peter T. Leeson, and Daniel J. Smith (۲۰۰۸), "The Evolution of Economics: Where We Are and How We Got Here", *A Journal of Informed Opinion*, Volume ۷, Number ۱.
- Boyle, Brian & McDonough, Terrence (۲۰۱۷), "Bourgeois Ideology and Mathematical Economics", A Reply to Tony Lawson, *Economic Thought*, ۳۴-۱۶.

- Mathematics in Economics", *Filosofía de la Economía*, Vol. ۱, Nro., .۴۵-۲۵
- Hudson, Michael, (۲۰۰۰) "The use and abuse of mathematical economics", *Journal of Economic Studies*, Vol. ۲۷ Iss: ۵/۴, pp. ۲۹۲-۳۱۵
- Kapeller, Jakob & Steinerberger, Stefan (۲۰۱۳), "How formalism shapes perception: an experiment on mathematics as a language", *Int. J. Pluralism and Economics Education*, Vol. ۴, No. ۲, .۲۰۱۳
- Kirman, Alan (۱۹۸۹), "The Intrinsic Limits of Modern Economic Theory: The Emperor has No Clothes", *The Economic Journal*, Vol. ۹۹, No. ۳۹۵, Supplement: Conference Paper, pp. ۱۳۹-۱۲۶
- Krugman, P. (۱۹۹۸), "Two cheers for formalism", *Economic Journal*, Vol. ۱۰۸ No. ۴۵۱, pp. -۱۸۲۹ .۳۶
- Leontief, Wassily (۱۹۵۴), "mathematic in economics", *Bull. Amer. Math. Soc*, Volume ۶۰, Number ۳, .۲۳۳-۲۱۵
- LiCalzi and A. Basile (۲۰۰۴), "Economists and mathematics from ۱۴۹۴ to ۱۹۶۹: Beyond the art of accounting", in: M. Emmer (ed.), *Mathematics and Culture I*, .۱۰۷-۹۵
- Lipsey, Richard G (۲۰۰۱), "Successes and failures in the transformation of economics", *Journal of Economic Methodology*, ۸(۲):.۲۰۱-۱۶۹
- luperi, mauricio martinelli (۲۰۱۵), "the general equilibrium theory as economic metatheory", *Revista de Economía Política*, vol 35, n° ۲(۱۳۹), pp 306-324
- Derakhshan, Masoud (۲۰۱۷), "The Origin and Limitations of Modern Mathematical Economics: A Historical Approach", *International Journal of Business and Development Studies*, Vol. ۹, No. ۱, (۲۰۱۷) pp .۲۶-۵
- Dow, Sheila C. (۲۰۰۸) "Plurality in Orthodox and Heterodox Economics", *The Journal of Philosophical Economics*, I:۲, .۹۶-۷۳
- Duran, Miguel A, (۲۰۰۷) "Mathematical Needs and Economic Interpretations," *Contributions to Political Economy*, Oxford University Press, vol. ۲۶(۱), pages .۱۶-۱
- Dusek, Tamás (۲۰۰۸) "Methodological Monism in Economics", *The Journal of Philosophical Economics*, I:۲, ۵۰-۲۶
- Ekelund R.B(۱۹۷۱), "Cournot's Demand Theory", *History of Political Economy*, pp.۱۹-۱۹۰
- Elahi, Khandakar (۲۰۱۴) "Behavioural controversy concerning homo economicus: a Humean perspective", *The Journal of Philosophical Economics*, VII:۲, p.۲۹-۲
- Espinosa, Miguel & Rondon, Carlos & Romero, Mauricio, (۲۰۱۲), "The use of mathematics in economics and its effect on a scholar's academic career", *MPRA Paper ۴۱۳۴۱*, University Library of Munich, Germany.
- Fu-Lai Yu, Tony, Frank H. (2004), "Knight's thought revisited (Subjectivism, interpretation and social economics) ", *International Journal of Social Economics*, Vol. ۳۱ No. ۷, pp. .۶۶۶-۶۵۵
- Hodgson, Geoffrey M (۲۰۱۳), "On the Complexity of Economic Reality and the History of the use of

- Pigou, A. (Ed.) (۱۹۲۵), *Memorials of Alfred Marshall*, Londres: Macmillan.
- Pilkington, Marc (۲۰۱۲) "Economics as a polymorphic discursive construct: heterodoxy and pluralism", *On the Horizon*, Vol. ۲۰ Iss: ۳, pp. ۲۳۹-۲۵۲
- Pogrebna, Ganna (۲۰۰۵), "Mathematical Formalism in Economics: Verdict of the Reality, Oeconomicus", *Volume VII*, page ۱۰۹-۸۳.
- Rugina, Anghel.N, (۱۹۸۹) "Principia Methodologica: A Bridge from Economics to all Other Natural Sciences Towards a Methodological Unification of all Sciences", *International Journal of Social Economics*, Vol. ۱۶ Iss: ۴, pp. ۳-۷۶
- Samuelson, Paul A. (۱۹۵۲) "Economic Theory and Mathematics: An Appraisal." *American Economic Review*, XLII (۲): ۵۶-۶۶
- Sent, Esther Mirjam (۲۰۱۳), *Pluralisms in Economics*, University of Notre Dame and Netherlands Institute for Advanced Study in the Humanities and Social Sciences (NIAS).
- Seyal, Faiez Hassan (۱۹۸۸), "Role of Mathematics in Economics", Retrieved from <http://www.faiezseyal.com/wp-content/uploads/Role-of-Mathematics-in-Economics.pdf>.
- Smith, Leanne M (۲۰۰۱), "The impact of the third wave - mathematisation – on Samuelson's economics", *Discussion paper / Department of Applied and International Economics, Massey University*.
- M. Hodgson, Geoffrey (۲۰۱۳), "On the Complexity of Economic Reality and the History of the use of Mathematics in Economics", *Filosofía de la Economía*, Vol. ۱, Nro. ۱, Julio ۲۰۱۳, ۲۵-۴۵
- Mäki, Uskali (۲۰۰۲), "The dismal queen of the social sciences." *Fact and fiction in economics. Realism, models, and social construction*, pp ۳-۳۴
- Manic, Slavica (۲۰۱۴), "Has Economics Lost Its Own Identity?", *Asian Economic and Financial Review*, ۲۰۱۴, ۴(۹): ۱۱۹۰-۱۲۰۰
- Marchionatti, Roberto & Mornati, Fiorenzo (۲۰۱۶), "Economic Theories in Competition A New Narrative of the Debate on the General Economic Equilibrium Theory in the ۱۹۳۰s", *PANOECONOMICUS*, ۲۰۱۶, Vol. ۶۳, Issue ۵, pp. ۵۰۳-۵۲۳
- Martini, Carlo (۲۰۱۴), "The role of experts in the methodology of economics", *Journal of Economic Methodology*, ۲۱:۱, ۷۷-۹۱
- Mendritzki, Stefan (۲۰۱۴), "Philosophy of economics for real", *Journal of Economic Methodology*, ۲۱:۱, ۹۸-۱۰۳
- Morgan, Mary (۲۰۰۴), "Imagination and Imaging in Model bulding", *Philosophy of Science*, ۷۱(۵), ۷۵۳-۷۶۶
- Morgan, c, Mary, rutherford, Malcom (۱۹۹۸), "from interwar Pluralism to post war Neoclassicism Duhm", Duke university Press.
- Neck, Reinhard (۲۰۱۴), "On Austrian Economics and the Economics of Carl Menger", *Atl Econ j*.

Yay, Turan & Tastan, Huseyin (۲۰۱۰), "Invisible Hand in the Process of Making Economics or on the Method and Scope of Economics", *Panoeconomicus*, Vol. ۵۷ Issue ۱, p۸۳-۶۱. ۲۳p.

Young, Cristobal (۲۰۰۵), "Review Essay: The politics, mathematics and morality of economics: a review essay on Robert Nelsons Economics as Religion", *Socio Economic Review*, vol ۳, page ۱۶۱-۱۷۲.

نیلی، مسعود و نیلی، فرهاد (۱۳۹۰)، نیلی در برابر نیلی، ریاضی در برابر اقتصاد، بازیابی شده از <https://www.khabaronline.ir/detail/۱۸۹۲۰۰/Economy/macroeconomics>.

Sornette (۲۰۱۴), "Physics and Financial Economics Puzzles, Ising and Agent-Based models", *Reports on Progress in Physics*, Volume ۷۷, Number ۶.

Stigler.G. J (۱۹۵۰), "The Development of Utility Theory", *journal of Political Economy*, Aug.pp.۳۲۷-۳۰۷

Turki.A(۲۰۱۴), "New Methodology for New Economic Sciences", *From the Selected Works of Houcemeddine A Turki*, Available at: http://works.bepress.com/houcemeddine_turki/.

Walras, Leon (۱۹۵۴), "Elements of pure economics, or, The Theory of Social Wealth", Translated and Annotated by W. Jaffe, Homewood, III: Irvin: London: Allen Unwin.

Weintraub, E.R(۱۹۸۵), "General Equilibrium Analysis", *Studies in Appraisal Cambridge: Cambridge University Press*.